

Photovoltaik

Dünnere Solarzellen sparen bei gleicher Leistungsfähigkeit teures Material

Von Sascha Rentzing | 11. Oktober 2013 | [Ausgabe 41](#)

Über Siliziumersparnisse die Kosten für Solarstrom senken, ohne dabei an Effizienz zu verlieren, hatte bisher wenig Bedeutung. Doch in den Laboren setzt ein Umdenken ein. Auf dem Branchenkongress European Solar Energy Conference (EU PVSec) in Paris zeigten Wissenschaftler letzte Woche neue Konzepte für um ein Vielfaches dünnere Siliziumzellen.

Energieflunder: Schichttransfer-Solarzellen sollen trotz geringerer Dicke einen Wirkungsgrad bis zu 20 % erreichen. Durch das Ablösen von sehr dünnen Siliziumschichten könnten aus einem klassischen Wafer mehrere Solarzellen hergestellt werden. Foto: isfh

Monokristalline Siliziumwafer, die zu Solarzellen verarbeitet werden, sind derzeit durchschnittlich 180 µm dick und machen mit 0,15 €/W bis 0,20 €/W etwa ein Drittel der Kosten eines fertigen Solarmoduls aus.

Um die Kosten zu senken, verlegte sich die Photovoltaikindustrie bisher vor allem auf die Verbesserung des Wirkungsgrades der Zellen. Doch mit zunehmender Technologiereife werden Effizienzgewinne immer schwieriger. Wissenschaftler suchen daher nach Wegen, teures Halbleitermaterial einzusparen, ohne an Wirkungsgrad einzubüßen. Der maßgebliche Effizienzgewinn soll also aus dem Fertigungsprozess kommen, nicht mehr aus der Stromerzeugung.

Die neuesten Zellenkonzepte, die Anfang Oktober auf dem internationalen Photovoltaikkongress EU PVSec in Paris gezeigt wurden, vereinen die Vorzüge leistungsfähiger Siliziumzellen mit günstiger Dünnschichttechnik. Die dünnere Absorberschicht erlaubt Einsparungen bei Material- und Prozesskosten.

Das Institut für Solarenergieforschung Hameln (ISFH) hat ein neues Produktionsverfahren für sogenannte Dünnschicht-/Wafer-Silizium-Hybridmodule (HySi-Module) entwickelt, das den Halbleiterbedarf um mindestens 88 % reduziert.

"Wir erzeugen in 5 µm bis 20 µm Tiefe des Wafers Sollbruchstellen, indem wir elektrochemisch Makroporen in das Substrat ätzen", erklärt ISFH-Leiter Rolf Brendel den sogenannten MacPSI-Prozess (MacroPorous Silicon). Dabei werden elektrochemisch Vertiefungen in die Waferoberfläche geätzt, diese dann, so das ISFH "durch geeignete Prozessführung" in der Tiefe erweitert.

Es entsteht in der Tiefe dann eine Art Perforationsschicht. So lassen sich dann hauchdünne Schichten von einem herkömmlichen Wafer aus monokristallinem Silizium abtrennen, um sie später als Absorber in Dünnschichtmodulen zu nutzen.

Bei der Trennung des Absorbers entsteht auf der dem Mutterwafer zugewandten Seite eine raue Oberfläche mit pyramidenförmigen Erhebungen. Sie bildet die spätere Zellvorderseite. Denn die Pyramiden sind gut geeignet, Licht in die Zelle zu lenken und Reflexionsverluste zu vermindern.

Anschließend wird der abgetrennte Absorber auf einen Träger wie Glas geklebt. Die Zelle ist nun stabil genug für die noch ausstehenden Prozessschritte wie die Frontkontaktierung oder das Aufbringen einer Barrierschicht aus amorphem Silizium. Eine solche Schicht dient dazu, Ladungsträgerverluste an der Oberfläche des Absorbers zu verhindern.

