



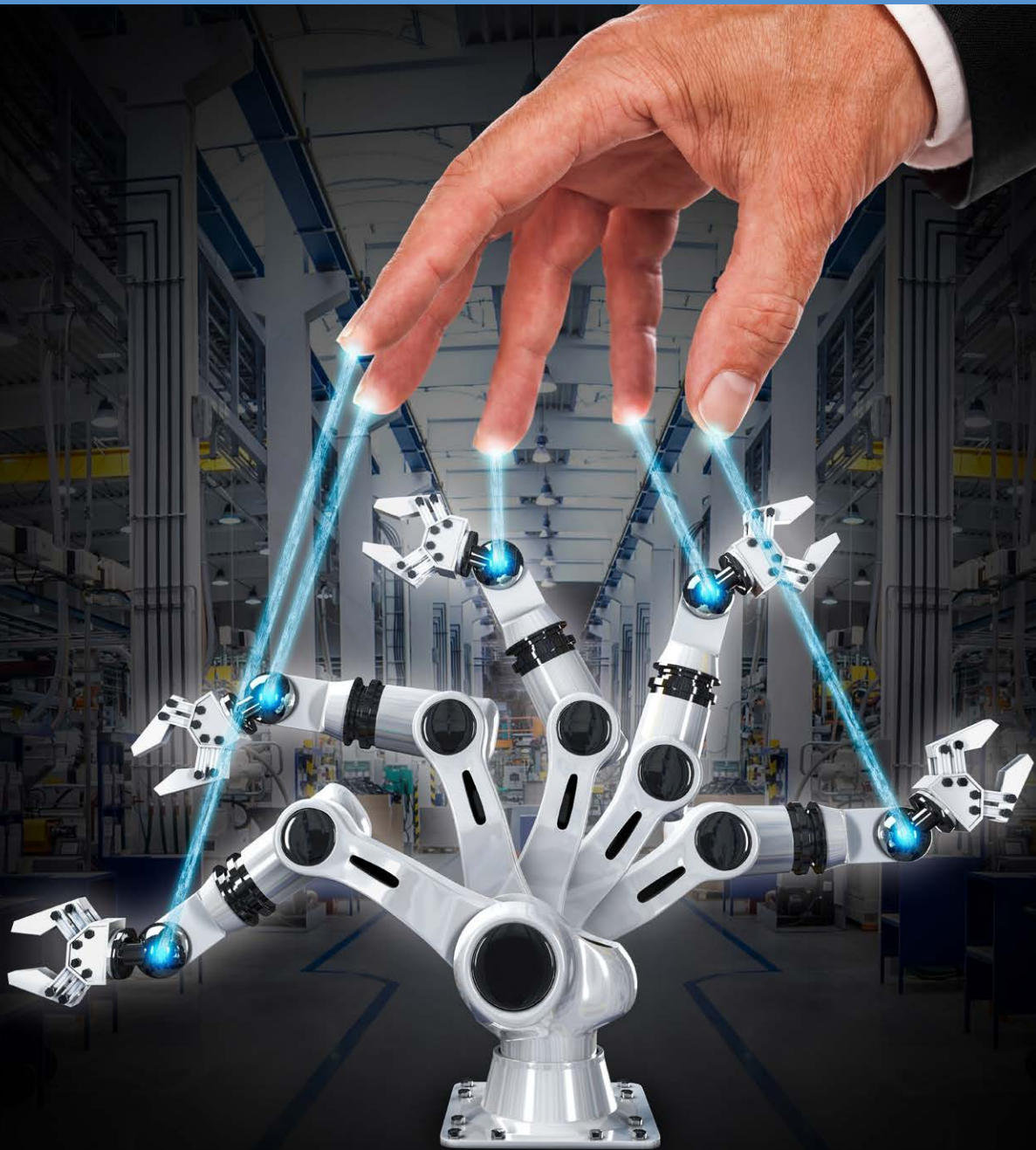
Fraunhofer
IPMS

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR PHOTONISCHE MIKROSYSTEME IPMS



Anwendungsfeld

Intelligente Industrielösungen





 **Fraunhofer**
IPMS

Li-Fi
Hotspots
Gigadock
High-speed
Wireless
Optical
Real-time
Industrial
Production
Communication
Ethernet
Hotspot



Li-Fi GigaDock Technologien ermöglichen optische drahtlose Board-to-Board Kommunikation.

