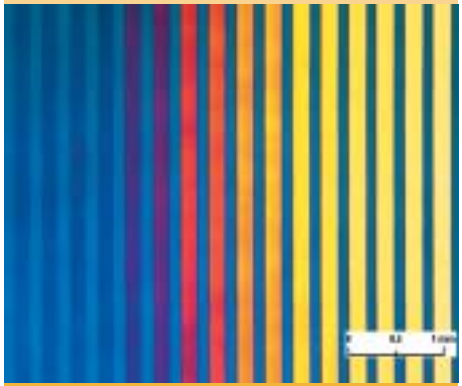
Fraunhofer Institut
Elektronenstrahl- und
Plasmatechnik

Leistungen und Ergebnisse
Jahresbericht 2002

Achievements and Results
Annual Report 2002



Fraunhofer FEP Dresden

Vorwort

Sehr geehrte Damen und Herren,

Sie halten den Jahresbericht des Fraunhofer-Instituts für Elektronenstrahl- und Plasmatechnik für das Jahr 2002 in den Händen, und ich freue mich, wenn wir Ihnen auch in diesem Jahr wieder interessante Informationen und Anregungen bieten können.

Wie in jedem Jahr gab es auch 2002 für das Fraunhofer FEP Ereignisse, die die zukünftige Institutsarbeit in besonderem Maße prägen werden. Einige davon möchte ich besonders hervorheben.

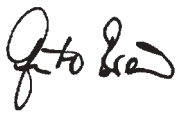
Einen Höhepunkt im Prozess der strategischen Planung bildete das Technologie-Audit, das wir im Januar absolviert haben. Die wesentlichen Elemente des Strategieplans des Instituts wurden mit externen Experten diskutiert. Ihre konstruktiven Vorschläge werden für die Weiterentwicklung der Institutsstrategie von herausragender Bedeutung sein.

Die Idee, gemeinsam mit einschlägig tätigen Partnern aus Forschung und Industrie ein Kompetenzzentrum für Elektronenstrahltechnologie zu schaffen, haben wir umgesetzt. Im Rahmen eines Workshops mit dem Titel »ELEWER - Der Elektronenstrahl als Werkzeug« wurden im April die Ergebnisse der Evaluierung des weltweiten Standes zu diesem Thema präsentiert, und im November fand an der Technischen Universität das 1. Dresdner Symposium für Elektronenstrahltechnologie statt.

Die Förderung des Dialogs zwischen Fachleuten aus Forschung und Industrie betrachten wir weiterhin als Auftrag und ständige Herausforderung. Die durch unser Institut initiierten und organisierten Workshops »Pulsed Plasma Surface Technologies (PPST Europe)« und »Vacuum Coating of Metal Strips and Sheets (VaCMeSS)« fanden eine überwältigende Resonanz.

Mit der Bezugsfertigkeit des neuen FEP-Hauptgebäudes wurde im Frühjahr die Eingliederung der ersten Arbeitsgruppen unseres Außenstandortes Stolpen-Helmsdorf eingeleitet, und mit Spannung erwarten wir nun den Abschluss der weiteren umfangreichen Baumaßnahmen.

Abschließend möchte ich die Gelegenheit nutzen und mich bei unseren Partnern in Forschung und Entwicklung, unseren Auftraggebern aus der Industrie, bei allen Förderern, Kollegen und Freunden bedanken. Durch ihr Vertrauen, ihre Unterstützung und die gute Zusammenarbeit haben sie alle Anteil am Erfolg unseres Instituts. Die Basis hierzu lieferten natürlich auch im vergangenen Jahr wieder die Leistungen der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Fraunhofer FEP, denen ich an dieser Stelle ganz herzlich für ihr Engagement danke.



Prof. Dr. Günter Bräuer

Foreword

Ladies and gentlemen,

You are holding the annual report of the Fraunhofer-Institut für Elektronenstrahl- und Plasmatechnik for the year of 2002 in your hands and I would be pleased if we can offer you some more interesting information and ideas again this year.

As every year, the year of 2002 saw incidents for the Fraunhofer FEP which will distinctly mark the future work of the institute. I would like to emphasise some of them in a particular way.

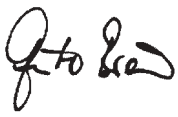
One of the highlights in the process of strategic planning was formed by the technology audit, which we held in January. The essential elements of the institute's strategy plan were discussed with external experts. Their constructive suggestions will be of outstanding importance for the further development of the institute's strategy.

The idea of creating a competence centre for electron beam technology together with partners from research and industry active in relevant fields has been put into practice. In the course of a workshop with the title »ELEWER - electron beams as tools«, the results of the evaluation of the world-wide state of this subject were presented in April, and in November the 1st Dresden Symposium for Electron Beam Technology was held at the Technical University.

We continue to regard furthering dialogue between experts from research and industry as a commission and a permanent challenge.
The »Pulsed Plasma Surface Technologies (PPST Europe)« and »Vacuum Coating of Metal Strips and Sheets (VaCMeSS)« workshops initiated and organised by our institute were given an overwhelming reception.

As the main FEP building was ready to move into in spring, the integration of the first work groups of our outside location in Stolpen-Helmsdorf was initiated, and we are excitedly awaiting the conclusion of the further extensive construction measures.

To close, I would like to take this opportunity of thanking our partners in research and development, our customers from industry, all our sponsors, colleagues and friends. With their trust, their support and the good cooperation, they all have a share in the success of our institute. Naturally, the basis of this was again provided by the performances of the employees of the FEP last year, and I thank them most warmly at this point for their commitment.



Prof. Dr. Günter Bräuer

Inhalt

Vorwort	2
Inhalt	4
Unser Kuratorium	6
Organisationsstruktur Kontaktpersonen	8
Wirtschaftliche Entwicklung	10
Die Fraunhofer Gesellschaft auf einen Blick	14
TiO_2-Schichten mit Rutil- und Anatas-Struktur, abgeschieden durch reaktives Magnetronsputtern ohne Substratheizung durch Anpassung von Pulsmodus und Pulsparametern	16
Eine neue Elektronenstrahltechnologie für die Mikrosystemtechnik	26
Sonnenschutzschichten	34
Durchbruch für e-ventus, Zusammenarbeit mit der BayWa AG	36
ELEWER die branchenübergreifende Kommunikations- und Technologie- plattform für Elektronenstrahl- technologie	42
10 Jahre Fraunhofer-Gesellschaft in Sachsen Stationen des Fraunhofer-Institutes Elektronenstrahl- und Plasmatechnik	46
Technologieaudit	54
European Workshop on Pulsed Plasma Surface Technologies erstmalig im Fraunhofer FEP	56
2. Internationales Symposium »Vacuum Coating of Metal Strips and Sheets«, VaCMeSS 2002	60
Zusammenarbeit Fraunhofer FEP – China	64
Namen, Daten, Ereignisse	66
Jahresüberblick	74

Contents

Foreword	3
Contents	5
Our Board of Trustees	7
Organizational Structure Contact Persons	9
Yields development	11
The Fraunhofer-Gesellschaft at a glance	15
TiO_2 films of rutile and anatase structure deposited on unheated substrates by reactive magnetron sputtering using matched pulse mode and pulse parameters	17
A new electron beam technology for microsystem engineering	27
Solar control coatings	35
Breakthrough for e-ventus, Cooperation with BayWa AG	37
ELEWER the communication and technology platform for electron beam technology covering a number of branches	43
10 years of the Fraunhofer-Gesellschaft in Saxony stations of the Fraunhofer-Institut Elektronenstrahl- und Plasmatechnik	47
Technology Audit	55
European Workshop on Pulsed Plasma Surface Technologies for the first time at the Fraunhofer FEP	57
2nd Internationales Symposium »Vacuum Coating of Metal Strips and Sheets«, VaCMeSS 2002	61
Cooperation Fraunhofer FEP – China	65
Names, Dates, Events	66
Review of 2002	74

Unser Kuratorium

Dem Kuratorium gehörten zum Jahresende 2002
folgende Mitglieder an:

Dr. Ulrich Engel	Kuratoriumsvorsitzender ZOLLERN BHW Gleitlager GmbH & Co.
Prof. Dr. Oechsner	Stellvertretender Kuratoriumsvorsitzender Institut für Oberflächen- und Schichtanalytik an der Universität Kaiserslautern
Prof. Dr. Winfried Blau	EFDS Europäische Fördergesellschaft »Dünne Schichten« e.V.
Dr. Rolf Blessing	Interpane Entwicklungs- und Beratungsgesellschaft
Dipl.-Phys. Eckhard Dietrich	Ehem. Geschäftsführer Leybold Systems GmbH
Dr. Siegfried Döttinger	DaimlerChrysler AG
MinRat Dr. Helmut Ennen	Sächsisches Verbindungsbüro Brüssel
Prof. Dr. Dieter Junkers	Corus Special Strip
Dipl.-Ing. Roland Lacher	Singulus Technologies AG
Dipl.-Ing. Konrad Meier	Gebrüder Schmidt AG
Dipl.-Ing. Jürgen Meinel	Leybold Optics GmbH
Prof. Dr. Gerald Gerlach	Technische Universität Dresden, Institut für Festkörperelektronik
Dr. Heinz Hilgers	IBM Labor Service
Reg.-Dir. Peter Nothnagel	Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft und Arbeit
Dr.-Ing. Michael Steinhorst	Dortmunder Oberflächenzentrum GmbH
MinRat Dr. Reinhard Zimmermann	Sächsisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst

Die jährliche Kuratoriumssitzung fand am 15. Mai 2002 im Fraunhofer FEP in Dresden statt. Der Vorstand der Fraunhofer-Gesellschaft war durch Herrn Dr. Hans-Ulrich Wiese und Herrn Dr. Alfred Gossner vertreten.

Wir bedanken uns sehr herzlich bei allen Kuratoren für ihren Einsatz zur erfolgreichen Entwicklung des Instituts.

Our Board of Trustees

The following were the members of the Board of Trustees at the end of the year 2002:

Dr. Ulrich Engel	Chairman of the Board of Trustees ZOLLERN BHW Gleitlager GmbH & Co.
Prof. Dr. Oechsner	Deputy Chairman of the Board of Trustees Institute for Surface and Layer Analysis at the University of Kaiserslautern
Prof. Dr. Winfried Blau	European Sponsoring Society »Dünne Schichten« e.V.
Dr. Rolf Blessing	Interpane Entwicklungs- und Beratungsgesellschaft
Dipl.-Phys. Eckhard Dietrich	Former Managing Director of Leybold Systems GmbH
Dr. Siegfried Döttinger	DaimlerChrysler AG
MinRat Dr. Helmut Ennen	Saxon Liaison Office Brussels
Prof. Dr. Dieter Junkers	Corus Special Strip
Dipl.-Ing. Roland Lacher	Singulus Technologies AG
Dipl.-Ing. Konrad Meier	Gebrüder Schmidt AG
Dipl.-Ing. Jürgen Meinel	Leybold Optics GmbH
Prof. Dr. Gerald Gerlach	Technical University of Dresden, Institute for Solid State Electronics
Dr. Heinz Hilgers	IBM Labor Service
Reg.-Dir. Peter Nothnagel	Saxon State Ministry of Economy and Labor
Dr.-Ing. Michael Steinhorst	Dortmunder Oberflächenzentrum GmbH
MinRat Dr. Reinhard Zimmermann	Saxon State Ministry of Science and Arts

The annual meeting of the Board of Trustees was held on 15th May 2002 at Fraunhofer FEP in Dresden. The Fraunhofer-Gesellschaft Board was represented by Dr. Hans-Ulrich Wiese and Dr. Alfred Gossner.

We sincerely thank all our trustees for their contribution towards the institute's successful development.

Organisationsstruktur
Kontakte

Institutsleitung/Chairmanship

Prof. Dr.
Günter Bräuer
braeuer.g@fep.fraunhofer.de

Institutsleiter
Director

Schutzrechte
Protective Rights

Dipl.-Phys.
Mathias Räbisch
raebisch.m@fep.fraunhofer.de

Bereich Elektronenstrahl
Department Electron Beam
Vertretungsvollmacht

Dipl.-Phys.
Rainer Bartel
bartel.r@fep.fraunhofer.de

Sekretariat/Bibliothek
Brigitte Weigel
Tel. +49 3 51 25 86 201

E-Kanonen
EB-Guns

Dr. rer. nat.
Gösta Mattausch
mattausch.g@fep.fraunhofer.de

E-Prozesse
E-Processing

Dipl.-Phys.
Rainer Bartel
bartel.r@fep.fraunhofer.de

Beschichtung Metall
Coating Metal Strips

Dr. rer. nat.
Christoph Metzner
metzner.c@fep.fraunhofer.de

Bereich Plasma
Department Plasma

Prof. Dr.
Volker Kirchhoff
kirchhoff.v@fep.fraunhofer.de

Sekretariat
Yvonne Leidiger
Tel. +49 3 51 25 86 101

Beschichtung Glas
Coating Glass

Dr. rer. nat.
Torsten Kopte
kopte.t@fep.fraunhofer.de

Beschichtung Plastik
Coating Plastics

Dr. rer. nat.
Nicolas Schiller
schiller.n@fep.fraunhofer.de

Beschichtung Bauteile
Coating Components

Dipl.-Phys.
Klaus Goedicke
goedicke.k@fep.fraunhofer.de

Werkstoffkunde/Analytik
Characterization

Dr. rer. nat.
Olaf Zywitzki
zywitzki.o@fep.fraunhofer.de

Organizational Structure
Contact Persons

Prof. Dr.
Volker Kirchhoff
kirchhoff.v@fep.fraunhofer.de

Stellv. Institutsleiter
Deputy Director

Unternehmens-kommunikation/
Public Relations

Annett Arnold
arnold.a@fep.fraunhofer.de

Bereich Systeme/ Verwaltung
Department Systems/ Administration

Dip.-Ing. Matthias Wünsche
wuensche.m@fep.fraunhofer.de

Sekretariat
Anke Weber
Tel. +49 3 51 25 86 403

Mechanik-Entwicklung
Mechanic-Development

Dipl.-Ing.
Dieter Weiske
weiske.d@fep.fraunhofer.de

Projektmanagment
Project Managment

Veit Mittag
mittag.v@fep.fraunhofer.de

Elektronik-Entwicklung
Electronics-Development

Dr.-Ing.
Dieter Leffler
leffler.d@fep.fraunhofer.de

Einkauf
Purchasing

Claudia Jahn
jahn.c@fep.fraunhofer.de

Musterbau
Workshop

Rainer Zeibe
zeibe.r@fep.fraunhofer.de

Informationstechnologie
Information Technology

Dipl.-Ing.
Roberto Wenzel
wenzel.r@fep.fraunhofer.de

Kooperation
Outsourcing Manufacturing

Dipl.-Ing.
Steffen Kaufmann
kaufmann.s@fep.fraunhofer.de

Technik
Technical Management

Dipl.-Phys.
Wolfgang Nedon
nedon.w@fep.fraunhofer.de

Wirtschaftliche Entwicklung

Matthias Wünsche*

Fraunhofer-Institut für
Elektronenstrahl- und
Plasmatechnik
Winterbergstr. 28
01277 Dresden, Deutschland

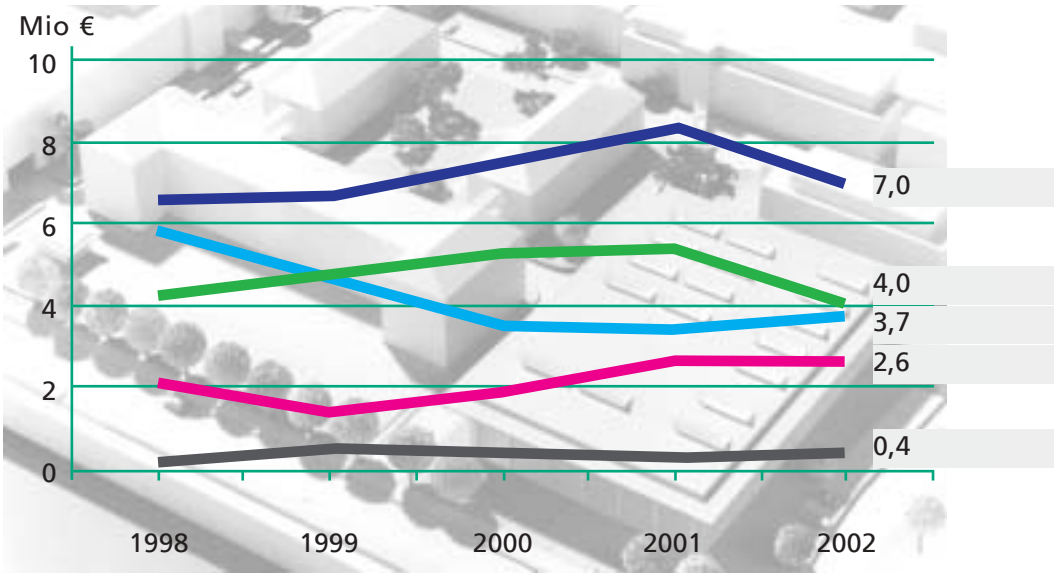
*Ansprechpartner
Tel.: +49-351-25 86-400
Fax: +49-351-25 86-55-400
E-Mail: wuensche.m@fep.fhg.de

Aufwendungen und Finanzierung

Nach dem vorläufigen Abschluss des Haushaltjahres 2002 belaufen sich die Gesamtaufwendungen auf 10,6 Mio € . Der dabei erzielte externe Gesamtertrag in Höhe von 7,0 Mio € wurde hauptsächlich im Bereich der Vertragsforschung durch Aufträge aus der Wirtschaft in Höhe von 4,0 Mio € erbracht. Wie bereits im vergangenen Jahr konnten wir im Berichtszeitraum erneut ein Volumen von 2,6 Mio € durch die öffentlichen Projektfinanzierung, insbesondere mit dem Sächsischen Staatsministerium für Wirtschaft und Arbeit, erzielen. Wir erreichten damit einen Eigenfinanzierungsanteil von 67 Prozent.

Für die Erweiterung der wissenschaftlich technischen Ausrüstung des Instituts wurden im Jahr 2002 Investitionen in Höhe von ca. 0,2 Mio € getätigt.

	Mio €	Mio €
Aufwendungen/efforts		
Personalaufwendungen/staff costs	5,5	
Sachaufwendungen/material expenses	4,9	
Laufende Investitionen/investments	0,2	
Finanzierung/financing		
Externe Erträge/total yield		7,0
– davon Aufträge Wirtschaft/industry		4,0
– davon Projekte Bund-Länder/public project		2,6
Zuwendung FhG/grant		3,6
Summe/amount	**10,6**	**10,6**



Yields development

Expenditure and financing

According to the provisional accounts for the fiscal year of 2002, the overall expenditure amounts to 10.6 million € . The external overall profit achieved in this, 7.0 million €, was mainly achieved in the area of contract research by orders from industry to the amount of 4.0 million € . As was the case in the previous year, we were again able to achieve a volume of 2.6 million € by public project financing in the period of the report, in particular with the Saxony State Ministry of Economy and Labour.
In this way, we achieved an internal financing share of 67 percent.

For the extension of the scientific technical equipment of the institute, investments to the amount of about 200,000 € were made in 2002.

Personal/Staff	Anzahl/number
Wissenschaftler/scientists	62
Doktoranden/postgraduates	8
Diplomanden/undergraduates	4
wiss. Hilfskräfte/Schüler/students	36
Technisches Personal/technician	31
Verwaltung/Sekretariate/administration/secretarys	11
Auszubildende/apprentices	10

Externe Aufträge/total yield

Aufträge Wirtschaft/industry
Zuwendung FhG/grant
Projekte Bund/Länder/public project

Sonstige/others

Matthias Wünsche*

Fraunhofer-Institut für
Elektronenstrahl- und
Plasmatechnik
Winterbergstr. 28
01277 Dresden, Germany

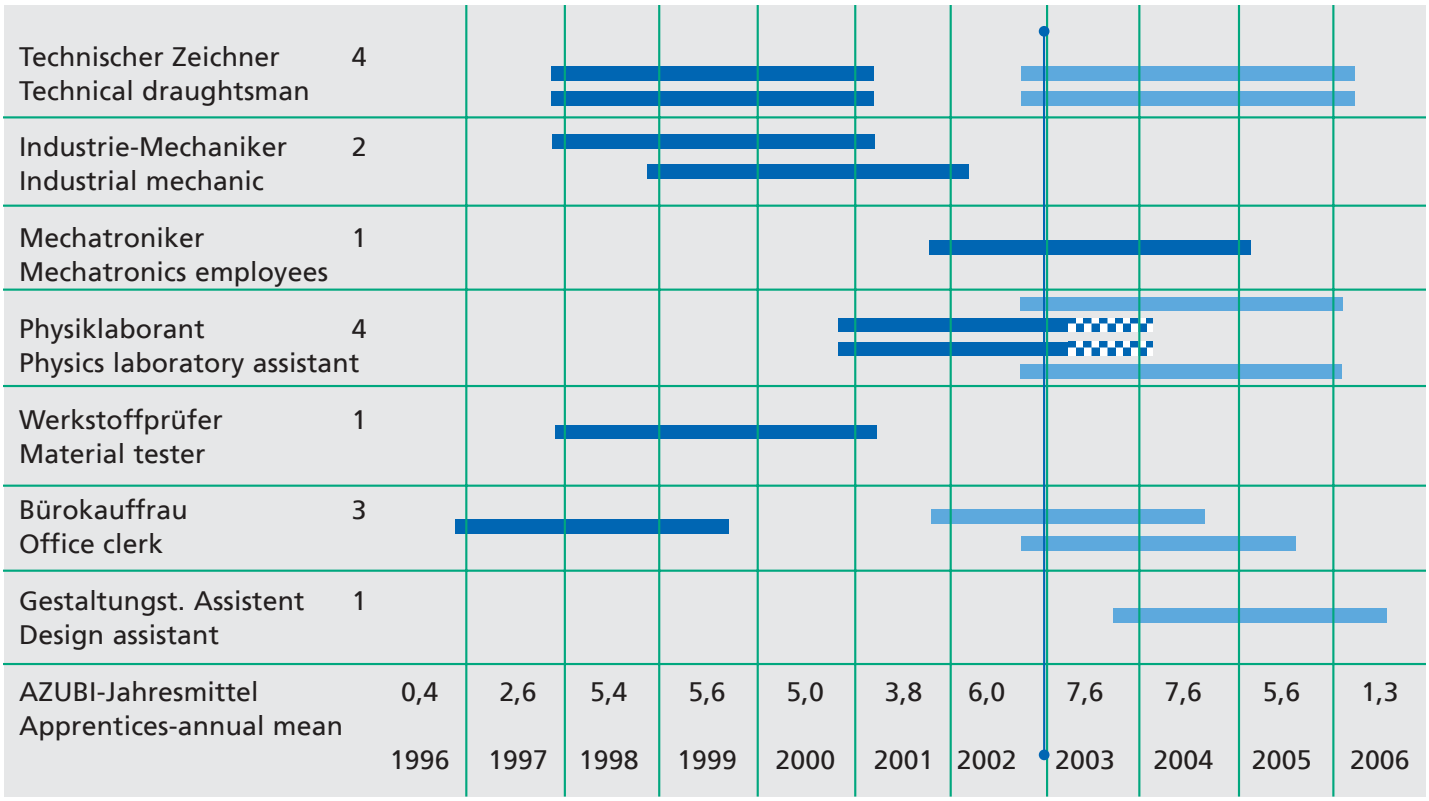
*Ansprechpartner
Phone: +49-351-25 86-400
Fax: +49-351-25 86-55-400
E-mail: wuensche.m@fep.fhg.de

Mitarbeiterentwicklung

Zum Jahresende waren 106 feste Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter im FEP tätig. Dazu kamen 8 Doktoranden und 10 Auszubildende. Damit konnten wir unserem Bedürfnis nach jungen Wissenschaftlern als Doktoranden gerecht werden. Besonders im Bereich des fachspezifischen technischen Nachwuchses vermochten wir 6 Jugendlichen eine Lehrausbildung zu bieten. Ausbildungsschwerpunkte sind dabei die Ausbildungen zum Physiklaborant (2 AZUBI), zur Technischen Zeichnerin (2 AZUBI) sowie zur Bürokauffrau (2 AZUBI).
Allen an der Ausbildung beteiligten Mitarbeitern und Einrichtungen gilt unser besonderer Dank.

Abb. 1
Anzahl der Ausbildungsverhältnisse im Fraunhofer FEP.

Fig. 1
Number of employment relationships in the Fraunhofer FEP.



Employee development

At the end of the year, 106 permanent employees were active at the FEP. In addition, there were 8 students doing a doctorate and 10 apprentices. In this way, we were able to cover our requirement for young scientists doing doctorates. In particular in the area of specialised technical young employees, we were able to give 6 young employees an apprenticeship. The focal points of their apprenticeships are training as a physics laboratory assistant (2 apprentices), as a technical draughtsman/woman (2 apprentices) and as an office clerk (2 apprentices). Our specific gratitude is extended to all the employees and institutions involved in the apprenticeships.

Abb. 3
Bilder vom Seminar der Auszubildenden der Fraunhofer-Gesellschaft in Zeuthen bei Berlin.

Fig. 3
Pictures from the apprentices' seminar of the Fraunhofer-Gesellschaft in Zeuthen near Berlin.

Abb. 2
Unsere neuen Auszubildenden zum Lehrbeginn 2002 mit ihren Lehrbeauftragten.

Fig. 2
Our new apprentices at the beginning of apprenticeship 2002 and their trainers.

Die Fraunhofer-Gesellschaft

Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt anwendungsorientierte Forschung zum unmittelbaren Nutzen für Unternehmen und zum Vorteil der Gesellschaft. Vertragspartner und Auftraggeber sind Industrie- und Dienstleistungsunternehmen sowie die öffentliche Hand. Im Auftrag und mit Förderung durch Ministerien und Behörden des Bundes und der Länder werden zukunftsrelevante Forschungsprojekte durchgeführt, die zu Innovationen im öffentlichen Nachfragebereich und in der Wirtschaft beitragen.

Mit technologie- und systemorientierten Innovationen für ihre Kunden tragen die Fraunhofer-Institute zur Wettbewerbsfähigkeit der Region, Deutschlands und Europas bei. Dabei zielen sie auf eine wirtschaftliche, sozial gerechte und umweltverträgliche Entwicklung der Gesellschaft.

Ihren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern bietet die Fraunhofer-Gesellschaft eine Plattform zur fachlichen und persönlichen Qualifizierung für verantwortliche Positionen in ihren Instituten, in der Wirtschaft und in anderen Bereichen der Wissenschaft.

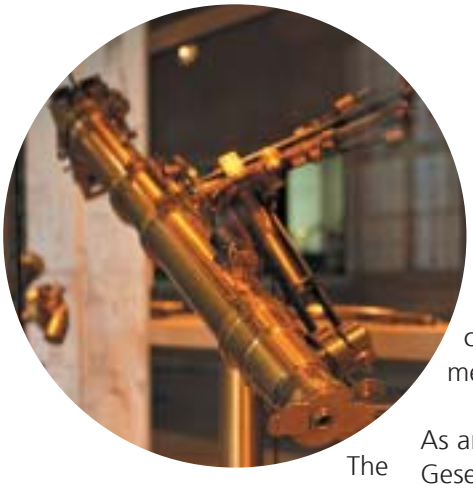
Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt derzeit rund 80 Forschungseinrichtungen, davon 57 Institute, an über 40 Standorten in ganz Deutschland. Rund 13 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, bearbeiten das jährliche Forschungsvolumen von etwa einer Milliarde €. Davon fallen etwa 900 Millionen € auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Für rund zwei Drittel dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft Erträge aus Aufträgen der Industrie und öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Ein Drittel wird von Bund und Ländern beigesteuert, um damit den Instituten die Möglichkeit zu geben, Problemlösungen vorzubereiten, die in fünf oder zehn Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft aktuell werden.

Niederlassungen in Europa, in den USA und in Asien sorgen für Kontakt zu den wichtigsten gegenwärtigen und zukünftigen Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

Mitglieder der 1949 gegründeten und als gemeinnützig anerkannten Fraunhofer-Gesellschaft sind namhafte Unternehmen und private Förderer. Von ihnen wird die bedarfsorientierte Entwicklung der Fraunhofer-Gesellschaft mitgestaltet.

Ihren Namen verdankt die Gesellschaft dem als Forscher, Erfinder und Unternehmer gleichermaßen erfolgreichen Münchner Gelehrten Joseph von Fraunhofer (1787-1826).

The Fraunhofer-Gesellschaft

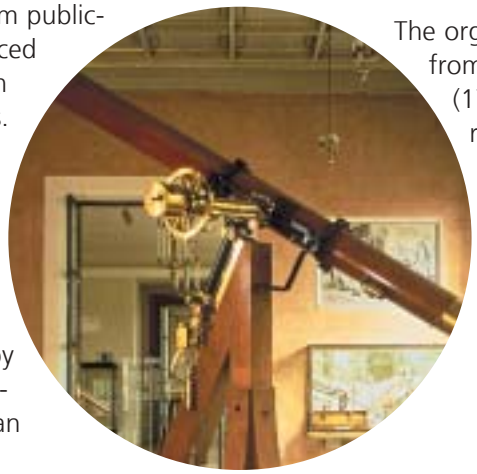


The Fraunhofer-Gesellschaft undertakes applied research of direct utility to private and public enterprise and of wide benefit to society. Its services are solicited by customers and contractual partners in industry, the service sector and public administration. The organization also accepts commissions and funding from German federal and Länder ministries and government departments to participate in futureoriented research projects with the aim of finding innovative solutions to issues concerning the industrial economy and demands faced by society in general.

By developing technological innovations and novel systems solutions for their customers, the Fraunhofer Institutes help to reinforce the competitive strength of the economy in their local region, and throughout Germany and Europe. Through their work, they aim to promote the economic development of industrial society, paying particular regard to social and environmental concerns.

As an employer, the Fraunhofer-Gesellschaft offers a platform that enables its staff to acquire the necessary professional and personal qualifications to assume positions of responsibility within their Institute, in industry and in other scientific domains.

