

## HOCH BELASTBARE HARTSTOFFSCHICHTEN MIT HOHER OBERFLÄCHENGÜTE

### DIE AUFGABE

Dünne Verschleißschutzbeschichtungen für Werkzeuge und Bauteile auf der Basis nitridischer Hartstoffe (z. B. TiN, AlTiN, CrN) werden häufig industriell eingesetzt. Typische Verfahren für die Herstellung solcher Beschichtungen bis ca. 10 µm Dicke sind PVD-Verfahren oder CVD-Verfahren.

Bei der Herstellung dickerer Schichten ( $\gg 10 \mu\text{m}$ ) stellt die zunehmende Schichtrauheit ein Problem dar. Beim Arc-PVD-Verfahren z. B. entsteht diese an mikroskopisch kleinen Partikeln, die als Ausgangspunkt wachsender Defektstrukturen wirken. Des Weiteren treten bei fast allen Dünnschichtverfahren spontan Störungen in der aufwachsenden Kristallstruktur auf, die ebenfalls mit zunehmender Beschichtungsdauer zu ausgedehnten Fehlerstrukturen führen (siehe Abb. 1). Die Beschichtung kann dann ihre verschleißmindernde Funktion nicht mehr erfüllen.

Das Fraunhofer IWS Dresden hat sich deshalb die Entwicklung einer Beschichtungstechnologie zur Aufgabe gestellt, die:

- eine möglichst geringe Oberflächenrauheit auch bei Schichtdicken  $\gg 10 \mu\text{m}$  gestattet und
- eine hohe Produktivität im Beschichtungsprozess gewährleistet, damit auch dickere Schichten in vertretbarer Zeit hergestellt werden können.

### UNSERE LÖSUNG

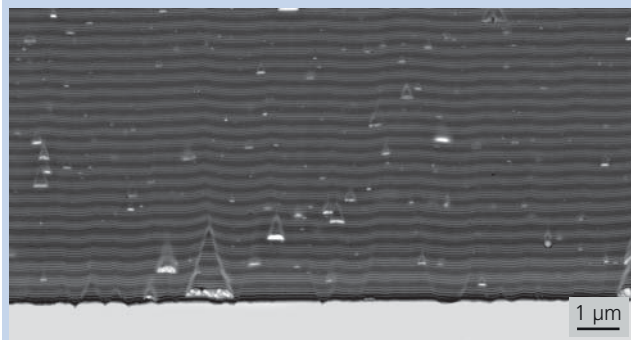
Eine wichtige Voraussetzung zur Herstellung dicker Schichten mit ausreichend glatter Oberfläche ist die Unterdrückung des Defektstrukturwachstums. Dies kann auf diverse Arten erfolgen, die einzeln oder in Kombination angewendet werden.

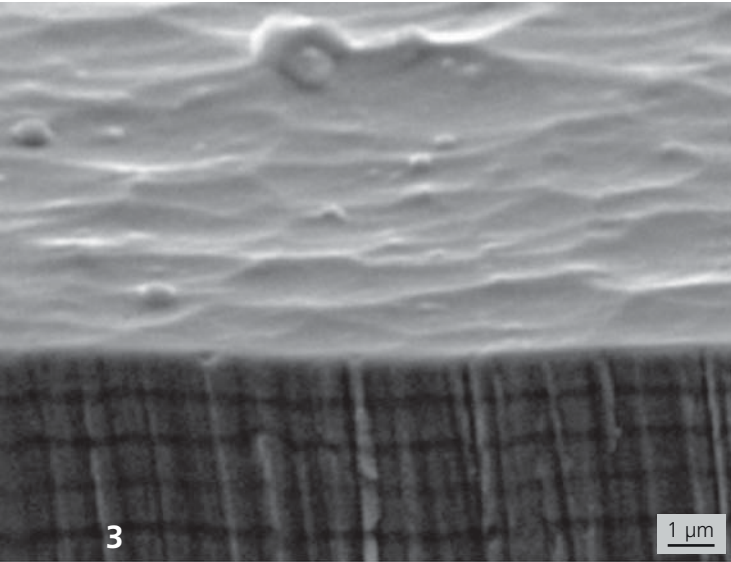
Eine Möglichkeit ist das Abscheiden vieler Schichten mit Einzelschichtdicken im Nanometerbereich. Bei passender Werkstoffkombination wird das Wachstum von Defektstrukturen an den Grenzflächen der Einzellagen unterbrochen. Vorhandene Defekte werden dadurch in die gewünschte Schichtstruktur eingebettet und stören deren Funktion nicht (siehe Abb. 2).

