

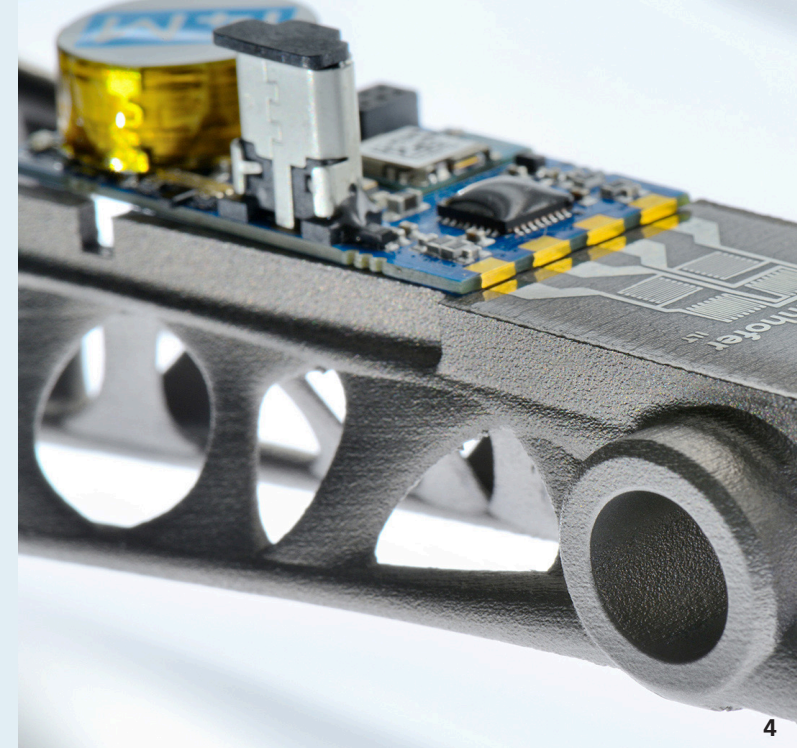
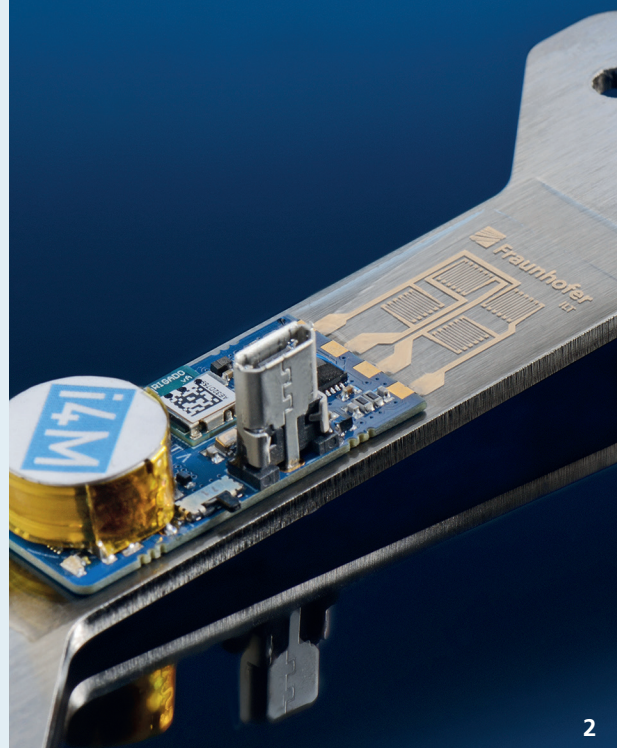
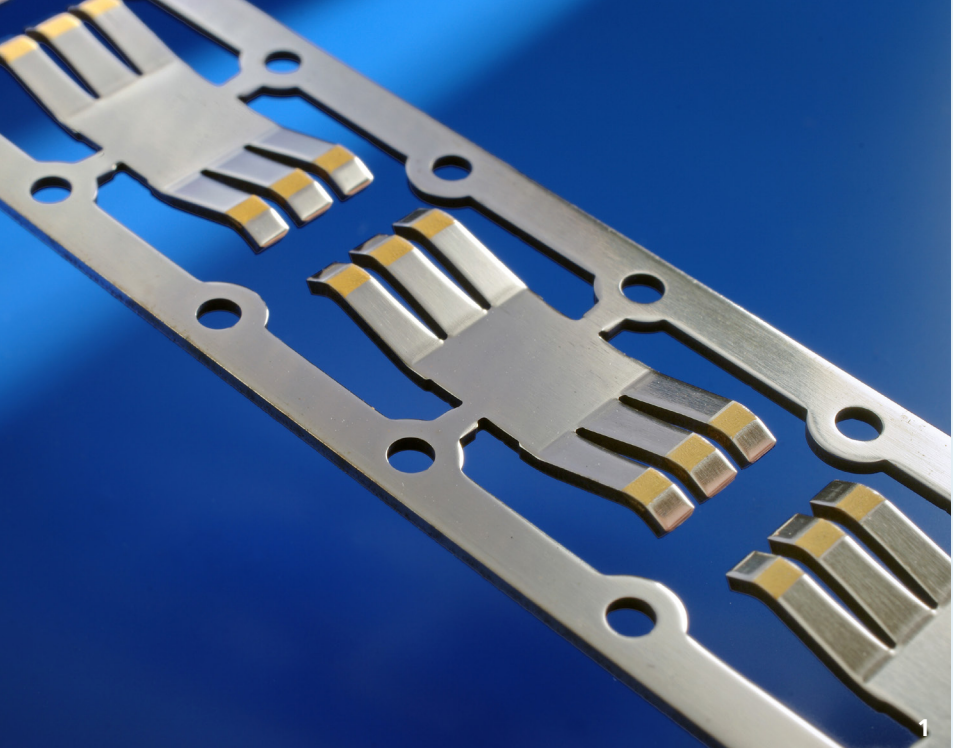
Printed electronics

