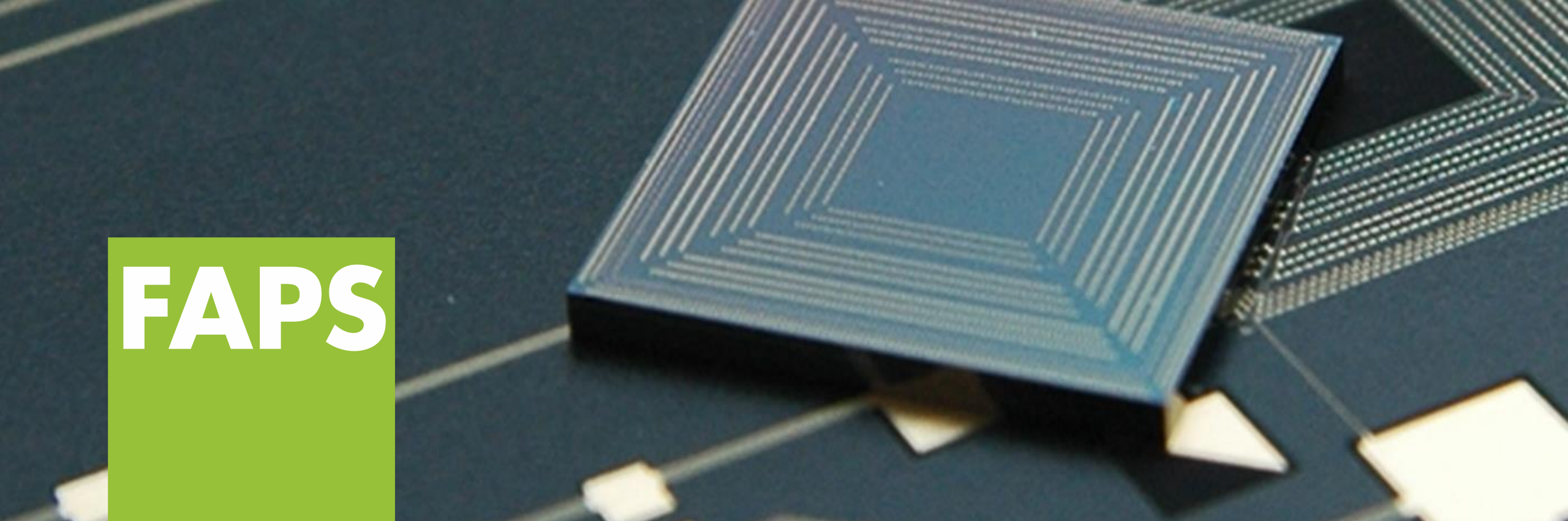




FAPS

Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke

Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung
und Produktionssystematik

