

Entwicklung und Optimierung eines photonischen Partikeldetektors

Studiengang: BSc in Maschinentechnik
Betreuer: Prof. Dr. Sylvain David Le Coultre
Experte: Dr. Armin Heger

Staubpartikel stellen in vielen Industrien, wie z.B. in der Dünnschicht-Technologie oder Waferherstellung, ein grosses Problem dar. Kleinste Partikel setzen sich auf den Substraten ab und verändern somit die Oberflächeneigenschaften. Dies führt zu unbrauchbaren Teilen und einem Unterbruch in der Prozesskette. Der in dieser Arbeit entwickelte Partikeldetektor ermöglicht eine Echtzeitüberwachung und öffnet den Weg für eine prädiktive Wartung und Reinigung der Anlagen.

Ausgangslage

Dünne PVD-Beschichtungen haben in den letzten Jahren in der Industrie, insbesondere in der Herstellung von optischen Komponenten, deutlich an Einfluss gewonnen. Um eine saubere Beschichtung zu erzeugen, muss der PVD-Prozess unter extrem reinen Bedingungen durchgeführt werden. Kleinste Partikel auf der Oberfläche des Werkstücks führen zu veränderten, unkontrollierten Eigenschaften der Beschichtung.

Um diese Verunreinigungen zu verhindern, muss die Luftqualität innerhalb der Beschichtungskammer überwacht werden. Dieses Problem untersucht das BFH-Spinoff Ogurion bereits seit ein paar Jahren. Es wurde ein System entwickelt, bei dem die Partikel einen Laserstrahl durchqueren. Die dabei entstehende optische Streuung wird über eine Glasfaser eingefangen. Die Auswertung der Lichtintensität kann ausserhalb der Beschichtungskammer stattfinden. Somit ist der Detektionskopf innerhalb der Kammer ein rein opto-mechanisches System. Dies führt zu einer Beständigkeit gegen Temperaturen über 260°C und Drücken bis 1e-7 mbar, wie sie in PVD-Beschichtungsanlagen zu finden sind.

Durch die Trennung von Detektionskopf und Datenauswertung kann der Detektionskopf in allen möglichen Umgebungen funktionieren und eröffnet somit Möglichkeiten für Echtzeit-Partikelüberwachung in diversen industriellen Anwendungen.

Es wurden bereits mehrere Prototypen entwickelt, welche vielversprechende Resultate liefern. Diese Arbeit baut auf diesen Prototypen auf und optimiert das System.

Zielsetzung

Ziel dieser Arbeit ist die Optimierung des bestehenden Messverfahrens. Es sollen Partikel mit einer Grösse von 0.1-10 µm erfasst werden. Der aktuelle Prototyp zeigt, dass das Prinzip funktioniert, erfasst jedoch nur Partikel, welche grösser als 10 µm sind. Dabei ist eine möglichst hohe Messqualität zu erreichen. Dies soll durch einen geschlossenen Messkopf,

welcher gegen äussere Lichteinflüsse geschützt ist, erreicht werden. Der Fokus liegt auf der Entwicklung eines neuen Messkopfes. Dieser soll kompakt und einfach zu bedienen sein. Zudem soll er unter allen möglichen Bedingungen, insbesondere PVD-Anwendungen, funktionieren.

Vorgehen

Damit ein grundlegendes Verständnis über das Streuverhalten der Partikel gefunden werden kann, wird ein Versuchsaufbau auf einem optischen Tisch aufgestellt. Dieser Aufbau befindet sich in einem Reinraum, in dem sehr wenige Partikel in der Luft vorhanden sind. Zusätzlich wird der Versuchsaufbau von allen Seiten von Umgebungslicht abgeschirmt. Dieser Aufbau ist modular gestaltet, was einen sehr schnellen Umbau auf verschiedene Konfigurationen ermöglicht. Anhand verschiedener Messungen kann die Lichtintensität der Streuung an Partikeln unter verschiedenen geometrischen Konfigurationen untersucht werden.

Ergebnisse

Durch die Versuche am optischen Tisch wurde eine optimale Konfiguration der optischen Komponenten gefunden. In Siemens NX CAD wurden mehrere Prototypen modelliert. Diese wurden mittels 3D-Druck hergestellt und getestet. Mit der Verwendung von optischer Simulationssoftware konnten reale Messungen mit Simulationen verglichen werden. Somit konnten die Prototypen weiter optimiert werden, bis ein fertiger Messkopf aus Aluminium entstand. Der neue Messkopf ist kompakter und genauer als der ursprüngliche Prototyp. Auf dem Versuchsaufbau konnten sehr gute Resultate erreicht werden. Jedoch müssen noch diverse Versuche unter realen Bedingungen durchgeführt werden, bevor der Prototyp zu einem fertigen Produkt weiterentwickelt werden kann.



Clément Linder
079 830 23 79
c.linder@outlook.com