



Leistungszentrum
mikro | nano

Leistungs- und Transferzentrum Funktionsintegration für die Mikro-/Nanoelektronik

Projektbeispiele

Neue Funktionalitäten in der Mikro- und Nanoelektronik

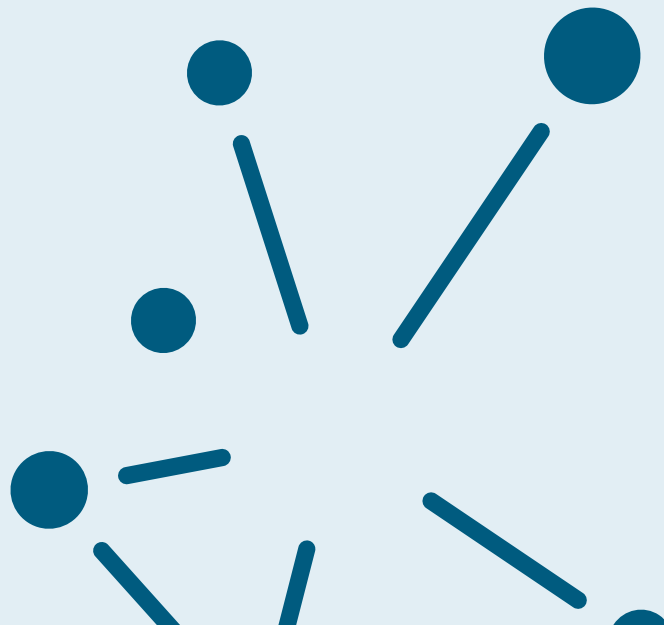
Leistungszentren organisieren den Schulterschluss der universitären und außeruniversitären Forschung mit der Wirtschaft. Universitäten, Hochschulen, Fraunhofer-Institute sowie ggf. weitere außeruniversitäre Forschungseinrichtungen arbeiten an einem Standort themenspezifisch mit Unternehmen und gesellschaftlichen Akteuren anwendungsnah zusammen, um Innovationen schnell in die Anwendung zu bringen.

Das Leistungszentrum »Funktionsintegration für die Mikro-/Nanoelektronik« vereint Kompetenzen der vier Fraunhofer-Institute IPMS, ENAS, IIS-EAS und IZM-ASSID, ergänzt durch die einschlägige Expertise von Instituten der TU Dresden, TU Chemnitz und HTW Dresden. Gemeinsam erarbeiten Projektteams Lösungen für Partner und Kunden zu den folgenden Forschungs- und Entwicklungsthemen mit hoher Industrierelevanz:

- Neue Materialien für neue Funktionalitäten
- Modulare heterogene Wafersysteme
- Plattform für Ultraschall-Sensorik
- Optische Systeme/integrierte Spektrometer mit Nanostrukturen
- Sensoren/Aktoren in Werkzeugen und Maschinen
- Entwurf sicherheitskritischer Systeme

Durch die enge Zusammenarbeit zwischen Universitäten bzw. Hochschulen und Fraunhofer-Instituten wird sichergestellt, dass neue Basistechnologien und Wissen aus der Grundlagenforschung direkt in anwendungsnahe Forschung und Entwicklung einfließen.

Ferner bietet das Leistungs-/Transferzentrum die Möglichkeit zur anwendungs- und kunden-spezifischen Entwicklung und Pilotfertigung von Komponenten, Schaltungen und System-in-Package-(SiP)-Lösungen für Sensorik und Aktorik. So entstehen aus der Kooperation heraus institutsübergreifende Systemlösungen und –demonstratoren zur Sensorik/Aktorik für z. B. das industrielle Internet der Dinge (IIoT), einem Schlüsselement für Industrie 4.0.



