

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
7. September 2012 (07.09.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/116796 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01L 31/042 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/000798

(22) Internationales Anmeldedatum:
23. Februar 2012 (23.02.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2011 012 582.5
28. Februar 2011 (28.02.2011) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.** [DE/DE]; Hansastrasse 27c, 80686 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **WIRTH, Harry** [DE/DE]; Zum Engelberg 10, 79249 Merzhausen (DE).

(74) Anwalt: **Pfenning, Meinig & Partner GbR**; Theresienhöhe 13, 80339 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)



WO 2012/116796 A2

(54) Title: PHOTOVOLTAIC MODULE AND METHOD FOR PRODUCING SAME

(54) Bezeichnung : PHOTOVOLTAISCHES MODUL UND VERFAHREN ZU DESSEN HERSTELLUNG

(57) Abstract: The invention relates to a photovoltaic module consisting of at least one solar cell and a support structure, wherein the solar cell is spaced apart from the support structure by an air gap, and wherein bonds between the solar cell and the support structure only exist rarely at individual points. As a result photovoltaic modules are provided in which the amount of contact material for the bond can be significantly reduced.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein photovoltaisches Modul aus mindestens einer Solarzelle und einer Trägerstruktur, wobei die Solarzelle von der Trägerstruktur durch einen Luftspalt beabstandet ist und wobei an einzelnen Punkten stoffschlüssige Verbindungen zwischen Solarzelle und Trägerstruktur nur vereinzelt existieren. Hierdurch werden photovoltaische Module bereitgestellt, bei denen die Menge an Kontaktmaterial für die stoffschlüssige Verbindung deutlich reduziert werden kann.

Photovoltaisches Modul und Verfahren zu dessen
Herstellung

5 Die Erfindung betrifft ein photovoltaisches Modul aus
mindestens einer Solarzelle und einer Trägerstruktur,
wobei die Solarzelle von der Trägerstruktur durch ei-
nen Luftspalt beabstandet ist und wobei an einzelnen
Punkten stoffschlüssige Verbindungen zwischen Solar-
zelle und Trägerstruktur nur vereinzelt existieren.
10 Hierdurch werden photovoltaische Module bereitge-
stellt, bei denen die Menge an Kontaktmaterial für
die stoffschlüssige Verbindung deutlich reduziert
werden kann.

15 Für den Aufbau von Solarmodulen müssen Solarzellen
auf einer Trägerstruktur fixiert werden. Diese Trä-
gerstruktur führt zu einer Stabilisierung der einzel-
nen Zellen sowie die gegenseitige Lage der Zellen und
schützt die Zellen vor kritischen mechanischen Belas-
20 tungen und ggf. auch vor Diffusion von korrosiven

Stoffen wie Wasser oder Sauerstoff. Ebenso ermöglicht die Trägerstruktur ggf. eine elektrische Isolation.

5 In der Regel werden als Trägerstrukturen frontseitige Glasscheiben eingesetzt. Ebenso ist es aber auch möglich, dass eine rückseitige Trägerstruktur eingesetzt wird, wie z.B. ein Blech, das Wärme von der Solarzelle an ein rückseitiges Medium durchleiten kann, zur solarthermischen Nutzung.

10 Da Solarzellen im Betrieb erhebliche Mengen an Wärme abführen müssen, ist ein guter Wärmeübergang zwischen den Solarzellen und der Trägerstruktur vorteilhaft. Die elektrische Leistung der Solarzellen hat einen negativen Temperaturkoeffizienten, zudem belasten hohe Temperaturen die eingesetzten Materialien des photovoltaischen Moduls. Besonders hohe Anforderungen hinsichtlich der Temperaturen bzw. der Wärmeabgabe existieren bei kombinierten solarthermischen Anwendungen sowie bei Konzentratoranwendungen.

25 Das Problem von linearen Wärmeausdehnungsdifferenzen zwischen der Solarzelle, die auf Basis von Silizium oder Kupfer konzipiert sein kann, und der Trägerstruktur, die aus Glas, Aluminium oder Kupfer gefertigt sein kann, muss gelöst werden, da ansonsten thermo-mechanische Spannungen zu einem Materialversagen führen können. Je näher dabei die Solarzellen an der Trägerstruktur liegen, was einen verbesserten Wärmeübergang ermöglicht, desto schwieriger fällt in diesem System der Ausgleich der Wärmeausdehnungsdifferenzen.

