

# Von Punkt zu Punkt

Stufenthermoelemente überwachen Temperaturverläufe auch bei 1000 °C und mehr mit hoher Genauigkeit. Diese Aufgabe erfordert eine rückführbare Kalibrierung gemäß DIN EN ISO/IEC 17025. Dabei müssen mehrere Messstellen in einem Zyklus kalibriert werden. Das benötigt spezielles Equipment und nimmt mehrere Tage in Anspruch.

Bei der Produktion von Halbleitern geht es buchstäblich heiß her. Die Herstellung erfordert in manchen Abschnitten sehr hohe Temperaturen, zum Beispiel bei der Oxidierung und der CVD-Abscheidung unter Vakuum. Für beide Schritte ist eine stabile und genaue Temperatur im Prozessraum eine wichtige Stellgröße im Verfahren.

Zu deren Überwachung setzt ein Halbleiter-Unternehmen in beiden Bereichen Stufenthermoelemente ein, um sich zusätzlich zum individuellen Temperaturwert ein Bild über den Temperaturverlauf machen zu können. Diese Geräte, auch Multipoints genannt, sind mit bis zu sechs Messstellen ausgestattet.

Bei den Informationen über den Temperaturverlauf reicht ein Normwert mit den geltenden Grenzabweichungen nicht aus, die Ergebnisse müssen trotz der hohen Temperaturen von bis zu +1000 °C und mehr sehr präzise sein. Die Stufenthermo-

elemente sind daher überwiegend als Typ S in der Klasse 1 ausgeführt. Sie decken einen Messbereich von +200 °C bis +1200 °C ab und liefern auch im Hochtemperaturbereich Genauigkeiten bis zu 1,3 K.

Thermoelemente des Typs S bestehen aus Pt- und PtRh-Thermodrähten, die in ein nichtleitendes Keramikkapillar eingefädelt werden. Die Stellen für die Messknoten im Kapillar sind freigelegt. Das Schutzrohr für das ca. 2000 mm lange Multipoint besteht aus Quarzglas, um Verunreinigungen im Arbeitsprozess zu minimieren. Es dient aufgrund der großen Länge des Geräts zugleich als mechanischer Schutz.

## Rückführbare Kalibrierung im akkreditierten Labor

Wie alle Messgeräte müssen auch Multipoint-Thermoelemente regelmäßig kalibriert werden. Vorgeschriebene Intervalle gibt es hierbei nicht, der Anwender legt die

Prüfung u.a. in Abhängigkeit der Nutzungshäufigkeit und der Gerätehistorie fest. Im vorliegenden Fall hat der Anwender eine rückführbare Kalibrierung definiert. Für diese Aufgabe kommt nur ein nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Kalibrierlabor in Frage. Das Halbleiter-Unternehmen beauftragte das Wika-Kalibrierlabor für Temperatur, das neben den technischen Voraussetzungen eine langjährige Erfahrung für die aufwendige Kalibrierung solcher Mehrfachthermoelemente mitbringt.

Die Kalibrierung von Multipoints wird in einem speziellen Rohrofen durchgeführt (Bild 1). Dabei muss der fragilen Quarzglas-Keramik-Konstruktion mit einem Durchmesser von ca. 10 mm und einer Länge von bis zu 2000 mm Rechnung getragen werden: Durch eine passgenaue Vorrichtung in der Heizzone und einem Haltegestell außerhalb des Kalibrierofens. Die Multipoints erhalten damit eine mechanische Stabilität über ihre gesamte Länge für eine sichere und präzise Positionierung in der Kalibrier-einrichtung.

Die Messstellen sind über einen bis zu 1000 mm langen Abschnitt verteilt und werden nacheinander bei den geforderten Temperaturen kalibriert. Als Referenz dient ein rückführbar kalibriertes Thermoelement. Jede Messstelle des Prüflings muss anhand von Positionsmarkierungen auf gleiche Höhe mit der Messstelle des Referenzelements gebracht werden.

## Kalibrierprozesse benötigen viel Zeit

Der Prüfprozess orientiert sich am Einsatzbereich der Kundenapplikation. Jede Messstelle wird üblicherweise an vier bis fünf Temperaturwerten kalibriert, gemäß der Kalibrierrichtlinie DKD-R 5-3 mit der höchsten Temperatur beginnend und in ab-sinkender Richtung folgend.



Bild 1. Die zweiwöchige Kalibrierung von Multipoints wird in einem speziellen Rohrofen durchgeführt.

© WIKA/foto-ziemlich.de

Anhand des Kalibrierprozesses wird deutlich, warum bei der Kalibrierung von Multipoint-Thermoelementen ein hoher Zeitaufwand zu Buche schlägt. Der Rohr-ofen wird zunächst auf den höchsten Temperaturwert aufgeheizt und dann dessen Stabilität überprüft. Die Messung beginnt, sobald die Stabilitätskriterien für den jeweiligen Kalibrierdurchgang erfüllt sind.