At present, the Fraunhofer-Gesellschaft maintains roughly 80 research units, including 57 Fraunhofer Institutes, at over 40 different locations in Germany. A staff of some 13,000, predominantly qualified scientists and engineers, work with an annual research budget of around one billion euros. Of this sum, approximately €900 million is generated through contract research. Roughly two thirds of the Fraunhofer-Gesellschaft's contract research revenue is derived from contracts with industry and from publicly financed research projects. The remaining one third is contributed by the German federal and Länder governments, as a means of enabling the Institutes to pursue more fundamental research in areas that are likely to become relevant to industry and society in five or ten years' time.



Affiliated Research Centers and Liaison Offices in Europe, the USA and Asia provide contact with the regions of greatest importance to future scientific progress and economic development.

The Fraunhofer-Gesellschaft was founded in 1949 and is a recognized non-profit organization. Its members include well-known companies and private patrons who help to shape the Fraunhofer-Gesellschaft's research policy and strategic development.

The organization takes its name from Joseph von Fraunhofer (1787-1826), the illustrious Munich researcher, inventor and entrepreneur.

TiO_2-Schichten mit Rutil- und Anatas-Struktur, abgeschieden durch reaktives Magnetronsputtern ohne Substratheizung durch Anpassung von Pulsmodus und Pulsparametern

Dr. Peter Frach*

Dr. Olaf Zywitzki

Klaus Goedicke

Christian Gottfried

Sigrun Klinkenberg

Bernd-Georg Böcher

Hagen Sahm

Thomas Modes

Fraunhofer-Institut für

Elektronenstrahl- und

Plasmatechnik

Winterbergstr. 28

01277 Dresden, Deutschland

*Ansprechpartner

Tel.: +49-351-25 86-370

Fax: +49-351-25 86-55-370

E-Mail: frach.p@fep.fhg.de

Zusammenfassung

Der aktuelle Stand der Technik zur Herstellung einer kristallinen TiO_2-Schicht mit Hilfe von Vakuumbeschichtungsverfahren besteht derzeit im Einsatz einer erhöhten Substrattemperatur während der Beschichtung, bzw. einer Wärmebehandlung nach der Beschichtung über 300 °C. Daher sind diese Verfahren auf temperaturbeständige Substrate wie beispielsweise Glas beschränkt. Andererseits besteht Bedarf an photokatalytischen oder hydrophilen Schichten auf temperaturempfindlichen Materialien.

Ein innovatives reaktives Puls-Magnetron-Sputter(PMS)-System bietet die Möglichkeit, den Pulsmodus (unipolar oder bipolar) zu verändern und unterschiedliche Tastverhältnisse für das Sputtern von TiO_2-Schichten einzusetzen. Es wurden Untersuchungen durchgeführt, um den Einfluss dieser Pulsparameter auf die Beschichtungsrate, die Schichtstruktur und verschiedene Schichteigenschaften zu ermitteln. Bei einer dynamischen Beschichtungsrate von bis zu 50 nm·m/min wurden Schichten aus amorphem TiO_2, Anatas, einem Anatas/Rutil-Gemisch oder Rutil abgeschieden. Die Härte und der Elastizitätsmodul der Schichten wurden mit der Nanoindentations-Technik bestimmt und liegen in Abhängigkeit von der Schichtstruktur zwischen 7,3 und 16,6 GPa bzw. 160 und 258 GPa. Die absorptionsfreien Schichten weisen einen Brechungsindex zwischen 2,46 und 2,65 auf.

Die Versuchsergebnisse zeigen, dass es möglich ist, kristalline TiO_2-Schichten herzustellen, ohne das Substrat zuvor zu erwärmen bzw. das Substrat nach dem Beschichtungsverfahren zu tempern. Des Weiteren ist es möglich, den Anteil an amorphen und kristallinen Phasen in den Schichten gezielt einzustellen, indem entsprechende Parameter für Pulsmodus und Tastverhältnis im PMS-Prozess gewählt werden.

Einleitung

Kristalline TiO_2-Schichten stehen auf Grund ihrer spezifischen Eigenschaften im Vergleich zu amorphen Schichten im Mittelpunkt des Interesses. Die Rutilphase weist einen hohen Brechungsindex, eine große Härte und einen hohen Elastizitätsmodul auf. Außerdem hat Rutil eine hohe dielektrische Konstante und ist thermisch stabil. Aus diesen Gründen ist diese Phase für optische Beschichtungen [1-6], für Anwendungen in der Mikroelektronik [7] sowie für Schutzschichten [8] von großem Interesse. Das hydrophile und photokatalytische Verhalten von Anatas-TiO_2-Schichten [9-11] ermöglicht die Herstellung von Produkten mit neuen Eigenschaften wie leicht zu reinigende Oberflächen, »selbst-reinigende« Fenster, beschlagfreies Glas, selbst-sterilisierende und antibakterielle Fliesen oder Geräte zur photokatalytischen Luft- und Wasserreinigung.

Entsprechend dem Stand der Technik ist zur Herstellung einer kristallinen TiO_2-Schicht mit Hilfe von Vakuumbeschichtungsverfahren [12, 13] derzeit eine erhöhte Substrattemperatur während der Beschichtung oder eine Temperung nach der Beschichtung bei mehr als 300 °C erforderlich. Daher sind diese Verfahren auf temperaturbeständige Substrate wie beispielsweise Glas beschränkt. Auf der anderen Seite besteht Bedarf an optischen, photokatalytischen oder hydrophilen Schichten auf temperaturempfindlichen Materialien. Zeman et al. [14] haben Untersuchungen zur Abscheidung von kristallinen TiO_2-Schichten auf ungeheizten Substraten mittels reaktiven RF-Sputterns durchgeführt. Leider ist die Beschichtungsrate bei dieser Methode sehr gering (≤ 3,2 nm/min). Für zahlreiche Anwendungen ist jedoch auf Grund der großen Flächen, die beschichtet werden müssen, eine Hochrate-Beschichtung erforderlich. Ziel unserer Arbeiten war es, das reaktive Mittelfrequenz-Puls-Magnetron-Sputtern für die Hochrate-Abscheidung von kristallinen TiO_2-Schichten auf ungeheizten Substraten

TiO_2 films of rutile and anatase structure deposited on unheated substrates by reactive magnetron sputtering using matched pulse mode and pulse parameters

Dr. Peter Frach*

Dr. Olaf Zywitzki

Klaus Goedicke

Christian Gottfried

Sigrun Klinkenberg

Bernd-Georg Böcher

Hagen Sahm

Thomas Modes

Fraunhofer-Institut für Elektronenstrahl- und Plasmatechnik

Winterbergstr. 28

01277 Dresden, Germany

*Corresponding author

Phone: +49-351-25 86-370

Fax: +49-351-25 86-55-370

E-mail: frach.p@fep.fhg.de

Abstract

The state of the art to obtain crystalline TiO_2 layer by vacuum deposition methods is the use of elevated substrate temperature during deposition or annealing after deposition above 300 °C. Therefore these processes are limited to temperature resistant substrates like glass. On the other hand there is a call for photo catalytic and hydrophilic layers on temperature sensitive materials.

An innovative reactive pulse magnetron sputtering (PMS) system allowing to change the pulse mode (unipolar or bipolar) and the duty cycle has been used for the sputter deposition of TiO_2 films. The investigations were carried out to determine the influence of these pulse parameters on the deposition rate, the film structure and different film properties. A deposition rate of up to 50 nm·m/min was used to deposit layers with amorphous, anatase, mixed anatase/rutile or rutile structure. The hardness values and the Young's modulus of the layers were determined by nanoindentation technique and vary in dependence on the structure of the layers between 7.3 – 16.6 GPa and 160 – 258 GPa, respectively. The absorption free layers exhibit a refractive index between 2.46 – 2.65.

The experimental results show that it is possible to achieve crystalline TiO_2 films without heating the substrate prior to or annealing the substrate after the coating procedure. Moreover it is possible to adjust the content of amorphous and crystalline phases of as deposited films by tuning the parameters pulse mode and duty cycle of the PMS-process.

Introduction

Crystalline TiO_2 films are in the focus of interest because of their specific properties compared to amorphous films. The rutile phase exhibits high refractive index, high hardness and high value of Young's modulus. Therefore and because of the high dielectric constant and thermal stability it became interesting for optical coatings [1-6], microelectronic applications [7] and protective layers [8]. The hydrophilic and photocatalytic behavior [9-11] of anatase TiO_2 films allows to create products with new properties like easy to clean surfaces, »self-cleaning« windows, anti-fogging glass, self-sterilizing and antibacterial tiles or photocatalytic air cleaning and water purification devices.

According to the state of the art the use of elevated temperature during deposition or annealing after deposition above 300 °C is necessary to obtain crystalline TiO_2 layers by vacuum deposition methods [12, 13]. Therefore these processes are limited to temperature resistant substrates like glass. On the other hand there is a call for optical, photocatalytic and hydrophilic layers on temperature sensitive materials. Zeman et al. [14] made investigations using rf reactive sputtering technique on unheated substrates to achieve crystalline TiO_2 films. Unfortunately the deposition rate is very low with this method (≤ 3.2 nm/min).

A lot of applications require a high rate deposition technique, because of the large surfaces to be coated. The aim of our work was to use the reactive medium frequency pulse magnetron sputtering (PMS) technique for the high rate deposition of crystalline TiO_2 films on unheated substrates. Recent observations lead us to the conclusion that pulse mode and duty cycle significantly influence the particle bombardment onto the growing film on the substrate [15]. Therefore the influence of these new process parameters on the film structure and different film properties of TiO_2 films should be investigated.

einzusetzen. Jüngste Beobachtungen haben uns zu dem Schluss geführt, dass Pulsmodus und Tastverhältnis den Teilchenbeschuss auf die wachsende Schicht erheblich beeinflussen [15]. Daher sollte der Einfluss dieser neuen Prozessparameter auf die Schichtstruktur und die verschiedenen Schichteigenschaften von TiO_2-Schichten untersucht werden.

Versuchsanordnung

Ein neuartiges reaktives Puls-Magnetron-Sputter(PMS)-System, das die Möglichkeit bietet, den Pulsmodus (unipolar oder bipolar) und das Tastverhältnis einzustellen, wurde für das Sputtern von TiO_2-Schichten verwendet. Dieses System besteht aus zwei angeflanschten Magnetrons, dem Pulsgenerator, Gas-Steuergeräten und einem Prozessmanagement-Computer für eine vollautomatisierte Steuerung [15]. Im bipolaren Pulsmodus fungiert jedes Target der beiden Magnetrons abwechselnd als Kathode und Anode der Gasentladung. Im unipolaren Modus fungieren beide Targets als Kathode der Gasentladung, wobei die versteckten Anoden der Magnetrons als Gegenelektrode (Abb. 1) agieren. Weiterhin kann das Tastverhältnis, d. h. das Verhältnis zwischen Pulsdauer und gesamter Zykluszeit, für jedes Target in beiden Pulsmodi auf einen Wert zwischen 15 Prozent und 85 Prozent eingestellt werden. Die Versuche wurden mit einem Tastverhältnis von 47 Prozent durchgeführt, d. h. die Pulsdauer für jedes Target beträgt 47 Prozent der gesamten Zykluszeit, um eine gleichmäßige Leistungsaufnahme zu gewährleisten. Da die Puls-Parameter ohne sonstige Modifikationen verändert werden können, kann ihr Einfluss auf die Prozesseigenschaften wie die Beschichtungsrate sowie auf die Schichteigenschaften direkt untersucht werden.
Die Versuche wurden durchgeführt, indem der Prozess im Übergangsbereich zwischen metallischem und reaktivem Sputtermodus stabilisiert wurde. Dabei wurde eine Regelung des Reaktivgaseinlasses verwendet, um die Intensität der optischen Emission der Ti-Linie auf einem konstanten Wert zu halten. Der Sollwert wurde in der Nähe der Transparenzgrenze gewählt, um vollständig transparente (absorptionsfreie) Schichten mit höchster Rate abzuscheiden. Eine zweite Regelung hält den Gesamtdruck bei 0,5 Pa konstant, indem der Argon-Gaseinlass entsprechend geregelt wird. Die Schichten wurden im Durchlauf mit einem Target-Substrat-Abstand von 75 mm abgeschieden. Das Substrat wurde nicht geheizt. Um eine Messung verschiedener Schichteigenschaften zu ermöglichen, erfolgte die Beschichtung sowohl auf 3" Si-Wafern als auch auf Glassubstraten (50 mm x 50 mm x 3 mm), die vor der Beschichtung nasschemisch gereinigt wurden. Bei allen Versuchen wurde die Leistung auf 10 kW pro Target (400 mm x 130 mm x 10 mm) eingestellt, d. h. 18,2 W/cm^2 Target-Leistungsdichte, wobei die Verluste der UBS-C2-Schalteinheit von etwa (5 ± 2) Prozent berücksichtigt wurden. Die Struktur der Schichten wurde mit Hilfe eines Röntgendiffraktometers mit streifendem Einfall (Seifert-FPM, RD 7) mit Cu K_α-Strahlung und einem Einfallswinkel von 1° ermittelt. Das Gefüge der Schichten wurde mit einem Rasterelektronenmikroskop (Zeiss, DSM 960) untersucht. Oberflächentopographie und Rauheit wurden mit Hilfe der Raster-Kraftmikroskopie (AFM - Topometrix, Explorer) bestimmt. Härte und Elastizitätsmodul wurden mittels Nanoindentation (MTS, Nano Indenter XP) gemessen. Der Brechungsindex und die Absorption wurden im Wellenlängenbereich von 250 bis 1700 nm mit einem spektroskopischen Ellipsometer (Sentech, SE850) und im Wellenlängenbereich von 350 bis 1000 nm mit einem Spektrometer (Perkin Elmer, Lambda-19) gemessen. Die Temperatur der Substrate wurde mit Temperaturmessstreifen erfasst, die auf die Rückseite der Proben geklebt wurden. Die Temperatur betrug bei sämtlichen Versuchen am Ende des Beschichtungsvorganges maximal 200 °C.

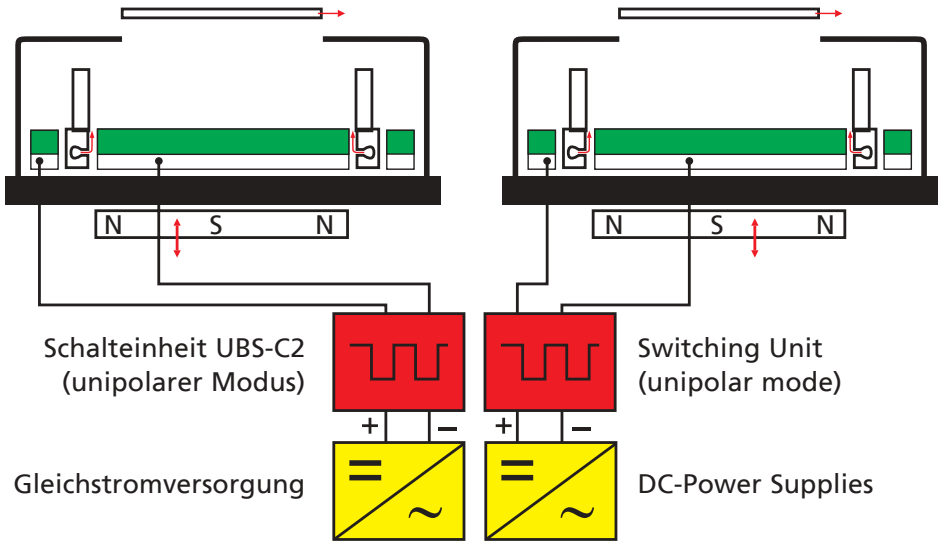


Abb. 1
Funktionsprinzip des verwendeten PMS-Systems mit frei wählbarem Pulsmodus und Tastverhältnis.

Experimental

A reactive pulse magnetron sputtering (PMS) system allowing to change the pulse mode (unipolar or bipolar) and the duty cycle has been used for the sputter deposition of TiO_2 films. This system consists of two flange mounted magnetrons, pulse powering, gas control devices and a process management computer for complete automatic control [15]. In the bipolar pulse mode each of the targets of the two magnetrons acts alternately as cathode and anode of the discharge. In the unipolar pulse mode both targets act as cathode of the discharge using the hidden anodes of the magnetrons as counter-electrode (Fig. 1). Furthermore, the duty cycle, i. e. the ratio of the power-on-time to the total cycle time for each of the targets, can be adjusted in both modes between 15 percent and 85 percent. The experiments were carried out with a duty cycle of 47 per cent – i.e. the pulse-on time for each target is 47 per cent of the total cycle time to ensure a symmetric power input. Because the pulse powering can be changed without any other modification, it allows investigating directly its influence on process characteristics like the deposition rate and on film properties.

The experiments were carried out by stabilizing the process in the transition mode between the metallic and the reactive sputter mode, using a closed loop control for the reactive gas inlet to keep the optical emission intensity of the Ti line at a constant value. The set point was chosen near the transparency limit to deposit fully transparent (absorption free) films with highest rate. A second control loop keeps the total pressure constant at 0.5 Pa by adjusting the argon gas inlet accordingly. The films were deposited in the pass-mode (moved substrates) at a target to substrate distance of 75 mm without substrate heating. To allow the measurement of different film properties the coating were prepared on 3" Si wafers and glass slides (50 mm x 50 mm x 3 mm), that have been wet cleaned prior to deposition. For all experiments the discharge power was adjusted to 10 kW per target (400 mm x 130 mm x 10 mm), i.e. 18.2 W/cm^2 target power density taking the losses of the switching unit UBS-C2 of about (5 ± 2) per cent into account.

The crystalline structure of the films were characterized by grazing angle X-ray diffraction (Seifert-FPM, RD 7) using Cu K_α radiation and an angle of incidence of 1°. The microstructure of the films was investigated by SEM (Zeiss, DSM 960). The surface profile and roughness were determined by an AFM (Topometrix, Explorer). Hardness and Young's modulus were measured by nanoindentation technique (MTS, Nano Indenter XP). The refractive index and the optical absorption were evaluated using a spectroscopic ellipsometer (Sentech, SE850) in the spectral range of 250 to 1700 nm and a spectrometer (Perkin Elmer, Lambda-19) in the spectral range of 350 to 1 000 nm. The temperature of the substrates was measured by thermo strips glued on the back side of the sample. The temperature did not exceed 200 °C for all experiments.

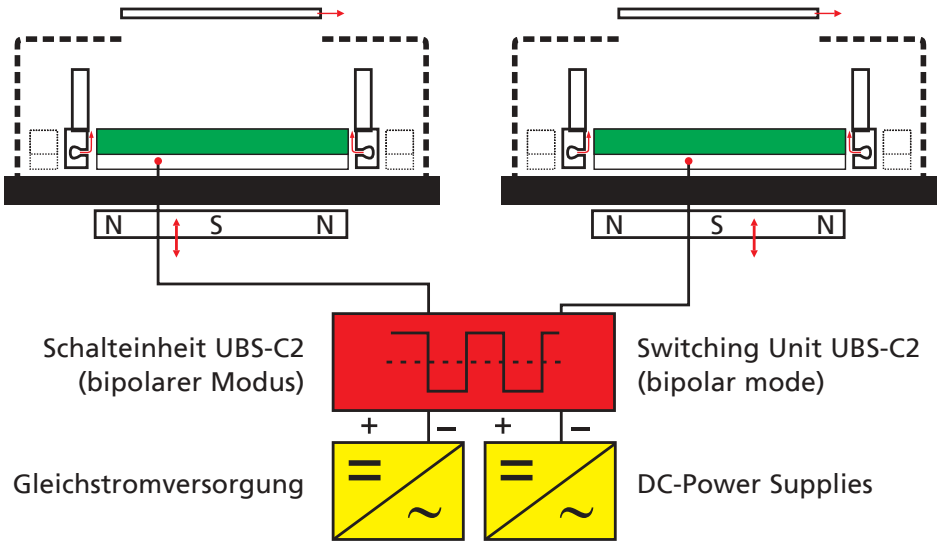


Fig. 1
Principle of the used PMS-system with free choice of pulse mode and duty cycle.

TiO_2-Schichten mit Rutil- und Anatas-Struktur, abgeschieden durch reaktives Magnetronsputtern ohne Substratheizung durch Anpassung von Pulsmodus und Pulsparametern

Ergebnisse und Diskussion

Wir haben den Einfluss des Pulsmodus auf die kristalline Struktur von Titanoxid-Schichten untersucht. In Abbildung 2, links, sind die Ergebnisse der Untersuchungen mit Rasterelektronenmikroskop (REM) und Röntgenbeugung (XRD) der TiO_2-Schichten dargestellt, die mit unipolarem Pulssputtern bei einem Tastverhältnis von 80 Prozent hergestellt wurden. Im REM weist die Schicht im Bruch ein dichtes kolumnares Gefüge auf. Auf der Oberfläche der Schicht sind Kristallite mit einer Korngröße zwischen 100 und 200 nm zu erkennen. Das Röntgen-Diffraktogramm lässt die Anatas-Struktur der Schicht erkennen. Im Gegensatz dazu weist die im bipolaren Pulsmodus gesputterte Schicht eine glattere Oberfläche mit einer glasähnlichen Bruchstruktur auf. Das Röntgendiffraktogramm zeigt vergleichsweise breite Rutil-Reflexe, die auf eine nanokristalline Struktur hinweisen. Ausgehend von der Halbwertsbreite (FWHM) des (110) Rutil-Reflexes, wurde die Korngröße auf etwa 10 nm abgeschätzt. Eine Überprüfung dieser Abschätzung durch Untersuchungen mit dem Transmissions-Elektronenmikroskop wird zur Zeit durchgeführt.

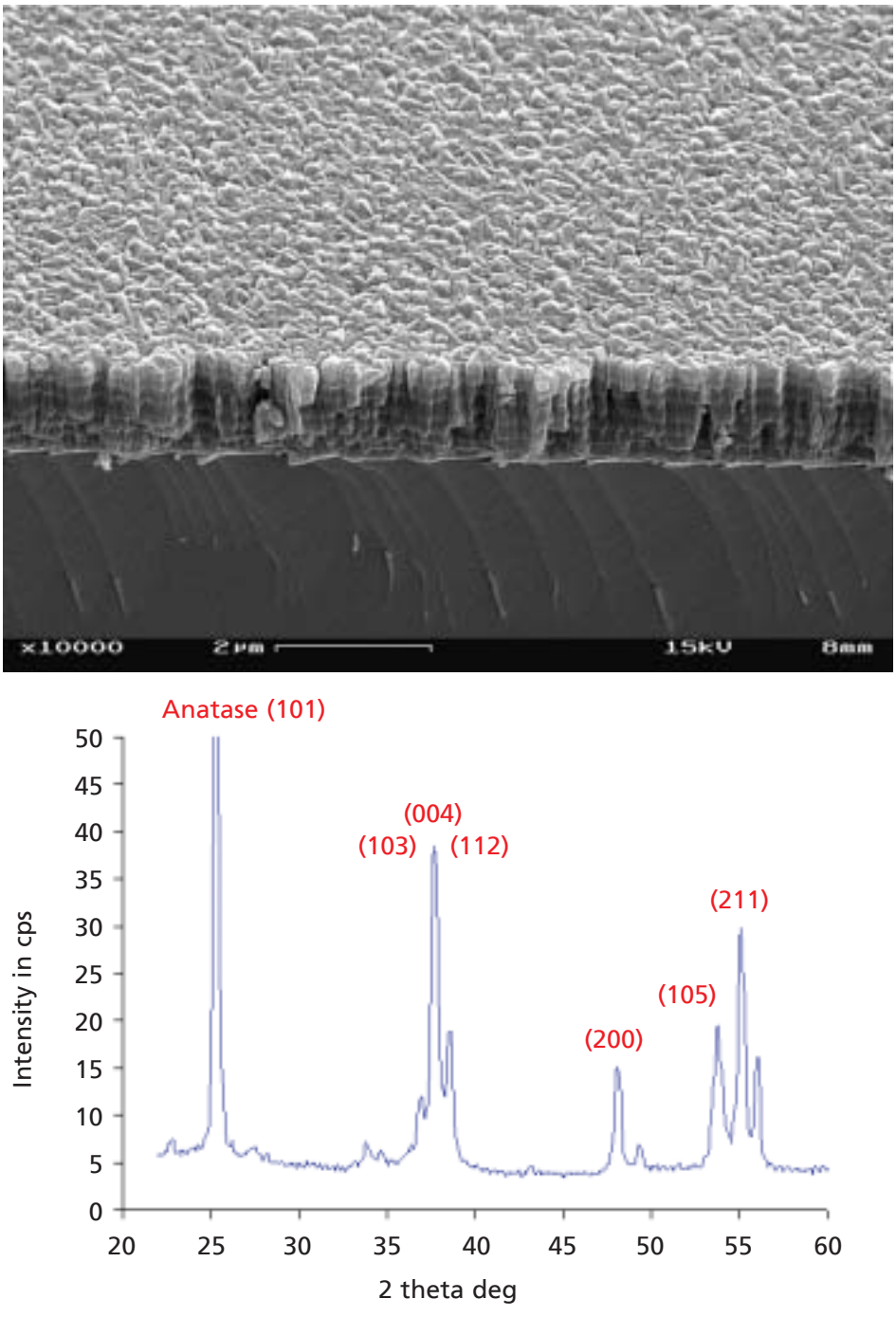
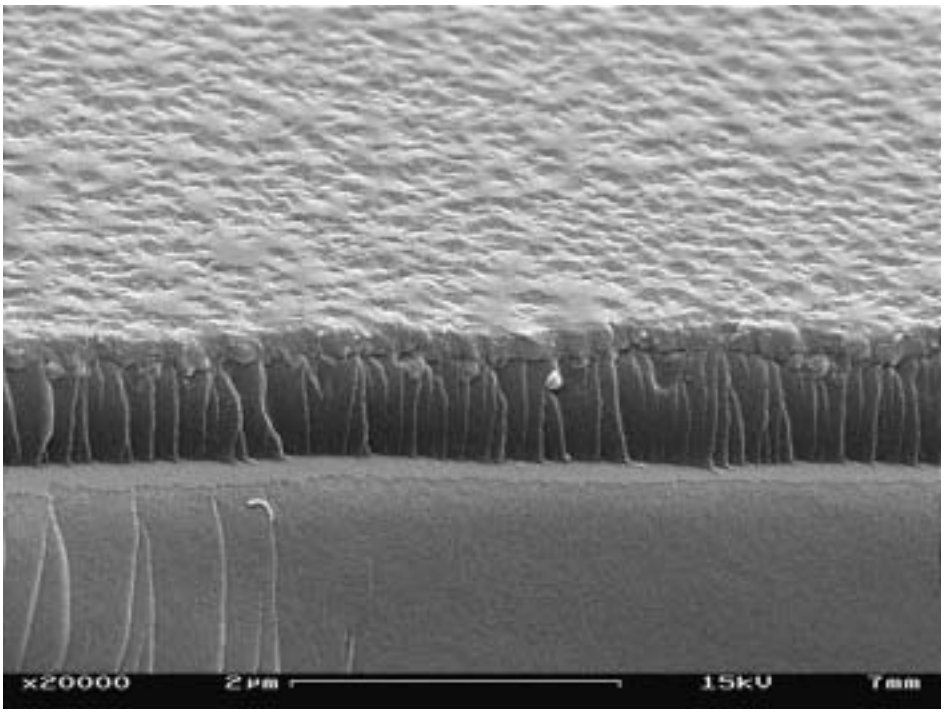


Abb. 2
REM-Bilder und Röntgen-Diffraktogramme von TiO_2-Schichten, die im unipolaren bzw. im bipolaren Pulsmodus gesputtert wurden.

TiO_2 films of rutile and anatase structure deposited on unheated substrates by reactive magnetron sputtering using matched pulse mode and pulse parameters

Results and Discussion

We observed an influence of the pulse mode on the crystalline structure of titanium oxide films. The left picture in Fig. 2 shows the results of SEM and XRD investigations of TiO_2 films deposited by unipolar pulse sputtering with a duty cycle of 80 per cent. The fracture in the SEM micrograph exhibits a dense columnar microstructure. On the surface of the layer crystallites with a grain size between 100 nm and 200 nm can be recognized. The XRD diffractogram reveals the anatase structure of the film. In contrast the coating deposited in the bipolar pulse mode shows a smoother surface with a more glassy like fracture. The XRD measurement exhibits comparably broad rutile reflexes indicating nanocrystalline structure. From the full width half maximum (FWHM) of the (110) rutile reflex we estimated a grain size of about 10 nm. This estimation of the grain size needs to be verified by transmission electron microscope investigations that are in progress.



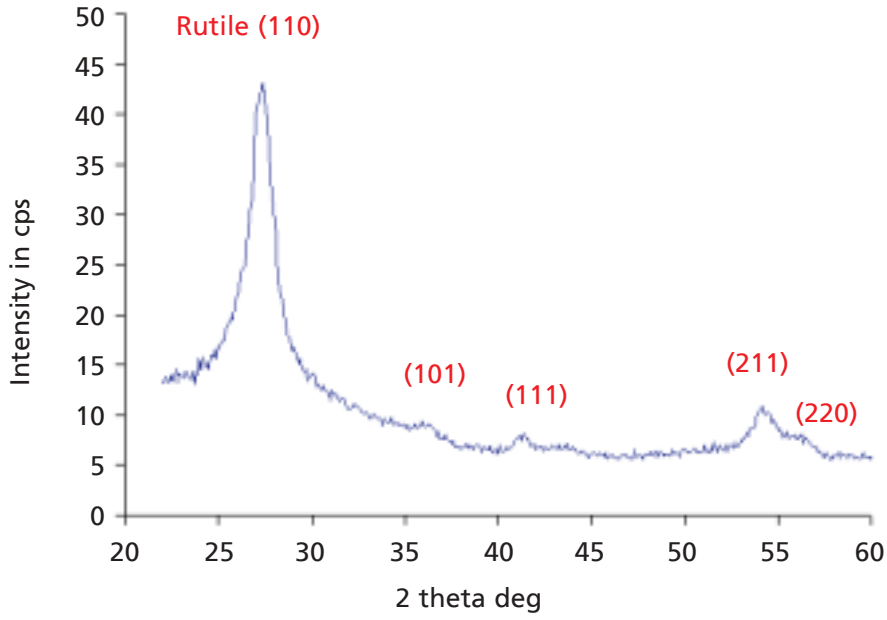


Fig. 2
SEM micrographs and XRD-measurements of TiO_2 films deposited in the unipolar and bipolar pulse mode, respectively.