Ausbau der gemeinsamen Technologieplattform

Das Leistungszentrum »Funktionsintegration für die Mikro-/Nanoelektronik« (kurz LZ Mikro/Nano) bietet eine gemeinsame Technologieplattform für die Kernkompetenzen

- Systemdesign und Integration
- Innovative Materialien
- Komponenten und Fertigungstechnologien
- Zuverlässigkeitsbewertung

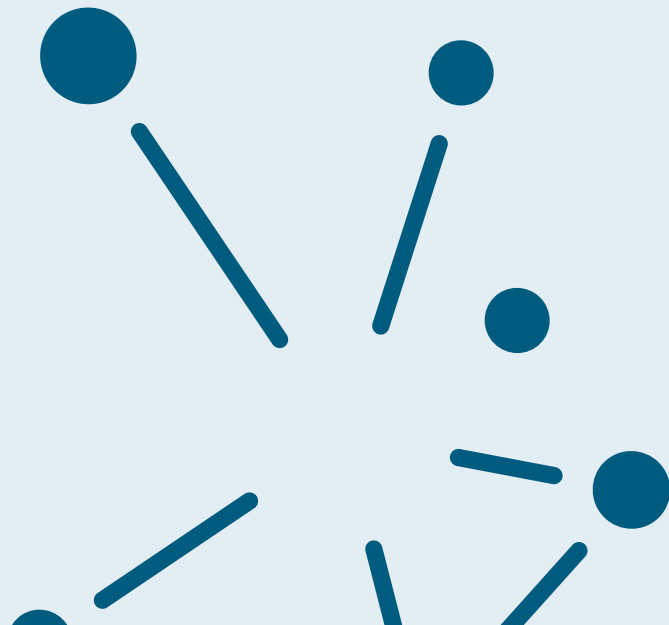
Diese Kernkompetenzen wurden seit der Etablierung des LZ Mikro/Nano im Jahr 2016 mit Fördermitteln des Freistaat Sachsen und der Fraunhofer-Gesellschaft gemeinsam systematisch weiterentwickelt und ausgebaut. Damit stehen heute die folgenden Technologieplattformen für Kundenprojekte zur Verfügung:

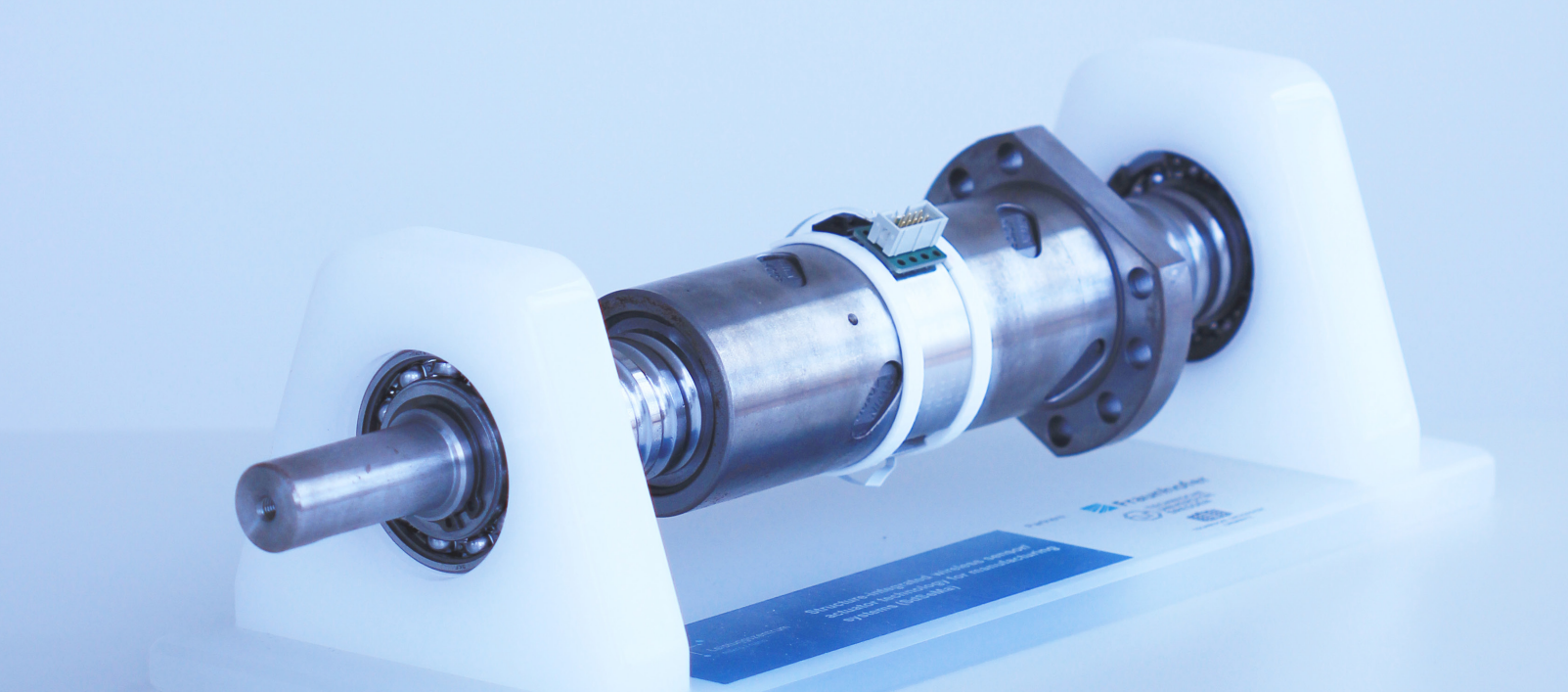
- Strukturintegrierte, drahtlose Sensorik in Werkzeugen und Maschinen
- Plattform mikromechanischer Ultraschallwandler (MUT)
- Modulare Integration für dünne, heterogene Sensorsysteme
- Testwafer Hub – Bereitstellung von 300-mm-Testwafern für waferbasierte Technologien und Produkte