Intelligente Industrielösungen

Das Fraunhofer IPMS hat in der jüngsten Vergangenheit mit seiner langjährigen Erfahrung in der Entwicklung photonischer Mikrosysteme, zugehöriger Technologien inklusive der Nanoelektronik sowie drahtloser Mikrosysteme vielfältige Anwendungen zum Nutzen sowohl seiner industriellen Kunden als auch zum Wohl der Gesellschaft ermöglicht. Innovative Produkte, die am Institut entwickelt wurden, finden sich in allen relevanten Märkten, wie der Informations- und Kommunikationstechnik, Konsumgüterelektronik, Automobiltechnik, Halbleiterindustrie und Medizintechnik.

Internet der Dinge und Industrie 4.0 – mit diesen aktuellen Megathemen verbinden sich große wirtschaftliche Chancen für die deutsche Industrie. Neben intelligenter Software ist für den Erfolg bei der Digitalisierung der Industrie auch optimal angepasste Hardware notwendig. Nur mit beiden Kompetenzen lässt sich die künftige Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie sichern. Das Fraunhofer IPMS bedient hier exemplarisch ein umfangreiches Spektrum mit sowohl photonischen als auch nicht-optischen MEMS, RFID-Lösungen inklusiver zugehöriger Software sowie Technologieentwicklungen für die Halbleiterindustrie.

Schwerpunkt-Themen

- Li-Fi: Optische drahtlose Kommunikation
- Industrie 4.0
- Indoornavigation und -ortung
- RFID-Lösungen
- Akustische Spektroskopie mit Ultraschall
- Eingebettete nicht-flüchtige Speicher (eNVM)
- Screening Services für Mikro- und Nanotechnologie
- Lithografie

Li-Fi: Optische drahtlose Kommunikation

Die Voraussetzungen für die Produktionsarbeit der Zukunft sind dezentralisierte Fertigungsprozesse mit laufend überwachten Produktionsketten durch Maschine-zu-Maschine-Kommunikation. Dabei fallen oft große Datenmengen an, die bisher größtenteils über Kabel übertragen wurden. Eine drahtlose Übertragung per WLAN ist nicht effizient und zu langsam – die Nachfrage nach Alternativen wächst mit den Anforderungen an hohe Datenraten, Robustheit, geringen Energieverbrauch, Datensicherheit und Netzwerkfähigkeit.

Das Fraunhofer IPMS setzt beim drahtlosen Datenaustausch auf Licht. Übertragungsraten von bis zu 12,5 Gbit/s auf kurzen Distanzen und bis zu 1 Gbit/s bei Entfernungen von bis zu 30 Metern sind bereits möglich. Die Vorteile von drahtlosen Systemen liegen insbesondere bei beweglichen oder bewegten Anlagenteilen in der höheren Zuverlässigkeit und Sicherheit im Gegensatz zu verschleißanfälligen und teuren Spezialkabeln. Zudem entfallen teure Umrüst- und Wartungsarbeiten.

Deswegen wurden am Institut verschiedene Kommunikationsmodule entwickelt, die sich nach dem Plug-and-Play-Prinzip einfach in bestehende Steuerungssysteme und Maschineninfrastrukturen integrieren lassen und Daten schnell und sicher per Licht übertragen. Die auf Li-Fi Technologie basierenden Module ersetzen dort die verschleißanfälligen Hochfrequenz-Steckverbinder und ermöglichen so eine schnellere und zuverlässigere Übertragung hochfrequenter Signale zwischen zwei Geräten. Die Module können Kabel- oder Steckverbindungen problemlos ersetzen und sind gegenüber verfügbaren Funklösungen bis zu zehnmals schneller.



