



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

**BMBF – Förderinitiative**

**„Novel Optics - Neuartige optische Wirkprinzipien“**

## **Projekt: Photonmanagement durch gezielte Interfacemodifizierung in Optoelektronischen Bauelementen - PHIOBE**

Koordinator: Prof. Dr. Andreas Tünnermann  
Fraunhofer IOF  
Albert-Einstein-Str. 7  
07745 Jena  
Tel.: 03641 807 201  
Fax: 03641 807 600  
andreas.tuennermann@iof.fraunhofer.de

Gesamte Projektkosten: 1,59 Mio. €  
Förderung BMBF: 1,59 Mio € (Vollfinanzierung)  
Projektlaufzeit: 01.05.2008 – 30.04.2011

### **Beteiligte Partner**

- Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF Jena
- Friedrich-Schiller-Universität Jena Jena
- Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg Halle

**Das Projekt ist Teil der Förderinitiative „Novel Optics - Neuartige optische Wirkprinzipien“ im Bereich der Optischen Technologien. Im Rahmen der Hightech Strategie der Bundesregierung unterstützt das BMBF dadurch Forschungseinrichtungen und Unternehmen bei der Erforschung und Entwicklung neuartiger photonischer Bauelemente, die verbesserte oder neue Funktionalitäten und ein Höchstmaß an Integration und Miniaturisierung erlauben.**

### **Wissenschaftlich-technisches Projektziel**

Ziel des Vorhabens ist die Erforschung und Realisierung eines neuartigen mikro- und nanostrukturierten Interfaces für Bauelemente der Optoelektronik – speziell für hocheffiziente Solarzellen. Nach grundlegenden Untersuchungen zu den optischen und elektronischen Eigenschaften von mikro- und nanostrukturiertem Silizium (Abb.1), soll dessen Funktionalisierung durch einen Semiconductor-Insulator-Semiconductor (SIS) Aufbau vorgenommen werden. Im Mittelpunkt der theoretischen und experimentellen Grundlagenforschung stehen Quantenconfinement- und Lokalfeldeffekte innerhalb der eingebrachten Strukturierung sowie ein verbessertes Verständnis der strukturierten Grenzfläche und der SIS-Heteroübergänge.

## Aufgaben der Partner

Am Fraunhofer IOF wird die Funktionalisierung der strukturierten Siliziumsubstrate durch geeignete Halbleiter- und Zwischenschichten erforscht und evaluiert.

An der Friedrich-Schiller-Universität wird die Strukturierung von Siliziumsubstraten mit einem stochastischen Plasmaätzverfahren durchgeführt. Außerdem erfolgt die theoretische Modellierung der elektronischen und optischen Eigenschaften der erzeugten Strukturen.

Die Martin-Luther-Universität Halle ist für die hochauflösende Mikrostrukturanalyse der Bauelemente und die konforme Abscheidung dünner Zwischenschichten mittels Atomic Layer Deposition verantwortlich.

## Technologie

Für die Erzeugung der stochastisch strukturierten Siliziumoberfläche, dem sogenannten „Black-Silicon“, wird eine Plasmaätzanlage verwendet. Abb. 2 zeigt den typischen Verlauf der Reflexion für eine unstrukturierte und strukturierte Oberfläche. Die Generierung des ladungstrennenden pn-Übergangs erfolgt durch die Abscheidung einer dünnen dielektrischen Barrierschicht und eines transparenten und leitfähigen Oxides, z.B. Indiumzinnoxid (ITO). Dafür werden Sputter- und Aufdampfverfahren sowie Atomic-Layer-Deposition (ALD) eingesetzt. Zur Modellierung der elektronischen und optischen Eigenschaften werden moderne rigorose Rechenverfahren verwendet (Abb. 3).

## Nutzen für den Menschen

Das Projekt zielt insbesondere auf eine Steigerung der Effizienz optoelektronischer Halbleiterbauelemente durch aktive Interface- und Schichtoptimierung ab. Die experimentellen Arbeiten werden grundsätzlich an industriekompatiblen Anlagen durchgeführt, so dass im Erfolgsfall die gewonnenen Erfahrungen sofort einer Vielzahl von interessierten Unternehmen in geeigneter Weise zugänglich gemacht werden können. Eine durch Einsatz preisgünstiger Präparationsverfahren erhöhte Effizienz industriell gefertigter optoelektronischer Bauelemente führt zu einer gestärkten Position der nationalen Industrie in einer Vielzahl von Branchen, angefangen bei der Photovoltaik bis zur LED-Herstellung.