Die Messwerte für Brechungsindex, Härte und Elastizitätsmodul weisen darauf hin, dass sich die Eigenschaften der Schicht in Abhängigkeit von der Struktur verändern (Tabelle 1). Zum Vergleich wurden Werte von amorphen Schichten, die mit der gleichen Versuchsanordnung im unipolaren und bipolaren Pulsmodus, jedoch mit geringerer Target-Leistungsdichte (9 W/cm^2) herstellt wurden, angegeben. Die Eigenschaften der mit beiden Pulsmodi gesputterten amorphen Schichten unterscheiden sich nicht wesentlich.

Die Oberflächenrauheit von 100 nm dicken TiO_2-Schichten wird jedoch vom Pulsmodus beeinflusst. Die Rasterkraftmikroskopie-Untersuchungen zeigen, dass die bipolar gesputterten Schichten um den Faktor zwei glatter sind als Schichten gleicher Dicke, die im unipolaren Modus abgeschieden wurden (Abbildung 3).

Der Einfluss von Pulsmodus und Tastverhältnis auf die Beschichtungsrate wurde gemessen. Die Beschichtungsrate im unipolaren Pulsmodus beträgt bei einem Tastverhältnis von 80 Prozent 53 nm·m/min und ist im Vergleich zur Rate im bipolaren Pulsmodus mit einem Tastverhältnis von 47 Prozent (39 nm·m/min) um den Faktor 1,3 höher. Die Beschichtungsrate hängt auch von dem Tastverhältnis ab, wie aus Tabelle 2 ersichtlich ist. Wir führen die geringere Beschichtungsrate bei abnehmendem Tastverhältnis auf die Verluste zurück, die durch die größere Anzahl der erzeugten geladenen Teilchen bei der kürzeren Puls-Ein-Zeit und die größere Anzahl von Rekombinationen dieser Teilchen während der längeren Puls-Aus-Zeit verursacht werden. Dies wiederum wird durch die höhere Leistungs- und Plasmadichte während kürzerer Puls-Ein-Zeiten bei geringerem Tastverhältnis verursacht. Wir gehen davon aus, dass die Rekombination während der Puls-Aus-Zeit hauptsächlich an der Targetoberfläche und an der Plasma-Abschirmung auftritt. Da das Targetpotential während

Tab. 1
Struktur und Eigenschaften von TiO_2-Schichten, die mit beiden Pulsmodi gesputtert wurden.

Puls-modus	Tast-verhältnis	Target-Leistungs-dichte (W/cm^2)	Struktur	Brechungsindex bei 550 nm	Härte (GPa)	Elastizitäts-modul (GPa)
unipolar	80 %	18,2	Anatas	2,52 ± 0,02	7,8 ± 0,7	170 ± 12
bipolar	47 %	18,2	Rutil	2,65 ± 0,02	16,6 ± 3,2	258 ± 32
unipolar bipolar	80 % 47 %	9,1	amorph	2,46 ± 0,03	7,3 ± 0,5	160 ± 10

Tab. 2
Beschichtungsrate im unipolaren Pulsmodus in Abhängigkeit vom Tastverhältnis bei einer Target-Leistungsdichte von 18,2 W/cm^2.

Tastverhältnis	15 %	50 %	80 %	100 % (DC)
Beschichtungsrate (nm·m/min)	22	40	53	63

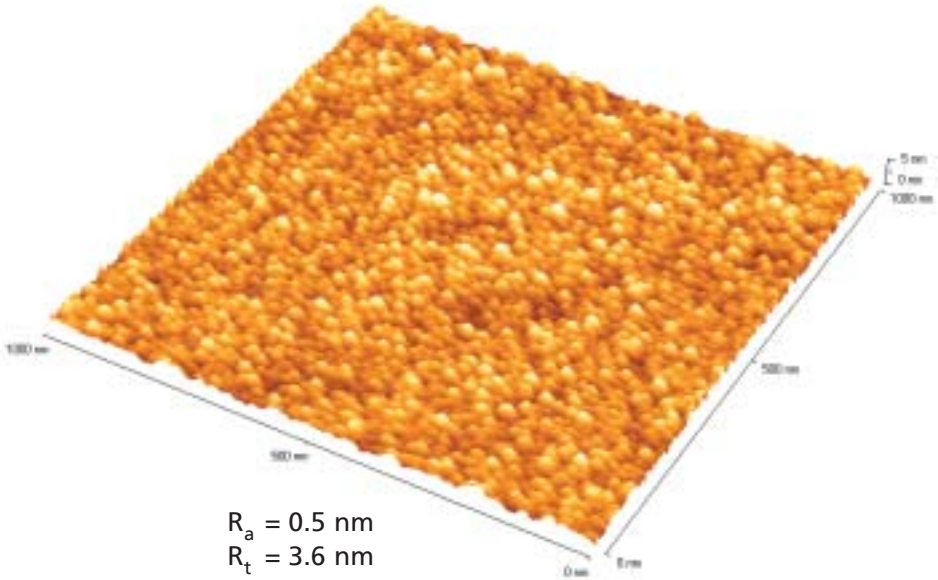


Abb. 3:
Oberflächenrauheit von unipolar (links) und bipolar (rechts) gesputterten TiO_2-Schichten (Schichtdicke 100 nm)

The measured values of refractive index, hardness and Young's modulus indicate that the film properties change according to the film structure (Table 1). For comparison values of amorphous films deposited with the same arrangement in the unipolar and bipolar pulse mode, but lower target power (9 W/cm^2) density are added. The properties of amorphous films deposited in the two pulse modes do not differ significantly.

The surface roughness of 100 nm thick amorphous TiO_2 films is influenced by the pulse mode. The AFM investigations show that the bipolar sputtered films with the same thickness are by a factor of two smoother than films deposited in the unipolar mode (Figure 3).

The influence of the pulse mode and the duty cycle on the deposition rate has been measured. The deposition rate in the unipolar pulse mode at 80 percent duty cycle amounts to 53 nm·m/min and is by a factor of 1.3 higher compared to the deposition rate in the bipolar pulse mode at a duty cycle of 47 per cent (39 nm·m/min). The deposition rate also depends on the duty cycle as shown in Table 2. We attribute the reduction of the deposition rate with decreasing duty cycle to losses that are due to a larger number of generated charged particles during the shorter pulse-on time and a larger number of recombining charged particles during the longer pulse-off time. This is caused in turn by the higher power and plasma density during the shorter pulse-on time at smaller duty cycle. We assume that the recombination during the pulse-off time occurs mainly at the target surface and at the plasma shield. Because the target potential is zero during the pulse-off time the energy of the ions is small resulting in a very low sputter rate during the pulse-off time.

Tab. 1
Structure and properties of TiO_2 films deposited in both pulse modes

pulse mode	duty cycle	target power density (W/cm^2)	structure	refractive index at 550 nm	hardness (GPa)	Young's modulus (GPa)
unipolar	80 %	18.2	anatase	2.52 ± 0.02	7.8 ± 0.7	170 ± 12
bipolar	47 %	18.2	rutile	2.65 ± 0.02	16.6 ± 3.2	258 ± 32
unipolar bipolar	80 % 47 %	9.1	amorphous	2.46 ± 0.03	7.3 ± 0.5	160 ± 10

Tab. 2
Deposition rate in the unipolar pulse mode in dependence on the duty cycle at target power density 18.2 W/cm^2

duty cycle	15 %	50 %	80 %	100 % (DC)
deposition rate (nm·m/min)	22	40	53	63

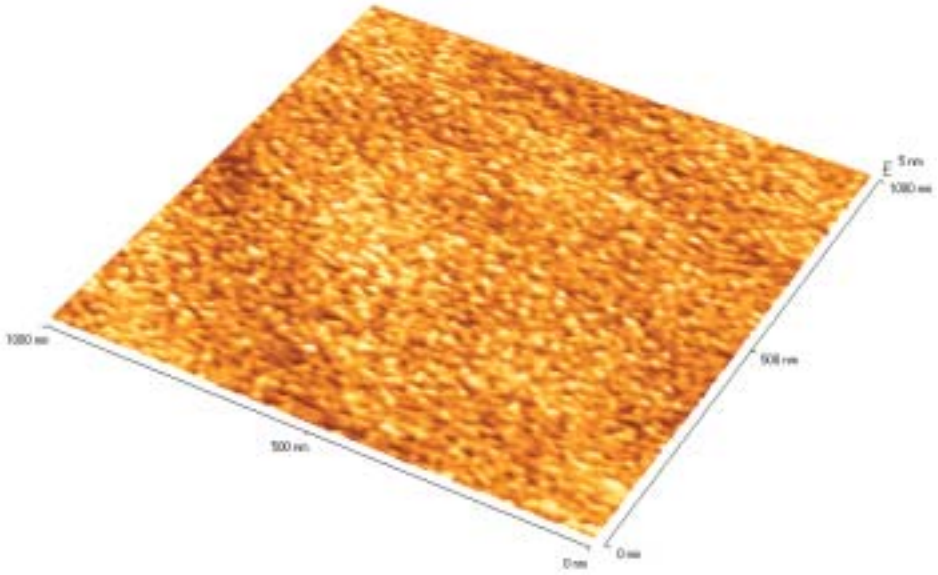


Fig. 3:
Surface roughness of unipolar (left) and bipolar (right) sputtered TiO_2 films (thickness 100 nm)

der Puls-Aus-Zeit Null ist, ist die Energie der Ionen gering, was sich wiederum in einer sehr geringen Sputterrate während der Puls-Aus-Zeit äußert.

Aus früheren Untersuchungen ist uns bekannt, dass die thermische Substratbelastung bei gleicher Schichtdicke im unipolaren Pulsmodus im Vergleich zum bipolaren Pulsmodus [15] um das Zweifache geringer ist, was auf einen erheblich höheren Beschuss der wachsenden Schicht mit energiereichen Teilchen im bipolaren Pulsmodus hinweist. Diese Beobachtung konnte durch Messungen der Ionenstromdichte und der Selbstbiasspannung untermauert werden, die im bipolaren Pulsmodus höhere Werte aufweisen [16]. Der stärkere Beschuss führt zu einer höheren Aktivierung der kondensierenden Teilchen und zur Bildung der Rutil-Phase im bipolaren Pulsmodus anstelle der Anatas-Phase im unipolaren Pulsmodus bei ansonsten gleichen Prozessbedingungen. Jüngste Untersuchungen haben gezeigt, dass eine Veränderung des Tastverhältnisses im unipolaren Pulsmodus ebenfalls Einfluss auf das Gefüge hat. Dabei handelt es sich bei den Schichten, die mit einem Tastverhältnis von 80 Prozent gesputtert werden, um Schichten mit Anatas-Phase. Schichten, die mit einem Tastverhältnis von 50 Prozent hergestellt werden, zeigen im Röntgendiffraktogramm zusätzlich einen Rutil-Anteil. Dies kann auch auf die höheren Werte für Ionenstromdichte und Selbstbiasspannung bei geringerem Tastverhältnis [16] zurückgeführt werden. Weitere Versuche mit geringerem Tastverhältnis werden derzeit durchgeführt.

Schlussfolgerungen

Die Versuchsergebnisse zeigen, dass es möglich ist, kristalline TiO_2-Schichten abzuscheiden, ohne das Substrat zuvor zu erwärmen bzw. das Substrat nach dem Beschichtungsverfahren zu tempern. Außerdem haben wir in weiteren Versuchen beobachtet, dass es möglich ist, den Anteil an amorphen und kristallinen Phasen in der Schicht einzustellen, indem die Parameter Pulsmodus und Tastverhältnis im PMS-Prozess entsprechend angepasst werden. Ein charakteristisches Merkmal für das verwendete PMS-System – die freie Wahl von Pulsmodus und Tastverhältnis – ermöglicht die Steuerung der Energiezufuhr in die wachsenden Schichten und ermöglicht neue Freiheitsgrade zur Optimierung der Schichteigenschaften. Wir haben auch bei anderen Materialien wie SiO_2 und Al_2O_3 beobachtet, dass der Einfluss auf die Schichteigenschaften ähnlich ist wie mit den »herkömmlichen« Optimierungs-Parametern Prozessdruck, Substrattemperatur und Substrat-Bias. Mit Hilfe der Puls-Magnetron-Sputter-Technologie können Schichten mit sehr hohen Beschichtungsraten auf ungeheizten Substraten mit Eigenschaften abgeschieden werden, die Bias, hohe Substrat-Temperaturen oder einen hohen Sauerstoff-Partialdruck im DC- oder RF-Sputter-Prozess erfordern.

From former investigations we got the result that the thermal substrate load at the same film thickness is two times smaller in the unipolar pulse mode compared to the bipolar pulse mode [15], indicating a significantly higher bombardment of the growing film with energetic particles in the bipolar pulse mode. This observation could be supported by measurements of the ion current density and the self bias voltage that exhibit larger values in the bipolar pulse mode [16]. The stronger bombardment leads to a higher activation of the condensing particles and to the formation of rutile phase in the bipolar pulse mode instead of anatase films in the unipolar pulse mode at otherwise the same process conditions. Recent investigations showed that the change of the duty cycle in the unipolar pulse mode has an influence on the microstructure, too. Whereas films deposited at 80 per cent duty cycle are of anatase structure films deposited at 50 per cent duty cycle show content of rutile phase in the XRD measurements. This can also be attributed to higher values of the ion current density and the self bias voltage at smaller duty cycles [16]. Further investigations at lower duty cycles are under progress.

Conclusions

The experimental results show, that it is possible to achieve crystalline TiO_2 films without heating the substrate prior to or annealing the substrate after the coating procedure. Moreover we observed by further investigations that it is possible to adjust the content of amorphous and crystalline phases of as deposited films by tuning the parameters pulse mode and duty cycle of the PMS process. A unique feature of the used PMS system – the free choice of pulse mode and duty cycle – allows to control the energy input into the growing layers and gives new degrees of freedom to optimize film properties. We observed also for other materials like SiO_2 and Al_2O_3 that the influence on film properties are similar as obtained by the »classic« optimization parameters process pressure, substrate temperature or substrate bias. Using pulse sputtering technology films can be deposited with very high deposition rates on unheated substrates with such properties that require bias, high substrate temperature or high oxygen partial pressure with dc or rf sputtering techniques.

Literaturverzeichnis/References

[1] Narashimha Rao, K.; Mohan, S.: J. Vac. Sci. Technol. A 8 (1990) 3260.

[2] Balasubramanian, K.; Han, X. F.; Guenther, K. H.: Appl. Opt. 32 (1993) 5594.

[3] Schiller, S.; Beister, G.; Sieber, W.; Schirmer, G.; Hacker, E.: Thin Solid Films 83 (1981) 239.

[4] Löbl, P.; Huppertz, M.; Mergel, D.: Thin Solid Films 251 (1994) 72.

[5] Szyrbowski, J.; Bräuer, G.; Ruske, M.; Bartella, J.; Schroeder, J.; Zmelty, A.: Surf. Coat. Technol. 112 (1999) 261.

[6] Treichel, O.; Kirchhoff, V.: Surf. Coat. Technol. 123 (2000) 268.

[7] Fuyuki, T.; Matsunami, H.: Jpn. J. Appl. Phys. 25 (1986) 1288.

[8] Perry, A. J.; Pulker, H. K.: Thin Solid Films 124 (1985) 323.

[9] Fukushima, A.; Hashimoto, K.; Watanabe, T.: TiO_2 Photocatalysis - Fundamentals and Applications, BKC, Inc. Tokyo, 1999.

[10] Kuriki, S.; Kon, M.; Song, P. K.; Shigesato, Y; Frach, P.; Kojima, H.; Suzuki, K.: Proceedings of the 3rd Int.Conf. on Coatings on Glass (ICCG), 29.10.-2.11.2000, Maastricht, NL, p. 719.

[11] Yamagishi, M.; Sato, D.; Kon, M.; Irie, Y.; Song, P. K.; Shigesato, Y.; Frach, P.; Suzuki, K.: Presentation at the European Workshop on Pulsed Plasma Surface Technologies PPST 2002, 5.-7.6.2002, Dresden.

[12] Wang, T. M.; Zeng, S. K.; Hao, W. C.; Wang, C.: Surf. Coat. Technol., 155 (2002) 141.

[13] Takagi, K.; Makimoto, T.; Hiratwa, H.; Negishi, T.: J. Vac. Sci. Technol. A19 (2002) 2931.

[14] Zeman, P.; Takabayashi, S.: Surf. Coat. Techn. 153 (2002) 93.

[15] Frach, P.; Goedicke, K.; Gottfried, C.; Bartzsch, H.: Surf. Coat. Techn. 142-144 (2001) 628.

[16] Bartzsch, H.; Frach, P.; Goedicke, K.: Surf. Coat. Techn. 132 (2000) 244-250

Eine neue Elektronenstrahltechnologie für die Mikrosystemtechnik

Jürgen Dänhardt*

Dr. Siegfried Panzer

Rainer Bartel

Fraunhofer-Institut für

Elektronenstrahl- und

Plasmatechnik

Winterbergstr. 28

01277 Dresden, Deutschland

*Ansprechpartner

Tel.: +49-351-25 86-204

Fax: +49-351-25 86-55-204

E-Mail: daenhardt.j@fep.fhg.de

Einleitung

Der Jahresbericht 2001 gibt einen ausführlichen Überblick über die im Fraunhofer FEP bearbeiteten Elektronenstrahltechnologien [1]. Die Arbeitsbreite des Instituts auf diesem Gebiet dürfte weltweit einmalig sein. Dies ist in sofern ein unschätzbarer Vorteil, als umfangreiche Synergieeffekte genutzt und Entwicklungsergebnisse in vielen Fällen multivalent verwendet werden können.

Das vorrangige Ziel unserer Forschungs- und Entwicklungsarbeit (FuE) ist die Erschließung neuer, oft auch visionärer Elektronenstrahltechnologien. Dazu gehört es, zunächst die relevanten Wechselwirkungen zwischen dem Elektronenstrahl und dem zu bearbeitenden Material theoretisch und experimentell zu erforschen. Das erzielte Ergebnis entscheidet wesentlich über die Inangriffnahme der technologischen Umsetzung eines innovativen Vorhabens. Hauptinhalt dieser Phase ist die Entwicklung neuer oder die verfahrensspezifische Adaption vorhandener elektronenoptischer, anlagentechnischer oder softwareseitiger Komponenten. Danach wird der Prototyp einer Elektronenstrahlanlage geschaffen, mit der das beabsichtigte neue Elektronenstrahlverfahren praxisnah und möglichst bis zur industriellen Einsatzreife entwickelt werden kann. Um Zeit und Geld zu sparen wird oft der relativ aufwendige »harte Kern« der Anlagentechnik so entwickelt und ausgeführt, dass er nach Entwicklungsabschluss durch Hinzufügen der für die Produktion erforderlichen ganz speziellen Handlings- und Automatisierungstechnik zu einer industriell einsetzbaren Fertigungsanlage aufgerüstet werden kann.

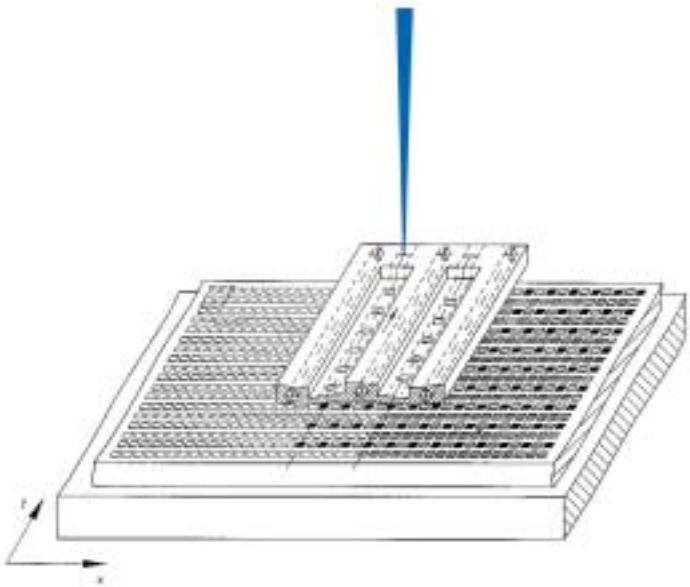
Eine solche rationelle FuE-Strategie ist natürlich nur dann möglich und erfolgreich, wenn der »richtige Mix« eines umfangreichen Erfahrungsschatzes mit »frischem Wissen« gelingt.

Bewährtes und neue Forderungen

Das Bohren und die Dünnschichtbearbeitung sind bekannte Beispiele der thermischen Elektronenstrahlmikrobearbeitung. Lange vor der heute konkurrierenden Lasertechnologie wurden diese Verfahren zur Reife und zum Industrieeinsatz gebracht.

Abb. 1
Darstellung der Maske-Objekt-Anordnung zur Veranschaulichung des Elektronenstrahlverfahrens in HSSM-Technik nach [3].

Fig. 1
Portrayal of the mask/object arrangement to clarify the electron beam process in HSSM technique according to [3].



A new electron beam technology for micro-system engineering

Jürgen Dänhardt*

Dr. Siegfried Panzer

Rainer Bartel

Fraunhofer-Institut für

Elektronenstrahl- und

Plasmatechnik

Winterbergstr. 28

01277 Dresden, Germany

*Corresponding author

Phone.: +49-351-25 86-204

Fax: +49-351-25 86-55-204

E-mail: daenhardt.j@fep.fhg.de

Introduction

The 2001 annual report gives an extensive overview of the electron beam technologies processed in the Fraunhofer FEP [1]. The range of work of the institute in this field must be unique all over the world, which is an inestimable advantage as extensive synergetic effects can be made use of and results of development can be used in a multi-valent way in many cases.

The primary objective of our research and development work is obtaining new, frequently also visionary electron beam technologies. This also includes theoretical and experimental research into the relevant interactions between the electron beam and the material to be processed to start with. The result achieved makes a decisive decision on taking on the technological implementation of an innovative project. The main contents of this phase comprise the development of new or the procedure-specific adaptation of existing electron-optical, plant engineering or software components. After this, the prototype of an electron beam system is created and can be used to develop the intended new electron beam process close to practice and, if possible, up to maturity for industrial use. In order to save time and money, the »hard core« of the plant engineering, which is often relatively expensive, is developed and implemented in such a way that it can be retrofitted after the completion of development by addition of the quite specific handling and automatic technique necessary for production to form the production plant which can be used in industry.

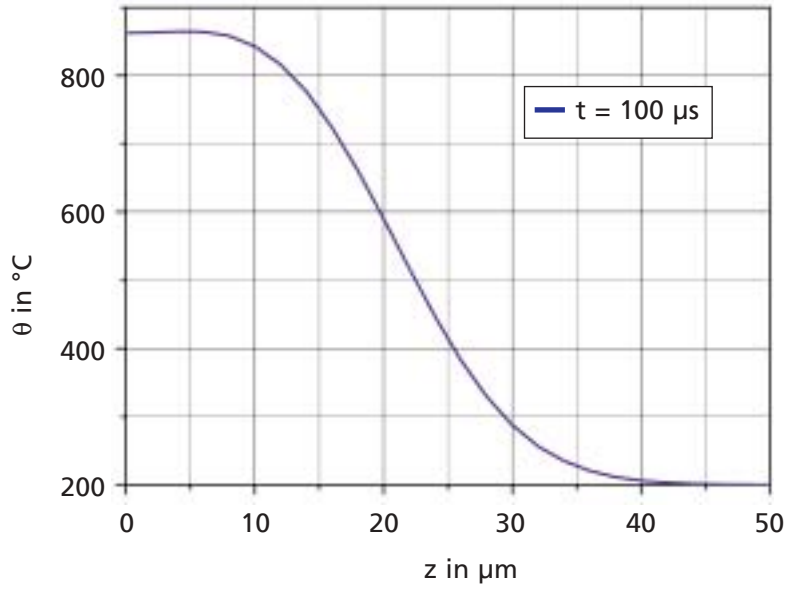
Such a rational R&D strategy is naturally only possible and successful if the »correct mix« of sound experience with »fresh knowledge« is successful.

Tried and tested things and new requirements

Drilling and thin layer processing are well-known examples of thermal electron beam micro-machining. These processes were taken to maturity and industrial use long before today's competing laser technology.

Abb. 2
Temperatur (θ) in Abhängigkeit vom Abstand (z) von der Oberfläche des Objekts zum Zeitpunkt maximaler Oberflächentemperatur etwa 100 µs nach erfolgtem blitzartigem Energieeintrag mit einem Elektronenstrahl mit 60 kV Beschleunigungsspannung, Material: Floatglas. [5]

Fig. 2
Temperature (θ) as a function of the distance (z) of the surface of the object at the time of maximum surface temperature about 100 µs after the lightning-like addition of energy with an electron beam with a 60 kV acceleration voltage, material: float glass. [5]



Die nichtthermischen Elektronenstrahlprozesse der Lackmasken-Mikrostrukturierung mit Strukturabmessungen bis weit in den Submikrometerbereich hinein sind längst zum wichtigen Bestandteil der modernen Halbleitertechnologie geworden. Für eine Reihe weiterer Mikrobearbeitungsaufgaben stehen heute auch Lasertechnologien zur Verfügung.

Die unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften von Elektronen und Laserstrahlen sowie ihre unterschiedlichen Wechselwirkungen mit den verschiedenen Werkstoffen bestimmen letztlich die Wahl der Strahlenart. So werden z. B. zur Herstellung feinster Schmelzschweißverbindungen in der Sensortechnik, die mit geringstmöglichem Energieeintrag auszuführen sind, Elektronenstrahlen bevorzugt. Die Überlegenheit des Elektronenstrahls resultiert in diesem Fall aus dem besseren Eindringvermögen des Elektronenstrahls in die Schweißkapillare mit dem entscheidenden Vorteil einer Minimierung des notwendigen Energieeintrags in das Bauteil [2].

In der Mikrosystemtechnik werden künftig jedoch auch Elektronenstrahlverfahren benötigt, die in ihrer Charakteristik über den gegenwärtigen technischen Entwicklungsstand deutlich hinausgehen. Hieraus resultierende neue Anforderungen an die Strahltechnologie sind z. B.:

- höchste Kurz- und Langzeitparameterstabilität, vergleichbar etwa mit den Ansprüchen wie sie aus der Elektronenmikroskopie bekannt sind, jedoch mit Strahlleistungen bis in den Multikilowattbereich bei Beschleunigungsspannungen von 30 bis 70 kV
- Realisierung der Energieübertragung auch auf Oberflächenelemente, deren laterale Ausdehnung viel kleiner als der Strahlfokus sein kann
- Übertragung ortsunabhängiger, also konstanter Energiedichten, mit einem Elektronenstrahl Gaußscher Leistungsdichteverteilung
- Realisierung von Erwärmungszyklen in begrenzten Oberflächenelementen, die bei Erreichen der maximalen Oberflächentemperatur einen Temperaturgradienten $dT/dz \approx 0$ senkrecht zur Oberfläche aufweisen
- Beschränkung der Energieübertragung am gegebenen Oberflächenelement auf eine derart kleine Zeit, dass es während der Energieübertragungsdauer zu keiner störenden Verschmierung der erzeugten Temperaturverteilung durch Wärmeleitung kommt
- Durchführung des Elektronenstrahlprozesses unter bestimmten Konditionierungsbedingungen für das zu bearbeitende Objekt.

Bei Erfüllung der vorstehenden Anforderungen ist es z. B. möglich, durch geeignete, vom Elektronenstrahl ausgelöste Temperaturprozesse in Randschichten endlicher Dicke und begrenzt auf vorgebbare Strukturelemente bestimmte Werkstoffeigenschaften gezielt zu verändern. Dies kann z. B. die Härte, magnetische oder optische Eigenschaften betreffen. Dabei dürften für die Mikrosystemtechnik oft auch solche Fälle von Interesse sein, bei denen die zu bearbeitenden Strukturelemente klein oder sogar sehr klein gegenüber der Größe des Strahlfokus sind. Durch den Temperaturgradienten $dT/dz \approx 0$ an der Objektoberfläche wird es möglich, einen praktisch identischen Temperaturzyklus in allen Volumenelementen innerhalb der zu behandelnden Randschicht zu realisieren und damit unabhängig vom Abstand zur Oberfläche gleiche Prozessbedingungen zu gewährleisten.
Die Anwendbarkeit von Strahlleistungen im Multikilowattbereich bildet eine wichtige Voraussetzung für die Realisierung einer attraktiven Verfahrensproduktivität.

The non-thermal electron beam processes of the varnish mask micro-structuring with structure dimensions going a long way into the sub-micrometre range have long become an important component of modern semi-conductor technology. Laser technologies are also currently available for a series of further micro-processing tasks.

The varying physical properties of electrons and laser beams as well as their differing interactions with the various materials finally determine the selection of the kind of beam. For example, electron beams are preferred for the production of highly fine welded joints in sensor technology, which can be done with the lowest possible input of energy. In this case, the superiority of the electron beam results from the better penetration capability of the electron beam into the welding capillary with the decisive benefit of a minimisation of the necessary addition of energy to the component [2].

In micro-system engineering, electron beam processes distinctly exceeding the current technical state of development with their characteristics will also be needed in future. Examples of new demands made of beam technology resulting from this are:

- maximum short and medium-term parameter stability, comparable with the claims known from electron microscopy, albeit with beam outputs up to the multi-kilowatt range with acceleration voltages of 30 to 70 kV
- implementation of transmission of energy also to surface elements, the lateral extension of which is much smaller than the beam focus can be
- transmission of locally independent, i.e. constant energy densities with an electron beam of Gaussian power density
- implementation of heating cycles in limited surface elements which manifest a temperature gradient of $dT/dz \approx 0$ vertical to the surface when the maximum surface temperature is reached
- limitation of the energy transmission on the given surface element to such a small time that no disturbing blurring of the temperature distribution produced occurs by heat conduction in the duration of the energy transmission
- implementation of the electron beam process under certain conditioning conditions for the object to be processed.

