



(10) **DE 10 2015 220 799 A1** 2017.04.27

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2015 220 799.4**

(22) Anmeldetag: **23.10.2015**

(43) Offenlegungstag: **27.04.2017**

(51) Int Cl.: **H01L 31/18 (2006.01)**

H01L 31/054 (2014.01)

(71) Anmelder:
SolarWorld AG, 53175 Bonn, DE

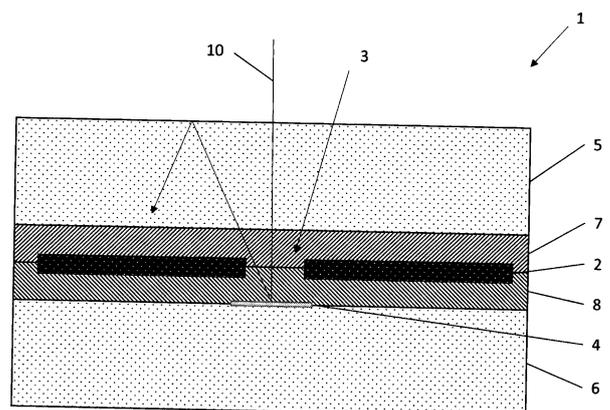
(74) Vertreter:
**isarpatent - Patentanwälte- und Rechtsanwälte
Behnisch Barth Charles Hassa Peckmann &
Partner mbB, 80801 München, DE**

(72) Erfinder:
**Asbeck, Frank, Dr., 53173 Bonn, DE; Hund,
Markus, 53879 Euskirchen, DE; Hahn, Harald,
Dr., 01067 Dresden, DE; Georgi, Matthias, 01307
Dresden, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Herstellen eines Solarzellenmoduls und Solarzellenmodul**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Solarzellenmoduls, mit den Schritten: Bereitstellen zumindest zweier bifacialer Solarzellen; Benachbartes Anordnen der Solarzellen wobei zwischen den Solarzellen ein Zwischenraum vorgesehen wird; Vorsehen eines diffusen Reflektors im Bereich des Zwischenraums. Die vorliegende Erfindung betrifft ferner ein solches Solarzellenmodul, wobei der diffuse Reflektor derart angeordnet und ausgebildet ist, dass er in den Zwischenraum einfallendes Licht diffus reflektiert und ein Teil des diffus reflektierten Lichts über Totalreflexion an einer vorderen Grenzschicht des Solarzellenmoduls auf die Solarzellen trifft.



Beschreibung

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Solarzellenmoduls sowie ein Solarzellenmodul.

TECHNISCHER HINTERGRUND

[0002] Solarzellenmodule, auch Photovoltaikmodule (PV-Module) genannt, weisen in der Regel mehrere Solarzellen auf. Ein spezieller Typ von Solarzellenmodulen weist sogenannte bifaciale Solarzellen auf. Bifaciale Solarzellen können Licht sowohl an der Vorder- als auch an der Rückseite aufnehmen und in elektrische Energie umwandeln. Mit derartigen Solarzellen kann daher auch reflektiertes bzw. indirektes Licht an der Rückseite der Solarzellen gewandelt und somit der Wirkungsgrad der Solarzellen erhöht werden.

[0003] Solarzellenmodule mit bifacialen Solarzellen werden als bifaciale Solarzellenmodule bezeichnet. Ein der Anmelderin bekanntes bifaciales Solarzellenmodul weist eine transparente Vorder- und Rückseite auf. In einem Zwischenraum zweier benachbarter Solarzellen auftreffendes Licht strahlt dabei durch das Solarzellenmodul hindurch und geht bei der Energiegewinnung verloren.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0004] Vor diesem Hintergrund liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes Verfahren zur Herstellung eines Solarzellenmoduls sowie ein verbessertes Solarzellenmodul anzugeben.

[0005] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und/oder durch ein Solarzellenmodul mit den Merkmalen des Patentanspruchs 16 gelöst.

[0006] Demgemäß ist vorgesehen:
Ein Verfahren zum Herstellen eines Solarzellenmoduls, mit den Schritten: Bereitstellen zumindest zweier bifacialer Solarzellen; Benachbartes Anordnen der Solarzellen wobei zwischen den Solarzellen ein Zwischenraum vorgesehen wird; Vorsehen eines diffusen Reflektors im Bereich des Zwischenraums.

[0007] Ein Solarzellenmodul, insbesondere hergestellt nach einem erfindungsgemäßen Verfahren, mit zumindest zwei benachbarten bifacialen Solarzellen, wobei zwischen den Solarzellen ein Zwischenraum vorgesehen ist und in dem Bereich des Zwischenraums ein diffuser Reflektor derart angeordnet und ausgebildet ist, dass er in den Zwischenraum einfallendes Licht diffus reflektiert und ein Teil des diffus

reflektierten Lichts über Totalreflexion an einer vorderen Grenzschicht des Solarzellenmoduls auf die Solarzellen trifft.

[0008] Die der vorliegenden Erfindung zugrunde liegende Erkenntnis besteht darin, dass ein von einem diffusen Reflektor zurückgeworfenes Licht zu einem hohen Anteil schräg auf die Grenzschicht an der Vorderseite eines Solarmoduls zur Luft trifft und daher totalreflektiert wird. Die Vorderseite stellt dabei die vorwiegend dem direkten Licht der Sonne zugewandte Seite dar.

[0009] Die der Erfindung zugrundeliegende Idee besteht daher darin, bei einem bifacialen Solarzellenmodul mit transparenter Vorderseite und Rückseite einen diffusen Reflektor in dem ansonsten transparenten Zwischenraum bifacialer Solarzellen anzuordnen. Somit kann das im Bereich des Zwischenraums auftreffende Licht wieder auf die Solarzellen treffen und verwertet werden. Vorteilhaft wird somit ein zusätzlicher Lichteinfall realisiert und die Effizienz eines Solarmoduls erhöht.

[0010] Der diffuse Reflektor ist bevorzugt an einer der Rückseite des Solarzellenmoduls zugewandten Seite der bifacialen Solarzellen angeordnet. Auch eine Anordnung des Reflektors auf gleicher Höhe mit den Solarzellen wäre denkbar.

[0011] Unter einer Anordnung des diffusen Reflektors im Bereich des Zwischenraums ist somit eine Anordnung zu verstehen, bei der von der Vorderseite des Solarzellenmoduls in dem Zwischenraum auftreffendes Licht auf den Reflektor trifft. Vorzugsweise erstreckt sich der Reflektor dabei nicht über die gesamte Rückseite der bifacialen Solarzellen, sondern spart diese, insbesondere an von dem Zwischenraum entfernten Abschnitten der Solarzellen, zu einem Großteil aus.