Ein weiterer Ansatz zur Defektunterdrückung ist die Nutzung hoch ionisierter Plasmen. Die hochenergetischen Teilchen werden im Beschichtungsprozess zum Abtrag unmittelbar entstandener, unerwünschter Rauspitzen genutzt. Beim Arc-Verfahren z. B. kann durch geeignete Parameterwahl die Plasmaanregung erhöht werden.

Für den Vakuum-Arc-Beschichtungsprozess wurden bei verschiedenen Entladungsströmen die optischen Emissionsspektren aufgenommen. Im Standardprozess einer AlCrN-Beschichtung sind einfach und zweifach geladene Al- und Cr-Ionen nachweisbar. Im höher angeregten Prozess ist die Anzahl der Ionen wesentlich gestiegen und ein Trend zu mehrfach geladenen Ionen erkennbar.

Querschnitt einer Mehrlagen-Hartstoffschicht mit neutralisierten Defektstrukturen





3

## ERGEBNISSE

Abbildung 2 zeigt den Querschnitt einer Hartstoffschicht, die mit einer Kombination aus mehrlagiger Beschichtung bei erhöhter Plasmaanregung hergestellt wurde. Deutlich sichtbar sind Inhomogenitäten im Schichtvolumen, die auf die Ablagerung von mikroskopisch kleinen Partikeln während des Beschichtungsprozesses zurückzuführen sind. Diese werden im Verlauf des Schichtwachstums abgedeckt und abgeflacht, bis schließlich wieder eine ebene Oberfläche entsteht.

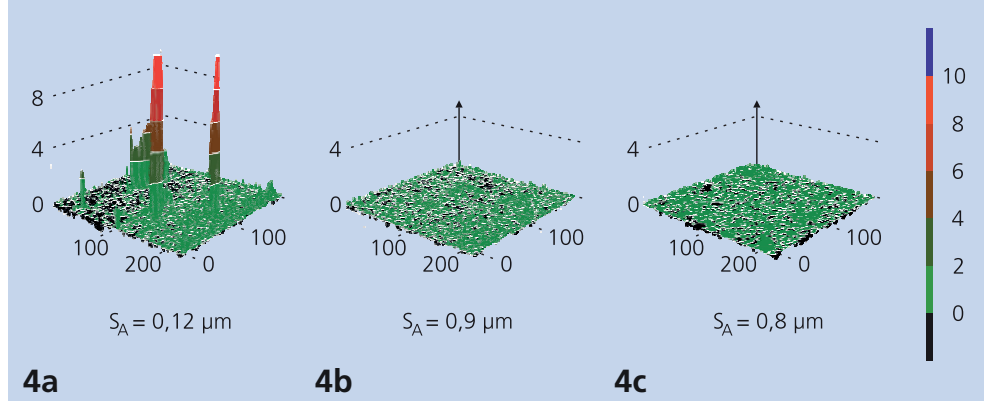
REM-Aufnahmen (Abb. 3) und Topografieuntersuchungen (Abb. 4) an beschichteten Oberflächen zeigen, dass mit der Kombination aus Viellagigkeit und hoher Ionisierung Schichtoberflächen herstellbar sind, die bei Nutzung des Standardprozesses nur durch nachträgliche Politur erreicht werden können.

*Schmiedewerkzeug mit glatter Hartstoffbeschichtung*



5

*Topografievergleich: Standardprozess (a), Standardprozess mit mechanischer Glättung (b) sowie Prozess mit erhöhter Plasmaanregung und in situ-Glättung (c) in µm*



Dies ist meist nur durch Beschichtung mit aufwändiger Nachbearbeitung zu erreichen. Das vorgestellte Verfahren kann zu einer wesentlichen Aufwandsminimierung bei der Beschichtung solcher Werkzeuge beitragen.

- 1 *Defektreiche Beschichtung, hergestellt mit dem Arc-Verfahren*
- 3 *Defektarme mehrlagige Beschichtung, hergestellt im hochionisierten Plasma*

Für die Beschichtung von Werkzeugen für Ur- und Umformprozesse, beispielsweise die in Abbildung 5 dargestellten, stellt dieser Technologieansatz eine sinnvolle Perspektive dar. Bei extremer Belastbarkeit müssen die Beschichtungen höchste Ansprüche bezüglich der Oberflächengüte erfüllen.

## KONTAKT

Dipl.-Ing. Frank Kaulfuß

+49 351 83391-3414

frank.kaulfuss@iws.fraunhofer.de