Gedruckte Elektronik erschließt immer mehr Anwendungsfelder in unserem Alltag wie z. B. in OLED-Displays, Solarzellen oder Ebook-Readern. Doch welche Herstellungsverfahren und Materialien bestimmen die Anwendungen der Zukunft? Das Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT entwickelt digitale, energieeffiziente und ressourcensparende Lösungen für zukünftige Herausforderungen.

Gedrucktes Gold: Teure Rohstoffe klug eingesetzt

Vergoldungen für hochwertige Kontaktstellen werden heute mittels Galvanik oder chemischen und physikalischen Abscheidungsverfahren wie PVD und CVD hergestellt. Diese Verfahren sind kosten- und zeitintensiv und verwenden teils umweltschädliche und giftige Chemikalien. Durch Kombination von Druck- und Laserverfahren kann der Verbrauch von kostenintensivem Edelmetall verringert und der von umweltschädlichen Chemikalien in galvanischen Verfahren ganz vermieden werden. Mithilfe neu entwickelter Laserverfahren können selektiv gedruckte Goldpasten auf Ni-Cu-Substraten hergestellt werden.

Piezoelektrischer Mikroaktuator.



Laserverfahren für die Funktionalisierung gedruckter Elektronik

Bis zu 80 Prozent des zuvor eingesetzten Goldes kann so eingespart werden. Die metallurgisch mit dem Substratmaterial verbundenen Goldschichten weisen Schichtdicken von 2–5 µm auf und sind mechanisch sehr robust.

Elektrische Leiter auf und in Faserverbundkunststoffen

Faserverbundkunststoffe (FVK) sind im Leichtbau nicht mehr wegzudenken. Wachsender Bedarf und fortschreitende Funktionsintegration für beispielsweise mechanisch überwachte, komplexe Strukturbauteile oder beheizte Komponenten in Elektro-Flugzeugen erfordern neue Fertigungsverfahren. Durch die Kombination digitaler Druck- und Laserverfahren können elektrische Funktionen (Heizen, Messen von Dehnung, Messen der Alterung, Signalleitungen etc.) auf und in FVK integriert werden. Verglichen mit Ofennachbehandlungsverfahren weisen die so hergestellten Schichten variierbare elektrische Eigenschaften bei geringerer thermischer Belastung des Bauteils auf.

Piezelektrische Aktuatorschichten

Mikroelektromechanische Systeme (MEMS) werten unsere Smartphones zu einem hilfreichen Alltagswerkzeug voller nützlicher und kompakt integrierter Funktionen auf. Mikroaktuatoren, wie beispielsweise in Mikro-lautsprechern oder Mikropumpen, werden durch dünne piezelektrische Funktionskeramiken angetrieben, die sich bei Anlegen eines elektrischen Felds mechanisch verformen. Mit konventionellen Fertigungsverfahren der Mikroelektronik ist die Herstellung solcher piezelektrischer Multischichtsysteme äußerst zeit- und kostenintensiv. Durch die Kombination von Tintenstrahldruck mit laserbasierten Funktionalisierungsverfahren ist es möglich, den Zeit- und Kostenaufwand zur Herstellung hochfunktionaler Dünnschicht-MEMS im industriellen Maßstab maßgeblich zu reduzieren.