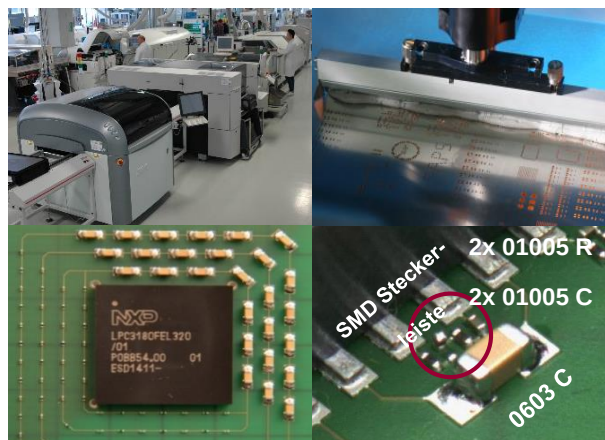
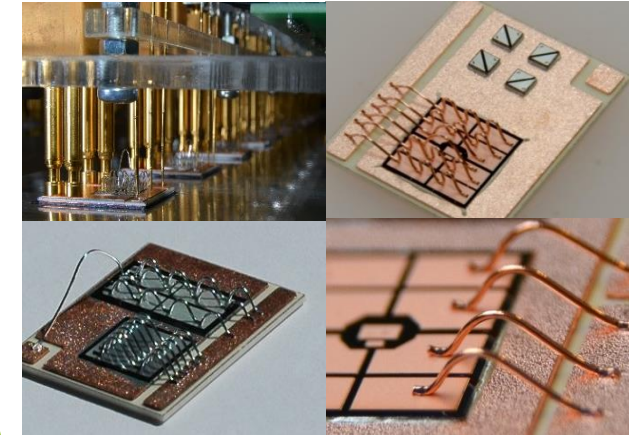
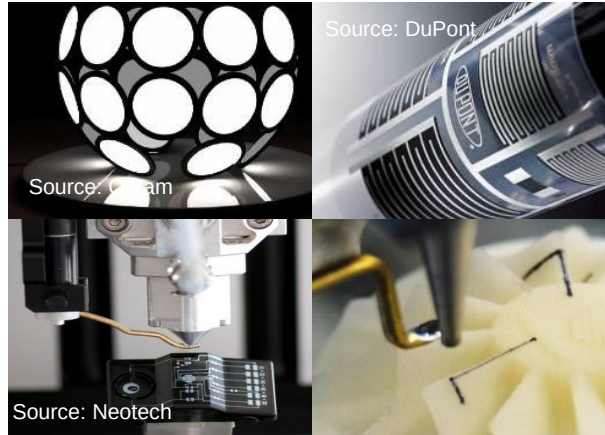
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg



Vorstellung des Lehrstuhl FAPS Forschungsbereich Elektronikproduktion

Herausforderungen und neue Ansätze
zur Herstellung mechatronischer Systeme

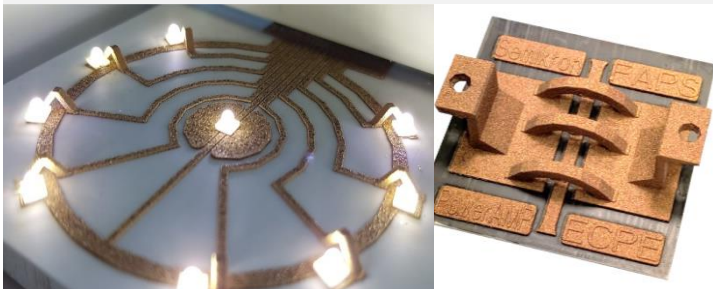
Der Forschungsbereich Elektronikproduktion widmet sich in vier Schwerpunktfeldern aktuellen Herausforderungen und neuen Ansätzen zur Herstellung mechatronischer Systeme.



Der Lehrstuhl FAPS befasst sich mit relevanten Technologien um die Effizienz und Zuverlässigkeit leistungselektronischer Module zu optimieren.

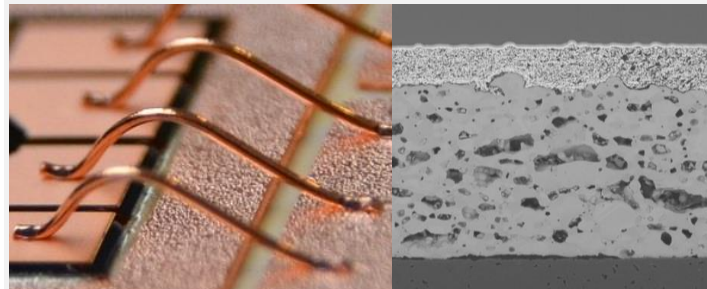
Substratfertigung

- Additive Fertigung von Substraten mit integrierten Funktionselementen
- Funktionalisierung räumlicher Schaltungsträger für Hochtemperaturanwendungen
- Entwicklung von Fertigungsverfahren für Substrate mit integrierten Kühlstrukturen



