Fraunhofer
ADVANCER

FRAUNHOFER-ALLIANZ ADVANCER

advancer®

NEWSLETTER 3/2012

Der Begriff AdvanCer beinhaltet Vorwärtsorientierung, Fortschritt und Gewinn. Keramikhersteller und -anwender finden in dem Namen darüber hinaus ihren Hochleistungswerkstoff »Advanced Ceramics« wieder – den Werkstoff, der uns viele Zukunftschancen bietet. AdvanCer möchte Ihnen innovative Anwendungen von Hochleistungskeramik vorstellen: Systemlösungen mit »Ceramics inside« von heute und morgen.

INHALT

Seite 1/2
Al-reiches $Ti_{1-x}Al_xN$ – eine neuartige CVD-Schicht

Seite 3
Erfolgsstories zur Hochleistungskeramik

Seite 4
Highlights Applikationszentrum Bioenergie eröffnet

Al-REICHES $Ti_{1-x}Al_xN$ – EINE NEUARTIGE CVD-SCHICHT

Moderne Zerspanungswerkzeuge aus Hartmetall werden heute überwiegend mit keramischen Verschleißschutzschichten versehen. Diese dünnen Schichten mit Dicken zwischen 1 µm und 20 µm ermöglichen erhebliche Leistungssteigerungen bei der Bearbeitung von metallischen Werkstoffen.

Als industrielle Herstellungsverfahren haben sich die Chemische Gasphasenabscheidung (CVD) und die Physikalische Gasphasenabscheidung (PVD) etabliert. Antrieb für die Entwicklung neuer und immer leistungsfähigerer Verschleißschutzschichten sind die stetig steigenden Anforderungen an die Schneidwerkzeuge, die sich aus der Zunahme von Hochgeschwindigkeits- und Trockenbearbeitung sowie der Zerspanung hochfester und schwer spanbarer Materialien ergeben. Solche Materialien sind beispielsweise hochfeste Stahl- und Gusswerkstoffe, hochfeste Legierungen für den Automobil- und Flugzeugbau sowie Metall-Matrix-Komposite (MMC). An der Schneidkante und insbesondere auf der Spanfläche werden bei hohen Schnittgeschwindigkeiten Temperaturen von über 1000 °C erreicht. Neben einer hohen Härte müssen moderne

TiAlN-beschichtete Wendeschneidplatte.

Verschleißschutzschichten deshalb auch eine gute Oxidationsbeständigkeit aufweisen und chemisch inert gegenüber dem Werkstückmaterial sein.
Im Laufe der letzten beiden Jahrzehnte ist $Ti_{1-x}Al_xN$ mit kubischer Struktur eine wichtige Standardschicht für den Verschleißschutz geworden. Da es sich um ein metastabiles Material handelt, konnte es bisher

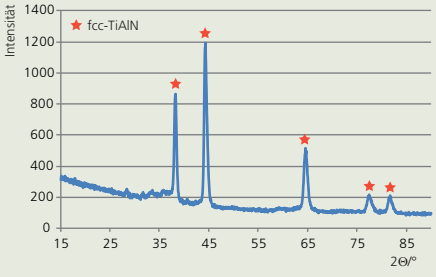
Fortsetzung Seite 2

FORTSETZUNG ÜBERSICHTSBEITRAG

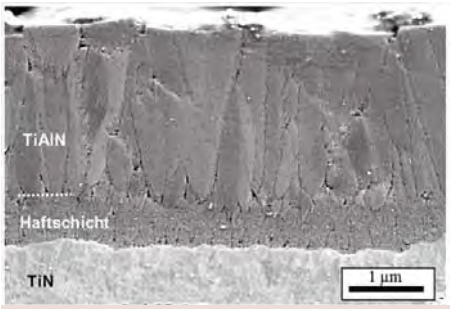
nur mit Beschichtungsverfahren erzeugt werden, die bei relativ niedrigen Temperaturen arbeiten. Deshalb wird TiAlN im industriellen Maßstab ausschließlich mit PVD-Verfahren hergestellt. Eine Einschränkung der PVD-Verfahren besteht jedoch darin, dass der Aluminiumgehalt des $Ti_{1-x}Al_xN$ verfahrensbedingt auf x = 0,65 und damit auch die Oxidationsbeständigkeit begrenzt ist. Mit einem neuen CVD-Prozess, der im Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS entwickelt wurde, ist es nun möglich, kubische $Ti_{1-x}Al_xN$-Schichten mit deutlich höheren Aluminiumgehalten von x = 0,8 bis x = 0,9 herzustellen. Der CVD-Prozess arbeitet im so genannten Mitteltemperaturbereich zwischen 700 °C und 900 °C und bei Prozessdrücken unter 10 kPa.

