

(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  
23. Juni 2011 (23.06.2011)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2011/073423 A2**

- (51) Internationale Patentklassifikation:  
*H01L 31/048* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2010/070150
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
17. Dezember 2010 (17.12.2010)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
10 2009 059 105.2  
18. Dezember 2009 (18.12.2009) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **SCHOTT AG** [DE/DE]; Hattenbergstraße 10, 55122 Mainz (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **NATTERMANN, Kurt** [DE/DE]; Am Sportfeld 12, 55437 Ockenheim (DE). **WEBER, Urban** [DE/DE]; Rosenweg 4, 55413 Weiler bei Bingen (DE). **ENGELMANN, Harry** [DE/DE]; Eisenacher Straße 12, 55128 Ingelheim (DE). **ZACHMANN, Peter** [DE/DE]; Karl-Liebknecht-Straße 13, 67574 Osthofen (DE). **SCHWIRTLICH, Ingo** [DE/DE]; Josef-Wirth-Str. 36, 63897 Miltenberg (DE). **FLIEDNER, Uwe** [DE/DE]; Bahnhofstraße 50F, 63801 Kleinostheim (DE).
- (74) Anwalt: **HROVAT, Andrea**; Fuchs Patentanwälte, Patentanwältin, Westhafenplatz 1, 60327 Frankfurt am Main (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, 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, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SOLAR PANELS HAVING IMPROVED CORROSION PROPERTIES

(54) Bezeichnung : SOLARMODULE MIT VERBESSERTEN KORROSIONSEIGENSCHAFTEN

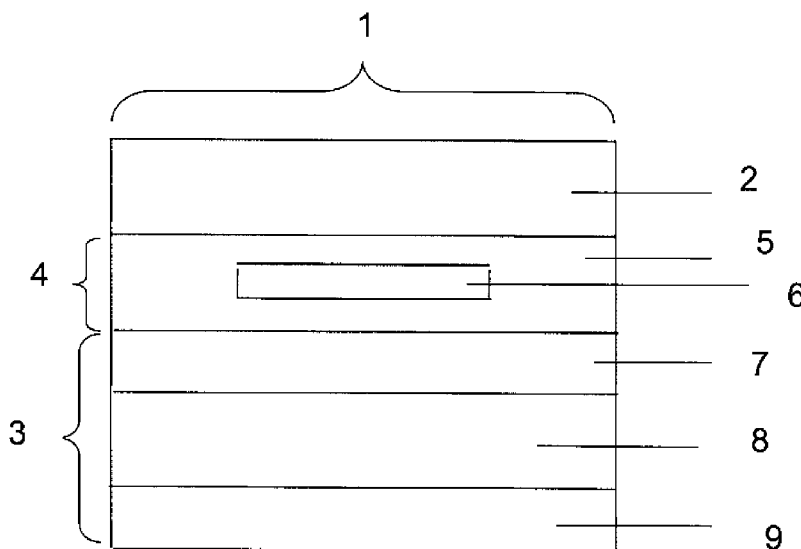


Abb. 2

(57) Abstract: The invention relates to solar panels (1) comprising a front panel (2), an intermediate layer (4) in which solar cells (6) are embedded, and at least one rear film (3). Due to the specific nature of at least one rear film, said solar panels have a longer service life. The solar panels furthermore are advantageous in that they can be produced in a cost-effective and simple manner.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft Solarmodule (1) umfassend eine Frontscheibe (2), eine Zwischenschicht (4), in welche Solarzellen (6) eingebettet sind, und mindestens eine Rückseitenfolie (3). Diese Solarmodule weisen, aufgrund der besonderen Beschaffenheit mindestens einer Rückseitenfolie, eine längere Lebensdauer auf. Des Weiteren haben die Solarmodule den Vorteil, dass sie kosteneffizient und einfach herstellbar sind.

WO 2011/073423 A2



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)*

- 1 -

## **Solarmodule mit verbesserten Korrosionseigenschaften**

Die vorliegende Erfindung betrifft Solarmodule, die aufgrund der besonderen  
5 Beschaffenheit von mindestens einer ihrer Rückseitenfolien eine verlängerte  
Lebensdauer aufweisen.

Solarmodule können z.B. einen Aufbau gemäß Abbildung 1 haben. Demnach  
können Solarmodule eine Frontscheibe 2, eine Zwischenschicht 4 und Rücksei-  
10 tenfolien 3 umfassen. Mindestens zwei Rückseitenfolien können als Laminat  
vorliegen.

Die Zwischenschicht 4 setzt sich wie in Abbildung 2 gezeigt meist aus (einer)  
Einbettungsmaterialschicht(en) 5 sowie den Solarzellen 6 zusammen. Die Ein-  
15 bettungsmaterialschichten 5 können auch Lamine sein, also aus mehreren  
Einzelschichten bestehen. Die Rückseitenfolien 3 schließen üblicherweise an  
die Zwischenschicht 4 an. Die Rückseitenfolien setzen sich, wie in Abbildung 2  
gezeigt, beispielsweise aus einer witterungsbeständigen Folie 7, einer Isolati-  
onsfolie 8 und einer weiteren witterungsbeständigen Folie 9 zusammen.

20 Die erfindungsgemäßen Solarmodule weisen grundsätzlich einen ähnlichen  
Aufbau auf. Sie zeichnen sich durch eine besondere Beschaffenheit von min-  
destens einer Rückseitenfolie aus, was zu erheblich vorteilhaften Eigenschaften  
führt.

