

(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
8. November 2001 (08.11.2001)

PCT

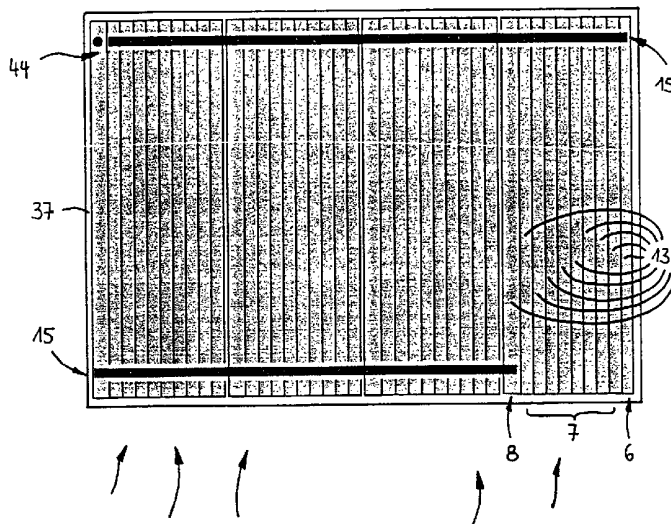
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/84638 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H01L 31/042** (72) **Erfinder; und**
(75) **Erfinder/Anmelder** (*nur für US*): **TOBER, Olaf** [—/DE];
Schönhauser Allee 45a, 10437 Berlin (DE). **GÜLDNER, Ralf** [—/DE];
Strasse der Republik 25, 15890 Eisenhüttenstadt (DE). **PENNDORF, Jürgen** [—/DE];
Dorfstrasse 11b, 15236 Frankfurt (Oder) (DE). **BARTH, Gudrun** [—/DE];
Am Mühlenteich 3, 15295 Gross Lindow (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/04349
- (22) Internationales Anmeldedatum:
17. April 2001 (17.04.2001)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (74) **Anwälte: KERN, Wolfgang** usw.; Albert-Rosshaupter-
Strasse 73, 81369 München (DE).
- (30) Angaben zur Priorität:
100 20 784.7 28. April 2000 (28.04.2000) DE (81) **Bestimmungsstaaten** (*national*): AE, AU, CA, CN, CU,
CZ, EE, HR, IL, IN, JP, KP, LT, LV, MX, NZ, PL, SI, UA,
US, ZA.
- (71) **Anmelder** (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US*): **IST - INSTITUT FÜR SOLARTECHNOLOGIEN GMBH** [—/DE];
Im Technologiepark 7, 15236 Frankfurt (Oder) (DE). **ODERSUN PHOTOVOLTAICS GMBH** [—/DE];
Im Technologiepark 7, 15236 Frankfurt (Oder) (DE). (84) **Bestimmungsstaaten** (*regional*):
ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW),
eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM),
europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** PHOTOVOLTAIC MODULE AND METHOD FOR THE PRODUCTION THEREOF

(54) **Bezeichnung:** PHOTOVOLTAIKMODUL UND VERFAHREN ZU DESSEN HERSTELLUNG



(57) **Abstract:** The invention relates to a photovoltaic module comprising several groups (2-5) of serially mounted solar cells (6, 7, 8) respectively provided with a covering electrode, a rear electrode and an absorber layer between the electrodes; also comprising a device (15) for parallel connection of several groups (2 -5). The invention also relates to a method for producing one such module. According to the invention, the device (15) for parallel connection of several groups (2 - 5) is embodied and arranged in such a way that the electrically conducting rear electrodes (13) of the first solar cell (6) of each group (2 - 5) and the electrically conducting rear electrodes (13) of the last solar cell (8) of each group (2 - 5) are electrically connected to each other. According to the inventive method, the several groups (2-5) are disposed on a film (37) which forms the front surface of the module (1), whereupon parallel connection of the several groups and application of the rear side of the film forming the module (1) occur, in addition to optional lamination of the film module.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 01/84638 A2



ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR),
OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe
der PCT-Gazette verwiesen.*

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf einen Photovoltaikmodul mit mehreren Gruppen (2 bis 5) jeweils serienverschalteter Solarzellen (6, 7, 8), welche Solarzellen jeweils eine Deckelektrode, eine Rückelektrode und zwischen den Elektroden eine Absorberschicht aufweisen, und mit einer Einrichtung (15) zum Parallelverschalten der mehreren Gruppen (2 bis 5). Die Erfindung bezieht sich ferner auf ein Verfahren zum Herstellen eines solchen Moduls. Erfindungsgemäss ist die Einrichtung (15) zum Parallelverschalten der mehreren Gruppen (2 bis 5) derart ausgebildet und angeordnet, dass einerseits die elektrisch leitenden Rückelektroden (13) der ersten Solarzelle (6) jeder Gruppe (2 bis 5) und andererseits die elektrisch leitenden Rückelektroden (13) der letzten Solarzelle (8) jeder Gruppe (2 bis 5) elektrisch miteinander verbunden sind. Verfahrensseitig werden die mehreren Gruppen (2 bis 5) auf eine die Vorderseite des Moduls (1) bildende Folie (37) aufgebracht, sodann erfolgt das Parallelverschalten der mehreren Gruppen und das Aufbringen einer die Rückseite des Moduls (1) bildenden Folie sowie gegebenenfalls ein Laminieren des Folienmoduls.

5

10

Photovoltaikmodul und Verfahren zu dessen Herstellung

15

Die Erfindung bezieht sich auf einen Photovoltaikmodul nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie auf ein Verfahren zum Herstellen eines Photovoltaikmoduls nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 12.

20

Photovoltaikmodule, auch Solarmodule genannt, dienen dazu, die von einzelnen Solarzellen des Moduls erzeugte elektrische Energie so zu verschalten, daß mit Hilfe des Moduls bzw. mit mehreren solcher Module die für den gewünschten Anwendungszweck geforderte Leistung bereitgestellt wird.

25

30

Aus der JP-A-2-244 772 ist ein Verfahren bekannt, bei dem eine bandförmige Solarzelle auf einen zylindrischen Körper, auf den ein Kleber aufgebracht ist, derart aufgewickelt wird, daß sich benachbarte Solarzellen überlappen. Diese Überlappung erfolgt derart, daß die Rückelektrode der einen Solarzelle die Deckelektrode der benachbarten anderen Solarzelle kontaktiert. Die einzelnen Solarzellen sind schräg zur Horizontalen in den Kleber eingedrückt. Zwischen dem Kleber und dem zylindrischen Körper befindet sich außerdem ein Isolierfilm. Zum Herstellen eines Moduls werden der auf den Zylinder gewickelte Körper sowie der Isolierfilm durchge-

schnitten und vom Zylinder abgenommen, so daß ein rechteckiger, dünner Folienmodul mit serienverschalteten Solarzellen erhalten wird.

Aus der US-A-5 273 608 ist ein Verfahren zum Einbetten photovoltaischer Geräte bekannt.

5

In der US-A-5 232 519 ist ein Photovoltaikmodul beschrieben, bei dem sich auf den Oberseiten der Deckelektroden jeder strangförmigen Gruppe von Solarzellen ein Ableitstreifen, auch Ableitgrid genannt, zum Abgreifen der erzeugten Spannung befindet. Um zu vermeiden, daß die Ableitstreifen die Deckelektrode und damit auch die darunter befindliche Absorberschicht abschatten, wird in dieser Schrift das Vorsehen einer V-förmigen Vertiefung in der den gesamten Modul überdeckenden Abdeckschicht oberhalb jedes Ableitbandes vorgeschlagen. Dadurch sollen die einfallenden Sonnenstrahlen so umgelenkt werden, daß diese möglichst nicht auf das jeweilige Ableitband auftreffen.

10

15

Ein Verfahren zum Herstellen von Bandsolarzellen auf der Basis von einseitig mit CIS- (Kupfer/Indium/Diselenid) und seinen Homologen beschichteten Kupferbändern und eine dafür geeignete apparative Vorrichtung ist beispielsweise aus der DE-C2-196 34 580 bekannt. Dünnschichtsolarzellen auf der Basis der Ib/IIIa/VIa-Verbindungshalbleiter sowie Verfahren zum Herstellen derartiger Dünnschichtsolarzellen sind in den deutschen Patentanmeldungen 199 21 514 sowie 199 21 515 beschrieben.

20

Ein Photovoltaikmodul gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 ist aus der US-A-5 457 057 bekannt. Bei diesem Modul ist eine Anzahl einzelner Platten elektrisch derart miteinander verbunden, daß eine für den jeweiligen Anwendungsfall gewünschte Spannung und der erforderliche Strom bereitgestellt wird. Die Platten sind miteinander serienverschaltet, um die erzeugte Spannung zu erhöhen. Es ist ferner in dieser Schrift allgemein erwähnt, daß in einigen Fällen Gruppen serienverschalteter Platten parallel miteinander verbunden werden können, um die geforderten Leistungsanforderungen bei vorgegebener Spannung zu erfüllen. Auch in diesem Fall befinden sich sogenannte Ableitdrähte in bzw. auf der obersten Deckschicht jeder Platte.

25

30

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Photovoltaikmodul der eingangs erwähnten Art zu schaffen, welcher wirtschaftlicher und insbesondere flexibler auf den jeweiligen Anwendungsfall bezogen herstellbar ist. Der Erfindung liegt ferner die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Herstellen eines solchen Photovoltaikmoduls anzugeben.

35

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch einen Photovoltaikmodul mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und verfahrensseitig durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 12 gelöst.

5 Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der jeweiligen Unteransprüche.