[0012] Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen ergeben sich aus den weiteren Unteransprüchen sowie aus der Beschreibung unter Bezugnahme auf die Figuren der Zeichnung.

[0013] Gemäß einer Ausführungsform wird der Reflektor als eigenständige Komponente vorgesehen. Erfindungsgemäß wird der als eigenständige Komponente vorgesehene Reflektor vor oder nach dem Laminiieren des Solarzellenmoduls hinzugefügt. Vorteilhaft kann der Reflektor somit besonders einfach und schnell positioniert werden.

[0014] Gemäß einer bevorzugten Ausführung wird der Reflektor als ebenes oberflächenstrukturloses Element vorgesehen. Vorzugsweise ist der Reflektor weiß. Vorteilhaft wird somit auf sehr einfache Weise eine diffuse Reflektion, insbesondere gemäß dem Lambertischen Gesetz, ermöglicht. Das Lam-

bertsche Gesetz beschreibt, wie durch den perspektivischen Effekt die Strahlungsstärke mit flacher werdendem Abstrahlwinkel abnimmt. Wenn eine Fläche dem Lambertschen Gesetz folgt und die Strahldichte der Fläche konstant ist, so ergibt sich eine kreisförmige Verteilung der Strahlstärke. Somit wird ein Großteil des Lichts schräg abgestrahlt. Wenn das schräg abgestrahlte Licht mit einem ausreichenden Einfallswinkel auf die vordere Grenzschicht des Solarzellenmoduls zur Umgebungsluft trifft, wird es totalreflektiert und so zurück in Richtung der Solarzellen geleitet.

[0015] Gemäß einer Ausführungsform wird der Reflektor vor einem Einbetten der Solarzellen direkt an einer Rückseite der Solarzellen angeordnet. Anschließend wird Reflektor vorzugsweise direkt an der Rückseite der Solarzellen liegend gemeinsam mit den Solarzellen eingebettet. Vorteilhaft ist der Reflektor somit auf besonders einfache Weise und ohne zusätzliche Haltemittel sicher für das anschließende Einbetten bzw. Laminieren, vorzugsweise zwischen zwei Lagen Ethylenvinylacetat (EVA), positionierbar.

[0016] Gemäß einer Weiterbildung wird der Reflektor in Form eines Klebebandes oder einer Klebefolie an einer Rückseite der Solarzellen angebracht. Der Reflektor wird somit auf die Solarzelle aufgeklebt. Vorteilhaft ist der Reflektor somit selbsthaftend und kann auf einfache Weise in der Form, in welcher die Zwischenräume in dem Solarzellenmodul angeordnet sind, d. h. insbesondere linienförmig oder gitterförmig, aufgebracht werden. Im Falle einer Klebefolie kann diese entsprechend vorgefertigt, insbesondere ausgeschnitten oder gestanzt, sein. Ferner ist auch ein an den Verlauf des Zwischenraums angepasstes Ausschneiden der Klebefolie während oder nach dem Aufbringen und ein entsprechendes Abziehen ausgesparter Bereiche denkbar.

[0017] Gemäß einer Ausführungsform werden die Solarzellen zwischen einer Vorderseitendeckschicht und einer Rückseitenabdeckung einlaminiert, wobei der Reflektor vor dem Laminieren auf eine Innenseite der Rückseitenabdeckung aufgebracht wird. Die Vorderseitendeckschicht und die Rückseitenabdeckung sind vorzugsweise transparent. Beispielsweise werden sie aus Glas oder einer transparenten Folie vorgeesehen.

[0018] Gemäß einer weiteren Ausführungsform werden die Solarzellen zwischen zwei Kunststoffschichten angeordnet, wobei der Reflektor zuvor in Form einer Einfärbung in einer rückseitigen Kunststoffschicht oder in Form eines Aufdrucks auf der rückseitigen Kunststoffschicht vorgesehen wird. Anschließend werden die Solarzellen samt dem Reflektor durch Laminieren in das Material der Kunststoffschichten eingebettet. Die Kunststoffschichten enthalten vorzugsweise Ethylenvinylacetat (EVA). Vor-

teilhaft kann der Reflektor somit gemeinsam mit den Kunststoffschichten positioniert werden und es ist kein zusätzlicher Positionierungsschritt für den Reflektor selbst notwendig.

[0019] Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird der Reflektor an der Rückseite einer Rückseitenabdeckung des Solarzellenmoduls aufgebracht. Besonders vorteilhaft ist der Reflektor somit auch nachträglich nach dem Laminieren positionierbar. Der Reflektor kann somit beim Laminieren nicht ungewollt verrutschen.

[0020] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung wird die Rückseitenabdeckung als Rückseitenglas vorgeesehen. Somit wird vorteilhaft eine besonders widerstandsfähige Oberfläche der Rückseitenabdeckung mit dauerhaft hoher Transparenz bereitgestellt, was dem Einfang von Streulicht an der Rückseite zugutekommt.

[0021] Gemäß einer Ausführungsform wird der Reflektor in Form eines Aufdrucks, eines Klebebandes oder einer Klebefolie auf die Rückseitenabdeckung aufgebracht. Vorteilhaft sind somit unterschiedlichste Gestaltungen des Reflektors angepasst an die Anordnung der Solarzellen flexibel ermöglicht. Dennoch kann der Reflektor damit sehr schnell und einfach aufgebracht werden.

[0022] Gemäß einer Ausführungsform wird der Reflektor linien- oder gitterförmig angeordnet oder ausgebildet. Dies ist bei jeder Ausbildung des Reflektors denkbar. Insbesondere werden die Linien oder Gitterlinien derart angeordnet, dass sämtliche Solarzellen damit im Bereich des Zwischenraums zu einer benachbarten Solarzelle umrandet sind. Auch eine Umrandung der Solarzellen im Bereich eines Zwischenraums zu einem benachbarten Rahmen des Solarzellenmoduls ist denkbar.

[0023] Gemäß einer Ausführungsform wird der Reflektor an der Rückseite eines Rückseitenglases des Solarzellenmoduls aufgebracht, wobei das Rückseitenglas zum Aufbringen eines Reflektors zumindest abschnittsweise oberflächenbehandelt wird. Vorteilhaft wird der Reflektor somit integral mit dem Rückseitenglas ausgebildet und es wird kein zusätzliches Bauteil benötigt. Des Weiteren wird somit ein dauerhaft beständiger Reflektor geschaffen.

