

Pressemitteilung, 9. November 2012

## **Grenzen überwinden – Höchstdotierte Siliciumkristalle für sparsamere Netzteile und effizientere Motorsteuerungen**

Energiesparen ist einer der wichtigsten Hebel, um eine bezahlbare Energiewende zu ermöglichen. Speziell durch intelligente Leistungselektronik kann der Energieverbrauch von Netzteilen oder Elektromotoren erheblich gesenkt werden. Dafür werden Siliciumkristalle mit einem sehr geringen elektrischen Widerstand benötigt, um die elektrischen Schaltverluste in den Leistungsbaulementen zu minimieren. Die Herstellung von hoch leitfähigen Siliciumkristallen ist heute noch extrem anspruchsvoll. Gemeinsam mit der Freiburger Siltronic AG erforscht das Fraunhofer Technologiezentrum Halbleitermaterialien THM in Freiberg im Projekt PowerOnSi die wissenschaftlich-technischen Grundlagen, um kostengünstig Siliciumkristalle mit extrem geringen elektrischen Widerständen herstellen zu können, so dass der Einsatz von Leistungselektronik zum Energiesparen auf breiter Ebene weiter vorangetrieben wird. PowerOnSi wird vom Sächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kunst gefördert, das Projekt begann am 1. Oktober 2012.

Bei der Erzeugung, Übertragung und Wandlung elektrischer Leistungen dominiert die auf dem Halbleitermaterial Silicium basierende Leistungselektronik. Speziell für Anwendungen bei niedriger bis mittlerer Leistung und mittleren bis höheren Frequenzen, beispielsweise in Schaltnetzteilen, Robotern, Autoelektronik oder zur Ansteuerung von Motoren, kommen sogenannte PowerMOS-Bauelemente zum Einsatz. Um die Widerstandsverluste von vertikalen leistungselektronischen Bauelementstrukturen in Durchlassrichtung zu minimieren, werden insbesondere n-Typ-Siliciumkristalle mit einem sehr geringen elektrischen Widerstand von 5.0 m $\Omega$ cm bis hin zu 1.0 m $\Omega$ cm benötigt. Die Siliciumkristalle werden nach dem Czochralski-Verfahren durch Ziehen aus der Siliciumschmelze hergestellt. Den niedrigen elektrischen Widerstand im einkristallinen n-Typ-Silicium erreicht man dabei durch eine gezielte Zugabe von Arsen oder Phosphor als Dotierstoff. Die hohen Mengen an benötigtem Dotierstoff können jedoch beim Herstellungsprozess kristallwachstumsinduzierte Störungen verursachen, wie z.B. Versetzungen im Kristall. Die Kristallfehler führen zum Verlust der einkristallinen Struktur des Siliciums und vermindern die Kristallausbeute, wodurch im Endeffekt der erzielbare Widerstandsbereich begrenzt wird. Für die beobachteten Störungen existieren zwar verschiedene Erklärungsansätze, jedoch sind weder die genauen Ursachen bekannt, noch gibt es etablierte, verfahrenstechnische Lösungsansätze für die Herstellung größerer Kristalldurchmesser.

An diesem Punkt setzen die Experten des Fraunhofer THM und der Siltronic AG an. Sie untersuchen systematisch die Grundlagen der kristallwachstumsinduzierten Störungen beim Ziehen von hochdotierten Siliciumkristallen und bestimmen die prozesstechnisch relevanten Parameter. Nur auf Basis einer soliden wissenschaftlichen Kenntnis der Grenzen des einkristallinen Wachstums von hochdotiertem Silicium können entsprechende kristallzüchterische Maßnahmen entwickelt und erprobt werden, um das untere Widerstandslimit bei großen Kristalldurchmessern abzusenken

und die Kristallausbeute zu steigern. Eine weitere Schwierigkeit, die die Forscher überwinden müssen, ist die Suche nach geeigneten Analysemethoden für die hochdotierten Materialien:

„Während bei niedrigen Dotierungen seit Jahrzehnten verschiedenste Messverfahren etabliert sind, um die unterschiedlichen physikalisch-chemischen Eigenschaften des Siliciums umfassend zu bestimmen, funktionieren diese aufgrund physikalischer Gründe meist nicht bei höchstdotiertem Material“ erklärt Dr. Jochen Friedrich, Sprecher des Fraunhofer THM und Leiter der Abteilung Kristallzüchtung am Fraunhofer IISB in Erlangen, einem der Mutterinstitute des THM.