Erfindungsgemäß ist die Einrichtung zum Parallelverschalten der mehreren Gruppen serienverschalteter Solarzellen derart ausgebildet und angeordnet, daß einerseits die elektrisch leitenden Rückelektroden der ersten Solarzelle jeder Gruppe und andererseits die elektrisch leitenden Rückelektroden der letzten Solarzelle jeder Gruppe elektrisch miteinander verbunden sind. Da-
10 durch ist das Auftreten einer Schattenfläche auf den Deckelektroden bzw. den Absorberschichten der Solarzellen auf besonders einfache Weise verhindert, da die elektrische Verbindung der einzelnen Gruppen von der Rückseite der Solarzellen her erfolgt. Durch die Verhinderung einer Abschattung, welche schnell zu einem Verlust von etwa 10 % der gesamten Solarfläche führen kann, ist die Wirtschaftlichkeit des Moduls pro m² Solarfläche erhöht. Günstig ist ferner, daß die Module in Form, Leistung und Größe frei wählbar sind, so daß die Leistung des erfindungsgemäßen Photovoltaikmoduls flexibel an den jeweiligen Anwendungsfall, d.h. an die Wünsche des Verbrauchers, anpaßbar ist. Letztlich bietet der erfindungsgemäße Modul daher pro Einheit der erzielten Leistung bzw. pro Einheit der Fläche des Moduls geringere Kosten und zusätzlich
15 pro Einheit der abgegebenen Leistung ein geringeres Gewicht.

Vorteilhafterweise bildet jede Gruppe einen Strang mehrerer, parallel zueinander angeordneter, bandförmiger Solarzellen. Dadurch ist es möglich, den erfindungsgemäßen Modul als sogenannten Folienmodul herzustellen, wodurch die Flexibilität weiter erhöht ist. Ein derartiger
25 Modul hat ein geringes Gewicht und ist relativ robust, so daß von einer 15- bis 20-jährigen Standzeit dieser Module und entsprechend geringen Strompreisen je kWh auszugehen ist.

Gemäß einer anderen Weiterbildung der Erfindung sind einander benachbarte Solarzellen sich gegenseitig überlappend derart angeordnet, daß die Rückelektrode der einen Solarzelle die
30 Deckelektrode der benachbarten anderen Solarzelle kontaktiert, wobei die Solarzellen vorzugsweise im wesentlichen eben ausgebildet und jeweils zur Horizontalen geneigt angeordnet sind. Dadurch ist auf einfache Weise eine Serienverschaltung der bandförmigen Solarzellen möglich, ohne daß zusätzliche Hilfs- oder Ausrüstungsmittel erforderlich sind. Durch die geneigte Anordnung jeder Solarzelle bleibt diese trotz der gegenseitigen überlappenden Kontaktierung benachbarter Solarzellen im wesentlichen eben ausgebildet, so daß das Auftreten von Knicken
35 oder Verwerfungen weitgehend ausgeschlossen ist.

Gemäß einer anderen Weiterbildung der Erfindung sind die Rückelektroden der jeweils ersten Solarzelle jeder Gruppe und die Rückelektroden der jeweils letzten Solarzelle jeder Gruppe jeweils mittels eines Ableitbandes miteinander verbunden, wobei vorzugsweise jedes Ableitband senkrecht zu den überlappend serienverschalteten Solarzellen jeder Gruppe angeordnet ist. Dadurch ergeben sich verfahrenstechnische Vorteile, da die Ableitbänder parallel zur Vorschubrichtung einer Vorderseitenfolie des Moduls und dadurch mit apparativ weitgehend geringem Aufwand aufgebracht werden können. Die Parallelverschaltung der einzelnen Gruppen von Solarzellen befindet sich damit auf der Rückseite jedes Solarzellenstranges und bietet somit die bereits zuvor erwähnten technologischen Vorteile (Vermeidung von Abschattungen). Eine derartige Verschaltung ist einfach aufgebaut und mit geringem apparativen Aufwand durchführbar.

Gemäß einer bevorzugten ersten Ausführungsform der Erfindung erstreckt sich jedes Ableitband quer über die Rückelektroden jeder Gruppe, wobei das eine Ableitband nahe dem einen Ende der Rückelektroden und das andere Ableitband nahe dem gegenüberliegenden, anderen Ende der Rückelektroden angeordnet ist und sich vorzugsweise jeweils zwischen dem einen Ableitband und den Rückelektroden jeder Gruppe ausgenommen der Rückelektrode der jeweils ersten Solarzelle sowie zwischen dem anderen Ableitband und den Rückelektroden jeder Gruppe ausgenommen der Rückelektrode der jeweils letzten Solarzelle eine elektrische Isolierschicht befindet. Mit einer derartigen Anordnung der Ableitbänder wird ein Flächenverlust vollständig verhindert. Die Ableitbänder befinden sich innerhalb der Fläche der mehreren Gruppen von Solarzellen. Durch die elektrische Isolierschicht ist sichergestellt, daß das eine Ableitband ausschließlich mit der Rückelektrode der jeweils ersten Solarzelle und das andere Ableitband ausschließlich mit der Rückelektrode der jeweils letzten Solarzelle in Kontakt steht.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung ist zwischen den Ableitbändern und den Rückelektroden der Solarzellen ausgenommen im Kontaktbereich der Ableitbänder mit den jeweils ersten bzw. letzten Solarzellen eine Heißschmelzschicht vorgesehen. Diese dient auf der einen Seite dazu, den Raum zwischen dem jeweiligen Ableitband und den Solarzellen auszufüllen; sie dient aber auch dazu, das jeweilige Ableitband zu fixieren, damit dieses sicher an seinem Platz gehalten ist. Dadurch entsteht ein äußerst kompakter Modul, in dem das Auftreten von Hohlräumen und dadurch bedingte Schäden an dem Modul wirksam verhindert sind.

Gemäß einer bevorzugten zweiten Ausführungsform der Erfindung stehen die jeweils ersten Solarzellen über das eine Ende ihrer Gruppe und die jeweils letzten Solarzellen über das gegenüberliegende, andere Ende ihrer Gruppe vor, wobei sich jedes Ableitband quer zu den Solarzellen jeder Gruppe unter gegenseitiger Verbindung im Überlappungsbereich mit den am einen Ende vorstehenden bzw. mit den am anderen Ende vorstehenden Rückelektroden erstreckt und

außerhalb des durch die Solarzellen ausgenommen die jeweils ersten Solarzellen gebildeten, einen Endes bzw. außerhalb des durch die Solarzellen ausgenommen die jeweils letzten Solarzellen gebildeten, anderen Endes jeder Gruppe angeordnet ist. Damit befinden sich die Ableitbänder gemäß dieser zweiten Ausführungsform der Erfindung außerhalb des Hauptteils der Fläche jeder Gruppe. Diese Anordnung erspart das Aufbringen einer Isolierschicht auf die Solarzellen, wie sie im Fall der ersten Ausführungsform der Erfindung erforderlich ist. Andererseits ist damit eine geringfügige Erhöhung der Modulfläche bei im wesentlichen konstant gebliebener Leistung verbunden. Damit bietet diese Ausführungsform insbesondere dann Vorteile, wenn eine genügend große Fläche zum Aufstellen der Photovoltaikmodule zur Verfügung steht.

Vorteilhafterweise sind die mehreren Gruppen allseits in einen wärmeaktivierbaren Kunststoff eingebettet. Dadurch ist der Modul vor negativen Umwelteinflüssen weitgehend geschützt. Er ist trotzdem biegsam, und daher auch an gekrümmten bzw. gebogenen Flächen einsetzbar.

Das erfindungsgemäße Verfahren gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 12 bietet den Vorteil, daß die einzelnen Gruppen auf einfache Weise auf die Rückseite einer Vorderseitenfolie des Moduls aufgebracht werden können. Durch die sich anschließende Parallelverschaltung der mehreren Gruppen ist sichergestellt, daß die Verschaltung der Solarzellen zu einem oder mehreren Modulen in die Modulmontage verlagert wird und dadurch im Gegensatz zu anderen Dünnschichtverfahren eine einfachere Technologie mit weniger verfahrenstechnischen Einzelschritten zum Einsatz kommen kann. Die Modulgröße kann unabhängig von der Größe der Solarzellen frei gestaltet werden. Ein sogenanntes Abscaling der technischen Anlagen und Spezialausrüstungen zur Herstellung der Solarzellen kann damit entfallen. Aufgrund der niedrigen Anzahl der technologischen Einzelschritte kann das Herstellungsverfahren relativ einfach durchgeführt werden, was schließlich zu einer deutlichen Reduktion der solaren Stromgestehungskosten führt. Außerdem kann erfindungsgemäß auf das Aufbringen sogenannter Ableitgrids verzichtet werden.