In the fulfilment of the above mentioned requirements, it is, for example, possible to make a purposeful alteration of certain material properties by suitable temperature processes triggered by the electron beam in peripheral layers of finite thickness and limited to definable structure elements. This can affect the hardness, magnetic or optical properties for example. Cases in which the structure elements to be processed are small or even very small in comparison with the size of the beam focus ought to be of interest for micro-system engineering. The temperature gradient $dT/dz \approx 0$ on the surface of the object makes it possible to implement a practically identical temperature cycle in all volume elements within the peripheral layer to be treated and thus to guarantee identical process conditions regardless of the distance from the surface.
The applicability of beam powers in the multi-kilowatt area forms an important prerequisite for the implementation of an attractive process productivity.

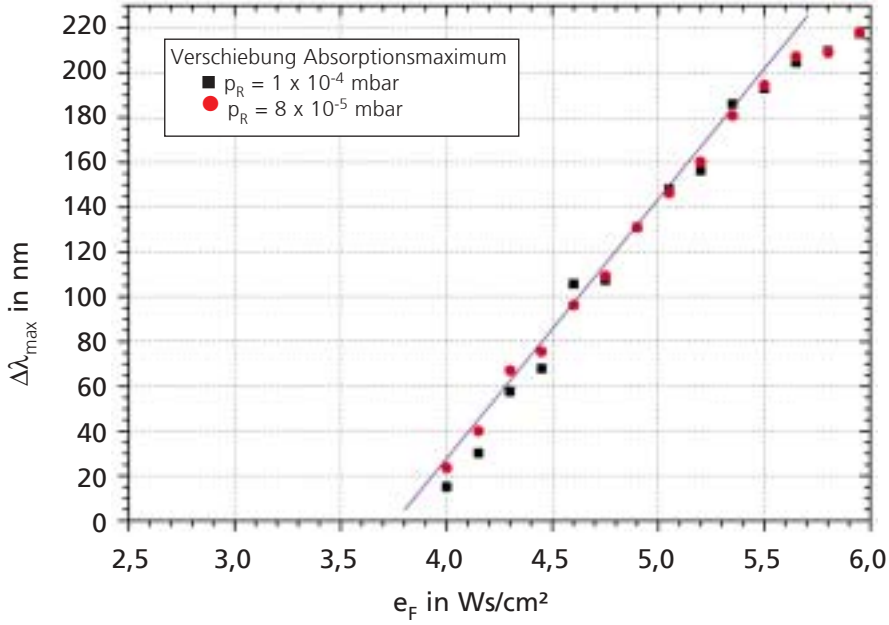


Abb. 3
Verschiebung des Maximums der Absorptionsbande $\Delta\lambda(e_F)$ in Abhängigkeit von der unter konstanten Bearbeitungskonditionen übertragenen Energiedichte für zwei verschiedene Bearbeitungsvakua
(Optische Messung: CODIXX AG).

Fig. 3
Displacement of the maximum of the absorption band $\Delta\lambda(e_F)$ as a function of the energy density transmitted under constant processing conditions for two differing processing vacuums (optical measurement: CODIXX AG).

Das Lösungsprinzip

Das Lösungsprinzip veranschaulicht Bild 1. Unmittelbar über dem Bearbeitungsobjekt, aber berührungsfrei zu diesem, ist eine temperaturbeständige Maske angeordnet. Diese enthält in der gewählten Darstellung zwei in Y-Richtung orientierte Gruppen von Aussparungen, die die zu bearbeitenden Oberflächenelemente des Objekts freigeben. Zur Energieübertragung wird der Elektronenstrahl in die Maskenebene fokussiert, in X-Richtung nach einer zeitlinearen, periodischen Ablenkfunktion hochfrequent abgelenkt und in Y-Richtung mit hinreichend hoher, konstanter Ablenkgeschwindigkeit über die innerhalb einer Gruppe liegenden Maskenaussparungen geführt. Beide Gruppen können wechselweise vom Elektronenstrahl durchlaufen und zur Realisierung von pixelförmigen Oberflächenelementen mit unterschiedlichen Eigenschaften genutzt werden. Durch eine Objektverschiebung in X-Richtung kann die gesamte Objektoberfläche bearbeitet werden.
Die Strahlparameter werden nach Maßgabe des auszuführenden Temperaturprozesses festgelegt. Dabei sind die Werkstoffeigenschaften des Bearbeitungsobjekts zu berücksichtigen. Abhängig davon sind z. B. die notwendige Beschleunigungsspannung und die Leistung des Elektronenstrahls zu wählen. Die Mindestgröße der Y-Ablenkgeschwindigkeit wird durch die Temperaturleitfähigkeit des zu bearbeitenden Werkstoffs mitbestimmt. Sie muss so hoch gewählt werden, dass es während der Energieübertragungsdauer auf ein Oberflächenelement weder in Strahlrichtung noch in der Lateralebene zu störendem wärmeleitungsbedingtem Energieabfluss kommt.

Die notwendige Scanamplitude des Elektronenstrahls in X-Richtung ist zumindest um das Doppelte des Strahlfokusdurchmessers größer als die X-Ausdehnung der Maskenaussparung zu wählen. Durch diese Maßnahme wird erreicht, dass auf alle Oberflächenelemente innerhalb der Bearbeitungsstruktur die gleiche Energiedichte übertragen wird. Infolge der bekannten Energieabsorptionscharakteristik des Elektronenstrahls [4] stellt sich die maximale Oberflächentemperatur erst nach Abschluss der Energieübertragung durch Wärmeleitung aus dem tiefer liegenden Absorptionsmaximum zur Oberfläche ein. Wie Bild 2 zeigt, geht der Temperaturgradient innerhalb der oberflächennahen Randschicht zu diesem Zeitpunkt gegen Null.
Das vorgestellte Lösungsprinzip ist eine zweckdienliche Kombination der bereits für thermische Elektronenstrahlmakroprozesse erfolgreich eingesetzten High-Speed-Scan-Technik (HSS-Technik), wie Bild 6 veranschaulicht, mit einer Maske. Diese neue Technologie wird deshalb auch von uns als High-Speed-Scan-Masken-Technik, kurz HSSM-Technik bezeichnet.

Ein Anwendungsbeispiel

Mit dem folgenden sehr anspruchsvollen Anwendungsbeispiel wurde das vorstehend skizzierte Verfahrensprinzip realisiert.
Die gestellte Aufgabe besteht darin, ein dünnes Glassubstrat mit einer speziell präparierten Randschicht innerhalb schmaler Streifen einem sehr präzisen Temperaturzyklus mit Spitzentemperaturen im Bereich von etwa 700 bis 900 °C zu unterziehen. Die Substrate besitzen eine einige Mikrometer dicke Randschicht, in der metallische Nanopartikel eingelagert sind. Diese Nanopartikel bestimmen abhängig von ihrer Form die optischen Eigenschaften des Glases.

Abb. 4
Streifenförmige Strukturierung speziell präparierter Randschichten von Glassubstraten durch Übertragung unterschiedlicher Energiedichten mit dem Elektronenstrahl in HSSM-Technik

Fig. 4
Strip-shaped structuring of specifically prepared edge layers of glass substrates by transfer of differing energy densities with the electron beam in HSSM technique.

The solution principle

The solution principle is shown by Fig. 1. Directly above the object of process, but without any contact to it, a temperature-resistant mask is arranged. In the portrayal selected, it contains two groups of recesses orientated in a Y direction, which release the surface elements of the object which are to be processed. For the transmission of energy, the electron beam is focused into the mask level, deflected at high frequency in an X direction according to a time-linear, periodic deflection function and guided across the mask recessed within a group in a Y direction at a sufficiently high, constant deflection velocity. Both groups can be passed through alternately by the electron beam and used to implement pixel-shaped surface elements with differing properties. The entire object surface can be processed by displacement of the object in an X direction.

The beam parameters are stipulated according to the requirements of the temperature process to be carried out. The material properties of the processed object must be taken into account. Independent of this, for example, the necessary acceleration voltage and the power of the electron beam must be selected. The minimum size of the Y deflection velocity is also determined by the temperature conductivity of the material to be processed. It must be selected in such a way that there is no disturbing loss of energy induced by heat conductivity during the transmission of the energy to a surface element, neither in the direction of the beam nor on the lateral level.

The necessary scan amplitude of the electron beam in the X direction is to be selected at least double the beam focus diameter larger than the X extension of the mask recess. This measure is taken in order to ensure that the same energy density is transmitted to all the surface elements inside the processing structure. As a result of the known energy absorption characteristics of the electron beam [4], the maximum surface temperature is only reached after completion of the energy transmission by heat conductivity from the lower absorption maximum to the surface. As Fig. 2 shows, the temperature gradient becomes zero within the near-surface layer at this moment.

The solution principle presented is a useful combination of the high-speed scan technique (HSS technique), illustrated in Fig. 6, already successfully used for thermal electron beam macro-processes with a mask. This new technology is therefore called high-speed scan-mask technique, in brief HSSM technique, by us.

An example of application

The procedural principle outlined above was realised for the following very sophisticated application.

The task in question comprises subjecting a thin glass substrate with a specifically prepared surface layer to a very precise temperature cycle with peak temperatures in the range from about 700 to 900 °C within narrow strips. The substrates have an surface layer some micrometres in thickness, with metallic nano-particles stored in it. These nano-particles determine the visual properties of the glass as a function of their form.

Abb. 5
Ansicht der vom Fraunhofer FEP konzipierten und realisierten Elektronenstrahlanlage ELMASCAN 100 für Prozesse der Mikrosystemtechnik in HSSM-Technik

Fig. 5
View of the ELMASCAN 100 electron beam system designed and implemented by the Fraunhofer FEP for processes of micro-system technique in HSSM technique.

Durch einen Temperaturzyklus innerhalb einiger hundert Mikrosekunden mit definierten Spitzentemperaturen können die optischen Eigenschaften - in diesem Falle die Farbe des Glases im polarisierten weißen Licht - verändert werden.
Die entstandene Farbe wird durch die spektrale Lage des Maximums einer Absorptionsbande bestimmt. Je nach Höhe der Maximaltemperatur des Temperaturzyklusses kann diese Bande um eine Wellenlängendifferenz $\Delta\lambda(e_F)$ in Richtung kürzerer Wellenlängen verschoben werden (Bild 3). Dabei bedeutet e_F die unter bestimmten Bearbeitungskonditionen übertragene Elektronenstrahlenergie pro Flächeneinheit.
Im Bild 4 ist das Ergebnis einer streifenförmigen Strukturierung mit dem Elektronenstrahl in HSSM-Technik wiedergegeben. Die unterschiedlichen Farben entsprechen unterschiedlichen Beträgen der übertragenen Energiedichte, die im Bereich einiger Ws/cm² liegt. Die Streifenbreite entspricht hier mit 170 µm nur etwa 1/3 des Fokusdurchmessers des Elektronenstrahls.
Beim Einsatz von Floatglas sind zusätzlich bestimmte Konditionen für die Prozessführung zu schaffen, um Schäden am Glassubstrat durch die extreme Temperaturbeanspruchung zu vermeiden.
Zur Durchführung des Verfahrens wurde die im Bild 5 gezeigte Elektronenstrahlanlage ELMASCAN 100 entwickelt und realisiert. Deutlich erkennbar sind die Hauptkomponenten der Anlage, wie die Elektronenkanone, die evakuierbare Bearbeitungskammer, auf deren abnehmbarem Bodenflansch Einrichtungen für den Objekttransport unter dem Elektronenstrahl und zur Prozesskonditionierung montiert sind, das Bedienpanel und die elektrischen Versorgungseinrichtungen im Hintergrund des Bildes (Bild 7).
Die aufwändige Anlage ist zunächst so ausgerüstet, dass mit ihr für konkrete Anwendungen unter praxisnahen Bedingungen industrielle Verfahren entwickelt und erprobt werden können. Nach Abschluss dieser Entwicklungsphase ist es möglich, an der Bearbeitungskammer geeignete Vakuumschleusen oder Magaziniervorrichtungen für die zu bearbeitenden Objekte anzuschließen und damit eine produktionstaugliche Anlage zu realisieren.

Die physikalisch-technischen Grundlagen des Verfahrens und der Anlagentechnik erfolgten im Rahmen eines Fraunhofer-Eigenforschungsprojektes. Erste technologische Grundlagen wurden im Auftrag der F.O.B. GmbH, die technische Entwicklung und Realisierung der Anlage im Auftrag der CODIXX AG durchgeführt.

Die vorgestellte Entwicklung ist nur ein Beispiel dafür, dass es immer wieder möglich ist, neue Elektronenstrahlverfahren zu entwickeln und damit neue Anwendungsbereiche zu erschließen.

Literatur:

[1] Jahresbericht Fraunhofer FEP, 2001

[2] Reichmann, A.:
FEP's further developed high speed scan technology - Base for new electron beam application
Proceeding zum KITECH-Seminar Elektronenstrahltechnologie, 2002

[3] Panzer, S.; Dänhardt, J.:
Verfahren zur strukturierten Energieübertragung mit Elektronenstrahlen
German Patent DE 196 42 116 (1996)

[4] Schiller, S.; Heisig, U.; Panzer, S.:
Elektronenstrahltechnologie
Verlag Technik Berlin

[5] Böttcher, R.:
Untersuchungen zur dynamischen Korrektur der Ablenkfehler des Elektronenstrahls einer Elektronenkanone zur Materialbearbeitung und Nutzung der Ergebnisse zur Optimierung des Temperaturzyklus bei der Farbstrukturierung dichroitischer Polarisationsgläser
Diplomarbeit, Technische Universität Dresden, 2002

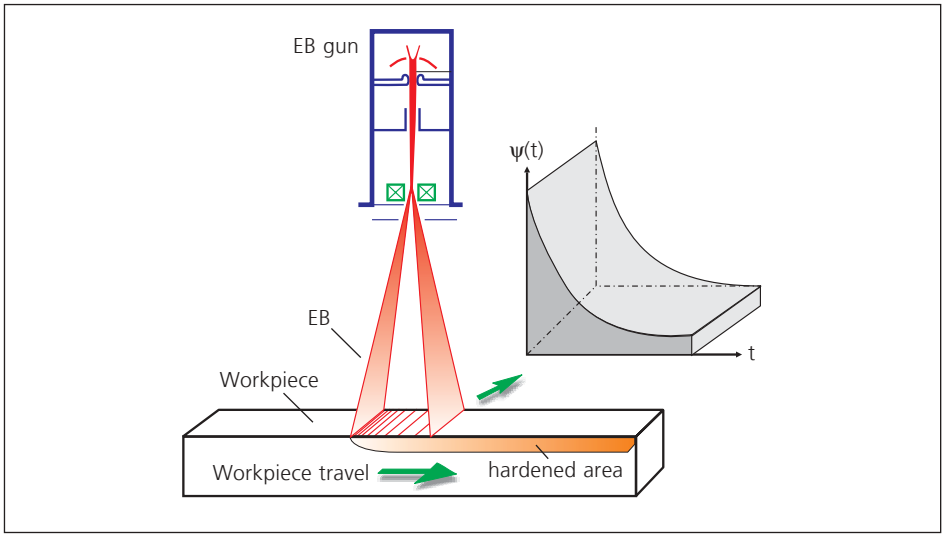


Abb. 6
Prinzipdarstellung der HSS-Technik für die thermische Randschichtbehandlung.

Fig. 6
Principle diagram of the HSS technique for thermal edge layer treatment.

The visual properties - in this case the colour of the glass in polarised white light - can be changed by a temperature cycle within some hundreds of microseconds with defined peak temperatures.
The resultant colour is determined by the spectral position of the maximum of an absorption band. This band can be displaced by a wavelength difference $\Delta\lambda$ (e_F) in the direction of shorter wavelengths, Fig. 3, as a function of the amount of the maximum temperature of the temperature cycle. In this, e_F means the electron beam energy per unit of area transmitted under certain processing conditions. Fig. 4 shows the result of a strip-shaped structuring with the electron beam in HSSM technique. The various colours correspond to various amounts of the transmitted energy density, which is in the area of some Ws/cm². The strip width, here 170 µm, is only about 1/3 of the focus diameter of the electron beam.

If float glass is used, certain conditions for the process guidance must additionally be created in order to avoid damage to the glass substrate by the extreme temperature load.
To implement the procedure, the ELMASCAN 100 electron beam system shown in Fig. 5 was developed and constructed. The main components of the system are clearly visible in the background of the picture, for example the electron gun, the evacuable processing chamber, on the removable base flange of which devices for the object transport under the electron beam and for process conditioning have been assembled, the operating panel and the electrical supply devices. To start with, the sophisticated system is equipped in such a way that industrial processes can be developed and tried with it for specific applications under conditions close to practice. After the completion of this development phase, it is possible to connect suitable vacuum channels or magazine appliances for the objects to be processed to the processing chamber and thus to implement a system suitable for production.

The physical-technical foundations of the process and the system engineering were done in the course of a Fraunhofer in-house research project. Primary technological foundations were done by order of F.O.B. GmbH, the technical development and realisation of the system by order of CODIXX AG.

The development presented is only one example confirming the fact that it is again and again possible to develop new electron beam processes and to open up new fields of application for them.

Abb. 7
Frontansicht einer im Fraunhofer FEP entwickelten komplexen Strahlsteuerung für die HSSM-Technik.

Fig. 7
Front view of a complex beam guiding control tool for HSSM technique developed at Fraunhofer FEP.

Sonnenschutzschichten

Dr. Matthias Fahland*

Fraunhofer-Institut für
Elektronenstrahl- und
Plasmatechnik
Winterbergstr. 28
01277 Dresden, Deutschland

*Ansprechpartner
Tel.: +49-351-25 86-135
Fax: +49-351-25 86-55-135
E-Mail: fahland.m@fep.fhg.de

Sonnenschutzschichten werden in zunehmendem Maße in Fenster von Kraftfahrzeugen implementiert. Ein weiteres Anwendungsfeld ist die Applikation auf Gebäudeverglasungen, was besonders in Ländern mit wärmerer Klimazone interessant ist. In Europa können Schichtsysteme mit geringfügig geändertem Aufbau wesentliche Vorteile für die Wärmedämmung und Klimatisierung von Gebäuden mit flexiblen Dächern bieten.
In jedem Falle sind die Schichtsysteme so aufgebaut, dass sie möglichst viel Licht im sichtbaren Spektralbereich durchlassen. Auf diese Weise bleibt die Transparenz des Fensters im Wesentlichen erhalten. Gleichzeitig sollen die Schichtsysteme einen möglichst hohen Anteil der Infrarotstrahlung des Sonnenlichtes reflektieren. Dadurch wird der Energieaufwand für die Klimatisierung des Innenraums erheblich reduziert, ohne dass es zu Einbußen für den Komfort der darin befindlichen Personen kommt.

Dieses Verhalten führt im Falle der Fahrzeugtechnik zu einem reduzierten Kraftstoffverbrauch und damit zu einer Senkung der Emission von Treibhausgasen. Analoges gilt auch für den Architekturbereich.

Sonnenschutzschichten bestehen aus einer oder mehreren dünnen leitfähigen Schichten, deren optische Wirkung durch weitere transparente Schichten angepasst wird. Ziel ist es, dass das Schichtsystem für die Wellenlängen ein Maximum an Transparenz zeigt, bei denen das menschliche Auge am empfindlichsten ist.

Die eingesetzten Materialien sind je nach der konkreten Anwendung sehr vielfältig. Als leitfähige Schichten kommen nicht nur Metalle zum Einsatz sondern auch Verbindungen, wie zum Beispiel Titannitrid. Entscheidend sind nicht nur die optischen Eigenschaften sondern auch die Umweltstabilität.

Obwohl das Abscheiden von Sonnenschutzschichten eines der ersten Gebiete war, auf denen sich das Sputtern auf Kunststofffolien industriell etablieren konnte, sorgen die neuen Anwendungsfelder für stetig neue und interessante Fragestellungen in der Forschung und Entwicklung. An deren Lösung nimmt das Fraunhofer FEP mit verschiedenen Industriepartnern Anteil.

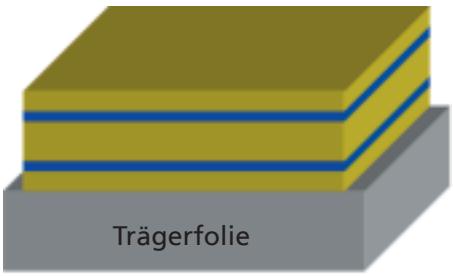


Abb. 1
Sonnenschutzschichten auf Folie.

Fig. 1
Solar control coatings on polymer film.

Solar control coatings

Solar control coatings are increasingly being put onto motor vehicle windows. A further field of application is that of building glazing which is particularly interesting in countries with warmer climatic zones. In Europe, coating systems with a slightly amended set-up can provide essential benefits for heat insulation and conditioning of buildings with flexible roofs.

In any case, the coating systems are set up in such a way that they let through as much light in the visible spectral range as possible. In this way, the transparency of the window is basically maintained. At the same time, the coating systems are to reflect the largest possible share of the infrared radiation in sunlight. In this way, the energy necessary for the conditioning of the interior is considerably reduced, without this resulting in losses for the comfort of the people to be found in there.

This property leads to reduced fuel consumption and thus to a reduction of the emission of greenhouse gases in the case of motor vehicle engineering. The same also applies for the area of architecture.

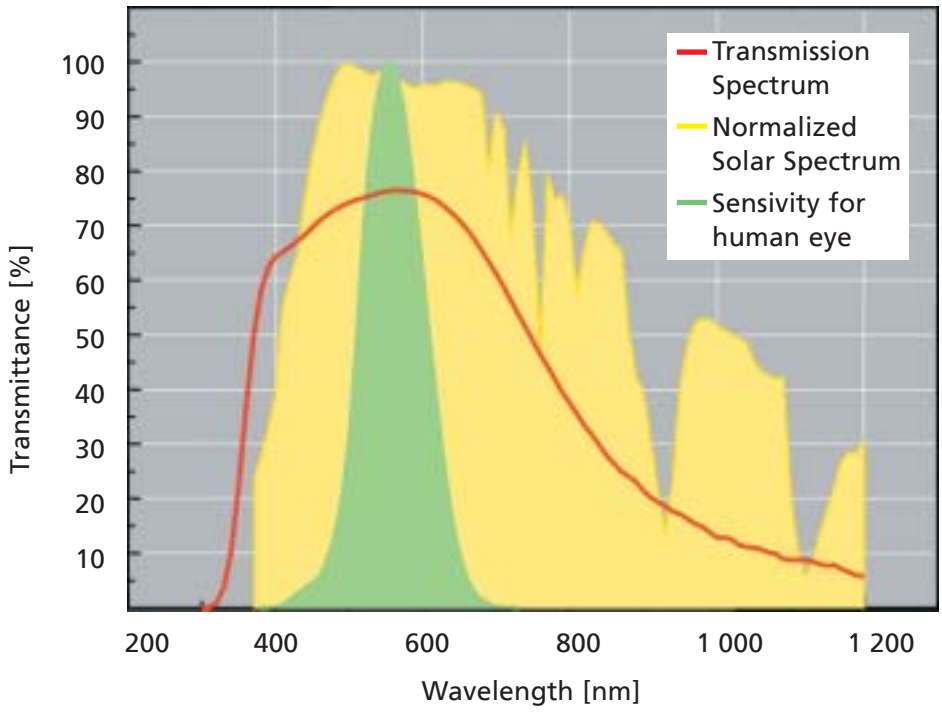
Solar control coatings comprise one or more thin, conductive layers, the visual effect of which is adapted by further transparent layers. The objective is for the coating system to show a maximum of transparency at wavelengths for which the human eye is most sensitive.

The materials used are highly varied as a function of the special application. Not only metals, but also compounds such as titanium nitride are used as conductive layers. It is not simply the visual properties, but also the environmental stability which is decisive.

Although depositing of solar control layers was one of the first fields in which sputtering on polymer films was established in industry, the new fields of application ensure permanently new and interesting research and development questions. Fraunhofer FEP is involved in solving them together with various industrial partners.

Abb. 2
Typische optische Eigenschaften.

Fig. 2
Typical optical performance.



Dr. Matthias Fahland*

Fraunhofer-Institut für Elektronenstrahl- und Plasmatechnik

Winterbergstr. 28

01277 Dresden, Germany

*Corresponding author

Phone: +49-351-25 86-135

Fax: +49-351-25 86-55-135

E-mail: fahland.m@fep.fhg.de

Durchbruch für e-ventus, Zusammenarbeit mit der BayWa AG

Dr. Olaf Röder*[1]

Dr. Franz Götz*[2]

Hans-Jürgen Schaller*[2]

*[1]Ansprechpartner

Fraunhofer-Institut für

Elektronenstrahl- und

Plasmatechnik

Winterbergstr. 28

01277 Dresden, Deutschland

Tel.: +49-351-25 86-235

Fax: +49-351-25 86-55-235

E-Mail: roeder.o@fep.fhg.de

*[2] Ansprechpartner

Schmidt-Seeger AG

Eichstätter Str. 49

92339 Beilngries, Deutschland

Tel.: +49 (0) 84 61-701-0

Fax: +49 (0) 84 61-701-133

www.schmidt-ag.de

www.e-ventus.de

Die Zukunft verantwortungsbewusst mitgestalten und die Umwelt schonen. Diese Betrachtungsweise hat in der Landwirtschaft wie in vielen anderen Wirtschaftsbereichen einen sehr hohen Stellenwert. Verantwortungsvolle Bewirtschaftung beim Pflanzenbau heißt nachhaltige Landwirtschaft. Dies bedeutet Schonung von Ressourcen unter anderem durch verantwortungsvollen Einsatz von Pflanzenschutzmitteln.

Bei der Produktion und dem Einsatz von Saatgut ist die Beizung die erste und effektivste Pflanzenschutzmaßnahme. Daneben spielt die Qualität der Ware eine wichtige Rolle. Entscheidend sind vor allem die Reinheit bzw. der Besatz des Saatgutes, die Sortenechtheit sowie die Keimfähigkeit.

Insbesondere für die Gesundheit des Saatgutes gibt es bisher keinen bei der Saatgutanerkennung angewandten Prüfstandard. Aber gerade die Gesundheit des Saatgutes ist eine wichtige Voraussetzung für den guten Auflauf und das gesunde Wachstum der Kulturen. Bereits vor der Aussaat bringt die Beizung eine wichtige zusätzliche Sicherheit. Mit der Beizung wird sozusagen der Grundstein für eine gesunde Pflanzenentwicklung gelegt. Aus diesem Grund entscheidet sich der Landwirt in aller Regel für eine chemische Beizung der Saatgut-Ware.

Die chemische Beizung ist bisher das einzige und beste Mittel der Wahl. Sie hat jedoch auch ihren Preis. Bis zu 25 Prozent des Saatgutpreises zahlen Landwirte heute allein für die chemische Beizung. Dabei müssen sie auch noch einige Probleme in Kauf nehmen. Rote Hände, weil gerade mal keine Handschuhe bereit lagen. Reizhusten, weil es beim Verladen oder beim Füllen der Drillmaschine wieder einmal kräftig staubt. Und beim Drillen staut zu allem Unglück das Saatgut auch noch in der Maschine.

Man muss sich fragen, ob nach weit mehr als 100 Jahren erfolgreichem Einsatz der chemischen Beizung nicht auch neue, modernere Methoden zur Verfügung stehen. Sollte es nicht möglich sein, umweltfreundliche und in der Anwendung effektive und gefahrlose Beizmethoden zu entwickeln und in breitem Umfange einzusetzen? Genauso wie wir uns wieder Lebensmittel mit weniger Konservierungsstoffen wünschen. Lebensmittel, die direkt vom Landwirt kommen oder in umweltfreundlichen, recycelbaren Verpackungen frisch gehalten werden. Unser Anspruch und die Verantwortung gegenüber der Umwelt wachsen. Moderne, umweltfreundliche Technologien sind heute auch im Pflanzenbau gefragt.

Breakthrough for e-ventus, Cooperation with BayWa AG

Making responsible contributions to the future and being gentle on the environment.
This mode of observation has pride of place in agriculture and also in many other areas of the economy. Responsible management in plant cultivation means long-lasting agriculture. This means being gentle on resources, amongst other things by responsible use of pesticides.

In production and use of seeds, seed dressing with chemicals is the first and most effective plant-protection measure. With it, the quality of the goods plays an important role. Above all, cleanliness and quantity of outside elements in the seed, the purity of the sort and the germination capability are decisive.

Up to now, there has not been a testing standard acknowledged in seed recognition, in particular with regard to the health of the seeds. But it is precisely the health of the seeds which is an important prerequisite for good germination and healthy growth of the cultures. Before sowing, dressing also brings important additional security. Dressing so to speak lays the foundation stone for healthy plant development. For this reason, farmers usually decide in favour of a chemical dressing of the seed to be used.

Up to now, chemical dressing has been the only and best means to choose, but it also has its price. Farmers pay up to 25 percent of the price of seeds for chemical dressing alone nowadays, and then still have to put up with some problems. Red hands, because there are no gloves available. Irritating coughs, because there is again plenty of dust in loading or filling the seed drill. And to make things worse, the seed jam in the seed drill.

One has to wonder whether there are not new, more modern methods available after much more than 100 years of successful use of chemical dressing. Should it not be possible to develop environmentally beneficial pickling methods which are effective and risk-free in application and to use them to a wide extent? Just like we repeatedly wish for food with less preservatives, food which comes directly from the farmer or is kept fresh is environmentally beneficial, recycling-capable packages.
Our claim and the responsibility towards the environment grow permanently. Modern, environmentally beneficial technologies are also required nowadays in plant cultivation.