25 Solarzellen zur direkten Umwandlung von Sonnenenergie in elektrischen Strom  
sollten zum mechanischen Schutz, z.B. vor Hagel, Beschädigungen bei der  
Montage oder Wartung, zum Schutz vor korrosiven Umgebungseinflüssen sowie  
zum Erzielen der erforderlichen elektrischen Sicherheit, eingeschlossen werden.  
30 Die wesentlichen Komponenten für das Einschließen (auch Einkapseln) sind

- 2 -

eine transparente Frontscheibe, Einbettungsmaterialien, in welche die Solarzellen eingebettet oder eingegossen sind, und die zumindest zwischen der Frontscheibe und den Solarzellen transparent sind, und eine Rückseitenfolie auf der Solarmodulrückseite. Der Verbund aus Frontscheibe, Einbettungsmaterialien, Solarzellen, integrierten Komponenten und Rückseitenfolien sowie ggf. einem Rahmen wird als Solarmodul bezeichnet. Transparent im hiesigen Kontext bedeutet, dass ein Material durchlässig für elektromagnetische Strahlung ist, wobei diese Strahlung Wellenlängen aufweist, die es zulassen, dass die elektromagnetische Strahlung mittels den in die Solarmodule integrierten Solarzellen in elektrische Energie umgewandelt werden kann.

Frontscheiben bestehen üblicherweise aus Natronsilikatgläsern mit einer Dicke von mehreren mm, so dass die erforderliche Tragfähigkeit erzielt werden kann und die Frontscheibe zum Erhöhen der mechanischen Festigkeit geeignet ist.

Als Einbettungsmaterialien eignen sich Polymermaterialien, wie z.B. EVA (Ethylen-Vinyl-Acetat), das relativ preiswert ist. Die Einbettungsmaterialien werden üblicherweise in Form von Folien mit Dicken von beispielsweise 0,4 bis 0,8 mm verwendet. EVA hat als Einkapselungsmaterial allerdings mehrere Nachteile, die sich auf die Qualität der Module auswirken:

- EVA enthält als Vernetzungsstarter ein Peroxid. Das beim Laminierprozess nicht verbrauchte Peroxid kann das EVA zersetzen und andere Komponenten im Solarmodul oxidieren.
- EVA bildet bei den relativ hohen Verarbeitungstemperaturen (Laminiertemperaturen bis 150°C) Essigsäure und Acetate, die andere Komponenten, beispielsweise metallische Komponenten, im Solarmodul korrodieren können.
- EVA setzt des Weiteren während des Betriebs der Solarmodule korrosive Zerfallsprodukte frei. Ursache hierfür können thermo-oxidative (Oxidation

- 3 -

durch Wärme), photo-oxidative (Oxidation durch UV-Strahlung des Sonnenlichtes) und chemische Prozesse, beispielsweise bedingt durch besagte Peroxid-Rückstände, sein.

- 5 Dabei wird vermutet, dass bei den chemischen und photo-oxidativen Prozessen auch die in der Folie befindliche Feuchtigkeit eine Rolle spielen könnte.

Im Vergleich zum Einbettungsmaterial EVA können ähnliche negative Effekte in anderen transparenten Einbettungsmaterialien für Solarmodule, wie z.B. PVB  
10 (Polyvinyl-Butyral), auftreten.

Es sind viele Typen von Rückseitenfolien bekannt, wie beispielsweise TPT®-Laminat (Tedlar-PET-Tedlar, Tedlar = Polyvinylfluorid (PVF); PET = Polyethylentetraphthalat) und TAP® - Laminat (Tedlar-Aluminium-PET). Die  
15 Rückseitenfolien müssen mehrere Funktionen erfüllen, insbesondere die elektrische Isolierung der Solarzellen gegen äußere Einflüsse, den Schutz der Solarzellen vor Umwelteinflüssen sowie den mechanischen Schutz der Solarzelle. Eine weitere Anforderung an Rückseitenfolien aus Polymermaterialien entsteht durch den Laminierprozess, da bei den hohen Laminiertemperaturen (bei EVA  
20 beträgt diese in der Regel 140°C und mehr) auch die Rückseitenfolien erweichen. Dadurch entsteht die Gefahr eines Durchstechens der Rückseitenfolie(n) mit den elektrischen Verdrahtungen der Solarzellen, was zu einem Verlust der elektrischen Sicherheit führt. Die Folienmaterialien sollten also auch bei den besagten Temperaturen möglichst wenig erweichen.

25

Die bekannten Rückseitenfolien haben den Nachteil, hohe Permeationsbarrieren für die in den Solarmodulen vorhandenen bzw. entstehenden Zerfallsprodukte darzustellen.

- 4 -

In der Vergangenheit sind viele Versuche unternommen worden, die Konzentration von korrosiven Substanzen in Solarmodulen zu vermindern. US 5,447,576 beschreibt einen Aufbau und ein Verfahren für die Einkapselung von Solarzellen. Es soll die thermisch bedingte Verfärbung herabgesetzt werden. Das Einbettungsmaterial, wie z.B. EVA, wird mit sogenannten Lichtstabilisatoren dotiert. Eine Analyse der Wirkungsmechanismen von Stabilisatoren zeigt, dass diese überwiegend als selektive Absorber und Oxidanten wirken. Das Einbettungsmaterial spaltet dennoch korrosive Zerfallsprodukte ab, die sich an der Frontscheibe niederschlagen.

10

DE 698 19 157 T2 offenbart ein für Solarmodule vorgesehenes Einkapselungsmaterial in Form eines wenigstens dreischichtigen Laminats aus Metallocen-Polyethylen und Polyethylen-Copolymeren, wobei die äußeren dünnen Schichten des Laminats UV-Stabilisatoren gegen thermo-oxidativen und photo-oxidativen Zerfall enthalten. Diese Einbettungsmaterialien sind teurer als z.B. EVA oder PVB. Trotz der Verwendung von UV-Stabilisatoren findet auch bei solchen durchsichtigen Polymermaterialien unter dem Einfluss von UV-Licht über längere Zeit eine gewisse Zersetzung statt, auch bedingt durch die Anwesenheit korrodierender Substanzen.