Vorteilhafterweise wird die Vorderseitenfolie von einer Rolle abgezogen und werden bandförmige Solarzellen mit obenliegenden Rückelektroden quer zur Vorschubrichtung der Vorderseitenfolie auf diese aufgebracht, wobei vorzugsweise die Vorderseitenfolie vor dem Aufbringen der Solarzellen erwärmt wird und die Solarzellen unter gegenseitiger Überlappung, wobei die Rückelektrode der einen Solarzelle die Deckelektrode der anderen, benachbarten Solarzelle kontaktiert, zur Horizontalen geneigt in die Vorderseitenfolie eingedrückt werden. Damit kann das erfindungsgemäße Verfahren in einem sogenannten Rolle-zu-Rolle-Prozeß durchgeführt werden. Es ist aber auch möglich, lediglich eine Rolle, d.h. die Rolle für die Vorderseitenfolie, vorzusehen und die Folie am Ende des Verfahrens in einzelne Module der gewünschten Spezi-

fikation zu zerschneiden. Auch die bandförmigen Solarzellen können von einer Rolle abgezogen werden. Aufgrund der gegenseitigen Kontaktierung benachbarter Solarzellen können diese auf einfache Weise durch eine Überlagerung der Bewegung der Vorderseitenfolie mit derjenigen beim Aufbringen der Solarzelle auf die Folie aufgebracht werden. Aufgrund der Vorschubgeschwindigkeit der Vorderseitenfolie sind die Solarzellen jeweils lediglich ein kurzes Stück in Vorschubrichtung der Folie mitzuführen. Dies bietet Vorteile bei der apparativen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Gemäß einer anderen Weiterbildung der Erfindung wird auf die Rückelektroden jeder Gruppe einerseits nahe dem einen Ende ausgenommen auf die Rückelektrode der jeweils ersten Solarzelle und andererseits nahe dem gegenüberliegenden, anderen Ende ausgenommen auf die Rückelektrode der jeweils letzten Solarzelle eine streifenförmige elektrische Isolierschicht aufgebracht, wobei vorzugsweise auf die Rückelektroden jeder Gruppe vornehmlich im Bereich der Isolierschicht ausgenommen in den Kontaktbereichen, über die die Rückelektroden der ersten Solarzelle jeder Gruppe bzw. die Rückelektroden der letzten Solarzelle jeder Gruppe jeweils miteinander elektrisch verbunden werden sollen, eine Heißschmelzschicht aufgebracht, vorzugsweise aufgesprüht, wird. Mit Hilfe des Aufbringens der streifenförmigen elektrischen Isolierschicht ist eine einfache Möglichkeit geschaffen, das noch aufzubringende Ableitband gegenüber den anderen Rückelektroden der jeweiligen Gruppe zu isolieren. Damit wird die elektrische Spannung lediglich an den Stellen abgegriffen, welche für eine zweckmäßige Parallelverschaltung der einzelnen Gruppen vorteilhaft ist. Da die Isolierschichten und die Heißschmelzschichten im wesentlichen parallel zueinander verlaufen, können einerseits die Isolierschichten und andererseits die Heißschmelzschichten im wesentlichen gleichzeitig auf die Solarzellen aufgebracht werden. Dies führt zu einer apparativ kompakten Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens und beschleunigt das Durchführen des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Herstellen eines Moduls. Die genannte Heißschmelzschicht dient im Sinne einer Doppelwirkung einerseits zur Vermeidung von Hohlräumen im Modul und andererseits zu einem Fixieren des jeweiligen Ableitbandes.

Vorteilhafterweise wird auf die Heißschmelzschichten und die Kontaktbereiche der Rückelektroden der ersten Solarzelle jeder Gruppe bzw. die Kontaktbereiche der Rückelektroden der letzten Solarzelle jeder Gruppe ein Ableitband aufgebracht. Damit kann das Ableitband quer über die Solarzellen laufen, was das Aufbringen des Ableitbandes vereinfacht. Trotzdem kontaktiert das Ableitband nur bestimmte Rückelektroden, soweit dies für die gewünschte Parallelverschaltung technisch erforderlich und sinnvoll ist.

Gemäß einer anderen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens werden die ersten Solarzellen jeder Gruppe bzw. die letzten Solarzellen jeder Gruppe derart auf die Vorderseitenfolie aufgebracht, daß die jeweils ersten Solarzellen über das eine Ende ihrer Gruppe und die jeweils letzten Solarzellen über das gegenüberliegende, andere Ende ihrer Gruppe vorstehen, wobei die überstehenden Abschnitte der jeweils ersten bzw. der jeweils letzten Solarzellen mit je einem Ableitband miteinander verbunden werden. Wie zuvor bei der Erläuterung des erfindungsgemäßen Moduls angegeben, ist in diesem Fall das Aufbringen einer Isolierschicht auf die Rückelektroden jeder Gruppe entbehrlich.

Vorteilhafterweise erfolgt das Aufbringen der Isolierschicht, der Heißschmelzschicht, sofern diese vorhanden sind, und der Ableitbänder quer zur Längsrichtung der Solarzellen bzw. parallel zur Vorschubrichtung der Vorderseitenfolie, was die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens weiter vereinfachen kann, da die Möglichkeit besteht, auf einen Bewegungsmechanismus für die Einrichtung zum Aufbringen der Isolierschicht bzw. der Heißschmelzschicht vollständig zu verzichten.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung ist das erfindungsgemäße Verfahren ein kontinuierlich ablaufender Prozess, wodurch die Herstellung von Photovoltaikmodulen nicht unwesentlich beschleunigt werden kann.

Ausführungsbeispiele des Erfindungsgegenstandes werden nachfolgend anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Unteransicht einer ersten Ausführungsform eines Photovoltaikmoduls während dessen Herstellung;

Fig. 2 eine schematische Unteransicht des Photovoltaikmoduls gemäß Fig. 1 mit zwei serienverschalteten Solarzellen;

Fig. 3 eine schematische Unteransicht des Moduls gemäß Fig. 1 mit einer Gruppe serienverschalteter Solarzellen;

Fig. 4 eine schematische Unteransicht des Moduls gemäß Fig. 3 mit vier Gruppen jeweils serienverschalteter Solarzellen;

Fig. 5 eine schematische Unteransicht des Moduls gemäß Fig. 4 mit teilweise auf die Solarzellen aufgebrachten Isolierschichten;

- Fig. 6 eine schematische Unteransicht des Moduls gemäß Fig. 5 mit auf die Isolierschichten und Rückelektroden aufgebrauchten Ableitbändern;
- 5 Fig. 7 einen schematischen, teilweisen Längsschnitt durch einen Photovoltaikmodul nahe dessen einem Ende gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung;
- Fig. 8 einen schematischen, teilweisen Längsschnitt durch den Photovoltaikmodul nahe dessen gegenüberliegendem, anderem Ende gemäß der ersten Ausführungsform der Erfindung;
- 10 Fig. 9 eine schematische Unteransicht eines Photovoltaikmoduls gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung während dessen Herstellung;
- 15 Fig. 10 eine schematische Unteransicht des Moduls gemäß Fig. 9 mit auf einen Teil der Rückelektroden aufgebrauchten Ableitbändern;
- Fig. 11 eine schematische Unteransicht des Photovoltaikmoduls gemäß der ersten Ausführungsform;
- 20 Fig. 12 eine schematische Unteransicht des Photovoltaikmoduls gemäß Fig. 11 mit Modulanschlußdose;
- Fig. 13 eine schematische Unteransicht des Photovoltaikmoduls gemäß Fig. 12 mit Modulrahmung; und
- 25 Fig. 14 eine schematische Draufsicht auf den Photovoltaikmodul gemäß Fig. 13.

30 Ein schematischer Längsschnitt nahe einem oberen Ende eines Photovoltaikmoduls 1 gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung ist in Fig. 7 und ein schematischer Längsschnitt nahe einem unteren Ende des Photovoltaikmoduls 1 gemäß der ersten Ausführungsform der Erfindung ist in Fig. 8 dargestellt.

35 Jeder Photovoltaikmodul 1 hat mehrere Gruppen 2, 3, 4, 5 serienschalteter Solarzellen 6, 7, 8, wobei in den Fig. 7 und 8 der Einfachheit halber lediglich zwei Gruppen je drei serienschalteter Solarzellen gezeigt sind.

Es ist zu beachten, daß in den Fig. 7 und 8 die Vorderseite 10 jedes Photovoltaikmoduls 1 unten und die Rückseite 11 jedes Photovoltaikmoduls 1 oben angeordnet ist.

Jede Solarzelle 6, 7, 8 weist eine Deckelektrode 12, eine Rückelektrode 13 und zwischen den Elektroden 12, 13 eine Absorberschicht 14 auf, wobei diese drei Elemente in Fig. 7 mit Bezugszeichen der besseren Übersicht halber lediglich hinsichtlich der zur Gruppe 2 gehörenden Solarzelle 8 gezeigt sind. Der Aufbau der anderen Solarzellen 6 und 7 entspricht in den Fig. 7 und 8 demjenigen der Solarzelle 8 gemäß Fig. 7.

Der Aufbau der Solarzellen 6, 7, 8 ist in den Fig. 7 und 8 lediglich rein schematisch dargestellt. Die Solarzellen können derart aufgebaut sein, wie dies beispielhaft in den Dokumenten DE-C2-196 34 580, DE 199 21 514 sowie DE 199 21 515 angegeben ist, auf deren Inhalt hier Bezug genommen wird.

Danach sind die Solarzellen sogenannte Dünnschicht-Solarzellen mit einer Gesamtdicke von etwa 30 μm bis etwa 100 μm und einer Breite von etwa 1 cm. Die Absorberschicht 14 ist vorzugsweise eine sogenannte CIS-Absorberschicht aus Kupfer-Indium-Diselenid (CuInSe_2) oder Kupfer-Indium-Disulfid (CuInS_2). Es können auch andere Absorberschichten beispielsweise aus Kupfer-Gallium-Diselenid (CuGaSe_2), Kupfer-Gallium-Disulfid (CuGaS_2) und Gemische dieser Elemente (Cu(In,Ga)(Se,S)_2) zur Anwendung kommen. Diese Verbindungshalbleiter der Gruppen Ib/IIIa/VIa des Periodensystems besitzen einen für Solaranwendungen geeigneten Bandabstand und können daher theoretisch bis zu 30 % des Sonnenlichts in elektrische Energie umwandeln. Sie haben einen hohen Absorptionskoeffizienten, so daß schon eine sehr dünne Halbleiterschicht von etwa 1 μm genügt, um mindestens 90 % des Sonnenlichts zu absorbieren. Jede Solarzelle ist in der Lage, die lichterzeugten Ladungsträgerpaare zu trennen, so daß die Ladungsträger an der transparenten, hochleitfähigen Deckelektrode, auch Deckschicht genannt, oder, wie erfindungsgemäß beschrieben, an der Rückelektrode abgeführt werden können. Verfahren zum Herstellen derartiger bandförmiger Solarzellen sind in den drei letztgenannten Dokumenten im einzelnen angegeben.