Für den Bereich strukturintegrierte Sensorik in Werkzeugen und Maschinen besteht ein erhebliches Potenzial für einen »Technologie-Push« aus der Mikro-/Nanoelektronik und Mikrosystemtechnik heraus in den Bereich Werkzeugmaschinenbau.

Vor allem in der Sensorik und hierbei besonders in Sensorsystemen für Industrie 4.0 kommen intelligenten Sensorknoten und berührungslosen, z. B. auf Ultraschall basierenden Messverfahren eine zunehmende Bedeutung zu. Gerade hier eröffnen neuartige Ultraschallwandler (MUT) auf Basis mikroelektromechanischer Bauelemente (MEMS) ganz neue Möglichkeiten zur Realisierung komplexer Sensorsysteme, welche zum Beispiel eine 3D-Raumerfassung ermöglichen.

Grundvoraussetzung für einen erfolgreichen Technologietransfer sind kostengünstige Fertigungsverfahren. Deshalb adressiert das LZ Mikro/Nano mit den beiden letztgenannten Technologieplattformen Verfahren zur Volumenfertigung und modularen Integration heterogener Systeme geringer Bauhöhe, auch auf Waferebene bis hin zu Waferdurchmessern von 300 mm.





Strukturintegrierte, drahtlose Sensorik in Werkzeugen und Maschinen

Für eine zukünftig selbstorganisierende, nutzerzentrierte und bedarfsgesteuerte Produktion (Industrie 4.0) bedarf es einer Vielzahl vernetzter, in die Struktur der Produktionsanlagen integrierter Sensoren und Aktoren. Diese sollten möglichst klein, kompakt und robust sein, sowie idealerweise drahtlos kommunizieren können.

Ein vielversprechender Ansatz hierfür ist die Funktionsintegration von mikroelektronischen und mikroelektromechanischen Komponenten in Anlagenbauteilen.

Um eine in die Prozesssteuerung integrierte Zustandsüberwachung von Maschinen und Anlagen an bisher nicht oder nur schwer zugänglichen Positionen realisieren zu können, sind im Maschinenbau neue Herausforderungen zu lösen.

So müssen die dafür benötigte Sensorik/Aktorik, sowie die zugehörigen miniaturisierten Komponenten für eine vernetzte und energieeffiziente Datenübertragung zu wesentlichen Teilen direkt in die Strukturen von Antrieben oder Werkzeugen integriert werden.