20

US 2008/185033 beschreibt ein Solarmodul, in dem zur Erhöhung des solaren Wirkungsgrads zwischen Einbettungsmaterial und der Rückseitenfolie eine reflektierende Folie eingebettet ist. Diese Folie kann in der Form eines gemeinsamen Laminats mit der Rückseitenfolie dauerhaft verbunden sein. Diese reflektierende Folie ist für die im Solarmodul entstehenden Spaltprodukte vollständig undurchlässig. Um die entstehenden Spaltprodukte entfernen zu können, wird die reflektierende Folie in bestimmten Flächenbereichen perforiert. Diese Perforation besteht aus 10 bis 1000 Löchern pro  $\text{cm}^2$  mit einem Durchmesser von 1 bis 10  $\mu\text{m}$  und befindet sich nur in bestimmten, nämlich zentralen Bereichen unter den Solarzellen. Diese Solarmodule weisen wesentliche Nachteile auf. Die

30

– 5 –

angegebenen Lochdurchmesser und –dichten lassen sich nur für sehr dünne Folien technisch verwirklichen. Derartig kleine Löchere im  $\mu\text{m}$ -Bereich sind störanfällig, mindern die Festigkeit und Steifigkeit der Folie, und führen zu einer verminderten mechanischen Stabilität des gesamten Solarmoduls. Zudem müssen die sehr klein ausgestalteten Löcher in einer sehr großen Anzahl vorliegen, wie gesagt zu bis zu 1000 Löchern pro  $\text{cm}^2$  der Folie. Zudem befindet sich die reflektierende (metallische) Folie im engen und großflächigen Kontakt zum Einbettungsmaterial, beispielsweise EVA, welches eine nicht vernachlässigbare elektrische Leitfähigkeit aufweist. Dadurch entsteht die Gefahr von elektrischen Kurzschlüssen oder von leistungsmindernden Kriechschlüssen im Modul. Ferner kann die reflektierende Folie ihre Funktion nur dann erfüllen, wenn sie im Bereich der Zwischenräume nicht perforiert ist. Dies ist jedoch fertigungstechnisch aufwändig, da die Folien beim Laminieren der Module üblicher Weise stark anisotrop schrumpfen, und es somit schwierig wird, die Folien vor dem Laminieren entsprechend zurechtzuschneiden und genau einzupassen.

WO 05/035 243 A1 beschreibt Rückseitenfolien für Solarmodule, die aus einem Laminat aus einer witterungsfesten PVF- oder PVDF-Folie (Polyvinyliden-Fluorid) und wenigstens einer weiteren Folie bestehen. Dieses Laminat hat den Nachteil, dass es einen hohen Permeationswiderstand für korrosive Produkte in den Solarmodulen aufweist.

WO 03/107 438 A1 offenbart eine für Solarmodule vorgesehene Rückseitenfolie, die eine deutlich höhere Schmelztemperatur als die Einkapselungsmaterialien aufweist, so dass das Risiko eines Durchstechens der Folie vermindert wird. Die Folie besteht des Weiteren aus Ionomer/Nylon-Kompositen, Zn-Ionomeren oder Sorlyn®-Folien. Die beschriebenen Rückseitenfolien haben, wie andere aus dem Stand der Technik bekannte, den Nachteil, dass sie einen hohen Permeationswiderstand für korrosive Zerfallsprodukte in dem Solarmodul aufweisen. Die derzeit verfügbaren Einbettungsmaterialien führen daher zur Suche

– 6 –

nach Methoden zur Entfernung der korrosiven Zerfallsprodukte aus dem Solar-  
modul. Das Entfernen der korrosiven Substanzen durch die Frontscheibe hin-  
durch ist nicht möglich. Das Entfernen der korrosiven Zerfallsprodukte über die  
Modulränder ist bei großen Modulen durch die langen Diffusionswege ineffizient.  
5 Das Entfernen der korrosiven Substanzen über die Rückseitenfolie ist bei heute  
eine ungelöste Aufgabe.

Es besteht demnach ein hoher Bedarf an Solarmodulen, in welchen die Kon-  
zentration von korrosiven Substanzen vermindert ist. Korrosionsfördernde Sub-  
10 stanzen sollen entweichen können, wobei die dazu notwendigen technischen  
Maßnahmen einfach und ökonomisch umsetzbar sein sollen. Es sollten also  
Solarmodule zur Verfügung stehen, die einerseits kosteneffizient und einfach  
herstellbar sind, und die zudem eine längere Lebensdauer haben.

15 Es ist gemäß der vorliegenden Erfindung überraschenderweise gelungen, diese  
Aufgabe zu lösen. Die Rückseitenfolie(n) kann/können korrosive Substanzen  
aus den Solarmodulen entweichen lassen und sind unempfindlich gegenüber  
Umwelteinflüssen. Ferner ist ein mechanischer Schutz gewährleistet.

20 Die Schmelztemperatur der Folienausgangsmaterialien ist für den  
Laminierprozess geeignet. Alle erfindungsgemäß vorteilhaften Eigenschaften  
können durch kostengünstige Maßnahmen erzielt werden, somit ist ein erfin-  
dungsgemäßes Solarmodul einfach und kostengünstig herstellbar, bei verlän-  
gerter Lebensdauer.

25

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Solarmodul, umfassend eine Frontscheibe,  
eine Zwischenschicht, in welche Solarzellen eingebettet sind, und mindestens  
eine Rückseitenfolie, wobei mindestens eine Rückseitenfolie perforiert ist. Vor-  
zugsweise sind die Löcher der Perforation kreisförmig und weisen einen Radius  
30 von mindestens 0,2 mm und höchstens 1 mm auf.