Erfindungsgemäß weist der Photovoltaikmodul 1 eine Einrichtung 15 zum Parallelverschalten der mehreren Gruppen 2 bis 5 auf, welche derart ausgebildet und angeordnet ist, daß einerseits die elektrisch leitenden Rückelektroden 13 der ersten Solarzelle 6 jeder Gruppe 2 bis 5 (siehe Fig. 7) und andererseits die elektrisch leitenden Rückelektroden 13 der letzten Solarzelle 8 jeder Gruppe 2 bis 5 (siehe Fig. 8) elektrisch miteinander verbunden sind.

Jede Gruppe 2 bis 5 bildet einen Strang 20 bis 23 mehrerer, parallel zueinander angeordneter, bandförmiger Solarzellen 6, 7 und 8. Es wird darauf hingewiesen, daß gemäß der Darstellung der Fig. 7 und 8 lediglich drei serienverschaltete Solarzellen gezeigt sind. Gemäß den Fig. 3 bis 6 kann ein Strang beispielhaft auch aus zehn serienverschalteten Solarzellen, gemäß den Fig. 9 und 10 auch aus neun serienverschalteten Solarzellen bestehen, wobei die Anzahl der serienverschalteten Solarzellen von der gewünschten, zu erzielenden Spannung, d.h. vom praktischen Anwendungsfall her, weitgehend vorgegeben ist und in weiten Grenzen variieren kann.

Gemäß den Fig. 7 und 8 sind einander benachbarte Solarzellen 6, 7 bzw. 7, 8 sich gegenseitig überlappend derart angeordnet, daß die Rückelektrode 13 der einen Solarzelle 6 bzw. 7 die Deckelektrode 12 der anderen Solarzelle 7 bzw. 8 kontaktiert. Aus den Fig. 7 und 8 ist ferner zu ersehen, daß die Solarzellen 6, 7, 8 im wesentlichen eben ausgebildet und jeweils zur Horizontalen geneigt angeordnet sind.

Erfindungsgemäß sind nun die Rückelektroden 13 der jeweils ersten Solarzelle 6 jeder Gruppe 2 bis 5 und die Rückelektroden 13 der jeweils letzten Solarzelle 8 jeder Gruppe 2 bis 5 jeweils mittels eines Ableitbandes 24, 25 miteinander elektrisch verbunden, wobei, wie später noch genauer beschrieben wird, jedes Ableitband 24, 25 senkrecht zu den überlappend serienverschalteten Solarzellen 6, 7, 8 jeder Gruppe 2 bis 5 angeordnet ist.

Gemäß dem Photovoltaikmodul der ersten Ausführungsform der Erfindung, welcher in den Fig. 1 bis 6, 7, 8 sowie 11 bis 14 gezeigt ist, erstreckt sich jedes Ableitband 24, 25 quer über die Rückelektroden 13 der Gruppen 2 bis 5, wobei das eine Ableitband 24 nahe dem einen Ende 26 (in Fig. 6 ist dies das obere Ende) der Rückelektroden 13 und das andere Ableitband 25 nahe dem gegenüberliegenden, anderen Ende 27 (in Fig. 6 ist dies das untere Ende) der Rückelektroden 13 angeordnet ist. Es ist klar, daß die Ableitbänder 24, 25 nicht unbedingt nahe den beiden Enden des Moduls anzuordnen sind. Sie können an jeder anderen Stelle auf der Rückseite des Moduls, beispielsweise auch direkt nebeneinander, angeordnet sein. Wie zuvor angedeutet, zeigt Fig. 7 einen Längsschnitt durch den Modul und damit einen Querschnitt durch jede Solarzelle nahe dem einen, oberen Ende 26 und Fig. 8 nahe dem gegenüberliegenden, anderen, unteren Ende 27 jedes Moduls.

Aus den Fig. 7 und 8 ist ferner ersichtlich, daß sich jeweils zwischen dem einen Ableitband 24 und den Rückelektroden 13 jeder Gruppe ausgenommen der Rückelektrode 13 der jeweils ersten Solarzelle 6 sowie zwischen dem anderen Ableitband 25 und den Rückelektroden 13 jeder Gruppe ausgenommen der Rückelektrode 13 der jeweils letzten Solarzelle 8 eine elektrische Isolierschicht 30 befindet. Gemäß den Fig. 7 und 8 umgreift diese Isolierschicht 30 die in Rede

stehenden Solarzellen, im Falle der Fig. 7 die Solarzellen 7 und 8 und im Falle der Fig. 8 die in der rechten Hälfte gezeigten Solarzellen 6 und 7 etwa L-förmig, d.h. die Isolierschicht überdeckt einen Teil der Unterseite, nämlich der Rückelektrode 13, jeder Solarzelle sowie das jeweilige in den Figuren linke Ende der genannten Solarzellen, welches durch die freien Abschnitte von Deckelektrode 12, Absorberschicht 14 und Rückelektrode 13 gebildet ist. Die Isolierschichten bestehen vorzugsweise aus anorganischen dielektrischen Materialien wie Titanoxid oder Siliziumoxid; es können aber auch organische Elektroisolierlacke zum Einsatz kommen.

Wie ferner in den Fig. 7 und 8 dargestellt, ist zwischen den Ableitbändern 24, 25 und den Rückelektroden der Solarzellen 6, 7, 8 ausgenommen im Kontaktbereich 31 im Falle der Darstellung der Fig. 7 und ausgenommen im Kontaktbereich 32 im Falle der Darstellung gemäß Fig. 8 der Ableitbänder mit den jeweils ersten bzw. letzten Solarzellen 6, 8 eine Heißschmelzschicht 33 vorgesehen. Die Heißschmelzschicht kann vorzugsweise gleichzeitig im Sinne einer Doppelfunktion die Funktion der Isolierschicht mit übernehmen. Gemäß den Fig. 7 und 8 füllt also die Heißschmelzschicht 33 den gesamten Zwischenraum zwischen dem jeweiligen Ableitband 24 bzw. 25 und den Solarzellen aus. Die Heißschmelzschicht 33 ist vorzugsweise ein wärmeaktivierbarer Kunststoff. Vorteilhafterweise ist der wärmeaktivierbare Kunststoff Ethylenvinylacetat (EVA) und damit derselbe Kunststoff, der auch für die Einbettung des Moduls verwendet wird. Es können auch andere Kunststoffe, insbesondere sogenannte Schmelzkleber wie beispielsweise macromelt 6208, zu beziehen von der Firma Henkel KG a.A. Düsseldorf, verwendet werden.

Eine zweite Ausführungsform des Photovoltaikmoduls 1 ist schematisch in einer Unteransicht in den Fig. 9 und 10 gezeigt.

Bei dieser Ausführungsform stehen die jeweils ersten Solarzellen 6 über das eine Ende 26 ihrer Gruppe 2 bis 5 und die jeweils letzten Solarzellen 8 über das gegenüberliegende, andere Ende 27 ihrer Gruppe 2 bis 5 vor. Jedes Ableitband 24, 25 erstreckt sich quer zu den Solarzellen 6, 7, 8 jeder Gruppe 2 bis 5 unter gegenseitiger Verbindung im Überstandsbereich 24, 25 (Fig. 10) mit den am einen Ende 26 vorstehenden bzw. mit den am anderen Ende 27 vorstehenden Rückelektroden 13 jeder Gruppe und außerhalb des durch die Solarzellen 6 bis 8 ausgenommen die jeweils ersten Solarzellen 6 gebildeten einen Endes 26 bzw. außerhalb des durch die Solarzellen 6 bis 8 ausgenommen die jeweils letzten Solarzellen 8 gebildeten, anderen Endes 27 jeder Gruppe, wie dies schematisch in Fig. 10 angedeutet ist.

Die Gruppen 2 bis 5 sind allseits in einen wärmeaktivierbaren Kunststoff 36 eingebettet, wie dies beispielhaft in den Fig. 7, 8, 13 und 14 angedeutet ist. Im Falle der Deckschicht des Moduls

auf der Vorderseite 10 ist dieser aktivierbare Kunststoff 36 transparent und besteht beispielsweise aus EVA. Ein solcher Kunststoff verflüssigt sich ab 80 bis 100°C und bildet vorzugsweise bei etwa 150°C Vernetzungen. Ein solcher transparenter wärmeaktivierbarer Kunststoff ist beispielsweise das Produkt ETIMEX ELVAX der Firma BP Chemicals PlasTec. Es können
5 auch andere wärmeaktivierbare Kunststoffe eingesetzt werden. Es ist klar, daß ein solcher Kunststoff beim Aufschmelzen bzw. Vernetzen klebrig wird. Auch die die Rückseite 11 jedes Moduls bildende Unterschicht kann aus einem solchen wärmeaktivierbaren Kunststoff 36 bestehen. Es ist aber auch möglich, letztere Schicht beispielsweise durch einen nicht transparenten Kunststoff auszubilden. Auf den wärmeaktivierbaren Kunststoff kann zur Verhinderung von
10 Verwitterung eine Deckfolie aufgebracht werden, welche auf der Frontseite der Module transparent ist. Eine solche transparente Folie ist beispielsweise das Produkt Tefzel der Firma Dupont. Auf der Rückseite können auch nichttransparente Folien oder Verbundfolien, wie z.B. die Produkte ICOSOLAR der Firma ISOVOLTA, verwendet werden.

