



CemeCon - Diamantbeschichtungen eröffnen enormes Leistungspotenzial

Unterschiedliche Herstellungsverfahren führen zum Erfolg

Bereits seit Ende der 1980er Jahre können polykristalline Diamantschichten mittels CVD (Chemical Vapor Deposition) wirtschaftlich hergestellt werden. Dabei zeigt der CVD-Diamant ähnlich gute physikalische und chemische Eigenschaften wie der Naturdiamant. Von besonderer Bedeutung sind hierbei die große Härte, die hohe chemische Resistenz und die hohe Wärmeleitfähigkeit des Materials. Chemisch unterscheidet sich Diamant von DLC (Diamond Like Carbon) dadurch, dass Diamant als kubisches Kristallgitter in der sp³-Hybridisierung vorliegt während DLC eine amorphe Mischung aus graphitartig (sp²) und diamantartig (sp³) gebundenen Kohlenstoffatomen ist und sich deshalb besonders für Schmierstoffschichten eignet.

CVD-Diamant in der Anwendung

Aufgrund seiner einzigartigen Eigenschaften wird CVD-Diamant in vielen Gebieten der Technik eingesetzt. Dabei sind Verschleißschutzschichten, Wärmesenken und optische Fenster von zentraler Bedeutung. Aber auch andere Anwendungen, wie elektronische oder mikromechanische Bauteile, die auf einer Kombination aus Diamant- und Silizium-Technologie basieren, befinden sich in der Entwicklung oder sind bereits im Einsatz.

Diamantbeschichtete Werkzeuge werden beispielsweise zur Bearbeitung des sehr abrasiven Materials Graphit eingesetzt. Weitere Einsatzgebiete sind das Bohren oder Fräsen von Aluminium-Silizium-Legierungen, elektronischen Leiterplatten oder Carbonfaser verstärkten Kunststoffen (CFK).

CemeCon stellte bereits Ende der Achtziger Jahre mit dem CVD-Verfahren abgeschiedene Diamantbeschichtungen vor - und ist somit Pionier auf diesem Gebiet. Intensive Entwicklungsarbeit führte schließlich zu patentierten glatten, nanokristallinen Schichten nach dem Hot-Filament-Verfahren, die den Erfolg der Diamantbeschichtungen wesentlich voranbrachten. Heute betreibt CemeCon das weltweit größte Diamantbeschichtungszentrum in Würselen.

So wird CVD-Diamant hergestellt

Neben der herkömmlichen Technologie zur Herstellung von synthetischem Diamant bei hohen Drücken und Temperaturen, existiert eine Vielzahl von CVD-Verfahren zur Abscheidung von polykristallinen Diamantschichten bei niedrigeren Druck- und Temperaturbedingungen. Gängige Verfahren zur Herstellung von Diamantschichten sind zum Beispiel das Lichtbogen-Plasmaverfahren, das Mikrowellen-CVD und das Hot-Filament-CVD.

Je nach Größe der Kristallite werden diese Beschichtungen in mikrokristalline und nanokristalline (glatte) Schichten unterteilt. Durch abwechselndes Aufwachsen von mikro- und nanokristallinen Schichten können Multilayer mit verbesserten mechanischen Eigenschaften hergestellt werden. Voraussetzung für eine hohe Schichtqualität und eine gute Haftung der Diamantschicht auf dem Substrat, ist neben der Prozessführung auch die richtige Vorbehandlung des Substrats.

Hot-Filament-CVD

Hierbei erfolgt die Energiezufuhr über Heizdrähte (Filamente), die je nach Anwendung vertikal oder horizontal in der Prozesskammer (Rezipient) angeordnet sein können. Die aus Wolfram oder Tantal bestehenden Filamente werden elektrisch auf Temperaturen bis über 2.000°C erhitzt. Dabei wird das in den Rezipienten bei niedrigen Drücken (ca. 5-10 mbar) eingeleitete Prozessgasgemisch, z.B. Wasserstoff und Methan, erwärmt und chemisch aktiviert. Unter definierten Prozessbedingungen wird auf diese Weise kristalliner Diamant mit extrem hoher Reinheit auf dem ca. 800°C heißen Substrat abgeschieden.

Das Methan liefert den Kohlenstoff für das Diamantwachstum, während durch Spaltung des H₂-Moleküls an den heißen Filamenten der benötigte atomare Wasserstoff erzeugt wird. Dieser wandelt Methan zu Methyl-Radikalen um, die dann an der mit Nano-Diamantkristalliten bekeimten Substratoberfläche als Diamant aufwachsen. Üblicherweise werden auf Werkzeugen 4-15 µm dünne Diamantschichten abgeschieden. Die Abscheiderate beträgt dabei ca. 0,5 µm/h.

Der größte Vorteil des Hot-Filament-Verfahrens liegt in der homogenen Beschichtbarkeit dreidimensionaler Substrate, wie zum Beispiel Werkzeuge und Bauelemente. Diese Beschichtbarkeit unterschiedlichster, dreidimensionaler Geometrien war ausschlaggebend dafür, dass CemeCon sich von Anfang an für die Hot-Filament-Methode entschieden hat.

Pressekontakt

CemeCon AG

Herr Manfred Weigand
Adenauerstr. 20 A4
52146 Würselen

cemecon.de
Manfred.Weigand@CemeCon.de

Firmenkontakt

CemeCon AG

Herr Manfred Weigand
Adenauerstraße 20 A4
52146 Würselen

cemecon.de
Manfred.Weigand@CemeCon.de

Kooperationen für den Fortschritt

Zur Zeit werden im industriellen Maßstab ausschließlich Hartmetall-Werkzeuge mit CVD-Diamant beschichtet. Um diese Einschränkung zu überwinden und weitere Anwendungsgebiete zu erschließen, arbeitet CemeCon mit zahlreichen Industriepartnern, Forschungseinrichtungen und Universitäten an Lösungsmöglichkeiten für die Beschichtung anderer Substratmaterialien wie beispielsweise Stahl oder Keramik.

Anlage: Bild