- 7 -

Das erfindungsgemäße Solarmodul hat eine ausreichende Tragfähigkeit, hohe thermische Stabilität neben der verminderten Konzentration an korrosiven Substanzen innerhalb des Moduls. Liegt in dem Modul ein Rückseitenfolienlaminat vor, so ist mindestens eine Teilfolie perforiert.

Ferner ist es vorteilhaft, wenn diejenige Rückseitenfolie, welche die größte Diffusionsbarriere für korrosive Zerfallsprodukte der verwendeten Kunststoffmaterialien aufweist, Löcher aufweist. Der Fachmann wird je nach Gegebenheit das Loch entsprechend ausgestalten, was eine geeignete Form abweichend von der bevorzugten Ausführungsform erlaubt.

Es ist erfindungsgemäß bevorzugt, dass der Radius der Löcher mindestens 0,2 mm beträgt, so dass eine ausreichend große Fläche für den Gasaustausch bereitsteht. Bevorzugt beträgt der Radius der Löcher mehr als 0,5 mm, um ein Verstopfen, z.B. durch Schmutzpartikel, zu vermindern. Ein Radius der Löcher von 0,7 mm ist erfindungsgemäß weiter bevorzugt, wodurch sich das Durchdringen von Schmutzpartikeln, beispielsweise bis hin zu den Einbettungsmaterialschichten, vermindern lässt.

Es ist erfindungsgemäß bevorzugt, dass der Radius der Löcher höchstens 1 mm beträgt, so dass die Festigkeit der Folie erhalten bleibt. Ferner lassen sich dadurch Unebenheiten auf der Modulrückseite, die durch verwendete Serienverbinder verursacht werden, ausgleichen. Serienverbinder sind elektrische Verbinder zwischen den Zellen. Sie bestehen in der Regel aus verzinnem Kupfer mit rechteckigem Querschnitt.

Es ist erfindungsgemäß bevorzugt, dass ein Loch in mindestens einer Rückseitenfolie des Solarmoduls eine Fläche von 0,1 mm<sup>2</sup> bis 3,3 mm<sup>2</sup>, vorzugsweise 0,25 mm<sup>2</sup> bis 3 mm<sup>2</sup>, aufweist. Sofern das Loch eine Fläche von 0,7 mm<sup>2</sup> bis 1,6

mm<sup>2</sup> aufweist, welcher Bereich weiter bevorzugt ist, können einerseits die korrosiven Zerfallsprodukte aus dem Solarmodul entweichen, andererseits kann ein Verstopfen der Löcher, z.B. durch Schmutz, vermindert werden. Eine solche Ausführungsform ist, wie gesagt, weiter bevorzugt.

5

Es ist erfindungsgemäß auch bevorzugt, dass die Dichte der Löcher in mindestens einer Rückseitenfolie des Solarmoduls mindestens 0,02 cm<sup>-2</sup> und höchstens 0,2 cm<sup>-2</sup> beträgt. Bevorzugt ist die Dichte der Löcher zwischen 0,04 cm<sup>-2</sup> und 0,1 cm<sup>-2</sup>. Es können einerseits korrosive Zerfallsprodukte aus dem Solar-  
10 modul entweichen und andererseits kann die Verstopfung der Löcher vermindert werden.

Die Löcher sind im Wesentlichen regelmäßig angeordnet und können z.B. in rechteckiger oder hexagonaler Anordnung vorliegen. Die Hexagonalanordnung  
15 wird bevorzugt, da diese Ausführungsform im Vergleich zur Rechteckanordnung der Löcher eine höhere Reißfestigkeit aufweist. Zudem kann auch bei einer geringeren Lochdichte dieselbe Permeationswirkung im Hinblick auf das Entweichen von korrosiven Substanzen erreicht werden. Abbildung 3 zeigt das Prinzip.

20

Erfindungsgemäß bevorzugt ist der gesamte Bereich der Rückseitenfolie, der der Abdeckung dient, mit einer entsprechenden Anordnung der Löcher, auch Perforation genannt, versehen.

25 Das erfindungsgemäße Solarmodul weist bevorzugt mindestens eine witterungsbeständige Folie und eine Isolationsfolie auf. Beide Arten von Folien sind Rückseitenfolien. Diese Rückseitenfolien können zueinander unterschiedlich angeordnet sein. Beispielsweise können zwei witterungsbeständige Rückseitenfolien jeweils auf einer Seite der Isolationsfolie angeordnet sein. In einer erfindungsgemäß weiter bevorzugten Ausführungsform ist der Aufbau „witterungs-  
30

beständige Folie, Isolationsfolie, witterungsbeständige Folie“ symmetrisch, d.h. die witterungsbeständigen Folien sind auf jeweils einer Seite der Isolationsfolie angeordnet und weisen dabei die gleiche Dicke auf, wie in Abbildung 2 dargestellt.

5

Es ist erfindungsgemäß bevorzugt, dass die witterungsbeständige Folie oder beide witterungsbeständigen Folien erfindungsgemäß mit Löchern versehen und damit für korrosive Substanzen, insbesondere Essigsäure, durchlässig sind. Die bevorzugten Dicken der witterungsbeständigen Folien liegen zwischen 10 bis 100  $\mu\text{m}$ - und weisen dadurch an sich eine geringe Diffusionsbarriere für korrosive Substanzen auf. Somit kann die Dichte der Löcher pro  $\text{cm}^2$  der Folie im erfindungsgemäß bevorzugten Bereich liegen. Gleiches gilt für die Fläche der Löcher. Je kleiner diese beiden Werte gehalten werden können, umso besser ist die Reißfestigkeit der Folien, was als vorteilhaft zu bewerten ist.