Aufbau- und Verbindungstechnik

- Analyse kupferbasierter Verbindungstechnologien
- Qualifizierung von Niedertemperaturverbindungs-techniken
- Einsatz von multi-Material Systemen für Diffusionslötprozesse



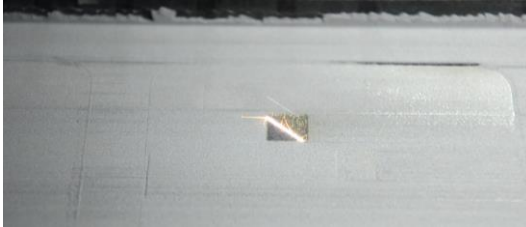
Prüftechniken

- Definition von wirkäquivalenten Prüfmethode
- Zeitlich hochgeraffte Lebensdauertests
- Feldtreue Indikation der Schädigungsmechanismen



Robuste Substrate auf keramischer Basis bilden die Schnittstelle zwischen elektronischer Funktionalität und thermischer Anbindung.

Selektives Laserschmelzen



Herstellung aus dem Pulverbett

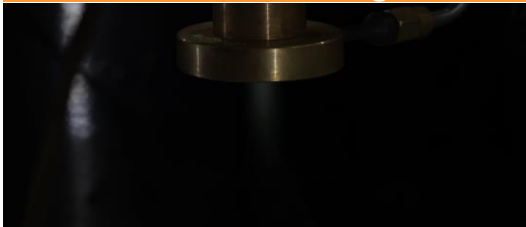
Innovative Fertigung metallischer Schaltungsträger auf Keramik

- Erstellung metallbasierter 3-dimensionaler Strukturen auf Basis selektiver Laserschmelzprozesse
- Herstellung von Prototypen und Kleinserien
- Integration räumlicher Funktionselemente
- Individuelle und flexible Designänderung

Additive Fertigung von Kühlkörpern

- Effektive Kühlung lokal entstehender Hotspots, verursacht durch Anwendung neuartiger Verbindungshalbleiter wie SiC oder GaN, durch anwendungsspezifisch angepasste Kühlstrukturen
- Realisierung von Mikrokühlkanälen
- Fertigung von Kühlkanälen, welche mit konventionellen Herstellungsverfahren nicht realisierbar sind

Plasmabasierte Beschichtung



Pulverbeschichtung

Strukturierung räumlicher Schaltungsträger

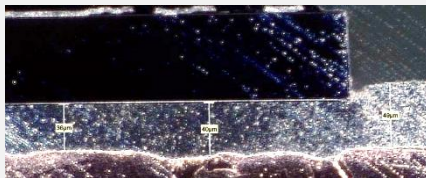
- Selektive Beschichtung räumlicher Schaltungsträger
- Einsatz in Hochtemperaturanwendungen
- Hohe Stromträgfähigkeiten
- Unempfindlichkeit bei widrigen Umgebungsbedingungen



Innovative Fertigungstechnologien der Aufbau- und Verbindungstechnik beeinflussen maßgeblich die Leistungsfähigkeit elektronischer Module.

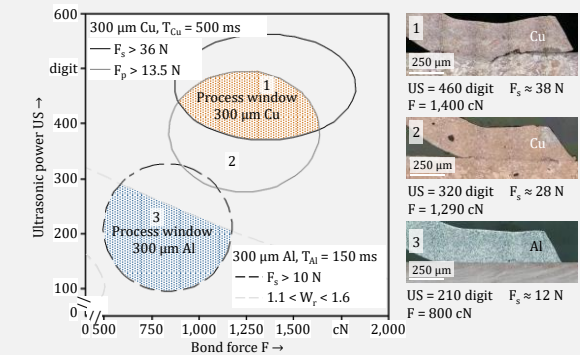
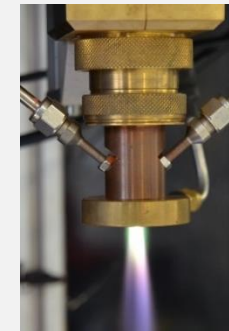
Entwicklung von Anlagen und Prozessen für Niedertemperaturverbindungstechnik