Hierzu konzipiert, entwickelt und erprobt das Leistungszentrum unter Mitwirkung des Fraunhofer IWU die Integration von Sensoren und Aktoren in Maschinen am Beispiel eines Kugelgewindetriebes durch die Implementierung eines Sensorringes.

Projektdetails

Projektidee

- Aufbau einer Technologieplattform zur Umsetzung von Industrie 4.0 im Maschinenbau
- Funktionsintegration mikroelektronischer und mikroelektromechanischer Komponenten in Anlagenbauteilen
- Anwendungsbeispiel: „Intelligenz“ im Kugelgewindetrieb durch Implementierung eines Sensorringes
- Digitalisierung von Bestandsmaschinen durch Nachrüstung »intelligenter« Komponenten und Bauteile

Entwicklungsziele

- Vollständige Strukturintegration (mikro/nano) aller Kernkomponenten durch konsequente Miniaturisierung
- Kabellose Datenübertragung aus metallisch abgeschirmter Umgebung
- Energieversorgungs- und -managementkonzepte für kabellose IoT-Lösungen
- Verbesserung der funktions-, robustheits- und qualitätsbezogenen Eigenschaften
- Integration von »Intelligenz«: Sensornähe Datenverarbeitung bis zu Implementierung von KI-Funktionalitäten
- Flexible Bauform: Anpassbarkeit an den verfügbaren Bauraum

Nutzen / Mehrwert

- Verbesserung der Gesamtanlageneffektivität (OEE) in der Produktion
- Planbarkeit von Wartungsintervallen
- Verbesserung des Prozessverständnisses

Zielapplikationen

- Condition Monitoring
- Predictive Maintenance
- Adaptive Prozesssteuerung



Plattform für mikromechanische Ultraschallwandler

MEMS-basierte mikromechanische Ultraschallwandler (MUT) haben entscheidende Vorteile gegenüber den am Markt etablierten Wandlern, die Piezo-Keramiken und Kompositverbindungen nutzen. Die in hohen Stückzahlen kostengünstig herstellbaren, miniaturisierten MUT-Bauelemente ermöglichen einkanalige Abstandsmessung, zweikanalige Durchflussmessungen und Bildgebung mittels mehrkanaliger Arrayanordnungen. Diese können in MUT-Technologie mit einem sehr hohen Integrationsgrad bei gleichzeitiger RoHS-Konformität realisiert werden.

Mit der Plattform für MUT-Wandler trägt das Leistungszentrum zur weiteren Entwicklung und Vermarktung MEMS-basierter Ultraschallwandler bei. Durch die umfassende Expertise in zahlreichen Märkten resultiert unsere F&E-Erfahrung in einer kurzen Time-to-Market. Durch das Arbeiten am letzten Stand der Technik kann ein deutlicher Schub beim Innovationsprozess geschaffen werden, z. B. bei komplexen mehrkanaligen Messanforderungen. Ein MUT Evaluations-Kit bietet interessierten Kunden die Möglichkeit der kosteneffizienten Erprobung der Technologie für ihren individuellen Anwendungsfall.

Anwendungsfelder sind die Fabrikautomation, Automobil- und Medizintechnik. MUT-Systeme für bildgebende Ultraschallverfahren eignen sich durch ihre hohe Auflösung für die endoskopische Diagnostik. In Spirometern und industriellen Gasflusssystemen ermöglichen portable MUTs die präzise Erfassung von Luftströmen. Industrieroboter und autonome Fahrzeuge werden befähigt ihre Umgebung inklusive Gesten von Personen zu erfassen und mit ihr zu interagieren. Die extrem kompakte Bauform der MUT-Wandler erlaubt die Integration in Smartphones, Wearables und Implantables.