15

Es ist auch bevorzugt, dass das erfindungsgemäße Solarmodul eine mit Löchern versehene Isolationsfolie aufweist, so dass die Diffusionsbarriere für korrosive Substanzen weiter herabgesetzt werden kann. Sofern zusätzlich mindestens eine witterungsbeständige Folie mit Löchern versehen ist, kann die Diffusionsbarriere zusätzlich noch weiter verringert werden. Im Sinne der Erfindung soll insbesondere die korrodierend wirkende Essigsäure aus dem Solarmodul entweichen. Gemäß einer besonderen Ausführungsform der Erfindung ist die äußerste witterungsbeständige Folie unperforiert. So kann dem Eindringen von Schmutzpartikeln hervorragend vorgebeugt werden kann.

25

Erfindungsgemäß ist also wenigstens eine Rückseitenfolie perforiert. Es ist ferner bevorzugt, dass die Frontscheibe des Solarmoduls nicht perforiert ist. In einer Ausführungsform ist die Zwischenschicht nicht perforiert. In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist die Rückseitenfolie die einzige perforierte Schicht im Solarmodul. Perforiert soll dabei bedeuten, dass die jeweilige

30

- 10 -

Schicht eine Vielzahl von Löchern aufweist. Sofern eine Schicht beispielsweise nur ein einzelnes Loch aufweist, um z.B. einen elektrischen Kontakt herzustellen, wird dies nicht als „perforiert“ betrachtet. Gleiches gilt für Ausführungsformen, in denen das Solarmodul durchgängige Löcher z.B. zum Durchführen von Schrauben aufweist. Allerdings können erfindungsgemäße Module natürlich neben perforierten Schichten, also Schichten mit vielen kleinen Löchern, auch einzelne größere Löcher z.B. zur Modulbefestigung oder Kontaktdurchführung aufweisen.

Es liegt auf der Hand, dass auch die Solarzellen im Solarmodul vorzugsweise nicht perforiert sind, weil dies die Effizienz des Moduls beeinträchtigen würde. Dass die Solarzellen nicht perforiert sind, schließt wie oben erwähnt nicht aus, dass die Solarzellen gleichwohl einzelne Löcher für elektrische Durchführungen aufweisen, wie dies etwa in Rückseiten-kontaktierten Solarzellen der Fall sein kann.

Eine spezielle Ausführungsform der vorliegenden Erfindung liegt vor, wenn die Isolationsfolie 8 mit Löchern versehen ist und bevorzugt aus PET besteht. Es besteht vorzugsweise mindestens eine witterungsbeständige Folie der Rückseitenfolie des Solarmoduls aus PVF. Die Solarzelle 6 ist in EVA eingebettet und die Frontscheibe 2 besteht aus Glas. Abbildung 4 zeigt das Prinzip. Die witterungsbeständige Folie, die bevorzugt aus PVF besteht, weist eine Dicke von 10 µm bis 100 µm auf. Die Isolationsfolie, die bevorzugt aus PET besteht, weist eine Dicke von 50 µm bis 1000 µm auf. Bevorzugt ist die PET-Folie dicker als 300 µm, wobei Dicken im Bereich von 300 µm bis 350 µm geeignet sind. Bereiche für beispielsweise geeignete Dicken der PET-Folien sind von 50 µm bis 350 µm, 100 µm bis 300 µm, auch 50 µm bis 300 µm oder 100 µm bis 350 µm.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform sind alle Rückseitenfolien mit Löchern versehen. Abbildung 5 zeigt das Prinzip. Die Rückseitenfolien wei-

- 11 -

- sen kreisförmige Löcher als Perforationen auf, deren Radius  $a$  groß genug ist, um die korrosiven Substanzen, wie z.B. Essigsäure, entweichen lassen zu können.  $R$  gibt den Einflussbereich des Loches wieder, d.h. die einem kreisförmigen Bereich mit Radius  $R$  um das Loch vorliegenden korrosiven Substanzen
- 5 diffundieren in Richtung des Lochs. Nachdem die Dicke der Einbettungsmaterialschicht bevorzugt kleiner als  $R$  ist, liegt eine rotationssymmetrische, ebene Diffusion vor. An die Rückseitenfolien schließt die Zwischenschicht 4 an und an diese die Frontscheibe 2.
- 10 Abbildung 6 demonstriert das Prinzip einer weiteren bevorzugten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Solarmoduls, wobei eine witterungsbeständige Folie 7 und die Isolationsfolie 8 mit Löchern versehen sind. Die äußere witterungsbeständige Folie 9 ist unperforiert. An die Rückseitenfolien schließt die Zwischenschicht 4 an und an diese die Frontscheibe 2.

15

**Beispiel**

Ein Beispiel für die Herstellung eines Solarmoduls mit einer erfindungsgemäßen  
5 Rückseitenfolie ist im Folgenden beschrieben:

Als Frontscheibe wird ein handelsübliches Solarglas verwendet. Die daran  
anschließende Zwischenschicht besteht aus üblichen Einbettungsmaterialien  
(Ethylen-Vinylacetat, Polyvinylbutyral), in welches die Solarzellen mit  
10 Serienschaltung und Stringverbindern eingebettet sind. Ein Stringverbinder  
verbindet die einzelnen Strings innerhalb des Moduls und besteht in der Regel  
aus verzinnem Kupfer mit rechteckigem Querschnitt. Die Gesamtdicke der  
Einbettungsmaterialschicht (5) beträgt zwischen 500 µm und 2000 µm. Die  
Rückseitenfolien (3) sind als Laminat ausgebildet und bestehen aus einer witter-  
15 rungsbeständigen Folie (7) aus Polyvinylfluorid, einer Isolationsfolie (8) aus  
Polyethylenterephthalat (PET) und einer weiteren witterungsbeständigen Folie  
(9) aus Polyvinylfluorid (PVF). Die abschließende Folie (9) aus Polyvinylfluorid  
weist eine Dicke von 20 bis 50 µm auf. Die Isolationsfolie aus  
Polyethylenterephthalat hat eine Dicke im Bereich zwischen 150 µm und 300  
20 µm. Die Polyethylenterephthalatfolie ist mit Löchern versehen, die kreisrund sind  
und einen Radius von 0,5 mm haben. Der Abstand zwischen zwei kreisrunden  
Löchern beträgt 2 cm. Die Löcher sind hexagonal angeordnet, wie beispielhaft  
in Abbildung 3 dargestellt.

