

PRESSEINFORMATION

09 | 23

PRESSEINFORMATION

4. Mai 2023 | Seite 1 / 5

HotSense – neue Dünnschicht-Messverfahren für Hochvakuum- und Hochtemperaturprozesse

In Zusammenarbeit mit der SURAGUS GmbH ist es dem Fraunhofer-Institut für Organische Elektronik, Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP innerhalb des vom Sächsischen Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr (SMWA) geförderten Projektes HotSense (Förderkennzeichen 100547507/4102) gelungen, kontaktlose in-situ Messungen unter Hochvakuumbedingungen bei Temperaturen von bis zu 220 °C zu realisieren. Somit können Messungen des Schichtwiderstandes, der Schichtleitfähigkeit oder der Metallschichtdicke direkt nach heißen Schichtabscheide- oder Schichtmodifizierungsprozessen prozessnah mittels berührungsloser Hochfrequenzwirbelstrommessung durchgeführt werden. Auch wurden die Grundlagen für die Prozesscharakterisierung im Bereich von 450 bis 600 Grad Celsius gelegt. Die Ergebnisse werden unter anderem auf der SVC TechCon, vom 8. – 11. Mai 2023, in Washington D.C., USA während der Konferenz und am Stand Nr. 722 vorgestellt.

Dünne, funktionale leitfähige Schichten mit passgenauen Eigenschaften sind nicht immer augenscheinlich, kommen aber in einer großen Breite von Anwendungen vor. Dazu gehören z. B. schaltbare oder energieeffiziente Fenstergläser, diverse Arten von Solarzellen, Batterien, Halbleiter-Chips (ICs) und Touchscreen. Die sehr dünnen Funktionsschichten tragen mit ihren speziellen Eigenschaften maßgeblich zur Funktionalität, Lebensdauer und Leistung ihrer Endanwendungen bei. Die Beschichtungsprozesse zur Abscheidung solcher Dünnschichten finden meist im Hochvakuum und unter hohen Prozesstemperaturen statt.

Auch Temperprozesse zur gezielten Einstellung von Schicht- und/oder Substrateigenschaften benötigen mehrerer Hundert Grad Celsius. Direkte Messungen u. a. des Schichtwiderstandes dienen dabei der Prozesskontrolle und Stabilisierung. Bisherige Messverfahren für kontaktlose elektrische in-situ Charakterisierung solcher Vakuumbeschichtungen sind nur bis zu einer Temperatur von 65 °C möglich, was einen effizienten Anlagenbetrieb durch prozessnahe Messung und Prozessregelung verhindert. Diese Grenze wurde nun deutlich erweitert, so dass die in-situ Schichtcharakterisierung nun direkt im Hochtemperaturprozess bzw. prozessnah und berührungslos erfolgen kann.

Das Fraunhofer FEP hat langjährige Erfahrung und umfassendes Know-how auf dem Gebiet der Oberflächentechnik für stationäre und Sheet-to-Sheet- sowie Rolle-zu-Rolle-Prozesse. Um eine hohe Qualität und Funktionalität der Beschichtungen zu gewährleisten, ist eine Charakterisierung und Überwachung der Prozessschritte in-situ, d. h.



Europa fördert Sachsen.
EFRE
Europäischer Fonds für regionale Entwicklung

Fördergeber:

Sächsisches Staatsministerium für
Wirtschaft, Arbeit und Verkehr

Förderkennzeichen:

100547507/4102

während der Beschichtungsprozesse, nötig. Insbesondere bei Vakuumprozessen sind kompatible Echtzeit-Messungen – beispielsweise des Schichtwiderstandes – eine Herausforderung, aber erforderlich, um kontaminationsfreie und reproduzierbare Beschichtungsergebnisse zu ermöglichen.

Die SURAGUS GmbH ist ein Spezialist für berührungslose Schicht- und Materialcharakterisierung mittels Hochfrequenzwirbelstromsensorik. Das in Dresden ansässige Unternehmen beschäftigt ca. 50 Mitarbeiter und erweitert kontinuierlich die Einsatzfelder für die angewandte induktive Messtechnik.