Projektdetails

Projektidee

An KMU- und Großunternehmen gerichtete Entwicklungs- und Transferplattform für miniaturisierte MEMS-Ultraschallwandler zur Integration in bestehende und neue Anwendungen

Entwicklungsziele

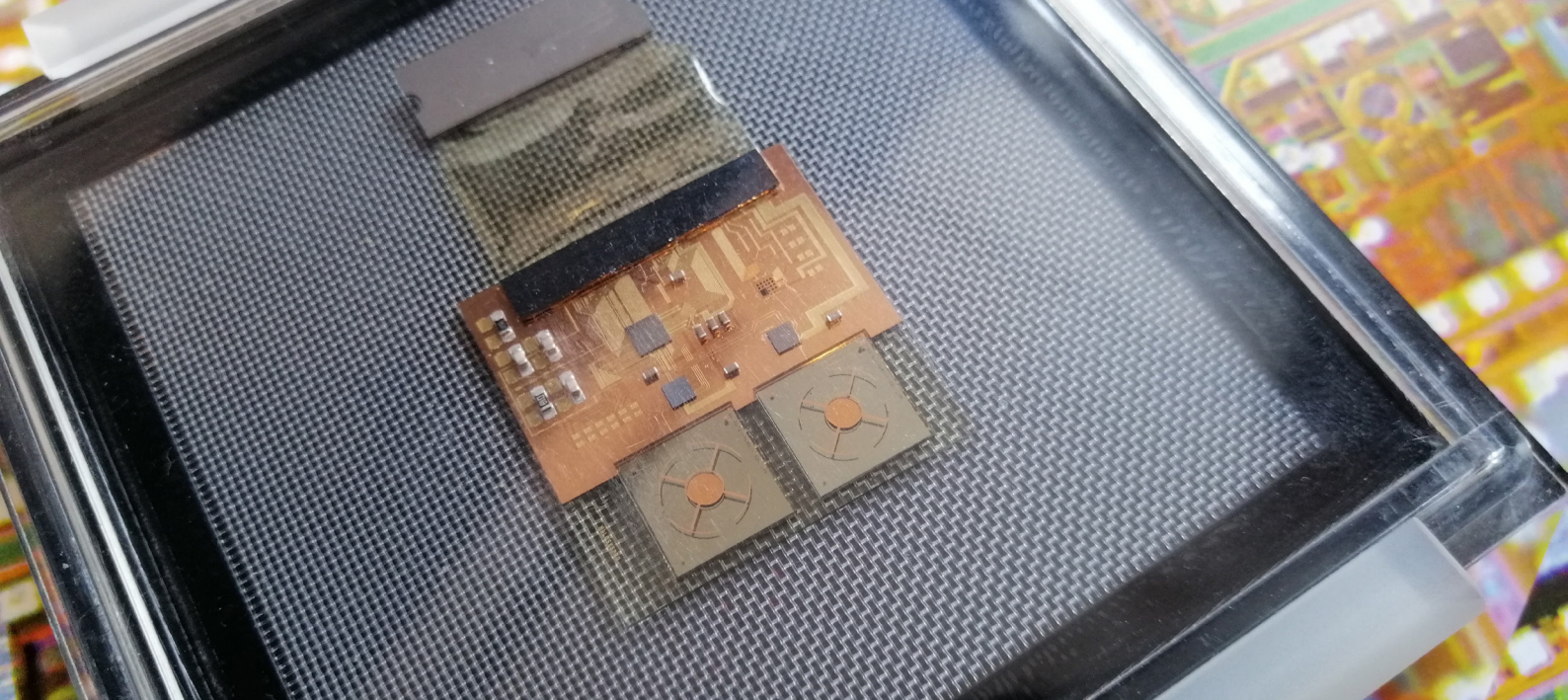
- Angebots- und Technologieportfolio von der Beratung bis zur Systementwicklung
- Einzel- bis hochkanalige Lösungen für u. a. Fluss- und Abstandsmessung sowie Bildgebung
- Kundenspezifische Designanpassung des Ultraschallsystems an die Applikation
- Befähigung zur schnellen Erprobung im Zielsystem durch Evaluation-Kit mit optimierter Elektronik und geeigneten Design-Tools