Dr. Olaf Röder*[1]

Dr. Franz Götz*[2]

Hans-Jürgen Schaller*[2]

*[1]Corresponding author

Fraunhofer-Institut für

Elektronenstrahl- und

Plasmatechnik

Winterbergstr. 28

01277 Dresden, Germany

Phone.: +49-351-25 86-235

Fax: +49-351-25 86-55-235

E-mail: roeder.o@fep.fhg.de

*[2] Corresponding author

Schmidt-Seeger AG

Eichstätter Str. 49

92339 Beilngries, Germany

Phone: +49 (0) 84 61-701-0

Fax: +49 (0) 84 61-701-133

www.schmidt-ag.de

www.e-ventus.de

Eine innovative, umweltfreundliche Lösung für die Saatgutbeizung ist unsere Technologie e-ventus. Keine chemischen Beizmittel werden hier eingesetzt, sondern niederenergetische Elektronen. Das Verfahren ist dennoch recht einfach. Das Saatgut läuft, ähnlich wie bei der chemischen Beizung, fein vereinzelt durch eine Anlage. Im Inneren sind aber keine Düsen zum Aufspritzen des chemischen Beizmittels zu finden. Dort, wo sonst Beiznebel den Blick trübt, sind stattdessen zwei Elektronengeneratoren wie zwei Fernsehgeräte gegenüberstehend angeordnet. Das Saatgut fällt zwischen den beiden »Spezialbildschirmen« hindurch. Aus dem Inneren der patentierten Systeme werden Elektronen herausgeführt und treffen genau dosiert auf das Saatgut. Praktisch kann man sich diesen Vorgang wie das Heraustreten von Licht aus dem Fernsehgerät vorstellen.

Die aus den Elektronengeneratoren herausgeführten Elektronen haben eine exakt eingestellte Energie. Sie treffen mit dieser Energie von allen Seiten auf jedes einzelne Korn und dringen in die Samenschale ein. So wird die gesamte Oberfläche eines jeden Kornes erreicht. Die Elektronen dringen so tief in die Randschicht des Kornes ein, bis ihre Energie abgebaut ist. Dadurch ist es möglich, die Eindringtiefe genau auf die Dicke der Samenschale anzupassen. Der empfindliche Embryo wird von den Elektronen nicht erreicht.

Der Elektronenstrom zerstört alle schädlichen Krankheitserreger in der Samenschale äußerst wirksam und sicher. Die volle Keimfähigkeit des Saatgutes bleibt erhalten. Die Wirkung der Elektronen ist, stark vereinfacht, vergleichbar mit dem Kochen. Mikroorganismen werden durch Zerschlagung der Molekülketten unschädlich gemacht.

Die e-ventus Technologie wurde in den vergangenen Jahren in einer engen Kooperation unseres Hauses mit der Schmidt-Seeger AG in Beilngries entwickelt. Ein durch das Sächsische Ministerium für Wirtschaft und Arbeit gefördertes Projekt hat dafür wichtige Grundlagen geliefert.
Mit e-ventus ist nun eine technische Revolution der seit über 100 Jahren durchgeführten chemischen Beizung eingeleitet.
Die Wirksamkeit des Verfahrens und der Ertrag auf dem Feld sind vergleichbar mit der chemischen Beizung von Saatgut. Dies ist durch jahrelange umfangreiche Feldversuche unter Mitarbeit unabhängiger Institutionen wie z. B. der deutschen Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft belegt.
Das e-ventus Verfahren erfreut sich in der landwirtschaftlichen Praxis nicht nur wegen seiner Umweltfreundlichkeit und Wirksamkeit sondern bereits auch aus preislichen Gründen einer steigenden Nachfrage. Die Innovation e-ventus wurde auf der Agritechnika 2001 von der DLG mit der Silbermedaille ausgezeichnet.

Abb. 1
Innovationspreis für e-ventus, verliehen durch die DLG 2001.

Fig. 1
Innovation prize for e-ventus, awarded by the DLG 2001.

An innovative, environmentally beneficial solution for seed dressing is our e-ventus technology. No chemical dressing agents are used here, but low-energetic electrons. Nevertheless, the process is quite simple. Similar to chemical dressing, the seed runs finely distributed through a plant. The interior does not have nozzles to spray the chemical dressing agent on. Where a dressing mist blocks your view otherwise, there are two electron generators arranged opposite one another like two televisions. The seeds drop between the two »special screens«. Electrons are guided out from the interior of the patented systems and hit the seeds in a precise dosage. Practically, you can imagine this process like light coming out of a television set.

The electrons guided out of the electron generators have a precisely set energy. They impact each individual grain from all sides with this energy and penetrate the seed shell. In this way, the entire surface of each single grain is reached. The electrons penetrate deeply into the surface of the grain until their energy is decomposed. This makes it possible to adapt the penetration depth precisely to the thickness of the seed shell. The sensitive embryo is not reached by the electrons.

The electron current destroys all the damaging pathogens in the seed shell extremely effectively and surely. The full germination capability of the seeds remains. The effect of the electrons is comparable with boiling. Micro-organisms are made undamaging by the molecule chains being destroyed.

The e-ventus technology has been developed in the past years in a close cooperation of our company with Schmidt-Seeger AG in Beilngries.

A project supported by the Saxony Ministry of Science and Labour provided important fundamentals for it.

With e-ventus, a technical revolution of chemical dressing carried out for more than 100 years has been initiated.

The effectivity of the method and the yield on the field are comparable with the chemical dressing of seed. This has been confirmed by years of extensive field tests with the cooperation of independent institutions, for example the German Federal Biological Institute for Agriculture and Forestry.

The e-ventus method has increased demand in agricultural practice not only because it is environmentally beneficial and effective, but also for price reasons. The e-ventus innovation was awarded the Silver Medal of the DLG at the Agritechnika 2001.

Abb. 2
Rückblick und Plan der Pilotproduktion von e-ventus Saatgut.

Fig. 2
Look-back and plan of the pilot production of e-ventus seeds.

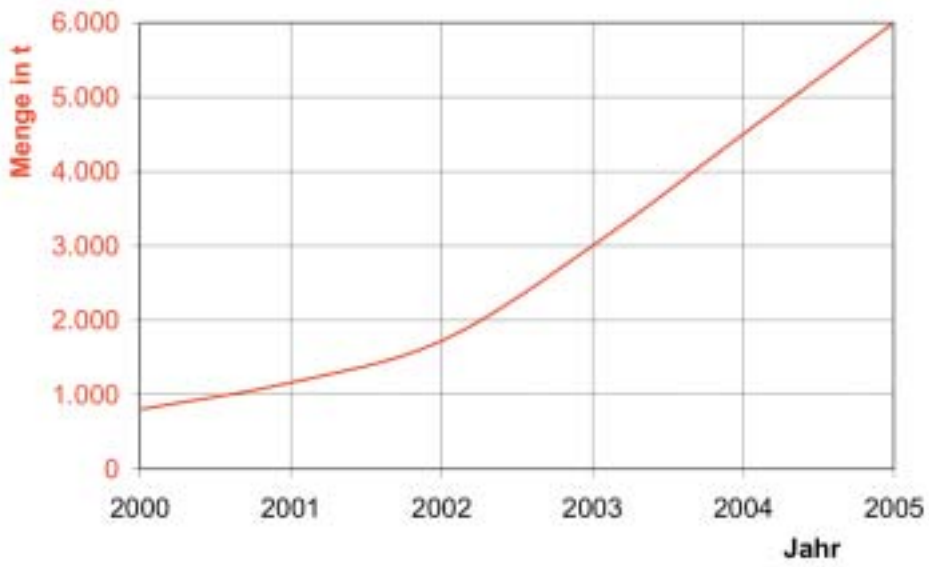


Abb. 3
Demonstration der e-Beizung von Weizen bei der Norddeutschen Saat- und Pflanzgut AG in Neubrandenburg.

Fig. 3
Demonstration of e-dressing of wheat at Norddeutschen Saat- und Pflanzgut AG in Neubrandenburg.

Unser mobiler Prototyp der e-ventus Anlage läuft bereits seit drei Jahren im Pilotbetrieb im harten landwirtschaftlichen Einsatz.
Durch intensives und auf den Saatgutbereich fokussiertes Marketing der Schmidt-Seeger AG und des Fraunhofer FEP konnten in den vergangenen Jahren immer mehr Landwirte für e-ventus begeistert werden. Die Nachfrage nach umweltfreundlichem e-ventus Saatgut ist rasch gestiegen.

Seit August 2002 nutzt nun die BayWa AG unsere e-ventus Technologie.

Gemeinsames Ziel der Kooperation zwischen BayWa, Schmidt-Seeger und Fraunhofer FEP ist die Markteinführung von e-ventus. Dazu ist die Pilotproduktion von einigen tausend Tonnen e-ventus Saatgut pro Jahr geplant. Im Jahr 2002 wurden am Standort Hainichen in Sachsen bereits 1 724 Tonnen Getreidesaatgut behandelt. Stand und Entwicklung der produzierten Saatgutmengen zeigt Abbildung 2.

Der Vertrieb von e-ventus Saatgut erfolgt derzeit über das deutschlandweite Vertriebsnetz der BayWa AG.

e-ventus Saatgut bietet eine ganze Palette an Vorteilen - für den Landwirt und die Umwelt. Die wichtigsten sind:
- Keine Anwendung chemischer Wirkstoffe
- Keine Gefahrstoffauflagen
- Keine Rückstände im Boden
- Ausgezeichnetes Fließverhalten in der Drillmaschine
- Keine Aufnahme chemischer Pflanzenschutzmittel durch Tiere mit dem Saatgut
- Überproduktion an Saatgut ist kein Sondermüll sondern Tierfutter
- e-ventus Saatgut kann bedenkenlos gelagert werden
- Resistenzen der Mikropilze, Bakterien, Viren können mit e-ventus nicht entstehen
- Ausgezeichnete Wirkung, sehr guter Ernteertrag.

Der Kostenvorteil gegenüber dem chemisch gebeizten Saatgut sollte natürlich auch hier nicht unerwähnt bleiben.

Landwirte, die bereits e-ventus Saatgut verwenden, berichten regelmäßig über ihre positiven Erfahrungen mit dem Saatgut. Unterschiede zu herkömmlich chemisch gebeizten Partien sind auf dem Feld nicht zu erkennen. Je nach Witterungsbedingungen zeigt sich oft sogar ein früherer Auflauf. Dies ist auf eine größere Vitalität von e-ventus Saatgut im Vergleich zu chemisch gebeiztem Saatgut zurückzuführen. Im Ertrag gibt es keine statistisch relevanten Unterschiede.

Nun sind Konzepte gefragt, Anlagen auch auf Leasing- oder Mietbasis anzubieten. Interessant könnte die e-ventus Technologie dann auch für kleinere Unternehmen und Landwirte werden, die sich zu einem gemeinsamen Aufbereitungszentrum zusammenschließen. Die Schmidt-Seeger AG und das Fraunhofer FEP werden im Verlauf des Jahres 2003 entsprechende Konzepte präsentieren.

Vertriebspartner
BayWa AG, Ahornstraße 1
D-09661 Hainichen
e-ventus@BayWa.de

Schmidt-Seeger AG
Eichstätter Straße 49
D-92339 Beilngries

Ihre e-ventus Ansprechpartner finden Sie auch unter: www.e-ventus.de.

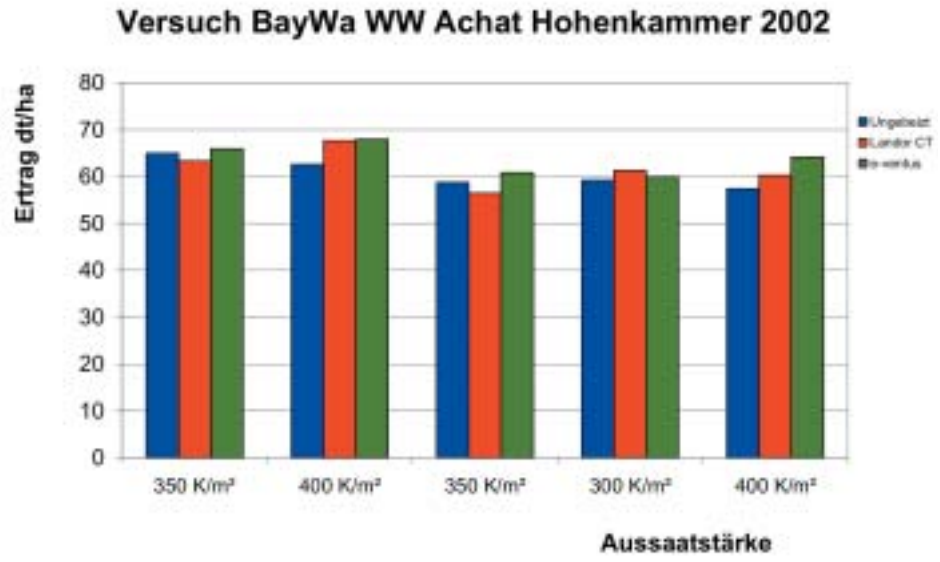


Abb. 4
Abb.: Ergebnisse aus einem kontrollierten Anbauvergleich der BayWa AG auf dem Gut Hohenkammern 2001 / 2002.

Fig. 4
Fig.: Results from a controlled cultivation comparison of the BayWa AG on the Hohenkammern Estate 2001 / 2002

Our mobile prototype of the e-ventus system has already been running in pilot operation in hard agricultural use for three years.
By intensive marketing by Schmidt-Seeger AG and the FRAUNHOFER FEP focused on the seed area, more and more farmers have been convinced by e-ventus in the past few years. The demand for environmentally beneficial e-ventus seeds has risen quickly.

Since August 2002 the BayWa AG has also been using our e-ventus technology.

The joint objective of the cooperation between BayWa, Schmidt-Seeger and Fraunhofer FEP is market introduction of e-ventus, for which pilot production of some thousands of tons of e-ventus seeds per year is planned. In 2002, 1,724 tons of cereal seeds were treated at the Hainichen location in Saxony. State and development of the quantities of seeds produced are shown in the Figure 2.

Sale of e-ventus seeds is done by the nation-wide sales network of BayWa AG at present.

e-ventus seeds provide a whole range of benefits - for farmers and the environment, the most important ones being:

- no use of chemical active agents
- no restrictions for hazardous goods
- no residue in the soil
- outstanding flow properties in the seed drill
- no absorption of chemical pesticides by animals with the seeds
- excess production of seeds is not special refuse, but animal fodder
- e-ventus seeds can be stored without reservations
- resistance of micro-fungi, bacteria, viruses cannot come about with e-ventus
- outstanding effect, very good harvest yield.

The cost benefit compared with chemically dressed seeds ought naturally not to be left unmentioned here.

Farmers already using e-ventus seeds regularly report on their positive experiences with seeds. Differences compared with batches with conventional chemical pickling cannot be seen on the fields. Depending on the weather conditions, earlier sprouting can even be seen frequently. This is to be put down to a higher vitality of e-ventus seeds compared with chemically dressed seeds.
There are no statistically relevant differences in yield.

Now, we need concepts for offering plant on a leasing or rental basis as well. The e-ventus technology could then become interesting for smaller companies and farmers merging to form a joint treatment centre.
Schmidt-Seeger AG and the Fraunhofer FEP will present matching concepts in the course of 2003.

Sales and marketing partner
BayWa AG, Ahornstraße 1
D-09661 Hainichen
e-ventus@BayWa.de

Schmidt-Seeger AG
Eichstätter Straße 49
D-92339 Beilngries

You will find your e-ventus contact partner under: www.e-ventus.de.

Abb. 5
BayWa - Standort Hainichen im August 2002. Hier wurden in diesem Jahr bereits 1 724 Tonnen e-ventus Saatgut produziert.

Fig. 5
BayWa - Hainichen location in August 2002. Here, 1,724 tons of e-ventus seeds were produced in the first year of 2002.

ELEWER
die branchenübergreifende Kommunikations- und Technologieplattform für Elektronenstrahltechnologie

Kompetenznetz ELEWER am FEP:

Annett Arnold

Rainer Bartel

Dr. Uwe Gohs

Tel.:

A. Arnold: +49-351-25 86-452

U. Gohs: +49-351-25 86-236

Fax: +49-351-25 86-55 452

E-Mail: info@elewer.de

www.elewer.de

Das FEP hat in Zusammenarbeit mit der TU Dresden eine Marktuntersuchung zum »Stand der Anwendungen des Elektronenstrahls in der Produktion« durchgeführt. Diese vom Projektträger des BMBF für Produktion und Fertigungstechnologien geförderte Untersuchung weist einen hohen Bedarf an Informationen zu Strahltechnologien, technologischen Beratungen sowie Kontakten zu Geschäftspartnern und zu Technologieexperten aus. Die dabei aufgezeigten Defizite und Hemmnisse erklären die begrenzte Anwendung der Elektronenstrahltechnologie in der Industrie und können nicht durch das Engagement einzelner Firmen oder Einrichtungen überwunden werden.

Folgerichtig wurde auf dem 1. Dresdner Symposium für Elektronenstrahltechnologie am 8. November 2002 der Aufbau des Kompetenznetzes ELEWER - Der Elektronenstrahl als Werkzeug - gestartet. Damit wird die Plattform (www.elewer.de) der Elektronenstrahltechnologien für alle interessierten Anwender, Entwickler und Forscher, insbesondere aus den Bereichen Biologie, Chemie, Elektrik/Elektronik, Konstruktionslehre, Medizin, Physik, Verfahrenstechnik und Werkstoffkunde, gebildet. Ziel ist es, marktrelevante Aufgaben mit nachhaltigem Qualitäts-, Umwelt- und Kostensparpotenzial auf der Basis erprobter Verfahren zu lösen, dabei die Wettbewerbssituation zu beachten und firmenspezifische Interessen zu wahren.

Die Organisation branchen- und technologieübergreifender Arbeiten zur Lösung aktueller Aufgaben sowie technisch-technologische Beratungen und die Organisation von branchenübergreifenden Tagungen sollen Unternehmen für den Elektronenstrahl als Werkzeug sensibilisieren. Neben technologieübergreifenden Informationen und Machbarkeitsstudien zu Anlagen, Applikationen, Technologien und Werkstoffen bietet ELEWER seinen Mitgliedern eine kostenfreie Mitgliedschaft und Nutzung der Internetplattform zur Darstellung des eigenen Leistungsprofils sowie Möglichkeiten für einen effektiven Erfahrungsaustausch in kompetenten Arbeitskreisen.

Abb. 1
Das Auditorium verfolgt interessiert die Fachvorträge.

Fig. 1
A large auditorium listens to the technical papers with interest.

ELEWER
the communication and technology platform for electron beam technology covering a number of branches

In cooperation with Dresden Technical University, the FEP has carried out a market examination on the »State of applications of electron beams in production«. This examination, sponsored by the BMBF, project support PFT Karlsruhe, manifests a high requirement for information on beam technologies, technological consultancy and contacts to business partners and technology experts. The deficits and inhibitions shown explain the limited use of electron beam technology in industry and cannot be overcome by the commitment of individual firms or institutions.

Consequently, the set up of the ELEWER - Electron beam as a tool - competence network was started at the 1st Dresden Symposium for Electron Beam Technology on 8.11.2002. In this way, the platform (www.elewer.de) of electron beam technologies for all interested users, developers and researchers, in particular from the fields of biology, chemistry, electrics/electronics, construction theory, medicine, physics, process engineering and materials has been formed. The objective is to solve market-relevant tasks with a long-lasting quality, environmental and cost-saving potential on the basis of tried methods, at the same time observing the competition situation and looking after company-specific interests.

The organisation of work covering branches and technologies for a solution of current problems and technical-technological consultancy as well as the organisation of meetings for a number of branches are to sensitise companies for electron beams as tools. Alongside information and feasibility studies covering a number of branches on systems, applications, technologies and materials, ELEWER offers its members free membership and use of the Internet platform to portray their own output profiles as well as possibilities of an effective exchange of experience in competence work circles.

Abb. 2
Angeregte Diskussionen auch in den Pausen des Symposiums.

Fig. 2
Lively discussions, even in the breaks at the symposium.

ELEWER competence network at the FEP:

Annett Arnold

Rainer Bartel

Dr. Uwe Gohs

Phone:

A. Arnold: +49-351-25 86-452

U. Gohs: +49-351-25 86-236

Fax: +49-351-25 86-55 452

E-mail: info@elewer.de

www.elewer.de

Abb. 3
Dr. Reichmann beantwortet Fragen zum Elektronenstrahlhärten.

Fig. 3
Dr. Reichmann answers questions on electron beam hardening.

Abb. 4
Werkstücke aus Anwendungen des Elektronenstrahlschweißens und der Randschichtbehandlung.

Fig. 4
Products from applications of electron beam welding and surface modification.

Abgerundet wird das Leistungsspektrum durch einen kostengünstigen und risikominimierten Zugang zu neuesten marktorientierten Produkt- und Technologieentwicklungen, der durch das organisierte Kooperationsmanagement der Projekte, die Kompetenz für komplette Fertigungsabläufe und die Mitwirkung erfahrener Experten aus Wirtschaft, Wissenschaft, Finanzierung und Politik realisiert wird. Dabei wird stets eine Einbindung der Arbeiten in bestehende Förderprogramme angestrebt.

Im Interesse eines schnellen Aufbaus werden gezielt weitere fachlich kompetente Mitglieder geworben und strategische Allianzen geknüpft. Die langfristigen Ziele von ELEWER sind auf die Durchdringung vieler Branchen sowie die Bündelung bestehender Kompetenzen im gesamten Bereich Elektronenstrahltechnologie, den Aufbau eines internationalen Kompetenznetzes und dessen Anerkennung als internationale Kommunikations- und Technologieplattform für Elektronenstrahltechnologien gerichtet.

Von besonderer Bedeutung bei der Gestaltung von ELEWER wird die Nutzung der Kompetenz der Fraunhofer Gesellschaft sein. Das in den einzelnen Instituten vorhandene Wissen zu unterschiedlichsten Technologien, Fertigungsprozessen, marktwirtschaftlichen Randbedingungen und Entwicklungsrichtungen bildet eine ausgezeichnete Basis für die umfassende Bearbeitung aktueller Aufgabenstellungen.

Die Elektronenstrahlverfahren sind Zukunftstechnologien. ELEWER wird diese Verfahren für einen breiten Kreis von Anwendern verfügbar machen.

Abb. 5
Herr Bartel informiert über Elektronenstrahltechnologien am Fraunhofer FEP.

Fig. 5
Mr Bartel gives information about electron beam technologies at the Fraunhofer FEP.

The range of offers is rounded off by reasonably priced, risk-minimised access to the latest market-orientated product and technology developments, implemented by organised cooperation management of the projects, competence for complete sequences of production and the involvement of experienced experts from science, economy, financing and politics. In this, inclusion of the work in existing support programmes is always aimed for.

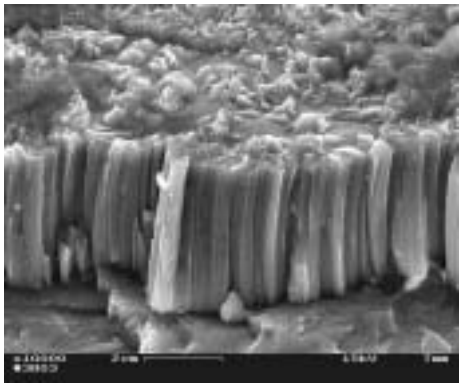
In the interest of a quick build-up, further technically competent members are being obtained and strategic alliances formed. The long-term objectives of ELEWER are aligned to penetration of many branches and bundling of existing competencies in the entire area of electron beam technology, the set-up of an international competence network and its recognition as an international communication and technology platform for electron beam technologies.

The use of the competence of the Fraunhofer Gesellschaft will be particularly important in organising ELEWER. The knowledge of various technologies, production processes, peripheral conditions of market economy and directions of development in the individual institutes forms an outstanding basis for extensive processing of current tasks.

The electron beam applications are future technologies. ELEWER will make these methods available for a wide range of users.

Abb. 6
Dr. Metzner erläutert die Elektronenstrahl-Mikrobearbeitungsanlage »ESBB« des Fraunhofer FEP.

Fig. 6
Dr. Metzner explains the »ESBB« electron beam micro-processing plant of the Fraunhofer FEP.



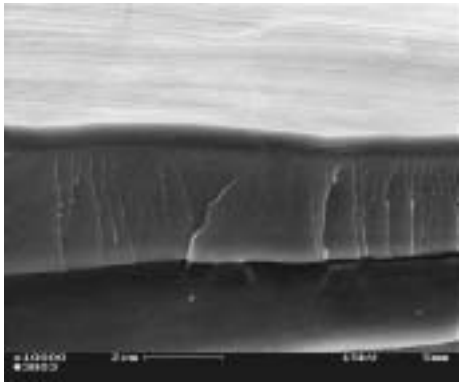


Abb. 7
Dr. Morgner stellt die Elektronenstrahl-Hochratebedampfung für Metallplatten und -bänder des Fraunhofer FEP vor.

Fig. 7
Dr. Morgner presents the electron beam high-rate deposition technology for metal strips and sheets of the Fraunhofer FEP.

Abb. 8
Beschichtungsprozesse ohne Plasmaaktivierung des Dampfes erzeugen eine Stengelstruktur.

Fig. 8
Coating processes without plasma activation of the vapour generate a columnar structure.

Abb. 9
Mit Plasmaaktivierung abgeschiedene dichte Schichtstruktur.

Fig. 9
Dense layer structure deposited with plasma activation.

10 Jahre Fraunhofer-Gesellschaft in Sachsen

Stationen des Fraunhofer-Institutes Elektronenstrahl- und Plasmatechnik

Wolfgang Nedon*

Fraunhofer-Institut für
Elektronenstrahl- und
Plasmatechnik
Winterbergstr. 28
01277 Dresden, Deutschland

*Ansprechpartner
Tel.: +49-351-25 86-500
Fax: +49-351-25 86-55-500
E-Mail: nedon.w@fep.fhg.de

Am 26. Februar 2002 erfolgte die Grundsteinlegung für den weiteren Ausbau des Fraunhofer-Institutszentrums Dresden, Winterbergstraße. Das Ereignis bot den Anlass zu einem feierlichen Rückblick auf 10 Jahre erfolgreiches Wirken der Fraunhofer-Gesellschaft in den neuen Bundesländern. Der Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft sowie hochrangige Vertreter aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft von Bund und Ländern würdigten die hohe Motivation, die fachliche Kompetenz und die hervorragenden Leistungen der Mitarbeiter in den ostdeutschen Instituten und Außenstellen, die dazu geführt haben, dass aus der Fraunhofer-Gesellschaft bereits seit einigen Jahren eine gesamtdeutsche Organisation geworden ist.

Gegenwärtig sind in Sachsen sechs eigenständige Fraunhofer-Institute und acht Außenstellen mit insgesamt 1 100 Mitarbeitern an den Standorten Dresden, Chemnitz und Freiberg ansässig. Im Jahr 2000 erwirtschafteten sie rund neun Prozent des Gesamtumsatzes der Gesellschaft und erreichten eine den alten Bundesländern vergleichbare Quote der Vertragsforschung.
Dieses Wachstum war nur möglich durch beispielhaftes Zusammenwirken aller Fraunhofer-Gremien mit verantwortlichen Bundes- und Landesbehörden und durch kompetente Betreuung der neuen Einrichtungen in den Anfangsjahren.
Die umsichtige und zugleich zielstrebige Vorgehensweise der Fraunhofer-Gesellschaft spürte unser heutiges Fraunhofer-Institut Elektronenstrahl- und Plasmatechnik (FEP) sehr deutlich infolge seiner komplizierten Genesis aus dem ehemaligen privaten Forschungsinstitut »Manfred von Ardenne«.

Die Forschungsgesellschaft für Elektronenstrahl- und Plasmatechnik mbH (FEP mbH)

Bereits Anfang 1990 zeichnete sich ab, dass sich auch das Forschungsinstitut »Manfred von Ardenne« strukturell an die Bedingungen der Marktwirtschaft anpassen musste.
Zentrale Regelungen aus dem Einigungsvertrag waren auf Grund seines privaten Status nicht anwendbar. Eine Splittung des technologischen Bereiches in eine Anlagenbaufirma und eine unabhängige Forschungseinrichtung unter Trägerschaft der Fraunhofer-Gesellschaft erschien, neben mehreren Alternativen, als die tragfähigste Lösung, ein Maximum an Arbeitsplätzen zu erhalten.

Abb. 1
Dresden, Weißer-Hirsch, Zeppelinstraße 1, gemietetes Hauptgebäude 1991 bis 1998.

Fig. 1
Dresden, Weisser-Hirsch, Zeppelinstrasse 1, rented central building 1991 until 1998.

10 years of the Fraunhofer-Gesellschaft in Saxony

stations of the Fraunhofer-Institut Elektronenstrahl- und Plasmatechnik

Wolfgang Nedon*

Fraunhofer-Institut für
Elektronenstrahl- und
Plasmatechnik
Winterbergstr. 28
01277 Dresden, Germany

*Corresponding author
Phone: +49-351-25 86-500
Fax: +49-351-25 86-55-500
E-mail: nedon.w@fep.fhg.de

February 26, 2002 saw the laying of the foundation stone for the further extension of the Fraunhofer Institute Centre in Dresden, Winterbergstrasse. The event was the occasion for a ceremonious look-back at 10 years of successful work by the Fraunhofer-Gesellschaft in the new part of Germany. The President of the Fraunhofer-Gesellschaft and also high-ranking representatives of politics, economy and science on a national and a local level acknowledged the high motivation, the technical competence and the outstanding performances of the employees in the institutes and offices in the East of Germany, which led to the Fraunhofer-Gesellschaft becoming a pan-German organisation some years ago.

At present, Saxony accommodates six independent Fraunhofer institutes and eight offices with a total of 1,100 employees at the locations of Dresden, Chemnitz and Freiberg. In 2000, they achieved around nine percent of the association's overall turnover and achieved a quota of contract research comparable with that of the old part of Germany.