35 Im Stand der Technik werden Solarzellen in der Regel auf eine Glasscheibe auflaminiert, wobei ein Einkapselungsmaterial mit einer typischen Schichtdicke um

500 μm verwendet wird. Auf der Rückseite wird mit Hilfe des gleichen Einkapselungsmaterials eine Rückseitenfolie aufgebracht. Derartige System sind aus der WO 00/46860 und der EP 1 030 376 bekannt. Eine Reduzierung der Schichtdicke des Einkapselungsmaterials ist bei derartigen Systemen aufgrund der thermo-mechanischen Spannungen nicht möglich. Ein wesentlicher Nachteil derartiger Systeme ist somit der hohe Materialverbrauch an Einkapselungsmaterial pro Fläche. Bei Anwendung von Solarzellen auf thermischen Kollektoren muss die Schichtdicke wegen der deutlich höheren maximalen Temperatur von mindestens 150 °C sogar noch vergrößert werden. Im Stand der Technik wird als gängiges Einkapselungsmaterial Ethylen-Vinylacetat verwendet, das eine Wärmeleitfähigkeit von etwa 0,2 bis 0,3 W/(nK) aufweist. Hieraus folgt ein Wärmedurchgangskoeffizient um 500 W/(m²K) zwischen den Solarzellen und der Trägerstruktur. Für einen Wärmestrom von 750 W/m² ist somit eine Temperaturdifferenz von 1,5 °C notwendig. Bei doppelter Schichtdicke erhöht sich diese auf 3 °C.

Ausgehend hiervon war es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein photovoltaisches Modul bereitzustellen, bei dem die Menge an zu verwendendem Einkapselungsmaterial drastisch reduziert werden kann, wobei gleichzeitig ein verbesserter Schutz vor thermo-mechanischen Spannungen und ein verbesserter Wärmeübergang gewährleistet ist.

Diese Aufgabe wird durch das photovoltaische Modul mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und das Verfahren zu dessen Herstellung mit den Merkmalen des Anspruchs 12 gelöst. Die weiteren abhängigen Ansprüche zeigen vorteilhafte Weiterbildungen auf.

Erfindungsgemäß wird ein photovoltaisches (PV) Modul aus mindestens einer Solarzelle und einer Trägerstruktur bereitgestellt, wobei die Solarzelle von der Trägerstruktur durch einen Luftspalt beabstandet ist oder die Solarzelle bereichsweise auf der Trägerstruktur aufliegt und die mindestens eine Trägerstruktur mindestens eine lokal begrenzte Vertiefung aufweist. In dieser Vertiefung ist eine elastische, stoffschlüssige Verbindung aus einem Kontaktmaterial zwischen Solarzelle und Trägerstruktur angeordnet.

Die erfindungsgemäße Lösung sieht somit vor, dass die Solarzelle punktuell mit der Trägerstruktur verbunden wird, so dass außerhalb dieser stoffschlüssigen Verbindungen ein minimaler Luftspalt zwischen den Solarzellen und der Trägerstruktur realisiert werden kann.

Der grundlegende Gedanke beruht darauf, an den punktuellen Verbindungsstellen durch lokale Vertiefungen in der Trägerstruktur eine erhöhte Fugenbreite zu erzielen. Die erhöhte Fugenbreite ermöglicht den Ausgleich von thermo-mechanischen Verschiebungen durch Verformung des Kontaktmaterials der stoffschlüssigen Verbindung innerhalb der Vertiefung.

Vorzugsweise basiert die stoffschlüssige Verbindung zwischen den Solarzellen und der Trägerstruktur auf physikalischen und/oder chemischen Wechselwirkungen. Hierzu zählen insbesondere Klebeverbindungen. Die stoffschlüssige Verbindung besteht dabei aus einem Kontaktmaterial, das vorzugsweise aus einem temperaturbeständigen elastomeren Kunststoff besteht. Hierzu zählen bevorzugt Kautschuk-Materialien auf Basis von Silikon, Polyester, Polyurethan, Acrylat, Butyl, Acetat, Fluor.

Aufgrund der erfindungsgemäßen Lösung kann der Abstand zwischen der Trägerstruktur und den Solarzellen auf weniger als 50 μm , insbesondere auf 0,1 μm bis 10 μm reduziert werden.