[0024] Gemäß einer Weiterbildung wird das Rückseitenglas zum Aufbringen des Reflektors mit einem Metall bedampft.

[0025] Gemäß einer weiteren Ausführung wird das Rückseitenglas zum Aufbringen des Reflektors geätzt oder gestrahlt. Ein Ätzen kann beispielsweise mittels Flußsäure (HF) realisiert werden. Ein Strahlen kann beispielsweise mit Wasser oder einer Sus-

pension erfolgen. Ferner wäre auch ein Einschleifen des Reflektors denkbar. Vorteilhaft wird somit der diffuse Reflektor im Material des Rückseitenglasses selbst, insbesondere durch Erzeugen einer rauen Oberfläche, realisiert, wodurch dieser vollständig integral mit dem Rückseitenglas ausgebildet ist. Unter einem Aufbringen des Reflektors ist in diesem Fall eine Bearbeitung des Rückseitenglasses selbst zu verstehen.

[0026] Gemäß einer Weiterbildung wird bei der Oberflächenbehandlung mittels einer Gittermaske eine gitterförmige Struktur des Reflektors an dem Rückseitenglas aufgebracht. Bei einer weiteren Ausführung kann die gitterförmige Struktur auch maskenlos mit einer gesteuerten Düse aufgebracht werden. Vorteilhaft kann so die Gitterstruktur auf einfache Weise auch erst nach dem Laminieren des Solarzellenmoduls aufgebracht werden. Weiter vorteilhaft kann dabei ein mögliches Verschwimmen des Solarzellen-Arrays beim Laminieren ausgeglichen werden. Dementsprechend kann vor der Oberflächenbehandlung ein Schritt einer Lagekontrolle und eines Ausrichtens des Laminates vorgesehen sein.

[0027] Gemäß einer Ausführungsform eines Solarzellenmoduls ist der diffuse Reflektor als ebenes oberflächenstrukturloses Element ausgebildet.

[0028] Gemäß einer weiteren Ausführungsform umfasst der diffuse Reflektor ein Klebeband oder eine Klebefolie mit einer Pigmentschicht und mit einer Klebstoffschicht. Bei der Pigmentschicht handelt es sich vorzugsweise um weiße Pigmente, beispielsweise um Pigmente die Titanoxid, Calciumcarbonat oder Bariumsulfat enthalten. Die Pigmente können beispielsweise in einer organischen Matrix gebunden sein. Ebenfalls kann es sich um einen weiß gefüllten Klebstoff, beispielsweise auf Silikon- oder Epoxidbasis, handeln. Dementsprechend können die Klebstoffschicht und die Pigmentschicht auch eine gemeinsame Schicht bilden. Das Klebeband oder die Klebefolie enthält als Träger beispielsweise Polyethylenterephthalat (PET) oder ein Fluorpolymer.

[0029] Gemäß einer Ausführungsform umfasst der diffuse Reflektor einen Aufdruck oder einen Klebstoff oder einen Einbrennlack, der weiße Partikel enthält. Bei den weißen Partikeln kann es sich beispielsweise um Titanoxid, Calciumcarbonat oder Bariumsulfat handeln. Diese können in einer organischen Matrix gebunden vorliegen oder in Form eines weiß gefüllten Klebstoffs, beispielsweise auf Silikon- oder Epoxidbasis.

[0030] Bei einer weiteren Ausführungsform ist der diffuse Reflektor mit einem abschnittsweise oberflächenbehandelten Rückseitenglas des Solarzellenmoduls gebildet. Als Oberflächenbehandlung kommen eine Beschichtung, beispielsweise eine Metall-

dampfschichtung, ein Ätzen, ein Strahlen, oder ein Schleifen der Oberfläche infrage. Zum Ätzen kann beispielsweise Flusssäure, zum Strahlen beispielsweise Wasser oder eine Suspension verwendet werden.

[0031] Bei sämtlichen Ausführungen kann es sich bei dem Material zum Einbetten bzw. Laminieren um Ethylvinylacetat (EVA) handeln. Insbesondere werden die Solarzellen zum Einbetten zwischen zwei EVA Schichten eingelegt, welche zwischen einer Vorder- und einer Rückseitenabdeckung angeordnet werden. Anschließend findet eine Lamination statt. Unter Lamination wird ein stoffschlüssiges, thermisches Fügeverfahren ohne weitere Hilfsmaterialien verstanden. Hierbei wird das Material der Kunststoffschichten aufgeschmolzen. Im Falle von EVA erfolgt dies bei Temperaturen um ca. 150°C. EVA wird dabei glasklar und vernetzt dreidimensional. Nach dem Abkühlen liegt so ein dauerhafter Verbund vor, der die Solarzellen vor Umwelteinflüssen schützt.

[0032] Die obigen Ausgestaltungen und Weiterbildungen lassen sich, sofern sinnvoll, beliebig miteinander kombinieren. Insbesondere stellen sämtliche Merkmale eines Verfahrens zur Herstellung eines Solarzellenmoduls auch Merkmale des so hergestellten Solarzellenmoduls dar, und umgekehrt. Weitere mögliche Ausgestaltungen, Weiterbildungen und Implementierungen der Erfindung umfassen auch nicht explizit genannte Kombinationen von zuvor oder im Folgenden bezüglich der Ausführungsbeispiele beschriebenen Merkmale der Erfindung. Insbesondere wird dabei der Fachmann auch Einzelaspekte als Verbesserungen oder Ergänzungen zu der jeweiligen Grundform der vorliegenden Erfindung hinzufügen.

INHALTSANGABE DER ZEICHNUNG

[0033] Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend anhand der in den schematischen Figuren der Zeichnung angegebenen Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen dabei:

[0034] Fig. 1 eine schematische Querschnittsdarstellung eines Solarzellenmoduls gemäß einer ersten Ausführungsform;

[0035] Fig. 2 eine schematische Querschnittsdarstellung eines Solarzellenmoduls gemäß einer zweiten Ausführungsform;

[0036] Fig. 3 eine schematische Querschnittsdarstellung eines Solarzellenmoduls gemäß einer dritten Ausführungsform;

[0037] Fig. 4 eine schematische Querschnittsdarstellung eines Solarzellenmoduls gemäß einer vierten Ausführungsform;

[0038] Fig. 5 eine schematische Darstellung einer Draufsicht auf einen Abschnitt eines Solarzellenmoduls.

