

Räumliche Elektronik

Durch Miniaturisierung und Funktionsintegration ermöglicht die **MID-TECHNIK** elektronische Schaltungsträger in drei Dimensionen und bietet Lösungen für innovative Produkte vom Rapid Prototyping bis zur Serie.

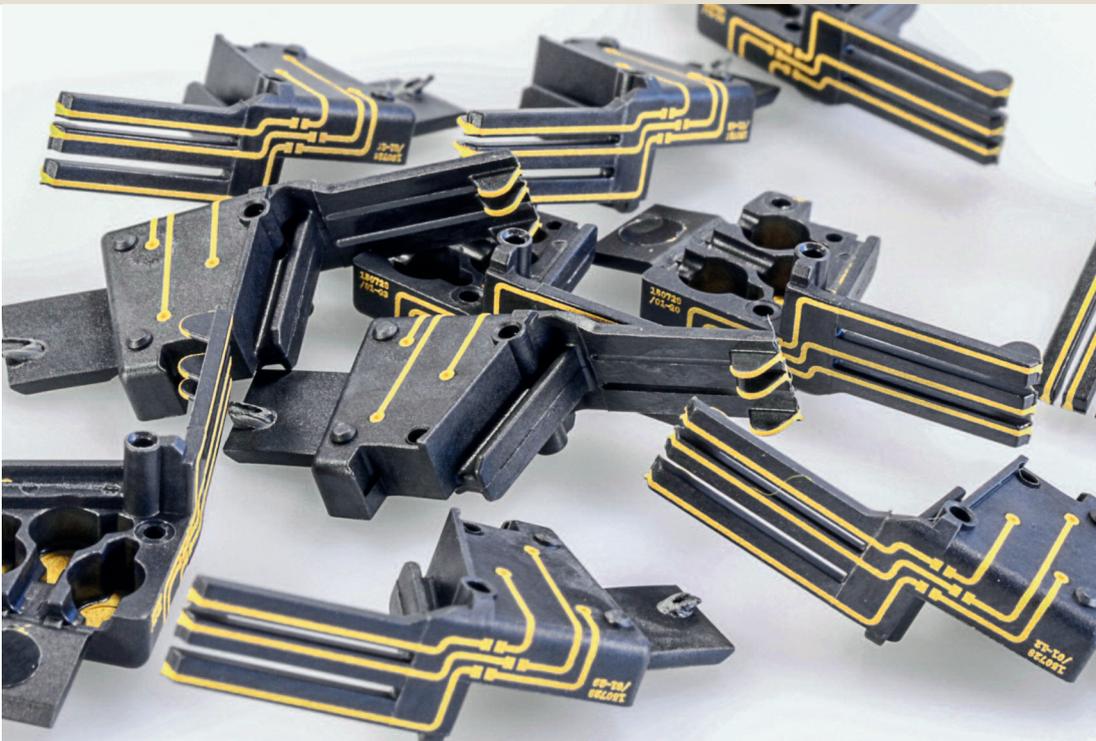


Bild 1. Die MID-Technik erlaubt den Aufbau miniaturisierter dreidimensionaler Schaltungsträger, zum Beispiel von Komponenten für Hörgeräte

WOLFGANG EBERHARDT UND HAGEN MÜLLER

Kontinuierlich weiterentwickelte Fertigungsverfahren ermöglichen für zahlreiche Anwendungen elektronischer Schaltungsträger die zunehmende Miniaturisierung und Funktionsintegration. Beispiele dafür sind: Sensoren und Aktoren für die Automobil-, Automatisierungs- und Medizintechnik sowie Antennen in der Telekommunikationstechnik. Hierfür eignet sich die MID-Technik (Moulded

Interconnect Devices oder auch Mechatronic Integrated Devices).

Für miniaturisierte 3D-Schaltungsträger ist vorzugsweise das laserbasierte Strukturieren mit anschließendem selektiven Metallisieren einsetzbar (**Bild 1**). Zum einen lassen sich so mit einem fein fokussierten Laserstrahl kleinste Leiterstrukturen mit einem Pitch von bis zu 100 µm realisieren. Zum anderen erlauben die 3D-Formgebung durch Spritzgießen und das Strukturieren mit 3D-scannenden Lasersystemen Leiterbahnlayouts auf 3D-Freiformflächen.

