

(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
25. April 2013 (25.04.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/057224 A1

- (51) **Internationale Patentklassifikation:**
H01L 31/02 (2006.01) *H01L 31/048* (2006.01)
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2012/070706
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**
18. Oktober 2012 (18.10.2012)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**
11185732.2 19. Oktober 2011 (19.10.2011) EP
- (71) **Anmelder:** SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE [FR/FR]; 18, avenue d'Alsace, F-92400 Courbevoie (FR).
- (72) **Erfinder:** DÖCH, Matthias; Damaschkestr. 104, 81825 München (DE). GASS, Robert; Auf der Haag 3a, 52134 Herzogenrath (DE). HAPP, Thomas; Hochalmstraße 18, 81825 München (DE). PHILIPP, Jan Boris; Otto-Hahn-Ring 6, 81739 München (DE). RATEICZAK, Mitja; von Plettenberg Straße 28, 52146 Würselen (DE). STETTER, Walter; Am Lichtacker 13, 89257 Illertissen (DE). VOLAND, Lars; Enzianstraße 5a, 85521 Ottobrunn (DE).
- (74) **Anwalt:** GEBAUER, Dieter; Splanemann Patentanwälte, Rumförfstraße 7, 80469 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, BN, 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, PA, 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, 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:** — mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** SOLAR MODULE WITH RIBBON CABLE, AND A METHOD FOR THE MANUFACTURE OF SAME

(54) **Bezeichnung :** SOLARMODUL MIT FLACHBANDLEITER, SOWIE VERFAHREN ZU DESSEN HERSTELLUNG

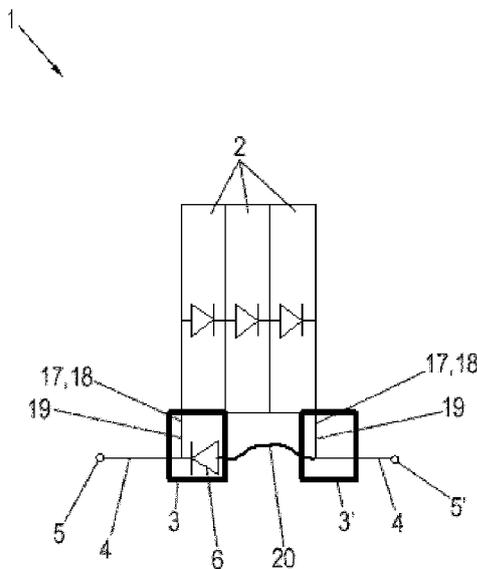


FIG. 1

(57) **Abstract:** The invention relates to a solar module, more particularly a thin-film solar module having a plurality of solar cells connected in series for the photovoltaic generation of power, and having the following features: the solar module has two voltage terminals of opposite polarity, which are each connected to an external surface of the module; each of the two leads is electrically connected to a separate terminal device, wherein each terminal device is located in a separate terminal housing; each of the two terminal housings is attached to the outer surface of module; the two leads are electrically interconnected through a flyback diode; the two terminal devices are electrically connected by a ribbon cable that is arranged between the two terminal housings and attached to the external surface of the module. The invention further relates to a manufacturing method for such a solar module.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Solarmodul, insbesondere Dünnschichtsolarmodul, mit einer Mehrzahl seriell verschalteter Solarzellen zur photovoltaischen Energieerzeugung, mit den folgenden Merkmalen: das Solarmodul verfügt über zwei Spannungsanschlüsse gegensätzlicher Polarität, die jeweils durch einen Anschlussleiter auf eine Modulaußenfläche geführt sind, die beiden Anschlussleiter sind jeweils an eine separate Anschlusseinrichtung elektrisch angeschlossen, wobei sich jede Anschlusseinrichtung in einem separaten Anschlussgehäuse befindet, die beiden Anschlussgehäuse sind jeweils an der Modulaußenfläche befestigt, die beiden Anschlussleiter sind unter Zwischenschaltung einer Freilaufdiode elektrisch miteinander verbunden, die beiden Anschlusseinrichtungen

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2013/057224 A1

- *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)*

Solarmodul mit Flachbandleiter, sowie Verfahren zu dessen Herstellung

Beschreibung

5

Photovoltaische Schichtensysteme zur direkten Umwandlung von Sonnenlicht in elektrische Energie sind hinlänglich bekannt. Gemeinhin werden diese als "Solarzellen" bezeichnet, wobei sich der Begriff "Dünnschicht solarzellen" auf Schichtensysteme mit geringen Dicken von nur wenigen Mikrometern bezieht, die Trägersubstrate für eine ausreichende mechanische Festigkeit benötigen. Bekannte Trägersubstrate umfassen anorganisches Glas, Kunststoffe (Polymere) oder Metalle, insbesondere Metalllegierungen, und können in Abhängigkeit von der jeweiligen Schichtdicke und den spezifischen Materialeigenschaften als starre Platten oder biegsame Folien ausgestaltet sein.

Hinsichtlich der technologischen Handhabbarkeit und des Wirkungsgrads haben sich Dünnschicht solarzellen mit einer Halbleiterschicht aus amorphem, mikromorphem oder polykristallinem Silizium, Cadmium-Tellurid (CdTe), Gallium-Arsenid (GaAs) oder einer Chalkopyrit-Verbindung, insbesondere Kupfer-Indium/Gallium-Dischwefel/Diselenid, abgekürzt durch die Formel $\text{Cu}(\text{In}, \text{Ga})(\text{S}, \text{Se})_2$, als vorteilhaft erwiesen. Insbesondere Kupfer-Indium-Diselenid (CuInSe_2 bzw. CIS) zeichnet sich aufgrund seines an das Spektrum des Sonnenlichts angepassten Bandabstands durch einen besonders hohen Absorptionskoeffizienten aus.

30

Mit einzelnen Solarzellen können typischer Weise nur Spannungspegel von weniger als 1 Volt erreicht werden. Um eine technisch brauchbare Ausgangsspannung zu erhalten, werden eine Vielzahl Solarzellen in einem Solarmodul seriell miteinander verschaltet. Hierbei bieten Dünnschicht solarmodule den besonderen Vorteil, dass die Solarzellen schon während der Schichtenherstellung in integrierter Form verschaltet werden können. In der Pa-

35

tentliteratur wurden Dünnschichtsolarmodule bereits mehrfach beschrieben. Lediglich beispielhaft sei diesbezüglich auf die Druckschriften DE 4324318 C1 und EP 2200097 A1 verwiesen.

5

Bei der so genannten Substratkonfiguration werden die verschiedenen Schichten zur Herstellung der Solarzellen direkt auf ein Substrat aufgebracht, das mit einer vorderseitigen transparenten Deckschicht zu einem bewitterungsstabilen Verbund verklebt wird. Der Schichtenaufbau zwischen Substrat und Deckschicht umfasst eine Rückelektroden-, eine Frontelektroden- und eine Halbleiterschicht. Typischer Weise werden die Spannungsanschlüsse des Solarzellenverbunds über die Rückelektrodenschicht mittels Metallbänder auf die Rückseite des Substrats geführt. Dort befinden sich Anschlussdosen, die beispielsweise über Kontaktklemmen die Metallbänder elektrisch kontaktieren.

In der Praxis werden meist mehrere Solarmodule durch an die Anschlussdosen angeschlossene Anschlusskabel zu einem Modulstrang in Reihe verschaltet. Typischer Weise wird jedes Solarmodul mit einer zu den Solarzellen antiparallelen Freilauf- bzw. Bypassdiode verschaltet, welche im normalen Betriebszustand, in dem das Solarmodul Strom liefert, in Sperrrichtung gepolt ist. Andererseits kann eine Beschädigung des Solarmoduls verhindert werden, falls beispielsweise aufgrund einer Verschattung oder eines Moduldefekts kein Strom geliefert wird, da der von den anderen Solarmodulen gelieferte Strom über die Freilaufdiode fließen kann.

Die internationale Patentanmeldung WO 2009/134939 A2 beschreibt ein Solarmodul, bei dem mehrere Anschlussdosen, die jeweils über eine Bypassdiode verfügen, elektrisch miteinander verbunden sind. Die beiden äußeren Anschlussdosen weisen jeweils ein Anschlusskabel zur Verschaltung mit anderen Solarmodulen auf. Eine elektrische Verbindung der Anschlussdosen untereinander er-

folgt durch flächige elektrische Leiter im Innern des Solarmoduls. Die Anschlussdosen werden auf ihrer Unterseite, mit der sie auf die Rückseite des Solarmoduls aufgesetzt sind, kontaktiert. Die deutsche Offenlegungsschrift DE 102009041968 A1 zeigt ein Solarmodul mit auf der Unterseite aufgesetzten Anschlussdosen, die jeweils über eine Bypassdiode verfügen. Eine Kontaktierung der Anschlussdosen erfolgt auf deren Unterseite. Eine elektrische Verbindung der Anschlussdosen untereinander erfolgt durch eine Leiterbahn im Innern des Solarmoduls.

Demgegenüber besteht die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, herkömmliche Solarmodule in vorteilhafter Weise weiterzubilden, wobei insbesondere die automatisierte Fertigung vereinfacht und die Herstellungskosten verringert werden sollen. Diese und weitere Aufgaben werden nach dem Vorschlag der Erfindung durch ein Solarmodul und ein Verfahren zu dessen Herstellung mit den Merkmalen der nebengeordneten Patentansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind durch die Merkmale der Unteransprüche angegeben.

Erfindungsgemäß ist ein Solarmodul mit einer Mehrzahl seriell verschalteter Solarzellen zur photovoltaischen Energieerzeugung gezeigt. Bei dem Solarmodul handelt es sich vorzugsweise um ein Dünnschichtsolarmodul mit in integrierter Form verschalteten Dünnschichtsolarzellen. Insbesondere besteht die Halbleiterschicht aus einer Chalkopyrit-Verbindung, bei der es sich beispielsweise um einen I-III-VI-Halbleiter aus der Gruppe Kupfer-Indium/Gallium-Dischwefel/Diselenid ($\text{Cu}(\text{In}, \text{Ga})(\text{S}, \text{Se})_2$), beispielsweise Kupfer-Indium-Diselenid (CuInSe_2 bzw. CIS) oder verwandte Verbindungen, handeln kann.

