



01 Die Funk-Bediensysteme von Steute für die Medizintechnik werden unter anderem im OP eingesetzt. Aufgrund der hohen Hygieneanforderungen müssen sie die Schutzart IPX8 aufweisen

Sensorik und Antennen am besten integriert

In einem Projekt des Spitzenclusters it's OWL erprobt Steute die Integration von Sensoren und Antennen in die Gehäuse von Bediensystemen und Schaltgeräten für industrielle Anwendungen sowie für die Medizintechnik. Dabei wird eine Kombination von Laserdirektstrukturierung und additiver Fertigung genutzt. Die Ergebnisse sind vielversprechend.

Text: Julia Mönks, Marc Schmidt

Laptops und Smartphones verdanken einige ihrer Funktionen dem Verfahren der Laserdirektstrukturierung (LDS). Sie ermöglicht die Integration von dreidimensionalen Leiterbahnen, Sensoren und Antennen direkt in das Kunststoffgehäuse des jeweiligen Geräts. Dabei wird für den Spritzgießprozess ein besonderer, mit metallischen Additiven angereicherter Kunststoff verwendet. Ein Laser „schreibt“ dann das elektrische Layout auf das Kunststoffbauteil. Dadurch werden die Additive aktiviert, die im anschließenden chemischen Bad Kupfer an sich binden. In den aktivierten Bereichen der Oberfläche bilden sich dreidimensionale Leiterbahnen, die durch eine Nickel- oder Goldschicht konserviert und je nach Anwendung weiter über-

lackiert werden. Letztgenannter Schritt ist abhängig davon, ob die leitfähige Schicht an der Oberfläche verbleiben oder ob sie geschützt werden soll.

So entstehen zum Beispiel die Antennen von Smartphones und anderen Smart Devices. Die entsprechenden Geräte mit selektiv metallisierten Oberflächen bezeichnet man auch als MID: Molded Integrated Devices oder auch Mechatronic Integrated Devices.

Ziel: Integration von Leiterbahnen bei kleineren Stückzahlen

Gerade im Hinblick auf IoT, Vernetzung und immer kompaktere Endgeräte ist diese Technologie stark gefragt. Das



02 Eine ins Gehäuse integrierte Feuchtemessung ist eine sinnvolle Option für Fußschalter im OP – und ein Untersuchungsgegenstand des Merlin-Projekts von it's OWL

Verfahren ist bewährt. Da jedoch der Kunststoff-Spritzguss die Grundlage bildet, lässt er sich bei kleineren Serien oder gar bei Unikaten nicht wirtschaftlich anwenden.

Für Unternehmen, die beispielsweise Schaltgeräte oder Antriebselemente in kleinen bis mittleren Stückzahlen produzieren, stellen sich daher die Fragen: Kann man mit anderen Fertigungsverfahren zum Beispiel Leiterbahnen auf Kunststoffgehäuse aufbringen bzw. die Leiterbahnen in die Gehäuse integrieren und auf diese Weise MID herstellen? Oder lassen sich die LDS-Vorteile auch in Kombination mit anderen Produktionstechnologien nutzen?

Die Beantwortung dieser Fragen ist Aufgabe des Projekts „Smarte drahtlose MID Sensorsysteme für IoT-Anwendungen“ (Merlin) im Spitzencluster „Intelligente technische Systeme – it's OWL“. Zwei Forschungspartner (Fraunhofer IEM, Paderborn, und TH OWL, Lemgo) sowie drei Industrieunternehmen (Berg Spannsysteme, Lenze und Steute) arbeiten in diesem Projekt, das im März 2021 startete, zusammen. Gefördert wurde das Projekt vom Land NRW mit Mitteln durch das Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie.

Entwicklungsziel:

Feuchtemessung in OP-Fußschalter

Aus Sicht von Steute [1] ist unter anderem ein Anwendungsfall im Geschäftsfeld Meditec von Interesse. Hier entwickelt und fertigt das Unternehmen Fußschalter als Mensch-Maschine-Schnittstelle für Medizingeräte, die im OP eingesetzt werden (Bild 1). Um die strengen Hygieneanforderungen einzuhalten, werden die Schalter regelmäßig intensiv gereinigt und müssen entsprechend gut abgedichtet sein. Schutzart IPX8 ist hier der Standard. Jeder einzelne Schalter wird am Ende der Montage auf Dichtigkeit geprüft.