> KONTAKT

Hahn-Schickard
70569 Stuttgart
Tel. +49 711 68583712
www.hahn-schickard.de

Laser-Direktstrukturieren von 3D-Schaltungsträgern

Das LDS-Verfahren (Laser-Direktstrukturieren) des Unternehmens LPKF Laser und Electronics aus Garbsen eignet sich zum Aufbau von dreidimensionalen Schaltungsträgern auf Basis von Thermoplasten (**Bild 2**). Dazu werden gefüllte Thermoplaste mit

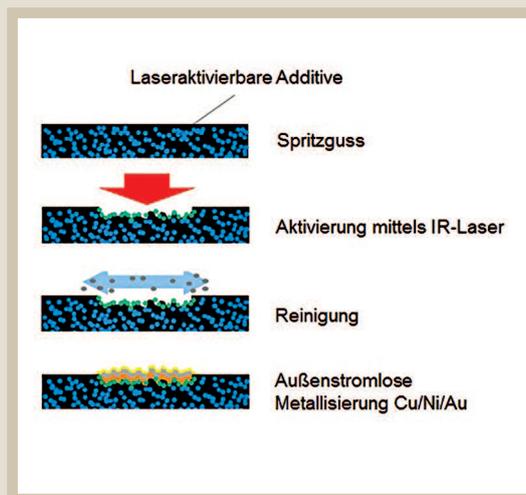


Bild 2. LPKF-LDS-Prozess zum Aufbau von MIDs

speziellen laseraktivierbaren Additiven durch Spritzgießen verarbeitet. Mittlerweile ist die Werkstoffpalette groß, beispielsweise LCP, PPA, PEEK, PBT, PET+PBT, ABS und PC+ABS, sodass für unterschiedliche Anwendungen ein geeigneter Thermoplast zur Verfügung steht. 3D-scannende IR-Laser aktivieren selektiv die Bauteiloberfläche. Dabei wird das mittels CAD erzeugte Leiterbahnlayout auf das Bauteil übertragen.

Für zweilagige Leiterstrukturen lassen sich im gleichen Prozessschritt lasergebohrte Durchkontaktierungen einbringen. Der maskenlose 3D-Struktur-

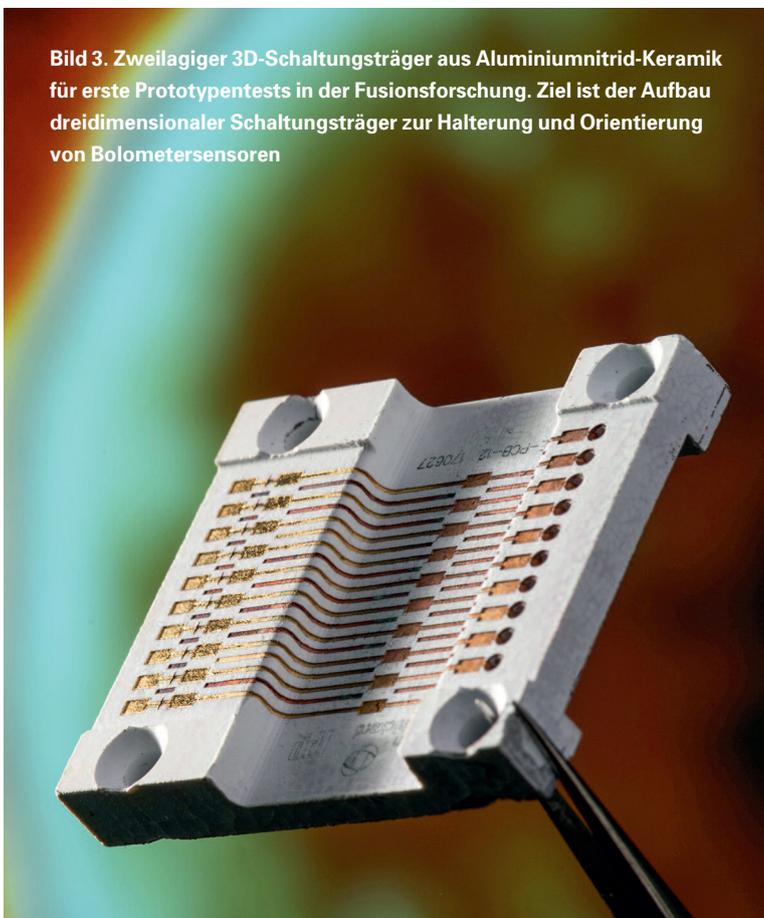
rierungsprozess ermöglicht mit einer einfachen Anpassung der CAD-Daten eine maximale Flexibilität, insbesondere bei Designänderungen im Entwicklungsprozess. Nach der Laserstrukturierung entfernt ein Reinigungsschritt die Laserablationsprodukte von der Bauteiloberfläche. Dies kann zum Beispiel nasschemisch innerhalb der Metallisierungslinie erfolgen. Für hohe Anforderungen an die Leiterbahnoberflächen bei nachfolgenden Prozessen der Aufbau- und Verbindungstechnik, beispielsweise beim Drahtbonden, empfiehlt sich die CO₂Schneestrahlsreinigung.