[0039] Die beiliegenden Figuren der Zeichnung sollen ein weiteres Verständnis der Ausführungsformen der Erfindung vermitteln. Sie veranschaulichen Ausführungsformen und dienen im Zusammenhang mit der Beschreibung der Erklärung von Prinzipien und Konzepten der Erfindung. Andere Ausführungsformen und viele der genannten Vorteile ergeben sich im Hinblick auf die Zeichnungen. Die Elemente der Zeichnungen sind nicht notwendigerweise maßstabsgetreu zueinander gezeit.

[0040] In den Figuren der Zeichnung sind gleiche, funktionsgleiche und gleich wirkende Elemente, Merkmale und Komponenten – sofern nichts anderes ausgeführt ist – jeweils mit denselben Bezugszeichen versehen.

BESCHREIBUNG VON AUSFÜHRUNGSBEISPIELEN

[0041] Fig. 1 zeigt eine schematische Querschnittsdarstellung eines Solarzellenmoduls **1** gemäß einer ersten Ausführungsform.

[0042] Das Solarzellenmodul **1** weist in dem gezeigten Abschnitt der Schnittebene zwei benachbarte Solarzellen **2** auf. Zwischen den beiden Solarzellen **2** ist ein Zwischenraum **3** vorgesehen. Die Anzahl von zwei Solarzellen ist rein beispielhaft. Es kann auch jede höhere Anzahl von Solarzellen **2** vorgesehen sein, wobei zwischen zwei benachbarten Solarzellen jeweils ein Zwischenraum vorgesehen ist. Die gezeigte Anordnung kann sich daher seitlich in gleicher Weise mit weiteren Solarzellen fortsetzen.

[0043] Die beiden Solarzellen **2** sind in das Material zweier Kunststoffschichten **7, 8** eingebettet. Dabei handelt es sich vorzugsweise um EVA-Schichten.

[0044] Ferner schließen eine Vorderseitendeckschicht **5** und eine Rückseitenabdeckung **6** das Solarzellenmodul **1** nach vorne und hinten, d. h. in der dargestellten Schnittebene nach oben und unten, ab. Dabei kann es sich jeweils um eine Glasschicht oder um eine Folienschicht handeln. Ferner kann auch lediglich die Vorderseitendeckschicht **5** als Glasschicht vorgesehen sein und eine Rückseitenabdeckung **6** als Folienschicht, oder umgekehrt.

[0045] Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist zwischen einer rückseitigen EVA Platte **8** und einer Rückseitenabdeckung **6** im Bereich des Zwischenraums **3** ein diffuser Reflektor **4** angeordnet.

[0046] Beispielsweise kann es sich bei dem Reflektor um ein mit einer weißen Pigmentschicht verse-

henes Klebeband handeln. Ferner kann der Reflektor auch in Form einer Einfärbung in der rückseitigen Kunststoffschicht oder in Form eines Aufdrucks auf der rückseitigen Kunststoffschicht vorgesehen sein. Zum Herstellen des Solarzellenmoduls **1** werden die Solarzellen **2** zwischen den Kunststoffschichten **7, 8** mit dem vorbestimmten Zwischenraum **3** angeordnet.

[0047] Der Reflektor **4** wird im Falle eines Klebebandes auf die Rückseitenabdeckung **6** derart positioniert aufgebracht, dass in einem zusammengesetzten Zustand der Reflektor **4** im Bereich des Zwischenraums **3** zwischen den Solarzellen **2** angeordnet ist.

[0048] Im Falle einer Einfärbung in der rückseitigen Kunststoffschicht **8** oder eines Aufdrucks auf der rückseitigen Kunststoffschicht **8** werden die Solarzellen und die Kunststoffschicht dementsprechend zueinander positioniert, dass in einem zusammengesetzten Zustand der Reflektor **4** im Bereich des Zwischenraums **3** zwischen den Solarzellen **2** angeordnet ist.

[0049] Anschließend wird das Solarzellenmodul **1** laminiert. Die Vorderseitendeckschicht **5** und die Rückseitenabdeckung **6** werden dabei über das Material der Kunststoffschichten **7, 8** miteinander verbunden, sodass die Solarzellen **2** dazwischen eingebettet werden. Im Falle von EVA erfolgt dies bei Temperaturen um ca. 150°C. Das EVA wird dabei zunächst flüssig und glasklar und vernetzt dann dreidimensional. Nach dem Abkühlen liegt dann ein dauerhafter Verbund vor. Somit werden der Reflektor **4**, die Vorderseitendeckschicht **5** und die Rückseitenabdeckung **6** fest mit dem Material der Kunststoffschichten **7, 8** verbunden.

[0050] Bei dem gezeigten Solarzellenmodul **1** wird in dem Zwischenraum **3** von der Vorderseite auftretendes Licht an dem diffusen Reflektor **4** diffus zurückgeworfen und trifft zu einem hohen Anteil schräg auf die Grenzschicht der Vorderseitendeckschicht **5** des Solarmoduls **1** zur umgebenden Luft. Daher wird ein hoher Anteil des diffus zurückgeworfenen Lichts an dieser Grenzschicht totalreflektiert und kann so in dem Solarzellenmodul **1** verwertet werden. Ein entsprechender Strahlengang ist beispielhaft mit einem Pfeil **10** eingezeichnet.

[0051] Die Vorderseite stellt dabei eine dem direkten Licht der Sonne zugewandte Seite dar.

[0052] Fig. 2 zeigt eine schematische Querschnittsdarstellung eines Solarzellenmoduls **1** gemäß einer zweiten Ausführungsform.

[0053] Im Unterschied zur ersten Ausführungsform ist der diffuse Reflektor **4** hier direkt an einer Rückseite der Solarzellen **2** angeordnet. Vorzugsweise han-

delt es sich dabei ebenfalls um ein Klebeband oder eine Klebefolie mit weißer Pigmentschicht.

[0054] Bei der Herstellung wird der Reflektor **4** vor dem Laminieren an die Rückseite der Solarzellen **2** angeklebt.

[0055] Fig. 3 zeigt eine schematische Querschnittsdarstellung eines Solarzellenmoduls **1** gemäß einer dritten Ausführungsform.

[0056] Bei dieser Ausführungsform ist der Reflektor **4** als Rechteckkörper mit einer den Abstand zwischen der Rückseitenabdeckung **6** und den Solarzellen **2** überspannenden Dicke ausgebildet. Somit liegt er gleichzeitig an der Rückseitenabdeckung **6** und an den Solarzellen **2** an.

[0057] Daher kann der Reflektor **4** hier auch zusätzlich als Positionierungshilfe für die Solarzellen **2** beim Laminieren dienen.

[0058] Denkbar wäre, eine zusätzliche Stufe zur exakten Positionierung der Solarzellen **2** am Reflektor **4** vorzusehen.

