

Entwicklung von Gleitschichten auf der Basis von BCN als Alternative zu sulfidischen Feststoffschmierschichten

Problem

Die für die Steigerung der Funktion und Leistung vieler Maschinenwerkzeuge und Verschleißkomponenten anwendungsspezifisch vorteilhafte, finale Abscheidung einer reibarmen und gleitfähigen Feststoffschmierschicht auf einer zuvor deponierten Hartstoffschicht erfolgt oftmals mittels verschiedener Beschichtungsverfahren in getrennten Anlagen (z.B. DC-Arc für TiAlN plus Magnetronsputtering für MoS₂). Dieses unterbrochene Verfahren ist nicht nur aufwändig, zeit- und energieintensiv, sondern beeinträchtigt auch die Verbundfestigkeit des Gesamtschichtsystems.

Aufgabenstellung

Ziel des Projektes war die Entwicklung einer Beschichtungstechnologie zur wirtschaftlichen, kombinierten Abscheidung einer Hartstoff-Verschleißschutzschicht mit abschließender Gleitschicht in einer einzigen Anlage und im kontinuierlichen Prozess.

Realisierung

Die Abscheidung beider Schichtkomponenten erfolgte mit dem Plasma-CVD-Verfahren aus einem amorphen Stoffsystem C-B-(N)-H, welches hervorragende chemische, mechanisch-tribologische und thermische Eigenschaften aufweist und sich mit stark variierender Härte sowie sehr geringem Reibungskoeffizienten herstellen lässt.

Die eingesetzte Anlagentechnik ist ein auf dem Plasma CVD-Verfahren mit Hochfrequenzanregung basierender Eigenbau.

Ergebnisse

Eine Grundvoraussetzung für die Bewährung eines Verschleißschutz-Schichtsystems bei wachsenden Beanspruchungen im technischen Einsatz bildet seine ausreichende Verbundfestigkeit zum Substratwerkstoff. Während die a-C:H:B:[N]-Schichten gut auf Hartmetallen und Cermets haften, wurde eine bessere Schichtadhäsion auf Stahl erst nach vorheriger Nitrierbehandlung ohne Verbindungsschicht oder nach Abscheidung einer Zwischenschicht vom Typ a-C:H:Si erzielt.

Da die Abscheidung der Zwischenschicht in einem kontinuierlichen Prozess ohne merkliche Verlängerung der Gesamtbeschichtungszeit erfolgen kann, ist sie wesentlich wirtschaftlicher realisierbar als die anlagentechnisch separierte, zeit- und energieaufwändige Nitrierbehandlung.

Die aus diesen Untersuchungen gewonnenen Erkenntnisse führten zur Entwicklung eines

röntgenamorphen Schichtsystems, das wahlweise als finale Feststoffschmierschicht auf konventionellen, keramischen Hartstoffschichten oder als selbständige Hartstoff-/Schmierstoff-Schichtkombination abscheidbar ist.

Durch geeignete Variation der Plasmaparameter und Konzentrationen der Elemente C, B und Si gelingt es, das amorphe Schichtsystem entsprechend seinen späteren Einsatzanforderungen im Verlauf ein und desselben Beschichtungsprozesses sukzessiv bezüglich der Eigenschaften "Haftfestigkeit", "Verschleißbeständigkeit" und "Gleitfähigkeit" zu optimieren.

Bild 1 zeigt eine amorphe Kombischicht mit innerer, verschleißfester Hartstoff- und äußerer, reibarmer Schmierstoff-Komponente, Bild 2 hingegen eine auf einer konventionellen TiN-Hartstoffschicht abgeschiedene, amorphe Gleitschicht.



Bild 1: Amorphe, aus Komponenten des Elementsystems C-B-Si bestehende Hartstoff-/Schmierstoff-Kombischicht

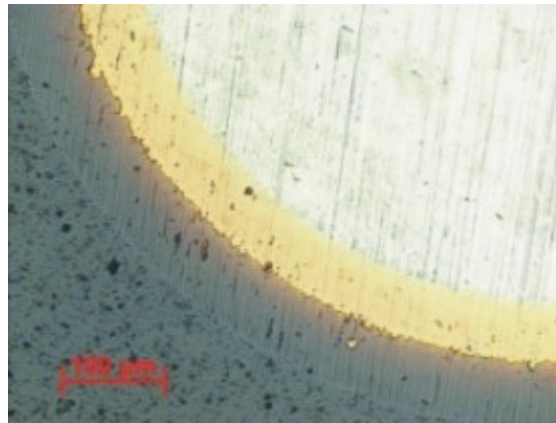


Bild 2: Amorphe, (C,B,Si)-haltige Gleitstoffschicht auf konventioneller TiN-Hartstoffschicht