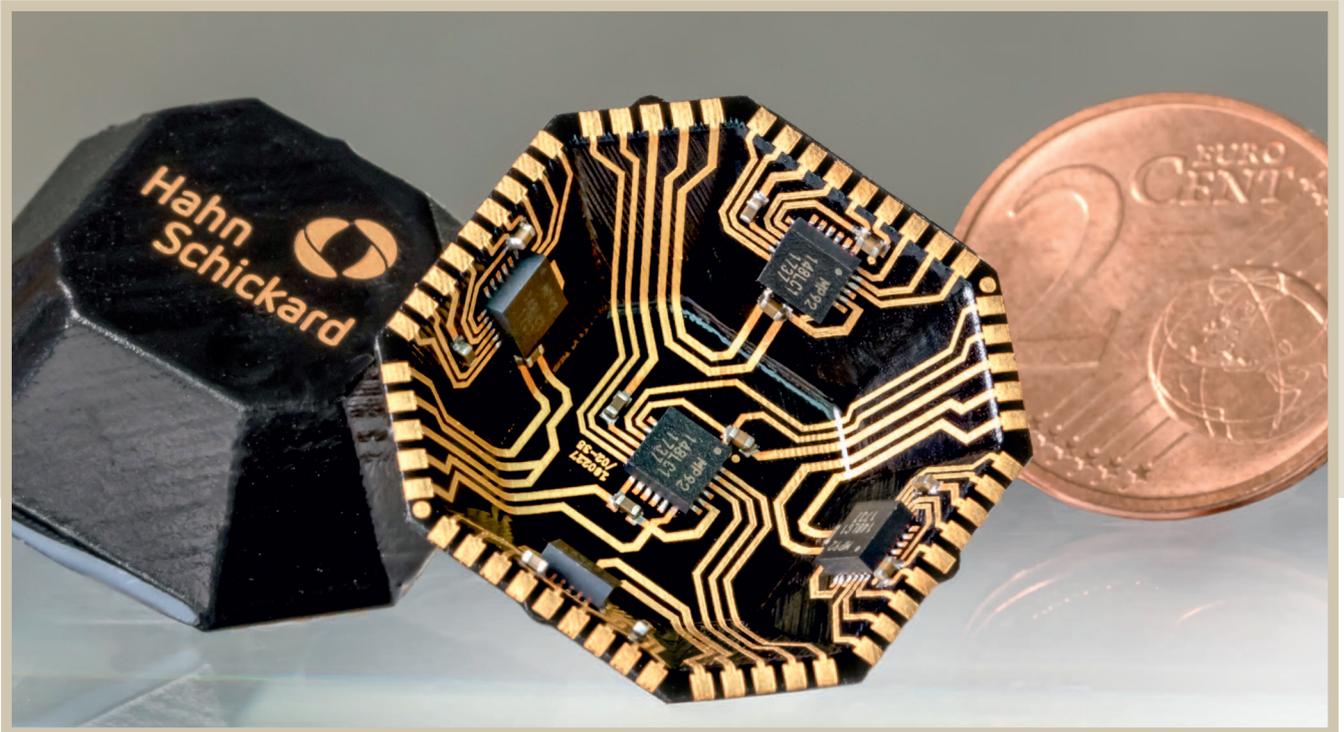
Anschließend werden die laserstrukturierten Bereiche außenstromlos metallisiert. Dabei übernehmen die laseraktivierten Additive in den Thermoplasten die Funktion eines Katalysators, der die selektive Abscheidung der Kupferstartschicht auf dem Thermoplast ermöglicht. Typischerweise wird ein Schichtsystem aus Cu/Ni/Au abgeschieden, wobei auch alternative Schichtsysteme, zum Beispiel Cu/Pd/Au und Cu/Ag, machbar sind. Die Gesamtschichtdicken der abgeschiedenen Leiterbahnen liegen zwischen 10 und 15 µm. Für größere Schichtdicken ist eine galvanische Verstärkung der Kupferstartschicht erforderlich. Nach dem Metallisieren können Prozesse aus der Aufbau- und Verbindungstechnik, zum Beispiel die SMD-Montage mittels Löten oder Leitleben sowie die Chipmontage, durchgeführt werden, wobei die Assemblierung ebenfalls auf dreidimensionalen Geometrien möglich ist.