Sollte trotzdem Nässe oder Feuchtigkeit in den Schalter eindringen, wäre das zugehörige Medizingerät nicht mehr bedienbar. Deshalb ist das Ziel verständlich, die Feuchte im Fußschalter zu überwachen – mit möglichst einfachen, aber zuverlässigen Mitteln und zu vertretbaren Kosten.



03 Flexible Leiterplatten und Sensoren können in dreidimensionale Gehäuse integriert werden

Voraussetzung: Kombination von LDS und additiver Fertigung

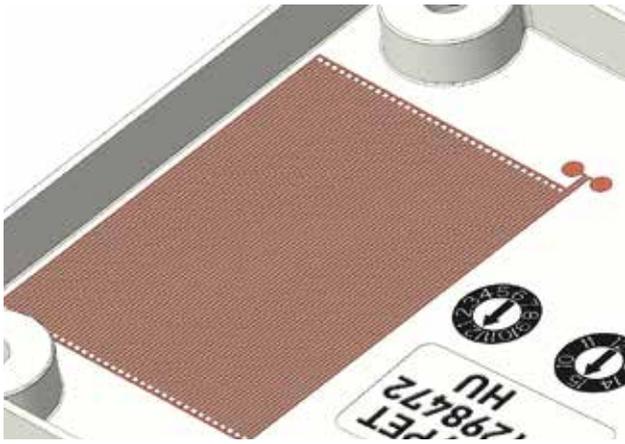
Grundsätzlich eignet sich das LDS-Verfahren für den genannten Anwendungsfall. Allerdings werden bei dieser eher kleine Stückzahlen gefertigt. Die Voraussetzung für die Nutzung der Laserdirektstrukturierung schafft ein vom Fraunhofer Institut IEM entwickeltes und patentiertes Verfahren, die LDS mit additiver Fertigung kombiniert. Dabei wird ein additiviertes Kunststoffpulver verwendet, um das dreidimensionale Bauteil zu drucken. Anschließend wird ähnlich wie beim LDS für Spritzgussteile mit dem Laser das Layout auf die Oberfläche des Bauteils „gebrannt“ und mit Kupferionen metallisiert. Und auch hier kann die leitfähige Schicht mit einer Lackschicht überzogen und geschützt werden.

Eine weitere Möglichkeit: Die Technische Hochschule OWL (Lemgo) verwendet einen Pulverlack, der den Aufbau von Schaltungen auf beliebigen metallischen Grundkörpern erlaubt. Auch in diesem Fall lässt sich also das LDS-Verfahren nutzen.

Zwei Strategien zur Feuchtemessung im Schaltergehäuse: Resistiv und kapazitiv

Im Merlin-Projekt erprobte Steute, begleitet von den beiden Forschungspartnern, zwei Möglichkeiten der Feuchtemessung im Schaltergehäuse (Bild 2). Bei einem Demonstrator wurden parallel verlaufende, aber nicht verbundene Leiterbahnen im Grundkörper des Gehäuses aufgebracht. Ein eindringender Wassertropfen schafft nach dem Grundsatz der resistiven Messung eine Verbindung nebeneinander angeordneter Leiterbahnen und erzeugt einen Kurzschluss. Dieser kann als Spannungsabfall messtechnisch erfasst werden: ein klares Signal für das Eindringen von Nässe.

Bei einem zweiten Demonstrator wurde das Verfahren der kapazitiven Feuchtemessung genutzt und ein solcher Sensor durch Laseraktivierung eines aufgetragenen Lacks erzeugt (Bild 3 und Bild 4). Aus der Veränderung der Dielektrizitätskonstante lassen sich Rückschlüsse auf den Eintritt von Feuchtigkeit ziehen. Hier zeigte sich im Vergleich zur resistiven Messung eine weniger zuverlässige



04 Erprobt wurde auch ein in die Oberfläche integrierter und mitgedruckter kapazitiver Feuchtesensor

Erfassung. Grund dafür ist wohl, dass einzelne Tropfen nur kleine messtechnische Auswirkungen auf großflächige Kapazitäten haben. Abhilfe könnte hier die Verwendung eines saugfähigen Vlieses schaffen, das auf der kapazitiven Sensorfläche aufgelegt wird.

Im Ergebnis zeigt dieses Teilprojekt, dass die Kombination von LDS und additiver Fertigung im beschriebenen Anwendungsfall grundsätzlich vielversprechend ist. Es bestehen gute Aussichten, dass sie in die Serienfertigung der medizintechnischen Bediensysteme von Steute übernommen werden.

