

IHP präsentiert weltweit erste SiGe-Photonikplattform mit 140-GHz-Elektroabsorptionsmodulatoren und 200-GHz-Fotodioden

Ein großer Fortschritt in der photonischen Integration, der Modulatoren und Fotodioden mit Rekordgeschwindigkeit auf einer einzigen SiGe-Plattform ermöglicht.

Frankfurt (Oder). Das rasante Wachstum datenintensiver KI-Rechencluster beschleunigt die Entwicklung der Silizium-Photonik für schnelle und effiziente optische Verbindungen. Allerdings stoßen heutige Plattformen oft an Bandbreitengrenzen, weil sie auf Silizium Mach-Zehnder- oder Ringmodulatoren basieren. Forscher am IHP – Leibniz Institut für innovative Mikroelektronik – haben jetzt die weltweit erste Silizium-Germanium (SiGe)-Photonikplattform vorgestellt, die diese Engpässe überwindet.

Das IHP hat eine neue SiGe-Photonikplattform entwickelt, die optoelektronische Bauelemente mit deutlich höheren Bandbreiten als bisherige Silizium-Photonik-Lösungen ermöglicht. Vorgestellt werden Elektroabsorptionsmodulatoren mit einer extrapolierten 3-dB-Grenzfrequenz von 140 GHz sowie Fin-Photodioden mit Bandbreiten von bis zu 200 GHz. Die Ergebnisse wurden in Nature Communications veröffentlicht, mit Daniel Steckler als Erstautor. Der Open-Access-Artikel kann über die Website von Nature Communications abgerufen werden:

[\[https://www.nature.com/articles/s41467-025-66566-2\]](https://www.nature.com/articles/s41467-025-66566-2).

„Lange Zeit war die vollständige Plattformkompatibilität das Hauptproblem“, sagt Daniel Steckler. „Demonstrationen von Hochgeschwindigkeitsmodulatoren und -detektoren als eigenständige Komponenten wurden bereits häufig gezeigt. Unsere SiGe-Photonikplattform ermöglicht es uns nun, Elektroabsorptionsmodulatoren und Photodioden mit Grenzfrequenzen von weit über 100 GHz in einem einzigen Prozessablauf herzustellen – eine Grundvoraussetzung für die Kommunikation mit mehr als 200 Gbaud und für die Realisierung einer echten Massenproduktion.“

Das IHP hält bereits den Weltrekord in der Leistungsfähigkeit von Photodioden, basierend auf dem Konzept der Germanium-Fin-Detektoren, über das erstmals 2021 in Nature Photonics berichtet wurde. Durch die Ausweitung dieses Fin-Konzepts auf SiGe-Strukturen realisieren die Forscher nun Hochgeschwindigkeits-Optoelektronik für die Modulation und Detektion im C-Band. Dies erfordert einen neuen Ansatz für das SiGe-Epitaxiewachstum, der am IHP entwickelt wurde.

„Unser Epitaxie-Team hat eine fortschrittliche SiGe-Wachstumstechnologie entwickelt, bei der genau die richtige Menge Silizium in Germanium eingebaut wird, um die Absorptionskante in den gewünschten Wellenlängenbereich zu verschieben und gleichzeitig die Loading-Effekte zu vermeiden, die typischerweise bei integrierten SiGe-Bauelementen auftreten“, erklärt Steckler. „Dies wird durch eine Silizium-Delta-Epitaxie erreicht.“