Alternative Substratmaterialien

Das Forschungsinstitut Hahn-Schickard aus Stuttgart verwendet für dreidimensionale Schaltungsträger auch alternative Substratmaterialien wie Keramiken (Aluminiumoxid, Aluminiumnitrid) und Duroplaste (**Bild 3**). Damit erfüllen die Schaltungsträger spezielle Anforderungen, beispielsweise hohe Temperaturbelastbarkeit und Medienbeständigkeit. Auch hier erzeugen laserbasierte Verfahren in Kombination mit einer selektiven additiven Metallisierung die Leiterbahnstrukturen.

Bild 3. Zweilagiger 3D-Schaltungsträger aus Aluminiumnitrid-Keramik für erste Prototypentests in der Fusionsforschung. Ziel ist der Aufbau dreidimensionaler Schaltungsträger zur Halterung und Orientierung von Bolometersensoren





Rapid Prototyping von MIDs

Rapid-Prototyping-Verfahren zeichnen sich durch einen geringen Initialaufwand, eine hohe Flexibilität und damit eine hohe Wirtschaftlichkeit bei der Herstellung kleiner Losgrößen aus. In kurzer Zeit und mit verhältnismäßig geringem Kostenaufwand lassen sich Ansichts- und Funktionsmodelle oder erste Muster für die Erprobung gestalten. Die Anfangskosten beim Aufbau von MIDs werden vor allem durch die Herstellung des Spritzgusswerkzeugs verursacht. An dieser Stelle setzen Verfahren zum Rapid Prototyping von MIDs an.

Hahn-Schickard verwendet für das Rapid Prototyping von MIDs zwei Prozesse. Zum einen lässt sich der MID-Grundkörper direkt mittels additiver Verfahren aus Kunststoff aufbauen. Dafür eignet sich beispielsweise das Digital Light Processing (DLP), mit welchem ähnlich wie bei der Stereolithografie Bauteile aus einem flüssigen Polymer aufgebaut werden. Das bei Hahn-Schickard vorhandene System zeichnet sich dadurch aus, dass sich auch Materialien mit anorganischen Füllstoffen mit vergleichsweise guter Temperaturstabilität verarbeiten lassen.

Für die Prozessierung additiv gefertigter Bauteile nach dem LPKF-LDS-Prozess werden die Bauteile mit

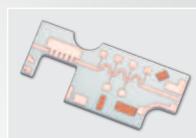
Bild 4. Rapid Prototyping einer inertialen Messeinheit mit MID-Technik: additives Fertigen des Grundkörpers, Beschichten mit LDS-Lack, Laserstrukturieren, Metallisieren und Bestücken von SMD-Bauelementen



Ganz schön cool!

Der Spezialist für thermisch-sensitive Prozesse

Der LPKF ProtoLaser R ermöglicht die materialschonende Bearbeitung durch ultrakurze Laserpulse – ganz ohne Wärmeintrag. Erfahren Sie mehr: www.lpkf.de/protolaser_r