**Bezugszeichenliste**

	1	Solarmodul
	2	Frontscheibe
5	3	Rückseitenfolie(n)
	4	Zwischenschicht
	5	Einbettungsmaterialschicht
	6	Solarzellen
	7	Witterungsbeständige Folie
10	8	Isolationsfolie
	9	Witterungsbeständige Folie
	R	Einflussbereich des Loches
	a	Radius des Loches

## Ansprüche

- 5 1. Solarmodul (1) umfassend eine Frontscheibe (2), eine Zwischenschicht (4), in welche Solarzellen (6) eingebettet sind, und mindestens eine Rückseitenfolie, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Rückseitenfolie mit Löchern versehen ist.
- 10 2. Das Solarmodul nach Anspruch 1, wobei die Fläche eines Lochs  $0,1 \text{ mm}^2$  bis  $3,3 \text{ mm}^2$  beträgt.
3. Das Solarmodul nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Loch kreisförmig ist.
- 15 4. Das Solarmodul nach Anspruch 3, wobei der Radius eines Loches mindestens  $0,2 \text{ mm}$  beträgt.
5. Das Solarmodul nach Anspruch 3, wobei der Radius eines Loches höchstens  $1 \text{ mm}$  beträgt.
- 20 6. Das Solarmodul nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Dichte der Löcher mindestens  $0,02 \text{ cm}^{-2}$  der perforierten Folie beträgt.
- 25 7. Das Solarmodul nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Löcher hexagonal angeordnet sind.
8. Das Solarmodul nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, wobei der gesamte Bereich einer oder mehrerer Rückseitenfolien, welche der Abdeckung dienen, mit Löchern versehen ist.

9. Das Solarmodul nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Rückseitenfolien mindestens eine witterungsbeständige Folie (9) und eine Isolationsfolie (8) umfassen.
- 5 10. Das Solarmodul nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, wobei zwei witterungsbeständige Folien (7, 9) auf jeweils einer Seite der Isolationsfolie (8) angeordnet sind.
- 10 11. Das Solarmodul nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Aufbau der Rückseitenfolien (3) aus witterungsbeständiger Folie (7), Isolationsfolie (8), witterungsbeständige Folie (9) symmetrisch ist.
- 15 12. Das Solarmodul nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, wobei mindestens eine witterungsbeständige Folie perforiert ist.
13. Das Solarmodul nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, wobei mindestens eine Isolationsfolie perforiert ist.
- 20 14. Das Solarmodul nach Anspruch 13, wobei zusätzlich mindestens eine witterungsbeständige Folie (7 oder 9) mit Löchern versehen ist.
15. Das Solarmodul nach Anspruch 14, wobei die äußere witterungsbeständige Folie (9) unperforiert ist.
- 25 16. Das Solarmodul nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, wobei alle Rückseitenfolien (3) mit Löchern versehen sind.

- 16 -

17. Das Solarmodul nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Isolationsfolie (8) mit Löchern versehen ist und aus PET besteht.
- 5 18. Das Solarmodul nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, wobei mindestens eine witterungsbeständige Folie (7 oder 9) aus PVF besteht.
19. Das Solarmodul nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche,  
10 wobei die Einbettungsmaterialschicht (5) aus EVA besteht.
20. Das Solarmodul nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Frontscheibe (2) aus Glas besteht.
- 15 21. Das Solarmodul nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Rückseitenfolie(n) durchlässig für korrosive Substanzen sind.
22. Das Solarmodul nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche,  
20 wobei es sich um Essigsäure als korrosive Substanz handelt.

