

Medienmitteilung

Dübendorf, St. Gallen, Thun, 13. August 2013

Empa-Team steigert Wirkungsgrad von CdTe-Solarzellen

Die positiven Seiten des Dopings

Flexible Dünnschichtsolarzellen, die sich von «Rolle zu Rolle» produzieren lassen, sind ein vielversprechender Weg zu günstigem Solarstrom. Wissenschaftler der Empa erzielten nun einen Durchbruch auf dem Weg zur Industrialisierung von Cadmiumtellurid-Solarzellen (CdTe) auf Metallfolie: Dem Team gelang es, den Wirkungsgrad von unter acht auf 11,5 Prozent zu steigern, indem sie die Zellen mit Kupfer dotierten, wie sie in der aktuellen Ausgabe von «Nature Communications» berichten.

Um Solarstrom zu weitherum erschwinglichen Preisen zur Verfügung stellen zu können, arbeiten Ingenieure und Wissenschaftler weltweit an der Entwicklung kostengünstiger Herstellungsverfahren. Flexible Dünnschichtsolarzellen haben ein enormes Potenzial, da sie deutlich weniger Material benötigen und durch Rolle-zu-Rolle-Herstellungsverfahren in grossen Mengen produziert werden können. Eine dieser Technologien beruht auf Cadmiumtellurid (CdTe), das Sonnenlicht in Elektrizität umwandelt. Mit dem aktuell zweitgrössten Marktanteil (hinter Silizium-basierten Solarmodulen) sind CdTe-Solarzellen in der Herstellung bereits heute am günstigsten. Die starren CdTe-Zellen auf Glas, auch «Superstrat»-Solarzellen genannt, haben jedoch einen Nachteil: Sie benötigen ein transparentes Trägermaterial, das Sonnenlicht zur Licht absorbierenden CdTe-Schicht durchlässt – und schränken somit die Auswahl der Trägermaterialien massiv ein.

Liesse sich der mehrschichtige Aufbau der CdTe-Solarzellen umkehren, könnte man auch flexible Folien, etwa aus Metall, als Trägermaterial nutzen – und dadurch die Herstellungskosten noch weiter senken. In dieser so genannten Substrat-Konfiguration dringt das Licht von der «anderen» Seite in die Zelle ein, ohne dabei das Trägermaterial durchdringen zu müssen. Das Problem ist jedoch, dass in der Substrat-Konfiguration aufgebaute CdTe-Solarzellen auf Metallfolie bislang nur äusserst bescheidene Wirkungsgrade, weit unter acht Prozent, aufweisen. Zum Vergleich: Eine im Labormassstab hergestellte starre Superstrat-CdTe-Solarzelle auf Glas erreichte vor kurzem eine Rekorderffizienz von 19,6 Prozent. (Handelsübliche CdTe-Module in der Superstrat-Konfiguration erreichen Wirkungsgrade zwischen 11 und 12 Prozent.)

Kupfer-«Doping» von Solarzellen

Eine Möglichkeit zur Steigerung des niedrigen Wirkungsgrades von CdTe-Solarzellen in der Substrat-Konfiguration ist die p-Dotierung (engl. doping) der Halbleiterschicht mit Metallen wie Kupfer (Cu). Dies

würde sowohl die Dichte der «Löcher» (positive Ladungsträger) als auch deren Lebensdauer erhöhen und somit zu einer Zunahme der photovoltaischen Leistung, der Menge des in elektrische Energie umgewandelten Lichts, führen. Eigentlich die perfekte Lösung, wenn CdTe nicht so schwer zu dotieren wäre. «Es wurde bisher immer wieder vergeblich versucht, CdTe-Solarzellen in der Substrat-Konfigurationen zu dotieren», erklärt Ayodhya Nath Tiwari, Leiter des Labors für Dünnschichten und Photovoltaik an der Empa. Sein Team beschloss trotzdem, es nochmals zu versuchen, indem die Forscher Kupfer durch Hochvakuumbedampfung auf die CdTe-Schicht auftrugen. Anschliessend erhitzen sie die Proben, damit die Cu-Atome in das CdTe eindringen konnten. Die Wissenschaftler erkannten bald, dass sie die Kupfermenge genau kontrollieren mussten: Verwendeten sie zu wenig Kupfer, liess sich die Effizienz nicht steigern; wenn sie die Zellen «überdotierten», ebenso.

Die elektronischen Eigenschaften verbesserten sich jedoch massiv, als Lukas Kranz, ein Doktorand in Tiwaris Labor, gemeinsam mit Christina Gretener und Julian Perrenoud, die Menge der Cu-Aufdampfung genau so einstellte, dass sich eine monoatomare Schicht auf dem CdTe ergab. «Die Wirkungsgrade stiegen dramatisch von knapp unter einem Prozent auf über 12 Prozent an,» so Kranz. Der Höchstwert lag bei 13,6 Prozent für eine CdTe-Solarzelle auf Glas; auf Metallfolien erreichte das Empa-Team Wirkungsgrade von bis zu 11,5 Prozent.