35

Die Solarzellen befinden sich typischer Weise zwischen einem ersten Substrat und einem häufig als Deckschicht (z.B. Deckplatte) ausgebildeten zweiten Substrat, wobei die bei-

den Substrate beispielsweise anorganisches Glas, Polymere oder Metalllegierungen enthalten können und in Abhängigkeit von Schichtdicke und Materialeigenschaften als starre Platten oder biegsame Folien ausgestaltet sein können.

5

Das Solarmodul verfügt über zwei (resultierende) Spannungsanschlüsse gegensätzlicher Polarität, die jeweils durch einen Anschlussleiter auf eine Modulaußenseite (d.h. Modulaußenfläche) bzw. Substrataußenseite (d.h. Substrataußenfläche) geführt sind. Die beiden Anschlussleiter sind an der Modulaußenseite jeweils an eine separate Anschlusseinrichtung elektrisch angeschlossen, wobei sich jede Anschlusseinrichtung in einem separaten Anschlussgehäuse (z.B. Anschlussdose bzw. Anschlussbox) befindet, so dass das Solarmodul zwei Anschlussgehäuse aufweist, in denen jeweils eine Anschlusseinrichtung angeordnet ist. Die beiden Anschlussgehäuse sind jeweils auf der Modulaußenseite bzw. Modulaußenfläche, auf welche die beiden resultierenden Spannungsanschlüsse durch die Anschlussleiter geführt sind, befestigt.

Im Sinne vorliegender Erfindung bezeichnet der Begriff "Modulaußenseite" eine Außenseite (d.h. Außenfläche) des Solarmoduls. Bei der Modulaußenseite handelt es sich gleichzeitig um eine Außenseite (d.h. Außenfläche) eines Substrats (erstes oder zweites Substrat).

Im Solarmodul sind die beiden Anschlussleiter zu diesem Zweck mit einer Elektrodenschicht, beispielsweise Rückelektrodenschicht, der verschalteten Solarzellen elektrisch verbunden. Somit sind die beiden Anschlussleiter durch die in Reihe verschalteten Solarzellen elektrisch miteinander verbunden. Andererseits münden die beiden Anschlussleiter jeweils in ein separates Anschlussgehäuse. Die beiden Anschlussgehäuse dienen zur Verbindung des Solarmoduls mit einer elektrischen Last, insbesondere zum seriellen Verschalten des Solarmoduls mit weiteren Solarmodulen.

Die beiden Anschlussleiter des Solarmoduls sind unter Zwischenschaltung mindestens einer zu den Solarzellen antiparallel verschalteten Freilauf- bzw. Bypassdiode elektrisch miteinander verbunden. Die Freilaufdiode ist vorzugsweise
5 in einem der beiden Anschlussgehäuse angeordnet. Durch die Freilaufdiode wird ein Schutz des Solarmoduls bei fehlender Stromerzeugung beispielsweise infolge Verschattung erreicht.

10 Erfindungsgemäß sind die beiden Anschlussleiter bzw. die beiden Anschlusseinrichtungen, an welche die Anschlussleiter elektrisch angeschlossen sind, durch einen zwischen den beiden Anschlussgehäusen angeordneten Flachbandleiter, welcher an der Modulaußenseite (d.h. Modulaußenfläche) bzw.
15 Substrataußenseite (d.h. Substrataußenfläche) befestigt ist, elektrisch miteinander verbunden. Der Flachbandleiter befindet sich somit nicht im Innern des Solarmoduls (d.h. zwischen den beiden Substraten), sondern ist auf der der Umgebung zugewandten Außenfläche des Solarmoduls angeordnet.
20 net.

Der Flachbandleiter ermöglicht in besonders vorteilhafter Weise eine technisch wenig aufwändige Integration der elektrischen Verbindung zwischen den beiden Anschlusslei-
25 tern in einen automatisierten Prozessablauf. Da der Flachbandleiter eine definierte Geometrie aufweist, kann er durch ein automatisiertes Greiforgan in einfacher Weise zur Befestigung an der Modulaußenseite (d.h. Modulaußenfläche) gegriffen werden. Zudem ist eine besonders
30 einfache und zuverlässige automatisierte Befestigung des Flachbandleiters, beispielsweise mittels Verklebung, an der typischerweise gläsernen Modulaußenseite bzw. Modulaußenfläche ermöglicht. Im Gegensatz hierzu würde eine elektrische Verbindung der beiden Anschluss-
35 leiter mit einem im Querschnitt runden Verbindungskabel in der Automatisierung für erhebliche Probleme sorgen, da die Geometrie eines solchen Verbindungskabels nicht definiert ist und somit aufwändige und kostenintensive

Lageerkennungsmittel (z.B. optische Sensoren) vorzusehen wären, um das Greiforgan in Stellung zu bringen. Zudem ist die Befestigung eines Verbindungskabels an einer gläsernen Modulaußenseite bzw. Modulaußenfläche
5 aufgrund der relativ geringen Kontaktfläche (beispielsweise durch Verklebung) nur mit erheblichem Aufwand zu realisieren, wobei nicht ausgeschlossen werden kann, dass eine solche Befestigung den hohen mechanischen Belastungen in der Praxis auf Dauer nicht standhält. Würde
10 andererseits ein solches Verbindungskabel nur an den beiden Anschlussgehäusen verbunden werden, bestünde stets die Gefahr, dass das Verbindungskabel missbräuchlich als Trageinrichtung verwendet wird.

15 Tatsächlich kann erst durch den an der Modulaußenseite befestigten Flachbandleiter eine einfache Automatisierung der elektrischen Verbindung der beiden Anschlussleiter unter Zwischenschaltung der Freilaufdiode erreicht werden, wodurch in der industriellen Serienfertigung
20 Zeit und Kosten eingespart werden können.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Solarmoduls ist der Flachbandleiter zumindest zwischen den beiden Anschlussgehäusen von einer Hülle aus einem elektrisch isolierenden Material umgeben. Hierbei kann
25 es von Vorteil sein, wenn die innerhalb des zugehörigen Anschlussgehäuses angeordneten Endabschnitte des Flachbandleiters für eine einfache elektrische Kontaktierung frei sind. Die elektrisch isolierende Hülle befindet sich zumindest
30 in einem Abschnitt des Flachbandleiters, welcher sich von dem einen Anschlussgehäuse zu dem anderen Anschlussgehäuse erstreckt. Insbesondere kann sich die isolierende Umhüllung auch bis in die beiden Anschlussgehäuse hinein erstrecken. Durch die Hülle wird der Flachbandleiter zur
35 äußeren Umgebung hin elektrisch isoliert.

Im erfindungsgemäßen Solarmodul ist der Flachbandleiter an der Modulaußenseite (d.h. Modulaußenfläche) befestigt,

was beispielsweise dadurch erreicht wird, dass der Flachbandleiter mit der Modulaußenseite verklebt ist.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Solarmoduls ist der Flachbandleiter von
5 einer an der Modulaußenseite (d.h. Modulaußenfläche) befestigten Abdeckung aus einem elektrisch isolierenden Material abgedeckt. Die zu diesem Zweck vorzugsweise an die Modulaußenseite (d.h. Modulaußenfläche) geklebte Abdeckung kann
10 verschiedene Funktionen erfüllen. Eine Funktion besteht darin den Flachbandleiter vor mechanischen Einwirkungen zu schützen, um die Dauerhaltbarkeit zu verbessern. Eine weitere Funktion kann darin bestehen, den Flachbandleiter an der Modulaußenseite zu befestigen. In diesem Fall kann ge-
15 gebenfalls auf eine separate Befestigung des Flachbandleiters an der Modulaußenseite verzichtet werden, wobei es andererseits aber auch vorgesehen sein kann, den Flachbandleiter selbst an der Modulaußenseite zu befestigen, um eine besonders gute Verbindung mit der Modulaußenseite zu erzie-
20 len.

Bei einer im Hinblick auf mechanischen Stress durch hohe Temperaturschwankungen besonders vorteilhaften Ausgestaltung ist der Flachbandleiter nicht selbst an der Modulaußenseite befestigt, sondern nur durch die Abdeckung. Von
25 Vorteil kann es weiterhin sein, wenn der Flachbandleiter mit den beiden Anschlussleitern, insbesondere durch die Anschlusseinrichtungen, elektrisch so verbunden ist, dass er in der Bandebene bzw. in Bandrichtung nicht festgelegt
30 bzw. fixiert ist. Auf diese Weise können thermische Spannungen bei den üblicherweise hohen Temperaturschwankungen, denen das Solarmodul in der Praxis häufig ausgesetzt ist, zumindest weitgehend reduziert werden.

35 Der Flachbandleiter ermöglicht eine besonders einfache elektrische Verbindung der Anschlussleiter in den beiden Anschlussgehäusen. Vorzugsweise verfügen die Anschlussgehäuse zu diesem Zweck jeweils über ein mit dem zugehörigen

Anschlussleiter elektrisch verbundenes Kontaktelement, beispielsweise ein Federkontaktelement oder ein Klemmkontaktelement, das in elektrischen Kontakt mit einem der beiden Endabschnitte des Flachbandleiters gebracht werden kann.

- 5 Vorteilhaft ist das Kontaktelement dazu ausgebildet, bei der Befestigung des Anschlussgehäuses an der Modulaußenseite selbsttätig in elektrischen Kontakt mit dem Flachbandleiter zu gelangen, wodurch eine einfache Automatisierung der elektrischen Kontaktierung des Flachbandleiters in den
- 10 Anschlussgehäusen ermöglicht ist, so dass Zeit und Kosten bei der automatisierten Modulfertigung eingespart werden können.