This growth was only possible by exemplary interaction of all the Fraunhofer boards with responsible national and local authorities and by competent support of the new institutions in the initial years.
The circumspect and simultaneously ambitious mode of procedure of the Fraunhofer-Gesellschaft was felt very clearly by our current Fraunhofer-Institut Elektronenstrahl- und Plasmatechnik (FEP) as a result of its complicated genesis from the former »Manfred von Ardenne« private research institution.

The Forschungsgesellschaft für Elektronenstrahl- und Plasmatechnik mbH (FEP mbH)

As early as 1990, it could be seen that the »Manfred von Ardenne« research institution would also have to make a structural adaptation to the conditions of market economy.
Central regulations from the unification treaty were not applicable due to its private status. A splitting of the technological area into a systems construction company and an independent research institution supported by the Fraunhofer-Gesellschaft appeared to be the most promising solution for keeping a maximum number of jobs, alongside a number of alternatives.

Abb. 2
Dresden, Winterbergstraße 28,
Hauptgebäude A, bezugsfertig 2002.

Fig. 2
Dresden, Winterbergstrasse 28,
main building A, ready for use in 2002.

Im Mai 1990 fand ein erstes Treffen mit dem Präsidenten der Fraunhofer-Gesellschaft, Herrn Professor Syrbe, statt. Im Juli 1990 wurde ein Letter of Intent in Dresden unterzeichnet und darin der stufenweise Aufbau eines Institutes für Elektronenstrahl- und Plasmatechnik ab 1992 festgeschrieben.
Für den Übergangszeitraum 1991 gründeten im Dezember 1990 der damalige stellvertretende Leiter, Herr Professor Schiller, und fünf leitende Mitarbeiter des Forschungsinstitutes »Manfred von Ardenne« gemeinsam die Forschungsgesellschaft für Elektronenstrahl- und Plasmatechnik (FEP mbH). Sie bildete den juristischen Rahmen für einen geordneten Übergang von 75 Institutsangehörigen in ein marktwirtschaftlich orientiertes Berufsleben.
Mit ihrer Kompetenz begleitete die Fraunhofer-Gesellschaft das Unternehmen bereits in der Gründungsphase. Sie beteiligte sich mit 25 Prozent am Stammkapital, die restlichen 75 Prozent der Anteile erbrachten die Dresdener Gründungsgesellschafter zinslos aus eigenen Mitteln.
Das Stammkapital von 50 000 DM (25 600 €) war die einzige materielle Ressource der FEP mbH.

Unter Federführung der Zentralverwaltung wurde ein sogenanntes Mantelprojekt des damaligen Bundesministeriums für Forschung und Technologie (BMFT) initiiert, das mit 6 Mio DM (3,1 Mio €) die fachliche und organisatorische Formierung der GmbH unterstützen sollte. Zusätzlich waren in diesem Zeitraum 10 Prozent eigene Erträge aus der Industrie zu erwirtschaften.
In gemeinsamer erheblicher Anstrengung aller Leiter und Mitarbeiter gelang es bis Ende des Jahres 1991 nicht nur tragfähige Entwicklungskonzeptionen zu formulieren, Strukturen und Geschäftsprozesse der Forschungsgesellschaft den Bedingungen der Fraunhofer-Gesellschaft anzupassen; es gelang auch, das vorgegebene wirtschaftliche Ziel um rund 2 Prozent zu überbieten.

Das erste Gehalt wurde pünktlich im Januar 1991 gezahlt, die zugehörigen Belege jedoch mit einem geliehenen Computer erstellt …
Charakteristisch für den Teamgeist aller FEP-Angehörigen war der freiwillige Verzicht auf die im 2. Halbjahr 1991 vorgesehene Tariferhöhung, um mit dem eingesparten Geld eine minimale Ausstattung an Computertechnik zu ermöglichen.

Nüchterne Fakten lassen heute die Fülle der Aufgaben kaum erahnen, die damals in kürzester Zeit bewältigt werden mussten.

Noch im Dezember 1990 wurde dem Vorstand der Fraunhofer-Gesellschaft und der damaligen Hauptabteilung Forschung und Unternehmensplanung der Zentralverwaltung eine Unternehmenskonzeption vorgestellt, diskutiert und weitere Aktivitäten abgeleitet.
Ab Januar 1991 trafen sich die FEP-Gesellschafter wöchentlich, um protokollarisch die Arbeitsergebnisse auszuwerten und die nächsten Schritte abzustimmen.
Eine Präsentation der überarbeiteten Forschungskonzeption erfolgte im März 1991 vor dem gleichen Gremium wie im Dezember 1990, unter Teilnahme wichtiger Führungskräfte der Wirtschaft Ost- und Westdeutschlands. In Diskussionsbeiträgen bestätigten und begrüßten sie die Industrierelevanz der geplanten Arbeiten der FEP mbH.
Die Ergebnisse dieser Veranstaltung bildeten das Fundament für die mittelfristige Strategie der Forschungsgesellschaft und späteren Fraunhofer-Einrichtung.
Neben der fachlichen Ausrichtung der FEP mbH gehörte der Aufbau einer Betriebsorganisation, insbesondere eines eigenständigen Rechnungs-, Einkaufs- und Vertragswesens, die schrittweise juristische Entflechtung der FEP mbH und der Nachfolgefirmen des Forschungsinstitutes »Manfred von Ardenne«, insbesondere die Klärung der Patentsituation und nicht zuletzt

Abb. 3
Stolpen-Helmsdorf, Fabrikstraße 17,
erster institutseigener Neubau,
bezugsfertig 1995.

Fig. 3
Stolpen-Helmsdorf, Fabrikstrasse 17,
first new building belonging to the institute,
ready for use in 1995.

In May 1990 a first meeting with the President of the Fraunhofer-Gesellschaft, Professor Syrbe, took place. In July 1990, a letter of intent was signed in Dresden, containing the gradual set-up of an institute for electron beam and plasma technology from 1992 onwards.
For the transitional period of 1991, the former Deputy Head, Professor Schiller, and five senior employees of the »Manfred von Ardenne« research institute jointly founded the Forschungsgesellschaft für Elektronenstrahl- und Plasmatechnik (FEP mbH) in December 1990. It formed the legal framework for an ordered transition of 75 institute employees into professional life orientated to market economy. With its competence, the Fraunhofer-Gesellschaft accompanied the firm right from the foundation phase. It obtained a 25 percent holding in the share capital, the other 75 percent being paid for by the founding partners from Dresden from their own funds free of interest.
The share capital of 50,000 DM (25,600 €) was the only material resource of the FEP mbH.

Under the leadership of the central administration, a so-called mantle project of the then Federal Ministry of Research and Technology (BMFT) was initiated, intended to support the technical and organisational reform of the GmbH with 6 mill. DM (3.1 mill. €). In addition, 10 percent of own income was to be obtained from industry in this period.
In considerable joint efforts of all the managers and employees, not only were viable development concepts formulated, structures and business processes of the research association adapted to the conditions of the Fraunhofer-Gesellschaft, but also the required economic target exceeded by around 2 percent by the end of the year 1991.

The first salary was paid on time in January 1991, the slips however being printed on a loaned computer …
A characteristic of the team spirit of all FEP employees was the voluntary waiver of the wage increase planned for the second half of 1991, in order to enable a minimum equipping with computer engineering from the money saved.

Sober facts can today hardly give a clue as to the number of jobs which had to be done in the shortest of periods at that time.

As late as December 1990 gentlemen from the Board of the Fraunhofer-Gesellschaft and the then main department of Research and Corporate Planning of Central Administration were presented with a company concept, which was discussed with them, and further activities were derived.
From January 1991 the FEP partners met every week to evaluate the working results in protocols and to agree on the next steps.
A presentation of the revised research concept was done in March 1991 to the same panel as in December 1990, with important executives from the economy in the East and West of Germany attending. In discussions, they confirmed and welcomed the industrial relevance of the planned work of FEP mbH.
The results of this event formed the foundation for the medium-term strategy of the research company and the later Fraunhofer institute.
The problems most urgently needing solving were not only the technical alignment of FEP mbH, but also the set-up of an operations organisation, in particular an independent accounting, buying and contractual section, the gradual legal disentangling of the FEP mbH and the successors to the »Manfred von Ardenne« research institute, in particular clarification of the patent situation and, not least, the search for suitable working rooms with a minimum equipping with working materials.

Abb. 4
Dresden, Winterbergstraße 28, Büro- und Laborgebäude B, bezugsfertig 1998.

Fig. 4
Dresden, Winterbergstrasse 28, office and laboratory building B, ready for use in 1998.

die Suche nach geeigneten Arbeitsräumen mit minimaler Ausstattung an Arbeitsmitteln zu den am dringendsten zu lösenden Problemen.
Bei Bedarf standen Mitarbeiter der Zentralverwaltung mit Rat und Tat zur Seite.

In vielen Fällen war jedoch eigenständiges und vor allem schnelles Handeln erforderlich. Büro- und Laborräume, Versuchsanlagen und Geräte wurden vom Rechtsnachfolger des ehemaligen Forschungsinstitutes »Manfred von Ardenne« am Standort Dresden Weißer-Hirsch gemietet.
Als erste produktionsnahe Großforschungsanlage stand ab Mitte des Jahres in Helmsdorf, etwa 20 km östlich von Dresden, eine noch 1990 in einem Betriebsteil der Leuna-Werke installierte Bedampfungsanlage für Kunststofffolie zur Verfügung.
Diese »FOBA 800« - mit ihren Räumen und ihrer Geräte-Peripherie ebenfalls gemietet - bildete die Keimzelle eines FEP-Technikums für produktionsnahe Großforschungsanlagen, das ab dem dritten Quartal 1991 im Bereich der nachmaligen Unitec Helmsdorf GmbH entstand.
Der Abschlussbericht der Forschungsgesellschaft für Elektronenstrahl- und Plasmatechnik mbH wies 1991 als erfolgreiches Geschäftsjahr aus und entwickelte Visionen für die Folgejahre.

Arbeitsrichtungen, wie Strahltechnik, Elektronenstrahlbeschichtung von Metall- bzw. Kunststoffsubstraten, Entwicklung der Mittelfrequenztechnik beim Magnetronsputtern bildeten wichtige Keimzellen für die heutigen Geschäftsfelder des Fraunhofer-Instituts.
Mechanik- und Elektronikentwicklung ergänzt durch einen leistungsfähigen Musterbau - heute der Bereich Systeme - sowie das Fachgebiet Werkstoffkunde/Analytik vervollständigten das Arbeitsprofil.

Nach Klärung der Patentsituation und des Eigentums von Know-how verfügte die FEP mbH über 64 Patente, davon 33 Gemeinschaftspatente mit anderen Firmen und über das kostenlos eingeräumte Nutzungsrecht von Entwicklungsunterlagen, das viele ehemalige Auftraggeber des Forschungsinstitutes »Manfred von Ardenne« der Gesellschaft einräumten.
Darüber hinaus wurden 1991 von FEP-Mitarbeitern 12 neue Patente angemeldet.

Die gemietete Nutzfläche der Arbeitsräume betrug zum Jahresende am Standort Dresden 1 500 m², am Standort Helmsdorf 300 m².
Das BMFT erlaubte, den Ertragsüberschuss in Höhe von 125 000 DM (63 900 €) in den Ausbau einer Versuchshalle in unmittelbarer Nachbarschaft zur Folienbeschichtungsanlage in Helmsdorf zu investieren.

Einsparungen im Betriebsaufwand innerhalb des Mantelprojektes sowie eine Sonderzuwendung der Fraunhofer-Gesellschaft im letzten Quartal des Jahres, ermöglichten weitere Investitionen.
Die kurzfristige außerplanmäßige Zuwendung war ein ermutigendes Zeichen des Vertrauens in die Gestaltungskraft und in die Zukunft des FEP.
Insgesamt standen rund 3,85 Mio DM (1,97 Mio €) zur Verfügung.
Zusätzlich zu den rund 130 gemieteten Laboranlagen und Geräten wurden Elektronenstrahltechnik, Magnetron-Stromversorgungen und Spezialmesstechnik gekauft sowie die Fertigung der ersten selbstentwickelten Laborversuchsanlage VERSA in Auftrag gegeben.

Die Fraunhofer-Einrichtung für Elektronenstrahl- und Plasmatechnik (FEP)

Mit Abschluss eines umfangreichen Überleitungsvertrages ging die Forschungsgesellschaft für Elektronenstrahl- und Plasmatechnik mbH mit Wirkung vom 1. Januar 1992 in der Fraunhofer-Gesellschaft als eine der vier in Sachsen bis Mitte 1994 befristet entstandenen selbstständigen Fraunhofer-Einrichtungen auf.

Abb. 5
Dresden, Winterbergstraße 28, Erweiterung Technikum, Fertigstellung geplant 2004.

Fig. 5
Dresden, Winterbergstrasse 28, extension, technical centre, completion planned for 2004.

If needed, employees from Central Administration were available with word and deed.

But in many cases, independent and above all quick action was necessary. Office and laboratory rooms, test set-ups and equipment were rented from the successor in title to the former »Manfred von Ardenne« research institute at the Dresden Weisser-Hirsch location.
The first close-to-production major research plant was to be found in Helmsdorf, about 20 km to the east of Dresden, in the same year, a depositing plant for plastic foils installed in 1990 in a part of the operations of the »Leuna« works.
This »FOBA 800« - likewise rented with its rooms and peripheral equipment - formed the germ cell of an FEP technical centre for close-to-production major research plant, which was created in the area of the later Unitec Helmsdorf GmbH from the third quarter of 1991.
The final report of the Forschungsgesellschaft für Elektronenstrahl- und Plasmatechnik mbH showed 1991 as a successful business year and developed visions for the following years.

Directions of work such as beam technique, electron beam coating of metal and plastic substrates, development of medium-frequency technique in magnetron sputtering formed important germ cells for the current business fields of the Fraunhofer-Institut. Mechanics and electronics development supplemented by a capable sample construction - now the Systems area - as well as the specialised field of Material Studies/Analysis completed the work profile.

After clarification of the patent situation and the ownership of know-how, FEP mbH had 64 patents, 33 of them joint patents with other companies, and the free right of utilisation to development documents granted to the company by a number of former customers of the »Manfred von Ardenne« research institute.
Over and above this, 12 new patents were registered by FEP employees in 1991.

The rented useful area of the work rooms was 1,500 m² at the Dresden location and 300 m² at the Helmsdorf location at the end of the year.
The BMFT gave permission for investing the income surplus to the amount of 125,000 DM (63,900 €) in the extension of a test hall in the immediate vicinity of the foil-coating plant in Helmsdorf.

Savings in operational expenditure within the mantle project and a special subsidy from the Fraunhofer-Gesellschaft in the last quarter of the year made further investments possible.
The short-term unplanned subsidy was an encouraging sign of trust in the organisation power and the future of the FEP.
All told, about 3.85 million DM (1.97 mill. €) were available.
In addition to the around 130 rented laboratory plant and appliances, electron beam engineering, magnetron current supplies and special measurement technique as well as the production of the first in-house developed laboratory test plant VERSA were commissioned.

The Fraunhofer-Einrichtung für Elektronenstrahl- und Plasmatechnik (FEP)

With the conclusion of an extensive transition contract, the Forschungsgesellschaft für Elektronenstrahl- und Plasmatechnik mbH merged with the Fraunhofer-Gesellschaft with effect from January 1, 1992, as one of the four independent Fraunhofer institutes in Saxony with a limited period until mid-1994.

Abb. 6
Dresden, Winterbergstraße 28, Erweiterung Hauptgebäude A, Fertigstellung geplant 2004.

Fig. 6
Dresden, Winterbergstrasse 28, extension, main building A, completion planned for 2004.

Die 1991 begonnene Formierung der Arbeitsgebiete wurde kontinuierlich fortgesetzt.
Ein sechsköpfiges Kernkuratorium unter der Leitung des langjährigen Vorstandsvorsitzenden der Leybold AG, Herrn Dr. Hauff, begleitete diese Prozesse sehr kritisch mit wertvollen Hinweisen. Auf der Grundlage eines Ende 1993 von der FEP erstellten Ergebnisberichtes zur Begutachtung ihrer Leistungsfähigkeit empfahl das Kernkuratorium dem Senat der Fraunhofer-Gesellschaft, die Befristung der Einrichtung mit Wirkung vom 1. Juli 1994 aufzuheben. Mit einem entsprechenden Senatsbeschluss entstand das Fraunhofer-Institut Elektronenstrahl- und Plasmatechnik (FEP).

Das Fraunhofer-Institut Elektronenstrahl- und Plasmatechnik (FEP)
Die Entwicklungsetappen seit 1992 sollen hier nur an Hand des Investitionsgeschehens kurz charakterisiert werden. Fachliche Details kann man den Jahresberichten und vielen weiteren Veröffentlichungen entnehmen. Investitionen sind ein wichtiger Indikator zur Bewertung der Effizienz einer teilweise öffentlich geförderten Forschungseinrichtung durch die Zuwendungsgeber.

Insgesamt standen im Zeitraum der Befristung, 1992 bis 1994, Mittel in Höhe von 13,7 Mio DM (7 Mio €) für die Ausstattung mit Forschungsanlagen und Geräten zur Verfügung. Damit konnten bereits 1992 alle bisher gemieteten und längerfristig benötigten Anlagen und Geräte käuflich erworben werden. 1993 folgten Beschichtungsanlagen und Messtechnik.

Im November 1994 genehmigte das BMFT die Mittel zum Neubau eigener Institutsgebäude am Standort Dresden, Winterbergstraße, mit einer Gesamtnutzfläche von rund 5 300 m². Für 35 Mio DM (17,89 Mio €) wurde zwischen 1997 und 2002 ein Technikumsneubau errichtet und ein Forschungsgebäude aus den fünfziger Jahren schrittweise saniert. Die Erstausstattung dieser Gebäude mit Forschungsanlagen und Geräten erforderte weitere 35 Mio DM (17,89 Mio €).
Am Standort Helmsdorf sind von 1991 bis 1999 durch Ausbaumaßnahmen im Gesamtumfang von 6,4 Mio DM (3,27 Mio €) schrittweise 2 800 m² Nutzfläche erschlossen worden.

Ein 2002 begonnener zweiter Bauabschnitt zur Ergänzung und Erweiterung der Institutsbauten am Standort Dresden mit einer geplanten Nutzfläche von 2 800 m² soll mittelfristig die Zusammenführung beider Institutsteile auf diesem Terrain ermöglichen. Der Bezugsbeginn ist für 2004 geplant.
17 Mio DM (8,69 Mio €) Erstausstattungsmittel erlauben den gezielten Ausbau ausgewählter Geschäftsfelder.

Gegenwärtig werden 5 900 m² Nutzfläche in eigenen Gebäuden ergänzt durch 2 200 m² Mietfläche. Spätestens ab 2005 stehen 8 700 m² eigene Büro-, Labor- und Versuchshallenfläche, ausgestattet mit Versuchsanlagen und Gerätetechnik im Anschaffungswert von durchschnittlich 310 000 DM (158 500 €) pro Arbeitsplatz, zur Verfügung.

Diese durch die Fraunhofer-Gesellschaft ermöglichten Rahmenbedingungen sind Auftrag und Verpflichtung für das FEP, ein erhebliches Maß an Innovationen in die Wirtschaft zu überführen.
Während eines im Januar 2002 durchgeführten Technologieaudits (S. 58 ff.) bescheinigten externe Fachleute dem Institut hohe fachliche Kompetenz und bestätigten alle mittel- und längerfristig geplanten Vorhaben.

Abb. 7
Dresden, Winterbergstraße 28,
Sanierung Büro- und Laborgebäude C,
Fertigstellung geplant 2004.

Fig. 7
Dresden, Winterbergstrasse 28, redevelopment of office and laboratory building C,
completion planned for 2004.

The forming of the work areas started in 1991 was continued. A six-man central board under the leadership of the Chairman of the Board of Leybold AG for many years, Dr. Hauff, accompanied these processes very critically with valuable information. On the basis of a result report produced by the FEP at the end of 1993 analysing its capability, the central board recommended that the Senate of the Fraunhofer-Gesellschaft cancel the limitation of the institution with effect from July 1, 1994. With a corresponding resolution of the Senate, the Fraunhofer-Institut Elektronenstrahl- und Plasmatechnik (FEP) was created.

The Fraunhofer-Institut Elektronenstrahl- und Plasmatechnik (FEP)

The stages of development since 1992 are to be characterised briefly here with a sketch of the investments. Technical details can be seen from the annual reports and many further publications.
Investments are an important indicator for the subsidisers to assess the efficiency of a research institute partly with public subsidies.

All told, funds to the amount of 13.7 mill. DM (7 mill. €) were available to equip the research plant and appliances in the period of the limitation, 1992 to 1994.
In this way, all the plant and equipment rented up to then and needed in the long term were purchased as early as 1992. In 1992, coating plant and measurement technique followed.

In November 1994, the BMFT approved the funds for new institute buildings at the Dresden, Winterbergstrasse, location, with a total useful area of around 5,300 m². For 35 mill. DM (17.89 mill. €) a new technical centre was built between 1997 and 2002 and a research building from the 1950's refurbished step by step. The first equipping of these buildings with research plant and appliances required a further 35 mill. DM (17.89 mill. €).
At the Helmsdorf location, 2,800 m² of useful area were progressively developed from 1991 to 1999 by extension measures to a total scope of 6.4 mill. DM (3.27 mill. €).

A second building section started in 2002 to supplement and extend the institute buildings at the Dresden location with a planned useful area of 2,800 m² is to enable joining of these two parts of the institute on this terrain in the medium term. Start of moving in is planned for 2004. 17 mill. DM (8.69 mill. €) of first equipping funds enable the purposeful extension of selected business fields.

At present, 5,900 m² of useful area in own buildings are supplemented by 2,200 m² of rented area. By 2005 at the latest, 8,700 m² of own office, laboratory and experiment areas equipped with experimental plant and appliances with a procurement value of average 310 000 DM (158 000 €) per workplace will be available.

The peripheral conditions made possible by the Fraunhofer-Gesellschaft are a commission and an obligation for the FEP to pass on a considerable amount of innovations to the economy.
During a so-called AUDIT carried out in January 2002, external experts certified a high technical competence to the institute and confirmed all the projects planned for the medium and the long term.

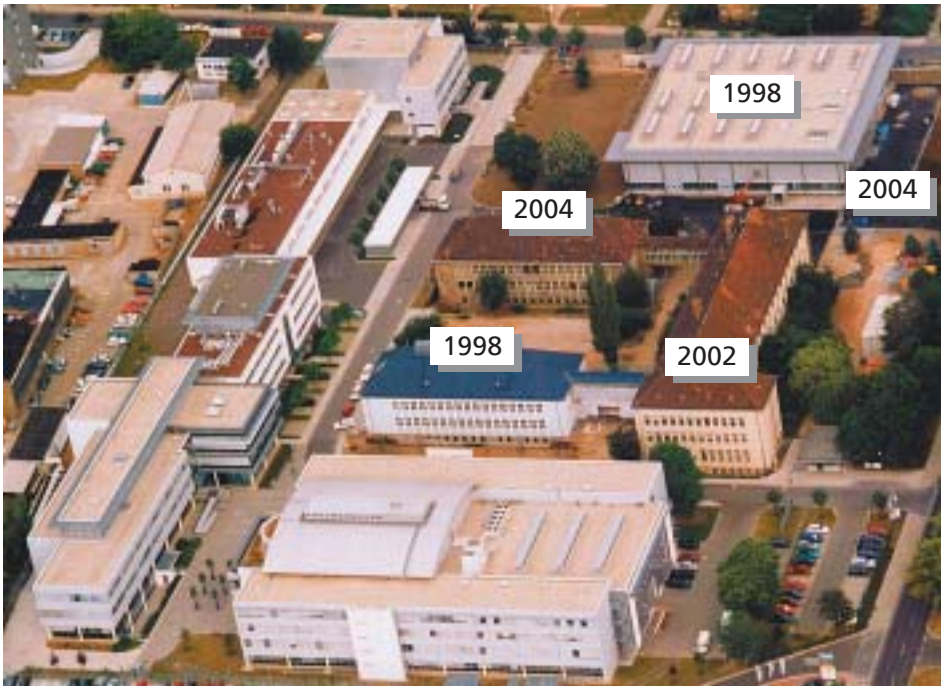


Abb. 8
Dresden, Winterbergstraße 28,
Bauabschnitte des Fraunhofer FEP
innerhalb des Fraunhofer Institutszentrums.

Fig. 8
Dresden, Winterbergstrasse 28,
building stage of the Fraunhofer FEP inside
the Fraunhofer Institute Centre.

Technologieaudit

Prof. Dr. Günter Bräuer*

Fraunhofer-Institut für
Elektronenstrahl- und
Plasmatechnik
Winterbergstr. 28
01277 Dresden, Deutschland

*Ansprechpartner
Tel.: +49-351-25 86-100
Fax: +49-351-25 86-55-100
E-Mail: braeuer.g@fep.fhg.de

Am 23. und 24. Januar 2002 absolvierte das Fraunhofer FEP das erste Technologie-Audit, das einen Höhepunkt im bisherigen Prozess der strategischen Planung darstellte. Immerhin gehörten wir seinerzeit noch zu den ersten zehn Fraunhofer-Instituten, die diesen Meilenstein erreichten.
Sieben anerkannte Experten aus Industrie und Forschung, die in den Arbeitsgebieten des Fraunhofer FEP tätig sind, trafen sich zu der zweitägigen Veranstaltung in der Winterbergstraße. Die Herren Dr. S. Döttinger (DaimlerChrysler, Ulm), Dr. U. Engel (Zollern BHW, Braunschweig), Dr. G. Heine (CODIXX AG, Barleben), W. Heinze (Southwall Europe GmbH, Großröhrsdorf), T. Küpper (Schott Auer, Bad Gandersheim), Prof. Dr. W.-D. Münz (Sheffield Hallam University, U.K.) und Priv.-Doz. Dr. R. Zenker (pro-beam Hörmann GmbH, Neukirchen) diskutierten mit den Mitarbeitern intensiv den mehr als 100 Seiten umfassenden Strategieplan. Die Resonanz auf die Veranstaltung war bei allen Teilnehmern überaus positiv. Die Leistungen des Instituts, die Qualität der Präsentationen und die offene und ehrliche Diskussion um die Ziele des Instituts wurden anerkennend hervorgehoben. Das Gremium arbeitete die Stärken heraus und gab wichtige Anregungen, die für die Weiterentwicklung der Institutsstrategie von herausragender Bedeutung sein werden. Am Abend des 24. Januar lautete das einhellige Urteil der Experten: »Eine sehr gelungene Veranstaltung, aber dies ist erst der Auftakt. Die begonnene Arbeit muss konsequent fortgeführt, der Strategieplan kontinuierlich weiterentwickelt werden.«

Abb. 1
Prof. Dr. Hans-Jürgen Warnecke mit Auditoren und Leitung des FEP.

Fig. 1
Prof. Dr. Hans-Jürgen Warnecke with auditors and managers of the FEP.

On January 23 and 24, 2002, the Fraunhofer FEP held the first technology audit, a highlight in the process of strategic planning up to that time. At that time, we were one of the first ten Fraunhofer institutes to have reached this milestone.
Seven acknowledged experts from industry and research active in the fields of activity of the Fraunhofer FEP met for the two-day meeting at Winterbergstrasse. The gentlemen Dr. S. Döttinger (DaimlerChrysler, Ulm), Dr. U. Engel (Zollern BHW, Braunschweig), Dr. G. Heine (CODIXX AG, Barleben), W. Heinze (Southwall Europe GmbH, Großröhrsdorf), T. Küpper (Schott Auer, Bad Gandersheim), Prof. Dr. W.-D. Münz (Sheffield Hallam University, U. K.) and Lecturer Dr. R. Zenker (pro-beam Hörmann GmbH, Neukirchen) intensively discussed the strategy plan, which entailed more than 100 pages, with the employees. The reaction to the event was distinctly positive with all the participants. The institute's performances, the quality of the presentations and the open and honest discussion about the objectives of the institute were emphasised with acknowledgement. The board filtered out the strengths and gave important suggestions, which will be of outstanding importance for the further development of the institute's strategy. On the evening of January 24, the experts' unanimous opinion was: »A very successful meeting, but this is only the start. The work which has been commenced must be continued consistently, the strategy plan continuously further developed.«

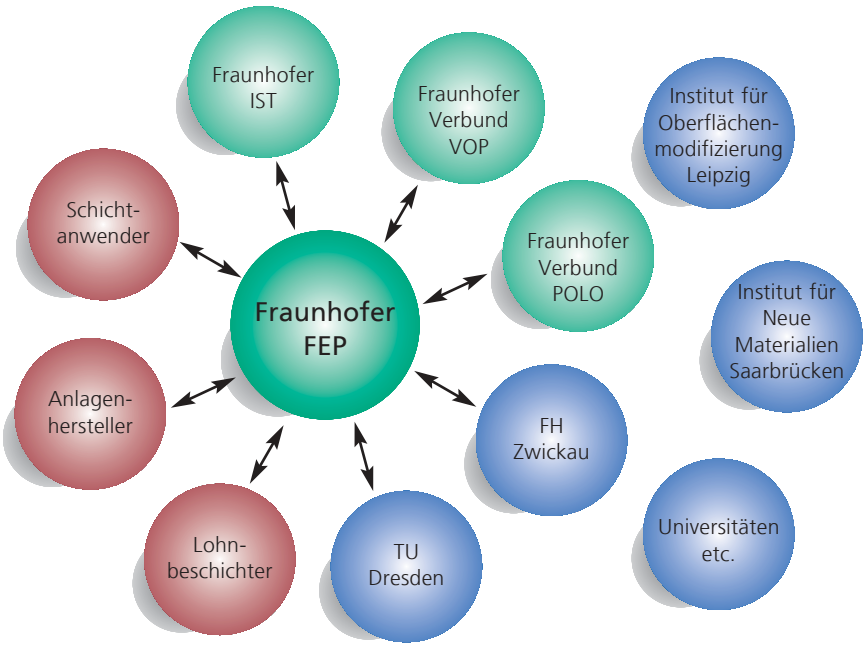
Prof. Dr. Günter Bräuer*

Fraunhofer-Institut für
Elektronenstrahl- und
Plasmatechnik
Winterbergstr. 28
01277 Dresden, Germany

*Corresponding author
Phone: +49-351-25 86-100
Fax: +49-351-25 86-55-100
E-mail: braeuer.g@fep.fhg.de

Abb. 2
Das Fraunhofer FEP im nationalen Umfeld der Forschung auf dem Gebiet der Plasma- und Beschichtungstechnik.

