

Pressemeldung

Schlüsseltechnologien für Photonische Schaltkreise – neues Projekt gestartet:

Neuartige Perowskit-Halbleiter stellen photonische Schaltkreise in Aussicht, die das Potenzial haben, eine technologische Revolution auszulösen. In dem neuen Forschungsprojekt **„PerovsKET – Verbesserung der Mikrostruktur von Perowskiten mittels thermischem Nanoimprint als Schlüsseltechnologie für großflächige Perowskit-Optoelektronik“** erforscht die AMO GmbH aus Aachen, ein Team der Bergischen Universität Wuppertal (BUW, Lehrstuhl für Elektronische Bauelemente) und der NB Technologies aus Bonn wichtige Basistechnologien, um die Perowskit-Photonik mit der Welt der Siliziumelektronik zu kombinieren. Das Projekt wird aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) 2014-2020 „Investitionen in Wachstum und Beschäftigung“ und durch das Land Nordrhein-Westfalen über eine Laufzeit von drei Jahren mit insgesamt ca. 1.5 Millionen Euro gefördert.

AMOs Hauptaufgaben im Projekt sind die Erforschung und Herstellung neuartiger Tensostamps, welche zur Verbesserung der Mikrostruktur von Perowskiten geeignet sind, sowie die Herstellung und Charakterisierung optisch gepumpter Perowskit-Nanolaser als hoch-relevante Anwendungsmöglichkeit der neuen Materialien und als ideales Testsystem für die angestrebten Verbesserungen.

Die Geburtsstunde der Mikroelektronik Anfang der 1970'er Jahre war der Ausgangspunkt eines Paradigmenwechsels, der bis heute unseren Alltag in vielerlei Aspekten grundlegend prägt. Die moderne Informationsgesellschaft, die vielzitierte Digitalisierung des privaten und öffentlichen Lebens wären ohne die Mikroelektronik undenkbar. Träger von Information in der Mikroelektronik sind geladene Teilchen, die sog. Elektronen. Die über Jahrzehnte hinweg fortschreitende Verbesserung der Mikroelektronik durch Miniaturisierung steht heute kurz davor, ihre physikalischen Grenzen zu erreichen – der Fortschritt gerät ins Stocken. Eine Revolution mit ähnlicher Tragweite wie die Einführung der Mikroelektronik könnten in Zukunft photonische Schaltkreise auslösen. Hier sind Träger der Information Lichtteilchen, sog. Photonen. Die Kombination elektronischer und photonischer Schaltungen auf einem Mikrochip (integrierte Optoelektronik) stellt Funktionalitäten in Aussicht, die alles bislang Bekannte im Hinblick auf Geschwindigkeit und Effizienz in den Schatten zu stellen vermögen. Neben der Informations- und Kommunikationstechnik finden sich vielfältige Anwendungsmöglichkeiten im Bereich der Sensorik bis hin zu sogenannten Lab-on-Chip Lösungen.

Der integrierten Optoelektronik fehlt allerdings die zentrale Komponente: eine geeignete (Laser-)Lichtquelle, die sich in Siliziumchips integrieren lässt. Vor Kurzem haben neue Halbleiter aus einer Materialklasse, die man als Mineralien seit dem 19. Jahrhundert kennt, die Bühne der Optoelektronik betreten und für Furore in der Wissenschaft gesorgt – die Perowskite. Was macht Perowskit-Laser so besonders? Sie können aus einer Lösung prozessiert werden und haben in ersten sehr vielversprechenden Pionierarbeiten ihr großes Potenzial für die Integration in die Silizium-Elektronik gezeigt.

Als wichtige Vorarbeit wurde in Kooperation des Lehrstuhls für Elektronische Bauelemente (Leitung: Prof. Riedl) und der Arbeitsgruppe Mikrostrukturtechnik (Leitung Prof. Scheer) ein neuartiger Herstellungsprozess für besonders defektarme Perowskitschichten entwickelt. Dabei werden die aus einer Lösung aufgetragenen Perowskitschichten mittels eines thermischen Imprintverfahrens rekristallisiert. „Sehr vereinfacht gesprochen, werden die anfangs sehr rauen und Defekt-reichen

Perowskischichten mit einem sehr präzisen Bügeleisen glattgebügelt. Dadurch werden nicht nur optische Verluste durch Lichtstreuung reduziert, sondern es werden auch Strukturdefekte im Perowskit-Halbleiter beseitigt, die Lasertätigkeit erschweren oder unmöglich machen. Auch eine Strukturierung der Perowskischichten mit photonischen Resonatorstrukturen, die für einen Laser benötigt werden, wird dadurch möglich.“, erklärt Prof. Riedl und ergänzt: „Ein derartiges Strukturierungsverfahren bei niedrigen Temperaturen um 100°C wäre für etablierte Halbleiter völlig aussichtslos und wird einzig durch die spezifischen Kristalleigenschaften der Perowskite ermöglicht.“