- Sintern ermöglicht bei Prozesstemperaturen von ca. 260 °C eine temperaturstabile Verbindung bis zu 950 °C.
- Die Homologe Temperatur liegt bei ca. 40% im Vergleich zu Standardloten und ermöglicht so eine stabile Verbindung.
- Auf einer Fläche von 200x190 mm² können bei bis zu 300 kN Module prozessiert werden.



Robustere AVT durch Cu-Bond

- Aufbringen der Metallisierung durch thermische Beschichtung
- Robustere AVT durch die mechanischen und elektrischen Eigenschaften des Kupfers
- Identifikation der Prozessfenster und Qualifizierung der Verbindungsqualität



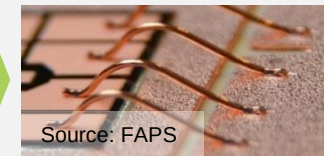
Source: ISIT

Si-wafer



Source: ISIT

Coated Si-wafer

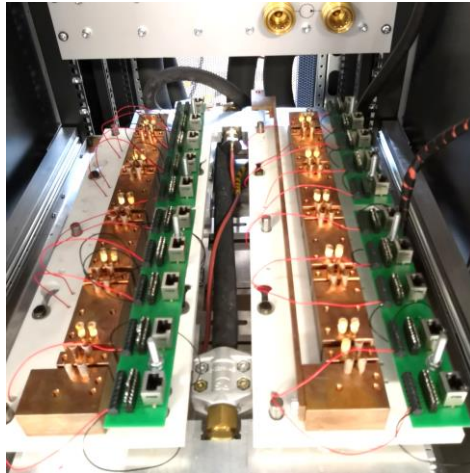


Source: FAPS

Cu Drahtbonds

Wirkäquivalente Prüfmethode erlauben eine realitätstreue Qualifizierung und Interpretation entwickelter Prozesse.

Power Cycling

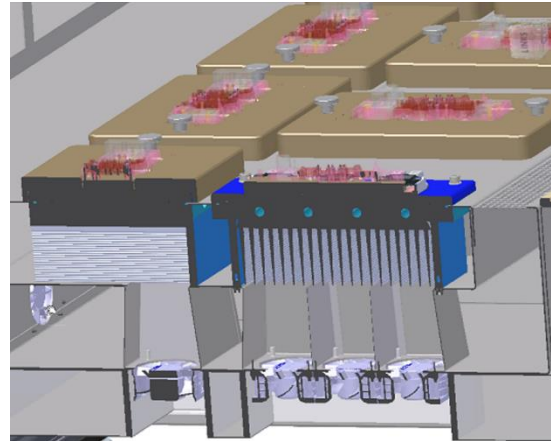


- 40 Prüfmodule simultan
- Einzelprüflingsüberwachung
- $I_{\max}$ 100 A bzw. 400 A
- Integrierte Foster-to-Cauer Transformation

- Aktive Erwärmung über abfallende Verlustleistung
- Thermische Zyklisierung und Schädigung der Verbindungsstellen und BE
- Entwicklung geeigneter Prüfroutinen