Entwicklung neuer in-situ-Messverfahren für hohe Prozesstemperaturen

Das vom SMWA geförderte Projekt HotSense soll diese Lücke schließen. Die Projektpartner SURAGUS und Fraunhofer FEP untersuchten hierfür Messverfahren für die berührungslose in-situ Charakterisierung des elektrischen Widerstandes dünner Schichten unter Hochvakuum- und Hochtemperaturanforderungen.

Nach zwei Jahren gemeinsamer Entwicklung ist es den Forschern gelungen, das Messverfahren bei erhöhter Temperatur bis 220 °C zu realisieren, womit eine Schichtcharakterisierung auch bei geheizten Prozessen möglich ist.

Gemessen wird der Schichtwiderstand bei Beschichtungsprozessen unter Vakuumbedingungen, um eine Oxidation während des Temperns zu vermeiden. Zusätzlich wurde im Versuchsaufbau der Messkopf deutlich verkleinert, wodurch sich weitere Anwendungsfelder in Applikationen mit begrenzten Bauraum eröffnen.

Mit dem hier vorgestellten kontaktlosen Messverfahren zur Überwachung von geheizten Beschichtungs- oder Temperprozessen können Kunden ihre Prozesse, Qualität und die Betriebskosten von Anlagen optimieren. Damit werden Messungen in vielen weiteren Anwendungen und Anlagentypen möglich.

Anwendungsnaher Messaufbau mit verkleinertem Sensorkopf

Projektleiter Thomas Preußner vom Fraunhofer FEP führt aus: „Wir haben gemeinsam einen Messaufbau unter anwendungsnahen Bedingungen geschaffen und bei unterschiedlichen Temperaturen untersucht. Das Fraunhofer FEP konnte hier auf das umfangreiche Wissen zum Widerstands-Temperaturverhalten dünner Schichten bis 600 °C zurückgreifen. Mit den Ergebnissen aus dem Zusammenhang zwischen Temperatur und Messsignal hat SURAGUS einen Algorithmus entwickelt. Wir haben den Versuchsaufbau außerdem mit unseren Kenntnissen zum Einfluss von Kristallisation und Phasenänderungen von transparenten leitfähigen Oxiden (TCOs) während des Temperaturverfahrens unterstützt.“

09 | 23

PRESSEINFORMATION

4. Mai 2023 | Seite 3 / 5

Die Entwickler bei SURAGUS brachten umfangreiches Wissen zum Messverhalten des Messaufbaus und des Sensors ein. Im Zuge der Entwicklungen wurde der Sensorkopf für die Charakterisierung neu und mit einer Größe von ca. 12 × 40 mm² wesentlich kleiner gestaltet. Der gesamte Messaufbau wurde an der In-line-Sputter-Anlage ILA 900 zur Beschichtung von Flachsubstraten, unter Reinraumbedingungen, am Fraunhofer FEP erprobt und entwickelt.

Im Ergebnis konnte der neue Messaufbau im Pilot-Maßstab untersucht und charakterisiert werden. Messtechnische Untersuchungen erfolgten zu Drift, Signalstärke, externen Störquellen und dem Verhalten von Sensor, Probe und Temperatur zueinander. Konkret reicht der Widerstandsmessbereich über drei Dekaden und weist eine Reproduzierbarkeit < 2 % auf. Die hier angestrebte Lösung wird im Ergebnis fünf Messdekaden von 0,001 bis 100 Ohm/sq abdecken, was einem Metaldickenmessbereich von wenigen Nanometern bis einige Mikrometer einschließt.

Seitens SURAGUS sollen bis Ende 2023 erste kommerzielle Systeme auf den Markt gebracht werden. Das Fraunhofer FEP strebt gemeinsam mit SURAGUS die Weiterentwicklung der bereits bestehenden Technologie an, um die Charakterisierung bei noch höheren Temperaturen zu ermöglichen. Beide Projektpartner sind offen für kundenspezifische Untersuchungen.

Die Projektergebnisse werden im Rahmen der 66. SVC TechCon 2023, vom 8. bis 11. Mai 2023 in Washington D.C., USA, im Rahmen von Konferenzbeiträgen und am Stand des Fraunhofer FEP vorgestellt.