5

Die Trägerstruktur weist dabei lokale Vertiefungen auf, die hinsichtlich ihrer Geometrie beliebig gewählt werden können. Die lokalen Vertiefungen weisen vorzugsweise eine Tiefe von 50 bis 500 μm auf.

10

Vorzugsweise sind die lokalen Vertiefungen gebohrt und/oder geprägt. Hierbei ist es auch möglich, dass eine Platte mit durchgängigen Bohrungen auf der Solarzelle und/oder der Trägerstruktur angeordnet wird.

15

Es ist bevorzugt, dass die Trägerstruktur aus Glas, einem Kunststoff oder aus einem Metall besteht. Unter diesen Materialien sind rückseitig besonders Aluminium-, Kupfer- oder Stahlbleche bevorzugt. Vorderseitig sind Glas oder transparente Kunststoffe wie Acrylat, Polycarbonat u.a. bevorzugt.

20

Es ist weiter bevorzugt, dass die Trägerstruktur und/oder die Solarzelle mit einer Schicht zur elektrischen Isolation, insbesondere aus einem Metalloxid oder einem organischen Material, z.B. einem Lack, belegt ist.

25

Eine erfindungsgemäße Variante sieht vor, dass die Trägerstruktur rückseitig von der Solarzelle angeordnet ist. Unter rückseitig ist im Rahmen der vorliegenden Erfindung die von der Solareinstrahlung abgewandte Seite der Solarzelle zu verstehen. In diesem Fall kann die Trägerstruktur eine solarthermische Absorberplatte darstellen, die bevorzugt aus einem metallischen Material besteht.

30

35

Eine weitere erfindungsgemäße Variante sieht vor, dass die Trägerstruktur frontseitig von der Solarzelle angeordnet ist. Unter frontseitig ist im Rahmen der vorliegenden Erfindung die der Solarstrahlung zugewandte Seite der Solarzelle zu verstehen. Bei dieser Variante besteht die Trägerstruktur vorzugsweise aus Glas oder einem Kunststoff, wobei diese im Wellenlängenbereich von 300 bis 1200 nm im Wesentlichen transparent sind.

Erfindungsgemäß wird es so ermöglicht, dass die flächige Ausdehnung der Bereiche der stoffschlüssigen Verbindung auf der Solarzelle einen Flächenanteil von 0,003 % bis 30 %, insbesondere ≤ 10 %, besonders bevorzugt $\leq 2\%$ ausmacht.

Durch den deutlich reduzierten Bedarf an Kontaktmaterial für die stoffschlüssige Verbindung, die sich auf 90 bis 99 % belaufen kann, werden erhebliche Kosten bei der Herstellung derartiger PV-Module eingespart. Ebenso wird es ermöglicht, dass besondere temperaturbeständige Kontaktmaterialien eingesetzt werden, um beispielsweise Solarzellen auf einer solarthermischen Absorberplatte zu fixieren, die im Stillstandbetrieb maximale Temperaturen von mindestens 150 °C erreichen kann. Gleichzeitig wird die Wärmeabgabe der Solarzelle an die Trägerstruktur verbessert, so dass der elektrische Ertrag und, in Kombination mit einer solarthermischen Absorberplatte, auch der Wärmeertrag steigt.

Erfindungsgemäß wird ebenso ein Verfahren zur Herstellung eines PV-Moduls, wie es zuvor beschrieben wurde, bereitgestellt, bei dem die stoffschlüssige Verbindung durch Aufbringen eines Kontaktmittels in

flüssiger oder pastöser Form auf der mindestens einen Solarzelle und/oder der Trägerstruktur und anschließende thermische oder photochemische Aushärtung erfolgt.

5

Vorzugsweise wird das Kontaktmittel dabei gedruckt, gesprüht und/oder dosiert. Anhand der nachfolgenden Figuren soll der erfindungsgemäße Gegenstand näher erläutert werden, ohne diesen auf die hier gezeigten spezifischen Ausführungsformen einschränken zu wollen.

10

Figur 1 zeigt ein PV-Modul gemäß Stand der Technik.

15

Figur 2 zeigt ein erfindungsgemäßes PV-Modul im Grundzustand, d.h. ohne thermo-mechanische Verschiebung.