*Spezifische Fertigungsumgebung
für Industrie 4.0.*

Industrie 4.0

Die Fertigung der Zukunft wird von einem hohen Automatisierungs- und Digitalisierungsgrad geprägt sein. Durch das Zusammenspiel von Maschinen, Produktion und Diensten in cyber-physischen Systemen (CPS) wird die intelligente Fabrik (Smart Factory) zu dezentralen, sich selbst steuernden Produktionsprozessen befähigt. Die Realisierung dieser Konzepte verlangt neuartige, leicht integrierbare, Systemlösungen für die Produktionsdatenerfassung und -verarbeitung.

Unter der Maßgabe einer One-Stop-Shop-Lösung entwickelt das Fraunhofer IPMS integrierte Hard- und Softwarelösungen, welche sich nach dem Plug-and-Work-Prinzip schnell und einfach in bestehende Produktionssysteme integrieren lassen. Die erhobenen Daten werden effizient verarbeitet und analysiert sowie datengetrieben Entscheidungen für den Produktionsprozess ermöglicht.

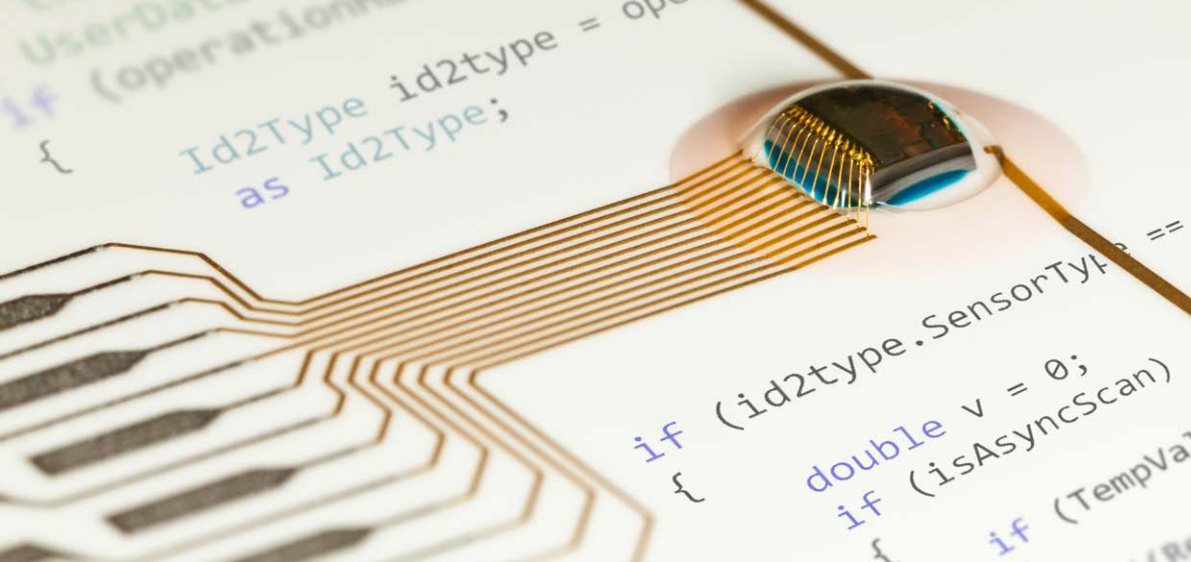
Ein am Fraunhofer IPMS entwickeltes Framework ermöglicht die einfache Erfassung von Maschinendaten und deren Analyse in einer Big Data-Lösung. Die Datenanalyse erfolgt durch den Einsatz von Methoden aus den Bereichen des Complex Event Processing, dem Process Mining und der Anomalieerkennung. Die hierdurch gewonnenen Erkenntnisse werden in weiteren Modulen z. B. für die Planung von vorbeugenden Wartungen, der Erkennung von Störungen im Produktionsprozess und der zentralen und dezentralen Produktionssteuerung (z. B. nach energetischen Gesichtspunkten) genutzt.