Die 20-Prozent-Grenze als Fernziel

Zurzeit sind die höchsten Wirkungsgrade von flexiblen CdTe-Solarzellen auf Metallfolie noch immer tiefer als diejenigen flexibler Superstrat-Zellen auf speziellen (und daher teuren) transparenten Polyimidfolien, die Tiwaris Team 2011 entwickelte. Aber, so Co-Autor Stephan Bücheler, Gruppenleiter in Tiwaris Labor: «Unsere Ergebnisse deuten darauf hin, dass sich mit der Substrat-Technologie der Wirkungsgrad in Zukunft noch deutlich weiter steigern lässt.» Ein erstes Ziel wären 15 Prozent. «Ich bin allerdings davon überzeugt, dass das Material das Potenzial für Wirkungsgrade von über 20 Prozent hat.» Als nächstes werde man sich darauf konzentrieren, die so genannte Fensterschicht über dem CdTe, einschliesslich des elektrischen Frontkontakts, dünner zu gestalten. Dadurch würde diese weniger Licht absorbieren und mehr Sonnenlicht in die CdTe-Schicht durchlassen. «Die optischen Verluste reduzieren», wie Tiwari es nennt.

Die Studie wurde vom Schweizer Nationalfonds (SNF) und dem Kompetenzzentrum Energie und Mobilität des ETH-Bereichs (CEM-Dursol) unterstützt.

Literaturhinweis

Kranz L, Gretener C, Perrenoud J, Schmitt R, Pianezzi F, La Mattina F, Blösch P, Cheah E, Chirilă A, Fella CM,

Hagendorfer H, Jäger T, Nishiwaki S, Uhl AR, Buecheler S, Tiwari AN; Doping of polycrystalline CdTe for high efficiency solar cells on flexible metal foil; Nature Communications, DOI 10.1038/ncomms3306

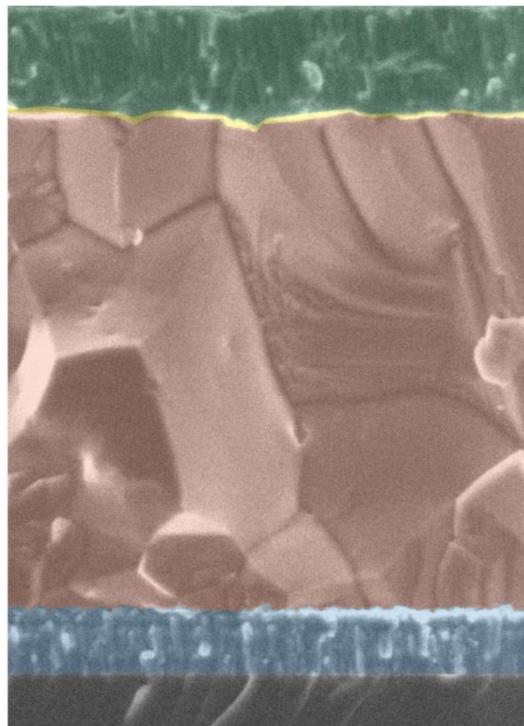
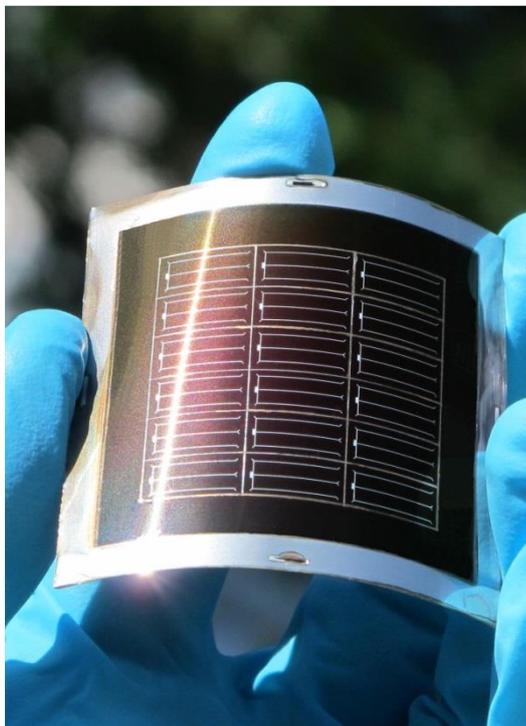
Weitere Informationen

Lukas Kranz, Dünnschichten und Photovoltaik, Tel. +41 58 765 61 02, Lukas.Kranz@empa.ch

Prof. Dr. Ayodhya N. Tiwari, Dünnschichten und Photovoltaik, Tel. +41 58 765 41 30, Ayodhya.Tiwari@empa.ch

Redaktion / Medienkontakt

Dr. Michael Hagmann, Kommunikation, Tel. +41 58 765 45 92, redaktion@empa.ch



CdTe-Solarzellen auf einer flexiblen Metallfolie (links) und Elektronenmikroskop-Aufnahme (EM) des Zellaufbaus in der Substrat-Konfiguration (rechts) mit dem elektrischen Frontkontakt (oberste Schicht), der zentralen CdTe-Schicht und dem rückseitigen Kontakt aus Metall (unterste Schicht), deponiert auf einem Glasträger. (Glas ermöglicht schärfere EM-Aufnahmen und wurde deshalb als Trägermaterial benutzt.)

Bilder können von www.empa.ch/bilder/2013-08-13_CdTe_NatComm heruntergeladen werden.