Als Ausgangsstoffe werden die Aluminium- und Titanchloride $AlCl_3$ und $TiCl_4$ sowie Ammoniak und Wasserstoff verwendet. Die Herstellung der kubischen $Ti_{1-x}Al_xN$-Phase ist aber nur in einem bestimmten Prozessfenster möglich, d. h. unterhalb von 900 °C und bei bestimmten Verhältnissen von $AlCl_3/TiCl_4$. Bei einem zu niedrigen Verhältnis kommt es zur zusätzlichen Abscheidung von Titannitrid, bei einem zu hohen erfolgt die Abscheidung von AlN in der Wurtzitstruktur. Bei Temperaturen oberhalb von 850 °C kommt es ebenfalls zur Ko-Abscheidung von TiN und AlN. Hohe Anteile dieser Zweitphasen sind unerwünscht, da dadurch die Härte bzw. Oxidationsbeständigkeit der Verschleißschutzschicht reduziert wird.

In der untenstehenden Abbildung wird das Ergebnis der Röntgenstrukturanalyse für



Röntgendiffraktogramm einer $Ti_{0,1}Al_{0,9}N$-Schicht, hergestellt bei 800 °C.



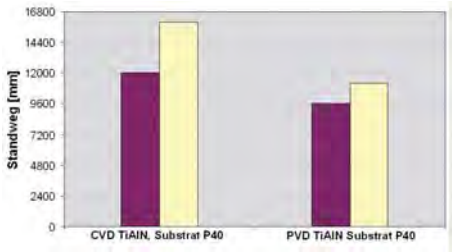
REM-Aufnahme des Querschliffs eines CVD-Schichtsystems, bestehend aus einer ersten TiN-Schicht, einer feinkristallinen Haftschicht und einer Deckschicht aus aluminiumreichen $Ti_{1-x}Al_xN$.

eine $Ti_{1-x}Al_xN$-Schicht mit einem hohen Aluminiumgehalt von x = 0,9 gezeigt, die nahezu ausschließlich aus der kubischen Phase fcc-TiAlN besteht. Die Schichten weisen hohe Härtewerte von ca. 3000 HV bei Raumtemperatur, moderate Druckeigenspannungen bis -1 GPa und eine Oxidationsbeständigkeit bis 900 °C auf. Die für die Anwendung relevantere Warmhärte ist mit ca. 1000 HV [0,2] bei 800 °C ebenfalls sehr hoch und liegt damit deutlich über der von TiN-, TiC- und TiCN-Schichten. Eine hohe Haftfestigkeit auf den Hartmetallwerkzeugen wird durch einen Schichtaufbau erzielt, wie er im Querschliff der obenstehenden Abbildung zu sehen ist.

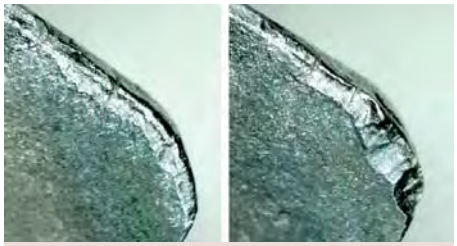
Die TiN-Schicht sorgt für die gute Anbindung zum Hartmetallwerkzeug. Eine nachfolgende feinkristalline Haftschicht gewährleistet eine kontinuierliche Zunahme der fcc-$Ti_{1-x}Al_xN$-Phase sowie der Härte. Damit ist die Herstellung eines sehr haftfesten Verbunds mit der TiAlN-Deckschicht möglich. Aluminiumreiches $Ti_{1-x}Al_xN$ mit x > 0,85 weist dabei ein grobkristallines Stängelwachstum auf.