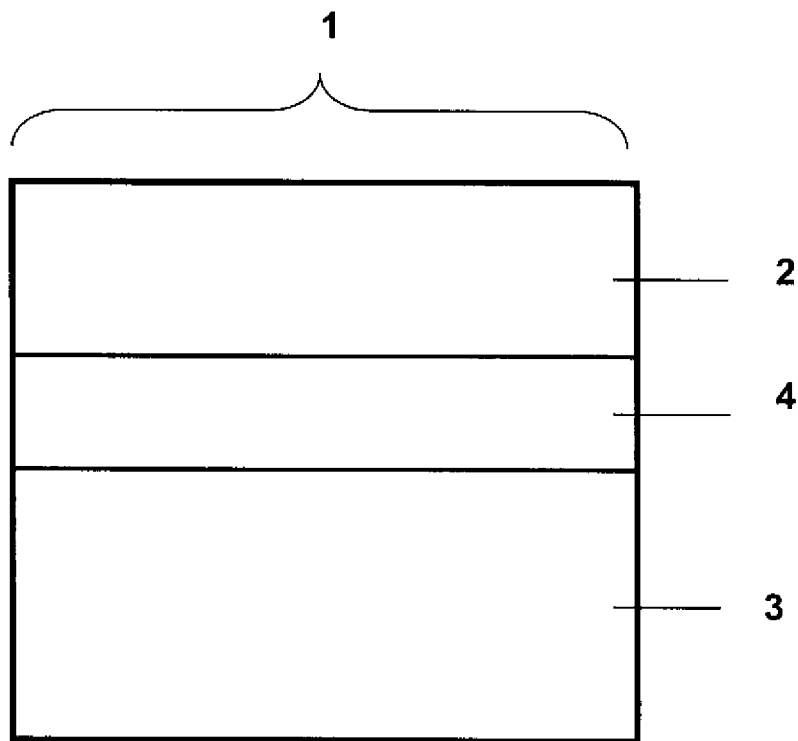


Abb. 1

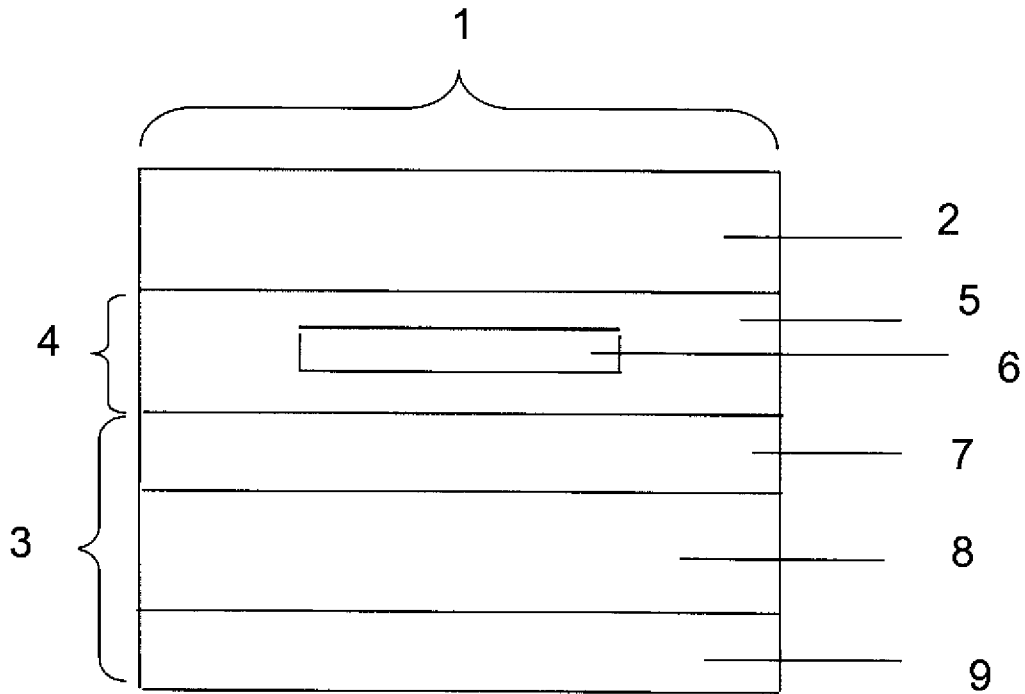
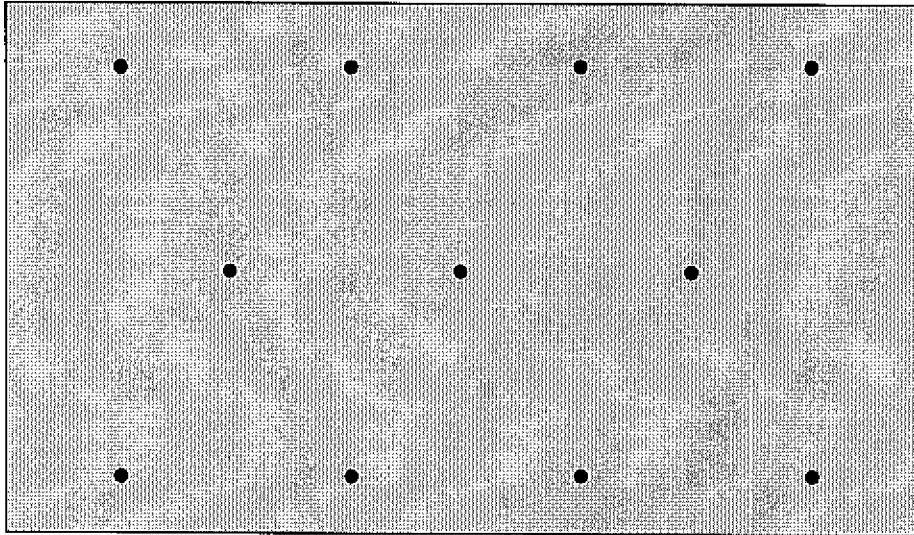