Indoornavigation und -ortung

Besonders in Bezug auf Industrie 4.0 gewinnt die Ortung von elektronischen Gegenständen und die Lokalisierung von beweglichem Inventar innerhalb von Gebäuden, Lagerhallen und Produktionseinrichtungen zunehmend an Bedeutung. Um den aktuellen Aufenthaltsort von technischer Ausrüstung, Personal und Inventar ermitteln zu können sowie Besucher und Mitarbeiter schnell und komfortabel ans Ziel zu bringen, entwickelt das Fraunhofer IPMS Lösungen zur Innenraumnavigation und -ortung.

Mit seinen Systemen zur drahtlosen Ortung von Materialien, Gegenständen, Personen und Werkzeugen bietet das Fraunhofer IPMS seinen Kunden Real Time Location Services (RTLS) für eine lückenlose Verfolgung von mobilen Assets und die Navigation in Gebäuden. Die RTLS-Lösungen des Fraunhofer IPMS sind für den Einsatz in geschlossenen Gebäuden sowie in unterschiedlichsten Umgebungen wie z. B. Werkhallen, Krankenhäusern oder öffentlichen Gebäuden ausgelegt. Die Ortungsverfahren setzen auf eine bestehende WLAN-Infrastruktur auf. Die Installation von zusätzlicher Hardwareinfrastruktur für die Ortung entfällt.

Per Android-App werden dem Anwender Standorte und Entfernungen zum lokalisierten Inventar angezeigt. Über Location Based Services wird der App-Nutzer zielgerichtet mit standortbezogenen Informationen versorgt und kann direkt aus der App heraus mit Objekten oder Maschinen in seiner Umgebung interagieren. Die Fraunhofer IPMS Lösung unterstützt Geo-fencing für die Markierung von speziellen Gebäudebereichen. Betrifft oder verlässt ein Objekt diese Bereiche werden regelbasiert Aktionen ausgelöst.



Produktnahe Technologien für passive batterie-lose und wartungsfreie Sensorknoten im LF-, HF-, NFC- und UHF-Bereich.

RFID-Lösungen

RFID-Technologie kommt immer häufiger in modernen Produktionsumgebungen zum Einsatz, wenn es darum geht, Logistik- oder Fertigungsprozesse autonom zu kontrollieren oder Messwerte an schwer zugänglichen Orten oder bewegten Teilen wartungsfrei zu erfassen und ohne eigene Energiequelle und ohne jegliche Verkabelung zu übertragen. Das Fraunhofer IPMS entwickelt Lösungen, um die Integration neuer RFID-Komponenten in bestehende oder aufzubauende Prozessumgebungen zu erleichtern.

Für Industrie 4.0-Umgebungen bietet das Fraunhofer IPMS einen RFID-OPC-UA-AutoID (ROAD)-Server an. Diese Middleware ermöglicht die einfache Integration von RFID-Readern, RFID-Tags und RFID-Sensorik in komplexe Produktionsumgebungen unabhängig von deren Hersteller. Einmal auf Basis der OPC-UA-Schnittstelle implementierte Anwendungen können so auch bei Änderung der Reader- oder Transponder-Population unverändert weiter genutzt werden.

Im Bereich RFID-Sensorknoten entwickelt das Fraunhofer IPMS produktnahe Technologien für passive batterie-lose und wartungsfreie Sensorknoten für verschiedene Anwendungsbereiche. Diese unterstützen die RFID-Frequenzbereiche LF, HF und UHF und können beliebige Sensoren mit passiven Transpondern verbinden.