Fig. 2
The Fraunfofer FEP in national environment of the research in the field of plasma and coating technology.



European Workshop on Pulsed Plasma Surface Technologies erstmalig im Fraunhofer FEP

Prof. Dr. Günter Bräuer*

Fraunhofer-Institut für
Elektronenstrahl- und
Plasmatechnik
Winterbergstr. 28
01277 Dresden, Deutschland

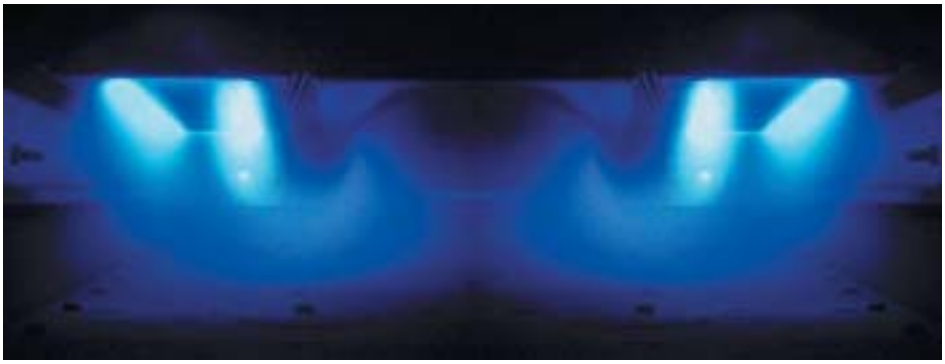
*Ansprechpartner
Tel.: +49-351-25 86-100
Fax: +49-351-25 86-55-100
E-Mail: braeuer.g@fep.fhg.de

Nach mehreren ähnlichen Veranstaltungen in den USA und in Japan organisierte das FEP gemeinsam mit dem European Joint Committee on Plasma and Ion Surface Engineering den »First European Workshop on Pulsed Plasma Surface Technologies (PPST Europe)«, der am 6. und 7. Juni 2002 im Institutszentrum an der Winterbergstraße stattfand. Unterstützt wurde die Veranstaltung durch das VDI-Technologiezentrum Physikalische Technologien und die Deutsche Gesellschaft für Plasmatechnologie.

Der Einladung nach Dresden folgten etwa 80 internationale Wissenschaftler aus neun europäischen Ländern sowie den USA und Japan. In 20 eingeladenen Vorträgen und fünf Postern wurden die neuesten Trends und jüngsten Entwicklungen auf dem Gebiet der Erzeugung, Charakterisierung und Anwendung gepulster Plasmen diskutiert. Nach einem einführenden Vortrag von Dr. K. Suzuki (SurfTec, Japan) zum Status der Pulsplasmatechnik in Japan stellten die beiden bedeutendsten deutschen Dünnschicht-Anlagenhersteller Von Ardenne Anlagentechnik und Applied Films aktuelle Ergebnisse und Produkte auf dem Gebiet des Puls-Magnetron-Sputterns vor. Das Fraunhofer FEP ergänzte die Beiträge mit der Präsentation seiner laufenden Forschungsarbeiten zu einer neuen Generation von gepulsten Leistungsversorgungen.

Abb. 1
Dr. Koichi Suzuki während seines Vortrages.

Fig. 1
Dr. Koichi Suzuki during his paper.



European Workshop on Pulsed Plasma Surface Technologies for the first time at the Fraunhofer FEP

After a number of similar events in the USA and in Japan, the FEP, together with the European Joint Committee on Plasma and Ion Surface Engineering, organised the »First European Workshop on Pulsed Plasma Surface Technologies (PPST Europe)«, which took place at the Institute Centre on Winterbergstraße on June 6 and 7, 2002. The event was supported by the VDI-Technologiezentrum Physikalische Technologien and the Deutsche Gesellschaft für Plasmatechnologie.

The invitation to Dresden was followed by about 80 international scientists from 9 European countries as well as the USA and Japan. In 20 invited papers and 5 posters, the latest trends and developments in the field of generation, characterisation and application of pulsed plasmas were discussed. After an introductory paper by Dr. K. Suzuki (SurfTec, Japan) on the status of pulsed plasma surface engineering in Japan, the two most important German vacuum coating equipment manufacturers, Von Ardenne Anlagentechnik and Applied Films, presented current results and products in the field of pulsed magnetron sputtering. The Fraunhofer FEP supplemented the contributions with the presentation of its ongoing research work on a new generation of pulse power supplies.

Abb./Fig. 2
Invited Speakers.

Prof. Dr. Günter Bräuer*

Fraunhofer-Institut für Elektronenstrahl- und Plasmatechnik
Winterbergstr. 28
01277 Dresden, Germany

*Corresponding author
Phone: +49-351-25 86-100
Fax: +49-351-25 86-55-100
E-mail: braeuer.g@fep.fhg.de

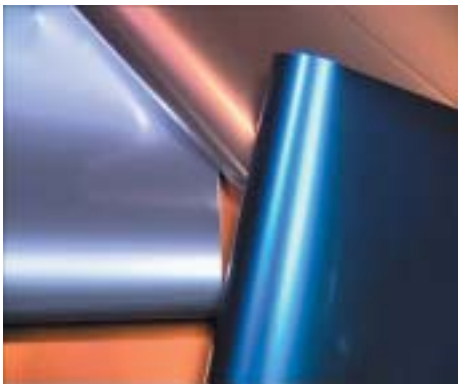


Abb. 3
Anwendungsbeispiele dekorative Kunststoff-Folien für das Puls Magnetron Sputtern.

Fig. 3
Example of application of decorative plastic foils for pulse magnetron sputtering.

Neben weiteren Beiträgen zur gepulsten PVD-Abscheidung dünner Schichten wurden die Themenbereiche »Oberflächenhärtung mit gepulsten Plasmen« und »gepulste CVD-Prozesse« behandelt. Dabei kamen Experten wie Prof. J. Engemann (Universität Wuppertal), Prof. K.-T. Rie (TU Braunschweig), Prof. H. Störi (TU Wien) und Prof. W. Möller (FZ Rossendorf) zu Wort. Einen Teil des zweiten Workshop-Tages bestritten die Vertreter der Firmen Advanced Energy, Hüttinger und Melec als bedeutende Hersteller gepulster Leistungsversorgungen. Ergänzt wurde dieses Themenfeld durch einen Beitrag der TU Dresden zu einer neuen Topographie von Generatoren zum gepulsten Magnetronsputtern. Drei interessante Beiträge von französischen und britischen Wissenschaftlern zur Plasmadiagnostik rundeten das wissenschaftliche Programm ab.

Am Ende des zweiten Tages zeigten sich alle Teilnehmer höchst zufrieden mit dem Informationsgehalt und dem Niveau der Präsentationen. Die Experten waren sich einig über die Notwendigkeit eines regelmäßigen Austausches auf dem zukunftsorientierten Arbeitsfeld gepulster Plasmen.
PPST Europe 2004 ist also bereits eine beschlossene Sache.

Abb. 4
Aussehen des Plasmas in der DMS-Entladung.

Fig. 4
Appearance of the plasma in a DMS discharge.

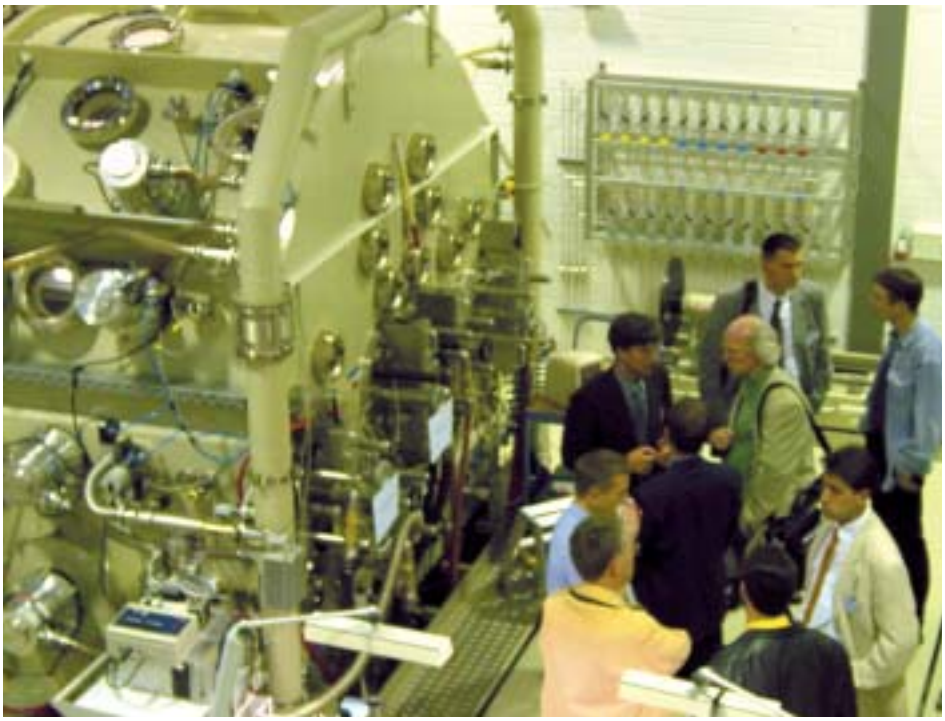


Abb. 5
Besichtigung der Foliensputteranlage FOSA 600.

Fig. 5
Visit of the Pilot web coater FOSA 600.

Alongside further contributions on pulsed PVD deposition of thin films, the fields of »surface hardening with pulsed plasmas« and »pulsed CVD processes« were treated, with experts such as Prof. J. Engemann (Wuppertal University), Prof. K.-T. Rie (Braunschweig TU), Prof. H. Störi (Vienna TU) and Prof. W. Möller (Rossendorf FZ) speaking. A part of the second day of the workshop was in the hands of the representatives of the firms of Advanced Energy, Hüttinger and Melec as important manufacturers of pulse power supplies. This field of subjects was supplemented by a contribution by Dresden TU on a new topography of generators for pulsed magnetron sputtering. Three interesting contributions by French and British scientists on plasma diagnostics rounded off the scientific programme.

At the end of the second day, all the participants were highly satisfied with the information content and the level of the presentations. The experts agreed on the necessity of a regular exchange on the future-orientated working field of pulsed plasmas. PPST Europe 2004 is therefore already definite.

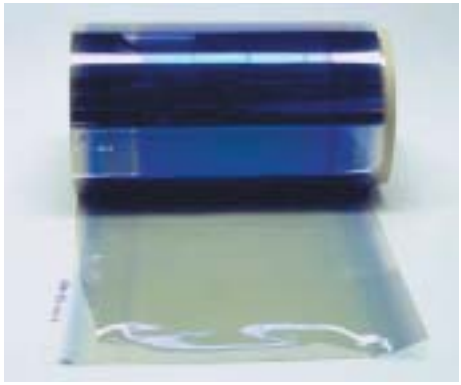


Abb. 7
Beschichtete Polymerfolie mit einer Mehrfachschicht, welche einen geringen Flächenwiderstand und niedrige Wasserdampfpermeation aufweist.

Fig. 7
Polymer film coated with a multilayer stack of low sheet resistance and low moisture permeation.

Abb. 8
Sputter Roll coater FOSA 600
Anordnung von Sputterquellen.

Fig. 8
Sputter Roll coater FOSA 600
arrangement of sputter sources.

Abb. 6
Podiumsdiskussion

Fig. 6
Panel discussion.

2. Internationales Symposium »Vacuum Coating of Metal Strips and Sheets«, VaCMeSS 2002

Dr. Christoph Metzner*

Fraunhofer-Institut für Elektronenstrahl- und Plasmatechnik

Winterbergstr. 28

01277 Dresden, Deutschland

*Ansprechpartner

Tel.: +49-351-25 86-240

Fax: +49-351-25 86-55-240

E-Mail: metzner.c@fep.fhg.de

Neue Möglichkeiten bei der Oberflächenveredelung von metallischen Platten und Bändern durch Vakuumbeschichtung wurden während des zweiten internationalen Symposiums »Vacuum Coating of Metal Strips and Sheets«, VaCMeSS 2002 am 4. und 5. September 2002 in Dresden diskutiert. An dem Erfahrungsaustausch nahmen etwa 70 Vertreter aus Industrie und Forschung, insbesondere der europäischen Stahlindustrie, der Vakuumtechnologie-Branche und der Automobilindustrie teil. Das Symposium wurde auf vielfachen Wunsch der Teilnehmer nach einer ersten Veranstaltung im Mai 2000 bereits zum zweiten mal im FEP durchgeführt.

Prof. Günter Bräuer, der Institutsleiter der Fraunhofer-Institute für Elektronenstrahl- und Plasmatechnik (FEP) sowie für Schicht- und Oberflächentechnik (IST), gab in seiner Eröffnungsansprache einen Überblick über die Potenzen der PVD-Technik (Physical Vapour Deposition) bei der Veredelung metallischer Platten und Bänder (Abb.1).

Seit Beginn des Jahres 2000 verfügt die Fraunhofer-Gesellschaft über eine weltweit einzigartige Forschungsanlage zur In-line-Vakuumbeschichtung von Platten und metallischen Bändern »MAXI« (Abb.2). In einem Vortrag des Autors wurden die neuesten Entwicklungen zur PVD Beschichtung metallischer Platten und Bänder im FEP der letzten zwei Jahre vorgestellt. Viele dieser neuen Entwicklungen wurden vor allem im Zusammenhang mit der MAXI erarbeitet und in der Anlage praxisnah erprobt.
Stand und zukünftige Einsatzmöglichkeiten der PVD Beschichtung metallischer Bänder aus Sicht von Corus Special Strip wurden von Herrn Prof. Dieter Junkers vorgestellt. Weitere interessante Beiträge zu Forschungs- und Entwicklungsarbeiten waren der Inhalt der Vorträge von Herrn Dr. Ando Kuypers (TNO TPD, Niederland) und Dr. Edgar Yadin (Sidrabe, Lettland).
Der zweite Teil der Vortragsreihe beschäftigte sich mit der industriellen Anwendung der PVD Beschichtung metallischer Platten und Bänder.

Abb. 1
Prof. Bräuer (General Chair) während der Eröffnung.

Fig. 1
Prof. Günter Bräuer (General Chair) during the opening.

2nd International Symposium on Vacuum Coating of Metal Strips and Sheets, VaCMeSS 2002

New possibilities in surface treatment of metallic sheets and strips by vacuum coating were discussed during the second International Symposium on »Vacuum Coating of Metal Strips and Sheets«, VaCMeSS 2002, on September 4 and 5, 2002 in Dresden. About 70 representatives from industry and research, in particular the European steel industry, the vacuum technology branch and the automobile industry, participated in the exchange of experience. The symposium was held in the FEP for the second time after the first event in May 2000 following repeated requests by the participants.

In his opening talk, Prof. Günter Bräuer, the head of the Fraunhofer-Institut für Elektronenstrahl- und Plasmatechnik (FEP) and of the Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik (IST), gave an overview of the potentials of the PVD technology (Physical Vapor Deposition) for improving metallic sheets and strips (Fig. 1).

Since early 2000, the Fraunhofer-Gesellschaft has been in possession of the world's only research system for in-line vacuum coating of sheets and metal strips, »MAXI« (Fig. 2). In a paper by the author, the latest developments in PVD coating of metal sheets and strips in the FEP in the past two years were presented. Many of these new developments were above all drawn up in connection with MAXI and tried on the system close to practice.
The state and future possibilities of use of the PVD coating of metal strips from the view of Corus Special Strip were presented by Prof. Dieter Junkers. Further interesting contributions on research and development work were the contents of the papers by Dr. Ando Kuypers (TNO TPD, Netherlands) and Dr. Edgar Yadin (Sidrabe, Latvia).
The second part of the series of talks was concerned with the industrial application of the PVD coating of metal sheets and strips.

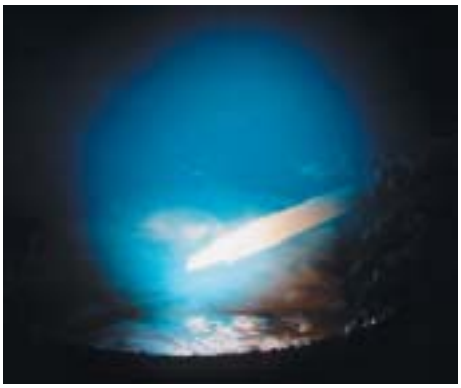
Abb. 2
In-line-Beschichtungsanlage für Platten und metallische Bänder »MAXI«, Fraunhofer-Institut für Elektronenstrahl- und Plasmatechnik (FEP).

Fig. 2
In-line coating plant for sheets and metallic strips »MAXI«, Fraunhofer-Institut für Elektronenstrahl- und Plasmatechnik (FEP).

Dr. Christoph Metzner*

Fraunhofer-Institut für
Elektronenstrahl- und
Plasmatechnik
Winterbergstr. 28
01277 Dresden, Deutschland

*Corresponding author
Phone: +49-351-25 86-240
Fax: +49-351-25 86-55-240
E-mail: metzner.c@fep.fhg.de



Herr Davorin Pavic stellte eine neue Anlage zur industriellen Beschichtung von Kupferbändern mit selektiven Solarabsorberschichten bei der Interpane Solar Beschichtungs GmbH (BRD) vor. Solarabsorber standen neben hochreflektierenden Schichten auf Aluminiumbasis auch im Vortrag von Herrn Dr. Harald Küster (Alanod Aluminium Veredelung GmbH, BRD) im Vordergrund. Herr Dr. Bernd Schuhmacher (Dortmunder OberflächenCentrum/TKS, BRD) berichtete über die Ergebnisse eines mehrjährigen Verbundprojekts der deutschen und österreichischen Stahlindustrie mit dem FEP zur Weiterveredelung von verzinktem Stahlfeinblech sowie über neueste Entwicklungsergebnisse aus den Arbeiten mit der eigenen Pilotanlage BA 300. Herr Ekkehart Reinhold (Von Ardenne Anlagentechnik GmbH, BRD) diskutierte mit dem Auditorium aus Sicht eines Vakuumanlagenherstellers die Grundvoraussetzungen für eine erfolgreiche industrielle Anwendung der PVD Technologien für die Oberflächenveredelung von Metallbändern.

Eine Postershow rundete das Symposium ab und gab gleichzeitig viel Raum für individuelle Diskussionen (Abb. 3). Bei der Besichtigung der Anlagen des Technikums des FEP in Dresden stand die In-line-Beschichtungsanlage »MAXI« wiederum im Mittelpunkt des Interesses.
Abschließend fand eine Podiumsdiskussion zur Zukunft der PVD-Beschichtung von Metallbändern und zu erwarteten künftigen Anwendungen statt (Abb. 4). Der Vorschlag, das Symposium zweieinhalbjährlich zu wiederholen, fand ein positives Echo.

Das Symposium wurde von den meisten Teilnehmern als sehr erfolgreich eingeschätzt. Die derzeitigen Entwicklungstrends wurden klar umrissen, für Zukünftiges existieren viele Visionen. Das Gebiet der Metallbandbedampfung hat eine interessante Zukunft. Unser Fraunhofer-Institut FEP kann und wird diese Entwicklungen, nicht zuletzt mittels seiner einzigartigen Forschungs- und Pilotanlage zur In-line-Vakuumbeschichtung von Platten und metallischen Bändern »MAXI«, aktiv mitgestalten.

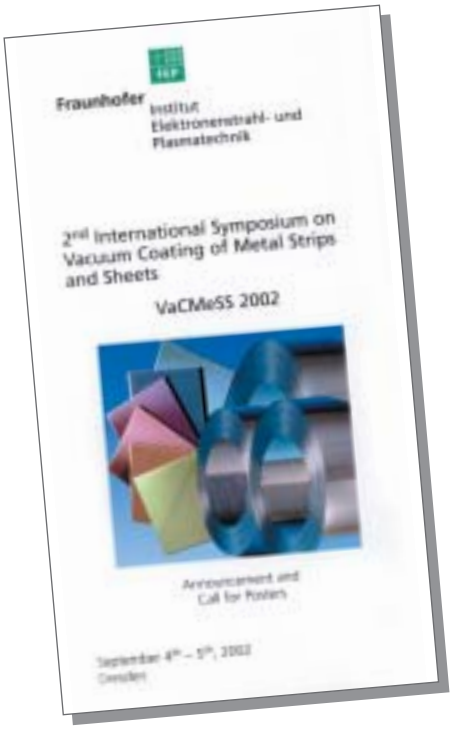


Abb./Fig. 3
Postershow.

Mr. Davorin Pavic presented a new plant for industrial coating of copper strips with selective solar absorber layers at the Interpane Solar Beschichtungs GmbH (Germany). Solar absorbers were also in the foreground in the paper by Dr. Harald Küster (Alanod Aluminium Veredelung GmbH, Germany) together with highly reflective layers on an aluminium basis. Dr. Bernd Schuhmacher (Dortmunder OberflächenCentrum/TKS, Germany) reported on the results of a combined project of the German and Austrian steel industry with the FEP over a number of years for further refining of galvanised steel sheet and on the latest development results from the work with their own pilot plant BA 300. Mr Ekkehart Reinhold (Von Ardenne Anlagentechnik GmbH, Germany) discussed the basic prerequisites for successful industrial application of the PVD technologies for surface refining of metal strips with the auditorium from the view of a vacuum equipment manufacturer.

A poster show rounded off the symposium and simultaneously gave a lot of room for individual discussions (Fig. 3). In the visit to the plants of the technical centre of the FEP in Dresden, the »MAXI« in-line coating plant was again at the centre of interest.
To close, there was a panel discussion on the future of PVD coating of metal strips and the future applications to be expected (Fig. 4). The suggestion of repeating the symposium every two and a half years found a positive echo.

The symposium was considered very successful by most participants. The current development trends were clearly outlined, there are many visions for future work. The field of metal strip coating has an interesting future. Our Fraunhofer-Institut FEP can and will be actively involved in these developments, not least by using of its unique research and pilot plant for inline vacuum coating of sheets and metallic strips, »MAXI«.

Abb. 4
Podiumsdiskussion
v.l.n.r.: Dr. Ando Kuypers, Ekkehart Reinhold, Dr. Christoph Metzner, Dr. Bernd Schuhmacher, Prof. Dieter Junkers.

Fig. 4
Panel discussion
(from left to right: Dr. Ando Kuypers, Ekkehart Reinhold, Dr. Christoph Metzner, Dr. Bernd Schuhmacher, Prof. Dieter Junkers).

Zusammenarbeit Fraunhofer FEP – China

Dr. Torsten Kopte*

Fraunhofer-Institut für
Elektronenstrahl- und
Plasmatechnik
Winterbergstr. 28
01277 Dresden, Deutschland

*Ansprechpartner
Tel.: +49-351-25 86-120
Fax: +49-351-25 86-55-120
E-Mail: kopte.t@fep.fhg.de

Die VR China und hier insbesondere die Sonderwirtschaftszonen an der Ostküste des Landes gehören derzeit zu den am stärksten wachsenden Wirtschaftsgebieten der Welt. Jährliche Wachstumsraten bis zu 10 Prozent belegen dies.
So nahmen wir es mit großer Freude auf, als Ende 2001 die Firma Vacpro Vacuum System Integration Interesse an Beschichtungstechnologien aus unserem Hause bekundete. Vacpro, beheimatet in Shenzhen, beschäftigt sich mit der Planung und Realisierung von Vakuumbeschichtungsanlagen für unterschiedliche Endanwender in China und führt hierfür einheimische Anlagenbauer mit Lieferanten modernster Beschichtungstechnologie zusammen. In diesem Rahmen beabsichtigt Vacpro auch die Vermarktung von FEP-Technologien, insbesondere des reaktiven Puls Magnetron Sputtern in China. Im Jahr 2002 zeigte die Zusammenarbeit des Fraunhofer FEP mit Vacpro erste Erfolge. Es konnten Aufträge von chinesischen Firmen mit einem Gesamtumfang von ca. 120 000 € eingeworben werden. Schnell wurde jedoch auch klar, dass die Bearbeitung des chinesischen Marktes eine Aufgabe ist, die nicht alleine von Deutschland aus gelöst werden kann. In China besteht ein hoher Bedarf an Informationen zur modernen Beschichtungstechnologie und insbesondere auch deren Anwendungsmöglichkeiten. Daher organisierte das Fraunhofer FEP gemeinsam mit Vacpro im Oktober 2002 einen ersten Workshop in Hong Kong. Die Präsentationen des Fraunhofer FEP zu den Schwerpunkten:

- PMS und deren Anwendung für die Glasbeschichtung und die Beschichtung von Kunststoff-Folien
- Plasmaaktivierte Hochratebedampfung und deren Anwendung für die Beschichtung metallischer Platten und Bänder

wurden von ca. 80 Zuhörern verfolgt. Im Rahmen des Workshops konnte auch eine Reihe interessanter Kontakte zu Vertretern chinesischer Wirtschaftsunternehmen geknüpft werden.

Wir werden in den nächsten Jahren weitere Workshops in China veranstalten und erwarten aufgrund der gewonnenen Eindrücke ein Anwachsen des Auftragsvolumens chinesischer Firmen an das Fraunhofer FEP, auch wenn uns bewusst ist, dass die Marktbearbeitung in China nicht zuletzt wegen der besonderen Mentalität unserer asiatischen Partner stets eine Herausforderung bleiben wird.

Abb. 1
Seminar in Hong Kong
Referent Dr. Matthias Fahland und Übersetzer Oliver Wang.

Fig. 1
Seminar in Hong Kong
Speaker Dr. Matthias Fahland and translator Oliver Wang.

Cooperation
Fraunhofer FEP – China

The PR of China and here in particular the special economic zones on the eastern coast of the country are currently amongst the world's economic areas with the greatest growth, as is shown by annual growth rates of up to 10 per cent.
So at the end of 2001 we were very pleased to hear that the firm of Vacpro Vacuum System Integration was interested in coating technologies from our company. Vacpro, based in Shenzhen, is concerned with the planning and implementation of vacuum coating plant for various final users in China and for this purpose brings domestic plant constructors together with suppliers of modern coating technology. Within this framework, Vacpro also intends to market FEP technologies, in particular reactive pulsed magnetron sputtering, in China.
The year of 2002 saw first successes in the Fraunhofer FEP's cooperation with Vacpro. Orders from Chinese companies to an overall amount of about 120,000 € were acquired. However, it quickly became clear that processing the Chinese market is a task which cannot be solved only from Germany.

In China, there is a high demand for information on modern coating technology and, in particular, the possibilities of using it.
This is why the Fraunhofer FEP and Vacpro together organised a first workshop in Hong Kong in October 2002. The presentations by the Fraunhofer FEP on the fields of:
- PMS and its application for glass coating and the coating of plastic foils
- plasma-activated high-rate depositing and its application for coating of metal plates and strips

were attended by about 80 people.
In the course of the workshop, a series of interesting contacts to representatives of Chinese economic companies were made.

In the next few years, we shall be holding further workshops in China and the impressions gained give rise to the hope of an increase in the volume of orders from Chinese companies to the Fraunhofer FEP, even though it is clear to us that processing the market in China will always remain a challenge, not least due to the particular mentality of our Asian partners.

Abb. 2
Delegation des Fraunhofer FEP mit den Veranstaltern.

Fig. 2
Delegation of the Fraunhofer FEP with the organisers.

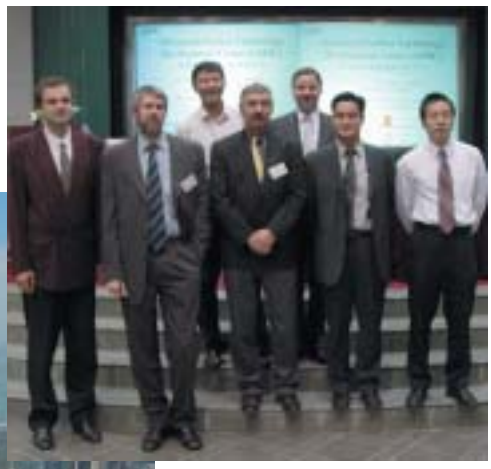


Abb./Fig. 3
Skyline of Hong Kong.

Dr. Torsten Kopte*

Fraunhofer-Institut für
Elektronenstrahl- und
Plasmatechnik
Winterbergstr. 28
01277 Dresden, Germany

*Corresponding author
Phone: +49-351-25 86-120
Fax: +49-351-25 86-55-120
E-mail: kopte.t@fep.fhg.de

Dissertationen
Dissertations

CHARTON, CH.:
Schichtwachstum, optische und elektrische Eigenschaften von Silber auf PET-Folie
Dissertation, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, 30.05.2002

Diplomarbeiten
Diploma Theses

BÖTTCHER, R.:
Untersuchungen zur dynamischen Korrektur der Ablenkfehler des Elektronenstrahls einer Elektronenkanone zur Materialbearbeitung und Nutzung der Ergebnisse zur Optimierung des Temperaturzyklus bei der Farbstrukturierung dichroitischer Polarisationsgläser
Diplomarbeit, Technische Universität Dresden, 2002

Mitarbeit in Verbünden
Memberships of the Fraunhofer Alliance

Verbund Oberflächentechnik und Photonik (VOB)

Fraunhofer-Themenverbund »Polymere Oberflächen«, POLO

Mitarbeit in Gremien
Memberships

BRÄUER, G.:
Mitglied des Koordinierungsausschusses des Arbeitskreises Plasmaoberflächentechnologie (AK Plasma)

BRÄUER, G.:
Mitglied des Beirates der Deutschen Vakuum-Gesellschaft e. V. (DVG)

BRÄUER, G.:
Mitglied des Wissenschaftlichen Beirates des Instituts für Oberflächenmodifizierung Leipzig e. V. (IOM)

BRÄUER, G.:
Mitglied des Kuratoriums der Zeitschrift »Vakuum in Forschung und Praxis«

BRÄUER, G.:
Mitglied des »International Organizing Committee« der »8th International Conference on Plasma Surface Engineering« (PSE)

BRÄUER, G.:
Mitglied des »International Organizing Committee« der »4th International Conference on Coating on Glass« (ICCG)

BRÄUER, G.:
Mitglied des Vorstandes der Deutschen Gesellschaft für Galvano- und Oberflächentechnik e. V. (DGO)

BRÄUER, G.:
Mitglied des Vorstandes Neue Materialien Niedersachsen e. V. (NMN)

BARTEL, R.:
Mitglied der Bewertungsgruppe Institut für Oberflächenmodifizierung (IOM) Leipzig des Wissenschaftsrates

BARTEL, R.:
Mitglied im Kompetenzzentrum Maschinenbau Chemnitz / Sachsen e. V.