Zur eben genannten Strukturierung der Perowskit-Schichten hat AMO entscheidende Vorarbeiten geleistet, indem sie zwei neuartige Strukturierungsprozesse für Perowskite erforscht hat, welche beide im Projekt eingesetzt werden sollen. Die Prozesse erlauben erstmals eine massenfertigungstaugliche Herstellung hochqualitativer Perowskit-Bauelemente, was bisher aufgrund der Wasserlöslichkeit dieser Materialklasse nicht möglich war.

Das nun gestartete Projekt PerovsKET hat das Ziel, die entwickelte Prozesstechnik besser zu verstehen und das bisher noch in den Perowskiten enthaltene Blei durch andere Metalle zu ersetzen. Der Projektpartner NB Technologies bringt ein patentiertes Nanoimprint-Verfahren mit innovativen Stempeln in das Projekt ein, das die Hochskalierung des Prozesses ermöglichen soll und damit den Grundstein für eine spätere Serienfertigung legt. Die AMO GmbH wendet ihre genannten innovativen Strukturierungsverfahren an, um die verbesserten Perowskitmaterialien in Silizium-basierte Chipsysteme zu integrieren. Die nano-photonischen Bauelemente sollen eine wesentlich verbesserte Leistungsfähigkeit demonstrieren und Rekordwerte auch auf größeren aktiven Flächen als bisher erreichen. „Idealerweise leisten unsere Arbeiten auch einen wesentlichen Beitrag im globalen Rennen um die erste Perowskitlaserdiode. Das übergeordnete Ziel bleibt aber die integrierte Optoelektronik, um das Beste aus der Welt der Elektronik und der Photonik zu vereinen.“, erläutert Prof. Riedl.

Die Laufzeit des Vorhabens beträgt drei Jahre bei einem Fördervolumen von rund 565 T€ für die AMO GmbH.

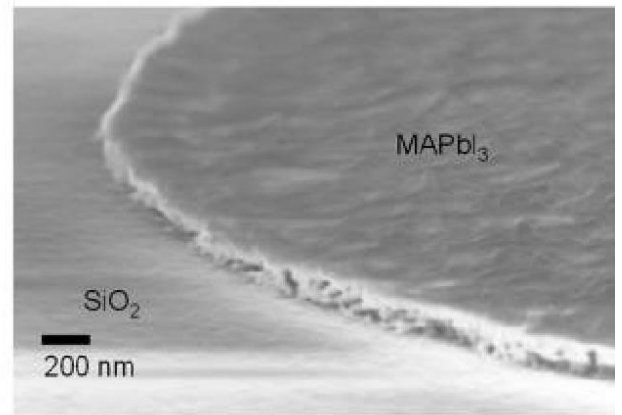
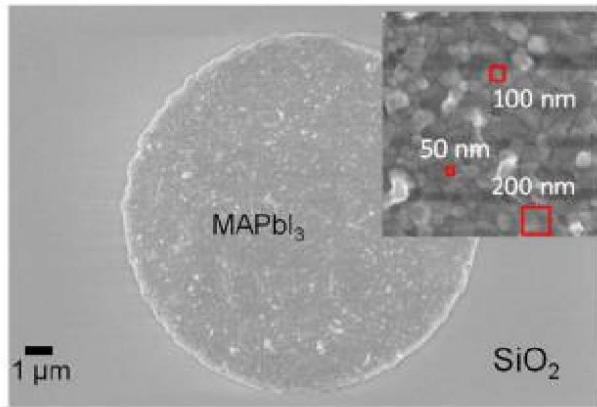
Dieses Vorhaben wurde aus Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) gefördert.



EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung

Kontakt:

Dr. Stephan Suckow
AMO GmbH
Otto-Blumenthal-Str. 25
52074 Aachen, Germany
e-Mail: suckow@amo.de



Noch nicht geglätteter Perowskit-Scheibenlaser, welcher trotz der Rauheit der Oberfläche einen Rekordwert für die Laserschwelle im Vergleich zu anderen, auf Chips integrierten Lasern erreicht hat.

Quelle: P. Cegielski et al. „Monolithically Integrated Perovskite Semiconductor Lasers on Silicon Photonic Chips by Scalable Top-Down Fabrication“, Nano Lett. 2018

URL: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.nanolett.8b02811>