

Bifaciale Dünnschicht-Solarzellen aus multikristallinem Silizium

Jonathan Plentz*, Guobin Jia, Annett Gawlik, Gudrun Andrä

Leibniz-Institut für Photonische Technologien (IPHT), Jena

* E-Mail: jonathan.plentz@leibniz-ipht.de

Abstract

In diesem Beitrag werden Dünnschicht-Solarzellen aus multikristallinem Silizium vorgestellt. Im Vergleich zu einem monofacialen Solarzellenaufbau kann in der bifacialen Anordnung die Energieausbeute gesteigert werden.

1. Einleitung

Derzeit haben Dünnschicht-Solarzellen fast ausschließlich einen monofacialen Solarzellenaufbau. Die Erträge dieser Solarzellentypen können durch eine bifaciale Beleuchtung erhöht werden. Dafür ist es notwendig, die Transmissionsverluste, die besonders bei Dünnschichten auftreten, so gering wie möglich zu halten.

Im Bereich der Wafer-Solarzellen, die zum Teil schon als bifaciale Module kommerzialisiert sind, gibt es starke Bestrebungen immer dünnere Wafer zu verwenden, um Material und Kosten zu reduzieren. Die bifacialen Dünnschicht-Solarzellen auf Basis von multikristallinem Silizium zeigen hier die Effekte auf, die auch in Zukunft für die Wafertechnologie wichtiger werden, wenn die bifacialen Wafer-Solarzellen zunehmend dünner werden.

2. Experimentelles

Dünnschicht-Solarzellen aus multikristallinem Silizium werden mittels Laserkristallisation hergestellt und werden seit Jahren am Leibniz-IPHT erforscht [1-8]. Der schematische Aufbau ist in Abbildung 1 dargestellt. Dazu wird auf einem Glas mit Barriere-Schicht zunächst 5-10 μm amorphes Silizium abgeschieden und nachträglich mit dem Laser zu multikristallinem Silizium kristallisiert. Um daraus Solarzellen zu prozessieren, werden entsprechende Emitter und Kontakte präpariert.

In der monofacialen Variante (Abbildung 1 links) wird ein Metall als Rückkontakt und Reflektor ganzflächig aufgebracht. Für den bifacialen Aufbau (Abbildung 1 rechts) wird ein transparenter Rückkontakt ggf. mit einem Metallgrid verwendet.



Abb. 1: Monofaciale (links) und bifaciale (rechts) Dünnschicht-Solarzellen aus laserkristallisiertem multikristallinem Silizium

3. Ergebnisse und Diskussion

Für den Ausgangspunkt der Untersuchungen wurden monofaciale Dünnschicht-Solarzellen aus multikristallinem Silizium verwendet. Die hier verwendeten Solarzellen zeigen bei AM1.5G-Beleuchtung einen Wirkungsgrad von 10%.

Um einen bifacialen Aufbau zu realisieren, wird der Reflektor durch einen transparenten Rückkontakt ersetzt, wie Abbildung 1 zeigt. Dadurch erhöhen sich die Transmissionsverluste und der Wirkungsgrad sinkt bei einseitiger AM1.5G-Beleuchtung auf 8,2% ab.

Wird die bifaciale Solarzelle zusätzlich von der Rückseite mit 24% von AM1.5G beleuchtet, was 24 mW/cm² entspricht, dann werden die Transmissionsverluste aufgewogen. Es wird ein „bifacialer“ Wirkungsgrad von 10% erreicht. Dies entspricht dem monofacialen Wirkungsgrad.

Wird die Beleuchtung von der Rückseite auf realistische 60% von AM1.5G erhöht, was 60 mW/cm² entspricht, dann werden 12,4% erreicht.

Unter optimalen Bedingungen kann die Rückseite mit 90% von AM1.5G beleuchtet werden, was 90 mW/cm² entspricht, wodurch der „bifaciale“ Wirkungsgrad auf 14,5% ansteigt.

Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 zusammengefasst und ausführlich in [1] diskutiert.

Tab. 1: „Bifacialer“ Wirkungsgrad bei verschiedenem Solarzellenaufbau und Beleuchtung

Solarzellenaufbau	Beleuchtung	Wirkungsgrad
Monofaciale Solarzelle (mit Reflektor)	Vorderseite AM1.5G	10,0%
Bifaciale Solarzelle (ohne Reflektor)	Vorderseite AM1.5G	8,2%
	Vorderseite AM1.5G Rückseite 24% AM1.5G	10,0%
	Vorderseite AM1.5G Rückseite 60% AM1.5G	12,4%
	Vorderseite AM1.5G Rückseite 90% AM1.5G	14,5%

4. Zusammenfassung

In diesem Beitrag wurden Dünnschicht-Solarzellen aus multikristallinem Silizium vorgestellt. Im Vergleich zu einem monofacialen Solarzellenaufbau kann in der bifacialen Anordnung die Energieausbeute je nach Rückseitenbeleuchtung von 10% auf 14,5% gesteigert werden.

5. Danksagung

Die vom Freistaat Thüringen geförderte Forschergruppe „Bi-PV“ (FKZ: 2015 FGR 0078) wurde durch Mittel der Europäischen Union im Rahmen des Europäischen Sozialfonds (ESF) kofinanziert.

6. Literaturverzeichnis

- [1] G. Jia, A. Gawlik, J. Plentz, G. Andrä, *Bifacial multicrystalline silicon thin film solar cells*, Solar Energy Materials and Solar Cells 167 (2017) 102-108
- [2] J. Plentz, T. Schmidt, A. Gawlik, J. Bergmann, G. Andrä, D. Hauschild, V. Lissotschenko, *Applicability of an economic diode laser emitting at 980 nm for preparation of polycrystalline silicon thin film solar cells on glass*, Physica Status Solidi A 214 (2017) 1600882
- [3] M. Vetter, G. Jia, A. Sanei, A. Gawlik, J. Plentz, G. Andrä, *Evaluation of light trapping structures for liquid-phase crystallized silicon on glass (LPCSG)*, Physica Status Solidi A 214 (2017) 1600859
- [4] M. Junghanns, J. Plentz, G. Andrä, A. Gawlik, I. Höger, F. Falk, *PEDOT:PSS emitters on multicrystalline silicon thin-film absorbers for hybrid solar cells*, Applied Physics Letters 106 (2015) 083904
- [5] A. Gawlik, I. Höger, J. Bergmann, J. Plentz, T. Schmidt, F. Falk, G. Andrä, *Optimized emitter contacting on multicrystalline silicon thin film solar cells*, Physica Status Solidi RRL 9 (2015) 397-400
- [6] A. Gawlik, J. Plentz, I. Höger, G. Andrä, T. Schmidt, U. Brückner, F. Falk, *Multicrystalline silicon thin film solar cells on glass with epitaxially grown emitter prepared by a two-step laser crystallization process*, Physica Status Solidi A 212 (2015) 162-165
- [7] J. Plentz, G. Andrä, A. Gawlik, I. Höger, G. Jia, F. Falk, *Polycrystalline silicon thin-film solar cells prepared by layered laser crystallization with 540 mV open circuit voltage*, Thin Solid Films 562 (2014) 430-434
- [8] G. Jia, G. Andrä, A. Gawlik, S. Schönherr, J. Plentz, B. Eisenhawer, T. Pliewischkies, A. Dellith, F. Falk, *Nanotechnology enhanced solar cells prepared on laser-crystallized polycrystalline thin films (<10 μm)*, Solar Energy Materials and Solar Cells 126 (2014) 62-67