Pressemitteilung

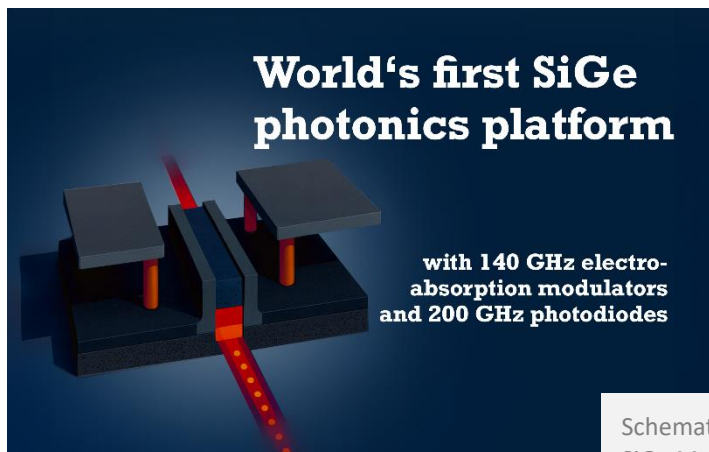


Leibniz Institute
for High
Performance
Microelectronics

Auf der Modulatorseite hat das IHP einen kompakten, energieeffizienten und schnellen, Wellenleiter integrierten SiGe-Elektroabsorptionsmodulator (EAM) entwickelt. Da die derzeit am IHP verfügbaren Messgeräte die optoelektronische Bandbreitenmessung auf 110 GHz beschränken, wird die 3-dB-Grenzfrequenz dieser Bauelemente auf etwa 140 GHz extrapoliert. Auf der Empfängerseite kann die Bandbreite der Fin-Photodioden entsprechend den Systemspezifikationen skaliert werden: Photodioden können extrapolierte Bandbreiten von 160 GHz mit einer Responsivität von 0,8 A/W bei 1550 nm oder 200 GHz mit einer Responsivität von 0,5 A/W erreichen.

„Der entscheidende Nachweis der Leistungsfähigkeit unserer Plattform erfolgte durch eine Hochgeschwindigkeitsübertragung unter Verwendung von EAMs und Photodioden, die auf demselben Wafer hergestellt wurden.“, sagt Steckler. „Diese hervorragenden Ergebnisse sind das Ergebnis einer langfristigen teamübergreifenden Zusammenarbeit am IHP – vom Reinraum-Team und der Prozessforschung bis hin zu Prozessintegration und der Silizium-Photonik.“

Die Forscher des IHP arbeiten weiter daran, die SiGe-Plattform und ihre Komponenten zu verbessern. Als nächsten Schritt plant das Team, die weltweit erste SiGe-Photonik-Plattform mit den fortschrittlichsten BiCMOS-Technologien des IHP zu kombinieren und sie Kunden im Service anzubieten, um ultraschnelle und energieeffiziente optische Verbindungen für zukünftige KI- und Hochleistungsrechnersysteme zu realisieren.



Schematische Darstellung des
SiGe Modulators
© 2025 IHP

Ansprechpartner:

Daniel Staubach

Science Management & Marketing

IHP GmbH – Leibniz Institute for High Performance Microelectronics/

Leibniz-Institut für innovative Mikroelektronik

Im Technologiepark 25

15236 Frankfurt (Oder)

Telefon: +49 335 5625 402

E-Mail: staubach@ihp-microelectronics.com



Pressemitteilung

Über das IHP:

Das IHP ist ein Institut der Leibniz-Gemeinschaft und betreibt Forschung und Entwicklung zu siliziumbasierten Systemen, Höchstfrequenz-Schaltungen und -Technologien einschließlich neuer Materialien. Es erarbeitet innovative Lösungen für Anwendungsbereiche wie die drahtlose und Breitbandkommunikation, Sicherheit, Medizintechnik, Industrie 4.0, Mobilität und Raumfahrt. Das IHP beschäftigt ca. 365 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Es verfügt über eine Pilotlinie für technologische Entwicklungen und die Präparation von Hochgeschwindigkeits-Schaltkreisen mit 0,13/0,25 μm -SiGe-BiCMOS-Technologien, die sich in einem 1500 m² großen Reinraum DIN EN ISO 14644-1 3 befindet.

www.ihp-microelectronics.com



Leibniz Institute
for High
Performance
Microelectronics