15 Zusätzlich ergibt sich der genaue Aufbau des erfindungsgemäßen Photovoltaikmoduls 1 aus der nachfolgenden Beschreibung eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Herstellen eines solchen Moduls. Dieses Verfahren wird nachfolgend näher erläutert.

20 Gemäß Fig. 1 wird eine bandförmige Solarzelle 6 mit oberliegender Rückelektrode 13 auf eine Vorderseitenfolie 37 quer deren Längsrichtung aufgelegt. Die Vorderseitenfolie ist in Fig. 1 lediglich beispielhaft als rechteckige Fläche dargestellt. Vorzugsweise wird die Vorderseitenfolie 37 von einer nicht näher gezeigten Rolle, auf die die Folie aufgewickelt ist, abgezogen. Die bandförmige Solarzelle 6 wird dann quer zur Vorschubrichtung, welche in Fig. 1 beispielhaft mit dem Pfeil A gekennzeichnet ist, aufgebracht.

25 Dazu wird die Vorderseitenfolie 37 vor dem Aufbringen der einzelnen Solarzellen erwärmt. Die Solarzellen werden dann unter gegenseitiger Überlappung (siehe Fig. 2 bis 4) zur Horizontalen geneigt (siehe auch Fig. 7 und 8) in die Vorderseitenfolie 37 eingedrückt, wobei, wie in den Fig. 7 und 8 gezeigt, die Rückelektrode 13 der einen Solarzelle 6 bzw. 7 die Deckelektrode 12 der
30 anderen, benachbarten Solarzelle 7 bzw. 8 kontaktiert. Demnach wird auf die in Fig. 1 dargestellte Solarzelle 6 die nächste Solarzelle 7 überlappend so aufgelegt, daß die in Fig. 1 sichtbare Fläche teilweise abgedeckt ist. Der besseren Übersicht halber ist diese Querschnittsverringerung in der Darstellung gemäß Fig. 2 im Vergleich zu derjenigen der Fig. 1 überaus deutlich ausgebildet. Es ist klar, daß, wie in den Fig. 7 und 8 gezeigt, sich benachbarte Solarzellen nur
35 geringfügig überlappen. An die in Fig. 2 dargestellte Solarzelle 7 schließen sich nun weitere Solarzellen an, bis schließlich die letzte Solarzelle 8 dieser ersten Gruppe, welche das Bezugszeichen 2 erhält, aufgebracht wird. Demnach gehören zur Gruppe 2 eine erste Solarzelle 6, acht

Solarzellen 7 sowie eine letzte Solarzelle 8. Demnach sind die Solarzellen 6 bis 8 dieser Gruppe 2 miteinander serienverschaltet.

Wie bereits in der Kurzbeschreibung zu den Zeichnungen erwähnt, zeigen die Fig. 1 bis 6 sowie
5 9 bis 13 eine schematische Unteransicht eines teilweise in der Herstellung begriffenen Photovoltaikmoduls 1.

Anschließend werden in analoger Weise unter Belassung jeweils eines Zwischenabstandes 40
10 weitere Gruppen 3, 4, 5 auf die Vorderseitenfolie 37 aufgebracht. Gemäß Fig. 4 hat der Photovoltaikmodul 1 somit vier verschiedene Gruppen 2 bis 5, d.h. vier Stränge 20 bis 23 jeweils serienverschalteter Solarmodule. Wie zuvor erwähnt, kann auf die von einer Rolle abgezogene Vorderseitenfolie eine beliebige Anzahl von Gruppen serienverschalteter Solarzellen aufgelegt werden, wobei am Ende des Herstellungsverfahrens die einzelnen Module üblicherweise durch
15 Zuschneiden eines bandförmigen Moduls gebildet werden. Wenn also in den Figuren eine rechteckige Vorderseitenfolie 37 gezeigt ist, kann es sich dabei auch um eine sogenannte Endlos-Vorderseitenfolie handeln.

Anschließend wird auf die Rückelektroden 13 jeder Gruppe 2 bis 5 einerseits nahe dem einen
20 Ende 26 ausgenommen auf die Rückelektrode 13 der jeweils ersten Solarzelle 6 und andererseits nahe dem gegenüberliegenden, anderen Ende 27 ausgenommen auf die Rückelektrode 13 der jeweils letzten Solarzelle 8 die streifenförmige, elektrische Isolierschicht 30 gemäß Fig. 5 aufgebracht. Nahe dem oberen Ende 26 weist der Solarmodul 1 auf jeder Gruppe 2 bis 5 eine Isolierschicht 30 und nahe dem anderen Ende 27 lediglich auf den Gruppen 3 bis 5 die Isolierschicht 30 auf.

25 Sodann wird auf die Rückelektroden 13 jeder Gruppe 2 bis 5 vornehmlich im Bereich der Isolierschicht 30 ausgenommen in den Kontaktbereichen 31, 32, über die die Rückelektroden 13 der ersten Solarzelle 6 jeder Gruppe 2 bis 5 bzw. die Rückelektroden 13 der letzten Solarzelle 8 jeder Gruppe 2 bis 5 jeweils miteinander verbunden werden sollen, die Heißschmelzschicht 33
30 aufgebracht, insbesondere aufgesprüht. Diese Heißschmelzschicht 33 ist in den Fig. 7 und 8 gezeigt und in Fig. 6 der besseren Übersicht und Darstellung halber weggelassen.

In einem nächsten Verfahrensschritt wird auf die Heißschmelzschichten 33 und die Kontaktbereiche 31 der Rückelektroden 13 der ersten Solarzelle 6 jeder Gruppe 2 bis 5 bzw. die Kontaktbereiche 32 der Rückelektroden 13 der letzten Solarzelle 8 jeder Gruppe 2 bis 5 ein Ableitband
35 24, 25 aufgebracht. Die erfindungsgemäße Einrichtung 15 zum Parallelverschalten der mehreren Gruppen 2 bis 5 weist also gemäß der ersten, in den Fig. 1 bis 8 sowie 11 bis 14 gezeigten

Ausführungsform der Erfindung ein Ableitband 24, 25 auf, das entweder in den Kontaktbereichen 31, 32 direkt mit den Solarzellen verbunden ist oder über die Heißschmelzschicht 33 und die Isolierschicht 30 mittelbar auf den Solarzellen aufliegt.

5 Eine zweite Ausführungsform eines Photovoltaikmoduls 1 ist in den Fig. 9 und 10 schematisch in einer Unteransicht gezeigt.

10 Dazu werden die ersten Solarzellen 6 jeder Gruppe 2 bis 5 bzw. die letzten Solarzellen 8 jeder Gruppe 2 bis 5 derart auf die Vorderseitenfolie 37 aufgebracht, daß die jeweils ersten Solarzellen 6 über das eine Ende 26 ihrer Gruppe 2 bis 5 und die jeweils letzten Solarzellen 8 über das gegenüberliegende, andere Ende 27 ihrer Gruppe 2 bis 5 vorstehen, wobei die überstehenden Abschnitte 41, 42 der jeweils ersten bzw. der jeweils letzten Solarzellen 6, 8 gemäß Fig. 10 mit je einem Ableitband 24, 25 miteinander verbunden werden. Gemäß Fig. 10 ist das Ableitband 24 vom einen Ende 26 der Solarzellen 7 und 8 und das gegenüberliegende Ableitband 25 vom gegenüberliegenden, anderen Ende 27 der Solarzellen 6 und 7 beabstandet. Im Falle des Ableitbandes 24 ist dieser Abstand in Fig. 10 am einen Ende 26 sehr gering und im Falle des Ableitbandes 25 am anderen Ende 27 deutlich größer ausgebildet. Es ist klar, daß der Abstand zwischen den Ableitbändern und den jeweils nicht kontaktieren Solarzellen auch einheitlich ausgebildet sein kann und üblicherweise nur ein geringes Maß, beispielsweise 0,5 bis 1 mm, beträgt.

15 Das Aufbringen der Isolierschicht 30 und der Heißschmelzschicht 33, sofern diese vorhanden sind wie im Fall der ersten Ausführungsform der Erfindung, sowie der Ableitbänder 24, 25 erfolgt quer zur Längsrichtung der Solarzellen 6, 7, 8 bzw., sofern die Vorderseitenfolie 37 von einer nicht gezeigten Rolle abgezogen wird, längs zur Vorschubrichtung (vgl. Pfeil A in Fig. 1) der Vorderseitenfolie 37.

20 Das erfindungsgemäße Verfahren kann auch ein kontinuierlich ablaufender Prozess sein, wobei auch die bandförmigen Solarzellen 6, 7, 8 von einer Rolle abgezogen und auf die Vorderseitenfolie 37 aufgebracht werden können.

35 Auf die derart ausgebildete Rückseite der Module gemäß den Fig. 6 und 10 wird dann eine weitere Folie 43, die sogenannte Rückseitenfolie, aufgebracht, welche in den Fig. 7 und 8 gezeigt ist. Sodann wird der Modul, falls erforderlich, einem Laminierprozess unterworfen und entweder auf eine Rolle aufgewickelt oder, sofern erforderlich, in die gewünschten Module zugeschnitten.