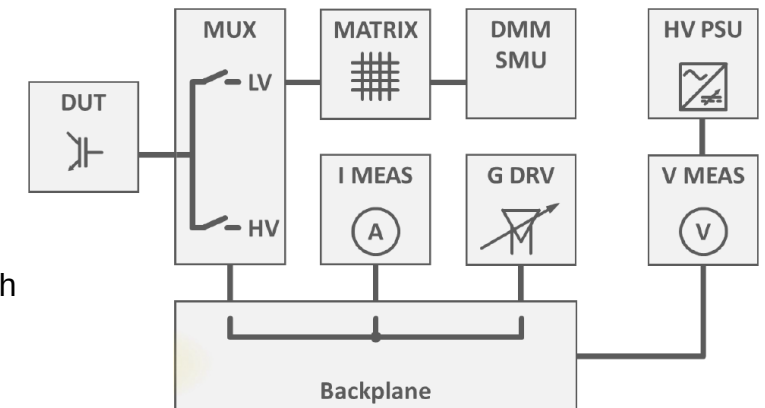


HTRB / H3TRB



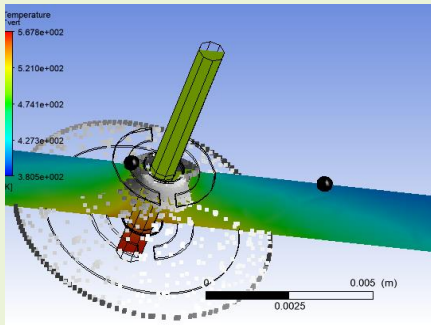
- Simultantest von 60 DUTs
- Separate Testoption 30 DUTs HTRB & 30 DUTs H3TRB
- Maximalspannung von 3,3 kV
- Integrierter Curve Tracer

- Anlegen der Feldspannung
- Indikation von Schädigungsmechanismen
- Indikation der Schädigungsmechanismen durch Leckströme



Durch Optimierung und Weiterentwicklung von Aufbau- und Verbindungstechnologien in der Elektronikproduktion werden neue Möglichkeiten in der THT- und SMD-Technologie eröffnet.

Through Hole Technology



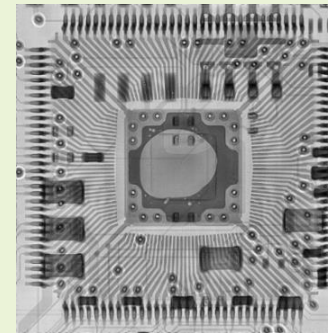
- Vorhersage des Lötdurchstiegs beim Selektiv-/Wellenlöten
- Beurteilung der Auslegung der Anbindung von Lötstelle und Kupferlayer

Pin in Paste



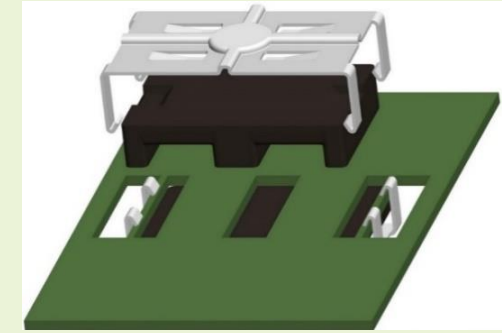
- Untersuchung des Materialverhaltens innerhalb des Prozesses
- Bestimmung von Qualitätsmerkmalen und Prüfmethoden zur Evaluation der Lötstellen

Surface Mount Technologie



- Anwendungsbezogene Entwicklung von Prüfprozessen
- Untersuchung von Lötzeugnissen unter Berücksichtigung der ganzen SMD-Linie von Lotpastenauftrag bis Endprüfung