Abb. 2



5

Abb. 3

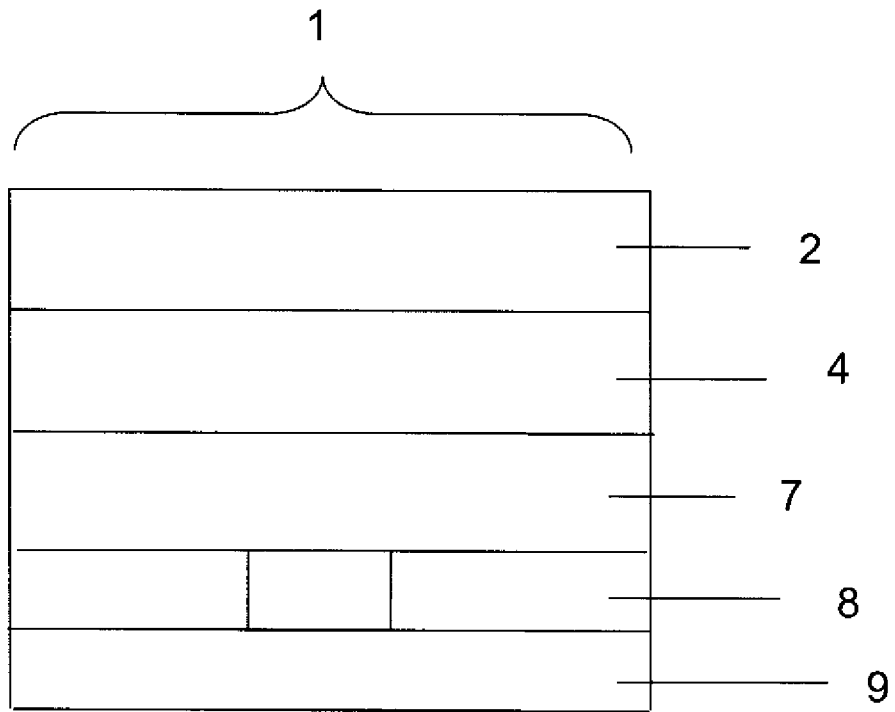


Abb. 4

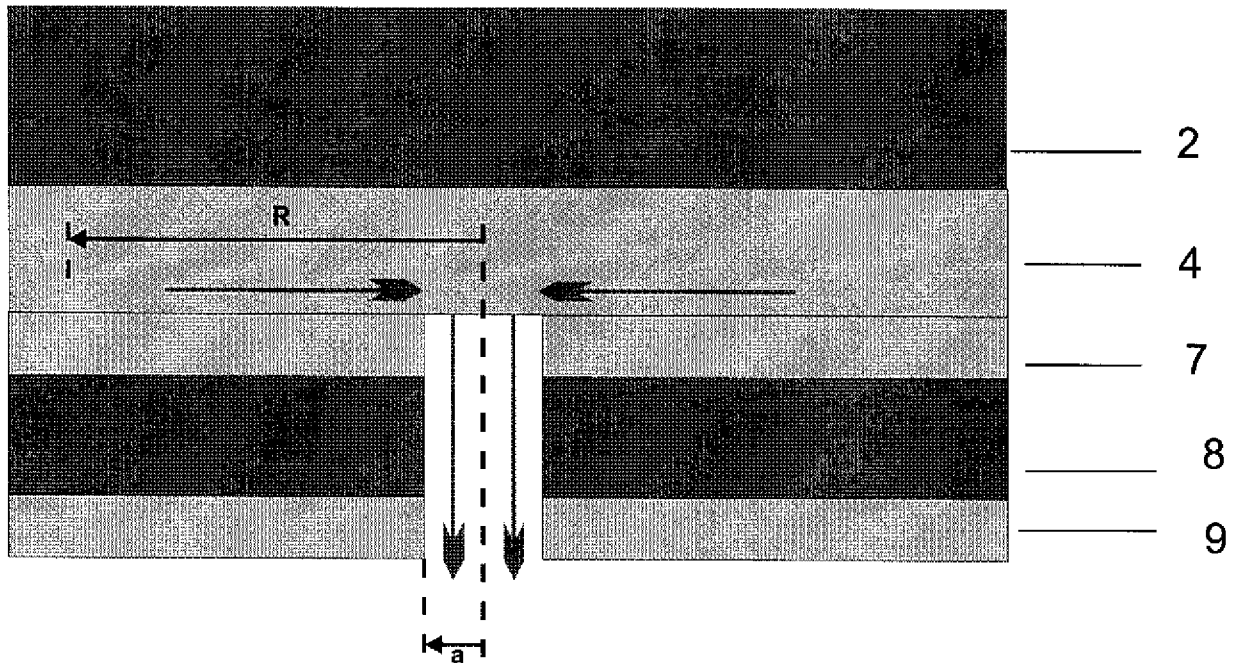


Abb. 5

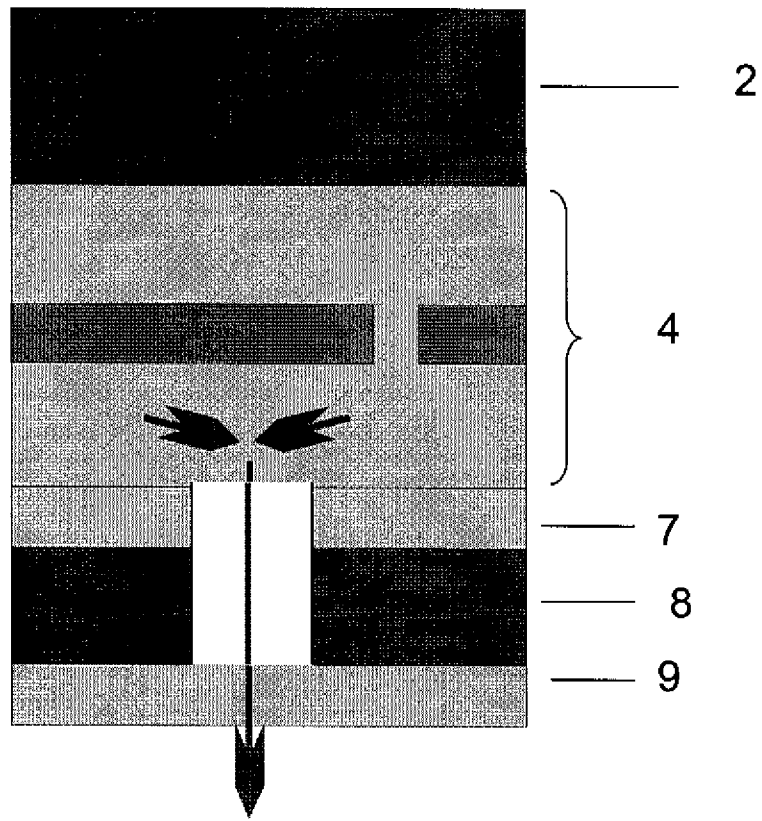


Abb. 6