Akustische Spektroskopie mit Ultraschall

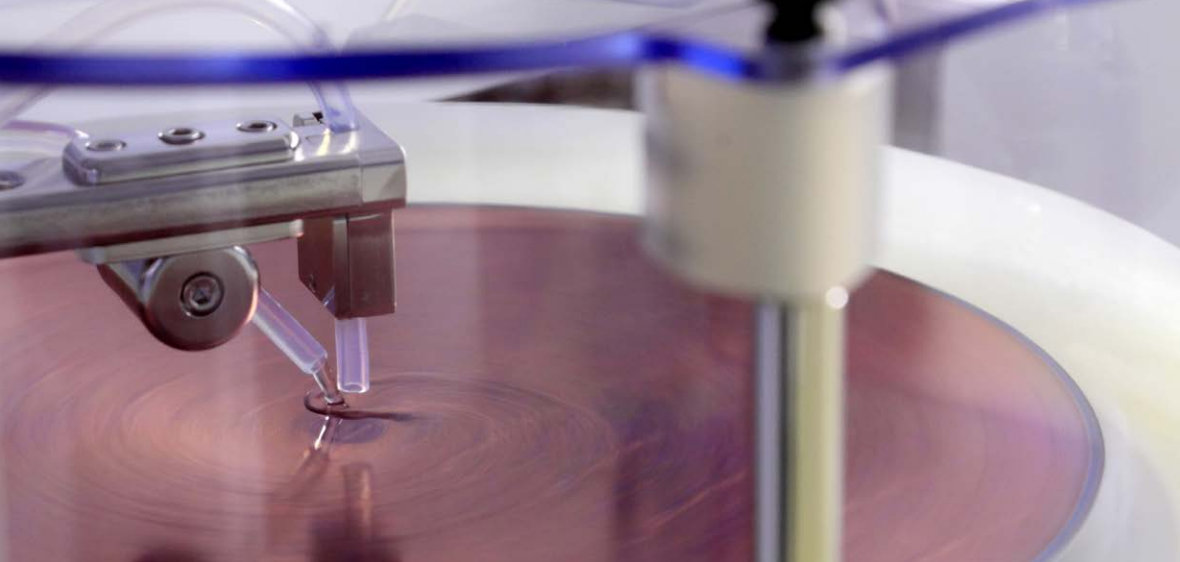
Die spektroskopische Untersuchung mittels Ultraschall ermöglicht insbesondere Aussagen über physikalische Kenngrößen von Materialien sowie zur chemischen Analyse von Dispersionen. So

können mittels der Analyse der frequenzabhängigen Dämpfung und Schallgeschwindigkeit Aussagen über die Qualität und Zusammensetzung von Ölen, Alkohol-Wasser-Gemischen oder sonstigen Flüssigkeiten getroffen werden, eine ideale Ergänzung der optischen Spektroskopie.

Durch die Verwendung von kapazitiven mikromechanischen Ultraschallwandlern (CMUTs) können neue hochkompakte Umweltmesssysteme realisiert werden. Im Gegensatz zu gängigen piezoelektrischen Ultraschallelementen werden CMUTs mittels mikromechanischen Verfahren hergestellt und verfügen so über eine höchst kompakte Aufbauform. Hierbei ermöglichen die Sensoren durch eine monolithische Integration mit CMOS-Schaltungen die Realisierung von kompletten Analysesystemen auf einem Chip. Für die akustische Spektroskopie sind CMUTs ideal geeignet da sie in flüssige Medien extrem effizient den Schall einstrahlen können, die Detektion hochsensitiv ist und eine große Frequenzbandbreite verwendet werden kann.

Eingebettete nicht-flüchtige Speicher (eNVM)

Eingebettete nicht-flüchtige Speicher (eNVM) gewinnen zunehmend an Bedeutung und sind als zentraler Baustein moderner System on Chip (SoC) Lösungen unverzichtbar. Durch eine Verschmelzung von Logik und Speicher auf einem Chip können Kosten und Formfaktoren minimiert und Energieeffizienz und Geschwindigkeit maximiert werden. Als Folge dieser Verschmelzung sind im speziellen Fall der eNVM-Lösungen nicht nur die Speicherzellen selbst und ihrer individuellen Charakteristika von zentraler Bedeutung, sondern auch deren Kompatibilität zu aktuellen Technologieplattformen.