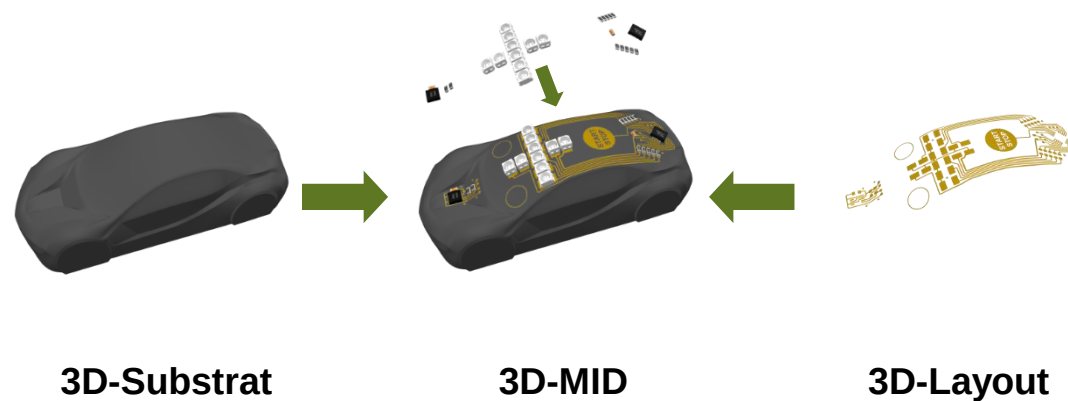
Sonderverfahren



- Entwicklung und Erforschung von Verbindungsverfahren außerhalb des Lötens
- Taktgerechte Automatisierung komplexer, unkonventioneller Fertigungsprozesse

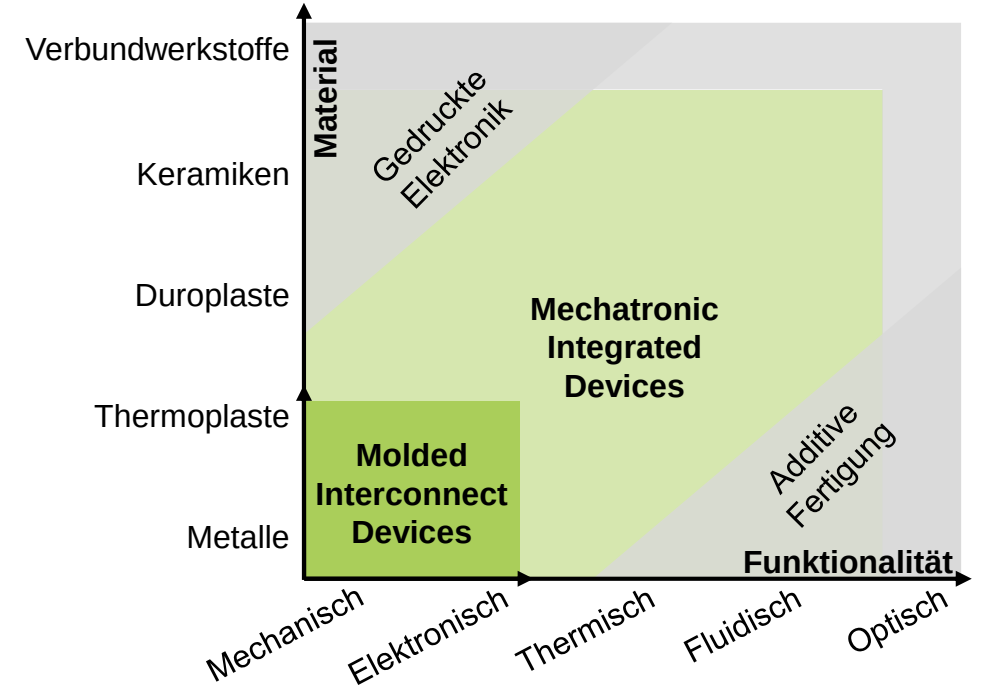
Der Lehrstuhl FAPS treibt die Weiterentwicklung des Begriffs MID von Molded Interconnect Devices zu Mechatronic Integrated Devices voran.

MID-Grundprinzip



Molded Interconnect Devices

- 3D-MID sind räumliche *spritzgegossene* Formteile mit integrierter Leiterbahnstruktur.
- Die Technologie ermöglicht die Kombination von *mechanischen* (Spritzguss) und *elektrischen/ elektronischen* (selektive Metallisierung) Funktionalitäten in einem Bauteil.