Über das Projekt HotSense

Untersuchung zum Messverfahren für die berührungslose in-situ Charakterisierung des elektrischen Widerstandes dünner Schichten unter Hochvakuum- und Hochtemperaturanforderungen (HotSense)

Fördergeber: Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr SMWA
Förderkennzeichen: 100547507/4102
Laufzeit: 01.06.2021 – 31.11.2022

Fraunhofer FEP auf der SVC Techcon 2023

8. – 11. Mai 2023
Washington D.C., USA
Stand Nr. 722
<https://svctechcon.com>

09 | 23

PRESSEINFORMATION

4. Mai 2023 | Seite 4 / 5

Konferenzbeiträge

Vacuum Deposition of an Aluminum Alloy with 1 $\mu\text{m/s}$ on Different Types of Semi-Finished Products

Dr. Jens-Peter Heinß

8. Mai 2023, 12:30 Uhr, Tribo (TT5)

Investigation of Heat Load to Substrates during Electron Beam Physical Vapor Deposition Processes and Comparison to Magnetron Sputtering

Dr. Stefan Saager

8. Mai 2023, 16:50 Uhr, E-Beam (EB2)

Invited Talk: „From Lab to Pilot – Bridging the Gap from Feasibility to Scalability for Surface Engineering Solutions“

Dr. Jörg Neidhardt

10. Mai 2023, 11:50 Uhr, Large Area (LTmv1)

Synthesis of Magnetic Particles for Printable Inks and Pastes by Sputtering for Sensor Applications

Morris Ott

11. Mai 2023, 16:10 Uhr, Sensors (SE2)

Poster

Eddy Current Monitoring in High Temperature Vacuum Environment

Thomas Preußner, Marcus Klein et al.

Weitere Publikationen zum Thema:

Dünnschichttechnologien für die Energiewende

Fahland, Matthias et al.; Galvanotechnik; 2023

High-rate sputter etching of substrates using hollow-cathode arc-discharge sources

Heinß, Jens-Peter; Klose, Lars; SVC Bulletin; 2023

Multi-Source-CT for inline inspection of extruded profiles

Rettenberger, Simon et al.; NDT.net; 2023

09 | 23

.....
PRESSEINFORMATION

4. Mai 2023 | Seite 5 / 5
.....



Neu entwickelter Messaufbau mit Sensormesskopf zur in-situ Charakterisierung von Beschichtungsprozessen bei hohen Prozesstemperaturen

© Fraunhofer FEP

Bildquelle in Druckqualität: www.fep.fraunhofer.de/presse



Neu entwickelter Messaufbau mit Sensormesskopf zur in-situ Charakterisierung von Beschichtungsprozessen bei hohen Prozesstemperaturen

© Fraunhofer FEP

Bildquelle in Druckqualität: www.fep.fraunhofer.de/presse



ILA 900 – Vertikale in-line Sputter-Anlage zur Beschichtung von Flachsubstraten, unter Reinraumbedingungen mit einer Magnetronlänge von 900 mm

© Fraunhofer FEP

Bildquelle in Druckqualität: www.fep.fraunhofer.de/presse

Das **Fraunhofer-Institut für Organische Elektronik, Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP** arbeitet an innovativen Lösungen auf den Arbeitsgebieten der Vakuumbeschichtung, der Oberflächenbehandlung und der organischen Halbleiter. Grundlage dieser Arbeiten sind die Kernkompetenzen in der Elektronenstrahltechnologie, Rolle-zu-Rolle-Technologie, der plasmagestützten Großflächen- und Präzisionsbeschichtung sowie in Technologien für organische Elektronik und im IC-Design. Das Fraunhofer FEP bietet damit ein breites Spektrum an Forschungs-, Entwicklungs- und Pilotfertigungsmöglichkeiten, insbesondere für die Behandlung, Sterilisation, Strukturierung und Veredelung von Oberflächen sowie für OLED-Mikrodisplays, organische und anorganische Sensoren sowie optische Filter. Ziel ist, das Innovationspotenzial der Technologien für neuartige Produktionsprozesse und Bauelemente zu erschließen und es für unsere Kunden nutzbar zu machen.