[0059] Zur Herstellung wird die untere Kunststoffschicht **8** getrennt vorgesehen und dazwischen der Reflektor **4** eingelegt. Anschließend werden darauf die Solarzellen **2** angeordnet und die vordere Kunststoffschicht **7** darüber vorgesehen. Während des Laminierens kann der Reflektor **4** dann die Solarzellen **2** an deren Rückseite abstützen, sodass diese trotz eines beim Laminieren aufgetragenen Drucks auf der Höhe des Reflektors **4** verbleiben.

[0060] Selbstverständlich können auch mehrere die Solarzellen abstützende Reflektoren **4** jeweils am Rand der Solarzellen **2**, insbesondere die Solarzellen **2** umrandend, vorgesehen sein.

[0061] Fig. 4 zeigt eine schematische Querschnittsdarstellung eines Solarzellenmoduls **1** gemäß einer vierten Ausführungsform.

[0062] Hierbei ist der Reflektor **4** an der Rückseite der Rückseitenabdeckung **6** vorgesehen. Aufgrund des Abstandes zu den Solarzellen **2** kann bei dieser Anordnung ein Teil des diffus reflektierten Lichts auch direkt auf die Rückseite der Solarzellen **2** treffen. Dieser Strahlengang ist mit einem Pfeil **11** beispielhaft eingezeichnet. Ein weiterer Teil des diffus reflektierten Lichts wird analog zu dem in Fig. 1 eingezeichneten Strahlengang zurück durch den Zwischenraum **3** an die vordere Seite reflektiert und kann dort über Totalreflexion an der Grenzschicht zur Luft teilweise zurückreflektiert werden. Dieser Strahlengang ist hier ebenfalls mit einem Pfeil **10** beispielhaft eingezeichnet.

[0063] Bei der hier gezeigten Ausführungsform wird der Reflektor **4** vorzugsweise erst nach dem Laminieren aufgebracht. Beispielsweise kann er nachträglich an der Rückseite der Rückseitenabdeckung **6** aufgedruckt werden. Es kann auch ein Klebebandstreifen als Reflektor **4** außen an der Rückseite aufgebracht werden.

[0064] Sofern es sich bei der Rückseitenabdeckung **6** um eine Rückseitenglas handelt, kann der Reflektor **4** mittels einer Oberflächenbehandlung des Rückseitenglases **6**, beispielsweise mittels Bedampfen, Ätzen, Strahlen oder Schleifen, aufgebracht sein.

[0065] Fig. 5 zeigt eine schematische Darstellung einer Draufsicht auf einen Abschnitt eines Solarzellenmoduls **1**.

[0066] Das Solarzellenmodul **1** ist in einem Eckbereich dargestellt und setzt sich in der Darstellung nicht gezeigt nach unten und nach rechts fort.

[0067] Das Solarzellenmodul **1** weist einen umlaufenden Rahmen **9** auf, welcher ebenfalls lediglich in dem Eckbereich dargestellt ist.

[0068] In dem Eckbereich sind vier Solarzellen **2** gleichmäßig und jeweils mit einem gleich großen Zwischenraum **3** voneinander beabstandeten angeordnet. Das Schema dieser Anordnung setzt sich vorzugsweise über das gesamte Solarzellenmodul fort.

[0069] Ferner sind die Solarzellen **2** auch mit einem Zwischenraum zum Rahmen **9** angeordnet. In allen Zwischenräumen ist jeweils ein diffuser Reflektor **4** vorgesehen, welcher in dieser Ausführungsform jeweils als Klebeband ausgebildet ist.

[0070] Die Solarzellen **2** und der Rahmen **9** sind rechteckig gebildet und die Solarzellen **2** sind innerhalb des Rahmens **9** gleich groß und gleichmäßig angeordnet. Dementsprechend kreuzen sich die Reflektoren **4** regelmäßig, sodass eine gitterförmige Anordnung vorliegt.

[0071] Alternativ zu gitterförmig angeordneten Klebebändern kann auch eine entsprechend ausgeschnittene Klebefolie oder ein entsprechend aufgetragener Aufdruck vorgesehen sein.

[0072] Der Reflektor **4** weist eine Pigmentschicht mit weißen Pigmenten auf, beispielsweise enthaltend Titanoxid, Calciumcarbonat oder Bariumsulfat. Die Pigmente können beispielsweise in einer organischen Matrix gebunden sein. Ebenfalls kann es sich um einen weiß gefüllten Klebstoff, beispielsweise auf Silikon- oder Epoxidbasis, handeln. Dementsprechend können eine Klebstoffschicht und die Pigmentschicht auch eine gemeinsame Schicht bilden.

[0073] Obwohl die vorliegende Erfindung anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele vorstehend vollständig beschrieben wurde, ist sie darauf nicht beschränkt, sondern auf vielfältige Art und Weise modifizierbar.

[0074] Insbesondere sind auch unterschiedliche Ausführungen und/oder Anordnungen des Reflektors **4** in einem Solarzellenmodul **1** kombinierbar.

[0075] Ferner können sich kreuzende Reflektoren **4** integral miteinander ausgebildet sein oder sich gegenseitig überlappen. Denkbar ist auch, dass einer der sich kreuzenden Reflektoren **4** an der Kreuzung unterbrochen ist, beispielsweise zur Isolierung, falls es sich um ein leitfähiges Material handelt.

Bezugszeichenliste

| | |
|---------------|-------------------------|
| 1 | Solarzellenmodul |
| 2 | Solarzelle |
| 3 | Zwischenraum |
| 4 | Reflektor |
| 5 | Vorderseitendeckschicht |
| 5 | Rückseitenabdeckung |
| 7 | Kunststoffschicht |
| 8 | Kunststoffschicht |
| 9 | Rahmen |
| 10, 11 | Strahlengang |

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines Solarzellenmoduls (**1**), mit den Schritten:

Bereitstellen zumindest zweier bifacialer Solarzellen (**2**);

Benachbartes Anordnen der Solarzellen (**2**) wobei zwischen den Solarzellen (**2**) ein Zwischenraum (**3**) vorgesehen wird;

Vorsehen eines diffusen Reflektors (**4**) im Bereich des Zwischenraums (**3**).