20

Figur 3 zeigt ein erfindungsgemäßes PV-Modul bei Vorliegen thermo-mechanischer Verschiebung.

25

Figur 4 zeigt eine weitere Variante des erfindungsgemäßen PV-Moduls.

In Fig. 1 ist ein aus dem Stand der Technik bekanntes PV-Modul dargestellt. Hierbei werden die Solarzellen 1 mittels eines Kontaktmittels 2 auf der Trägerstruktur, hier in Form einer Trägerplatte 3, fixiert. Die Trägerplatte stabilisiert dabei die einzelnen Solarzellen und ihre gegenseitige Lage und schützt die Solarzellen vor kritischen mechanischen Belastungen oder auch vor Diffusion von korrosiven Stoffen wie Wasser oder Sauerstoff. Ebenso kann durch die Trägerplatte eine elektrische Isolation erreicht werden.

30

35

In Fig. 2 ist ein erfindungsgemäßes PV-Modul dargestellt, bei dem Solarzellen 1 punktuell mit einer Trägerstruktur 3 verbunden sind. Dabei weist die Trägerstruktur 3 Vertiefungen 5 auf, in denen über ein Kontaktmittel 4 eine stoffschlüssige Verbindung zu den Solarzellen hergestellt wird. Figur 2 zeigt dabei den Ausgangszustand des PV-Moduls ohne thermo-mechanische Verschiebung.

In Fig. 3 wird das gleiche erfindungsgemäße photovoltaische Modul bei erhöhter Temperatur gezeigt. Hierbei ist der thermische Ausdehnungskoeffizient der Trägerstruktur 3 größer als der thermische Ausdehnungskoeffizient der Solarzelle 1. Durch die Verformung des Kontaktmittels der stoffschlüssigen Verbindung können die thermo-mechanischen Verschiebungen ausgeglichen werden. Dies ist bei den beiden äußeren stoffschlüssigen Verbindungen zu erkennen.

In Fig. 4 ist eine weitere Variante des erfindungsgemäßen PV-Moduls dargestellt. Bei dieser Ausführungsform ist die Trägerstruktur 3 ein Absorberblech. Auf der Trägerstruktur 3 ist ein Blech 6 mit Bohrungen angeordnet, wobei in den Bohrungen die Kontaktmittel 4 der stoffschlüssigen Verbindung zur Solarzelle 1 angeordnet sind.

Patentansprüche

5

1. Photovoltaisches (PV) Modul aus mindestens einer Solarzelle (1) und einer Trägerstruktur (3), wobei die Solarzelle (1) von der Trägerstruktur (3) durch einen Luftspalt beabstandet ist oder die Solarzelle bereichsweise auf der Trägerstruktur aufliegt und die Trägerstruktur mindestens eine lokal begrenzte Vertiefung (5) aufweist, in der eine elastische stoffschlüssige Verbindung (4) zwischen Solarzelle und Trägerstruktur angeordnet ist.

15

2. PV-Modul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die stoffschlüssige Verbindung (4) auf physikalischen und/oder chemischen Wechselwirkungen basiert, insbesondere eine Klebeverbindung ist.

20

3. PV-Modul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die stoffschlüssige Verbindung (4) aus einem Elastomer, insbesondere Kautschuk-Materialien auf Basis von Silikon, Polyester, Polyurethan, Acrylat, Butyl, Acetat, Fluor besteht.

25

30

4. PV-Modul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand zwi-

schen Trägerstruktur (3) und der Solarzelle (1) im Bereich von 0,1 μm bis 50 μm , insbesondere kleiner 10 μm , beträgt.

- 5 5. PV-Modul nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
 dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine lokale Vertiefung (5) eine Tiefe von 50 bis 500 μm aufweist.
- 10
6. PV-Modul nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
 dadurch gekennzeichnet, dass die lokalen Vertiefungen (5) gebohrt und/oder geprägt sind.
- 15
7. PV-Modul nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
 dadurch gekennzeichnet, dass die Trägerstruktur (3) aus Glas, einem Kunststoff oder aus einem Metall besteht.
- 20
8. PV-Modul nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
 dadurch gekennzeichnet, dass die Trägerstruktur (3) und/oder die Solarzelle (1) mit einer Schicht zur elektrischen Isolation, insbesondere aus einem Metalloxid oder einem Lack, belegt ist.
- 25
9. PV-Modul nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
 dadurch gekennzeichnet, dass die Trägerstruktur (3) rückseitig von der Solarzelle (1) angeordnet
- 30

ist und eine solarthermische Absorberplatte, insbesondere eine metallische Absorberplatte ist.

