

Photonic Integrated Circuit

[T155; Mikrosystemtechnik & Enabler-Technologien]

Kurzbeschreibung

Photonisch integrierte Schaltkreise (Photonic Integrated Circuits, PICs) verbinden mehrere Subkomponenten auf einem einzigen Chip: Neben der Elektronik (Schalter, Transistoren etc.) können Laserquellen, Filter, Detektoren, Modulatoren, Strahlteiler und/oder Verstärker integriert werden. Die Entwicklung von PICs wird durch einige andere Technologien unterstützt: mikrooptoelektromechanische Systeme (MOEMS), integrierte Optik, intelligente Materialien, „Photonic band gap crystals“ und Quantenphotonik. PIC werden in 2,5- oder 3D-Architektur auf Wafern hergestellt und profitieren so von Fortschritten in der Halbleiterproduktion (z. B. Nanolithographie, T153).

Vorteile und Ziele der Technologie

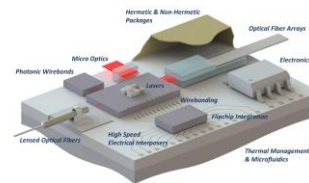
Vorteile gegenüber herkömmlichen Systemen, die aus photonischen und elektronischen Systemen bestehen, sind ein höherer Wirkungsgrad, eine höhere Kompaktheit und niedrigere Kosten. Die Integration von CMOS-basierten Schaltungen auf einem photonisch-elektronischen ASIC ist ein weiterer entscheidender Vorteil.

Hemmnisse der Einführung

Intelligente Packaging-Ansätze sind entscheidend für den Erfolg dieser Technologie. Derzeit konkurrieren noch verschiedene Materialien um den Einsatz in PICs: Silizium, Indiumphosphid (In-P) und Siliziumnitrit mit den jeweiligen Vor- und Nachteilen. Bspw. ist Silizium etabliert und kostengünstig, kann aber kein Licht emittieren. In-P ist dagegen teurer, kann aber selbst für die Lichterzeugung eingesetzt werden und qualifiziert sich daher für PICs.

Zeitliche Entwicklung

TRL1	TRL2-4	TRL5-8	MRL8	MRL9	MRL10
			<2023	2024	2026



Bildquelle: © Advanced Photonics Packaging Technologies in PIXAPP Pilot Line

Einsatzbereich

PICs werden in verschiedenen Anwendungen wie LiDAR, photonischen Sensoren oder Kommunikationstechnologien eingesetzt.

Weiterführende Informationen

Auf EU-Ebene helfen die Konsortien PIXAPP und PIX4LIFE KMUs an der Technologie zu partizipieren. u. a. baut PIXAPP die erste Open-Access PIC Assembly und Packaging Pilotlinie auf. Während sich PIXAPP v. a. auf das Packaging konzentriert, beschäftigt sich PIX4LIFE mit der Herstellung von PICs. In Deutschland beschäftigen sich v. a. das KIT und die Uni Stuttgart mit PICs. Auf EU-Ebene sind außerdem die Universitäten Gent, Eindhoven und Southampton zu nennen. Heutige Stückzahlen von PICs liegen bisher noch unter 1 Mio. weltweit. Die jährliche Wachstumsrate des Markts liegt allerdings bei 20-30%. Die zeitliche Einschätzung der Entwicklung einer Querschnitts-Enabler-Technologie ist mit besonderer Unsicherheit behaftet und kann je nach konkretem Einsatzzweck variieren.

Zuordnung zu Kompetenzen

Mikrosystemtechnik; Halbleitertechnik; Auf Packaging spezialisierte Unternehmen und fabless PIC-Anbieter können potentiell an der Technologie partizipieren. Die Wertschöpfungsanteile für das Packaging sind bei PICs mit ca. 50-60% im Vergleich zu anderen Halbleitertechnologien extrem hoch.

Schlagworte

Chipdesign; MEMS; NEMS; CMOS