

## Entwicklung einer katalytischen APCVD Anlage zur Abscheidung von SiO<sub>2</sub> Schichten

**Einleitung:** Siliziumdioxid (SiO<sub>2</sub>)-Schichten werden in der Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik als Maskierungsschichten für isotrope und anisotrope Ätzprozesse sowie als Isolationsschichten verwendet. In der Oberflächen-Mikromechanik werden diese als Opferschichten eingesetzt, und in der Aufbau- und Verbindungstechnik werden dotierte SiO<sub>2</sub>-Schichten für das anodische Bonden von Schichten verwendet.

Durch den Einsatz von CVD-Techniken (chemical vapour deposition) ist es möglich, Siliziumdioxid auf unterschiedlichen Substratmaterialien abzuscheiden. In dieser Arbeit wurde die Eignung dieser Methode zur Beschichtung von Stahl getestet. Die Technologie soll das Aufbringen eines SiO<sub>2</sub>-basierten Korrosionsschutzes auf großflächigen Bauteile aus Stahl deutlich vereinfachen. Derzeit werden größere Stahlteile aufwändig mit nasschemischen Sol-Gel Methoden beschichtet.

**Methode:** Zur Herstellung von SiO<sub>2</sub>-Schichten mit CVD-Verfahren gibt es eine Vielzahl unterschiedlicher Prozesse. CVD-Prozesse, die durch thermische Energie aktiviert werden, können durch den eingesetzten Druckbereich unterschieden werden. Während LPCVD Verfahren (low pressure) mit Unterdruck arbeiten, werden APCVD Verfahren (atmospheric pressure) bei Atmosphärendruck durchgeführt.

Im untersuchten Versuchsaufbau wird ein CVD-System basierend auf Tetraethylorthosilikat (TEOS) als Siliziumquelle adaptiert. TEOS zersetzt sich bei höheren Temperaturen direkt zu SiO<sub>2</sub>. Bei Verwendung eines katalytisch wirksamen reaktiven Gasgemisches bestehend aus mit Ozon angereicherten Sauerstoff steigt

die Abscheiderate auf der Substratoberfläche deutlich an. Dafür wird ein handelsüblicher Sauerstoff-Ozon-Generator verwendet, welcher eine Ozonkonzentration von 0,5 bis zu 10% generiert.

Als Prozesskammer wird ein Edelstahlbehälter-Behälter (4,5 Liter) verwendet (Abb.1). Ein 300W Quarz Infrarotstrahler wird als Heizelement in der Kammer verbaut. Dazu wird eine

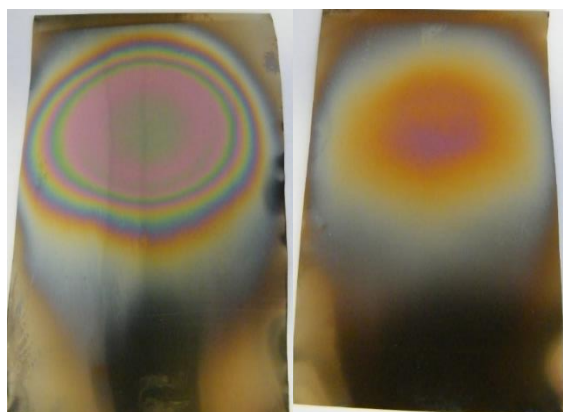


**Abb.1 Prozesskammer von innen:**  
1) Heizelement; 2) Substrat-Auflagefläche;  
3) Thermoelement; 4) Gasauslässe

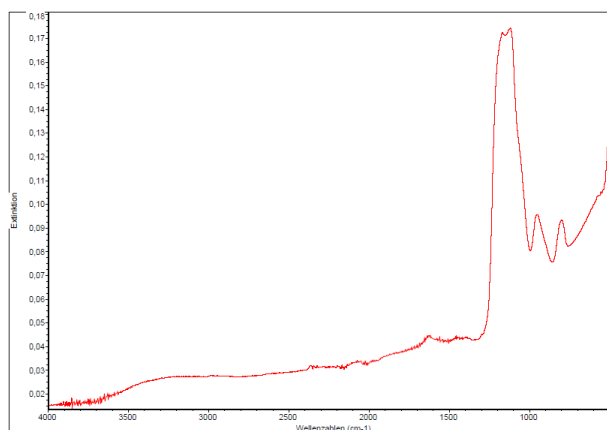
Substrathalterung montiert, Bohrungen zur Zuleitung der Prozessgase und Ableitung der

Abgase sowie Kabeldurchführungen zur Versorgung des Heizelements bzw. zur Temperaturmessung angefertigt. Um eine gleichmäßige, laminare Verteilung der Prozessgase über der Substratoberfläche zu gewährleisten, erfolgt die Gaszufuhr ausschließlich von oben.

**Ergebnisse:** Die wichtigsten Prozessparameter für die SiO<sub>2</sub>-Beschichtung wurden in mehreren Versuchsserien optimiert. Dazu zählen u.a. die Temperatur in der Prozesskammer, die Zusammensetzung der Prozessgase, sowie der Abstand des Substrates von der Gaszufuhr. Die Ergebnisse der Beschichtung sind in Abb.2 zusammengefasst. Die sichtbaren Interferenzringe kommen durch unterschiedliche Schichtdicken der SiO<sub>2</sub>-Abscheidung zustande. Eine spektralphotometrische Messung der abgeschiedenen Schichten wurde durchgeführt, um die Bildung von SiO<sub>2</sub> zu verifizieren (Abb.3). Die aufgetragenen Schichtdicken wurde anhand einer genormten Vergleichsskala mit 5-300 nm bestimmt.



**Abb.2 Beschichtung nach 10 und 5 Minuten Beschichtungszeit**



**Abb.3 SiO<sub>2</sub> IR-Spektrum nach der Beschichtung**

**Diskussion/Conclusio:** Im Versuchsaufbau wurde gezeigt, dass prinzipiell eine SiO<sub>2</sub>-Beschichtung von Stahloberflächen mittels APCVD-Verfahren möglich ist. Um eine homogenere Beschichtungen zu erzeugen und um die Abscheiderate zu verbessern, sind folgende Maßnahmen notwendig: Eine gezielte Beheizung des Substrates mit IR-Strahlern minimiert die Abscheidung an anderen Oberflächen im Reaktor und steigert somit die Effizienz. Die Parameter für die Gaszufuhr der Reaktanden, wie Strömungsgeschwindigkeit und Einfallswinkel, sowie die Zusammensetzung des Gasmisches aus Ozon und TEOS müssen optimiert werden, um eine möglichst gleichmäßige Beschichtung zu gewährleisten.