

Beschichtungen ■ Titanbearbeitung ■ Simulation

Was die Schicht schafft

Schneidstoff, Geometrie und Werkzeugsystem – dieses Trio betrachtet man als Ganzes, wenn Zerspanprozesse zu gestalten sind. Dass sich vor allem Schneidstoffe dynamisch entwickeln, liegt an neuester Beschichtungstechnik. Sie ist der Schlüssel für eine hohe Prozesseffizienz.

von Uwe Schleinkofer

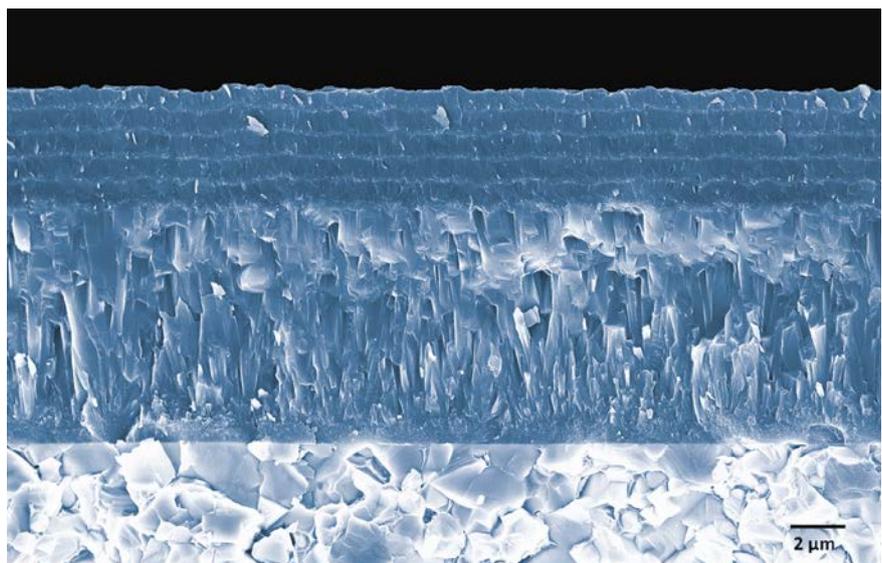
Es ist absehbar, dass Verschleißschutzschichten im Hinblick auf Effizienz und Zuverlässigkeit von Zerspanprozessen zukünftig eine noch wichtigere Rolle als jetzt schon spielen werden, wobei die Beschichtungsprozesse CVD und PVD aufgrund der Abdeckung unterschiedlicher Eigenschaftsprofile für den technischen Einsatz notwendig sind und auch weiterhin bleiben werden.

Neben der Weiterentwicklung der Beschichtungstechnologie haben neuartige Beschichtungskonzepte wie komplex-dotierte PVD-Beschichtungen oder auch TiB₂-CVD-Schichten eine erfolgversprechende Perspektive und werden kontinuierlich weiterentwickelt. Auch das Zusammenspiel zwischen geometrischen Aspekten an der Schneidkante und im Werkzeug, die Eigenschaften des Substratwerkstoffes wie Hartmetallzusammensetzung und/oder Korngröße sowie die Einsatzparameter solcher Werkzeuge sind ausschlaggebend für eine effiziente, zuverlässige Hochleistungsbearbeitung.

Beschichtungssysteme müssen sich neuen Herausforderungen stellen

Der Trend zu leistungsstärkeren Antriebssystemen und zur Leichtbauweise bei zugleich hohen Festigkeitswerten fördert den Einsatz schwer zerspanbarer Werkstoffe, die den Werkzeugen viel abverlangen. Die aktuell zur Verfügung stehenden Beschichtungssysteme müssen und können sich den neuen Herausforderungen stellen.