Nach erfolgreicher Messwertaufnahme wird der nächste Temperaturpunkt angefahren und der Kalibrierprozess auf diese Weise bis zum niedrigsten Punkt fortgeführt. Pro Messstelle nimmt der Prüfvorgang ein bis zwei Tage in Anspruch, je nach

Temperaturbereich und Anzahl der Temperaturpunkte. Die komplette Kalibrierung eines sechsstufigen Thermoelements inklusive Auswertung und Dokumentation dauert ca. zwei Wochen.

Der Einsatz in der Halbleiter-Produktion kann angesichts der damit verbundenen extremen Bedingungen nach einer gewissen Zeit zu Beschädigungen führen, beispielsweise zu Brüchen in der Keramik und zu einer Verschmutzung der Thermodrähte durch eindiffundierende Partikel. Das kann Messfehler von bis zu 20 K bis hin zum Totalausfall zur Folge haben. Eine Reparatur ist in den meisten Fällen nicht

möglich. Das Multipoint wird dann ersetzt.

Ob solche Schäden im Prozess oder während der Kalibrierung festgestellt werden: Das Temperaturlabor von Wika beschafft Ersatz, kalibriert das neue Stufen-thermoelement und liefert es zusammen mit der Dokumentation aus. Das kontaminierte Edelmetall aus dem defekten Gerät wird dabei gemäß Marktpreis verrechnet. ■

Laura Salzbrenner und Birgit Kubitzka

.....  
**WIKA Alexander Wiegand SE & Co. KG**  
[www.wika.de](http://www.wika.de)

## Qualitätsprobleme schneller erkennen

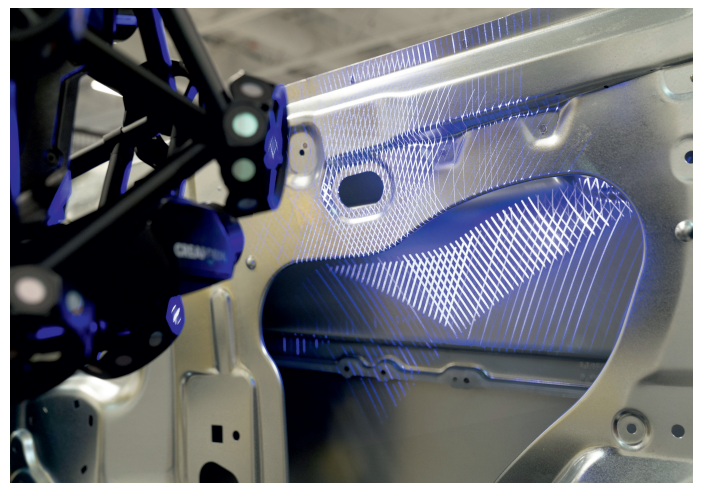
Entwickelt für automatisierte QS-Anwendungen, sind die 3D-Scanlösungen der R-Serie von Creiform für Unternehmen geeignet, die ihre Produktivität durch die Messung von mehr Maßen an mehr Teilen ohne Beeinträchtigung der Genauigkeit verbessern wollen.

Der MetraSCAN 3D-R ist dabei ein leistungsstarker, robotergeführter optischer CMM-Scanner, der nahtlos in automatisierte Qualitätssicherungsprozess für die Prüfung direkt an der Fertigungslinie in der Massenproduktion integriert werden kann. Er ermöglicht die Messung von Hunderten Teilen täglich. Seine Vorteile sind:

- Hohe Messrate: Bis zu 3.000.000 Messungen/Sekunde für kurze Zyklusdauer
  - Hohe Messgeschwindigkeit: Ungeachtet der Oberfläche, des Beschnitts und der geometrischen Merkmale
  - Hochdichter Scanbereich: 69 Laserlinien
- Der CUBE-R bringt die Leistung des MetraSCAN 3D-R in eine hochproduktive Messzelle, die zur Integration in Fabriken für Prüfungen an der Fertigungslinie entwickelt wurde. Im Vergleich zu herkömmlichen CMMs soll der CUBE-R eine erhöhte Produktivität und bessere Effizienz bieten. Der MetraSCAN 3D-R ist als individuelle Lösung mit einem Industrieroboter oder mit Creiforms CUBE-R als schlüsselfertige Messlösung verfügbar.

Durch seine Kompatibilität mit Messsoftware und seiner Offline-Programmierung ist der CUBE-R ein CMM, das von jedem genutzt werden kann, ungeachtet der

Fachkenntnisse. Die Benutzeroberfläche macht es Anwendern, die keine Experten im Bereich Robotik oder Messtechnik sind, leicht, Teile ungeachtet ihrer Größe, Form oder Komplexität zu messen. Nach Abschluss der Messungen können sich Quali-



© Creiform

tätssicherungsingenieure auf die Analyse und Überprüfung der Ergebnisse konzentrieren. ■

.....  
**AMETEK GmbH – Division Creiform**  
**Deutschland**  
[www.creiform3d.com/](http://www.creiform3d.com/)