- Die Erfindung erstreckt sich weiterhin auf ein Verfahren
- 15 zur automatisierten Herstellung eines Solarmoduls mit einer Mehrzahl seriell verschalteter Solarzellen zur photovoltaischen Energieerzeugung, bei dem das Solarmodul über zwei Spannungsanschlüsse gegensätzlicher Polarität verfügt, die jeweils durch einen Anschlussleiter auf eine Modulau-
- 20 ßenseite bzw. Modulaußenfläche geführt sind, wobei die beiden Anschlussleiter jeweils an eine separate Anschlusseinrichtung elektrisch angeschlossen sind, wobei sich jede Anschlusseinrichtung in einem separaten Anschlussgehäuse befindet. Das Verfahren umfasst die folgenden Schritte:
- 25 Einen Schritt, bei dem die beiden Anschlussgehäuse jeweils an der Modulaußenseite (d.h. Modulaußenfläche) befestigt werden. Einen Schritt, bei dem die beiden Anschlussleiter unter Zwischenschaltung einer insbesondere in einem der beiden Anschlussgehäuse angeordneten Freilaufdiode elektrisch miteinander verbunden werden, wobei zur elektrischen
- 30 Verbindung der beiden Anschlussleiter ein zwischen den beiden Anschlussgehäusen angeordneter Flachbandleiter an der Modulaußenseite (d.h. Modulaußenfläche) befestigt wird. Beispielsweise wird der Flachbandleiter zu diesem Zweck mit
- 35 der Modulaußenseite (d.h. Modulaußenfläche) verklebt. Beispielsweise wird eine den Flachbandleiter abdeckende Abdeckung an der Modulaußenseite (d.h. Modulaußenfläche) befestigt, wobei es insbesondere möglich ist, dass der Flach-

bandleiter ausschließlich durch die Abdeckung an der Modulaußenseite befestigt wird. Weiterhin kann es von Vorteil sein, wenn bei der Befestigung der Anschlussgehäuse an der Modulaußenseite Kontaktelemente selbsttätig in elektrischen Kontakt mit dem Flachbandleiter gebracht werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Die Erfindung wird nun anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert, wobei Bezug auf die beigefügten Figuren genommen wird. In den Figuren sind gleiche bzw. gleich wirkende Elemente mit denselben Bezugszahlen bezeichnet. Es zeigen:

- 15 Fig. 1 eine schematische Darstellung des Aufbaus des erfindungsgemäßen Solarmoduls;
- Fig. 2 eine schematische Schnittdarstellung des Solarmoduls von Fig. 1;
- 20 Fig. 3 eine schematische Darstellung zur Veranschaulichung des Flachbandleiters des Solarmoduls von Fig. 1;
- 25 Fig. 4 eine schematische Darstellung zur Veranschaulichung der Kontaktierung des Flachbandleiters in einer Anschlussdose des Solarmoduls von Fig. 1;
- 30 Fig. 5-6 schematische Darstellungen zur Veranschaulichung von Varianten des Flachbandleiters von Fig. 3;
- 35 Fig. 7-8 schematische Darstellungen zur Veranschaulichung von Varianten der Anschlussleiter im Solarmodul von Fig. 1.

Ausführliche Beschreibung der Zeichnungen

Seien zunächst die Figuren 1 und 2 betrachtet, worin der Aufbau eines insgesamt mit der Bezugszahl 1 bezeichneten Solarmoduls gemäß vorliegender Erfindung veranschaulicht ist. Demnach umfasst das Solarmodul 1, bei dem es sich hier beispielsweise um ein Dünnschichtsolarmodul handelt, eine Mehrzahl in integrierter Form seriell miteinander verschalteter Solarzellen 2, die jeweils mit einem Diodensymbol gekennzeichnet sind. Das Solarmodul 1 basiert hier beispielsweise auf der so genannten Substratkonfiguration, welche in Verbindung mit Fig. 2 näher erläutert wird. In Fig. 2 sind beispielhaft zwei (Dünnschicht-)Solarzellen 2 gezeigt, wobei es sich versteht, dass das Solarmodul in der Regel über eine Vielzahl (z.B. ca. 100) Solarzellen 2 verfügt.

Das Solarmodul 1 umfasst ein elektrisch isolierendes Substrat 7 (in der Beschreibungseinleitung als "erstes Substrat" bezeichnet) mit einem darauf aufgebrachtten Schichtenaufbau zur Ausbildung einer photovoltaisch aktiven Absorberschicht 8. Der Schichtenaufbau ist auf der lichteintrittsseitigen Vorderseite (III) des Substrats 7 angeordnet. Das Substrat 7 besteht hier beispielsweise aus Glas mit einer relativ geringen Lichtdurchlässigkeit, wobei gleichermaßen andere isolierende Materialien mit genügender Festigkeit, sowie inertem Verhalten gegenüber den durchgeführten Prozessschritten eingesetzt werden können.

Der Schichtenaufbau umfasst eine auf der Vorderseite (III) des Substrats 7 angeordnete Rückelektrodenschicht 9. Die Rückelektrodenschicht 9 enthält beispielsweise eine Schicht aus einem lichtundurchlässigen Metall wie Molybdän und wird beispielsweise durch Kathodenzerstäuben auf das Substrat 7 aufgebracht. Die Rückelektrodenschicht 9 hat beispielsweise eine Schichtdicke von etwa 1 μm . In einer anderen Ausfüh-

rungsform umfasst die Rückelektrodenschicht 9 einen Schichtstapel unterschiedlicher Einzelschichten.

Auf der Rückelektrodenschicht 9 ist die photovoltaisch aktive Absorberschicht 8 abgeschieden, deren Bandabstand vorzugsweise in der Lage ist, einen möglichst großen Anteil des Sonnenlichts zu absorbieren. Die photovoltaisch aktive Absorberschicht 8 enthält eine p-dotierte Halbleiterschicht 10, beispielsweise einen p-leitenden Chalkopyrithalbleiter, wie eine Verbindung der Gruppe Kupfer-Indium-Diselenid (CuInSe_2), insbesondere Cu(In,Ga)(S,Se)_2 . Die Halbleiterschicht 10 hat beispielsweise eine Schichtdicke von 500 nm bis 5 μm und insbesondere von etwa 2 μm . Auf der Halbleiterschicht 10 ist eine Pufferschicht 11 abgeschieden, die hier beispielsweise eine Einzellage Cadmiumsulfid (CdS) und eine Einzellage intrinsisches Zinkoxid (i-ZnO) enthält. Auf die Pufferschicht 11 ist eine Frontelektrodenschicht 12 aufgebracht, beispielsweise durch Aufdampfen. Die Frontelektrodenschicht 12 ist für Strahlung im für die Halbleiterschicht 11 empfindlichen Spektralbereich transparent ("Fensterschicht"), um eine nur geringe Schwächung des einstrahlenden Sonnenlichts zu gewährleisten. Die transparente Frontelektrodenschicht 12 kann verallgemeinernd als TCO-Schicht (TCO = Transparent Conductive Electrode) bezeichnet werden und basiert auf einem dotierten Metalloxid, beispielsweise n-leitendes, Aluminium-dotiertes Zinkoxid (AZO). Durch die Frontelektrodenschicht 12, die Pufferschicht 11 und die Halbleiterschicht 10 wird ein pn-Heteroübergang gebildet, das heißt eine Abfolge von unterschiedlichen Schichten vom entgegen gesetzten Leitungstyp. Die Schichtdicke der Frontelektrodenschicht 12 beträgt beispielsweise 300 nm.

Das Schichtsystem ist mit an sich bekannten Verfahren zur Herstellung eines (Dünnschicht-)Solarmoduls 1 in einzelne photovoltaisch aktive Bereiche, d.h. Solarzellen 2, unterteilt. Die Unterteilung erfolgt durch Einschnitte 13 unter Einsatz einer geeigneten Strukturierungstechnologie wie

Laserschreiben und mechanische Bearbeitung, beispielsweise durch Abheben oder Ritzen. Die einzelnen Solarzellen 2 sind über einen Elektrodenbereich 14 der Rückelektrodenschicht 9 seriell miteinander verschaltet.

5

Das Solarmodul 1 weist beispielsweise 100 seriell verschaltete Solarzellen 2 und eine Leerlaufspannung von 56 Volt auf. Im hier dargestellten Beispiel werden sowohl der resultierende positive (+) als auch der resultierende negative (-) Spannungsanschluss des Solarmoduls 1 über die Rückelektrodenschicht 9 geführt und dort elektrisch kontaktiert, was weiter unten näher erläutert wird.

Zum Schutz vor Umwelteinflüssen ist auf der Frontelektrodenschicht 12 eine Zwischenschicht 15 aufgebracht, die beispielsweise Polyvinylbutyral (PVB) oder Ethylenvinylacetat (EVA) enthält. Die Dicke der Zwischenschicht 15 beträgt beispielsweise 0,76 mm. Zusätzlich ist der Schichtenaufbau aus Substrat 7, Rückelektrodenschicht 9 und photovoltaisch aktiver Absorberschicht 8 über die Zwischenschicht 15 mit einer Deckscheibe 16 (in der Beschreibungseinleitung als "zweites Substrat" bezeichnet) versiegelt, welcher mit ihrer Rückseite (II) verklebt ist. Die Deckscheibe 16 ist für Sonnenlicht transparent und enthält beispielsweise gehärtetes, extraweißes Glas mit geringem Eisengehalt. Die Deckscheibe 16 weist beispielsweise eine Fläche von 1,6 m x 0,7 m auf. Die Solarzellen 2 können durch auf der Vorderseite (I) der Deckscheibe 16 einfallendes Licht, welches in Fig. 2 durch die Pfeile angedeutet ist, bestrahlt werden. Die Vorderseite (I) bzw. Vorderfläche der Deckscheibe 16 und die Rückseite (IV) bzw. Rückfläche des Substrats 7 bilden die Modulaußenseite bzw. Modulaußenfläche.

Zudem ist es zweckmäßig wenn der Randbereich zwischen Substrat 7 und Deckscheibe 16 umlaufend mit einer Randversiegelung 34 als Dampfdiffusionssperre versiegelt wird, vorzugsweise mit einem Kunststoffmaterial, beispielsweise Polyisobutylen, um die korrosionsempfindliche photovolt-

aisch aktive Absorberschicht 8 vor Luftsauerstoff und Feuchtigkeit zu schützen. Die Randversiegelung 34 ist in Fig. 7 und 8 erkennbar. Das gesamte Solarmodul 1 ist für die Montage am Verwendungsort in einem Aluminium-Hohlkammerrahmen befestigt, der hier nicht dargestellt ist.

Im Solarmodul 1 sind die beiden resultierenden Spannungsanschlüsse (+, -) durch zwei Anschlussleiter 17 auf die Rückseite (IV) bzw. Rückfläche des Substrats 7 geführt, welche in den Figuren 1, 7 und 8 veranschaulicht sind.

Es sei nun Fig. 7 betrachtet, worin ein Schnitt durch das Solarmodul 1 im Bereich eines Anschlussleiters 17 gezeigt ist. Das Solarmodul 1 hat im Bereich der beiden Anschlussleiter 17 einen gleichen Aufbau.