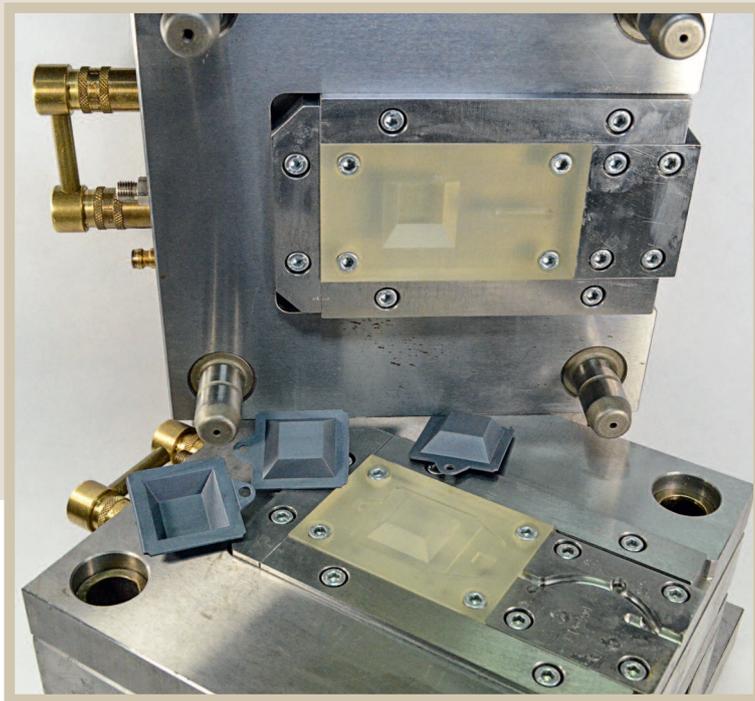


electronica: 13. – 16.11.2018, Halle B1, Stand 219

LPKF

Laser & Electronics





einem speziellen Lack mit laseraktivierbaren Additiven (ProtoPaint LDS) beschichtet. Danach lässt sich mittels Laserstrukturierung und nachfolgender außenstromloser Metallisierung das Leiterbahnlayout aufbringen.

Bild 5. Durch die additive Fertigung von Spritzgusswerkzeugeinsätzen und deren Integration in modulare Stammwerkzeuge erfolgt eine schnelle Bereitstellung von Grundkörpern für erste MID-Musterbauteile in Echtwerkstoffen

Die so erzeugten Leiterstrukturen sind bezüglich ihrer elektrischen Eigenschaften sowie der Haftfestigkeit und Oberflächenrauheit mit Leiterstrukturen auf konventionellen MIDs vergleichbar.

Aufgrund der begrenzten Temperaturbelastbarkeit der additiv gefertigten Grundkörper wurden für die Bestückung mit SMD-Bauelementen alternative Prozesse zur herkömmlichen Ofenlötung mit bleifreien Loten wie SnAgCu-Legierungen entwickelt. Zum einen lassen sich SMD-Bauelemente mittels Laserlöten aufbauen. Durch das Aufschmelzen der Lotpaste mit Laserstrahlung wird eine zeitlich und örtlich sehr definierte und schonende Aufheizung erreicht. Zum anderen kann auch eine niedrigschmelzende Lotpaste auf Basis einer SnBi-Legierung eingesetzt werden. Dadurch ist der Lötprozess auch in einem konventionellen Durchlaufofen durchführbar. Somit können SMD-Bauelemente bis zu einer minimalen Größe 0402 bestückt werden, wodurch zum Beispiel das Rapid Prototyping von Sensorsystemen mittels MID-Technik machbar ist (**Bild 4**).

Rapid Tooling des Spritzguss-Werkzeugs

Als weiteres Verfahren zum Rapid Prototyping von MIDs bietet sich das Rapid Tooling des Spritzgusswerkzeugeinsatzes an (**Bild 5**). Der Spritzgusswerkzeugeinsatz lässt sich auf Basis der CAD-Daten des anzufertigen Bauteils mittels additiver Verfahren aus Kunststoff aufbauen und in ein Stammwerkzeug integrieren. Dazu empfiehlt sich das Digital Light Processing mit gefüllten, temperaturstabilen Materialien. Ein modularer Werkzeugaufbau macht das Design flexibel.

Zum Spritzgießen mit den additiv gefertigten Einsätzen können die in der MID-Technik verwendeten Hochtemperatur-Thermoplaste verarbeitet werden, zum Beispiel LCP. Die Bauteile bestehen somit aus demselben Werkstoff wie das spätere Serienteil. Je nach Thermoplast und Bauteilgeometrie werden Standzeiten der additiv gefertigten Werkzeugeinsätze von etwa zehn bis zu mehreren Hundert Bauteilen erreicht. Die aus laseraktivierbaren Thermoplasten



PRÄZISE. ZUVERLÄSSIG. FLEXIBEL.



Badische Industrie-Edelstein Gesellschaft mbH

Ihr Spezialist für extrem harte Werkstoffe in sehr kleinen Dimensionen.

