

Hauchdünne Wafer senken den Materialbedarf für Silizium-Solarzellen

Sascha Rentzing · Siliziumwafer, die zu Solarzellen verarbeitet werden, sind derzeit rund 180 Mikrometer dick und machen mit 15 bis 20 Eurocent pro Watt erbrachter Leistung etwa ein Drittel der Kosten eines fertigen Solarmoduls aus. Forscher suchen deshalb nach Wegen, teures Silizium zu sparen, ohne dabei Einbussen beim Wirkungsgrad hinnehmen zu müssen. An einer Photovoltaik-

Konferenz in Paris hat das Institut für Solarenergieforschung Hameln (ISFH) vergangene Woche ein neues Produktionsverfahren für Hybridmodule vorgestellt, das den Materialbedarf mindestens um das Sechsfache senkt.

Die Neuerung vereint die Vorzüge leistungsfähiger Siliziumzellen mit günstiger Dünnschichttechnik. Mithilfe von sogenanntem Ätzstrom werden von einem herkömmlichen Wafer aus mono-

kristallinem Silizium hauchdünne Schichten abgetrennt, um sie später als Lichtabsorber in Dünnschichtmodulen zu nutzen. Die Wissenschaftler erzeugen in 5 bis 20 Mikrometern Tiefe des Wafers Sollbruchstellen, indem sie Makroporen in das Substrat ätzen. Bei der Trennung des Absorbers entsteht eine raue Oberfläche mit pyramidenförmigen Erhebungen. Sie bildet die spätere Vorderseite

der Zelle, da die Pyramiden gut geeignet sind, Licht in die Zelle zu lenken und Reflexionsverluste zu vermindern.

Anschliessend wird der abgetrennte Lichtabsorber auf einen günstigen Träger wie Glas geklebt. Die Zelle ist nun stabil genug für die noch ausstehenden Prozessschritte, etwa die Kontaktierung der Frontseite oder das Aufbringen einer Barrierschicht aus amorphem Silizium. Diese Schicht dient dazu, Ladungsträgerverluste an der Oberfläche des Absorbers zu verhindern.

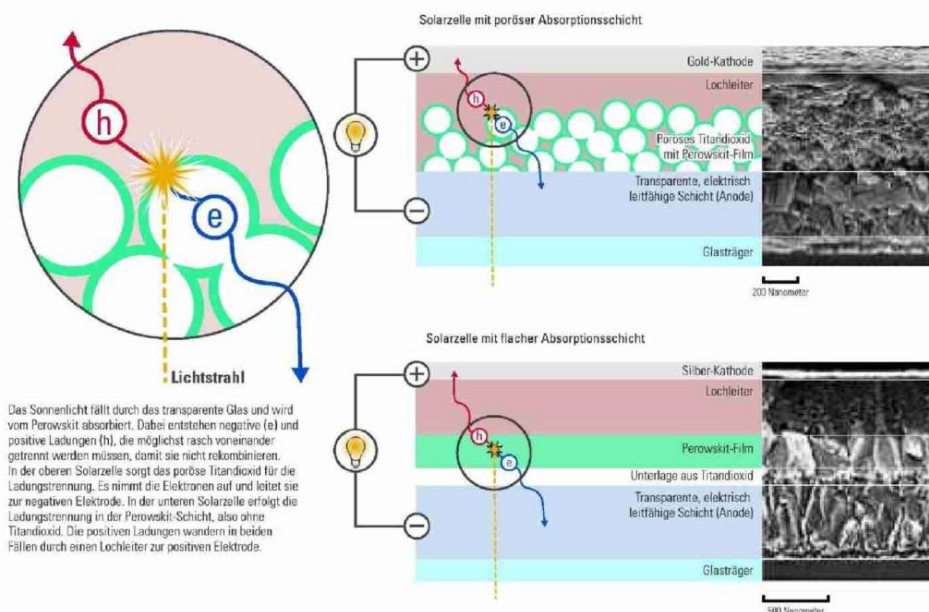
Als Verbindungsmaterial von Lichtabsorber und Glas dient Aluminium. Die Aluminiumschicht zwischen den beiden Komponenten wird mit einem Laser oder mit Halogenlampen erhitzt, so dass die beiden Komponenten miteinander «verbacken». Ausserdem übernimmt das Aluminium die Funktion des rückwärtigen Kontakts, der die generierten Ladungsträger aus der Zelle leitet. Rolf Brendel, der Leiter des ISFH, hält es für möglich, auf diese Weise hocheffiziente Zellen mit einem Wirkungsgrad von mehr als 20 Prozent herzustellen. Erste Laborzellen erreichen 13,1 Prozent Effizienz.

Eine andere innovative Methode, um Silizium zu sparen, verfolgen Forscher des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme (ISE) in Freiburg. Statt einem dicken Siliziumwafer verwenden sie ein Substrat aus günstigem Siliziumpulver und eine relativ dünne photoaktive Siliziumschicht. Im Labor erreichten die Zellen 14 Prozent Wirkungsgrad, erklärt Andreas Bett, stellvertretender Leiter des Instituts.

Für die Herstellung des Substrats wird Rohsilizium zunächst leicht gereinigt, dann pulverisiert und schliesslich unter Hochdruck zu einer etwa 200

Mikrometer dicken Schicht gepresst. Um den Absorber herzustellen, wird Trichlorsilan aus der Gasphase 20 Mikrometer dick auf dem Substrat abgeschieden. Trichlorsilan entsteht durch Reaktion von Chlorwasserstoff mit Silizium bei hohen Temperaturen und liegt unter Standardbedingungen als flüssige Verbindung vor. Wird es mit Wasserstoff thermisch zersetzt, wächst auf der Zelle ein hochreiner Siliziumfilm. Bett sagt, dass die Technik ähnliche Wirkungsgrade wie eine herkömmliche monokristalline Zelle erreichen könne, sich aber rund 40 Prozent günstiger fertigen lasse. Bei konsequenter Weiterentwicklung sei die industrielle Fertigung bereits in zwei bis drei Jahren möglich.

Zwei Typen von Perowskit-Solarzellen im Vergleich



Das Sonnenlicht fällt durch das transparente Glas und wird vom Perowskit absorbiert. Dabei entstehen negative (e) und positive Ladungen (h), die möglichst rasch voneinander getrennt werden müssen, damit sie nicht rekombinieren. In der oberen Solarzelle sorgt das poröse Titandioxid für die Ladungstrennung. Es nimmt die Elektronen auf und leitet sie zur negativen Elektrode. In der unteren Solarzelle erfolgt die Ladungstrennung in der Perowskit-Schicht, also ohne Titandioxid. Die positiven Ladungen wandern in beiden Fällen durch einen Lochleiter zur positiven Elektrode.

QUELLE: GRÄTZEL, SNAITH

NZZ-INFOGRAFIK/leu