*Screening Services für
Atomlagenabscheidung
(ALD), Cleaning, Chemisches
Mechanisches Polieren
(CMP) und Plattieren in der
Mikrochipfertigung.*

Aufgrund dieser speziellen Anforderungen eingebetteter Speicherlösungen konzentriert sich das Fraunhofer IPMS auf zwei Schwerpunktthemen: zum einen die Erforschung und Optimierung neuartiger, nicht-flüchtiger Speicherzellen in Bezug auf Datenhaltung, Zyklenfestigkeit und Skalierung und zum anderen auf deren Integration in existierenden Technologie-Plattformen (z. B. 22 nm FDSOI, 28 nm HKMG oder auch 1X nm FinFET). Dies beinhaltet vor allem die Überführung neuer Materialien und Prozesse in eine 300 mm Fertigungsumgebung. Die im FEoL integrierten nicht-flüchtigen Speicherkonzepte FeFET und FLASH sowie die im BEoL integrierten RRAM und MRAM stehen derzeit im Fokus der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten des Fraunhofer IPMS und seiner Industrie- und Forschungspartner.

Screening Services für Mikro- und Nanotechnologie

In der Halbleiterfertigung sind die Parameter der Verbrauchsmaterialien und das Equipment entscheidende Faktoren für die Prozessperformance. Für Zulieferer, Materialentwickler und Equipmenthersteller bietet das Fraunhofer IPMS eine Testumgebung für 200 mm und 300 mm Wafergrößen unter Industriebedingungen, die es ermöglicht, Evaluationen und Prozessparameteranpassungen für individuelle Produkte vorzunehmen und direkt wieder in die Produktionslinien der Hersteller zu integrieren.

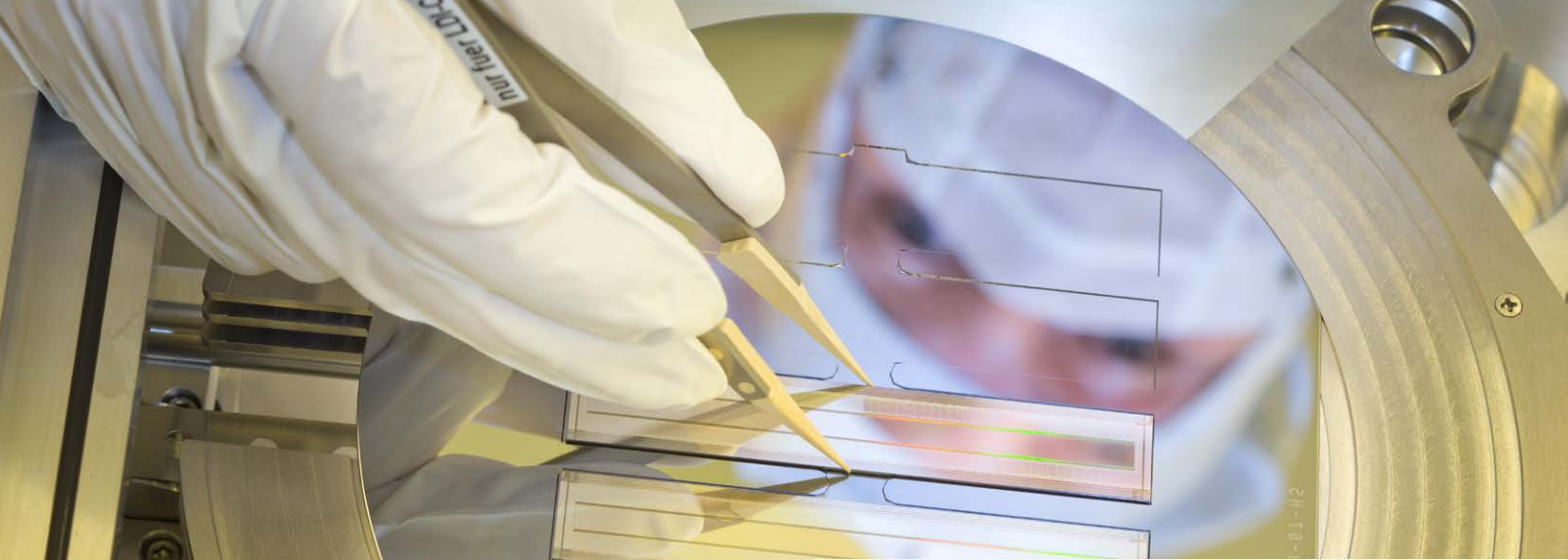
Für die Bereiche Atomlagenabscheidung (ALD), Wafer-Cleaning, Chemisch-mechanisches Planarisieren (CMP) und Kupferplattierung stehen neben umfangreichen Analytikinstrumenten, eigene Anlagen zur Verfügung, auf denen Chemikalien, Materialien und Prozesse untersucht und optimiert werden. Von der Prozessentwicklung über die Aufskalierung