Chemisch abgeschiedene Beschichtungssysteme werden seit den 60er-Jah-

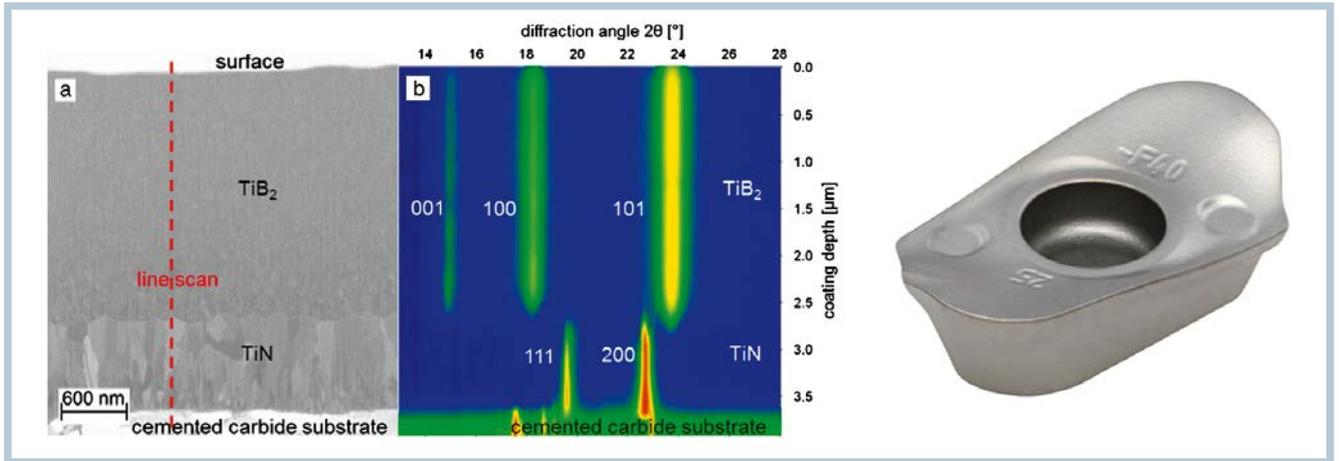


1 REM-Bruchbild einer Schneidstoffsorte zum Drehen (Colorstar-CTCP135), bei der die Fähigkeit aktueller CVD-Technologie genutzt wurde, Al₂O₃-Schichten mit gezielter Multilayerstruktur unter präziser Kontrolle der Abscheidemechanismen und Einhaltung der Schichtdicken im Nanometerbereich aufzubringen und damit die Zuverlässigkeit der Werkzeuge deutlich zu erhöhen (© Ceratizit)

ren auf Zerspanungsprodukte aufgebracht und wirken hier signifikant verschleißmindernd. Sie verlängern die Standzeit und ermöglichen steigende Schnittgeschwindigkeiten. Neben den Titancarbid-(TiC-), der Titanitrid-(TiN-) und Titanarbonitridschichten (TiCN) sowie deren Kombinationen in Mehrlagenschichten sind seit den 1970er-Jahren Aluminiumoxidschichten (Al₂O₃) die häufigsten Beschichtungsmaterialien. Die Komponenteneigenschaften dieser Schichten können durch gezielte Einstellung von Texturen und Kristallstrukturen während

des Beschichtungsprozesses beeinflusst und für den jeweiligen Anwendungsfall der Verschleißschutzschichten abgestimmt werden.

So wurde durch die Einführung von Mitteltemperatur-TiCN (MT-TiCN) Ende der 1980er-Jahre eine deutliche Verbesserung der Zähigkeit solcher Beschichtungen erzielt. Dieses Verhalten ist erklärbar mit der niedrigeren Abscheidetemperatur während des Beschichtungsprozesses und damit einer reduzierten Bildung spröder Phasen im Oberflächenbereich. Die beim Beschichten auftretende »



2 Wissensbasiertes Schicht- und Eigenspannungsdesign am Beispiel der Fräswendeschneidplatte XDKT11...-F40 in der Sorte CTC5240. CVD-TiB₂-Beschichtung mit zugehörigem REM-Bruchbild und Neutronenbeugungsdiagramm (N. Schalk et al., Surf. Coat. Technol. 2014)

(© Ceratizit)

säulenartige Kristallstruktur führt in Verbindung mit der optimalen Temperatur unmittelbar zu einer erhöhten Zuverlässigkeit der Werkzeuge in der technischen Anwendung.

Hohe Verschleißfestigkeit wirkt sich besonders in der Titanzerpannung aus

Neueste Entwicklungen zielen außer auf die Einstellung von Kristallstrukturen und Orientierungen auch auf neue Beschichtungswerkstoffe im CVD-Prozess, zum Beispiel TiAlN oder TiB₂. Letzterer zeigt neben einer hohen chemischen Stabilität hervorragende tribologische Eigenschaften, vor allem bei der Titanzerpannung im Flugzeugbau. Das sehr gute Verschleißverhalten resultiert aus der geringen Reibung gegenüber Titan und der hohen Härte von über 40 GPa.

Neueste Erkenntnisse in der Beschichtungstechnologie lassen, wie in Bild 2 gezeigt, ein wissensbasiertes Schicht- und Eigenspannungsdesign (siehe das Neutronenbeugungsdiagramm) zu, das eine optimale Schichthaftung und eine hohe Zuverlässigkeit in der technischen Anwendung ermöglicht, besonders beim Fräsen von Titanlegierungen. Um das zu erreichen, wurde der Eigenspannungsverlauf innerhalb des Schichtsystems durch gezielte Einstellung der Abscheidungsprozessparameter optimiert.