Die eigenschaftsoptimierbare Gleitschicht erträgt Einsatztemperaturen bis zu 600 °C. Im Tribotest ähnelte ihre Beständigkeit gegen Reibverschleiß durch Stahl, trotz geringfügig größerer Reibungskoeffizienten μ , dem Verhalten eines optimal abgeschiedenen MoS₂-Schmierfilms (grün). Wie Bild 3 außerdem verdeutlicht, kann man von den gleichermaßen hochharten und reibarmen, amorphen Kohlenstoffbasis-Schichten (rot) bei vielen Applikationen längere Standwege erwarten als von vergleichsweise weichen, oft schlechter haftenden oder dünneren und abrupt verschleißenden MoS₂-Schichten (blau).

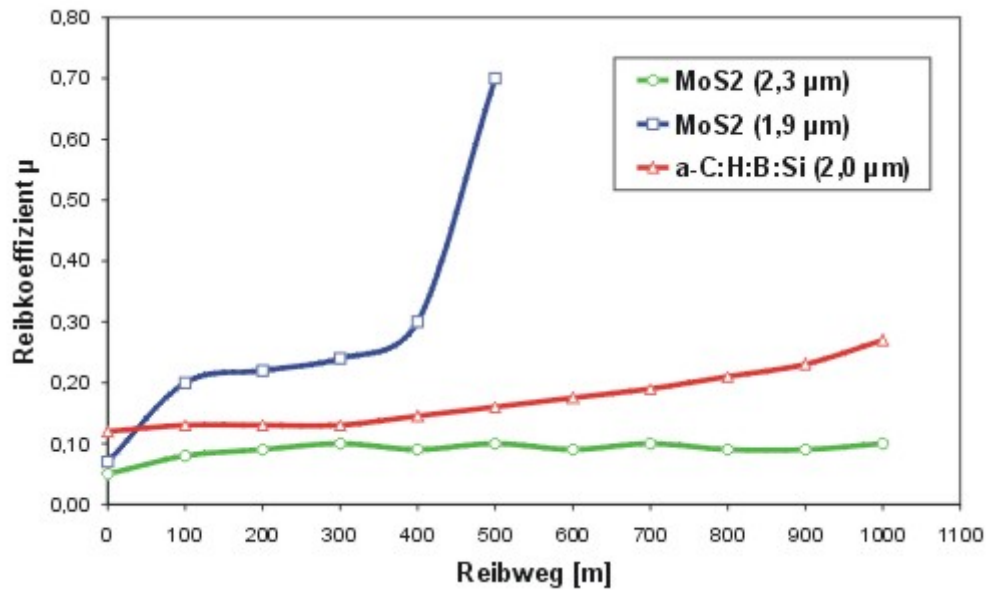


Bild 3: Reibkoeffizienten μ mehrerer Gleitschichten gegen Stahl in Abhängigkeit vom Reibweg (nach dem Kugel-Scheibe-Tribotest)

Die amorphe Gleitschicht zeichnet sich durch sehr geringe Rauheit bzw. hohe Oberflächengüte sowie eine, anhand ausgewählter Applikationen bei Reib-, Kaltumform- und Zerspanungsprozessen nachgewiesene, sehr gute Verschleißbeständigkeit aus.

Darüber hinaus gewährleistet die porenfreie Oberfläche des neuen Schichtsystems, wie am Beispiel der alkalisch-wässrigen Reinigung von Rundmessern getestet, einen erheblich besseren Korrosionsschutz als die allgemein gebräuchlichen, keramischen Schichtsysteme (Bild 4).



Bild 4: Rundmesser für Allesschneider mit versuchsweiser a-(C,B,Si) -Beschichtung

Weitere, interessante Anwendungsfälle bieten sich, unter Beibehaltung der guten tribologisch-mechanischen Eigenschaften, durch gezielte Variation des Benetzungsverhaltens des Schichtsystems an (gute Benetzung bei Mangelschmierung, geringe Benetzung bzw. Adhäsion bei Klebneigung).

Danksagung

Dieses FuE- Projekt wurde unter dem Kennzeichen 60/01 durch das BMWA gefördert. Dafür sei hiermit ausdrücklich gedankt.

—

Ansprechpartner: Dipl.-Ing. S. Kleinsteuber

[drucken](#) || [pdf](#) || [zurück](#) || [Cewotec gGmbH](#)