



PASTEN FÜR LASERGESINTERTE FUNKTIONSSCHICHTEN AUF 3D-STAHLBAUTEILEN

Dr. Uwe Partsch, Dipl.-Ing. Markus Pohl, Dr. Sylvia Gebhardt, Dr. Rena Gradmann, Dr. Markus Eberstein

Die keramische Dickschichttechnik wird typischerweise zum Aufbau funktioneller Schichten, z. B. für keramische Schaltsträger oder Sensoren, verwendet. Die Technologie verarbeitet Pasten und basiert auf dem typischen Prozessablauf Siebdruck – Trocknen – Einbrand. Für den Einbrand im Hochdurchsatz werden Durchlauföfen verwendet. Die Abscheidung der benötigten Funktionspasten ist bisher technologie- und anlagenbedingt auf planare oder tubulare Substratkörper beschränkt. Forschern der Fraunhofer-Institute IKTS, ILT und IZM ist es nun erstmals gelungen, Sensorschichten direkt auf große Stahlbauteile zu drucken und diese so lokal zu funktionalisieren. Solche Bauteile können nicht im Ofen gesintert werden aufgrund ihrer Größe und der eingesetzten Stähle, die schmelzen würden.

3D-Dickschicht ohne Drucksiebe und Sinteröfen

Zielstellung des Fraunhofer-Projekts »InFuroS – Integrierte Funktionalität auf robusten Strukturelementen« war es, die Restriktionen der klassischen Dickschichttechnik zu überwinden, indem moderne 3D-Druckverfahren (Dispensen, Aerosol-Jet-Druck) eingesetzt werden. Statt der üblichen Ofenprozesse werden schnelle Laserprozesse genutzt, um die benötigten Funktionsschichten zu versintern.

Im Mittelpunkt dabei steht die Entwicklung abgestimmter Pastensysteme und Laserprozesse für die Abscheidung und Sinterung von Isolations-, Leiterbahn-, Widerstands- und piezokeramischen Schichten auf massiven Stahlbauteilen (1.4016, 1.3035) für den Aufbau von Dehnungs-, Temperatur- und Körperschallsensoren.

Für die Entwicklung lasersinterbarer Isolationspasten wurden zunächst geeignete Dickschichtgläser unterschiedlicher Zusammensetzung ausgewählt, die sich hinsichtlich ihrer Glasübergangstemperatur unterscheiden. Die gezielte Optimierung der Glaseigenschaften erfolgte durch die Zugabe von Dispersphasen, welche z. B. die Absorptionseigenschaften bzw. die Glasviskosität während der Laserbehandlung beeinflussen. Am Fraunhofer ILT wurden die Glaskomposite hinsichtlich ihrer optischen Eigenschaften (Absorption) und am IKTS hinsichtlich ihrer Schwindung und weiterer Schichteigenschaften (Haftfestigkeit, Isolationswiderstand) charakterisiert.

Im Projektverlauf wurden weitere lasersinterbare Pasten entwickelt und getestet, wie Leiterbahnpasten (Ag-basiert), Widerstandspasten (RuO₂-basiert) für Temperatur- und Dehnungssensoren sowie piezoelektrische Pasten auf Basis von Bleizirkonattitanat (PZT) für Körperschallmessungen. Aufgrund der deutlich verkürzten Wechselwirkungszeiten bei der Laserbearbeitung zeigen besonders piezoelektrische Pasten im Schichtaufbau mit Stahl sowie Isolations- und Elektroden-schichten deutlich verbesserte Materialeigenschaften gegenüber ofengesinterten Aufbauten.

Als Projektdemonstrator diente ein Rollenwälzlager, auf dessen Lagerschalen Sensoren zur Dehnungs- und Körperschallmessung aufgebracht wurden.

1 *Demonstratorbaugruppe: Sensoren gedruckt und lasersintert auf Wälzlager (Quelle: Fraunhofer ILT).*