SCHILLER, N.:
Mitarbeit im »Technical Advisory Commitee« der »Annual Technical Conference der Society of Vacuum Coaters« (SVC)

FRACH, P.:
Mitarbeit im VDE - ITG

FRACH, P.:
Mitarbeit im DFF

METZNER, CH.:
Mitglied des Executive Commitee der ICMCTF 2002

RÖGNER, F-H.:
Vertreter in der Fraunhofer Allianz REINIGUNGSTECHNIK

BARTZSCH, H.:
Europäische Forschungsgemeinschaft »Dünne Schichten« (EFDS)

Vorträge
Lectures

BRÄUER, G.:
Technologie und Anwendungen der Vakuumbeschichtung von Architekturglas
Frühjahrstagung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, Regensburg, März 2002

BRÄUER, G.:
Schichten auf Glas - PVD-Prozesse und ihre reaktiven Varianten,
OTTI-Seminar, Regensburg, April 2002

BRÄUER, G.:
Plasmagestützte Schicht- und Oberflächentechnik - heutiger Stand und zukünftige Trends,
55. BIV - Verbandstag, Lübeck, Mai 2002

BRÄUER, G.:
Aktuelle Entwicklungen der Vakuumbeschichtungstechnik,
9. Innovationstag der AiF, Berlin, Juni 2002

BRÄUER, G.:
Pulse Plasma Technology
4th International Conference on Coatings on Glass (Tutorial), Braunschweig, November 2002

BRÄUER, G.:
Oberflächenbeschichtungen: Beschreibung von Produktionsprozessen,
VDI-DGO-Workshop »Oberflächentechnik meets Produktionstechnik«
Düsseldorf, Dezember 2002

YAMAGISHI, M.; SATO, D.; KON, M.; IRIE, Y.; SONG, P.K.; SHIGESATO, Y.; FRACH, P.; SUZUKI, K.:
Photocatalytic TiO_2 coatings with dual cathode magnetron sputtering and r.f. magnetron sputtering
Zusammenarbeit: Aoyama Gakuin University, Fraunhofer-Institut für Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP uns Surf Tec Trans National 2nd Workshop on Pulsed Plasma Surface Technoloy (PPST) Germany, June 5 - 7, 2002, Dresden, Germany ©

WINKLER, T.:
Requirements of new pulse power supplies regarding reactive sputtering processes and adjustment of layer properties
2nd Workshop on Pulsed Plasma Surface Technoloy (PPST) Germany, June 5 - 7, 2002, Dresden, Germany ©

BARTZSCH, H.; FRACH, P.;GOEDICKE, K.; GOTTFRIED, CH.:
Energetic Substrate Bonbardment in Reactive Sputtering with Flange-Mounted Magnetrons in Different Pulse Modes
45th Annual Technical Conference Proceedings (2002) of the Society of Vacuum Coaters SVC April 14 - 17, 2002, Lake Buena Vista, Florida, USA, publ. in: Proceedings of the Conference, pp. 196 -201, © Society of Vacuum Coaters (SVCTM)2002

BARTZSCH, H.; BÖCHER, B.; FRACH, P.; GOEDICKE, K.; GLÖß, D.:
Reactive pulse magnetron sputtered SiO_2- and Al_2O_3-films for electrical insulation applications
PPST 2002, Indialantic, USA, 18. - 21. 4. 2002

BARTZSCH, H.; FRACH, P.; GOEDICKE, K.:
New possibilities in thin film Technology by innovative magnetron sources for reactive sputtering in different pulse modes
Seminar KITECH , Korea, 23.5.2002

BARTZSCH, H.; BÖCHER, B.; FRACH, P.; GOEDICKE, K.; GLÖß, D.:
Properties of SiO_2 and Al_2O_3-films for electrical insulation applications deposited by reactive pulse magnetron sputtering
PSE, Garmisch- Partenkirchen, 9.-13.9.2002, to be published in Surf. Coat. Technology

SCHILLER, N.; KRUG, M.; STRAACH, S.; NEUMANN, M.:
Deposition of Titanium Dioxide by High-Rate, Ion-Assisted Electrin Beam Evaporation
45th Annual Technical Conference of the Society of Vacuum Coaters SVC, April 14 - 17, 2002, Lake Buena Vista, Florida,, USA, publ. in: Proceedings of the Conference © Society of Vacuum Coaters (SVCTM) 2002

SCHILLER, N.; KRUG, M.; STRAACH, S.; GÜNTHER, ST.:
Plasma-aktivierte, reactive Vakuumbeschichtung von flexiblen Materialien
Workshop »In-line-Vakuum-Beschichtung und Plasmabehandlung von flexiblen Materialien« Magdeburg, 17.6.2002

RÖDER, O.:
e-ventus - Die technologische Innovation
e-ventus-Seminar in Dresden, FEP, 25.04.2002

SCHILLER, N.:
Coating of Plastic Webs by Advanced PVD Technologies
European Metalluzer Association, Iatanbul, April 2002

KLOSTERMANN, H.:
Pulse Magnetron Sputtering - Trends in Development and Application
8th Sheffield ABS days in Sheffield, UK, 23.-24. July 2002

GÜNTHER, ST.:
Plasmaaktivierte Verdampfung von Aluminium - Einflüsse auf Barriere- und andere Eigenschaften
10. Dresdner Vakuumtechnisches Kolloquium, 17 /18. Oktober 2002, Dresden

NYDERLE, R.; WINKLER, T.; EGEL, M.; KOPTE, T.; PETERS, C.; KRAUSE, U.:
Optical layers on flat substrates for display and automotive applications and glass coating
KITECH-Workshop, 21.- 26. Mai 2002, Seoul, Korea

NYDERLE, R.; WINKLER, T.:
Integrated package »Dual magnetron sputter (DMS) system« for the deposition of thin layers using PMS technology
KITECH-Workshop, 21.- 26. Mai 2002, Seoul, Korea

WINKLER, T.; JUNGHÄHNEL, M.; KIRCHHOFF, V.; NYDERLE, R.:
A new generation of power supply (PPSG) for PMS processes
PPST workshop, 18.4. - 20.4.2002, Indialantic,Florida,USA

RÖDER, O.:
e-ventus – Pure Innovation with Soft Electrons,15.9. - 20.9.2002, Tokyo,Japan

METZNER, CH.:
Latest Developments for PVD Coating of Metal Strips and Sheets at FEP
2nd International Symposium on Vacuum Coating of Metal Strips and Sheets, VaCMeSS 2002, 4.-5. September 2002, Dresden

RÖGNER, F-H.:
Fraunhofer Allianz REINIGUNGSTECHNIK – Was ist das?
Institutsseminar- FEP, 29.08.2002, Dresden

RÖGNER,F-H.:
New types of surface conditioning for steel thin sheet by high-rate evaporation in combination with plasma processes
Materials Week, 01.10.2002, München

RÖGNER, F-H.:
PVD-coating on metal strips and sheets – Technology and Application
KITECH, 7.10.2002; Seoul,Korea

YAMAGISHI, M.; KON, M; SATO, D.; IRIE, Y.; SONG, P. K.; SHIGESATO, Y.; FRACH, P. AND SUZUKI, K.:
Photocatalytic TiO_2 films deposited by sputtering for »SELF-CLEANING SMART WINDOWS«
14th Int. Conf. On Photochemical Conversion and Storage of Solar Energy (IPS), Hokkaido Univ., Sapporo, Hokkaido, Japan, Aug. 9, 2002.

RANK, R.; WÜNSCHE, T.; GÜNTHER, S.:
Optimized RF discharges for effective pretretment of plastic webs at high speed
8th International Conference on Plasma Surface Engineering, 9.9. - 13.9. 2002, Garmisch-Partenkirchen

RANK, R.; SCHILLER, N.; FAHLAND, M.; CHARTON, CH.; KRUG, M.:
Coating on plastic webs by advanced PVD technologies
16th International Vacuum Web Coating Conference(AIMCAL) 21.10. - 23.10.2002, Sedona,Arizona, USA

CHARTON, CH.; FAHLAND, M.:
Electrical properties of Ag films on PET deposited by magnetron sputtering
Tagungsbeitrag zur »Jahrestagung 2002 der DVG e. V., Magdeburg, 17.-20.06.2002
Vortrag zur 8th international Conference on Plasma Surface Engineering, Garmisch-Partenkirchen, 09.-13.09.2002

RANK, R.:
Enhanced layer properties of AL on PP due to pre-treatment with a magnetic enhanced RF discharge
16 th International Vacuum Web Coating Conference(AIMCAL) 21.10. - 23.10.2002, Sedona,Arizona, USA

KOPTE, T.; NYDERLE, R.; WINKLER ,T.; EGEL, M.; PETERS, C.; KRAUSE, U.:
Integrated package »dual magnetron sputter (DMS) system« for applications on glass coating
KITECH Workshop,Hongkong, 11.10. - 14.10.2002,
Japan, 14.10. - 19.10.2002

METZNER, CH.; SCHEFFEL, B.:
Plasma-activated hig-rate electron beam deposition by using of spotless arc discharges (SAD & RAD processes)
workshop »Plasma-activated deposition«
7.10.2002, Seoul,Korea

METZNER, CH.:
Plasmaaktivierte Hochratebedampfung – eine Kernkompetenz des Fraunhofer FEP
VOP-Treffen, 26./27.09.2002,Dresden

KIRCHHOFF, V.:
Puls-Magnetron Sputtering – Kernkompetenz 2
VOP-Treffen, 26./27.09.2002,Dresden

BARTEL, R.:
Oberflächenbehandlung u. Materialbearbeitung mit dem Elektronenstrahl
VOP-Treffen, 26./27.09.2002,Dresden

CHARTON, CH.; KLEIN, A.; FAHLAND, M.:
Beschichtung von Kunststoff-Follien mit transparenten, leitfähigen Oxiden (TCO´s)
Tagungsbeitrag zum »Neuen Dresdener Vakuumtechnischen Kolloquium«,
17./18.10.2002,Dresden

NYDERLE, R., WINKLER, T., FAHLAND, M.:
New developments in pulsed plasma technology and recent results in web sputtering applications
Workshop on Pulsed Plasma Surface Technologies, Japan, Osaka, 14.-19. 10./2002

FRACH , P.; ZYWITZKI, O.; GOEDICKE, K.; GOTTFRIED, C.; KLINKENBERG, S.; BÖCHER, B.; SAHM, H., MODES, T.:
TiO_2 films of rutile and anatase structure deposited on unheated substrates by reactive magnetron sputtering using matched pulse mode and pulse parameter
8th International Conference on Plasma Surface Engineering, 09.-13.09 2002, Garmisch-Partenkirchen
publ.: proceedings of the conference PSE © (erscheint 2003)

FRACH ,P.; ZYWITZKI,O.; GOEDICKE,K.; GOTTFRIED, C.; KLINKENBERG,S.; SAHM, H.; MODES, T.:
Rutile and anatase phase TiO_2 films obtained on unheated substrates by matched pulse mode and pulse parameters in reactive magnetron sputtering
4th International Conference on Coating on Glass, ICCG, 03.-07.11.2002, Braunschweig, publ.: proceedings of the conference ICCG ©, S. 77-83

METZNER, CH.; SCHEFFEL, B.; SCHILLER ,N.; MORGNER, H.:
Plasma-activated hig-rate electron beam deposition – Overview
Workshop »Plasma-activated deposition«
7.10.2002, Seoul,Korea

METZNER, CH.; SCHEFFEL, B.; ROEGNER, F.-H.:
Plasma-activated hig-rate electron beam deposition - application onto Metals
Workshop 11.10.2002, Hong-Kong, China

METZNER, CH.; BRÄUER, G.:
Plasmabasierte Prozesse für die Oberflächenbehandlung metallischer Bänder
Herbstsitzung des AK Plasmaoberflächentechnologie, 12./13. 11. 2002, DOC/TKS, Dortmund

PETERS, C.:
Sputtertechnologie für Displayanwendungen am Beispiel Magnesiumoxid
Vortrag auf der 100. Fachtagung des Fachausschusses der ITG, Braunschweig 2002

DAISUKE SATO, MASATO KON, MAKIKO YAMAGISHI, PUNG KEUN SONG, YUZO SHIGESATO, PETER FRACH, KOUICHI SUZUKI AND JUNJI HIRAOKA:
High rate Deposition of Photocatalytic TiO_2 Films by Reactive Magnetron Sputtering Using Dual Cathodes with Plasma Emission Control System
14th Int. Conf. on Photochemical Conversion and Storage of Solar Energy (IPS),
Aug. 5, 2002, Hokkaido Univ., Sapporo, Japan.

Veröffentlichungen
Publications

BRÄUER, G.:
Beschichtungen veredeln Massenprodukte
Fraunhofer Magazin 2.2002, 14-15

BEWILOGUA, K.; BRÄUER, G.:
Kohlenstoffschichten gegen Reibung und Verschleiß,
CAROLO-WILHELMINA, Forschungsmagazin der Technischen Universität Braunschweig, Heft 1/2002, 34-38

Günter Bräuer
Moderne Beschichtungen veredeln Massenprodukte
in: Hans-Jürgen Warnecke, Hans-Jörg Bullinger (Herausgeber) Kunststück Innovation - Praxisbeispiele aus der Fraunhofer-Gesellschaft Springer-Verlag, 2003, 125-129

SCHEFFEL., B.; EHLERS, K-D.; SCHUMACHER, B.; FLOSSDORF, F.-J.; HAGLER, J.; METZNER, CH.; STEFFEN, R.; STEINBECK, G.:
New types of coating Systems for steel sheets by high-rate evaporation in combination with plasma processes
Publ. In: steel research 73 (2002) No. 3, pp 114 - 122

KRUG, M.; NEUMANN, M.:
Abriebschutzbeschichtung von Kunststoffen durch plasmaaktivierte Hochratebedampfung
Abrasion Resistant Coatings on Plastics by Plasma Activated High Rate Deposition
»Vakuum-Technik«, 3/2002, S. 169-172

KON, M.; SHIGESATO, Y.; SONG, P. K.; FRACH, P.; KOJIMA, H.; SUZUKI, K.:
Al-doped ZnO films deposited by reactive magnetron sputtering in r.f. mode with a single cathode and m.f. mode with dual cathodes
3rd Int. Conf. on Coatings on Glass (ICCG), 28.10.-2.11.2000, Maastricht, NL,
publ. in Proceedings of the Conference, p. 123 - 124 © Elsevier Science B.V., Amsterdam
publ. in Japan J. Appl. Phys. Vol. 41 (2002) pp. 814 - 819; Part 1, No. 2A February 2002© The Japan Society of Applied Physics

METZNER, CH.:
Coating of large areas by plasma activated electron beam PVD technologies
13th International Colloquium on Plasma Processes (CIP), June 10th - 14th, 2001, Antibes, France
publ. in: Le Vide-science, technique and opplication, 57 eme annee, No. 303, Vol ¼. 2002; p.58 ff

BARTZSCH, H.; FRACH, P.; GOEDICKE, K.; BÖCHER, B.; GOTTFRIED, C.:
Ensuring long term stability of process and film parameters during target life time in reactive magnetron sputtering
ICMCTF 2001, 30.4. - 4.5., San Diego, USA
Surface and Coatings Technology (2002), Vol.150,Iss.1,p. 88-94
© Elsevier Science B. V., Amsterdam

FABER, J.; HÖTZSCH, G.; METZNER, CH.:
Sputter etching of steel substrates using DC and MF pulsed magnetron discharges
publ. in: Vacuum 64 (2002), Iss. 1, p. 55-63
© Elsevier Science B. V., Amsterdam

SCHILLER, N.; KRUG, M.; STRAACH, S.; NEUMANN, M.:
Deposition of Titanium Dioxide by High-Rate, Ion-Assisted Electrin Beam Evaporation
45th Annual Technical Conference of the Society of Vacuum Coaters SVC,
April 14 - 17, 2002,
Lake Buena Vista, Florida, USA,
publ. in: Proceedings of the Conference
© Society of Vacuum Coaters (SVCTM)2002

RANK, R.; SCHILLER, N.:
Großflächenbeschichtung von Kunststoff-Folien durch Vakuumverfahren
veröff. in: Zeitschrift »COATING« 31.1.2002

KLOSTERMANN, H.; FIETZKE, F.; ZYWITZKI, O.; GOEDICKE, K.:
High Density Pulsed Plasmas for the Deposition of Hard Coatings on Three-Dimensional Substrates
45th Annual Technical Conference Proceedings (2002) of the Society of Vacuum Coaters SVC
April 14 - 17, 2002,
Lake Buena Vista, Florida, USA,
publ. in: Proceedings of the Conference
© Society of Vacuum Coaters (SVCTM) 2002

WINKLER, T.:
Pulse Magnetron Sputtering - Development and Application Trends
45th Annual Technical Conference Proceedings (2002) of the Society of Vacuum Coaters SVC
April 14 - 17, 2002,
Lake Buena Vista, Florida, USA,
publ. in: Proceedings of the Conference
© Society of Vacuum Coaters (SVCTM) 2002

FAHLAND, M.; CHARTON, CH.; KLEIN, A.:
Deposition Technology of Transparent Conductive Coatings on PET Foils
45th Annual Technical Conference Proceedings (2002) of the Society of Vacuum Coaters SVC
April 14 - 17, 2002,
Lake Buena Vista, Florida, USA,
publ. in: Proceedings of the Conference
© Society of Vacuum Coaters (SVCTM) 2002

ZYWITZKI, O.; GOEDICKE, K.; MORGNER, H.:
Structure and properties of Al_2O_3 layers deposition by plasma activated electron beam evaporation
publ. in: Surface and Coatings Technology, 151 -152, 2002-02-14

BARTZSCH, H.; FRACH, P.;GOEDICKE, K.; GOTTFRIED, CH.:
Energetic Substrate Bombardment in Reactive Sputtering with Flange-Mounted Magnetrons in Different Pulse Modes
45th Annual Technical Conference Proceedings (2002) of the Society of Vacuum Coaters SVC
April 14 - 17, 2002,
Lake Buena Vista, Florida, USA,
publ. in: Proceedings of the Conference
pp. 196 - 201
© Society of Vacuum Coaters (SVCTM) 2002

TIGGES, J.; RÖDER, O.; LINDNER, K.:
e-ventus - ein praxisreifes, physikalisches Saatgutbehandlungsverfahren gegen samenbürtige Getreideschaderreger
Gesunde Pflanzen, 54. Jahrg., Heft 5 - 2002

GÖTZ, F.; RÖDER, O.; SCHALLER, H-J.:
Verfahren zur Keimreduzierung von Schüttgut
Mühle + Mischfutter, Heft 5, S. 133, 2002

METZNER, CH.; SCHEFFEL, B.; SCHILLER, N.:
Plasma-activated electron beam high-rate PVD for large areas
EBEAM 2002,27.10.-29.10.2002,
South Carolina USA
publ. in: Proceedings in paper presented at EBEAM 2002

CHARTON, CH.; FAHLAND, M.:
Growth of Ag films on PET deposited by magnetron sputtering
publ.: Vacuum, vol 68/1, pp 65-73, 10-2002

METZNER, CH.; KIRCHHOFF, V.:
Entwicklung neuer Beschichtungstechnologien - Plasmaaktivierte Hochratebedampfung großer Flächen
publ.: Forschungsbericht zum Festkolloquium des EFDS am 19.11.2002 in Dresden

KRAUSE, U.; HARTUNG, U.; PETERS, C.; TAUTENHAHN, I.:
Investigation of the behaviour of a lambda probe in reactive sputtering environment
Konferenz PPST Europe, Dresden,
5.- 7. Juni 2002, Poster,

KRAUSE, U.; RETTICH*, T.; WIEDEMUTH*, P.
* Hüttinger Elektronik; Elsässer Str. 8,
D-79110 Freiburg, Germany
Dual Magnetron Sputter System as dc cathode - an investigation of its electrical properties
Konferenz PPST Europe, Dresden,
5.- 7. Juni 2002, Poster

KRAUSE, U.; PETERS, C.; RETTICH, T.*; WIEDEMUTH, P.:
***Comparison of layer properties deposited with unipolar and bipolar pulsed magnetron sputtering**
*Hüttinger Elektronik; Elsässer Str. 8, D-79110 Freiburg, Germany 4rd-ICCG, 4rd International Conference on Coatings on Glass,
Braunschweig, 3- 7.11.2002,
Artikel in den Proceedings

O. TREICHEL (A), U. KRAUSE (B), C. PETERS (B), U. HARTUNG (B), I. TAUTENHAHN (B), W.-M. GNEHR (B), M. LIST (C):
The resistance lowering effect of an additional ZnO-layer in a low-E system on glass
(A) Leybold Optics GmbH, Siemensstrasse 88,
D-63755 Alzenau
(B) Fraunhofer Institut für Elektronenstrahl- und Plasmatechnik, Winterbergstraße 28, D-01277 Dresden, Germany
Committee Ardenne Anlagentechnik,
Plattleite 19/29, D-01324 Dresden
4rd-ICCG, 4rd International Conference on Coatings on Glass, Braunschweig,
3.-7.11.2002 Artikel in den Proceedings

MASATO KON, PUNG KEUN SONG, YUZO SHIGESATO, PETER FRACH, AKIO MIZUKAMI, KOICHI SUZUKI:
Al-Doped ZnO films Deposited by Reactive Magnetron Sputtering in Mid-Frequency Mode with Dual Cathodes
publ. in: The Japan Society of Applied Physics,
© Japan Society of Applied Physics, Part 1,
No 2A February 2002, pp. 814-819

Patente
Patents

Dr. Fietzke, F.; Goedicke, K.; Junghähnel, M.; Prof. Kirchhoff, V.; Reschke, J.; Winkler, T.:
Verfahren und Einrichtung zum Betreiben von Magnetronentladungen
DE 197 02 187

Dr. Fietzke, F.; Goedicke, K.; Käumle, F.; Separautzki, R.:
Verfahren zur Glanzbeschichtung von Kunststoffteilen, vorzugsweise für Fahrzeuge, und danach beschichtetes Kunststoffteil
DE 197 45 407
Erteilungsbeschluss

Eckholz, F.; Prof. Güldner, H.; Wolf, H.; Goedicke, K.; Handt, K.; Junghähnel, M.; Winkler, T.:
Verfahren und Schaltungsanordnung zur pulsförmigen Energieeinspeisung in Magnetronentladungen
DE 100 15 244

Prof. Kirchhoff, V.; Dr. Kopte, T.; Dr. Krause, U.; Dr. List, M.:
Verfahren zur Erkennung von Überschlägen in gepulst betriebenen Plasmen
DE 100 34 895

Goedicke, K.; Prof. Kirchhoff, V.; Liebig, J.-S.:
Einrichtung zum Beschichten von Substraten mit gekrümmter Oberfläche durch Pulsmagnetron-Zerstäuben
DE 101 45 050

Goedicke, K.; Prof. Kirchhoff, V.; Liebig, J.-S.; Winkler, T.:
Verfahren und Einrichtung zur Herstellung von Schichtsystemen für optische Präzisionselemente
DE 101 43 145

Goedicke, K.; Prof. Kirchhoff, V.; Liebig, J.-S.:
Einrichtung zum Beschichten von Substraten mit gekrümmter Oberfläche durch Pulsmagnetron-Zerstäuben
DE 101 45 201

Jahresrückblick
Review of 2002

2002

Januar

Vom 22. bis 24. Januar fand unser Technologieaudit statt, an dem auch Prof. Warnecke, Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft, teilnahm.

From January 22 to 24, our technology audit, at which Prof. Warnecke, President of the Fraunhofer-Gesellschaft also participated, takes place.

Februar

Prof. Dr. Kirchhoff wurde am 06.02. vom Senat der Westsächsischen Hochschule Zwickau (WHZ) zum Honorarprofessor für Vakuum- und Oberflächentechnologien berufen.

Aus Anlass des 10-jährigen Bestehens der FhG in Sachsen erfolgte am 26.02. die Grundsteinlegung am IZD Winterbergstraße.

Prof. Dr. Kirchhoff is appointed Honorary Professor for Vacuum and Surface Technologies by the Senate of the West Saxony University in Zwickau (WHZ) on February 6.

On the occasion of the 10th anniversary of the FhG in Saxony, the foundation stone for the IZD Winterbergstraße is laid on February 26.

März

Am 4. März eröffneten wir unser neu rekonstruiertes Institutsgebäude auf der Winterbergstraße 28.

On March 4, we have opened our new reconstructed institute building on the Winterbergstr. 28.

April

Am 26. April startete das Fraunhofer FEP gemeinsam mit dem Forschungszentrums Karlsruhe das erste ELEWER-Meeting.

Das Fraunhofer FEP war auch 2002 wieder mit einem Ausstellungsstand auf der Hannover Messe vertreten.

On April 26, the Fraunhofer FEP together with the Karlsruhe Research Centre starts the first ELEWER meeting.

Once again in 2002, Fraunhofer FEP was present at the Hanover Fair.

Mai

Am 15. Mai tagte die 13. Kuratoriumssitzung.

Im Anschluss an die vorjährige Eröffnung des KITECH-FhG FEP/IST Joint Office wurde auch in diesem Jahr ein KITECH-Seminar zum Puls-Magnetron-Sputtern organisiert.

On May 15 the 13. board of trustees conference have a meeting.

Following the before-year opening of the KITECH FhG FEP/IST joint Office, a KITECH seminar for Pulse Magnetron Sputtering was organized in this year, too.

Juni

Vom 18. bis 20. Juni waren wir Mitaussteller auf den DLG Feldtagen.

Ca. 100 Teilnehmer kamen zum European Workshop on Pulsed Plasma Surface Technologies (PPST) vom 5. bis 7. Juni in unser Haus.

From 18 to 20 June we were associate exhibitors on the DLG field days.

Approximate 100 participants came to the European Workshop on Pulsed plasma Surface Technologies (PPST) June into our house, from 5 to 7 June.

Am 31. Juli begann mit der Eröffnungsveranstaltung das Ausbildungsjahr 2002. Zum 1. August konnten wir fünf neue Lehrlinge begrüßen.

Juli

The apprenticeship year 2002 began with the opening event on July 31. On August 1 we could welcome five new apprentices.

Die Flut überraschte uns alle. Auch einige Mitarbeiter unseres Instituts waren direkt betroffen. Wir bedanken uns für die große Hilfe, die unseren Mitarbeitern zuteil wurde.

August

The floods took us all by surprise and some employees of our institute are directly affected. We thank everyone for the great help which was extended to our employees.

Vom 5. bis 6. September fand das 2. Internationale Symposium VaCMeSS statt.

Auch in diesem Jahr gaben wir Studenten der Westsächsischen Hochschule Zwickau die Möglichkeit, ein Komplexpraktikum zu absolvieren.

September

The 2. International symposium VaCMeSS has taken place from 5 to 6 September.

Also in this year we gave students of the west Saxonian university Zwickau the possibility to absolve a complex practical course.

Am 7. und 8. Oktober wurde ein zweites KITECH-Seminar organisiert, diesmal zum Thema Electron Beam Technology. Im Anschluss stellten Mitarbeiter des Fraunhofer FEP in Hong Kong unsere PVD-Technologien vor Industrievertretern vor.

Oktober

A second KITECH seminar was organized on 7 and 8 October, this time about Electron Beam Technology. Employees of the Fraunhofer FEP presented in Hong Kong our PVD technologies to industrial representatives.

Das 1. Dresdner Symposium für Elektronenstrahltechnologie, ELEWER, tagte an der Technischen Universität Dresden.

November

The 1st Dresden symposium for electron beam technology, ELEWER, had a meeting at the technical University of Dresden.

Prof. Bräuer blickt bei der Belegschaftsversammlung auf das vergangene Jahr zuück.

Dezember

Prof. Bräuer looks back to the past year on the staff meeting.

Impressum
Imprint

Redaktion
Editors
Prof. Dr. G. Bräuer
Prof. Dr. V. Kirchhoff
A. Arnold
M. Wünsche

Photos
A. Arnold
R. Grosser
M. Räbisch
K. Kretzschmar
Fraunhofer-Gesellschaft
O. Röder
TU Dresden
R. Günther
C. Breuer

Layout
K. Kretzschmar

Druck
Production
Druckhaus Dresden GmbH

Institutsadresse
Contact
Fraunhofer-Institut für
Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP
Winterbergstraße 28
D-01277 Dresden
Phone: +49 (0) 3 51/25 86-101
Fax: +49 (0) 3 51/25 86-105
e-mail: info@fep.fhg.de
Internet: http://www.fep.fraunhofer.de

FEP-Technikum Helmsdorf
Fabrikstraße 17
D-01833 Stolpen-Helmsdorf
Phone: +49 (0) 3 59 73/232-0
Fax: +49 (0) 3 59 73/232-24

Ansprechpartner
A. Arnold
Unternehmenskommunikation/
Öffentlichkeitsarbeit/PR
Manager Public Relation

Bei Abdruck ist die Einwilligung der Redaktion
erforderlich.

© Fraunhofer FEP, Dresden 02/2003