vom Labormaßstab zur Volumenproduktion bis hin zu Tests auf eigenen Wafern (für 2X nm Technologieknoten) stehen sämtliche Prozessschritte zur Verfügung. Durch das professionelle Wafer-Handling und das ISO 9001 Prozessmanagement sind ein direkter Waferaustausch und die risikolose Integration von Innovationen in die Produktionslinie gewährleistet.

Lithografie

Die Dimensionen von Halbleiterstrukturen werden immer kleiner, dies erhöht stetig die Genauigkeitsanforderungen an die Belichtung und die Maskenherstellung für die Belichtung. Andererseits entstehen neue Lithografieanforderungen in den Bereichen Backend und Packaging, so z. B. in der 3D-Integration von Chips. Mittels Flächenlichtmodulatoren lassen sich hier neue effiziente Belichtungsmaschinen für die Halbleiterindustrie entwickeln.

Flächenlichtmodulatoren des Fraunhofer IPMS bestehen aus einer Anordnung von Mikrosiegeln (typisch $< 10 \times 10 \mu\text{m}$ pro Spiegel) auf einem Halbleiterchip, wobei die Spiegelanzahl anwendungsspezifisch aktuell von einigen hundert bis zu mehreren Millionen Spiegeln variiert. Hierbei kommt in den meisten Fällen ein hochintegrierter ASIC als Basis der Bauelementearchitektur zum Einsatz, um eine individuelle analoge Auslenkung jedes Mikrosiegels zu ermöglichen. In Kombination mit Laserbelichtungsquellen lassen sich digital gesteuert hochgenaue Belichtungen z. B. für Halbleitermasken realisieren. Andere Bauelemente werden optimiert für das maskenlose Direktschreiben von Lithografiestrukturen (via Laser Direct Imaging und Elektronenstrahlolithografie) z. B. für die Leiterplattenherstellung. Flächenlichtmodulatoren erlauben sehr hohe Datendurchsätze und bieten exzellente Perspektiven für hohe Produktivität.



Leistungsangebot

Das Fraunhofer IPMS bietet seinen Kunden Kooperationsmöglichkeiten entlang der kompletten Wertschöpfungskette. Machbarkeitsstudien bilden den ersten Schritt, wenn es zu Beginn einer Zusammenarbeit noch unklar ist, ob und wenn ja mit welchen Mitteln sich eine Kundenanforderung umsetzen lässt. Zum grundsätzlichen Nachweis der Funktionsfähigkeit eines konzipierten Bauelements oder Systems werden in einem Entwicklungsprojekt Demonstratoren aufgebaut. Sollten dafür, insbesondere bei waferbasierten Prozessen, neue Technologien erforderlich sein, so können diese parallel mit entwickelt werden. In einem zweiten Schritt wird der Demonstrator dann zum Prototypen, der alle Kundenspezifikationen erfüllt. Für MEMS und sonstige Bauelemente der Mikrosystemtechnik bietet das Fraunhofer IPMS auch eine qualifizierte Piloherstellung im eigenen Reinraum an.

Das Fraunhofer IPMS ist Partner im Leistungszentrum »Funktionsintegration für die Mikro-/Nanoelektronik«. In diesem werden zusammen mit anderen sächsischen Fraunhofer-Instituten, sowie der Technischen Universität Dresden, der Technischen Universität Chemnitz und der Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden Ergebnisse der Grundlagenforschung durch anwendungsorientierte Entwicklung zu verwertbaren Ergebnissen geführt, um die Wirtschaft zu stärken. Das Fraunhofer IPMS übernimmt hierbei die Koordination des gesamten Vorhabens. Basierend auf Roadmaps identifizieren wir in Gesprächen mit Industriekunden Möglichkeiten der Kooperation. Die Themen des Leistungszentrums können dann bei Bedarf entsprechend erweitert werden.

