

Projekt

Vertikale Oberflächenemitter für Robuste Temperatur-stabile Effiziente Integrierte Lasersysteme (VORTEIL)

Koordinator:

Philips GmbH, Photonics Aachen
Dr. Holger Mönch
Steinbachstr. 15
52074 Aachen
Tel.: +49 (0) 241 8906 8130
e-Mail: holger.moench@philips.com

Projektvolumen:

5,8 Mio. € (ca. 52 % Förderanteil durch das BMBF)

Projektlaufzeit:

01.03.2013 bis 31.08.2016

Projektpartner:

- Philips GmbH, Ulm
- RHe Microsystems GmbH, Radeberg
- Rogers Germany GmbH (ehem. curamik electronics GmbH), Eschenbach i.d.OPf.
- Clean-Lasersysteme GmbH, Herzogenrath
- Fraunhofer IZM, Berlin

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)

Kostengünstige und alltagstaugliche Laser

Die Erfindung des Lasers ermöglicht es, in zahlreichen Einsatzgebieten Licht anstelle klassischer Werkzeuge zu verwenden, was in zahlreichen Anwendungen enorme Vorzüge bietet. Die im Verbundprojekt VORTEIL erforschten Systeme können für so unterschiedliche Anwendungen wie die umweltschonende Reinigung von Oberflächen, den Ersatz von Zündkerzen in kraftstoffsparenden Motoren oder die Entfernung von unerwünschtem Haarwuchs mit Epilationsgeräten verwendet werden. Die spezifischen Vorteile des Lasers ermöglichen hier einen verminderten Ressourceneinsatz, lange Standzeiten oder eine besonders schonende Behandlung.

Einem breiteren Einsatz des Lasers auch in einem „rauen“ Anwendungsumfeld stehen vor allem die Komplexität der Systeme und die sich daraus ergebenden hohen Kosten entgegen. Das Verbundprojekt VORTEIL bringt die Kompetenz führender deutscher Unternehmen und Forschungsinstitute zusammen, um die technologischen Grundlagen einer weitgehenden Integration von Funktionen und Komponenten (Strahlquelle, Kühlung, Optik etc.) zur Herstellung von Lasersystemen mit deutlich geringerem Produktionsaufwand zu erforschen. Der hohe Integrationsgrad macht die angestrebten Systeme zudem besonders kompakt und robust.

Hochintegrierte VCSEL Systeme

Die Technologie des „Vertical Cavity Surface Emitting Lasers“ (VCSEL) wird bereits erfolgreich bei niedrigen Leistungen z. B. in der Lasermouse oder zur Datenübertragung eingesetzt. Abbildung 2 zeigt den Aufbau eines solchen VCSELs, der aus mehr als hundert wenige Nanometer dünnen Schichten aufgebaut ist, die allerdings in einem einzigen Herstellungsschritt abgeschieden werden können. Einige dieser Schichten dienen der Lichterzeugung (rosa), andere bilden die zur Erzeugung des Laserlichts notwendigen Spiegel und ermöglichen die Strominjektion (grau). Die VCSEL-Technologie erlaubt es, bis zu einer Million komplette Laser auf einem einzigen Substrat und in einem einzigen Arbeitsgang herzustellen.

Die Skalierung dieser Systeme zu höheren Leistungen gelingt durch die Anordnung vieler VCSEL in einem dicht gepackten Array (Abbildung 3). Diese Arrays werden mit Optiken und Strukturen zur Stromzufuhr und Wärmeabfuhr integriert, d. h. diese Strukturen werden bevorzugt bereits auf Waferebene hinzugefügt. Ziel des Projektes VORTEIL ist es, die Zahl der bis zu einem vollständigen Laserdiodenmodul (Abbildung 4) benötigten Unterkomponenten und Arbeitsschritte drastisch zu reduzieren. Diese neuartigen Module werden dann in konkrete Systeme zur Oberflächenreinigung und zur Motorzündung eingebaut und im Einsatz erprobt.

Die am Verbund beteiligten Unternehmen decken die komplette Wertschöpfungskette ab. Im Erfolgsfall sollen die Ergebnisse zügig bis zur Serienreife weiterentwickelt werden, so dass anschließend sowohl Komponenten als auch komplette Systeme in Deutschland gefertigt werden können. Die angestrebte deutliche Kostensenkung gegenüber dem Stand der Technik wird es ermöglichen, wesentlich breitere Anwendungsgebiete zu adressieren und den Einsatz des Lasers vermehrt aus speziellen Hochtechnologie-Nischen auch in alltägliche Anwendungen auszuweiten.

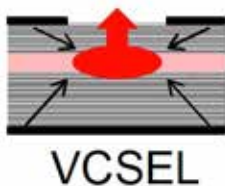


Bild 2: Prinzipskizze eines VCSELs
(Quelle: Philips)

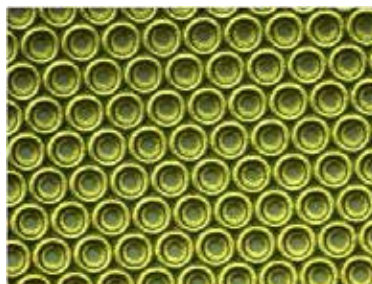


Bild 3: Mikroskopaufnahme eines Ausschnittes aus einem VCSEL-Array
(Quelle: Philips)

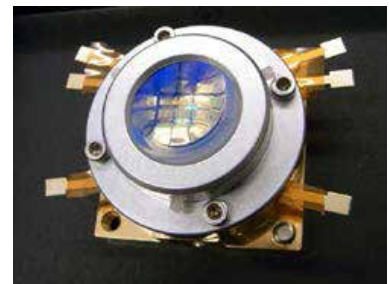


Bild 3: Aufbau eines Pumpmoduls mit 700W Pulsleistung (Quelle: Philips)