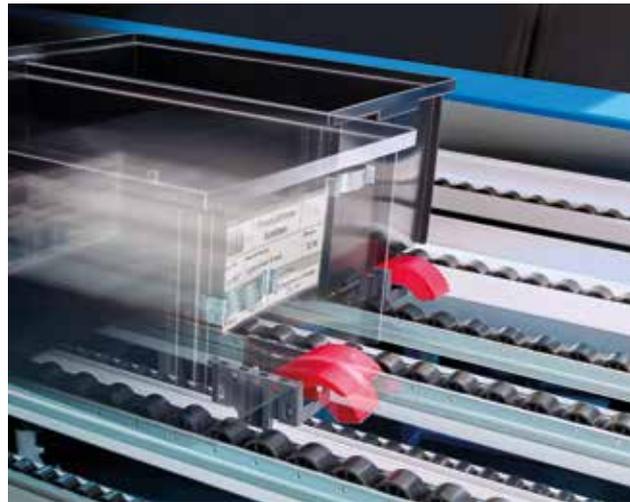
Zweite MID-Applikation:

Integration von Antenne in Funksensorgehäuse

In einem zweiten Teilprojekt wurde die Zusammenführung der Technologiefelder AM und MID am Beispiel eines Funksensors des Steute-Geschäftsbereichs Nexy untersucht. Bei Nexy handelt es sich um ein Funknetzwerk, das den gesamten Materialfluss in der Fertigung überwacht und steuert. Dank der funkbasierten Wirkweise können Behälter in Kanban-Regalen erfasst werden. Ebenso erfassen Sensoren Dollies und Routenzüge an den Übergabestationen und unterstützen so bei der innerbetrieblichen Materialversorgung.

Zu den Hardware-Komponenten von Nexy zählt ein Wippensensor, der das Vorhandensein von Behältern in e-Kanban-Regalen detektiert (**Bild 5**). Zum Teil kommen in einer Nexy-Installation mehrere hundert solcher Funkwippen zum Einsatz. Unterhalb der Kunststoffwippe, die im Kunststoffspritzguss gefertigt wird, befindet sich eine zweidimensionale metallische Antenne. Das funktioniert in der Praxis zwar gut, wenn aber die Antenne eine bessere Abstrahlcharakteristik und eine erhöhte Reichweite aufweist, könnte die Anzahl der Access Points als Empfangseinheiten im Feld reduziert werden. Eben das war Gegenstand dieses Projekts, bei dem die Antenne in die Wippe integriert und dreidimensional auch über die Frontfläche der Wippe geführt wird.

Die Simulation wurde zunächst mit einem 2,4-GHz-Funksystem durchgeführt. Diese Frequenz nutzt Steute in der Medizintechnik. Weil die Antenne kompakter ist, kann



05 Im it's-OWL-Projekt wurde auch die Integration von Antennen in die 3D-gedruckten Betätigungselemente von Funksensoren untersucht

sie hier leichter realisiert werden. Die Ergebnisse sollen dann in einem zweiten Schritt auf die 868-MHz-Frequenz der Nexy-Funktechnologie übertragen werden. Nach dem Konzept der Kombination von LDS und additiver Fertigung wird die dreidimensionale Antenne in die Oberfläche der Wippe integriert und somit die Antenne deutlich vergrößert und ihre Abstrahlcharakteristik verbessert. Dieses Projekt läuft noch; abschließende Ergebnisse liegen bislang nicht vor.

Ein schneller Weg zur Nutzung neuer Technologien

Als Fazit zieht Steute: Die sehr gute Zusammenarbeit mit den beiden Forschungseinrichtungen und auch mit den beiden anderen Industriepartnern des Merlin-Projekts eröffnet neue Perspektiven, hilft bei Erschließung innovativer Technologien und beschleunigt auch deren Implementierung. Sie wird dazu beitragen, dass Steute kurz- bis mittelfristig die MID-Technologie in zwei Geschäftsfeldern und zwei verschiedenen Aufgabenfeldern (Feuchtemessung in HMI-Gehäusen und Integration von Antennen in Sensoren) nutzen kann. (ih)

Literatur

[1] Steute Technologies GmbH & Co. KG, Löhne: www.steute.com

Autoren

Julia Mönks ist als Produktmanagerin MMI bei der Steute Technologies GmbH & Co. KG in Löhne tätig.

Marc Schmidt ist als Entwicklungsleiter Software & Elektronik bei der Steute Technologies GmbH & Co. KG in Löhne tätig.