

Ionengestützte Laserpulsabscheidung von kubischen Bornitridschichten

Kubisches Bornitrid (c-BN) ist aufgrund seiner hohen Härte, hohen thermischen Leitfähigkeit, hohen Beständigkeit gegenüber chemischen Reaktionen, hohen thermischen Stabilität und großen optischen Energiebandlücke von großem Interesse für den Einsatz als Verschleiß- und Korrosionsschutzschichten sowie als optische Vergütungsschichten. Im Vergleich zum Einsatz von Diamant als verschleißminderndes Material bietet das kubische Bornitrid den Vorteil, dass es sich auch als Verschleißschutzschicht für Werkzeuge zum Bearbeiten von Eisenlegierungen eignet und bei Temperaturen bis 1300 °C eingesetzt werden kann.

Bei dem von uns verwendeten Verfahren der ionengestützten Laserpulsabscheidung werden c-BN-Schichten durch den Abtrag von Bor- oder Bornitridtargets mittels Excimer-Laserstrahlung bei gleichzeitigem kontinuierlichen Stickstoff- bzw. Stickstoff/Argon-Ionenstrahlbeschuss der aufwachsenden Schichten erzeugt. Die Besonderheiten dieses Verfahrens bestehen in der hohen momentanen Aufwachsrate infolge des gepulsten Teilchenstromes hoher Intensität bei hohen Teilchenenergien, die eine hohe Materialdichte, ein nahezu zweidimensionales Wachstum und damit eine geringe Oberflächenrauigkeit bewirkt, die unabhängige Beeinflussung des Schichtwachstums durch die kontinuierliche Ionenstrahleinwirkung auf die aufwachsende Schicht sowie die Möglichkeit der Erzeugung einer speziellen hexagonalen BN-Phase als haftvermittelnde Zwischenschicht.

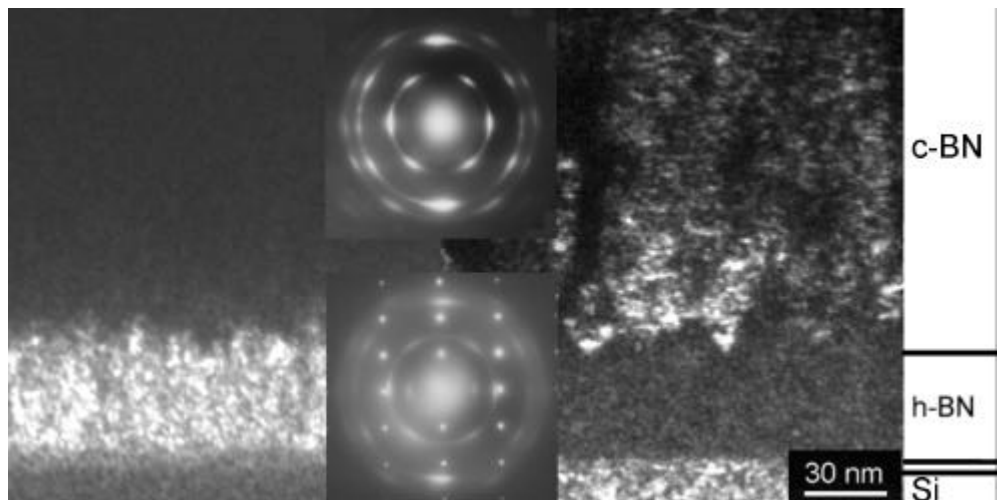
Im Ergebnis der bisherigen Untersuchungen wurden mit diesem Verfahren nahezu phasenreine kubische Bornitridschichten abgeschieden. Die maximalen Aufwachsrate betragen bislang 100 nm/min und liegen damit fast eine Größenordnung höher als bei anderen Verfahren. Die erforderliche Substrattemperatur liegt bei 160 °C. Die Schichten sind nanokristallin.

Die allgemein bekannte geringe Haftfestigkeit von c-BN-Schichten konnte von uns dadurch wesent-

lich verbessert werden, dass h-BN Haftschichten verwendet werden, deren Erzeugung ebenfalls durch Laserpulsabscheidung jedoch bei wesentlich geringerer Ioneneinwirkung als bei der c-BN-Schichtabscheidung erfolgt und die selbst hohe Härten und Packungsdichten besitzen. Bislang konnten bis zu 400 nm dicke c-BN-Schichten haftfest auf Silicium- und WC-Hartmetallsubstrate unter Verwendung solcher Zwischenschichten mit 50 nm bzw. 200 nm Schichtdicke abgeschieden werden, wobei der Übergang zur c-BN-Phase durch die Variation der Abscheideparameter ohne Unterbrechung des Beschichtungsprozesses erfolgt. Mittels Ritztest wurden an solchen Schichtsystemen kritische Lasten im Bereich von 35 bis 50 N gemessen.

Die Härte der c-BN-Schichten liegt im Bereich von 40 bis 45 GPa. Die niedrigen Reibungskoeffizienten von 0,05 bis 0,1 sind für tribologische und Verschleißschutzanwendungen ebenfalls von großer Bedeutung.

Aufbauend auf den bisherigen Ergebnissen werden gegenwärtig neben weiteren grundlagenorientierten Forschungsarbeiten vor allem Untersuchungen zum Einsatz der c-BN-Schichten auf realen Werkzeugen durchgeführt. Dies geschieht in Zusammenarbeit mit industriellen Partnern, wie der Roth & Rau Oberflächentechnik GmbH Wüstenbrand.



TEM- und TED-Aufnahmen vom Querschnitt eines h-BN/c-BN-Schichtsystems abgeschieden bei 50 nm/min c-BN-Aufwachsrate auf Silicium. Links-Dunkelfeldaufnahme unter Verwendung eines h-BN (002) Beugungsreflexes. Rechts-Dunkelfeldaufnahme unter Verwendung eines c-BN (111) Beugungsreflexes. Oben-Beugungsaufnahme von der reinen c-BN-Schicht. Unten-Beugungsaufnahme vom Si-, h-BN, c-BN-Bereich.

Kontakt:

Dr. Steffen Weißmantel
Tel.+Fax: 03727-581 449
e-mail: steffen@htwm.de

Projektleiter:

Prof. Dr. G. Reißer
Tel.+Fax: 03727-581 322

Vorstand:

Prof. Dr. Horst Exner / Direktor
Prof. Dr. habil. Günter Reißer
Prof. Dr. Bernhard Steiger

Bankverbindung:

Hainichen VR 851

☎ 03727 581413

☎ 03727 581322

☎ 03727 581274

Bankverbindung:

Forschungszentrum Mittweida e.V. / Commerzbank Mittweida / BLZ 870 40000 / KO 522383902

Anschrift:

Laserinstitut Mittelsachsen e.V. an der Hochschule Mittweida (FH)
Technikumplatz 17
09648 Mittweida