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Reflektor (**4**) als ebenes oberflächenstrukturloses Element vorgesehen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Reflektor (**4**) als eigenständige Komponente vorgesehen wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Reflektor (**4**) vor einem Einbetten der Solarzellen (**2**) direkt an einer Rückseite der Solarzellen (**2**) angeordnet wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Reflektor (**4**) in Form eines Klebebandes oder einer Klebefolie an einer Rückseite der Solarzellen (**2**) angebracht wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Solarzellen (**2**) zwischen einer Vorderseitendeckschicht (**5**) und einer Rückseitenabdeckung (**6**) einlaminiert werden, wobei der Reflektor (**4**) vor dem Laminierten auf eine Innenseite der Rückseitenabdeckung (**6**) aufgebracht wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Solarzellen (**2**) zwischen zwei Kunststoffschichten (**7, 8**) angeordnet werden, wobei der Reflektor (**4**) zuvor in Form einer Einfärbung in einer rückseitigen Kunststoffschicht (**8**) oder in Form eines Aufdrucks auf der rückseitigen Kunststoffschicht (**8**) vorgesehen wird und wobei die Solarzellen (**2**) anschließend samt dem Reflektor durch Laminierten in das Material der Kunststoffschichten (**7, 8**) eingebettet werden.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Reflektor (**4**) an der Rückseite einer Rückseitenabdeckung (**6**) des Solarzellenmoduls (**1**) aufgebracht wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Rückseitenabdeckung (**6**) als Rückseitenglas vorgesehen wird.

10. Verfahren nach Anspruch 6, 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Reflektor (**4**) in Form eines Aufdrucks, eines Klebebandes oder einer Klebefolie auf die Rückseitenabdeckung (**6**) aufgebracht wird.

11. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Reflektor (**4**) linien- oder gitterförmig vorgesehen oder ausgebildet wird.

12. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Reflektor (**4**) an der Rückseite eines Rückseitenglases (**6**) des Solarzellenmoduls (**1**) aufgebracht wird, wobei das Rückseitenglas (**6**) zum Aufbringen eines Reflektors (**4**) abschnittsweise oberflächenbehandelt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Rückseitenglas (**6**) zum Aufbringen des Reflektors (**4**) mit einem Metall bedampft wird.

14. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Rückseitenglas (**6**) zum Aufbringen des Reflektors (**4**) geätzt oder gestrahlt oder geschliffen wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei der Oberflächenbehandlung mittels einer Gittermaske oder maskenlos mit einer gesteuerten Düse eine gitterförmige

Struktur des Reflektors (4) an dem Rückseitenglas (6) aufgebracht wird.

16. Solarzellenmodul (1), insbesondere hergestellt nach einem Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, mit zumindest zwei benachbarten bifacialen Solarzellen (2), wobei zwischen den Solarzellen (2) ein Zwischenraum (3) vorgesehen ist und in dem Bereich des Zwischenraums (3) ein diffuser Reflektor (4) derart angeordnet und ausgebildet ist, dass er in den Zwischenraum einfallendes Licht diffus reflektiert und ein Teil des diffus reflektierten Lichts über Totalreflexion an einer vorderen Grenzschicht des Solarzellenmoduls (1) auf die Solarzellen (2) trifft.

17. Solarzellenmodul nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass der diffuse Reflektor (4) als ebenes oberflächenstrukturloses Element ausgebildet ist.

18. Solarzellenmodul nach Anspruch 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass der diffuse Reflektor (4) ein Klebeband oder eine Klebefolie mit einer Pigmentschicht und mit einer Klebstoffschicht umfasst.

19. Solarzellenmodul nach Anspruch 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass der diffuse Reflektor (4) einen Aufdruck oder einen Klebstoff oder einen Einbrennlack umfasst, der weiße Partikel enthält.

20. Solarzellenmodul nach Anspruch 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass der diffuse Reflektor (4) mit einer abschnittsweise oberflächenbehandelten Rückseitenabdeckung (6) des Solarzellenmoduls (1) gebildet ist.

21. Solarzellenmodul nach Anspruch 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass der diffuse Reflektor (4) mit einer abschnittsweise oberflächenbehandelten rückseitigen Kunststoffschicht (8) des Solarzellenmoduls (1) gebildet ist.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