- 5 10. PV-Modul nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Trägerstruktur
10 (3) frontseitig von der Solarzelle (1) angeordnet ist und insbesondere aus Glas oder einem
Kunststoff, die im Wellenlängenbereich von 300
bis 1200 nm im Wesentlichen transparent sind,
besteht.
- 15 11. PV-Modul nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die flächige Ausdehnung der Bereiche der stoffschlüssigen Verbindung (4) auf der Solarzelle (1) einen Flächenanteil von 0,003% bis 30%, insbesondere von
20 0,003% bis 10% ausmacht.
- 25 12. Verfahren zur Herstellung eines PV-Moduls nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die stoffschlüssige Verbindung (4) durch Aufbringen eines Kontaktmittels in flüssiger oder pastöser Form auf der mindestens einen Solarzelle (1) und/oder der Trägerstruktur (3) und anschließende thermische oder photochemische Aushärtung erfolgt.
30
13. Verfahren nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet, dass das Kontaktmittel

gedruckt, gesprüht und/oder dosiert wird.

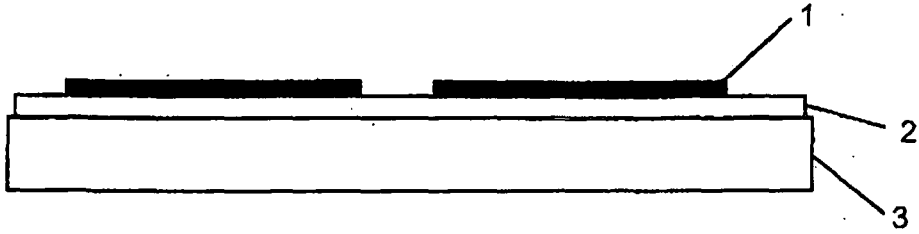


Fig. 1

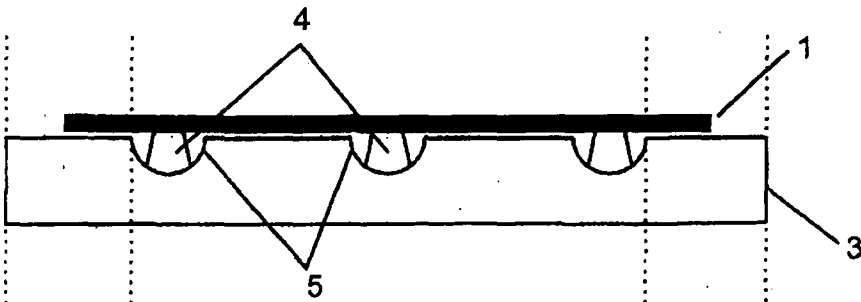


Fig. 2

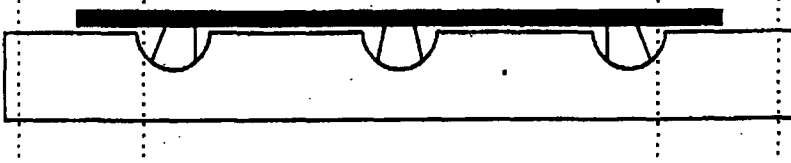


Fig. 3

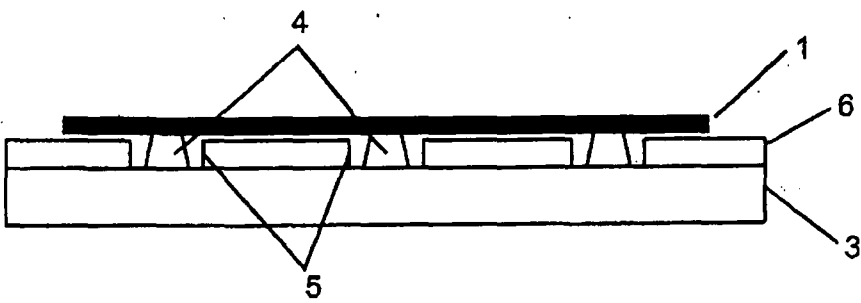


Fig. 4