Forschungsthemen

Die in Kooperation mit unseren Kunden realisierten Anwendungen nutzen FuE-Ergebnisse zu folgenden Themen:

- **FLÄCHENLICHTMODULATOREN**
Anordnung von Mikrospiegeln auf einem Halbleiterchip
- **MEMS-SCANNER**
Resonante und quasi-statische MEMS-Spiegel zur Lichtablenkung
- **DRAHTLOSE MIKROSYSTEME**
Bauelemente und Systeme zur optischen oder RFID-basierten Datenübertragung
- **ENVIRONMENTAL SENSING**
Sensor-Bauelemente und Systeme zur Erfassung photonischer und chemischer Daten
- **NANOELEKTRONISCHE TECHNOLOGIEN**
Halbleiter-Bauelemententwicklung sowie Qualifikation von Prozessen und Materialien auf 300 mm Wafern
- **MESOSKOPISCHE AKTOREN UND SYSTEME**
Elektrostatische Biegeaktoren mit bislang unerreichter Auslenkung
- **MIKROMECHANISCHE ULTRASCHALLWANDLER**
Signalwandler für Ultraschall, hergestellt mit Methoden der Mikroelektronik
- **SMART MICRO-OPTICS**
Flüssigkristall-Wellenleiter, einstellbare Mikrolinsen und Lösungen für Energy Harvesting
- **MEMS-SENSOREN**
Produktorientierte Entwicklung und Pilotfertigung von physikalischen und chemischen Sensoren

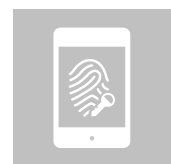
Kurzprofil

Das Fraunhofer IPMS mit Sitz in Dresden ist Ihr Forschungs- und Servicepartner auf dem Gebiet optischer Sensoren und Aktoren, ASICs, Mikrosysteme (MEMS/MOEMS) sowie Nanoelektronik. Als eine von gegenwärtig 67 eigenständigen Einrichtungen der Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V., der europaweit führenden Organisation für industrienaher Forschung, arbeiten wir mit rund 280 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern gemeinsam mit Industrieunternehmen, Dienstleistungsunternehmen und der öffentlichen Hand an Projekten zum direkten Nutzen für Unternehmen und zum Vorteil der Gesellschaft. Um den hohen Ansprüchen unserer Kunden zu genügen, ist das Fraunhofer IPMS für Forschung, Entwicklung und Fertigung photonischer Mikrosysteme, die entsprechenden Halbleiter- und Mikrosystemprozesse, integrierte Aktorik/Sensorik und Beratung von der DEKRA nach der Norm DIN EN 9001:2008 zertifiziert.

Auf dem Gebiet der mikromechanischen und photonischen Mikrosysteme bieten wir Komplettlösungen vom Konzept über das Bauelement bis zum kompletten System an. Dies schließt Muster- und Pilotfertigung im eigenen 1500 m² Reinraum (Klasse 4 nach ISO 14644-1) mit qualifizierten Prozessen ein. Mit dem Geschäftsfeld Center Nanoelectronic Technologies CNT stellen wir seit 2013 außerdem Leistungen in den Bereichen der Nano- und Mikroelektronik mit funktionalen elektronischen Materialien, Prozessen und Anlagen, Device & Integration, maskenloser Lithografie sowie Analytik bereit. Dafür stehen weitere 800 m² Reinraum (Klasse 6 nach ISO 14644-1) sowie Analyse und Metrologieverfahren mit atomarer Auflösung und hoher Sensitivität zur Verfügung.



Intelligente
Industrielösungen



Verbesserte
Lebensqualität



Medizintechnik und
Gesundheit



Fraunhofer-Institut für Photonische Mikrosysteme IPMS
Maria-Reiche-Str. 2
01109 Dresden

Telefon: +49 351 88 23-0
Fax: +49 351 88 23-266
info@ipms.fraunhofer.de
www.ipms.fraunhofer.de