Aktuelle Schichtsysteme reichen von TiN-TiCN-Al₂O₃, das für Schneidstoffsorten-Reihen mit der Bezeichnung ›Blackstar‹ zum Bearbeiten von Stahl und Guss über TiCN-TiN-TiBN verwendet wird, über die ›Goldstar‹-Produktgruppe zum Bearbeiten rostfreien Stahls bis hin zu TiN-TiB₂ für das Fräsen von Titanwerkstoffen.

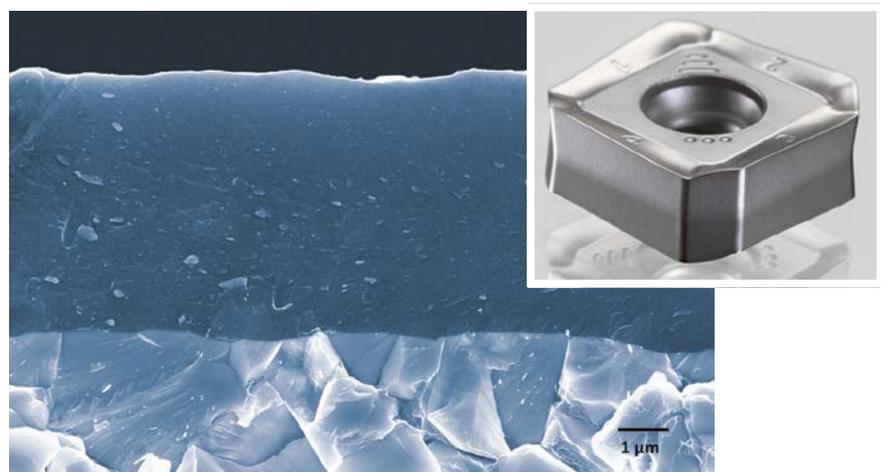
Vor allem die Möglichkeit, eine gezielte Multilayerstruktur unter präziser Kontrolle der Abscheidemechanismen und der Einhaltung der Schichtdicken im Nanometerbereich abzuscheiden, ermöglicht in der Ausgestaltung der Al₂O₃-Schichtsysteme eine deutliche Erhöhung der Zuverlässigkeit. Diese neueste Technologie in der Beschichtungstechnik wurde erst durch die Verwendung modernster Beschichtungsanlagen möglich. Seit Kurzem wird diese Technologie für die ›Colorstar‹-Produktgruppen angewandt (Bild 1).

Aktuelle Entwicklungen zielen auf maßgeschneiderte Eigenschaftsprofile

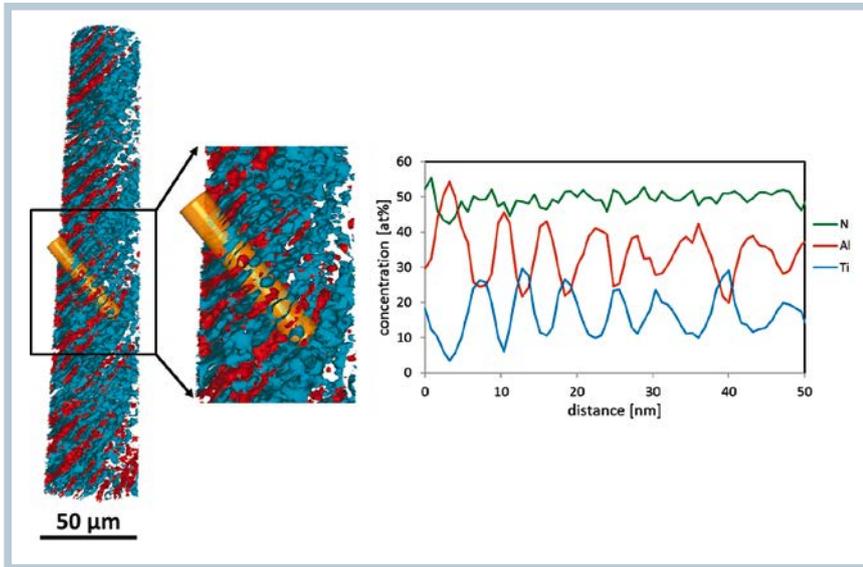
PVD-Beschichtungen werden meist als Verschleißschutzschichten beim Zerspanen mit positiven Spangeometrien verwendet. Hierbei stehen die Zähigkeitseigenschaften der Schneidkanten im Fokus.

