

Projekt

**Photonische Wirebonds für optische Multi-Chip-Systeme
(Phoibos)**

Koordinator:

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Institut für Mikrostrukturtechnik (IMT)
Prof. Dr. Christian Koos
Hermann-von-Helmholtz-Platz 1
76344 Eggenstein-Leopoldshafen
Tel.: 0721 608-42491
E-Mail: christian.koos@kit.edu

Projektvolumen:

2,9 Mio € (ca. 68% Förderanteil durch das BMBF)

Projektlaufzeit:

01.04.2013 bis 30.09.2016

Projektpartner:

- ➔ FCI Deutschland GmbH, Oberursel
- ➔ Carl Zeiss AG, Oberkochen
- ➔ Nanoscribe GmbH, Eggenstein-Leopoldshafen
- ➔ IHP GmbH, Frankfurt/Oder
- ➔ FhG-HHI, Berlin

Photonik fit für die Zukunft: integrierte Mikrophotonic

Seit der Erfindung der Elektrizität hat kaum eine Technologie so umfangreich Einzug in den menschlichen Alltag gehalten wie der integrierte elektronische Schaltkreis. Diesen Erfolg verdankt die Siliziumelektronik einer beispiellosen Miniaturisierung und Automatisierung. Der Photonik stand eine entsprechende Plattformtechnologie bislang nicht zur Verfügung. Zahlreiche unterschiedliche Materialien zur Erzeugung, Manipulation und Detektion von Licht sowie hohe Anforderungen an die Justierung erschwerten sowohl eine zur Siliziumelektronik analoge Miniaturisierung als auch eine vergleichbare Automatisierung der Herstellung. Dennoch werden seit geraumer Zeit auch in der Photonik erhebliche Anstrengungen unternommen, die systemischen Vorteile der Mikrointegration so weit wie möglich zu übernehmen. Die Anwendungen sind vielfältig: Von der Telekommunikation über die Konsumelektronik bis zur Anlagensteuerung stellt die Möglichkeit, ein optisches System zu miniaturisieren, die notwendige Bedingung für die Realisierung innovativer Produkte dar. Deutsche Unternehmen partizipieren auf vielfältige Weise und überaus erfolgreich am Weltmarkt für mikrooptische Systeme. Für den sich abzeichnenden Wandel hin zur mikrooptischen Integration befinden sie sich in einer sehr guten Ausgangsposition. Vom Design über Mikrostrukturierung und Materialintegration bis zur Aufbau- und Verbindungstechnik zielt die Fördermaßnahme „Integrierte Mikrophotonic“ darauf ab, das erforderliche Know-How für die optische Mikrointegration in Verbundprojekten zu erarbeiten und für eine breite Verwendung verfügbar zu machen. Das BMBF stellt für die Partner dieser Förderinitiative in zwölf Verbundprojekten etwa 40 Mio. Euro bereit.



Bild 1: 2D-Array aus 9100 Mikroprojektoren auf einem 4"-Wafer, Dicke 3 mm. (Quelle: Fraunhofer IOF)

Optische Datenübertragung der nächsten Generation

Mit den ständig steigenden Datenübertragungsraten kommen die Vorteile der optischen Datenübertragung immer stärker zum Tragen. Gängige elektronische Übertragungsverfahren haben den Nachteil, dass sie die geforderten Übertragungsraten nur noch auf kurzen Entfernungen leisten. Da auch für die Zukunft von einem unverminderten Anstieg der Übertragungsraten auszugehen ist, wird die elektronische Übertragung auf immer geringere Reichweiten reduziert werden und die Bedeutung des optischen Datentransfers entsprechend ansteigen.

Bei Hochleistungsrechnern und großen Datacentern ist die optische Kommunikation für Übertragungsdistanzen ab dem Meterbereich (Rack to Rack) bereits unverzichtbar. Die Industrie- und Unterhaltungselektronik werden diesem Trend mittelfristig folgen, während die nächsten Schritte bei Hochleistungsanwendungen zu noch kürzeren Entfernungen von einigen zehn (Board to Board) zu nur wenigen Zentimetern (on Board bzw. Chip to Chip) führen werden.

Das vorliegende Verbundprojekt erforscht ein neues Verfahren zur optischen Verdrahtung von optoelektronischen Chips. Es handelt sich also um eine Aufbau- und Verbindungstechnologie für künftige optische Chip-to-Chip-Verbindungen. Die Anwendungsbereiche reichen von optischen Interconnects in Hochleistungsrechnern und Datacentren bis hin zu optischen Zugangsnetzen der nächsten Generation.

Flexible optische Verdrahtung mit 3D-Laser-Polymerisation

Bei einer hybriden optischen Integration kommen verschiedene Halbleiter zum Einsatz. Im Regelfall bestehen die Lichtquellen aus Verbindungshalbleitern, da es bislang nicht gelungen ist, Laserdioden bei vergleichbaren Leistungsparametern auf Basis des universellen und kostengünstigen Siliziums herzustellen. Silizium verwendet man daher fast ausschließlich zur Herstellung passiver integrierter optischer Komponenten. Dadurch ergibt sich die Notwendigkeit, eine optische Verbindung zwischen den beiden Materialplattformen herzustellen, die in Form verschiedener Chips auf einem Board montiert werden.

Bislang existiert noch keine universelle und breit einsetzbare Lösung für dieses Problem. Die Problematik liegt in den vergleichsweise hohen Anforderungen an die Positioniergenauigkeit des optischen Leiters und an die optische Qualität der Kontaktstelle. Beides muss für unterschiedliche Arten von Chips und deren optische Ausgänge mit gleichbleibender Präzision bei günstigen Kosten erreicht werden.

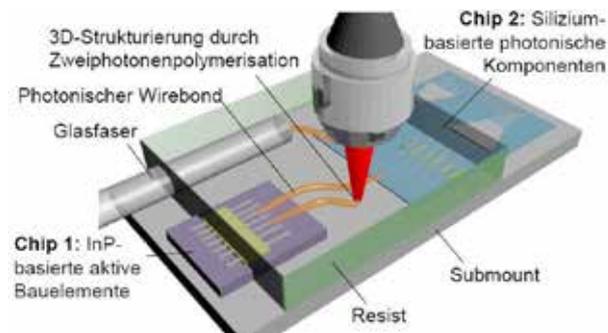


Bild 2: Funktionsprinzip des 3D-Wirebondings
(Quelle: Karlsruher Institut für Technologie)

Der Lösungsansatz des Verbundprojekts liegt in der Nutzung eines Zweiphotonen-Polymerisationsverfahrens, bei dem die optische Verbindung direkt am Chip von einem Laser erzeugt wird. Auf diese Weise können, den jeweiligen Anforderungen entsprechend, optimal angepasste optische Schnittstellen erzeugt werden. Damit lassen sich leistungsfähige optische Multi-Chip-Module aufbauen, ohne dass aufwändige Justageverfahren eingesetzt werden müssen.

Das Herstellungsverfahren ist eine High-Tech-Variante des so genannten 3D-Druckens. Die optische Verbindung wird von einem Laser direkt vor Ort mit hoher Präzision im Volumen eines Polymers aufgebaut.

Im Vorhaben wird also eine innovative optische Prozesstechnologie für die Aufbau- und Verbindungstechnik der nächsten Generation optischer Datenübertragung angewendet.