



Fraunhofer Institut
Werkstoffmechanik

Jahresbericht 2008

PVD-Schichten mit funktionalen Strukturen durch Steuerung von Nukleation und Schichtwachstum

Leistungsbereich Beschichtungen
und Oberflächenstrukturierungen

Dr. Günter Kleer
79108 Freiburg
Telefon +49 761 5142-138
guenter.kleer@iw.fraunhofer.de

Leistungsbereich Beschichtungen und Oberflächenstrukturierungen

Dr. Günter Kleer
günter.kleer@iwm.fraunhofer.de

Für Anwendungen in den Bereichen Glas- und Kunststoffformgebung, Medizin- und Sensortechnik, Metallbearbeitung und Präzisionsoptik werden mechanisch hoch belastbare Beschichtungen entwickelt und Beschichtungsprozesse optimiert.

PVD-Schichten mit funktionalen Strukturen durch Steuerung von Nukleation und Schichtwachstum

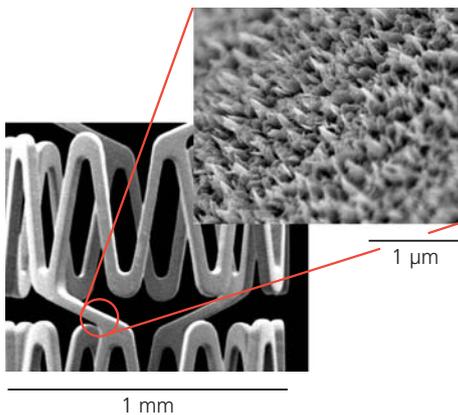


Abb. 1
REM-Aufnahme eines mit nanostrukturiertem Iridiumoxid beschichteten Stents für die Koronar-Angioplastie.

Die Funktion von Bauteilen kann durch eine gezielte Erzeugung strukturierter Oberflächen wesentlich beeinflusst werden. So erfordern bestimmte Anwendungen in der Optik, Medizin- und Werkzeugtechnik unterschiedliche Oberflächentexturen, bezogen auf die Mikro- und Nanoskala.

Diese werden am Fraunhofer IWM durch die Ausnutzung von Selbstorganisationseffekten bei der Abscheidung von PVD-Schichten erzeugt. Entscheidend für deren Ausbildung sind dabei sowohl die Keimbildung während der frühen Phase der Schichtabscheidung als auch das Einstellen bestimmter förderlicher Wachstumsbedingungen.

Vorgehensweise

Experimente zur Schichtdeposition unter verschiedenen Abscheideparame- tern wurden zusammen mit Arbeiten zur Modellierung der Nukleations- und Wachstumsphase durchgeführt. Je nach Kristallsystem der Schicht wurden als Keime kleine Würfel oder Rauten angenommen und deren Orientierung und mittlere Abstände variiert. Zusätzlich wurde die Lage und Anzahl der Depositionsquellen variiert sowie numerisch untersucht, auf welche Weise sich die Schichtmikrostruktur bei den gegebenen Anfangsbedingungen entwickelt.

Die experimentellen Arbeiten um- fassten die Deposition vornehmlich ni- tridischer und oxidischer Schicht- systeme im reaktiven HF-Magnetron- Prozess mit zusätzlichem HF-Substrat- bias. Um Lage und Orientierung der Keime zu steuern, wurden während der ersten Sekunden bis Minuten des Schichtabscheidungsprozesses die Biasbe- dingungen variiert. In der Wachstums-

phase wurden unter anderem Prozess- druck, Reaktivgasfluss und Substrat- temperatur variiert.

Ergebnisse

Abbildung 1 zeigt eine leitfähige, stark texturierte Schicht aus Iridiumoxid, die auf einem Stent aufgebracht wurde. Stents werden zur dauerhaften Gefäß- erweiterung bei koronaren Herzkrank- heiten eingesetzt. Für Anwendungen in der Formgebung von Kunststoffen wur- den funktionale Schichtsysteme aus Titanoxid, Zirkonoxid und Titanalumi- numnitrid erarbeitet.

Abbildung 2 oben zeigt das Ergebnis einer 3D-Simulation zum Wachstum einer Schicht mit kubischem Kristall- system. Im unteren Teil ist eine REM- Aufnahme einer im Fraunhofer IWM abgeschiedenen TiAlN-Schicht zu se- hen. Sie wird in Replikationsprozessen zur Erzeugung reflexgeminderter Ober- flächen eingesetzt. Die Anwendung der »richtigen« Biasbedingungen erwies sich dabei als Schlüssel zur Darstellung kolumnarer, optisch wirksamer Schicht- strukturen. Aus der Simulation konnten dabei weitere wertvolle Hinweise zur Erzielung eines strukturierten Schicht- wachstums abgeleitet werden. So ist es speziell bei Schichten mit kubischem Kristallsystem (TiN, TiAlN) günstig, den Abstand zwischen Target und Substrat zu verringern, um so Abschattungsef- fekte und letztlich eine Strukturbildung in der Schicht zu verstärken.

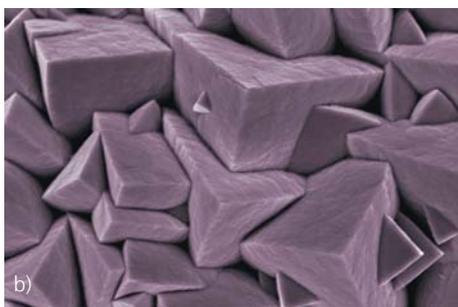
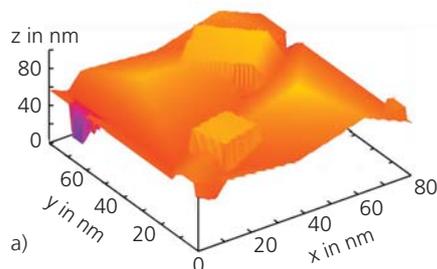


Abb. 2
REM-Aufnahme der Abscheidung von Schichten mit definierter Nanostruktur für die Formgebung und Entspiegelung von Oberflächen. Oben: Simulation von Keimbildung, Schicht- wachstum und Ausbildung der Struktur. Unten: hergestellte Schicht.



Dr. Frank Burmeister