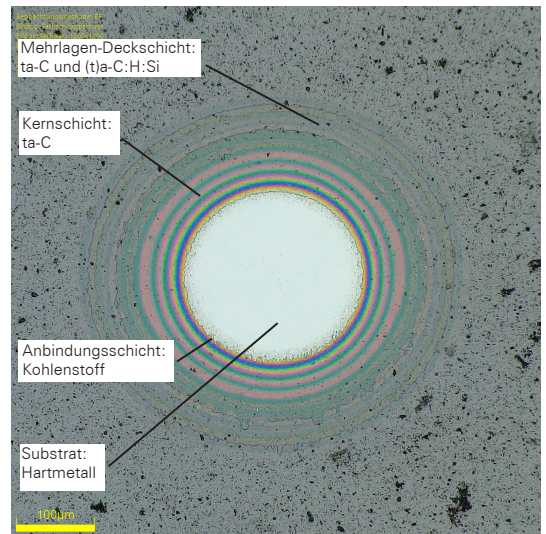
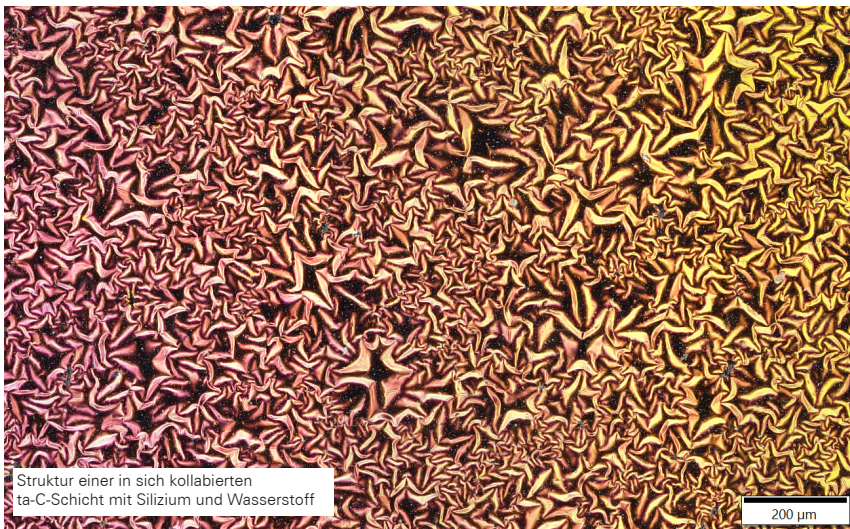


Entwicklung von temperaturbeständigen amorphen Kohlenstoffschichten für die Trockenbearbeitung



Ausprägung einer nicht stabilisierten ta-C Schicht (links), Struktur einer Si- / H-stabilisierten ta-C Schicht (rechts)

Ausgangssituation

Schmierung (Trockenbearbeitung) ist die Reduzierung der Reibung zur Verminderung der Prozesswärme und einen verbesserten Spantransport eine wesentliche Aufgabenstellung. Hier bietet es sich an, amorphe Kohlenstoffschichten (DLC) einzusetzen, da diese sich durch eine hohe Härte, geringen Verschleiß und geringen Reibungskoeffizienten auszeichnen. Nachteilig ist die geringe Temperaturbeständigkeit, welche zwischen 300 und 500°C liegt sowie die Diffusionsneigung der DLC-Schichten gegenüber eisenhaltigen Werkstoffen.

Im Rahmen des Projektes sollen daher amorphe Kohlenstoffschichten entwickelt werden, die sich insbesondere durch eine verbesserte Temperaturbeständigkeit, aber auch eine erhöhte mechanische Stabilität, eine verbesserte Diffusionsbeständigkeit sowie höhere Haftfestigkeit auch bei höheren Temperaturen auszeichnen.

Hierbei sollen die neu entwickelten amorphen Kohlenstoffschichten bei der Trockenbearbeitung zum Zerspanen eisenhaltiger Legierungen eingesetzt werden und dabei eine höhere Standzeit als übliche DLC-Beschichtungen aufweisen.

Lösungsweg

Ausgangspunkt der Entwicklung waren eine kohlenstoffhaltige TiCN Schicht und verschiedene DLC-Varianten auf Basis einer a-C:H:Si-Beschichtung. Diese DLC-Varianten zeichnen sich durch einen geringen Reibwert und eine gute Verschleißbeständigkeit aus, sind aber nicht ausreichend temperaturbeständig.

Um die thermischen Eigenschaften zu verbessern, wurden der Anteil verschiedener Legierungselemente wie bspw. Cr, Si, N, und H in der Schicht und die eingesetzten Stützsichten ebenso sowie die Schichtarchitektur (z.B. Gradienten- bzw. Multilagenschichtstruktur) variiert. Hierbei erfolgten systematische Analysen zum Einfluss der verschiedenen Elemente und Strukturen auf die Stabilität des Beschichtungsprozesses, die Schichtbildung sowie die resultierenden Schichteigenschaften. Aufbauend auf als wesentlich ermittelten Prozessparametern wurden temperaturbeständige DLC-Schichten entwickelt und abgeschieden.

Für den Nachweis der Einsetzbarkeit der entwickelten DLC-Schichten wurden Drehversuche in trockener Bearbeitung im Werkstoff 42CrMo4 durchgeführt.

Ergebnisse

Im Rahmen der Projektbearbeitung haben sich insbesondere ta-C Schichten (tetraedrisch amorpher Kohlenstoff) sowie deren Dotierung mit Si und H als besonders günstig hinsichtlich verbesserter thermischer und mechanischer Eigenschaften herausgestellt. Dabei zeigen insbesondere Multilagenschichten ein verbessertes Einsatzverhalten.

Als wesentliche Stellgrößen für die Schichtoptimierung wurden die Substratspannung, der Filterstrom, der Magnetfeldstrom und die Gasflussraten der Prozessgase ermittelt. Hierbei führen zu hohe Anteile in der Dotierung mit Si und H zu einem instabilen Beschichtungsprozess sowie nicht ausreichend mechanisch stabilen Schichten (siehe Abbildung). Mit optimierten Bedingungen und moderaten Gasflussraten ergeben sich stabile und haftfeste Schichten.

In verschiedenen Analysen (TGA, Verschleiß, Härte), konnte eine verbesserte thermische und mechanische Beständigkeit der Schichten nachgewiesen werden. Ebenso wurde bei der Trockenbearbeitung von 42CrMo4 die Anwendbarkeit erfolgreich getestet.

Gefördert durch:
Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



GFE - Gesellschaft für Fertigungstechnik und Entwicklung Schmalkalden e.V.

Näherstiller Str. 10 • 98574 Schmalkalden

Tel.: +49 3683 6900-73 • Fax: +49 3683 6900-16 • e-mail: m.scholzl@gfe-net.de

Ansprechpartner:

Michael Scholz, M.Eng.