Es ist klar, daß jeder Modul elektrische Anschlüsse 44 (vgl. Fig. 11) aufweist, welche gemäß Fig. 12 mittels einer sogenannten Modulanschlußdose 45 abgedeckt sind. Üblicherweise wird der so hergestellte Photovoltaikmodul 1 noch einer Rahmung 46 unterzogen, welche in Bezug auf die Rückseite 11 des Moduls 1 in Fig. 13 (Unteransicht) und in Bezug auf die Vorderseite 10 des Moduls schematisch in Fig. 14 (Draufsicht) gezeigt ist. Fig. 14 läßt erkennen, daß die Ableitbänder 24, 25 von der Rückseite des Moduls her auf den Solarzellen aufliegen. Kurze Abschnitte der Ableitbänder 24, 25 sind in Fig. 14 in den Zwischenabständen 40 der einzelnen Gruppen bzw. Stränge sichtbar.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird demnach durch die folgenden Schritte durchgeführt:

- Aufbringen mehrerer Gruppen 2 bis 5 jeweils serienverschalteter Solarzellen 6, 7, 8 auf eine die Vorderseite 10 des Moduls 1 bildende Folie 37,
- Parallelverschalten der mehreren Gruppen 2 bis 5 durch gegenseitiges Verbinden einerseits der Rückelektroden 13 der ersten Solarzelle 6 jeder Gruppe 2 bis 5 und andererseits der Rückelektroden 13 der letzten Solarzelle 8 jeder Gruppe 2 bis 5,
- Aufbringen einer die Rückseite 11 des Moduls 1 bildenden Folie 43 und, sofern erforderlich, Laminieren des Folienmoduls.

Das Aufbringen der Solarmodule auf die Vorderseitenfolie 37 bzw. das Aufbringen der Rückseitenfolie 43 auf den Modul erfolgt vorzugsweise durch ein sogenanntes Kaschieren der bandförmigen Solarzellen bzw. der Rückseitenfolie.

Erfindungsgemäß kann das Vorsehen spezieller elektrischer Abführungen, auch Ableitgrids genannt, vollständig entfallen.

Damit ist es möglich, einen leistungsfähigen Photovoltaikmodul mittels eines vereinfacht durchführbaren Verfahrens herzustellen.

5

10

15

Patentansprüche

1. Photovoltaikmodul

20

mit mehreren Gruppen (2, 3, 4, 5) jeweils serienverschalteter Solarzellen (6, 7, 8), welche Solarzellen (6, 7, 8) jeweils eine Deckelektrode (12), eine Rückelektrode (13) und zwischen den Elektroden (12, 13) eine Absorberschicht (14) aufweisen, und mit einer Einrichtung (15) zum Parallelverschalten der mehreren Gruppen (2 bis 5),

dadurch gekennzeichnet,

25

daß die Einrichtung (15) zum Parallelverschalten der mehreren Gruppen (2 bis 5) derart ausgebildet und angeordnet ist, daß einerseits die elektrisch leitenden Rückelektroden (13) der ersten Solarzelle (6) jeder Gruppe (2 bis 5) und andererseits die elektrisch leitenden Rückelektroden (13) der letzten Solarzelle (8) jeder Gruppe (2 bis 5) elektrisch miteinander verbunden sind.

30

2. Photovoltaikmodul nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** daß jede Gruppe (2 bis 5) einen Strang (20, 21, 22, 23) mehrerer, parallel zueinander angeordneter, bandförmiger Solarzellen (6, 7, 8) bildet.

3. Photovoltaikmodul nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß einander benachbarte Solarzellen (6, 7, 8) sich gegenseitig überlappend derart angeordnet sind, daß die Rückelektrode (13) der einen Solarzelle (6, 7) die Deckelektrode (12) der anderen Solarzelle (7, 8) kontaktiert.
4. Photovoltaikmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Solarzellen (6, 7, 8) im wesentlichen eben ausgebildet und jeweils zur Horizontalen geneigt angeordnet sind.
5. Photovoltaikmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Rückelektroden (13) der jeweils ersten Solarzelle (6) jeder Gruppe (2 bis 5) und die Rückelektroden (13) der jeweils letzten Solarzelle (8) jeder Gruppe (2 bis 5) jeweils mittels eines Ableitbandes (24, 25) miteinander verbunden sind.
6. Photovoltaikmodul zumindest nach den Ansprüchen 3 und 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß jedes Ableitband (24, 25) senkrecht zu den überlappend serienverschalteten Solarzellen (6, 7, 8) jeder Gruppe (2 bis 5) angeordnet ist.
7. Photovoltaikmodul nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß sich jedes Ableitband (24, 25) quer über die Rückelektroden (13) jeder Gruppe (2 bis 5) erstreckt, wobei das eine Ableitband (24) nahe dem einen Ende (26) der Rückelektroden (13) und das andere Ableitband (25) nahe dem gegenüberliegenden, anderen Ende (27) der Rückelektroden (13) angeordnet ist.
8. Photovoltaikmodul nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß sich jeweils zwischen dem einen Ableitband (24) und den Rückelektroden (13) jeder Gruppe (2 bis 5) ausgenommen der Rückelektrode (13) der jeweils ersten Solarzelle (6) sowie zwischen dem anderen Ableitband (25) und den Rückelektroden (13) jeder Gruppe (2 bis 5) ausgenommen der Rückelektrode (13) der jeweils letzten Solarzelle (8) eine elektrische Isolierschicht (30) befindet.
9. Photovoltaikmodul nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen den Ableitbändern (24, 25) und den Rückelektroden (13) der Solarzellen (6, 7, 8) ausgenommen im Kontaktbereich (31, 32) der Ableitbänder (24, 25) mit den jeweils ersten bzw. letzten Solarzellen (6 bzw. 8) eine Heißschmelzschicht (33) vorgesehen ist.

10. Photovoltaikmodul nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die jeweils ersten Solarzellen (6) über das eine Ende (26) ihrer Gruppe (2 bis 5) und die jeweils letzte Solarzellen (8) über das gegenüberliegende, andere Ende (27) ihrer Gruppe (2 bis 5) vorstehen und daß sich jedes Ableitband (24, 25) quer zu den Solarzellen (6, 7, 8) jeder Gruppe (2 bis 5) unter gegenseitiger Verbindung im Überstandsbereich (34, 35) mit den am einen Ende (26) vorstehenden bzw. mit den am anderen Ende (27) vorstehenden Rückelektroden (13) erstreckt und außerhalb des durch die Solarzellen ausgenommen die jeweils ersten Solarzellen (6) gebildeten, eines Endes (26) bzw. außerhalb des durch die Solarzellen (6, 7) ausgenommen die jeweils letzten Solarzellen (8) gebildeten, anderen Endes (27) jeder Gruppe (2 bis 5) angeordnet ist.
11. Photovoltaikmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die mehreren Gruppen (2 bis 5) allseits in einen wärmeaktivierbaren Kunststoff (36) eingebettet sind.
12. Verfahren zum Herstellen eines Photovoltaikmoduls nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet** durch die folgenden Schritte:
- Aufbringen mehrerer Gruppen (2 bis 5) jeweils serienverschalteter Solarzellen (6, 7, 8) auf eine die Vorderseite (10) des Moduls (1) bildende Folie (37);
 - Parallelverschalten der mehreren Gruppen (2 bis 5) durch gegenseitiges Verbinden einerseits der Rückelektroden (13) der ersten Solarzelle (6) jeder Gruppe (2 bis 5) und andererseits der Rückelektroden (13) der letzten Solarzelle (8) jeder Gruppe (2 bis 5);
 - Aufbringen einer die Rückseite (11) des Moduls (1) bildenden Folie (43).
13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Vorderseitenfolie (37) von einer Rolle abgezogen wird und bandförmige Solarzellen (6, 7, 8) mit obenliegenden Rückelektroden (13) quer zur Vorschubrichtung der Vorderseitenfolie (37) auf diese aufgebracht werden.
14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Vorderseitenfolie (37) vor dem Aufbringen der Solarzellen (6, 7, 8) erwärmt wird und die Solarzellen unter gegenseitiger Überlappung, wobei die Rückelektrode (13) der einen Solarzelle (6, 7) die Rückelektrode (12) der anderen, benachbarten Solarzelle (7, 8) kontaktiert, zur Horizontalen geneigt in die Vorderseitenfolie (37) eingedrückt werden.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß auf die Rückelektroden (13) jeder Gruppe (2 bis 5) einerseits nahe dem einen Ende (26) ausgenommen auf die Rückelektrode (13) der jeweils ersten Solarzelle (6) und andererseits nahe dem gegenüberliegenden, anderen Ende (27) ausgenommen auf die Rückelektrode (13) der jeweils letzten Solarzelle (8) eine streifenförmige, elektrische Isolierschicht (30) aufgebracht wird.
16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß auf die Rückelektroden (13) jeder Gruppe (2 bis 5) vornehmlich im Bereich der Isolierschicht (30) ausgenommen in den Kontaktbereichen (31, 32), über die die Rückelektroden (13) der ersten Solarzelle (6) jeder Gruppe (2 bis 5) bzw. die Rückelektroden (13) der letzten Solarzelle (8) jeder Gruppe (2 bis 5) jeweils miteinander elektrisch verbunden werden sollen, eine Heißschmelzschicht (33) aufgebracht wird.
17. Verfahren nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, daß auf die Heißschmelzschichten (33) und die Kontaktbereiche (31) der Rückelektroden (13) der ersten Solarzelle (6) jeder Gruppe (2 bis 5) bzw. die Kontaktbereiche (32) der Rückelektroden (13) der letzten Solarzelle (8) jeder Gruppe (2 bis 5) ein Ableitband (24, 25) aufgebracht wird.
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß die jeweils ersten Solarzellen (6) jeder Gruppe (2 bis 5) bzw. die letzten Solarzellen (8) jeder Gruppe (2 bis 5) derart auf die Vorderseitenfolie (37) aufgebracht werden, daß die jeweils ersten Solarzellen (6) über das eine Ende (26) ihrer Gruppe (2 bis 5) und die jeweils letzten Solarzellen (8) über das gegenüberliegende, andere Ende (27) ihrer Gruppe (2 bis 5) vorstehen und daß die überstehenden Abschnitte (41, 42) der jeweils ersten bzw. der jeweils letzten Solarzellen (6 bzw. 8) mit je einem Ableitband (24, 25) miteinander verbunden werden.
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Aufbringen der Isolierschicht (30) und der Heißschmelzschicht (33), sofern diese vorhanden sind, sowie der Ableitbänder (24, 25) quer zur Längsrichtung der Solarzellen (6, 7, 8) bzw. parallel zur Vorschubrichtung (Pfeil A) der Vorderseitenfolie (37) erfolgt.
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 19, **gekennzeichnet** durch einen kontinuierlich ablaufenden Prozess.