Nutzen / Mehrwert

- Zugang zur nächsten Generation miniaturisierter und hochintegrierter MEMS-Ultraschallsysteme
- Einfache Erprobung durch fortschrittliche elektronische Schnittstellen
- Einfache Integration in Zielapplikation durch hohe Designflexibilität und breites Plattform-Knowhow
- Verfügbarkeit der gesamten Wertschöpfungskette vom Design bis zur Pilotfertigung
- Verkürzte Time-to-Market

Zielapplikationen

- Industrial-, sowie Health- und Quality-of-Life-Applikationen
- Mikropositionierung und adaptives Greifen
- Zustands- und Prozessüberwachung fluidier Medien
- Bildgebung in medizinischer Diagnose und Therapie sowie der industriellen Inspektion
- Analyse von Körperfunktionen
- Mensch-Maschine-Interaktion (z. B. Gestensteuerung)



Modulare Integration für dünne, heterogene Sensorsysteme

Ziel dieses Projektes ist die Erarbeitung von Technologien zum Aufbau von heterogenen Systemen für Anwendungen, welche eine sehr geringe Aufbauhöhe ($<500\text{ }\mu\text{m}$) erfordern. Die Notwendigkeit für eine derart geringe Bauhöhe ergibt sich z. B. für Anwendungen in tragbarer, etwa in Kleidung integrierter Elektronik (Wearables), sowie bei Faser-Kunststoff-Verbünden mit darin eingebetteter Elektronik.

Die Herausforderung bei der in diesem Projekt angestrebten Realisierung heterogener Sensorsysteme mit geringer Aufbauhöhe besteht vor allem in der Integration von Bauteilen mit unterschiedlichen Herstellungstechnologien wie MEMS, MOEMS, integrierten Kapazitäten, Auswerteelektronik und Akkus. Es werden Konzepte für den modularen Aufbau dieser sehr dünnen, komplexen Sensorsysteme erforscht und technologisch umgesetzt.

Aufbauend auf diesen Arbeiten können dann Applikationen wie Chipkarten, faltbare Elektronik, Faserverbund-Leichtbau und Wearables, welche aktuell ein sehr großes Interesse seitens der Industrie erfahren, mit kundenspezifischen Entwicklungsprojekten adressiert werden. Weiterhin erlaubt diese Technologie die Entwicklung von Wafer-Level-Packages als günstige Alternative zu Silizium-Interposern für Anwendungen mit mittleren Integrationsdichten.

Projektdetails

Projektidee

- Dünne, verkapselte Systeme
- Modulare Technologien für:
 - a) Starren Aufbau auf Waferlevel (Waferstapel)
 - b) Teilflexiblen Aufbau (Interposer)