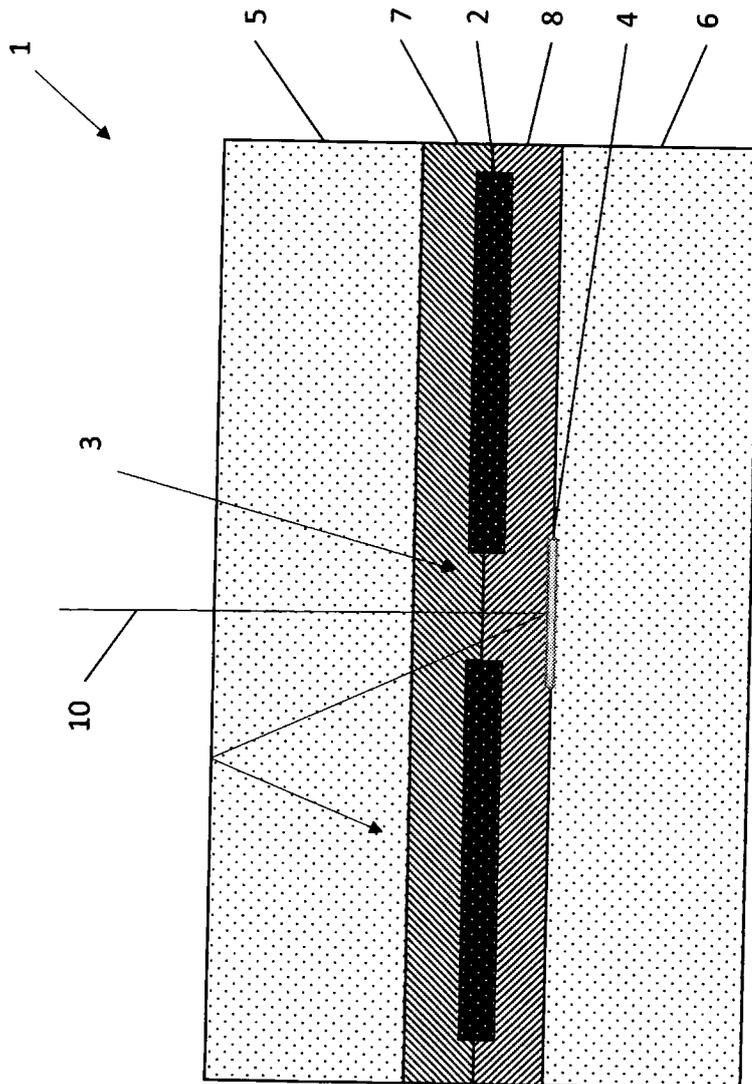


Fig. 1

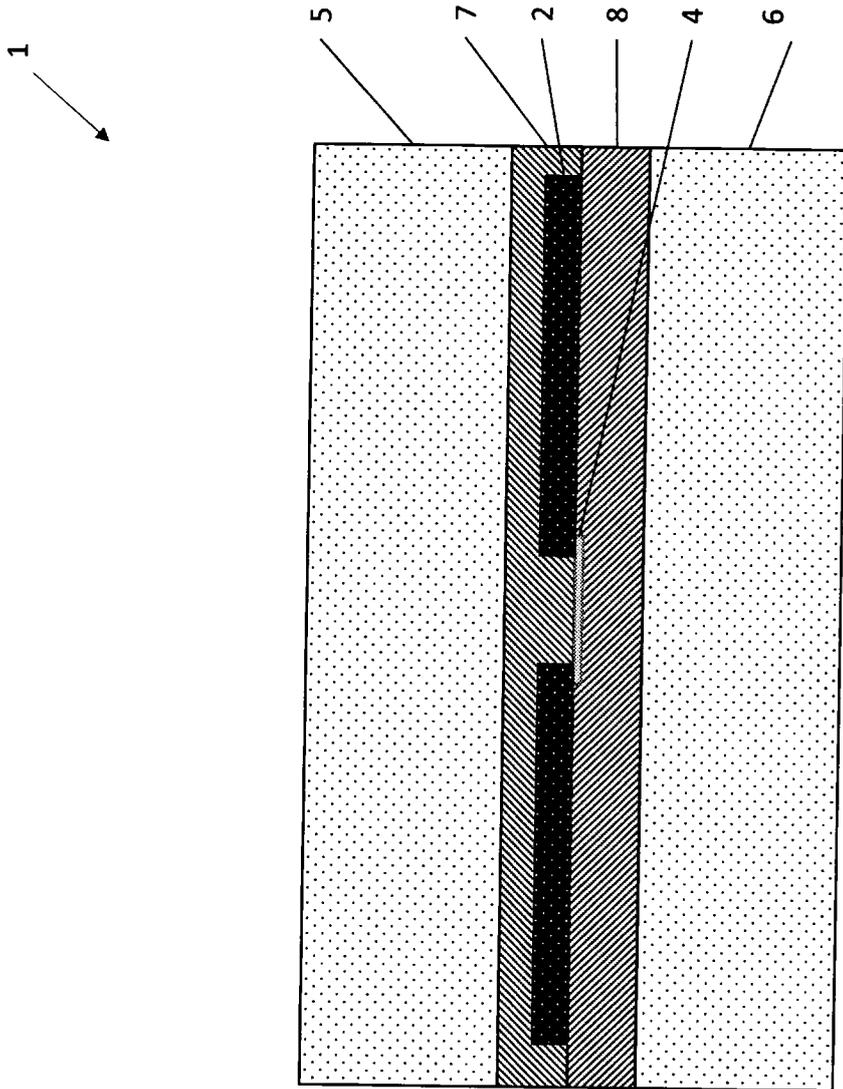


Fig. 2

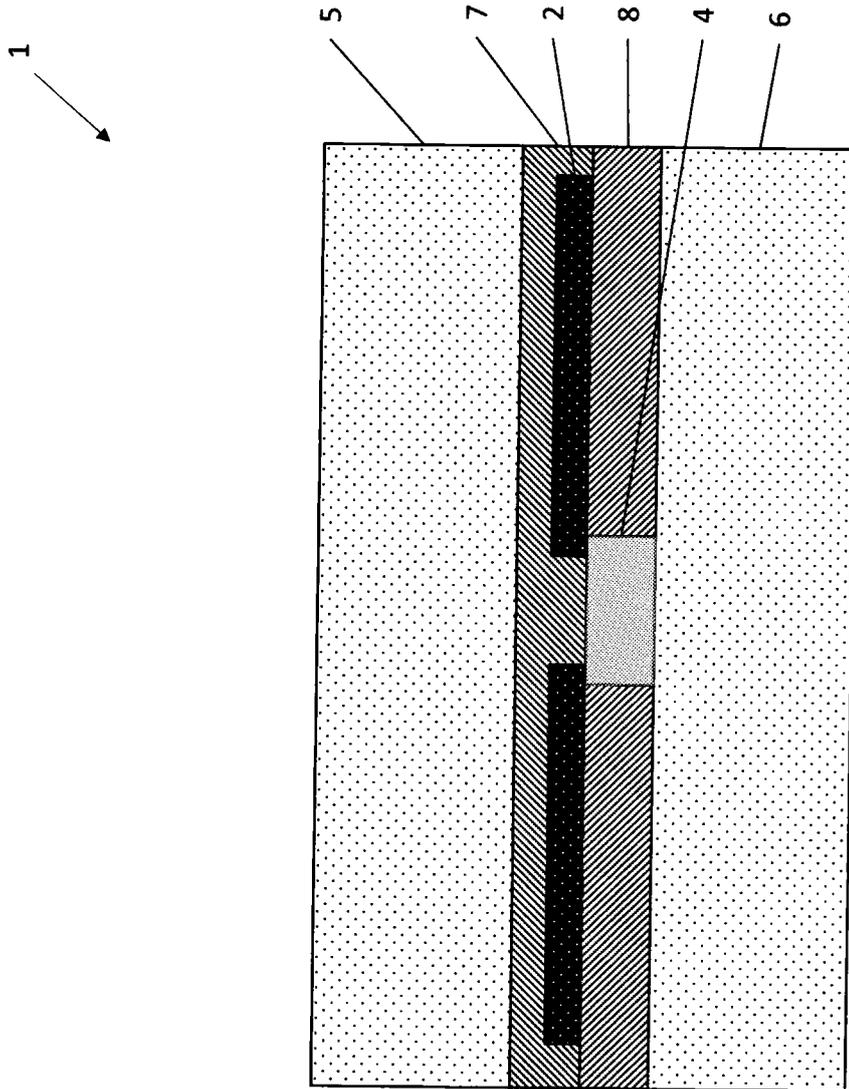