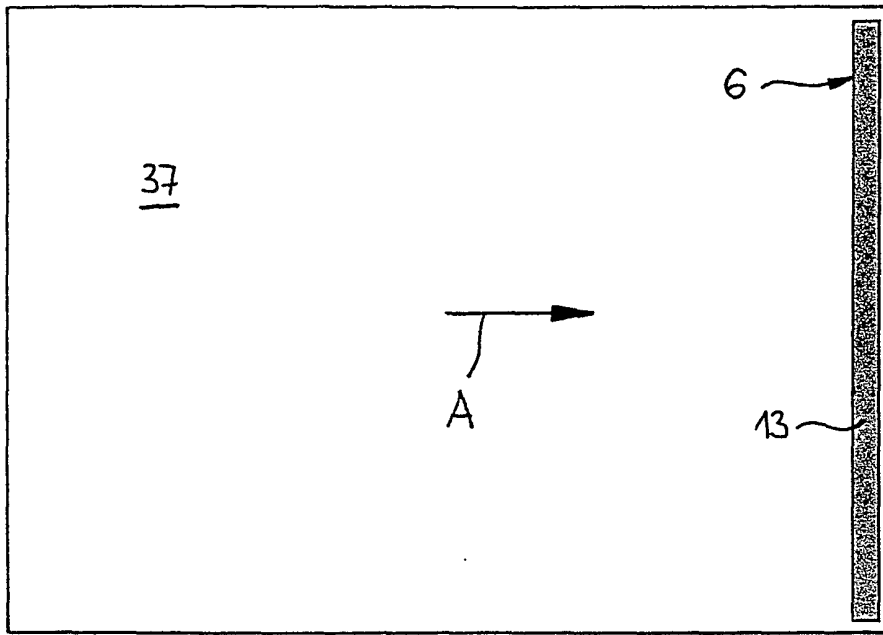


Fig. 1

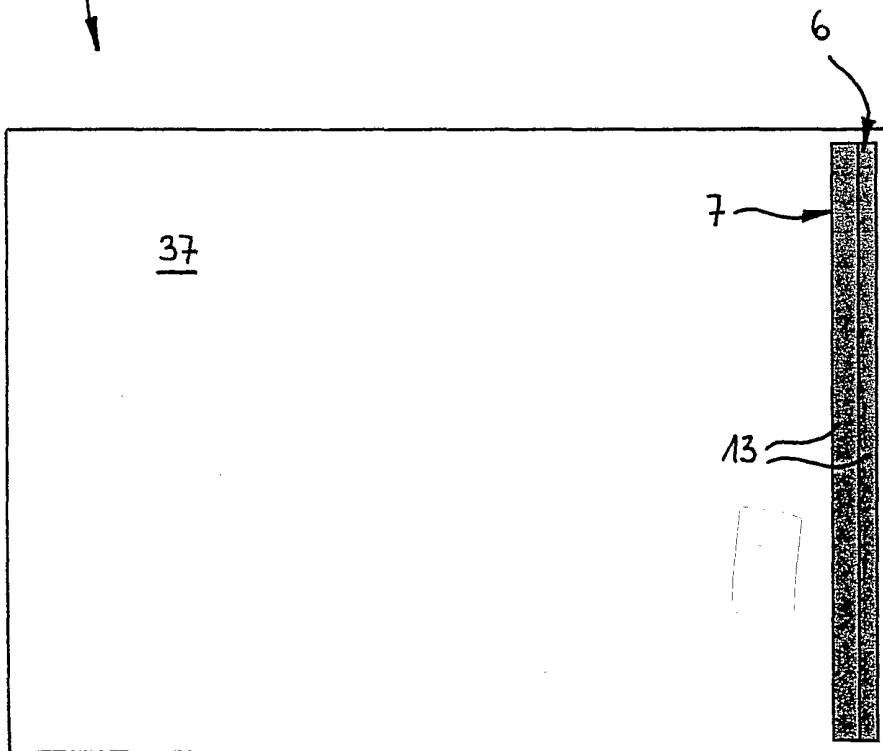
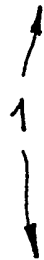