Als Verbindungsmaterial von Absorber und Glas dient Aluminium. Die Aluminiumschicht zwischen den beiden Komponenten wird mit einem Laser oder mit Halogenlampen erhitzt, so dass die beiden Komponenten miteinander "verbacken". Außerdem übernimmt das Aluminium die Funktion des rückwärtigen Kontakts, der die erzeugten Ladungsträger aus der Zelle leitet.

Der MacPSI-Prozess mache Hocheffizienzzellen von mehr als 20 % Wirkungsgrad möglich, sagt Brendel. Somit wären diese gleichauf mit Zellen aus dickerem monokristallinen Silizium. Erste Laborzellen erreichten 13,1 % Effizienz.

Die US-Firma Solexel verfolgt einen anderen Ansatz zur Herstellung von Silizium-Dünnschichtzellen. Bei ihrem – ebenfalls am ISFH entwickelten – PSI-Prozess (Porous Silicon) entsteht der Absorber auf einem wiederverwendbaren monokristallinen Substratwafer mit einer porös strukturierten Beschichtung. Um die photoaktive Schicht herzustellen, wird Trichlorsilan aus der Gasphase 35 µm dick auf dem Substrat abgeschieden. Es ist unter Standardbedingungen flüssig wird es mit Wasserstoff thermisch zersetzt, wächst auf der Siliziumvorlage ein hochreiner Siliziumfilm.

Dabei orientieren sich die wachsenden Kristalle in ihrer Ausrichtung an der Kristallstruktur der einkristallinen Vorlage. Ein spezielles Werkzeug trennt den Absorber anschließend vom Substrat, so dass die Dünnschichtzelle fertig prozessiert und das mehr als 50-mal wiederverwendbare Substrat einem neuen Prozess zugeführt werden kann.

"In unserer Pilotproduktion fertigen wir bereits Zellen mit über 20 % Wirkungsgrad. Da wir auf die teuren Prozessschritte der klassischen Silizium-Wertschöpfungskette wie Kristallisationsschritte und Sägeprozesse verzichten, senken wir erheblich die Produktionskosten", erklärt Solexel-Technikchef Mehrdad Moslehi.

Solexel will 2014 in einer neuen Großproduktion Module für rund 0,30 €/W herstellen. Die durchschnittlichen Produktionskosten für monokristalline Solarmodule liegen mit 0,50 €/W bis 0,60 €/W derzeit fast beim Doppelten.

Doch es wird wohl nicht leicht werden, die nur 35 µm dicken Zellen in die Serienfertigung zu überführen. Die schlanken Stromgeneratoren können leicht brechen. Daher müssen die Barrierschichten und Kontakte schonend mit speziellen Verfahren aufgebracht werden.

Das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE) in Freiburg und das französische Start-up S'Tile stellten in Paris eine ähnliche Methode vor, um Silizium zu sparen. Sie nutzten ein Substrat aus günstigem Siliziumpulver und beschichteten es mit einer photoaktiven Siliziumschicht.

Hier ist das Substrat Bestandteil der Zelle. Es hat die Aufgabe, im Absorber erzeugte Ladungsträger zu den rückseitigen Kontakten zu leiten. Im Labor erreichen die Zellen 14 % Wirkungsgrad, erklärt Andreas Bett, stellvertretender Leiter des ISE.

S'Tile ist für die Herstellung des Substrats zuständig. Einfaches Rohsilizium wird leicht gereinigt, pulverisiert und dann unter Hochdruck zu einer etwa 200 µm dicken Schicht verpresst. Die ISE-

Wissenschaftler stellen den Absorber her, indem sie Trichlorsilan 20 µm dick auf dem Substrat abscheiden.

Andreas Bett sagt, dass die Technik Wirkungsgrade wie eine herkömmliche monokristalline Zelle erreichen kann, sich aber rund 40 % günstiger fertigen lässt. Bei konsequenter Weiterentwicklung sei die industrielle Fertigung bereits in zwei bis drei Jahren möglich. SASCHA RENTZING

Quelle: <https://www.vdi-nachrichten.com/Technik-Wirtschaft/Duennere-Solarzellen-sparen-gleicher-Leistungsfahigkeit-teures-Material>