Die neuen aluminiumreichen CVD-TiAlN-Schichten besitzen eine hervorragende Verschleißfestigkeit, die aus ihrer hohen Härte, den intrinsischen Druckeigenspannungen und der guten Oxidationsbeständigkeit resultiert. In verschiedenen Verschleißtests, wie Räumen und Fräsen von Stahl- und Gusswerkstoffen, zeigen die Schichten eine bis zu 100 % höhere Standzeit als marktübliche PVD- und CVD-Schichten. Das hohe Leistungspotenzial wird anhand eines Verschleißtests ersichtlich (Abbildungen unten), der eine deutliche Überlegenheit der neuen CVD-Schicht gegenüber einer konventionellen PVD-TiAlN-Schicht demonstriert.

Diese erfolgreiche, mehrjährige Forschung erfolgte im Rahmen eines Projekts des Arbeitskreises Hartmetall unter Beteiligung mehrerer Firmen. Die Firma Boehlerit skalierte den CVD-Prozess in den letzten Jahren auf und brachte 2011 die neue CVD-TiAlN-Schicht unter dem Handelsnamen »TERAspeed« auf den Markt (siehe Erfolgsstory auf Seite 3).



Zeilenfräsen von 42CrMo4V: Standweg von P40-Hartmetallwendeschneidplatten beschichtet mit der neuen CVD-TiAlN- und einer marktüblichen PVD-TiAlN-Schicht.



Zeilenfräsen von 42CrMo4V: Verschleißbilder von P40-Hartmetallwendeschneidplatten beschichtet mit der neuen CVD-TiAlN- und einer marktüblichen PVD-TiAlN-Schicht.

KONTAKT

Dr. Ingolf Endler
Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS
ingolf.endler@ikts.fraunhofer.de

ERFOLGSSTORIES

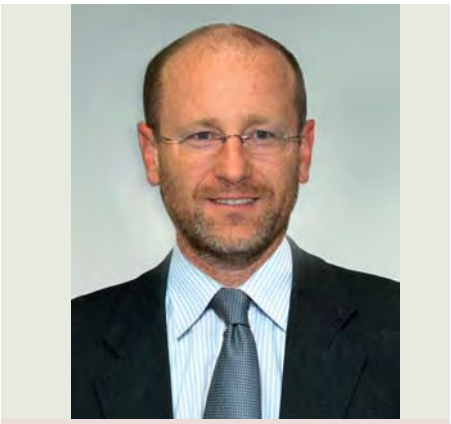
TERASPEED – SCHNEIDSTOFF MIT VORSPRUNG

Der Boehlerit GmbH & Co KG, dem österreichischen Spezialisten für Hartmetallwerkzeuge, ist es als erstem Unternehmen gelungen, eine neue Aluminiumtitannitrid-Hartstoffschicht (AlTiN) mittels chemischer Gasphasenabscheidung (CVD) serienmäßig auf Hartmetallwendeschneidplatten aufzubringen. Damit konnte die Zerspanungsperformance im Vergleich zu herkömmlichen AlTiN-Schichten, die mittels physikalischer Gasphasenabscheidung (PVD) erzeugt wurden, stark verbessert werden. In der Praxis wurde die Zerspanungsleistung beim Fräsen von Gusswerkstoffen um bis zu 200 % gesteigert.

Während die gängigen PVD-AlTiN-Hartstoffschichten anlagenbedingt einen Aluminiumanteil von weniger als 70 % haben, beträgt der Anteil an Aluminium in der neuen CVD-AlTiN-Schicht von Boehlerit mehr als 90 %. Damit erreicht sie eine Härte von HV 3500 und garantiert eine wesentliche Steigerung von Warmhärte, Oxidationsbeständigkeit und Schichthaftung. Der Vorteil der neuen Schicht, die unter dem Namen TERAspeed auf dem Markt ist, kommt aufgrund des hohen Aluminiumgehalts bei der Trockenbearbeitung und besonders bei hohen Schnittgeschwindigkeiten von über 250 m/min zum Tragen.

TERAspeed: Die neue CVD-AlTiN-Schicht steigert die Zerspanungsperformance von Wendeschneidplatten.