- Optische Saphirkomponenten
- Saphir/Rubin-Lagersteine und Hartmetallachsen
- Saphir/Rubin-Düsensteine
- CNC Präzisions-Drehteile

www.bieg-elzach.de

LT Ultra-Precision Technology GmbH

Aftholderberg, Wiesenstr. 9
Germany 88634 Herdwangen-Schönach
Tel. +49 (0) 7552-405 99-0
Fax +49 (0) 7552-405 99-50

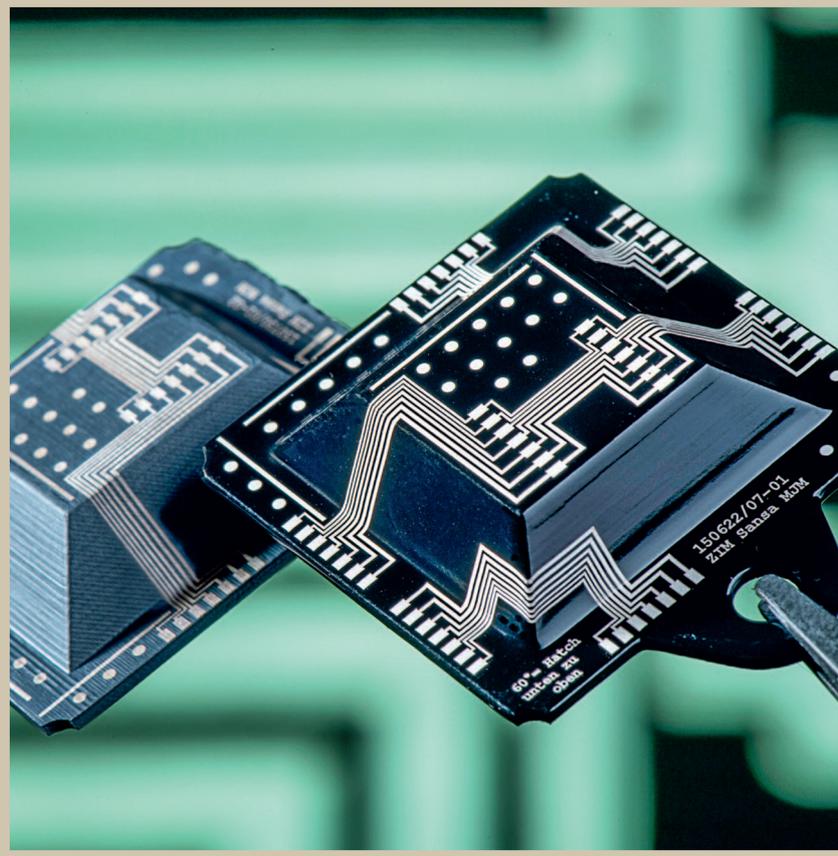


Bild 6. Das Rapid Prototyping von MID-Bauteilen kann über das Rapid Tooling des Spritzgusswerkzeugeinsatzes (links) und über die direkte additive Fertigung des Grundkörpers (rechts) realisiert werden. So lassen sich Leiterbahn-Pitches von bis zu 300 µm auf 3D-Geometrien erzielen

spritzgegossenen Bauteile lassen sich wie gewohnt mithilfe des LPKF-LDS-Prozesses strukturieren. Aus Untersuchungen zur Zuverlässigkeit an derart aufgebauten Bauteilen zeigt sich, dass Anwendungen für das Rapid Manufacturing möglich sind.

Beide Verfahren stehen bei Hahn-Schickard zur Verfügung, um Interessenten einen leichten Einstieg in die MID-Technik zu ermöglichen beziehungsweise um aus Designstudien schnell reale Bauteile zu generieren (**Bild 6**). Das Bauteildesign und der jeweilige Anwendungsfall entscheiden dabei, welcher Prozesskette der Vorzug gegeben wird.

Ob für den Aufbau erster Musterbauteile oder für die Serienproduktion kleiner und mittlerer Stückzahlen, im Institut in Stuttgart steht die komplette MID-Prozesskette zertifiziert nach ISO 9001:2015 zur Verfügung. So lassen sich MID-Bauteile vom Design über Werkzeugfertigung, Spritzguss und Strukturierung bis hin zur Bestückung aus einer Hand in enger Zusammenarbeit mit dem Kunden entwickeln und fertigen. ■ MI110565

Danksagung

Die Autoren danken dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), der AiF Projekt GmbH, den Partnern der ZIM-Projekte SANSA-MJM, SANSA-Bestückung und ASCIMU sowie Fusion for Energy (Grant F4E-OPE-0715).

AUTOREN

Dr. WOLFGANG EBERHARDT ist Bereichsleiter Technologie bei Hahn-Schickard in Stuttgart; Wolfgang.Eberhardt@Hahn-Schickard.de
HAGEN MÜLLER ist Gruppenleiter Lasertechnik bei Hahn-Schickard in Stuttgart; Hagen.Mueller@Hahn-Schickard.de

UP-MASCHINEN
HYDROSTATISCHE LAGER
METALLOPTIKEN
STRAHLFÜHRUNGEN
INTERFEROMETER