Entwicklungsziele

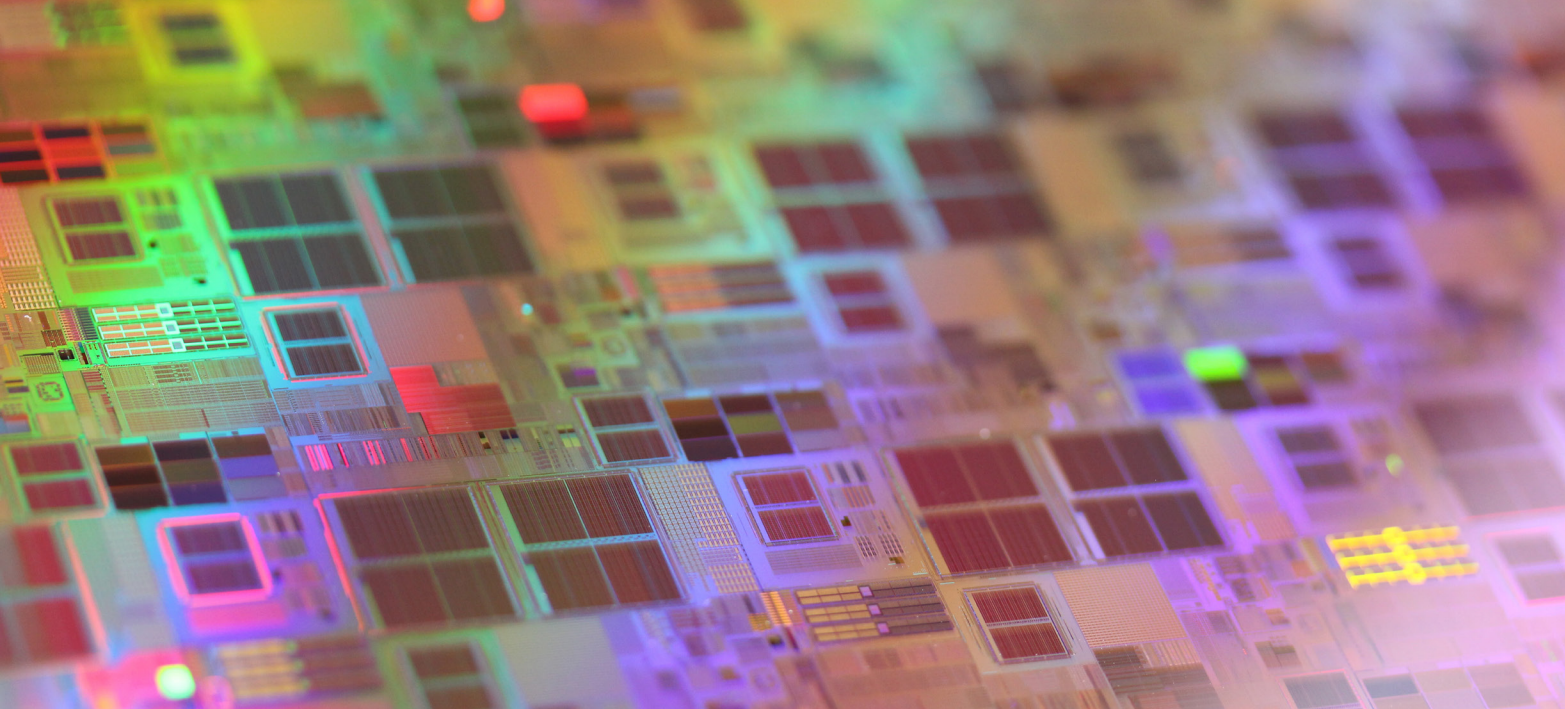
- Technologie für Systemintegration
- Miniaturisierung der Aufbauten
- Zuverlässigkeitsbetrachtung

Nutzen / Mehrwert

- Technologieplattform für dünne Aufbauten
- Alternative zu Si-Interposer/FoWLP für Anwendungen mit mittlerer Integrationsdichte
- Skalierbarkeit der Aufbauten je nach Komplexität
- Breiter Einsatzbereich

Zielapplikationen

- Wearables, Chipkarten
- Faserverbund-Leichtbau
- High Performance, wie Augmented Reality (AR), Virtual Reality (VR) und Mixed Reality (MR)
- Industrielle Anwendungen (Industrial IoT)



Test Wafer Hub

Die Entwicklung von neuen Produkten auf Basis der 300-mm-Siliziumwafer-Technologien erfordert erhebliche Prozessentwicklungen unter Einhaltung hoher technologischer Standards. Daher ist diese Technologie, wenn sie in einer Fertigungslinie umgesetzt wird, sehr kosten- und zeitintensiv. In vielen Fällen können realitätsnahe 300-mm-Testwafer und -Prozessmodule Abhilfe schaffen, welche die Erarbeitung neuer kritischer Technologieschritte und Bauelementstrukturen in einer qualifizierten Entwicklungs- und Testumgebung ermöglichen. Vergleichbares gilt für die Supplier-Industrie, welche Technologieanlagen sowie Roh- und Hilfsstoffe für die Fertigung der Silizium-Mikroelektronik bereitstellt. Auch diese benötigt einen Zugang zu einer möglichst realitätsnahen Testumgebung in welcher neue Produkte vorqualifiziert werden können, idealerweise bevor diese den Endkunden vorgestellt werden.