Bereits vor wenigen Jahren war es im Labormaßstab gelungen, kubische AlTiN-Schichten mit einem Aluminiumgehalt von mehr als 90 % mittels CVD-Verfahren herzustellen. Eine große Herausforderung stellte jedoch das Upscaling dar. Aufwendige



Dipl.-Ing. Jacek Kruszynski, Geschäftsführer bei der Boehlerit GmbH & Co KG.

apparative Anpassungen einer konventionellen MT-CVD-Beschichtungsanlage waren notwendig, um eine reproduzierbare Abscheidung des AlTiN hinsichtlich Schichtdicke und Zusammensetzung über den gesamten Beschichtungseinsatz zu erzielen.

Seit 1932 steht Boehlerit für permanente Innovation in der Metallbearbeitung. Mit der Einbindung in den Leitz-Firmenverband 1991 ist das Unternehmen zu einem führenden Hersteller von Schneidstoffen für die Metall-, Verbundwerkstoff-, Kunststoff- und Holzbearbeitung geworden. Mit rund 500 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern am Standort Kapfenberg ist Boehlerit einer der größten Arbeitgeber in der Obersteiermark.

ERFOLGSMODELL »GEMEINSCHAFTSAUFGABE«

In Zusammenarbeit mit dem Arbeitskreis Hartmetall des Fachverbands Pulvermetallurgie, in dem mehr als 20 Hartmetallhersteller und Rohstofflieferanten vertreten sind, führt das Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS seit vielen Jahren gemeinsame Forschungsprojekte durch. Im Rahmen der regelmäßigen Arbeitskreissitzungen präsentiert das Fraunhofer IKTS den Mitgliedern verschiedene Forschungsansätze und -konzepte, woraufhin mit interessierten Unternehmen eine so genannte Gemeinschaftsaufgabe abgeleitet wird. Anschließend legen alle Beteiligten in einem Kooperationsvertrag die einzelnen Aufgaben, das Budget sowie die Verwertungsrechte fest. Die Gemeinschaftsaufgaben werden über einen Zeitraum von zwei Jahren vom Projektkonsortium bearbeitet. Im Rahmen der halbjährlich stattfindenden Arbeitstreffen informieren und diskutieren die Projektpartner über die neusten Ergebnisse. In der Regel ergeben sich aus der Gemeinschaftsaufgabe Anregungen für weitere Forschungskooperationen.

Als gelungenes Projekt ist die Gemeinschaftsaufgabe »CVD-Beschichtung von Hartmetallen« zu nennen. Im Rahmen dieses Projekts wurden Ergebnisse erzielt, die die Firma Boehlerit in ihrem Produkt TERAspeed (siehe nebenstehender Beitrag) erfolgreich umgesetzt hat. Ein weiteres Beispiel ist die Gemeinschaftsaufgabe »Fließverhalten keramischer Pressgranulate«, in deren Rahmen geeignete Verfahren zur Charakterisierung des Fließverhaltens sowie Kenntnisse über die Wechselwirkungen zwischen primären Granulateigenschaften und resultierenden Verarbeitungseigenschaften erarbeitet wurden.

Diese Art des Kooperationsmodells ist eine Vorlage für Industriekonsortien aus Verbänden, Regionen oder anderen Interessensgemeinschaften. Durch den Verzicht auf öffentliche Förderung gewinnen die Projekte völlige Freiheit bei der Gestaltung der Forschungsverträge, der Zeit und Budgetplanung sowie der Definition des Formalismus. Um die individuellen und vertraulichen Fragestellungen zu bearbeiten, ergänzen die Unternehmen die Projekte häufig mit individuellen Zusatzaufgaben.

Hans Kolaska, Vorstandsmitglied des Fachverbands Pulvermetallurgie und Initiator der Projektform »Gemeinschaftsaufgabe«.