Sensoren direkt auf Bauteile drucken

Folien-Dehnungsmesstreifen (DMS) werden heute meist händisch auf Bauteile aufgeklebt. Dieser Prozess erfordert viele Arbeitsschritte, Erfahrung, Zeit und Fingerspitzengefühl. Damit ist die Installation des DMS meist der größte

Kostenanteil zur Nutzung dieser Sensoren. Die Additive Fertigung ermöglicht nicht nur den Druck von DMS auf günstige Trägerfolien, DMS kann auch direkt auf ein Bauteile aufgedruckt werden, wodurch der manuelle Schritt des Aufklebens entfällt. Beschichtungsverfahren wie Dispensen oder Inkjet-Druck können die nötigen Funktionsschichten aus einem digitalen Modell automatisiert und präzise auftragen. Ein Laser führt die erforderliche Nachbehandlung in wenigen Sekunden aus, ohne dass das Bauteil in einem Ofen erwärmt werden muss. Durch die Verwendung einer WLAN-fähigen Auswerteplatine ist eine kabellose Überwachung der Bauteile möglich. Neben DMS lassen sich auch Temperatursensoren, Leiterbahnen oder Heizstrukturen auf die Bauteile aufbringen.

»Fühlende« Bauteile aus dem Drucker

Durch die Kombination des laserbasierten metallischen 3D-Drucks (Laser Powder Bed Fusion LPBF) mit dem Druck von Sensoren mittels Inkjet-Druck oder Dispensen lassen sich fühlende Bauteile voll additiv fertigen. Dabei können die Sensoren auf die fertig gedruckten Bauteile aufgetragen oder während des LPBF-Verfahrens in das Bauteil eingebracht werden. Dafür wird das LPBF-Verfahren zum passenden Zeitpunkt pausiert, die Isolationsschicht auf die definierten Flächen gedruckt und laserbasiert ausgehärtet. Druck und thermische Nachbehandlung erfolgen äquivalent für Messgitter

und Verkapselung. Im Anschluss wird das LPBF-Verfahren fortgeführt, ohne die gedruckten Strukturen zu beschädigen. Dieses Vorgehen eröffnet vollkommen neue Möglichkeiten für das Design »smarter« Bauteile, da durch die reine digitale Prozesskette individuelle Bauteil- und Sensordesign bis zur Losgröße 1 hergestellt werden können. So werden Bauteile befähigt in Bereichen der Industrie 4.0 wie »Internet of Things« und »digitaler Zwilling« verwendet zu werden. Als Beispiel konnten Dehnungssensoren in einem mittels LPBF hergestellten Fräskopf integriert werden.

- 1 *Selektiv vergoldete Kontaktstellen.*
- 2 *Piezelektrische Mikroaktuator.*
- 3 *Gedruckter, kabelloser DMS auf Stahlbauteil.*
- 4 *Gedruckte DMS auf 3D-gedrucktem Fräskopf.*

Die Vorteile auf einen Blick

- Hohes Maß an Automatisierbarkeit durch additiven Ansatz
- Präzise Einstellung von Widerstandswerten durch Laserbearbeitung
- Möglichkeit der Bearbeitung neuer Materialien und Materialkombinationen durch gezielten Energieeintrag
- Reduktion des Materialbedarfs durch geeignete Beschichtungsverfahren



QS zertifiziert nach
DIN EN ISO 9001:2015
Reg.-Nr. 069572 QM15

Fraunhofer-Institut
für Lasertechnik ILT
Institutsleitung
Prof. Constantin Häfner

Steinbachstraße 15
52074 Aachen
Telefon +49 241 8906-0
Fax +49 241 8906-121
info@ilt.fraunhofer.de
www.ilt.fraunhofer.de

Kontakt

Samuel Fink M. Sc.
Telefon +49 241 8906-624
samuel.fink@ilt.fraunhofer.de

Dr. Christian Vedder
Telefon +49 241 8906-378
christian.vedder@ilt.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT

Das Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT zählt weltweit zu den bedeutendsten Auftragsforschungs- und Entwicklungsinstituten im Bereich Laserentwicklung und Laseranwendung. Unsere Kernkompetenzen umfassen die Entwicklung neuer Laserstrahlquellen und -komponenten, Lasermess- und Prüftechnik, sowie Laserfertigungstechnik. Hierzu zählen beispielsweise das Schneiden, Abtragen, Bohren, Schweißen und Löten sowie das Oberflächenvergüten, die Mikrofertigung und das Additive Manufacturing. Weiterhin entwickelt das Fraunhofer ILT photonische Komponenten und Strahlquellen für die Quantentechnologie.

Übergreifend befasst sich das Fraunhofer ILT mit Laseranlagen-technik, Digitalisierung, Prozessüberwachung und -regelung, Simulation und Modellierung, KI in der Lasertechnik sowie der gesamten Systemtechnik. Unser Leistungsspektrum reicht von Machbarkeitsstudien über Verfahrensqualifizierungen bis hin zur kundenspezifischen Integration von Laserprozessen in die jeweilige Fertigungslinie. Im Vordergrund stehen Forschung und Entwicklung für industrielle und gesellschaftliche Herausforderungen in den Bereichen Gesundheit, Sicherheit, Kommunikation, Produktion, Mobilität, Energie und Umwelt. Das Fraunhofer ILT ist eingebunden in die Fraunhofer-Gesellschaft.