Demnach umfasst der Anschlussleiter 17 eine bandförmige Metallfolie 30, beispielsweise bestehend aus Aluminium, mit einer Dicke von beispielsweise 0,1 mm und einer Breite von beispielsweise 20 mm. Die Metallfolie 30 ist (hier beispielsweise einseitig) mit einer Isolierfolie 31 aus einem elektrisch isolierenden Material, beispielsweise Polyimid, beklebt, wobei die Isolierfolie 31 auf der außen liegenden Seite, das heißt auf der dem Substrat 7 abgewandten Seite des Folienleiters 17 angeordnet ist. In einer alternativen Ausführung umfasst der Anschlussleiter 17 ein verzinnertes Kupferband. Gleichermaßen wäre es auch möglich, dass die bandförmige Metallfolie 30 beidseitig mit einer Isolierfolie 31 verbunden ist. Die Isolierfolie 31 ist beispielsweise auf die Metallfolie 30 geklebt. Denkbar ist auch, die Metallfolie 30 in zwei Isolierfolien 31 einzulaminieren.

Die Metallfolie 30 der beiden Anschlussleiter 17 ist mit einem bandförmigen elektrischen Leiter, einer so genannten Busbar 36 elektrisch verbunden. Die beiden Busbars 36 kontaktieren jeweils einen (hier beispielsweise von der Rückelektrodenschicht 9 gebildeten) resultierenden Spannungsanschluss (+, -) des Solarmoduls 1 und erstrecken sich nur im

Bereich der Ebene der Rückelektrodenschicht 9. Die Busbars 36 dienen somit zum elektrischen Verbinden der beiden Spannungsanschlüsse mit den Anschlusseitern 17.

5 Jede Busbar 36 ist hier beispielsweise als Metallfolie, insbesondere Aluminiumfolie, ausgebildet. Die Metallfolie 30 der beiden Anschlussleiter 17 und die damit elektrisch verbundene Busbar 36 können zweiteilig ausgebildet und voneinander verschieden sein, insbesondere können sie aus einem voneinander verschiedenen Material bestehen. Alternativ ist es aber auch möglich, dass es sich bei der Metallfolie 10 30 der beiden Anschlussleiter 17 und der damit elektrisch verbundenen Busbar 36 um eine einteilige bzw. einstückige Metallfolie handelt, so dass die Busbar 36 lediglich einen 15 Folienabschnitt der Metallfolie 30 des Anschlussleiters 17 darstellt.

Die beiden Busbars 36 sind mit der Rückelektrodenschicht 9 beispielsweise durch Schweißen, Bonden, Löten oder Kleben 20 mit einem elektrisch leitfähigen Kleber elektrisch leitend verbunden. Bei einer Aluminiumfolie erfolgt die elektrische Verbindung mit der Rückelektrodenschicht 9 vorzugsweise durch Ultraschallbonden.

25 In dem in Fig. 7 gezeigten Beispiel sind die beiden Anschlussleiter 17 jeweils am seitlichen Modulrand 32 aus dem Verbund von Substrat 7 und Deckscheibe 16 heraus, um den Substratrand 33 des Substrats 7 herum, und bis auf die Rückseite (IV) des Substrats 7 geführt. Die beiden 30 Anschlussleiter 17 weisen jeweils eine Anschlussstelle 18 zur elektrischen Kontaktierung auf, die beispielsweise auf der Rückseite (IV) des Substrats 7 in einem Abstand von etwa 20 mm von dessen Seitenrand (Substratrand 33) angeordnet sind, wobei es sich versteht, dass die 35 Anschlussstellen 18 grundsätzlich an beliebigen Stellen der Rückseite (IV) des Substrats 7 angeordnet sein können.

Die elektrische Kontaktierung der beiden Anschlussleiter 17 an den Anschlussstellen 18 erfolgt jeweils durch eine erste Anschlusseinrichtung 19 in einer Anschlussdose 3, welche zu diesem Zweck über ein elektrisches Kontaktelement, beispielsweise ein Feder- oder Klemmkontaktelement, verfügt. In Fig. 7 ist beispielhaft ein Federkontaktelement gezeigt, welches die Metallfolie 30 des Anschlussleiters 17 kontaktiert. Alternativ wäre beispielsweise auch eine elektrische Verbindung durch Verlötlung, Verklebung mit einem leitfähigen Kleber oder Ultraschallbonden möglich. Für Anschlussleiter 17 aus Aluminium ist es zweckmäßig, die Anschlussstellen 18 zu verzinnen, um die elektrische Leitfähigkeit zu verbessern. Andererseits müssen die Anschlussstellen 18 nicht metallisch blank sein, sondern können gleichermaßen mit einer Schutzschicht aus einem Lack oder einer Kunststofffolie überzogen sein, um die metallische Kontaktfläche vor Oxidation und Korrosion während des Herstellungsprozesses zu schützen. Die Schutzschicht kann für die elektrische Kontaktierung mit einem Gegenstand, beispielsweise ein Kontaktstift oder eine Kontaktnadel, durchdrungen werden. Denkbar ist auch, die Schutzschicht aus einer aufgeklebten und abziehbaren Kunststoff-Folie zu fertigen, die vor dem eigentlichen elektrischen Kontaktieren mit dem Kontaktelement entfernt wird.

25

Die Kontaktierung der Anschlussstellen 18 der beiden Anschlussleiter 17 erfolgt in den Anschlussdosen 3, welche beispielsweise aus Kunststoff bestehen und im Spritzgussverfahren hergestellt sind. Die beiden Anschlussdosen 3 sind auf der Rückseite (IV) bzw. Außenfläche des Substrats 7 beispielsweise durch Kleben befestigt sind, was eine einfache und schnelle automatisierte Montage ermöglicht. Das Verkleben der Anschlussdosen 3 mit dem Substrat 7 kann beispielsweise mit einem Acrylatkleber oder einem Polyurethan-
kleber erfolgen. Neben einer einfachen und dauerhaften Verbindung erfüllen diese Kleber eine Dichtfunktion und schützen die enthaltenen elektrischen Komponenten vor Feuchtigkeit und Korrosion. Das Innere der Anschlussdosen 3 kann

auch mit einem Dichtmittel, beispielsweise Polyisobutylen, zumindest teilweise gefüllt werden, um die elektrische Durchschlagsfestigkeit zu erhöhen und die Gefahr des Eindringens von Feuchtigkeit und damit einhergehende Kriechströme zu vermindern.

In Fig. 8 ist eine alternative Ausgestaltung des Solarmoduls 1 im Bereich des Anschlussleiters 17 veranschaulicht. Um unnötige Wiederholungen zu vermeiden, werden lediglich die Unterschiede zu Fig. 7 erläutert und ansonsten wird auf die dort gemachten Ausführungen Bezug genommen. Demnach ist für jeden Anschlussleiter 17 jeweils eine hier beispielsweise als Bohrung ausgeführte Durchbrechung 35 im Substrat 7 vorgesehen, durch welche der Anschlussleiter 17 auf die Rückseite (IV) bzw. Außenfläche des Substrats 7 geführt ist. Der Anschlussleiter 17 weist eine Metallfolie 30, jedoch keine Isolierhülle 31 auf.

Wie in Fig. 1 gezeigt, verfügen die beiden Anschlussdosen 3 jeweils über ein Anschlusskabel 4 mit einem Polanschluss 5, der mit der ersten Anschlusseinrichtung 19 elektrisch verbunden ist. An den beiden Polanschlüssen 5 kann das Solarmodul 1 mit einer elektrischen Last, beispielsweise einen Wechselrichter, verbunden werden. Die beiden Polanschlüsse 5 können insbesondere zur seriellen Verschaltung des Solarmoduls 1 mit weiteren (nicht dargestellten) Solarmodulen dienen.

In einer der beiden Anschlussdosen 3 ist eine Freilaufdiode 6 angeordnet, die antiparallel zur Durchlassrichtung der Solarzellen 2 des Solarmoduls 1 mit den beiden Anschlussleitern 17 in Serie verschaltet ist. Durch die Freilaufdiode 6 wird verhindert, dass das Solarmodul 1 beispielsweise im Falle einer Verschattung oder eines Moduldefekts durch Verpolung beschädigt wird. Die elektrische Verbindung zwischen den beiden Anschlussleitern 17 bzw. den beiden ersten Anschlusseinrichtungen 19 ist in Fig. 1 in schematischer Weise durch eine elektrische Leitung 20 veranschaulicht.

Wie in Fig. 3 gezeigt, umfasst die elektrische Verbindung zwischen den beiden Anschlussleitern 17 bzw. den beiden ersten Anschlusseinrichtungen 19 einen zwischen den beiden Anschlussdosen 3 angeordneten Flachbandleiter 21, der sich mit seinen beiden Endabschnitten 22 jeweils bis in die Anschlussdosen 3 hinein erstreckt. Fig. 3 zeigt eine Aufsicht auf die Rückseite (IV) bzw. Außenfläche des Substrats 7 sowie eine Schnittdarstellung durch das Substrat 7 im Bereich des Flachbandleiters 21, wobei die Schnittlinie in der Aufsichtsdarstellung angegeben ist.

Der Flachbandleiter 21 hat eine definierte geometrische Form, so dass er von einem Greiforgan in relativ einfacher Weise für eine Montage gegriffen werden kann. Wie aus der Schnittdarstellung ersichtlich, umfasst der Flachbandleiter 21 ein elektrisch leitendes Metallband 26, das von einer Isolierhülle 23 aus einem elektrisch isolierenden Material umgeben ist, wobei die beiden Endabschnitte 22 des Metallbands 26 innerhalb der Anschlussdosen 3 frei liegen. Bei dem Metallband 26 handelt es sich beispielsweise um ein Aluminium- oder verzinnertes Kupferband einer Dicke von beispielsweise 10 bis 30 μm , einer Breite von beispielsweise 50 mm und einer Länge von beispielsweise 60 cm. Das Metallband 26 ist mit einer elektrisch isolierenden Folie aus beispielsweise Polyimid beklebt, wobei sich die elektrisch isolierende Folie auf allen Seiten, insbesondere auch auf der dem Substrat 7 zugewandten Seite des Flachbandleiters 21 befindet. Der Flachbandleiter 21 ist mit seiner breiten Fläche auf die Rückseite (IV) bzw. rückseitige Außenfläche des Substrats 7 durch eine Klebschicht 29 geklebt, was eine einfache und schnelle automatisierte Montage am Substrat 7 ermöglicht. Das Verkleben des Flachbandleiters 21 kann beispielsweise mit einem Acrylatkleber oder einem Polyurethan- kleber erfolgen. Denkbar ist auch, den Flachbandleiter 21 mit einem zweiseitigen Klebeband auf das Substrat 7 zu kleben. Abhängig von der elektrischen Kontaktierungsweise können dessen Endabschnitte 22 mit dem Substrat 7 verklebt

oder aber relativ zum Substrat 7 frei bewegbar sein. Durch die große Klebefläche kann der Flachbandleiter 21 zuverlässig und dauerhaft stabil am Substrat 7 befestigt werden.