Ziel des Projekts Testwafer Hub ist die Schaffung einer professionalisierten Umgebung für das Angebot von 300-mm-Testwafern. Durch die engmaschige Verknüpfung von Prozesstechnologieentwicklung und am Fraunhofer IPMS und IZM-ASSID verfügbarem, applikationsspezifischem Know-how und nutzbarer Analytik werden Synergien genutzt, die es ermöglichen anspruchsvolle und strukturierte Testvehikel und -substrate zu realisieren und anzubieten. Die Technologien kommen dabei zum einen vom Front-End-of-Line (FEoL), in dem High-k- und epitaktische Si(Ge)-Schichten angeboten werden, zum anderen vom Back-End-of-Line (BEoL), und Packaging, in denen die Metallisierung vor allem mittels Kupfer und dessen Einbettung eine Rolle spielt. Sie ermöglichen ferner auch die Integration von neuartigen spinbasierten oder ferroelektrischen Speicherkonzepten.

Projektdetails

Projektidee

- Unterstützung von Kunden bei Prozess und Produktentwicklungen durch das Angebot von Testwafern
- Hierfür gemeinsame Nutzung komplementärer Fähigkeiten und Ressourcen am IZM-ASSID und IPMS

Entwicklungsziele

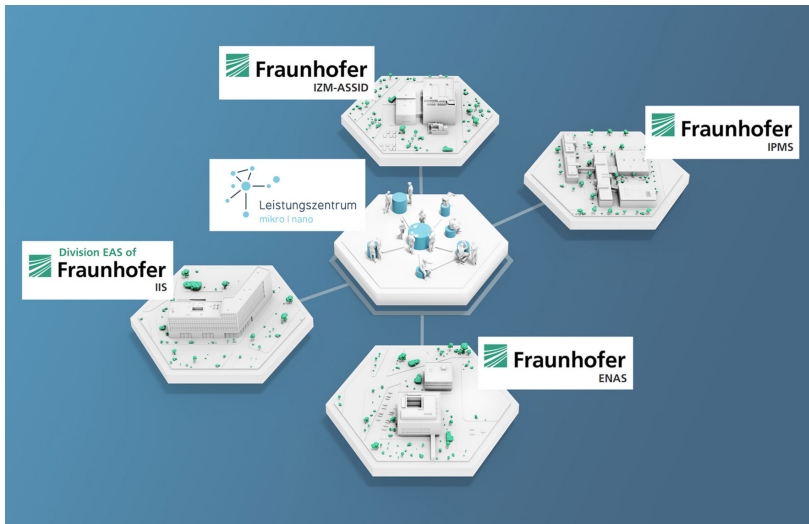
- Erweiterung des Portfolios aktueller Testvehikel
- Bessere Vernetzung der Hardware- und Logistikressourcen
- Schaffung einer gemeinsamen Vermarktungsplattform

Nutzen / Mehrwert

- Gemeinsames Angebot von IZM-ASSID und IPMS zur Prozessentwicklung unter Verwendung komplementärer Prozessmodule
- Abdeckung von FEoL- und BEoL-Technologien mit einem Angebot aus einer Hand
- Ressourcen-Backup zur Absicherung der Lieferkette und Qualitätskontrolle

Zielapplikationen

- Testwafer für die Entwicklung von Materialien und Prozesse für 300-mm-Silicon-Fabs
- Entwicklungsangebote für Material- und Prozessforschung an 300-mm-Testwafern
- Vernetzte Technologieentwicklung von Frontend und Backend für kürzere Entwicklungszeiten



Besuchen Sie unseren
digitalen Showroom



Fraunhofer-Institut für Photonische Mikrosysteme IPMS

Fraunhofer-Institut für Elektronische Nanosysteme ENAS

Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM

Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS



Kontakt

Dr. Christian Körner
Fraunhofer-Institut für Photonische
Mikrosysteme IPMS
Maria-Reiche-Straße 2
01109 Dresden
0351 8823-1515
LZ-MikroNano@fraunhofer.de
www.leistungszentrum-mikronano.de



Diese Maßnahme wurde finanziert
mit Steuermitteln auf Grundlage des
vom Sächsischen Landtag beschlossenen
Haushaltes.