Außer Vollhartmetall-(VHM-)Bohrern und VHM-Fräsern, die grundsätzlich so beschichtet werden, trägt man mitunter auch auf Wendeschneidplatten PVD-Beschichtungen auf, und zwar meist dann, wenn ein stark unterbrochener Schnitt und hohe Beanspruchungen, die aus dem Werkstoff resultieren, zu erwarten sind.

Die ersten Schichten wurden Anfang der 80-er Jahre, basierend auf den Systemen Titanitrid (TiN), Titancarbid (TiC) und Chromitrid (CrN), entwickelt. Bald bewährten sich besonders die TiN-Beschichtungen in großem Maßstab auf HSS-Werkzeugen und verschiedenen VHM-Produkten. Ein großer Schritt nach vorn war die Entwicklung binärer oder mehrphasiger Beschichtungssysteme durch Zuführung eines oder mehrerer Elemente. So wurde das Titanaluminiumnitrid (TiAlN) erfolgreich eingeführt, das sich durch ein verbessertes Oxidationsverhal-



3 REM-Bruchbild einer neuen, PVD-beschichteten Schneidstoffsorte zum Fräsen (Silverstar-CTPP235). Ihre moderne Monolayerschicht auf Basis von TiAlN mit weiteren Dotierungselementen erhöht die Oxidationsbeständigkeit bei hoher Temperatur (© Ceratizit)



4 Neueste Ergebnisse in der Analytik von Schichtsystemen: Atomsondentomographie einer nanolamellaren CVD-TiAlN-Beschichtung (C. Czettel et al., Plansee Seminar 2017)

[© Ceratizit]

ten und eine erhöhte thermische Stabilität auszeichnet.

Aktuelle Entwicklungen zielen auf maßgeschneiderte Eigenschaftsprofile der Beschichtungen durch komplexe Zusammensetzungen und optimierten Schichtaufbau sowie angepasste, hochgenaue Beschichtungsprozesse. Entsprechende Werkzeuge sind beispielsweise unter der Bezeichnung ›Silverstar‹ verfügbar. Bild 3 zeigt exemplarisch eine typische moderne PVD-Beschichtung für den Fräseinsatz bei rostfreien Stählen mit Kühlschmiermittel als Bruchbild. Hier wurden Dotierungselemente in das Schichtsystem eingebaut, um die Hochtemperaturstabilität des Schichtsystems deutlich zu verbessern.

Um die beschriebenen Schichtsysteme analysieren und weiter optimieren zu können, bedient man sich sowohl neuer hochauflösender, analytischer Methoden

als auch der werkstoffwissenschaftlich basierten Simulation. Tiefe Einblicke geben zum Beispiel die Transmissions-Elektronenmikroskopie (TEM) oder die Atomsondentomographie (Bild 4), die neuerdings bis hinunter auf die atomare Ebene auflösen kann. Diese Methoden werden von führenden Werkzeugherstellern und ihren Partnern an den Universitäten weiterentwickelt.

Die umfassende Kenntnis der Auswirkungen von Kräften und Temperaturen im Zerspanungsprozess ist ebenso wie das Wissen um die Eigenschaften der Schneidstoffe bei Zerspanungstemperatur grundlegender Baustein eines tiefgreifenden Materialverständnisses, das dazu dient, die Verschleißbeständigkeit von Präzisionswerkzeugen weiter zu verbessern. Zeitgemäße Hersteller nutzen dafür hochentwickelte Simulationsmodelle, die in der Lage sind, sowohl Hartmetalle als auch Schichten und deren Eigenschaften realitätsgetreu abzubilden.

Trotz allem Erreichten: Das Potenzial der Beschichtungstechnologie ist bei Weitem noch nicht ausgeschöpft. Abseits der eigentlichen Schicht kann zum Beispiel die Nachbehandlung im Zuge verschiedener Prozesse eine weitere deutliche Leistungssteigerung bewirken. Hier sind zukünftig weitere Entwicklungsschritte zu erwarten. Als führender Hersteller stellt sich Ceratizit diesen Herausforderungen und entwickelt auch in Zukunft Hochleistungsbeschichtungen zur Bereitstellung von Schneidstoffen und zugehörigen Werkzeugsystemen für die effiziente und zuverlässige Bearbeitung moderner Bauteile in allen industriellen Anwendungsbereichen. ■

INFORMATION & SERVICE



HERSTELLER

Ceratizit Austria GmbH

A-6600 Reutte
Tel. +43 5672 200-0
www.ceratizit.com

DER AUTOR

Dr. Uwe Schleinkofer ist Leiter Forschung und Entwicklung der Kompetenzmarke ›Cutting Solutions by Ceratizit‹ in Reutte/Österreich
uwe.schleinkofer@ceratizit.com

PDF-DOWNLOAD

www.werkstatt-betrieb.de/4247122