- 5 Generell zeichnet sich der Flachbandleiter 21 durch ein sehr hohes Aspektverhältnis (Verhältnis Breite zu Dicke) aus, so dass auch bei sehr flacher Ausführung ein geringer elektrischer Widerstand von beispielsweise weniger als 10 m Ω realisiert ist. Bei einem Strom von beispielsweise 3 A
10 würde dies zu einem Spannungsverlust von beispielsweise 30 mV führen, entsprechend einem Wirkungsgradverlust von beispielsweise ca. 0,06%.

Die beiden Endabschnitte 22 des Flachbandleiters 21 befinden sich jeweils vollständig innerhalb der Anschlussdosen
15 3, wobei sich die Isolierhülle 23 bis in die Anschlussdosen 3 hinein erstreckt. Die Endabschnitte 22 des Metallbands 26 dienen als Anschlussstellen 24 zur elektrischen Kontaktierung, was in Fig. 4 anhand einer Schnittdarstellung im Bereich eines Endabschnitts 22 näher dargestellt ist. In Fig.
20 4 ist ein Schnitt im Bereich eines Endabschnitts 22 dargestellt, wobei das Solarmodul 1 im Bereich der beiden Endabschnitte 22 einen gleichen Aufbau hat.

- 25 Wie aus Fig. 4 ersichtlich, erfolgt eine elektrische Kontaktierung der beiden Endabschnitte 22 jeweils durch eine zweite Anschlusseinrichtung 25 mit einem elektrischen Kontaktelement aus einem elektrisch leitfähigen Material, hier beispielsweise ein Federkontaktelement, das federbelastet
30 zur Anlage gegen die Oberfläche des Metallbands 26 gelangt. Bei Verwendung eines solchen Federkontaktelements können die Endabschnitte 22 jeweils am Substrat 7 befestigt (angeklebt) sein. Die beiden Federkontaktelemente 25 sind unter Zwischenschaltung der Freilaufdiode 6 mit den beiden ersten
35 Anschlusseinrichtungen 19, an welche die beiden Anschlussleiter 17 angeschlossen sind, elektrisch verbunden. Insbesondere können die beiden zweiten Anschlussrichtungen 25 zum elektrischen Anschließen des Metallbands 26 des Flach-

bandleiters 21 und die beiden ersten Anschlusseinrichtung 25 zum elektrischen Anschließen der Metallfolien 30 der Anschlussleiter 17 als Bestandteile einer gemeinsamen Anschlusseinrichtung ausgebildet sein.

5

Ein besonderer Vorteil der Verwendung einer als Federkontaktelement ausgebildeten Anschlusseinrichtung liegt darin, dass jedes Federkontaktelement so ausgebildet sein kann, dass es durch die (automatisierte) Montage der Anschlussdose 3 am Substrat 7 selbsttätig in Kontakt mit dem Metallband 26 bzw. Metallfolie 30 gelangt, wodurch die automatisierte Fertigung des Solarmoduls 1 erleichtert ist. Alternativ wäre es jedoch auch möglich ein Klemmkontaktelement oder ein durch Verlötung, Veklebung mit einem leitfähigen Kleber oder Ultraschallbonden mit dem Metallband 26 zu verbindendes Kontaktelement (z.B. Draht) zu verwenden.

Besteht das Metallband 26 aus Aluminium ist es zweckmäßig, die Anschlussstellen 24 zu verzinnen, um die elektrische Leitfähigkeit zu verbessern. Es versteht sich, dass die Anschlussstellen 24 nicht metallisch blank sein müssen, sondern mit einer Schutzschicht aus Lack oder Kunststofffolie überzogen sein können, um die metallische Kontaktfläche vor Oxidation und Korrosion während des Herstellungsprozesses zu schützen. Die Schutzschicht kann für die elektrische Kontaktierung mit einem Gegenstand, beispielsweise ein Kontaktstift oder eine Kontaktnadel, durchdrungen werden. Denkbar ist auch, die Schutzschicht aus einer aufgeklebten und abziehbaren Kunststoff-Folie zu fertigen, die vor dem eigentlichen elektrischen Kontaktieren entfernt wird.

In Fig. 5 ist anhand einer entsprechenden Aufsicht und Schnittdarstellung eine Variante des Solarmoduls 1 dargestellt. Hierbei ist zusätzlich eine Abdeckfolie 27 vorgesehen, welche über den bereits mit dem Substrat 7 verklebten Flachbandleiter 21 angeordnet und mit der Rückseite (IV) des Substrats 7 verklebt wird. Die Abdeckfolie 27 befindet sich somit nicht auf der dem Substrat 7 zugewandten Seite

des Flachbandleiters 21. Die Abdeckfolie 27 ist breiter als der Flachbandleiter 21 und verfügt über zwei seitlich überstehende Folienbereiche 28. Die Abdeckfolie 27 kann mit dem Flachbandleiter 21 verklebt sein. Bei einer alternativen
5 Gestaltung ist die Abdeckfolie 27 nur mit dem Substrat 7 verklebt und liegt dem Flachbandleiter 21 unverbunden an.

Die Abdeckfolie 27 besteht aus einem elektrisch isolierenden Material, beispielsweise Kunststoff. Wie in Fig. 5 veranschaulicht, kann sich die Abdeckfolie 27 bis in die Anschlussdosen 3 hinein erstrecken, wobei die Endabschnitte 22 für eine elektrische Kontaktierung frei bleiben. Die Abdeckfolie 27 dient für einen mechanischen Schutz des Flachbandleiters 21, wobei zudem die Befestigung des Flachbandleiters 21 am Substrat 7 verstärkt wird.
15

In Fig. 6 ist anhand einer Aufsicht und Schnittdarstellung eine weitere Variante des Solarmoduls 1 dargestellt. Diese Variante unterscheidet sich von der in Fig. 5 gezeigten
20 Variante lediglich darin, dass der Flachbandleiter 21 über keine Isolierhülle 21 verfügt und mit dem Substrat 7 nicht verklebt ist. Eine Befestigung des Flachbandleiters 21 bzw. Metallbands 26 am Substrat 7 erfolgt nur durch die mit dem Substrat 7 verklebte Abdeckfolie 27. Bei einer möglichen
25 Ausgestaltung ist die Abdeckfolie 27 mit dem Metallband 26 verklebt. Bei einer alternativen Ausgestaltung ist die Abdeckfolie 27 mit dem Metallband 26 nicht verklebt. Im letztgenannten Fall ist es von Vorteil, wenn die beiden
30 Endabschnitte 22 jeweils in den Anschlussdosen 3 zumindest in den Richtungen der Banebene des Metallbands 6 bewegbar elektrisch kontaktiert sind, so dass das Metallband 26 thermische Volumenänderungen vollführen kann, ohne hierbei mechanische Spannungen zu erzeugen. Dies kann beispielsweise durch eine elektrische Kontaktierung durch die beiden
35 Federkontaktelemente 25 erreicht werden. Durch diese Maßnahme kann die Dauerhaltbarkeit verbessert sein.

Bei der in Fig. 6 gezeigten Variante verfügt die Abdeckfolie 27 des Flachbandleiters 21 über eine größere Breite, d.h. die die Abmessung der beiden seitlich überstehenden Folienbereiche 28 ist größer als jene des Flachbandleiters 21 in Fig. 5. Alternativ wäre es auch denkbar, dass die Breite der Abdeckfolie 27 geringer ist als jene des Flachbandleiters 21 von Fig. 5.

Die Erfindung stellt ein Solarmodul, insbesondere Dünnschichtsolarmodul, zur Verfügung, bei dem die Anschlussleiter zum Anschluss der Solarzellen an die Anschlusseinrichtungen in den Anschlussdosen unter Zwischenschaltung einer Freilaufdiode durch einen Flachbandleiter elektrisch miteinander verbunden sind. Der Flachbandleiter ermöglicht eine technisch einfach zu realisierende automatisierte Befestigung am Substrat, wobei der Flachbandleiter beispielsweise durch Verklebung zuverlässig und sicher mit dem Substrat verbunden werden kann.

Bezugszeichenliste

- 1 Solarmodul
- 2 Solarzelle
- 3 Anschlussdose
- 5 4 Anschlusskabel
- 5 Polanschluss
- 6 Freilaufdiode
- 7 Substrat
- 8 Absorberschicht
- 10 9 Rückelektrodenschicht
- 10 Halbleiterschicht
- 11 Pufferschicht
- 12 Frontelektrodenschicht
- 13 Einschnitt
- 15 14 Elektrodenbereich
- 15 Zwischenschicht
- 16 Deckscheibe
- 17 Anschlussleiter
- 18 Anschlussstelle
- 20 19 erste Anschlusseinrichtung
- 20 Leitung
- 21 Flachbandleiter
- 22 Endabschnitt
- 23 Isolierhülle
- 25 24 Anschlussstelle
- 25 zweite Anschlusseinrichtung
- 26 Metallband
- 27 Abdeckfolie
- 28 Folienbereich
- 30 29 Klebschicht
- 30 Metallfolie
- 31 Isolierfolie
- 32 Modulrand
- 33 Substratrand
- 35 34 Randversiegelung
- 35 Durchbrechung
- 36 Busbar

Patentansprüche

1. Solarmodul (1) mit einer Mehrzahl seriell verschalteter Solarzellen (2) zur photovoltaischen Energieerzeugung, mit
5 den folgenden Merkmalen:
- das Solarmodul verfügt über zwei Spannungsanschlüsse (+, -) gegensätzlicher Polarität, die jeweils durch einen Anschlussleiter (17) auf eine Modulaußenfläche (IV) geführt sind,
 - 10 - die beiden Anschlussleiter (17) sind jeweils an eine separate Anschlusseinrichtung (19) elektrisch angeschlossen, wobei sich jede Anschlusseinrichtung (19) in einem separaten Anschlussgehäuse (3) befindet,
 - die beiden Anschlussgehäuse (3) sind jeweils an der
15 Modulaußenfläche (IV) befestigt,
 - die beiden Anschlussleiter (17) sind unter Zwischenschaltung mindestens einer Freilaufdiode (6) elektrisch miteinander verbunden,
 - die beiden Anschlusseinrichtungen (19) sind durch ei-
20 nen zwischen den beiden Anschlussgehäusen (3) angeordneten Flachbandleiter (21), welcher an der Modulaußenfläche (IV) befestigt ist, elektrisch miteinander verbunden.
2. Solarmodul (1) nach Anspruch 1, bei welchem der Flach-
25 bandleiter (21) zumindest zwischen den beiden Anschlussgehäusen (3) von einer Hülle (23) aus einem elektrisch isolierenden Material umgeben ist.
3. Solarmodul (1) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, bei
30 welchem der Flachbandleiter (21) mit der Modulaußenfläche (IV) verklebt ist.
4. Solarmodul (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei
welchem der Flachbandleiter (21) von einer an der Modulau-
35 ßenfläche (IV) befestigten Abdeckung (27) aus einem elektrisch isolierenden Material abgedeckt ist.