TERMINE

AdvanCer-Schulung »Keramische Hochleistungswerkstoffe«

- Teil 1: Werkstoffe, Verfahren
  6./7. März 2013 in Dresden
- Teil 2: Bearbeitung
  14./15. Mai 2013 in Berlin
- Teil 3: Konstruktion, Prüfung
  14./15. November 2013 in Freiburg

Seminare und Veranstaltungen des Fraunhofer IKTS

- Workshop: Nano- and membrane-based systems for water treatment
  17./18. April 2013
- Symposium: Thermoelektrik – Vom Werkstoff zum System
  17./18. April 2013

Nähere Informationen finden Sie unter **www.advancer.fraunhofer.de**

NEWS

EINWEIHUNG DES APPLIKATIONSZENTRUMS BIOENERGIE

Das Fraunhofer IKTS und die Lehmann Maschinenbau GmbH bündeln künftig ihre Kompetenzen auf dem Gebiet der stofflichen und energetischen Nutzung von Biomasse und weihten Mitte Oktober 2012 im Bioenergiepark Pöhl das Applikationszentrum Bioenergie (AZB) ein. Mit der Gründung des AZB werden die wissenschaftlichen Kompetenzen des Fraunhofer IKTS mit den langjährigen Erfahrungen und Fertigkeiten der LMB bei der Konstruktion und Fertigung von Ausrüstungen und Systemen für alle Teilprozesse der Biogaserzeugung und -nutzung verknüpft. Die installierte Pilottechnik umfasst dabei eine dreistufige Pilotbiogasanlage, innovative Prozessstufen zur Substratvorbehandlung, Rührfermenter zur Bewertung von Mischprozessen, Biogasreinigungs- und Entschwefelungsreaktoren sowie Technik zur Gärrestbehandlung und -entwässerung. Zur energetischen Nutzung des erzeugten Biogases werden Lösungen zur Verstromung mittels Brennstoffzelle demonstriert. Damit dient das Applikationszentrum der Verfahrensfestlegung, Langzeiterprobung und Maßstabsübertragung von Prozessen für die Effektivierung der Biogaserzeugung und -nutzung. Das Besondere dabei ist, dass die Verfahren stets in Verbindung mit geeigneten Ausrüstungen entwickelt werden. Dadurch ist die angestrebte Marktreife und Breitenanwendung schneller zu erreichen. Neben der Nutzung und weiteren Optimierung der bereits vorhandenen Technik soll das AZB als Versuchs- und Testfeld für neue Ideen, z. B. auf dem Gebieten der Gasaufbereitung mit keramischen Membranen und Katalysatoren sowie der Bioalkoholerzeugung genutzt werden. Das Applikationszentrum bietet Anwendern die einzigartige Möglichkeit, Wirkungsweisen und Betriebsergebnisse unmittelbar im Einsatz zu untersuchen.

EUROMOLD AWARD 2012

Ende November wurde auf der EuroMold, der Weltmesse für Werkzeug- und Formenbau, Design und Produktentwicklung, der EuroMold AWARD verliehen. Der Preis wird an ausstellende Unternehmen für hervorragende, beispielgebende Neuerungen im Fertigungs- und Dienstleistungssektor, beispielsweise für innovative Produkte, zukunftsweisende Fertigungsverfahren, neue Marktstrategien und Unternehmenskonzepte vergeben. Zu den diesjährigen Gewinnern zählen zwei Unternehmen, die erfolgreich Hochleistungskeramik nutzen bzw. herstellen. Der EuroMold Gold AWARD ging an die Hans-Hermann Bosch GmbH, die galvanisch belegte keramische Elektroden nutzt, um höchst präzise, geometrisch komplexe Metallbauteile über das elektrochemische Abtragsverfahren (ECM) herzustellen. Den EuroMold Silber AWARD gewann die Lithoz GmbH für ihr LCM-Verfahren (Lithography Based Ceramic Manufacturing) und die dazugehörige Maschine Cerafab 7500, mit denen Bauteile aus technischer Keramik in gleicher Dichte, Festigkeit und Präzision wie mit herkömmlichen Fertigungstechnologien hergestellt werden können.

IMPRESSUM

Herausgeber: Fraunhofer-Allianz AdvanCer
Winterbergstraße 28, 01277 Dresden
Telefon +49 351 2553-7504
advancer@ikts.fraunhofer.de
www.advancer.fraunhofer.de

Redaktion: Susanne Freund, Andrea Gaal

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck nur mit Genehmigung der Fraunhofer-Allianz AdvanCer. Bildnachweis auf Anfrage.