Mechatronic Integrated Devices

- 3D-MID sind mechatronisch funktionalisierte räumliche Formteile.
- Die Technologie ermöglicht die Kombination von *mechanischen, elektrischen/ elektronischen, thermischen, fluidischen und optischen* Funktionalitäten in einem Bauteil.

Durch aufwendige Qualitäts- und Zuverlässigkeitsprüfungen werden Elektronikprodukte am Lehrstuhl FAPS stetig weiter optimiert.



Beschleunigte Alterung / Umweltsimulation:

- Temperaturschocktests
- Temperaturgradiententests
- Hochtemperaturauslagerungen
- Mechanischer Schock und Vibrationsprüfungen
- Feuchte-Wärme-Auslagerungen
- Salzsprühnebel

Jeweils auch mit Online-Messung relevanter Parameter.

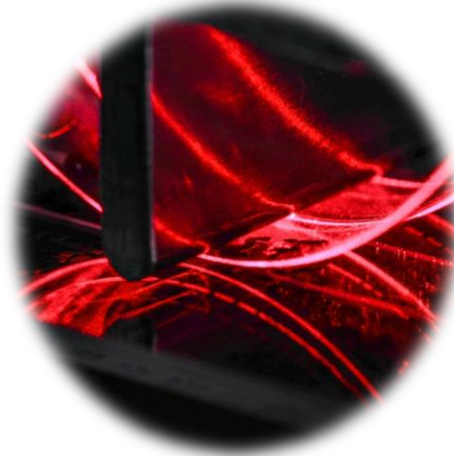
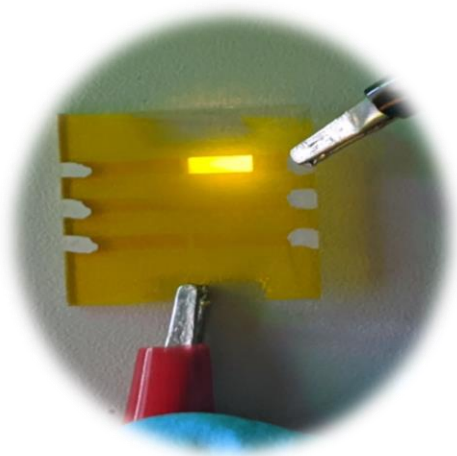


Qualitätsprüfverfahren:

- Vermessung von Oberflächen
- Mikroskopaufnahmen
- Erstellung von Schliffbildern
- Haftfestigkeitsprüfverfahren
 - Hot-Pin-Pull-Test
 - Zugversuche
 - Scherversuche
 - Peel-Off-Test
 - Tape-Test

Gedruckte Elektronik und Optik ermöglichen die Erschließung neuer Anwendungsgebiete für smarte elektrische Systeme.

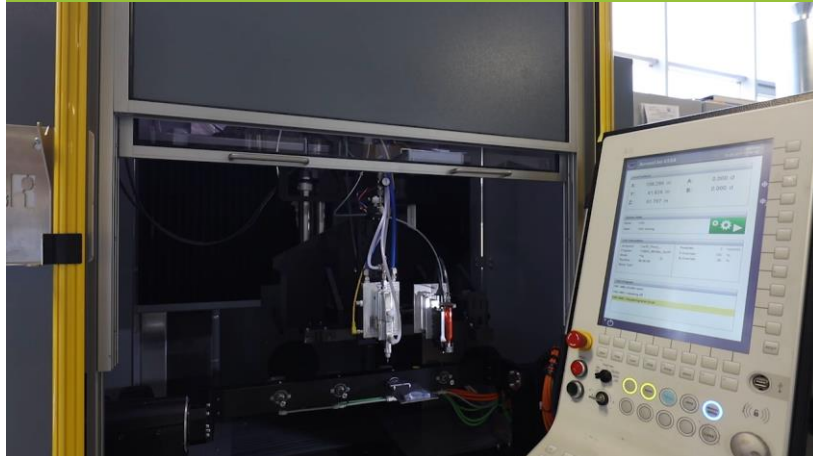
Um neue Anwendungsgebiete durch kostengünstige elektronische und optische Baugruppen und Systeme erschließen zu können, müssen in der Elektronikfertigung neue Verfahren und Werkstoffe eingesetzt werden.