5. Solarmodul (1) nach Anspruch 4, bei welchem die Abdeckung (27) mit der Modulaußenfläche (IV) verklebt ist.
6. Solarmodul (1) nach einem der Ansprüche 4 oder 5, bei
5 welchem die Abdeckung (27) mit dem Flachbandleiter (21) nicht verbunden ist.
7. Solarmodul (1) nach Anspruch 6, bei welchem der Flachbandleiter (21) mit den beiden Anschlussleitern (17) elekt-
10 risch so verbunden ist, dass er in Bandrichtung nicht festgelegt ist.
8. Solarmodul (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei welchem die Anschlusseinrichtungen (19) jeweils ein Kon-
15 taktelement, insbesondere ein Federkontaktelement (25), zur elektrischen Kontaktierung des Flachbandleiters (21) umfassen.
9. Solarmodul (1) nach Anspruch 8, bei welchem das Kontaktelement (25) dazu ausgebildet ist, bei der Befestigung
20 des Anschlussgehäuses (3) an der Modulaußenfläche (IV) selbsttätig in elektrischen Kontakt mit dem Flachbandleiter (21) zu gelangen.
10. Verfahren zur automatisierten Herstellung eines Solar-
25 moduls (1) mit einer Mehrzahl seriell verschalteter Solarzellen (2) zur photovoltaischen Energieerzeugung, wobei das Solarmodul über zwei Spannungsanschlüsse (+,-) gegensätzlicher Polarität verfügt, die jeweils durch einen Anschluss-
30 leiter (17) auf eine Modulaußenfläche (IV) geführt sind, wobei die beiden Anschlussleiter (17) jeweils an eine separate Anschlusseinrichtung (19) elektrisch angeschlossen sind, wobei sich jede Anschlusseinrichtung (19) in einem separaten Anschlussgehäuse (3) befindet, welches die fol-
35 genden Schritte umfasst:
- die beiden Anschlussgehäuse (3) werden jeweils an der Modulaußenfläche (IV) befestigt,

- die beiden Anschlusseinrichtungen (19) werden unter Zwischenschaltung einer Freilaufdiode (6) durch einen zwischen den beiden Anschlussgehäusen (3) angeordneten Flachbandleiter (21) elektrisch miteinander verbunden, wobei der
5 Flachbandleiter (21) an der Modulaußenfläche (IV) befestigt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, bei welchem der Flachbandleiter (21) mit der Modulaußenfläche (IV) verklebt wird.
10

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 oder 11, bei welchem eine den Flachbandleiter (21) abdeckende Abdeckung (27) an der Modulaußenfläche (IV) befestigt wird.

15 13. Verfahren nach Anspruch 12, bei welchem der Flachbandleiter (21) durch die Abdeckung (27) an der Modulaußenfläche (IV) befestigt wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, bei welchem bei der Befestigung der Anschlussgehäuse (3) an der
20 Modulaußenfläche (IV) Kontaktelemente (25) selbsttätig in elektrischen Kontakt mit dem Flachbandleiter (21) gebracht werden.

