

# Messverfahren für Schichtdicken an chirurgischen Instrumenten im Vergleich

Das Wirbelstromverfahren und das photothermische Prinzip sind typische Ansätze für die Bestimmung von Schichtdicken an medizinischen, funktionskritischen Instrumenten. Optisense hat die Messmittelfähigkeit der beiden Verfahren analysiert und verglichen. Das photothermische Prinzip erwies sich dabei als überlegen.

Viele Bauteile mit komplexen Geometrien werden mit hochwertigen Materialien beschichtet, unter anderem für die funktionale Veredelung von Oberflächen (*Bild 1*). Für die gewünschten Oberflächeneigenschaften müssen die definierten Schichtdicken im Fertigungsprozess permanent überprüft und präzise eingehalten werden. Von den zahlreichen am Markt verfügbaren Schichtdickenprüfmethoden werden zwei repräsentative Verfahren verglichen: das Wirbelstromprinzip als be-

rührende Messung und die Photothermie als kontaktloses Messprinzip.

## Wirbelstromverfahren

Das Wirbelstromverfahren eignet sich für die Messung elektrisch isolierender Beschichtungen auf metallischem Grundwerkstoff (*Bild 2 links*). Der Wirbelstromsensor enthält eine Spule, in der ein elektrischer Wechselstrom ein magnetisches Wechselfeld erzeugt (*Bild 3 links*). Wird

dieser Sensor auf einen beschichteten metallischen Grundwerkstoff aufgesetzt, so induziert das Magnetfeld im Metall einen Wirbelstrom, der auf das vom Sensor erzeugte Magnetfeld zurückwirkt.

Diese Rückwirkung ist umso stärker, je kleiner der Abstand zwischen Sensor und Metall ist. Bei plan aufgesetztem Sensor entspricht der Abstand genau der gesuchten Schichtdicke, sodass die Rückwirkung ein Maß für die Dicke der Beschichtung ist. Sie wird vom Messgerät ausgewertet und als Schichtdicke angezeigt.

## Photothermisches Prinzip

Die photothermische Schichtdickenmessung ist ein kontaktfreies Verfahren für Lacke, Pulverbeschichtungen und Glasuren auf metallischen und nichtmetallischen Untergründen (*Bild 2 rechts*). Dabei werden die unterschiedlichen thermischen Eigenschaften von Beschichtung und Grundwerkstoff ausgewertet, um die Schichtdicke zu bestimmen.

Die Oberfläche der Beschichtung wird mit einem kurzen, intensiven Lichtimpuls um einige Grad erwärmt und kühlt anschließend durch Ableitung der Wärme in den Grundwerkstoff wieder ab (*Bild 3 rechts*). Dabei sinkt die Temperatur umso schneller, je dünner die Beschichtung ist. Der zeitliche Temperaturverlauf wird mit einem hochempfindlichen Infrarotsensor er-



**Bild 1** > Bei chirurgischen Instrumenten werden höchste Ansprüche an Material und Beschichtung gestellt.

© Optisense



**Bild 2** > Messung mit Wirbelstromtechnik (links) und Photothermieverfahren (rechts)

fasst und in die Schichtdicke umgerechnet. Die Messung erfolgt berührungslos aus mehreren Zentimetern Abstand. Damit lassen sich nasse und klebrige Schichten ebenso einfach messen wie weiche und empfindliche Oberflächen.

### Realistische Vergleichsergebnisse durch Praxistest

Am Beispiel einer bestehenden Beschichtungslinie für Operationsbestecke wurden die beiden Ansätze im laufenden Produktionsbetrieb getestet und verglichen. Bei den Operationsbestecken handelt es sich um Pinzetten, die in der Hochfrequenzchirurgie zum Einsatz kommen. Dabei wird hochfrequenter Wechselstrom angewendet, sodass gleichzeitig mit dem Schneiden von Gewebe Blutgefäße durch

die Stromeinwirkung verschweißt (koaguliert) werden.

Die Pinzetten bestehen aus Aluminium, das mit einer mehrschichtigen Fluorpolymer-Oberflächenbeschichtung versehen wird. Die Beschichtung muss einerseits sehr dicht, hohlraumfrei und schmutzabweisend sein. Andererseits ist aber auch Elastizität und eine exzellente Substrathaftung gefordert. Zudem muss sie elektrisch isolieren. Diese Anforderungen lassen sich nur mit einer genau bemessenen Schichtdicke erfüllen.

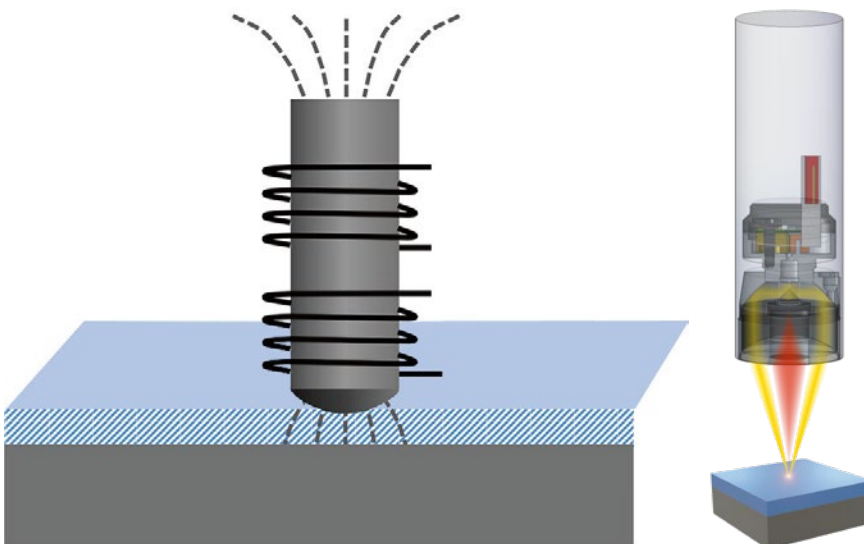
### Photothermie mit geringerer Streuung

Für den Vergleichstest werden 50 Pinzetten aus einer laufenden Produktion an jeweils 12 Punkten mit beiden Verfahren

vermessen und die Ergebnisse über eine Messsystemanalyse verglichen. Die Messsystemanalyse (MSA) ist ein statistisches Verfahren aus der Prozessoptimierung, mit dem sich beurteilen lässt, wie gut ein bestimmtes Messsystem für die vorgesehene Messaufgabe geeignet ist.

Dabei erwiesen sich beide Verfahren für die Schichtdickenmessung in der Pinzettenfertigung grundsätzlich als geeignet. Allerdings ist die Streuung der Messwerte beim photothermischen Verfahren deutlich geringer als bei der Wirbelstrommessung.

Im Rahmen einer Prozessfähigkeitsanalyse wurde zudem ermittelt, wie gut der Beschichtungsprozess die geforderten Toleranzwerte erreicht. Mit photothermischen Messung konnte dabei nachgewiesen werden, dass der Beschichtungsprozess zwar erheblich weniger variiert, als es das Toleranzband zulässt, dass an einigen Positionen die Beschichtungsstärke jedoch auch angehoben werden kann, um das Risiko von Ausschuss aufgrund zu geringer Schichtdicke zu reduzieren.



**Bild 3** > Messprinzipien von photothermischem (links) und Wirbelstromverfahren (rechts)

### Kontakt

**OptiSense GmbH & Co. KG**  
 Haltern am See  
 Birgit Hostmann  
 hostmann@optisense.com  
 www.optisense.com