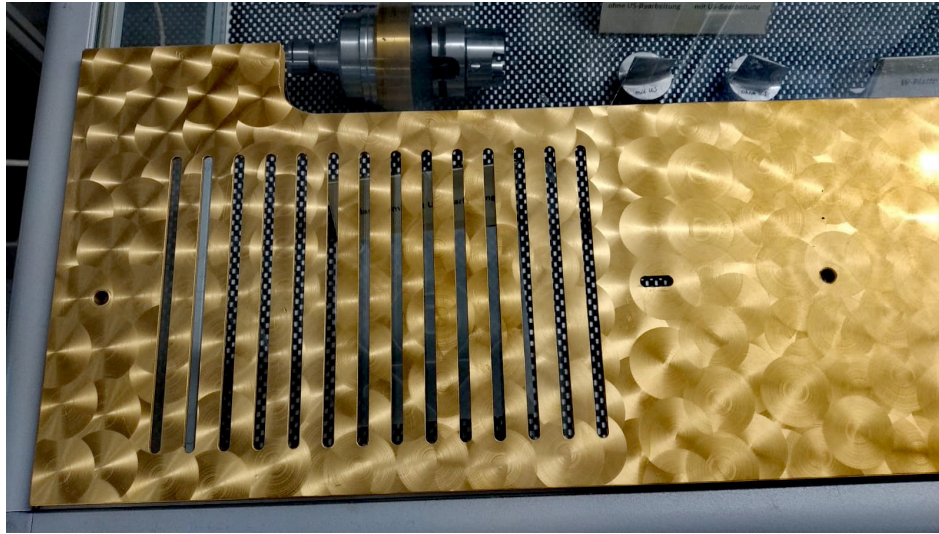


Optimierte PVD-Hochleistungsschichten bei niedrigen Abscheidetemperaturen (Low-Temperature-Coatings)



Bei 200°C beschichtete Aluminiumabdeckung mit Beschichtung TiN-LT

Ausgangssituation

Die übliche Prozesstemperatur bei der PVD-Beschichtung liegt im Bereich von 400 - 500 °C. Bei diesen Temperaturen schränkt sich die Auswahl beschichtbarer Substrate ein, da zur Gewährleistung der Schichteigenschaften spezifische Anforderungen an den Grundwerkstoff hinsichtlich thermischer Stabilität und Maßhaltigkeit zu beachten sind.

Bisher entwickelte Niedrigtemperaturbeschichtungen weisen im Vergleich zu den Normaltemperaturvarianten eine eingeschränkte Schichtarchitektur sowie schlechte mechanische Eigenschaften (wie Härte, Verschleißfestigkeit und Haftfestigkeit) auf, wodurch die notwendige Einsatzfähigkeit nicht erreicht wird.

Um die Palette beschichtbarer Werkstoffe zu erweitern und gleichzeitig eine energieeffiziente Abscheidung zu realisieren, ist eine Absenkung der Beschichtungstemperatur auf <250°C notwendig. Zusätzlich muss eine Modifizierung des PVD-Prozesses hinsichtlich der thermodynamischen Randbedingungen erfolgen, um einsatzfähige Verschleißschichten applizieren zu können.

Lösungsweg

Im ersten Schritt wurde eine umfassende Prozessanalyse der PVD-Beschichtung unter der Betrachtung des Absenkens der Beschichtungstemperatur durchgeführt und die entsprechenden Randbedingungen für einen stabilen Abscheidungsprozess ermittelt. Im Anschluss wurde die Korrelation zwischen den angepassten Herstellungsbedingungen und den Schichteigenschaften analysiert. Nach der Ermittlung des Einflusses der modifizierten Beschichtungsparameter auf die sich auszubildenden Schichteigenschaften wurden verschiedene Schichtsysteme mit reduzierter Prozesstemperatur und angepasster Struktur entwickelt und optimiert. Dabei erfolgte ein gesamtheitlicher Vergleich zwischen Normal- und Niedrigtemperaturbeschichtungen hinsichtlich mechanischer Eigenschaften und Energiebilanz. Die entwickelten Schichten wurden prozesssicher sowohl auf Hartmetallsubstraten als auch auf Stahl, Aluminium sowie geklebten Bauteilen abgeschieden. Abschließend erfolgte ein Einsatztest zum Nachweis der Verschleißbeständigkeit in Fräsversuchen an 42CrMo4.

Ergebnisse

Relevante Prozessparameter zum Erreichen einer niedrigen Beschichtungstemperatur sind Kathodenleistung, Bias-Spannung und Ätzdosis. Um eine Temperatur von 200-250 °C nicht zu überschreiten, müssen zusätzlich Kühlschritte in den Beschichtungsvorgang integriert werden.

Neben Standardschichtsystemen wie TiN oder CrN wurden verschiedene AlCrN und AlCrSiN-basierte Schichten mit unterschiedlichen Schichtarchitekturen wie gradierte, Multilayer- und Nanokompositstrukturen entwickelt und bei einer maximalen Prozesstemperatur von 230 °C abgeschieden. Diese LT-Beschichtungen weisen im Vergleich zu den jeweiligen Normaltemperaturbeschichtungen typischerweise erhöhte Werte von Härte und E-Modul sowie reduzierte Rauheit und Verschleißbeständigkeit auf.

In Zerspanversuchen konnte mit zwei entwickelten Schichtsystemen AlCrN-LT und AlCrSiN-LT eine Verschleißfestigkeit nachgewiesen werden, welche eine Normaltemperatur-Referenzschicht deutlich übertrifft.

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 6900-42 • Fax: +49 3683 6900-16 • e-mail: h.joost@gfe-net.de

Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Hannes Joost