Fig. 3

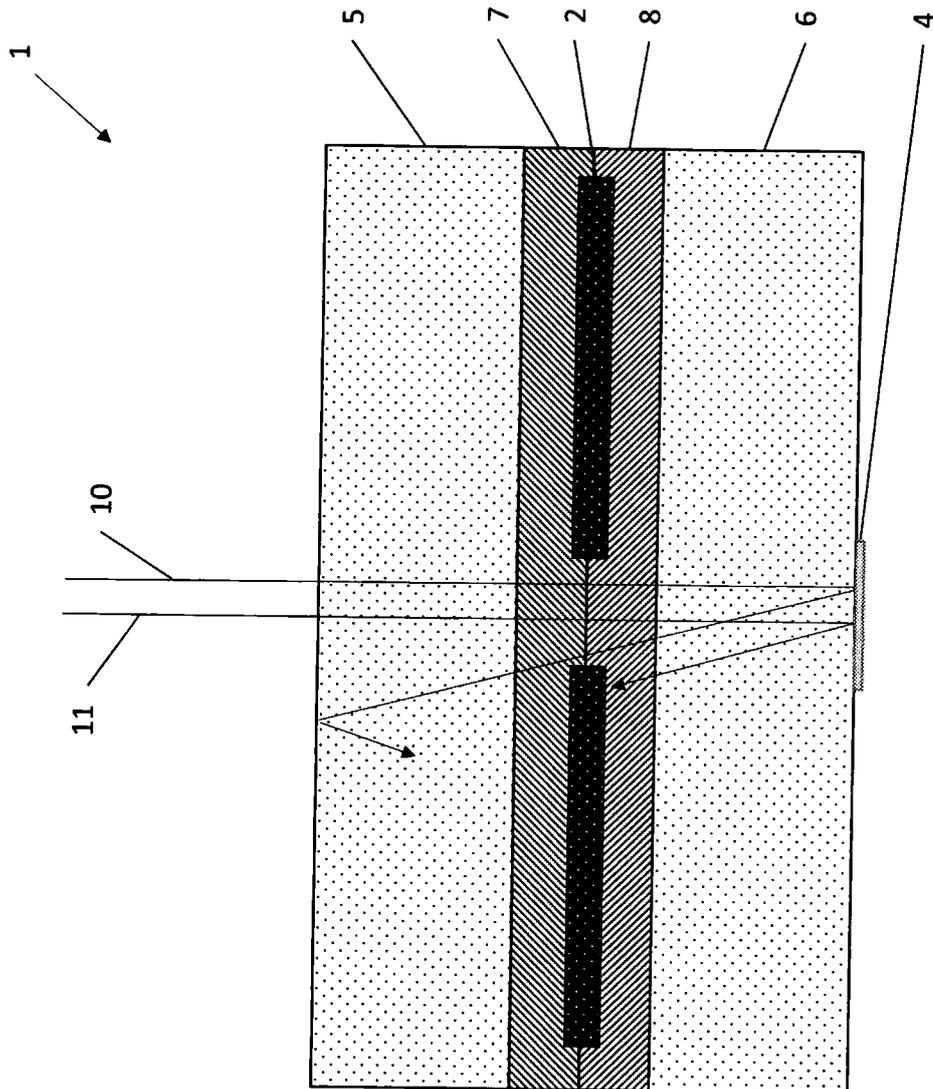


Fig. 4

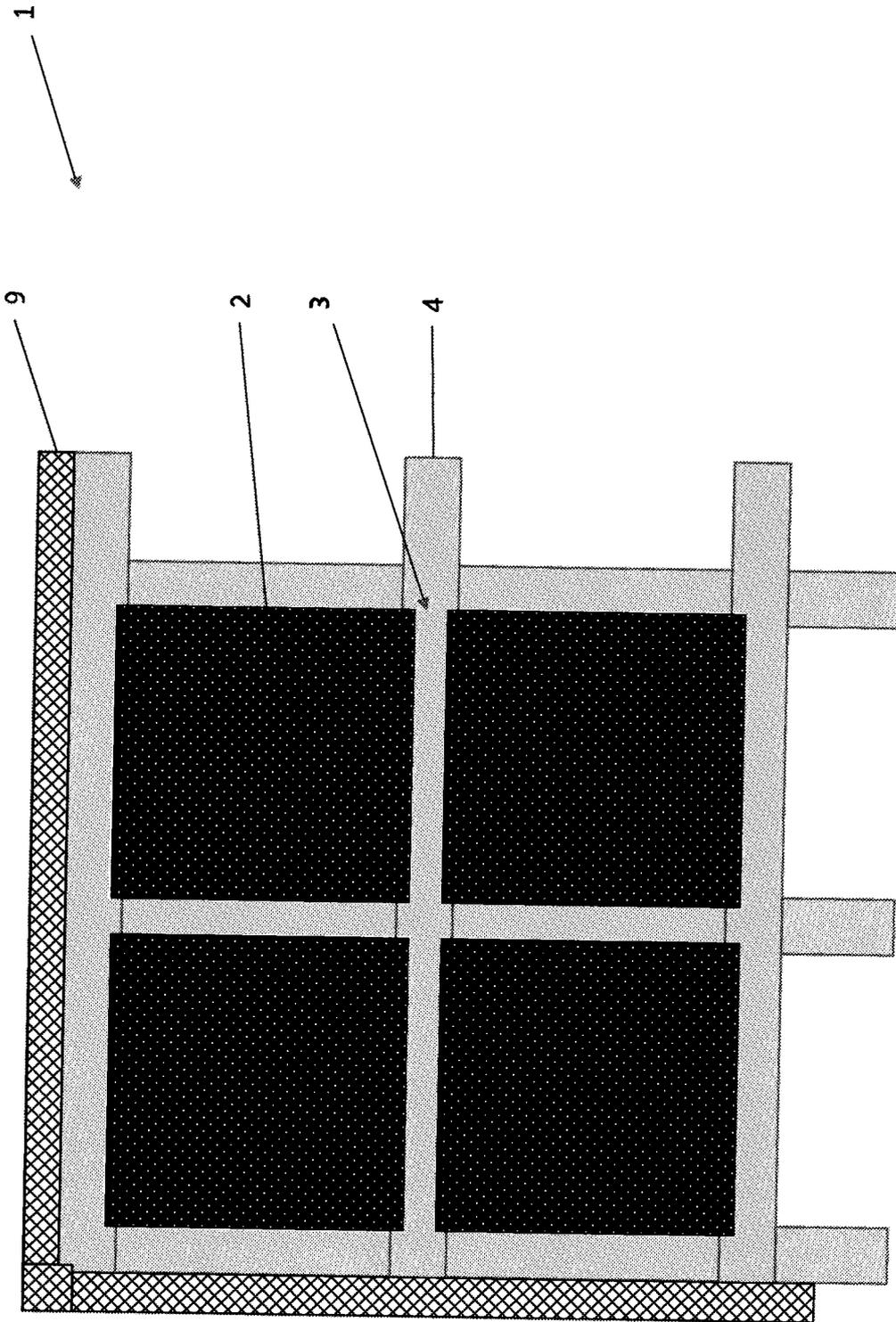


Fig. 5