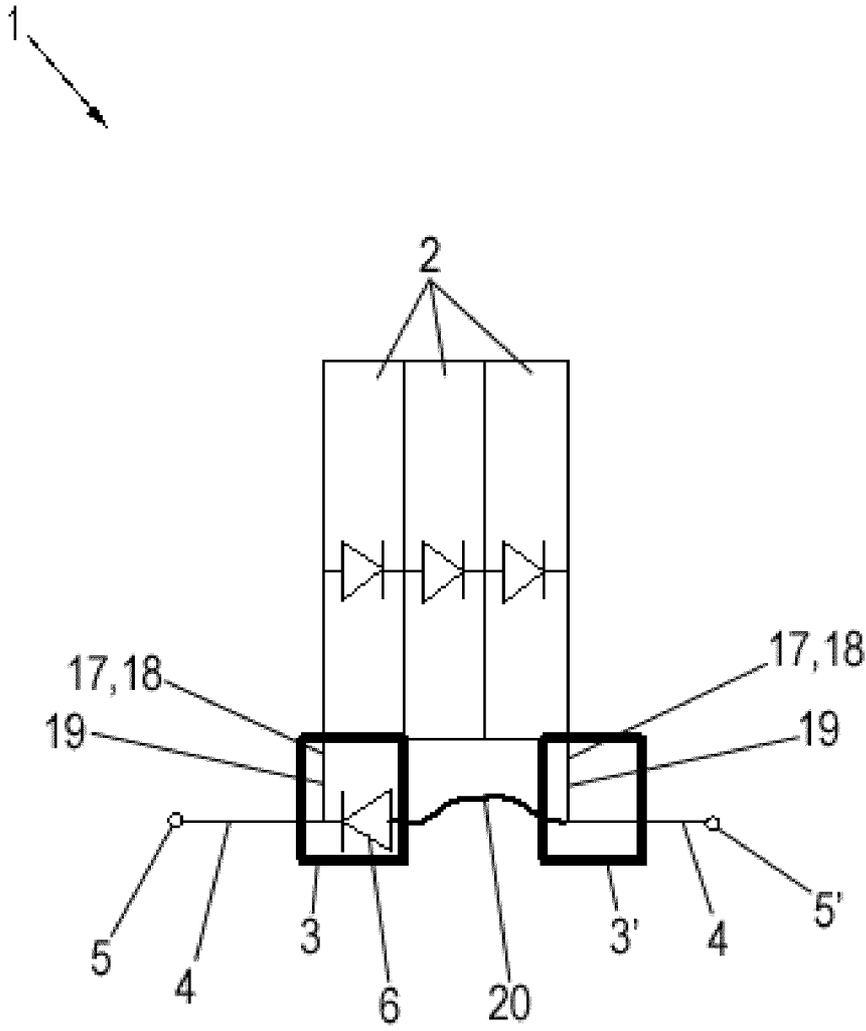


FIG. 1

2/8

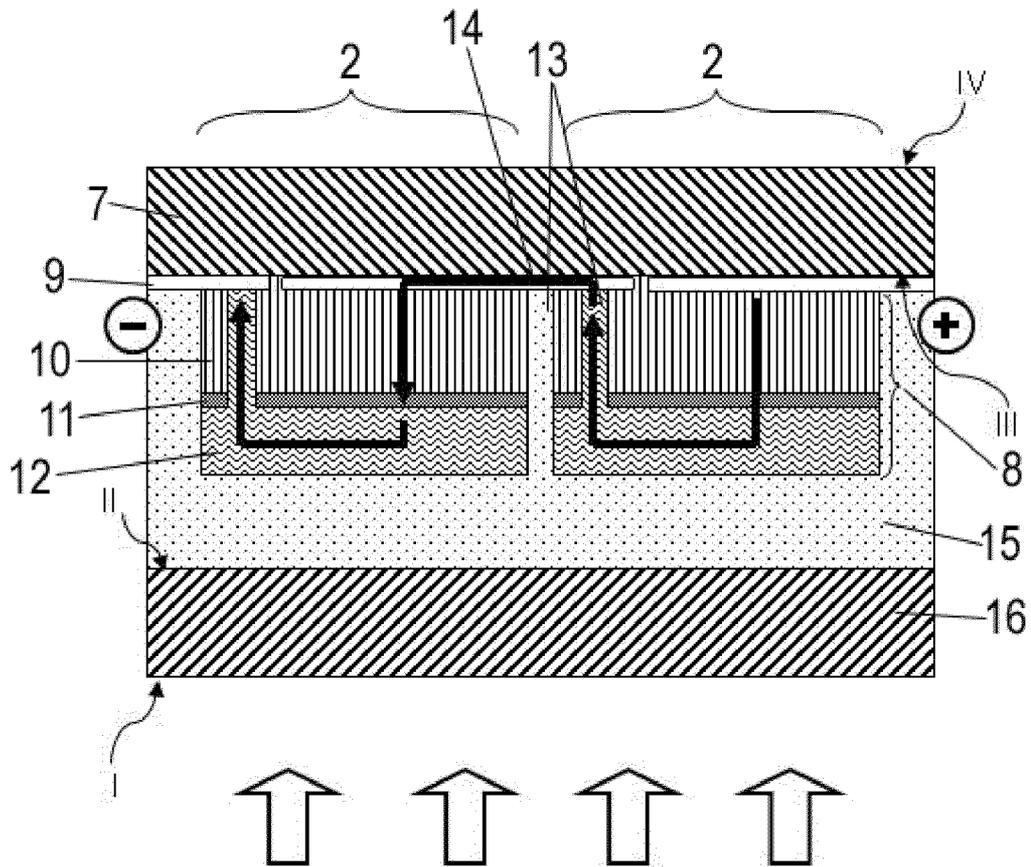


FIG. 2

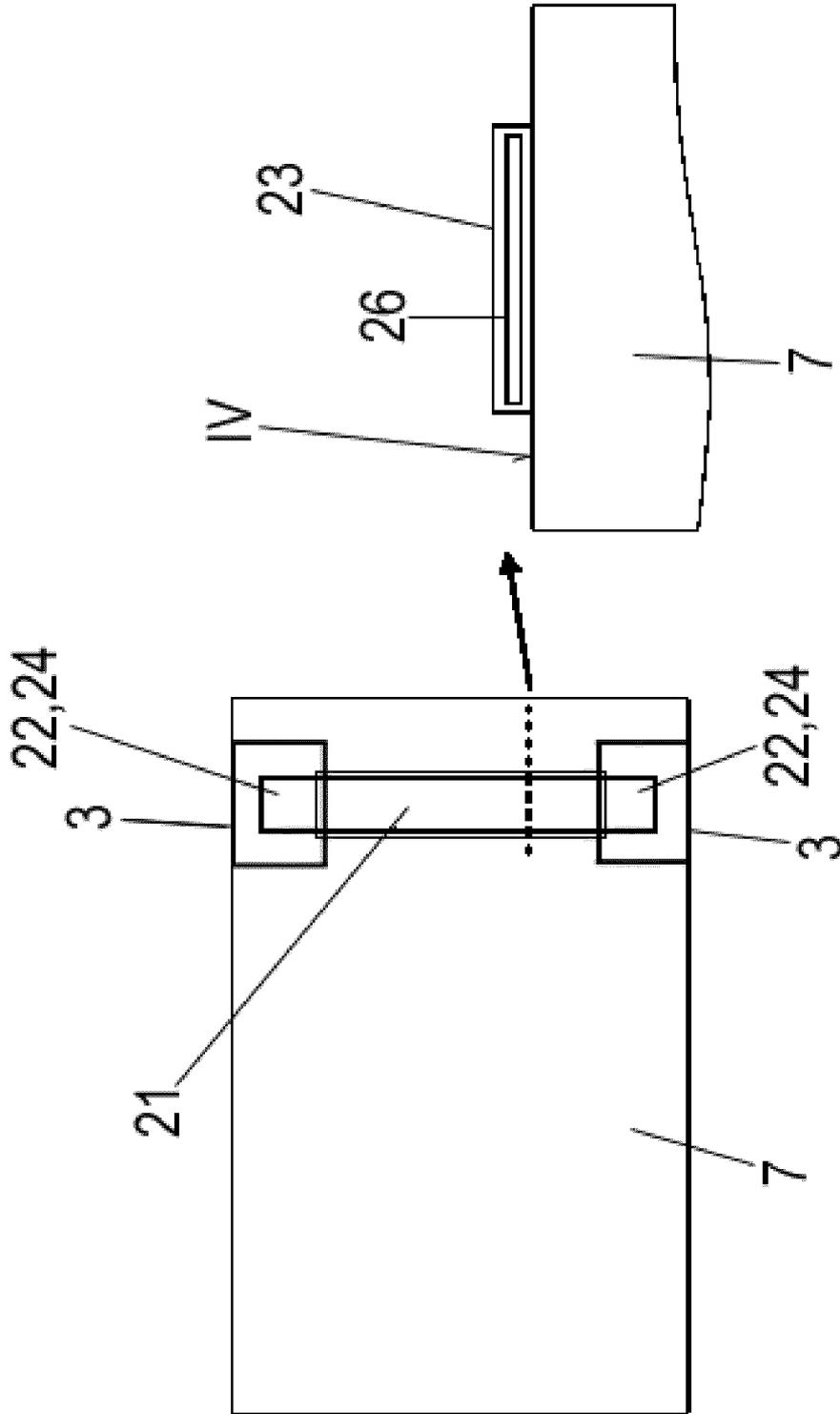


FIG. 3

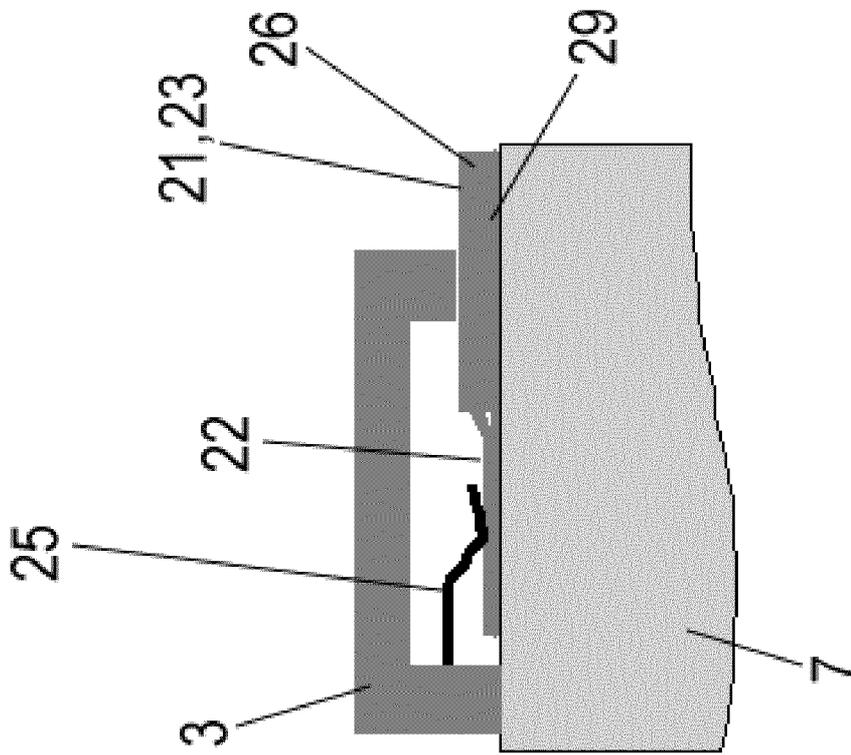


FIG. 4

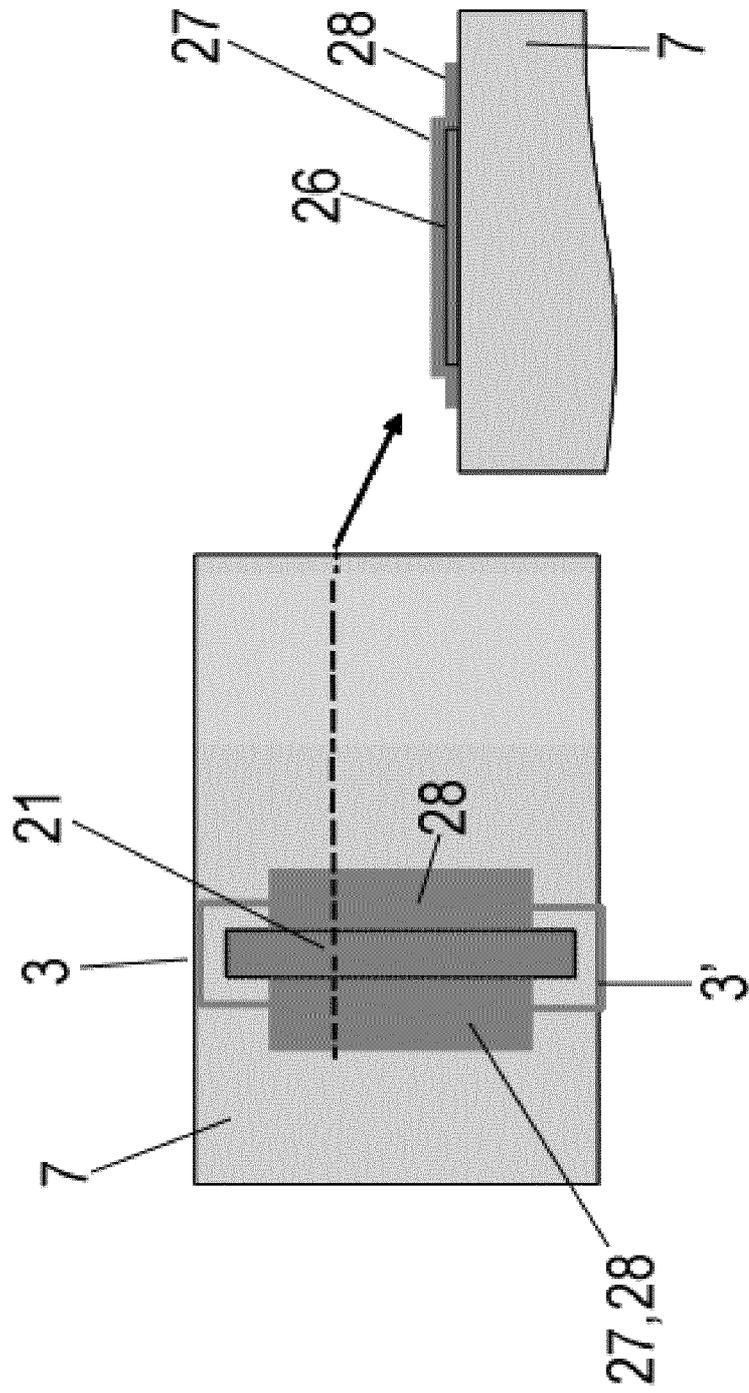


FIG. 6

7/8

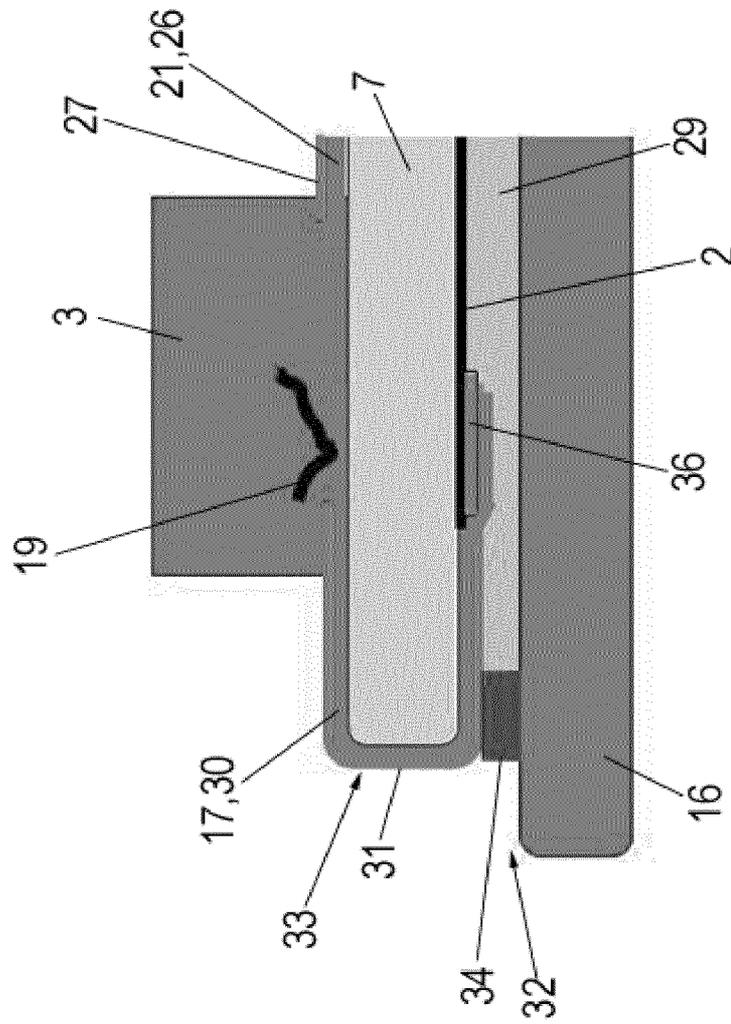


FIG. 7

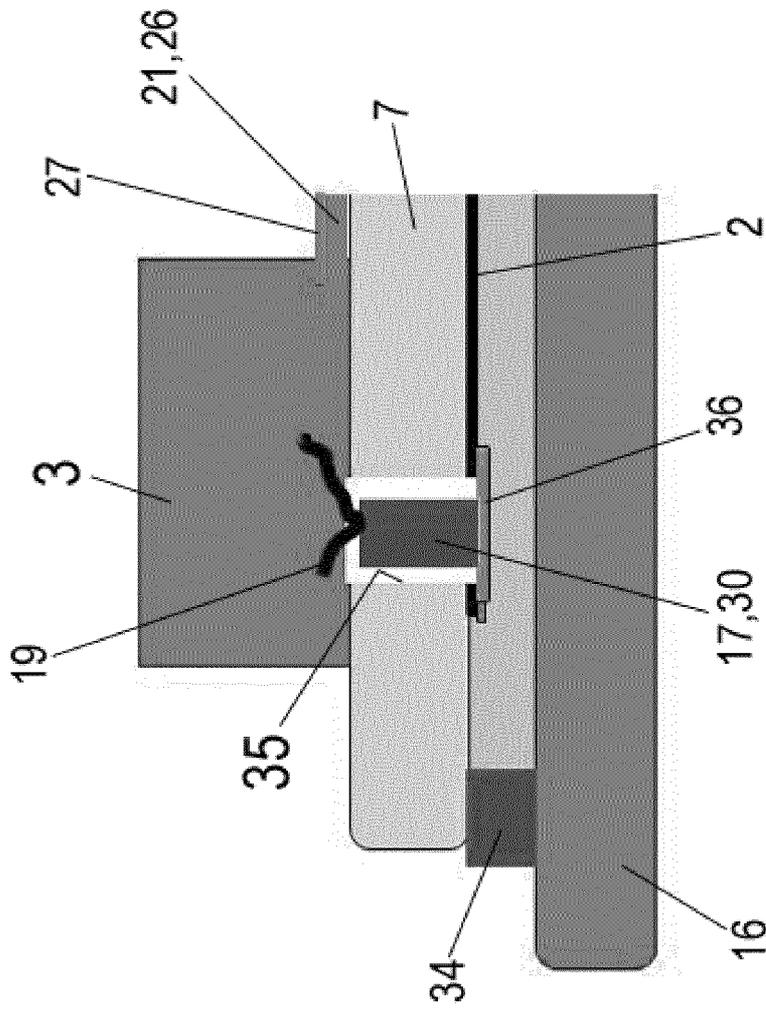


FIG. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/070706

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01L31/02 H01L31/048
ADD.
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01L H02G

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2009/134939 A2 (ADVENT SOLAR INC [US]; MEAKIN DAVID H [US]; GEE JAMES M [US]; SOUTHIMA) 5 November 2009 (2009-11-05) cited in the application	1-4,6, 10-12
A	page 9, line 4 - line 15 page 11, line 13 - page 14, line 27 figures 8B, 9	5,7-9, 13,14
X	DE 10 2009 041968 A1 (TELEGAERTNER GERAETEBAU GMBH [DE]) 7 April 2011 (2011-04-07) cited in the application	1-4, 6-12,14
A	paragraph [0009] - paragraph [0011] paragraph [0017] paragraph [0060] - paragraph [0063] figure 10	5,13
	----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 31 January 2013	Date of mailing of the international search report 12/02/2013
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Bruckmayer, Manfred

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/070706

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2009/114262 A1 (ADRIANI PAUL M [US] ET AL) 7 May 2009 (2009-05-07)	1-4,6, 10-12
Y	paragraph [0038] - paragraph [0058]	5,13
A	figures 6, 9, 10	7-9,14

Y	US 4 577 051 A (HARTMAN ROBERT A [US]) 18 March 1986 (1986-03-18)	5,13
A	column 3, line 19 - column 4, line 23 figures 1, 2	1,10

A	JP 2009 295615 A (FURUKAWA ELECTRIC CO LTD; FURUKAWA AUTOMOTIVE SYS INC; TOYOTA MOTOR CO) 17 December 2009 (2009-12-17)	1,2,10
	paragraph [0012] - paragraph [0013] paragraph [0025] - paragraph [0028] figures 1, 2, 4	

A	EP 2 352 178 A1 (SAINT GOBAIN [FR]) 3 August 2011 (2011-08-03)	1,2,10
	paragraph [0021] - paragraph [0026]	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/070706

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
WO 2009134939	A2	05-11-2009	CN 102113130 A	29-06-2011
			EP 2289110 A2	02-03-2011
			JP 2011519182 A	30-06-2011
			KR 20110008284 A	26-01-2011
			TW 201003948 A	16-01-2010
			US 2010012172 A1	21-01-2010
			US 2011067751 A1	24-03-2011
			US 2012167986 A1	05-07-2012
			WO 2009134939 A2	05-11-2009

DE 102009041968	A1	07-04-2011	NONE	

US 2009114262	A1	07-05-2009	NONE	

US 4577051	A	18-03-1986	AU 591638 B2	14-12-1989
			AU 4761385 A	10-04-1986
			BR 8504769 A	22-07-1986
			CA 1250360 A1	21-02-1989
			EP 0177300 A2	09-04-1986
			ES 8700801 A1	16-01-1987
			IN 164701 A1	13-05-1989
			JP 61084874 A	30-04-1986
			MX 158501 A	09-02-1989
