

Projekt

Waferbasierte 3D-Integration von IR-Sensor-Technologien (WIN-IT)

Koordinator:

Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie (ISIT)
Norman Marenco
Fraunhoferstrasse 1
25524 Itzehoe
Tel.: 04821 17-4620
E-Mail: norman.marenco@isit.fraunhofer.de

Projektvolumen:

2,2 Mio € (ca. 59% Förderanteil durch das BMBF)

Projektlaufzeit:

01.05.2013 bis 30.04.2016

Projektpartner:

- Melexis GmbH, Erfurt
- X-FAB Semiconductor Foundries AG, Erfurt
- X-FAB MEMS Foundry Itzehoe GmbH

Photonik fit für die Zukunft: integrierte Mikrophotonik

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 Mikrophotonik“ 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)

Vertikale Integration auf Wafer-Level

Der Schlüssel zu einem breiten Einsatz von Sensorelementen liegt in deren Kosten. Erst wenn die Einzelkomponente zu Preisen von unter einem Euro verfügbar gemacht werden kann, lässt sich ein Sensor nahezu universell für alle Anwendungen einsetzen, bei denen die jeweilige Funktion des Sensors zweckmäßig genutzt werden kann. Dies gilt insbesondere für die großen Stückzahlen der diversen Consumer-Anwendungen.

Die einzige Möglichkeit für derart drastische Kostenreduktionen liegt in der konsequenten Integration aller Funktionen des Sensors in einer Plattform, für die es massenfertigungstaugliche Herstellungsverfahren gibt. Im Falle des Siliziums als Sensormaterial ist die weitestmögliche Nutzung der Methoden der Halbleiterfertigung evident. Dies bedeutet insbesondere, dass eine parallele Herstellung vollständig integrierter Sensorsysteme auf Waferlevel erfolgt.

Das vorliegende Konzept für einen Ferninfrarot-Sensor beruht auf der konsequenten Integration aller Einzelfunktionen von der Linse bis zur Ausleseelektronik in Silizium. Auf diese Weise soll gegenüber den heute verfügbaren Infrarot-Sensoren die erforderliche drastische Kostenreduzierung und Miniaturisierung erzielt werden.

Kostengünstige, monolithisch integrierte Ferninfrarot-Sensoren

Für einen kompletten Sensor benötigt man den eigentlichen Detektor, der im vorliegenden Ansatz thermoelektrisch funktioniert, eine Auswerteelektronik, die das Signal ausliest, sowie eine Optik, die die einfallende Strahlung auf den Detektor lenkt. Beim thermoelektrischen Effekt bewirkt ein Temperaturunterschied entlang eines aus unterschiedlichen Materialien bestehenden elektrischen Leiters eine elektrische Spannung.

Im Falle ferninfraroter Strahlung im Frequenzbereich der Wärmestrahlung ist es noch erforderlich, den Detektor von der Umgebungswärme zu entkoppeln, weswegen er sich in einem Vakuum befinden muss. Der Vakuum-Hohlraum muss in Detektionsrichtung mit einer Optik zur Bündelung der einfallenden Strahlung auf den Detektor verschlossen werden.

Alle diese Bestandteile des Sensors werden mit den Verfahren der Halbleiterfertigung aus Silizium hergestellt. Aus diesem Grund ist die Herstellung auf Waferlevel analog der Silizium-Elektronik-Fertigung prinzipiell möglich.

Gleichwohl steht ein solcher Prozess bis heute nicht zur Verfügung. Das vorliegende Verbundprojekt soll alle diejenigen Verfahrensschritte erarbeiten, die nicht einfach von der Elektronik übernommen werden können. Dies betrifft insbesondere die Vakuum-Verkapselung auf Waferlevel, sowie die Herstellung der diffraktiven Optik und der optischen Filter. Diffraktive Optiken unterscheiden sich von gewöhnlichen Linsen darin, dass sie nicht nach dem Prinzip der Lichtbrechung, sondern dem der Beugung von Licht funktionieren.

Als Ergebnis soll ein miniaturisierter Sensor in SMD-Bauweise entstehen, der 0,50\$ kostet. Für solche Sensoren wird erwartet, dass für Medizintechnik, Automotive, Consumer- und Industrieanwendungen pro Jahr etwa 250 - 500 Mio. Stück benötigt werden.

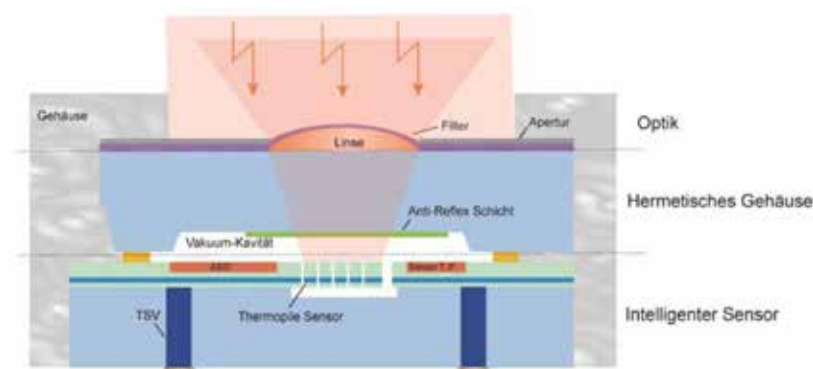


Bild 2: Aufbau des monolithisch integrierten Infrarotsensors (Quelle: Fraunhofer ISIT)