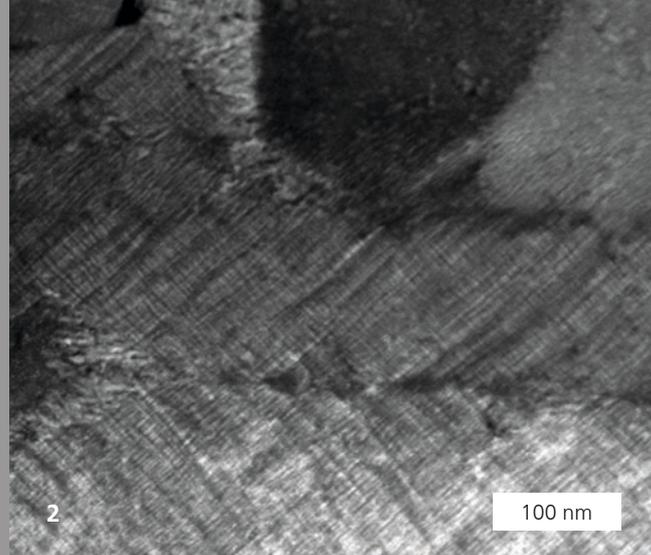




1



2

100 nm

VERSCHLEISSMINDERNDE ALUMINIUMREICHE CVD-TiAlN-SCHICHTEN

Dr. Mandy Höhn, Dipl.-Phys. Mario Krug

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. An der Schneidkante und insbesondere auf der Spanfläche werden bei hohen Schnittgeschwindigkeiten Temperaturen von über 1000 °C erreicht. Neben einer hohen Härte müssen moderne Verschleißschutzschichten deshalb auch eine gute Oxidationsbeständigkeit aufweisen und chemisch inert gegenüber dem Werkstückmaterial sein. Im Laufe der letzten Jahre ist $Ti_{1-x}Al_xN$ mit kubischer Struktur eine wichtige Standardschicht für den Verschleißschutz geworden. Aluminiumreiche $Ti_{1-x}Al_xN$ -Schichten, die vorwiegend die harte kubische Phase enthalten, bieten eine wesentlich bessere Verschleißbeständigkeit im Vergleich zu $Ti_{1-x}Al_xN$ -Schichten mit geringeren Aluminiumgehalten. Mit konventionellen PVD-Verfahren, wie dem Magnetronputtern oder dem Arc-Verfahren, sind $Ti_{1-x}Al_xN$ -Schichten mit vorwiegend kubischer Struktur und hohen Aluminiumgehalten von $x > 0,65$ bisher nicht herstellbar. Mit thermischer CVD kann kubisches $Ti_{1-x}Al_xN$ mit $x > 0,65$ auf Hartmetallsubstraten abgeschieden werden. Die Ursachen für die Stabilisierung der kubischen Phase im CVD-Prozess bei sehr hohen Aluminium-Gehalten sind jedoch nicht geklärt. Daher wird am Fraunhofer IKTS das Ziel verfolgt, die Mechanismen der CVD-Abscheidung tiefer zu untersuchen und anhand dieser Ergebnisse die Struktur weiter zu verbessern. Die CVD-Abscheidung erfolgte in einem horizontalen Unterdruck-Heißwandreaktor mit getrennter Einleitung der reaktiven Gase. Als Ausgangsstoffe wurden für die $Ti_{1-x}Al_xN$ -Schichten die Reaktanten $TiCl_4$, $AlCl_3$ und NH_3 sowie Ar, H_2 und N_2 eingesetzt.

Variiert wurden die Abscheidungsparameter Temperatur (700–900 °C), Druck (5–60 mbar) und Gaszusammensetzung. Durch eine gezielte Einstellung des NH_3/H_2 -Verhältnisses konnte der Anteil an weichem, wurzitischem AlN in den abgeschiedenen kubischen $Ti_{1-x}Al_xN$ -Schichten minimiert werden. Damit wurde eine Erhöhung der Eindruckhärte von 25 auf 32 GPa realisiert. Die Mikrostruktur zeigt die Bildung großer Al-reicher kubischer $Ti_{1-x}Al_xN$ -Säulenkristallite, die entlang der $\langle 110 \rangle$ -Richtung wachsen. Unter günstigen Abscheidungsbedingungen kann die Bildung von nanolamellaren Strukturen – so genannte Fischgrätenstruktur (Bild 2) – innerhalb der aluminiumreichen kubischen $Ti_{1-x}Al_xN$ -Kristalle gezielt eingestellt werden. Diese Säulenkristallite zeichnen sich durch periodisch angeordnete Al- und Ti-reiche kubische $Ti_{1-x}Al_xN$ -Domänen aus, die beim Scannen von TEM mit EDS und EELS beobachtet werden. Die entwickelten aluminiumreichen $Ti_{1-x}Al_xN$ CVD-Schichten besitzen eine hervorragende Verschleißfestigkeit, die aus ihrer hohen Härte, den intrinsischen Druckeigenstressungen und der guten Oxidationsbeständigkeit resultiert.

Danksagung: Die durchgeführten Arbeiten wurden im Rahmen des SAB-Projekts AlTiNtec (Fördernummer 100299546/3103) von der EU und dem Freistaat Sachsen finanziell gefördert.



- 1 CVD-TiAlN-beschichteter Fräser und Bohrer.
- 2 Fischgrätenartige Mikrostruktur einer $Ti_{0,15}Al_{0,81}N$ -Hartstoffschicht – abgeschieden mittels CVD (TEM-Aufnahme, Quelle: TU BA Freiberg).