			US 4577051 A	18-03-1986
			ZA 8507295 A	28-05-1986

JP 2009295615	A	17-12-2009	NONE	

EP 2352178	A1	03-08-2011	CN 102714248 A	03-10-2012
			EP 2352178 A1	03-08-2011
			EP 2529412 A2	05-12-2012
			US 2012285502 A1	15-11-2012
			WO 2011092237 A2	04-08-2011

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H01L31/02 H01L31/048
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 H01L H02G

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2009/134939 A2 (ADVENT SOLAR INC [US]; MEAKIN DAVID H [US]; GEE JAMES M [US]; SOUTHIMA) 5. November 2009 (2009-11-05) in der Anmeldung erwähnt	1-4,6, 10-12
A	Seite 9, Zeile 4 - Zeile 15 Seite 11, Zeile 13 - Seite 14, Zeile 27 Abbildungen 8B, 9	5,7-9, 13,14
X	DE 10 2009 041968 A1 (TELEGAERTNER GERAETEBAU GMBH [DE]) 7. April 2011 (2011-04-07) in der Anmeldung erwähnt	1-4, 6-12,14
A	Absatz [0009] - Absatz [0011] Absatz [0017] Absatz [0060] - Absatz [0063] Abbildung 10	5,13
	----- -/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

31. Januar 2013

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

12/02/2013

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Bruckmayer, Manfred

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2009/114262 A1 (ADRIANI PAUL M [US] ET AL) 7. Mai 2009 (2009-05-07)	1-4,6, 10-12
Y	Absatz [0038] - Absatz [0058]	5,13
A	Abbildungen 6, 9, 10	7-9,14

Y	US 4 577 051 A (HARTMAN ROBERT A [US]) 18. März 1986 (1986-03-18)	5,13
A	Spalte 3, Zeile 19 - Spalte 4, Zeile 23 Abbildungen 1, 2	1,10

A	JP 2009 295615 A (FURUKAWA ELECTRIC CO LTD; FURUKAWA AUTOMOTIVE SYS INC; TOYOTA MOTOR CO) 17. Dezember 2009 (2009-12-17) Absatz [0012] - Absatz [0013] Absatz [0025] - Absatz [0028] Abbildungen 1, 2, 4	1,2,10

A	EP 2 352 178 A1 (SAINT GOBAIN [FR]) 3. August 2011 (2011-08-03) Absatz [0021] - Absatz [0026]	1,2,10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/070706

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2009134939 A2	05-11-2009	CN 102113130 A	29-06-2011
		EP 2289110 A2	02-03-2011
		JP 2011519182 A	30-06-2011
		KR 20110008284 A	26-01-2011
		TW 201003948 A	16-01-2010
		US 2010012172 A1	21-01-2010
		US 2011067751 A1	24-03-2011
		US 2012167986 A1	05-07-2012
		WO 2009134939 A2	05-11-2009

DE 102009041968 A1	07-04-2011	KEINE	

US 2009114262 A1	07-05-2009	KEINE	

US 4577051 A	18-03-1986	AU 591638 B2	14-12-1989
		AU 4761385 A	10-04-1986
		BR 8504769 A	22-07-1986
		CA 1250360 A1	21-02-1989
		EP 0177300 A2	09-04-1986
		ES 8700801 A1	16-01-1987
		IN 164701 A1	13-05-1989
		JP 61084874 A	30-04-1986
		MX 158501 A	09-02-1989
		US 4577051 A	18-03-1986
		ZA 8507295 A	28-05-1986

JP 2009295615 A	17-12-2009	KEINE	

EP 2352178 A1	03-08-2011	CN 102714248 A	03-10-2012
		EP 2352178 A1	03-08-2011
		EP 2529412 A2	05-12-2012
		US 2012285502 A1	15-11-2012
		WO 2011092237 A2	04-08-2011
