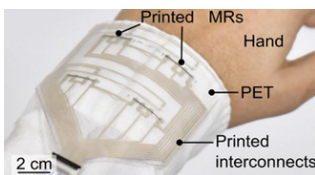


Funktionsweise und Herstellung

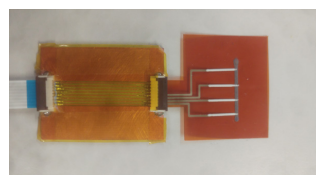
Die neuen gedruckten magnetoresistiven (MR) Sensoren, entwickelt als Kooperation zwischen Fraunhofer IKTS und HZDR, basieren auf kostengünstigen Pulvermaterialien, skalierbarer Herstellungsweise und hoher Funktionstüchtigkeit (siehe Tabelle) [1,2]. Bismut wird als Ausgangsmaterial für den Sensor dank seines hohen, nicht sättigenden MR-Effekts genutzt. Als Alternative zu starren SMD-Bauteilen zeigen diese Bismut-MR-Sensoren mechanische Flexibilität. Auch benötigen die Sensoren keine aufwändigen Atmosphären bei der Abscheidung wie Dünnschichtsensoren. Genutzt werden Dickschichtmethoden (z. B. Siebdruck und Dispenserdruck) und Linienlasernachbearbeitung (Dauerstrichbetrieb, 980 nm) um auch thermisch sensible Substrate wie Polymerfolien an Luft zu funktionalisieren. Dies ermöglicht die hohe Skalierbarkeit und Durchsatz der Herstellungsweise.

Vorteile

- Lineares und nicht sättigendes Ansprechverhalten im Magnetfeld von 0,1 bis 7 T
- Hoher MR-Effekt bis zu 8 % (bei 500 mT und 146 % bei 5 T, RT), gute Sensitivität und Magnetfeldauflösung
- Einfache Funktionalisierung auf verschiedenster Substrate: von Keramik, Leiterplatte bis Polymerfolie
- Mechanische Flexibilität (> 2000 Zyklen)
- Fähig zur Integration in Bauteile per In-Mold-Verfahren



Tragbare elektronische Plattform mit MR-Sensoren zum berührungslosen Schalten.



Vollständig gedruckter und kontaktierter Sensor mit FFC-Anschluss und Elektronik.

Mögliche Anwendungen

- Berührungsloses Schalten (z. B. Ersatz für Reed-Sensoren)
- Positions- und Rotationserkennung
- Hochfeldmagnetmessung/-mapping
- Flexible, berührungslose Mensch-Maschinen-Schnittstellen

Gedruckter MR Sensor

Spezifikationen	Parameter
Dimensionen	Anpassbar für spezifische Anwendungen, typische Bi-Schichtdicken: 20–50 μm
Drucktechnik	Bi-Schicht: Sieb- oder Dispenserdruck, Kontakt: Inkjet-, Sieb- oder Dispenserdruck
Verbindung	Standardisierter FFC-Anschluss (1mm 8 Kontakte)
Versorgungsstrom	2 mA
Versorgungsspannung	80 mV
Magnetfeldbereich	0,1 T–7 T, > 0,5 T lineare Reaktion, keine Sättigung
Betriebstemperaturbereich Getestet	5 K–450 K
Größe des magnetoresistiven Effekts	8 % (0,5 T, RT); 146 % (5 T, RT); > 4000 % (7 T, 5K)
Empfindlichkeit	2 Ω/T (@0,1 T), 10 Ω/T (> 1 T)
Auflösung	14 μT (@0,1 T), 2,8 μT (> 1 T)
Biegebarkeit	> 2000 Biegezyklen ohne Degradation

Literatur

1. M. Vinnichenko et al, Patent Application DE 10 2019 211 970 A1 (2021).
2. E. S. Oliveros-Mata, C. Voigt, G. S. Cañón Bermúdez et al, Adv. Mater. Technol. 7, 2200227 (2022).

Dr. Mykola Vinnichenko

Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS
Winterbergstraße 28, 01277 Dresden
Telefon +49 351 2553-7282
mykola.vinnichenko@ikts.fraunhofer.de



415-W-23-9-18

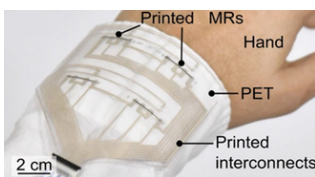


Sensor principles and manufacturing

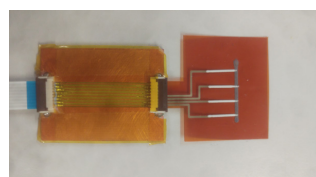
The novel printed magnetoresistive (MR) sensors developed in collaboration between Fraunhofer IKTS and HZDR are based on cost-efficient materials in powder form, rely on scalable manufacturing process and show high performance (Table) [1,2]. Bismuth is used as a sensor material due to its known high, non-saturating MR effect. In contrast to rigid SMD sensors available as surface mount devices, our sensors are mechanically flexible. Moreover, their manufacturing does not require vacuum or special gas equipment contrary to thin-film MR sensors. Using wet chemical deposition technologies (screen- or dispenser printing) and diode laser array post-processing (continuous wave operation, 980 nm) enables their realization on thermally sensitive flexible polymer substrates in ambient air. This enables the high scalability and throughput of the manufacturing method.

Highlights

- Linear response within magnetic field range 0.1–7 T, no saturation
- Large magnetoresistive effect (8 % @ 0.5 T and 146 % @ 5 T, RT), good sensitivity and magnetic field resolution
- Easy integration onto different substrates: ceramics, PCB boards and polymer tapes
- Mechanical flexibility (> 2000 bending cycles)
- Compatibility with in-mold-technology



Wearable electronic platform with MR sensors for touchless switching applications.



Fully printed and contacted sensor with FFC connection and electronics.

Potential applications

- Contactless switching (alternative to reed sensors in certain use cases)
- Position and rotation detection
- High magnetic field measurements / mapping
- Flexible human-machine interfaces

Printed MR sensor

Key specifications	Properties
General size	Adjustable for many applications, typical bismuth layer thickness: 20–50 μm
Printing technology	Bi-layer: dispenser and screen printing; contacts: inkjet, dispenser and/or screen printing
Connection	Standardized FFC Connection (1mm 8 contacts)
Main supply current	Typical 2 mA
Main supply voltage	Typical 80 mV
Magnetic field range	0.1 T–7 T, > 0.5 T linear response, no saturation
Range of MR effect	8 % (0.5 T, RT); 146 % (5 T, RT); > 4000 % (7 T, 5K)
Operational temperature range	5 K–450 K
Sensitivity	2 Ω/T (@0.1 T), 10 Ω/T (> 1 T)
Resolution	14 μT (@0.1 T), 2.5 μT (> 1 T)
Flexibility	> 2000 bending cycles without degradation

Literature

1. M. Vinnichenko et al, Patent Application DE 10 2019 211 970 A1 (2021).
2. E. S. Oliveros-Mata, C. Voigt, G. S. Cañón Bermúdez et al, Adv. Mater. Technol. 7, 2200227 (2022).

Dr. Mykola Vinnichenko

Fraunhofer Institute for Ceramic Technologies and Systems IKTS
 Winterbergstrasse 28, 01277 Dresden, Germany
 Phone +49 351 2553-7282
 mykola.vinnichenko@ikts.fraunhofer.de



415-W-23-9-18

