

Gedruckte, flexible AMR-Sensoren zur Detektion kleiner Magnetfelder

Dipl.-Ing. Clemens Voigt, Dr. Mykola Vinnichenko, Dr. Sindy Mosch, Dr. Marco Fritsch, Dr. Mihails Kusnezoff

Kleine Magnetfelder von etwa 0,1 bis 5 mT können mittels anisotroper, magnetoresistiver Sensoren (AMR-Sensoren) sehr gut detektiert werden. Diese AMR-Sensoren sind ohmsche, elektrische Widerstände, die auf ein einwirkendes Magnetfeld mit einer definierten Widerstandsänderung reagieren. Sie bestehen aus ferromagnetischem Material, beispielsweise aus einer Nickel-Eisen-Legierung (Permalloy) mit sehr guter Magnetisierbarkeit. Der auftretende anisotrope, magnetoresistive Effekt (AMR) ist abhängig von der Orientierung der Stromrichtung im Sensorwiderstand zum äußeren Magnetfeld. AMR-Sensoren werden deshalb als Positions- und Rotationsensoren in Encodern eingesetzt, um die Bewegung von mechanischen Teilen in Maschinen zu detektieren.

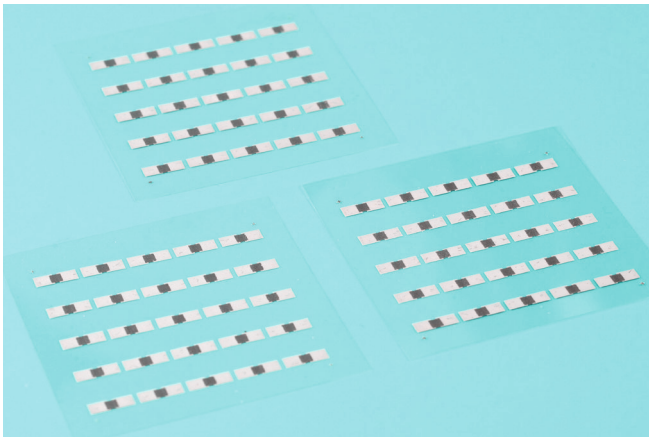


Abb. 1: AMR-Sensorarrays auf PET-Polymerfolie, hergestellt mit Siebdruck und Lasersintern.

Mikroelektronisch hergestellte AMR-Sensoren werden dem Stand der Technik nach als Surface-Mount-Devices (SMD) eingesetzt. Diese weisen allerdings Nachteile auf: keine mechanische Flexibilität, hohe Kosten bei der Fertigung von Sensor-Arrays und eine begrenzte Temperaturstabilität bis 150 °C aufgrund der verwendeten Aufbau- und Verbindungstechnik. Diese Nachteile der SMD-Sensoren sind durch gedruckte AMR-Sensoren, welche über Mikrodruckverfahren wie Siebdruck oder Tintenstrahldruck hergestellt werden, vermeidbar.

Dazu werden am Fraunhofer IKTS Magnetmaterialpasten und -tinten entwickelt, die auf unterschiedlichsten Substraten wie polymeren oder keramischen Folien definiert abgeschieden werden können. Das Sintern der gedruckten Schichten erfolgt innerhalb von Millisekunden mit einem Diodenlaserarray, das im Dauerstrichbetrieb arbeitet und einen linienförmigen Laserstrahl im Nahinfrarotbereich erzeugt. Eine energieeffiziente Sensorproduktion ist dadurch auch in Serie möglich. Ergebnisse belegen, dass so gedruckte AMR-Sensoren auf polymeren Folien eine sehr gute mechanische Flexibilität und Haltbarkeit aufweisen (bis 30 000 Biegezyklen getestet). Gedruckte AMR-Sensoren auf Polyimidfolie weisen eine zum Stand der Technik deutlich gesteigerte Temperaturbeständigkeit bis 300 °C auf. Abb. 1 zeigt siebgedruckte Sensoren, die im Mehrfachnutzen, großflächig und kostengünstig als Array hergestellt wurden. Tabelle 1 fasst wesentliche Eigenschaften dieser Magnetsensoren zusammen.

Die Entwicklung erfolgte in Zusammenarbeit mit dem Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf und dem Fraunhofer FEP im Rahmen des VIP+-Projekts Mag4Ink (FKZ: 03VP09092) des Bundesministeriums für Forschung, Technologie und Raumfahrt.

Tab. 1: Eigenschaften siebgedruckter AMR-Sensoren

AMR-Effekt	Winkelmessbereich	Auflösung in nT/√Hz
0,8 %	0–180 °	520 @ 0,1 Hz
		135 @ 5,0 Hz

Leistungs- und Kooperationsangebot

- Pasten- und Tintenentwicklung basierend auf magnetischem Pulver
- Sieb- und Tintenstrahldruck von AMR-Sensoren laut Layoutvorgabe oder skaliert als AMR-Sensorarray auf unterschiedlichen Substratmaterialien und Folien
- Lasersinterung gedruckter AMR-Schichten, insbesondere für thermisch empfindliche Substrate
- Auslegung und Prototyping von Magnetsensoren, u. a. für die Positions- oder Rotationsbestimmung
- Charakterisierung magneto-elektrischer Effekte bis zu 0,5 T und von -100 bis 600 °C, inkl. Charakterisierung des elektrischen Widerstandsrauschens.

Gefördert durch:

