



GEDRUCKTE UND FLEXIBLE MAGNETFELDSSENSOREN AUS KOSTENGÜNSTIGEN WERKSTOFFEN

C. Voigt, Dr. M. Vinnichenko, Dipl.-Ing. C. Baumgärtner, Dr. M. Fritsch, Dr. N. Trofimenko, Dr. S. Mosch, Dr. V. Sauchuk, Dr. M. Kusnezoff, M. Sc. E. S. Oliveros Mata¹, Dr. G. S. Canon Bermudez¹, Dr. Y. Zabala¹, Dr. D. Makarov¹ (HZDR)

Magnetfeldsensoren werden zur Detektion von Bewegungen aller Art eingesetzt und sind Hauptbestandteile von modernen elektronischen Kompassen und berührungslosen Schaltern. Die zurzeit verfügbaren Sensoren werden über Dünnschichttechnologien auf steifen Substraten abgeschieden. Sie sind daher weder flexibel und handlich noch besonders kostengünstig. Die Herstellung mittels preiswerter, serientauglicher Druckverfahren wie Siebdruck oder Inkjetdruck ist ein attraktiver Ansatz, um Magnetfeldsensoren auf dünne flexible Träger abzuscheiden, ihre Kosten zu reduzieren und ihre Integration in verschiedene Messsysteme zu erleichtern. Die einzigen bisher bekannten gedruckten Magnetfeldsensoren basieren auf der GMR-Technologie und werden mittels Pinseldruck aufgetragen. Diese Herstellungsmethode ist aufwendig, da die GMR-Schichten zuerst über Physikalische Gasphasenabscheidung (PVD) auf einem Opferträger abgeschieden, danach abgelöst und gemahlen und schlussendlich zu einer druckfähigen Paste verarbeitet werden.

In enger Kooperation zwischen Fraunhofer IKTS und Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR) wurde daher die Entwicklung von vollständig gedruckten Magnetfeldsensoren auf Basis verbreiteter und kostengünstiger Werkstoffe mit hohem magnetoresistiven (MR) Effekt angestoßen. Ausgehend vom Pulver mit magnetoresistiven Eigenschaften wurden Pasten formuliert und die Sensorstrukturen mit Kontaktpads mittels Sieb-, Inkjet- und Dispenserdruck auf verschiedenen Substraten (Polymerfolien, Papier usw.) abgeschieden (Bild 1). Die Strukturen wurden mit mikrooptisch optimierten Diodenlaserarrays an Luft innerhalb von Millisekunden gesintert. Diese schnelle Sinterung ist entscheidend, um die Oxidation des Aktivmaterials an Luft zu

verhindern und Feldsensoren mit einem Magnetwiderstands-Verhältnis von bis zu 8 % bei 500 mT zu realisieren (Bild 2). Die Funktionstüchtigkeit des Sensors als gedruckter Schalter wurde anschließend nachgewiesen (Bild 3). Im Demonstrator nähert sich der Permanentmagnet dem Sensor. Das hierdurch stärker werdende Magnetfeld erhöht den elektrischen Widerstand des Sensors. Über eine analoge Logikschaltung wird die Widerstandsänderung in ein Ein-Aus-Signal umgewandelt. Die Lichtquelle wird so ein- bzw. ausgeschaltet.

Das ist die erste bekannte Demonstration eines vollständig gedruckten Magnetfeldsensors, der mit leicht skalierbaren Methoden und unter Verwendung kommerziell erhältlicher Materialien hergestellt wurde. Weil diese Sensoren in großen Quantitäten zu geringen Preisen hergestellt werden können, sind sie für kontaktlose Schaltanwendungen von besonderer Bedeutung. Aufgrund ihrer mechanischen Flexibilität haben sie das Potenzial, herkömmliche Reed-Sensoren in vielen Bereichen zu ersetzen, insbesondere bei Anwendungen für Mensch-Maschine-Interaktionen. Nach der Technologiedemonstration im Labormaßstab werden nun Industriepartner für gemeinsame Weiterentwicklungen, Technologietransfer und Hochskalierung gesucht.

- 1 Flexibler, gedruckter magnetoresistiver Sensor mit Kontakten.
- 2 MR-Ratio der Sensoren.
- 3 Demonstration des Funktionsprinzips des gedruckten Schalters (Quelle: HZDR).

