

Integration intelligenter SHM-Komponenten in thermoplastbasierte hybride Lamine

Die Entwicklung von Dünnschicht-Dehnungssensoren für zukünftige Zustandsüberwachungssysteme ist eine der Herausforderungen, mit denen sich die Fachleute der TU Chemnitz beschäftigen. Sie widmen sich der Aufgabe im Teilprojekt A4 „Continuous fabrication of hybrid composites with sensing and actuating modules for structural health monitoring systems“ im Rahmen des von der DFG geförderten Bundesexzellenzclusters MERGE „Technologiefusion für multifunktionale Leichtbaustrukturen“.

Hybride Lamine aus faserverstärkten Thermoplastfolien und metallischen Dünnschichten ersetzen sukzessive Systeme auf Duroplastbasis. Um die Funktionalität dieser neuartigen hybriden Lamine qualitativ abzusichern, müssen intrinsische Zustandsüberwachungssysteme entwickelt werden. So misst beispielsweise das Structural Health Monitoring (SHM) zulässige mechanische Spannungen innerhalb hybrider Werkstoffverbunde, wodurch das mechanische Lastverhalten quantitativ erfasst und die Komponenten besser gesichert werden. Läuft SHM automatisiert, werden gleichzeitig die Wartungskosten merklich reduziert.

Machbare Zukunft

Eines der langfristigen Ziele des Exzellenzclusters der TU Chemnitz ist die artefaktfreie in-line Integration von intelligenten SHM-Komponenten, wie etwa hochsensitive Sensoren und Aktoren in Faser/Kunststoffverbund-Komponenten. Hierfür werden aktuell Nickel-Kohlenstoff-Dünnschichtsensoren mittels Gleichstrom-

Magnetron-Sputtern auf Polyimid (PI) erzeugt (Abb. 1).

Kommerzielle Dehnungsmessstreifen (DMS) auf Konstantan-Basis besitzen eine relativ niedrige Messempfindlichkeit (k-Faktor etwa 2). Die neuen Ni-C-Composite hingegen erreichen Werte zwischen 20–40 und sind somit für eine hochsensitive und lokale Belastungsmessung prädestiniert. Für die elektrische Kontaktierung der Sensoren werden Kupfer- oder Aluminiumbahnen auf die PI-Trägerfolien aufgebracht, die mit einer Wheatstone'schen Messbrücke zusammengeschaltet werden.

Erste Ni-C-Schichten zeigen TCR-Werte (temperature coefficient of resistances) um 260 ppm/K. Durch geschickte Modifizierung der Composit-Zusammensetzung sollen piezoresistive, temperaturkompensierte Dehnungsmesssensoren hergestellt werden, die einen TCR-Wert nahe Null besitzen. Durch eine Parameteroptimierung des Sputterprozesses können die intrinsischen Eigenspannungen minimiert bis gänzlich vermieden werden. Temperaturprogram-

mierte Raman-Messungen bestätigten den Sensoren eine ausreichend stabile Struktur bezüglich des Konsolidierungsprozesses. Insbesondere sind Ni-C-Sensoren mit erhöhten Kohlenstoffanteilen ab ca. 24 at-% bis etwa 300 °C für mindestens 160 Minuten temperaturstabil.

Mit optimierter Sensorperformance können die hochsensitiven sensorischen und applikationsfertigen Komponenten in den in-line-Prozess der im Exzellenzcluster vorhanden Faserfolienband-Anlage (FFTU – Fiber Foil Tape Unit) integriert werden – der letzte Schritt zur Herstellung multifunktionaler thermoplastbasierter hybrider Laminat-Halbzeuge (Abb. 2).

Weitere Informationen:

Prof. Dr.-Ing. habil. Daisy Nestler,
Koordinatorin,
M. Sc. Christos Karapepas,
Professur Verbundwerkstoffe,
Technische Universität Chemnitz,
Telefon +49 (0) 371/531-36546,
E-Mail: daisy.nestler@mb.tu-chemnitz.de,
www.tu-chemnitz.de/mb/lvw,
www.tu-chemnitz.de/MERGE



Abb. 1: Herstellungsrouten der Ni-C-Dehnungssensoren mittels DC-Magnetron-Sputterprozess

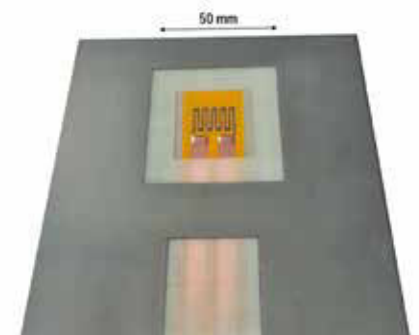


Abb. 2: Integrierter Ni-C-Dehnungssensor (Sichtfenster) in ein hybrides Laminat, bestehend aus Aluminiumdünnschicht, kohlenstofffaserverstärktem Polyamidfolie/Ni-C-Sensor und kohlenstofffaser-verstärktem Polyamidfolie/Aluminiumdünnschicht