Programm: Optische Technologien  
Projektträger: VDI Technologiezentrum GmbH  
Ansprechpartner: Dr. Daniel Senff  
Tel. +49 211 6214 379 E-Mail: senff@vdi.de

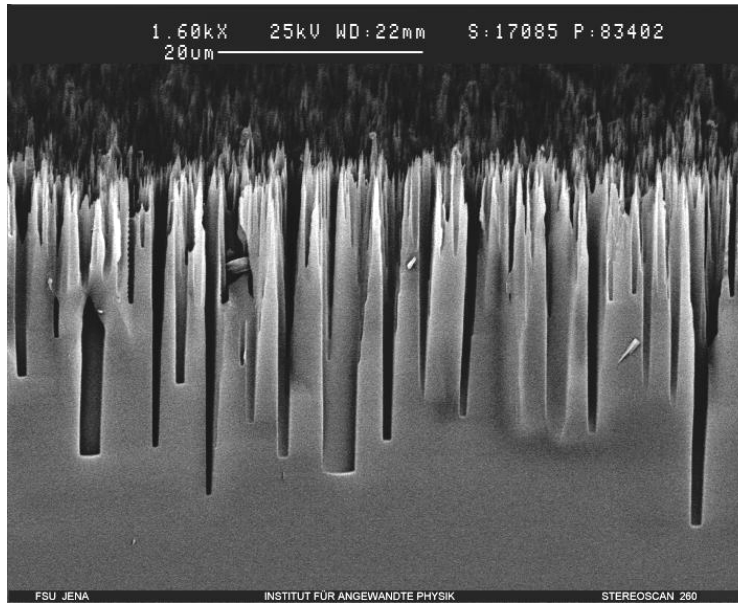


Abb.1: „Black-Silicon“: durch ICP-Ätzen erzeugte stochastische Strukturierung

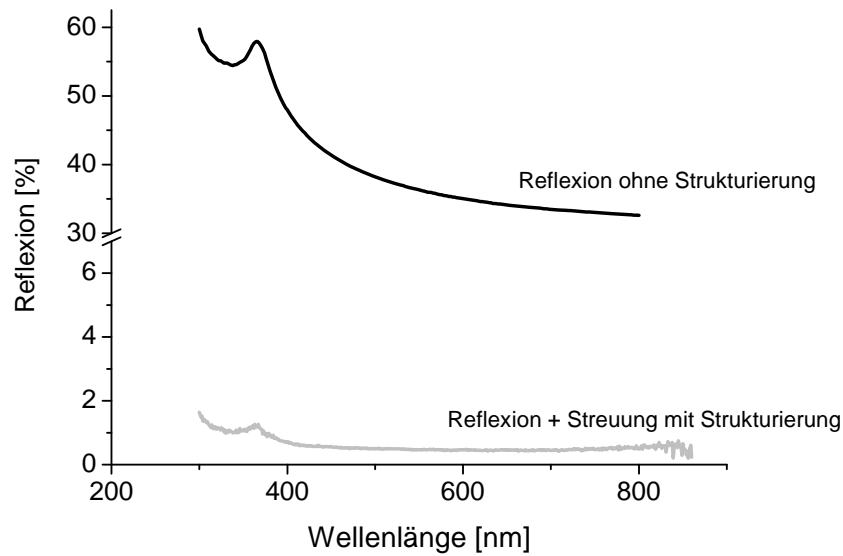


Abb.2: Reflexion von unstrukturiertem sowie Reflexion + Streuung von strukturiertem Silizium

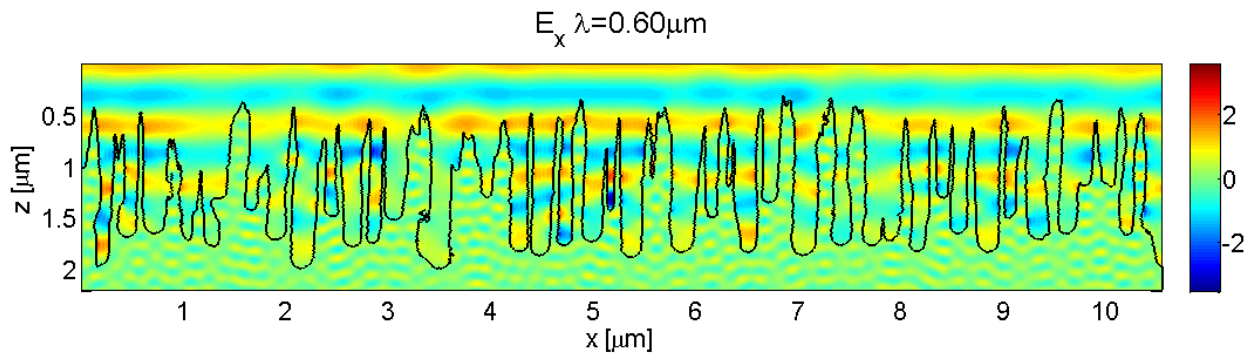


Abb. 3: Wechselwirkung einer einfallenden elektromagnetischen Welle mit einer „Black-Silicon“-Struktur.