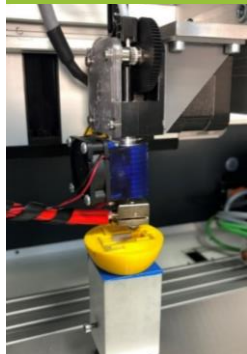
- Digitaldruck organischer Optoelektronik auf 3D Körper
- Alternative Verdichtungsverfahren für nanopartikelhaltige Tinten
- Additive Fertigung lichtleitender Strukturen für die Anwendung als Sensor oder in der High-Speed Datenübertragung
- Generative Fertigung mechatronisch integrierter Schaltungsträger

Die Kombination gedruckter Elektronik, additiver Fertigung und AVT-Technologien der diskreten Elektronik dient der Erzeugung mechatronisch integrierter Baugruppen.

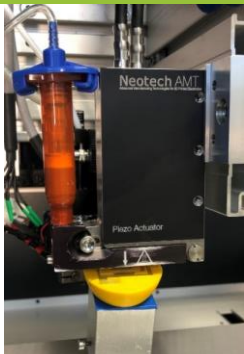
Bedrucken eines MID-Demonstrators mittels Piezojet und Nanojet in einem 5-Achs-System



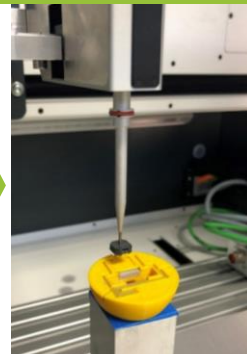
Herstellung kompletter mechatronischer Produkte durch eine Maschine



FDM-Druck



Piezojet-Druck

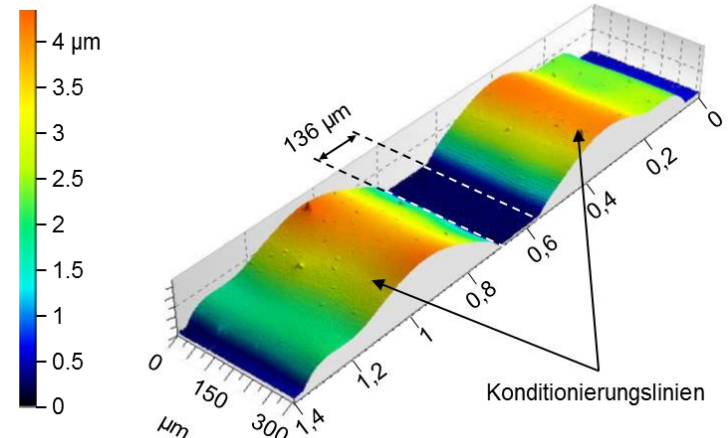


SMD-Bestückung

3D gedruckte Elektronik

- Drucktechnologien zum kontaktlosen Aufbringen funktionaler Tinten und Pasten (mehrere Millimeter Arbeitsabstand)
- Elektrische und optische Signale
- Drucken von
 - Leiterbahnen (20µm – 1mm)
 - Widerständen
 - Kondensatoren
 - Sensoren
 - Lichtwellenleitern
 - Antennen
- Kontaktierung von SMDs
- Lichtsintersystem zum Aushärten der gedruckten Strukturen

Maßgeschneiderte Fertigung polymerer Lichtwellenleiter durch Flexo- und Aerosoljet-Druck



Erarbeitung von Methoden und Richtlinien für die drucktechnische Herstellung von HF Anwendungen





FAPS

Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke

**Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung
und Produktionssystematik**

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg



DANKE