„Deshalb werden wir auch neue Messverfahren austesten und genau untersuchen, ob sich damit die relevanten Eigenschaften von hochdotiertem Material bestimmen lassen“, so Dr. Jochen Friedrich.

„Dieses Projekt ist für Siltronic aus zwei Gründen interessant“, sagt Dr. Andreas Mühe, Leiter Operations Deutschland, Siltronic AG und Werkleiter des Standortes Freiberg. „Erstens ist Siltronic ein führender Hersteller von Siliciumwafern für Leistungselektronik und zweitens ist Siltronic tief in der Region Freiberg verwurzelt. Daher freuen wir uns ganz besonders, unseren Anteil zum Gelingen dieses spannenden Forschungsvorhabens beizutragen.“

Zwei Jahre haben die Forscher von Fraunhofer THM und Siltronic jetzt Zeit, um wissenschaftlich-technische Lösungen zu erarbeiten, damit die Herstellung von Siliciumkristallen mit sehr geringen elektrischen Widerständen für PowerMOS-Anwendungen wirtschaftlicher wird. Nicht zuletzt dadurch wird die Position des Industrie- und Forschungsstandorts Freiberg als Zentrum der deutschen Halbleitermaterialherstellung weiter gestärkt.



*Anfangsstücke von Siliciumkristallen mit unterschiedlichen Kristalldurchmessern und daraus gefertigten Wafern sowie Ausgangsmaterial für die Siliciumkristallherstellung.  
Foto: Fraunhofer IISB / Kurt Fuchs*

**Ansprechpartner:**

Dr. Jochen Friedrich

Fraunhofer IISB  
Schottkystraße 10, 91058 Erlangen, Germany

Tel. +49-9131-761-270

Fax +49-9131-761-280

info@iisb.fraunhofer.de

www.iisb.fraunhofer.de

**Fraunhofer IISB:**

Das 1985 gegründete Fraunhofer-Institut für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie IISB betreibt angewandte Forschung und Entwicklung auf den Gebieten der Mikro- und Nanoelektronik, Leistungselektronik und Mechatronik. Mit Technologie-, Geräte- und Materialentwicklungen für die Nanoelektronik sowie seinen Arbeiten zu leistungselektronischen Systemen für Energieeffizienz, Hybrid- und Elektroautomobile genießt das Institut internationale Aufmerksamkeit und Anerkennung. Rund 170 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter arbeiten in der Vertragsforschung für die Industrie und öffentliche Einrichtungen. Neben seinem Hauptsitz in Erlangen hat das IISB zwei weitere Standorte in Nürnberg und Freiberg. Das IISB kooperiert eng mit dem Lehrstuhl für Elektronische Bauelemente der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg.

**Fraunhofer THM**

Das Fraunhofer-Technologiezentrum Halbleitermaterialien Freiberg THM betreibt Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Halbleitermaterialien für die Photovoltaik und die Mikroelektronik. Das THM ist eine gemeinsame Einrichtung des Fraunhofer-Instituts für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie IISB in Erlangen und des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme ISE in Freiberg. Es besteht eine enge Kooperation mit der Technischen Universität Bergakademie Freiberg auf dem Gebiet der Halbleiterherstellung und -charakterisierung. Ein Hauptziel ist die Unterstützung der regionalen Halbleitermaterialindustrie durch den Transfer wissenschaftlicher Erkenntnisse in die industrielle Verwertung.

Weitere Informationen: [www.thm.fraunhofer.de](http://www.thm.fraunhofer.de)

**Siltronic AG**

Siltronic ist einer der Weltmarktführer für Wafer aus Reinstsilicium und Partner vieler führender Chiphersteller. Die Halbleitertochter der Wacker Chemie AG entwickelt und produziert Wafer mit Durchmessern bis zu 300 Millimeter an Standorten in Europa, Asien und USA. Siliciumwafer sind die Grundlage der modernen Mikro- und Nanoelektronik. Elektronische Bauelemente aus Silicium kommen zum Beispiel in Computern, Smartphones, Flachdisplays, Navigationssystemen, Motorsteuerungen und vielen anderen Anwendungen zum Einsatz.

Weitere Informationen: [www.siltronic.com](http://www.siltronic.com)