

Pressemitteilung, 15. Oktober 2009

Innovationspreis Mikroelektronik geht an Fraunhofer IISB und SolarWorld AG

Auf dem Weg zu billigerem Solarstrom

Gemeinsam haben Forscher des Fraunhofer IISB Erlangen, des Fraunhofer THM Freiberg und der SolarWorld AG herausgefunden, wie sie durch den Einsatz von Magnetfeldern bei der industriellen Produktion von Siliziumkristallen für die Photovoltaik spezielle Materialfehler vermeiden können. Diese Materialfehler sind schädlich für die Anwendung der Kristalle zur Erzeugung von Solarstrom. Für die gemeinsamen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten wurde den Forschern am 15. Oktober 2009 der Georg Waeber Innovationspreis 2009 des Förderkreises für die Mikroelektronik e.V. verliehen.

Die Photovoltaik basiert heute und auch in Zukunft auf kristallinen Siliziumsolarmodulen. Für deren Herstellung werden kostengünstige Siliziumkristalle mit maßgeschneiderten Eigenschaften benötigt, aus denen dünne Scheiben („Wafer“) für die Solarzellenfertigung geschnitten werden. Die Siliziumkristalle, genannt Blöcke, entstehen durch kontrollierte Kristallisation aus der rund 1500°C heißen Siliziumschmelze. Ein wichtiges Wirtschaftlichkeitskriterium bei der Kristallisation der Siliziumblöcke ist die Waferausbeute pro Block. Diese wird neben anderen Faktoren durch den Gehalt an Kohlenstoff- und Stickstoff-Verunreinigungen im Silizium bestimmt. Während des Erstarrungsprozesses des Siliziumblocks können nämlich durch die Wechselwirkung des Siliziums mit Einbauten der Ofenanlagen und dem Tiegelmateriale Materialfehler in Form von Siliciumcarbid- und Siliciumnitrid-Ausscheidungen entstehen. Diese sind aufgrund ihrer gegenüber Silizium größeren Härte problematisch für die anschließenden Sägeprozesse. Zudem können sie aufgrund der Ausbildung von Kurzschlussströmen den Wirkungsgrad der Solarzellen verschlechtern. Diese Bereiche müssen aussortiert werden und mindern somit die Waferausbeute pro Block.

Hier setzt das Fraunhofer-Institut für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie IISB an: Es forscht an seinem Hauptstandort in Erlangen sowie in seiner Außenstelle, dem Fraunhofer-Technologiezentrum für Halbleitermaterialien THM in Freiberg, im Auftrag des Industriepartners SolarWorld AG an einer Optimierung des Kristallisationsprozesses im Hinblick auf eine Vermeidung der Ausscheidungsbildung zur Erhöhung der Waferausbeute pro Block. Aufgabe war es, ein tiefgehendes Verständnis für die Mechanismen der Bildung dieser schädlichen Kristallfehler zu erarbeiten. Damit wurden die wissenschaftlichen Voraussetzungen geschaffen, um durch verfahrenstechnische Maßnahmen die unerwünschten Ausscheidungen bei der industriellen Fertigung von multikristallinen Siliziumkristallen zu reduzieren beziehungsweise ganz zu vermeiden.

Gemeinsam haben die Forscher von Fraunhofer und Industrie durch grundlegende experimentelle und theoretische Untersuchungen herausgefunden, dass eine „gut gerührte“ Schmelze diese Ausscheidungsbildung verhindert. „Wir haben schon zu Beginn der Forschungsarbeiten vermutet, dass die Strömung in der Schmelze sehr wichtig für die Bildung der Materialfehler ist. In Zonen geringer Strömungsgeschwindigkeit im Bereich des

fest-flüssig Phasenübergangs bei der Erstarrung des Siliziums können sich Verunreinigungen aufstauen und dann zu den Ausscheidungen im festen Silizium führen. Durch unsere Kristallisationsversuche im Labormaßstab und durch Computersimulation konnten wir diese Vermutung bestätigen“, erläutert Dr. Jochen Friedrich vom Fraunhofer IISB. „Der Hebel, an dem wir ansetzen mussten, war also, diese „Totwasserzonen“ in der Schmelze zu vermeiden. Dafür brauchten wir eine technische Lösung, die sich ohne größeren Aufwand auf die großen Produktionsanlagen umsetzen lässt“, ergänzt Dr. Bernhard Freudenberg von der Solarworld AG.

Um diese Bedingungen in der industriellen Produktion zu erreichen, entwickelten die Forscher die Idee, optimierte Magnetfelder zur Beeinflussung der Strömung in der Siliziumschmelze zu nutzen. Mit Unterstützung von Computersimulation und speziellen Messtechniken wurden die Produktionsanlagen so optimiert, dass die Totwasserzonen während der Kristallisation vermieden und die Ausbeute deutlich gesteigert werden konnte. Die damit einhergehende Kostenreduktion ist eine wichtige Voraussetzung, dass sich das Wachstum der Photovoltaik auch in den nächsten Jahren fortsetzt.

Stellvertretend für die Forschungsteams am Fraunhofer IISB und THM sowie bei der SolarWorld AG, die zu diesen Entwicklungen maßgeblich beigetragen haben, wurden Dr. Bernhard Freudenberg, Direktor Wafertechnologie bei der SolarWorld Innovations GmbH in Freiberg, einer hundertprozentigen Tochter der SolarWorld AG, und Dr. Jochen Friedrich, Leiter der Abteilung Kristallzüchtung des Fraunhofer IISB in Erlangen und Leiter des Fraunhofer THM in Freiberg, mit dem Georg Waeber Innovationspreis 2009 ausgezeichnet. Die vom Förderkreis für die Mikroelektronik e.V. ausgeschriebene Auszeichnung wurde am 15. Oktober 2009 im Rahmen der Jahrestagung des Fraunhofer-Instituts für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie IISB an die Preisträger überreicht.

Die Arbeiten zur elektromagnetischen Beeinflussung der Schmelzbadbewegung wurden gemeinsam von der Deutschen Solar AG, einer 100% Tochter der Solarworld AG, als Antragsteller und dem Fraunhofer THM als Unterauftragnehmer im Rahmen des Projektes KOWÄSTO durchgeführt. Fortgeführt wurden die Untersuchungen im Rahmen des HiQuaSil-Projektes durch beide Einrichtungen als Verbundpartner. Beide Vorhaben wurden zum einen vom Europäischen Regional-Entwicklungs-Fond (ERDF) und zum anderen vom Wirtschafts- und Arbeitsministerium des Landes Sachsen gefördert.

Ansprechpartner:

Dr. Jochen Friedrich

Fraunhofer-Institut für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie IISB

Schottkystraße 10, 91058 Erlangen, Germany

Tel. +49-9131-761-269

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 150 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 arbeitet eng mit dem Lehrstuhl für Elektronische Bauelemente an der Universität Erlangen-Nürnberg zusammen.



Dr. Dietrich Ernst, Vorsitzender des Förderkreises für die Mikroelektronik e.V., mit den Preisträgern Dr. Jochen Friedrich (links) und Dr. Bernhard Freudenberg (rechts) (Foto :IHK / Kurt Fuchs).



Kokille mit Siliziumausgangsmaterial vor der Kristallisation (Hintergrund), gezüchteter Siliziumblock nach der Kristallisation (Vordergrund) (Foto : Solarworld AG).