Fig. 2

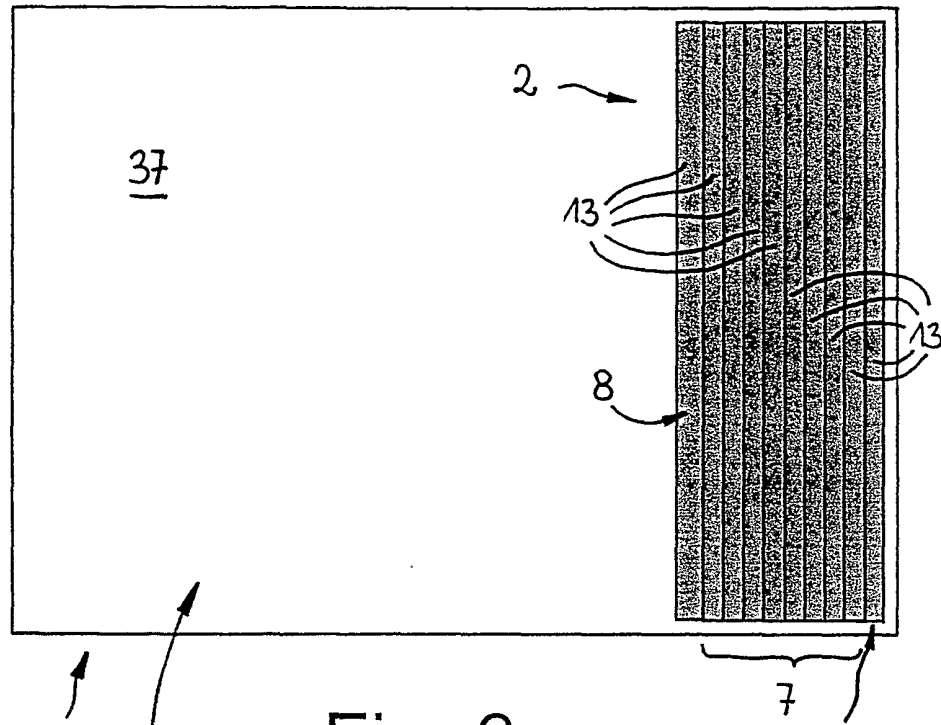


Fig. 3

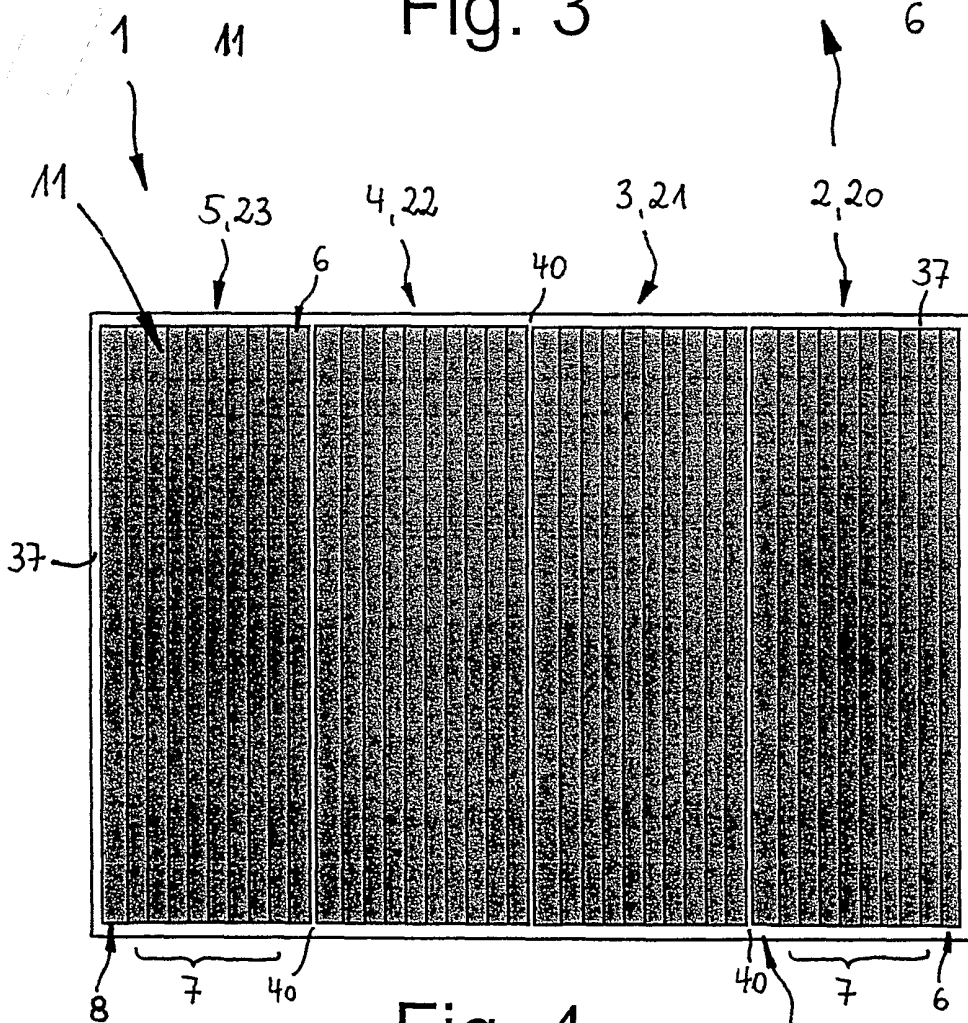


Fig. 4

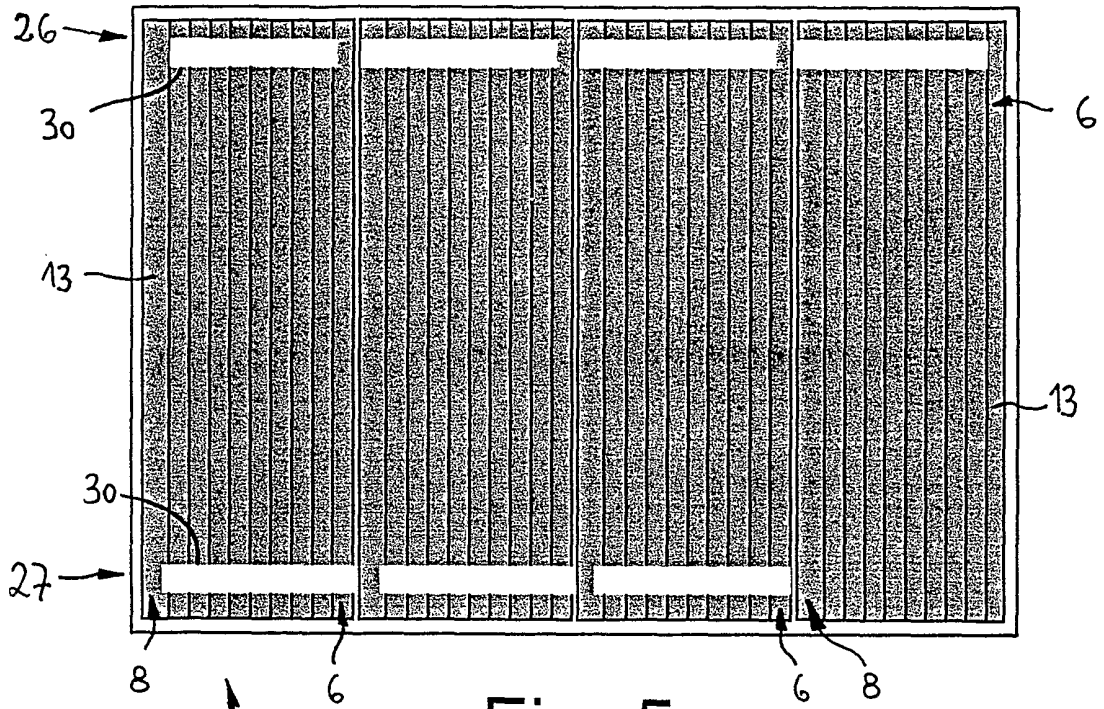


Fig. 5

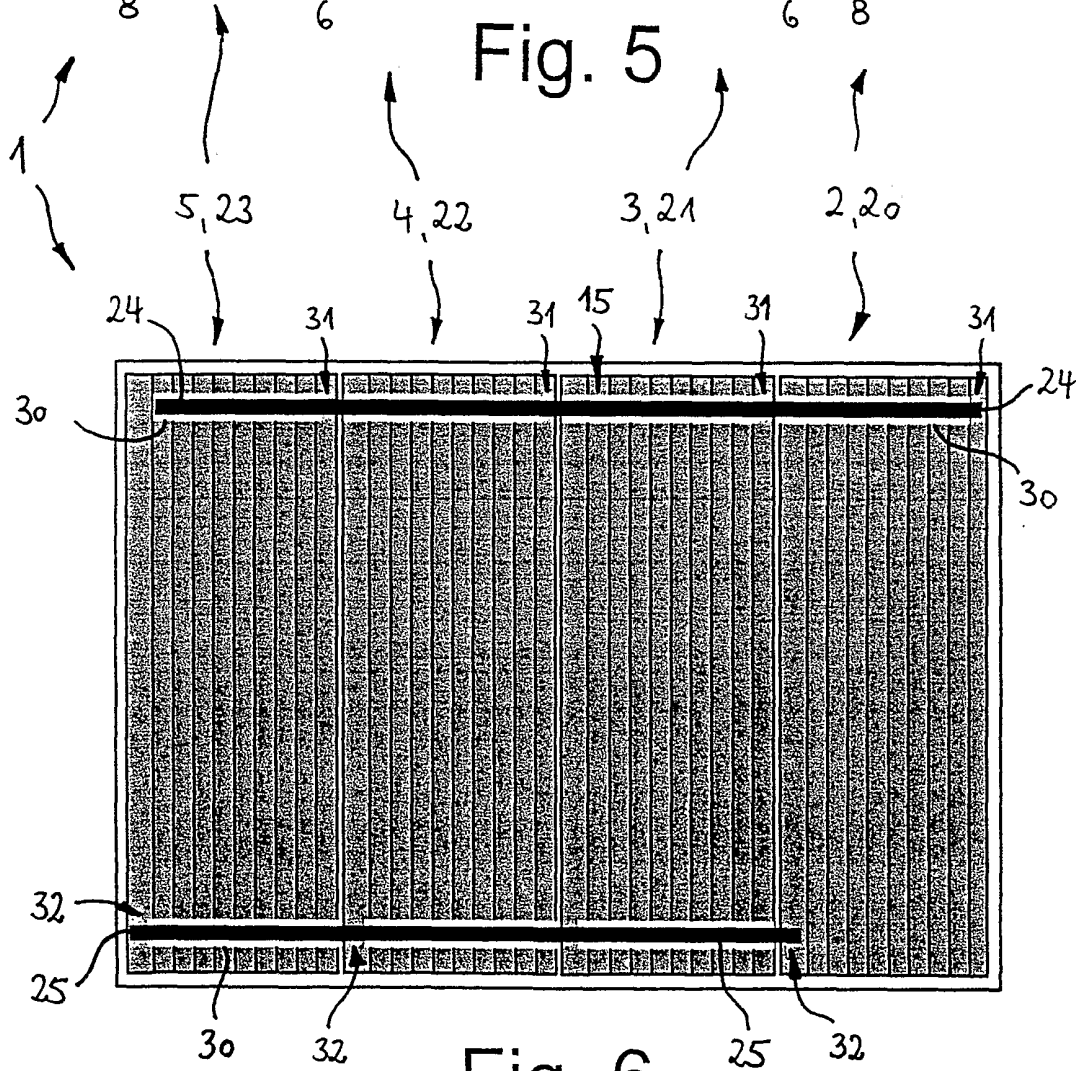


Fig. 6

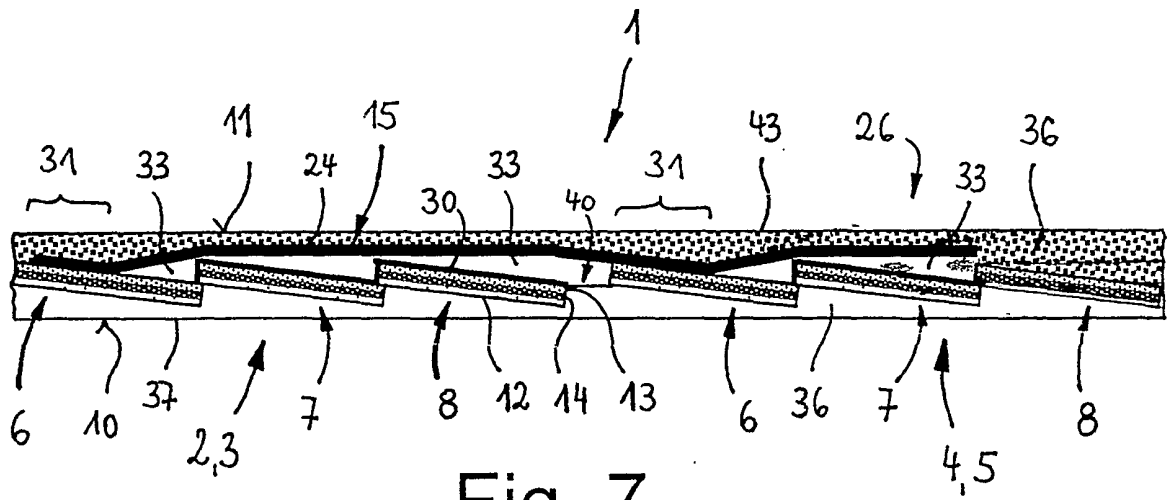


Fig. 7

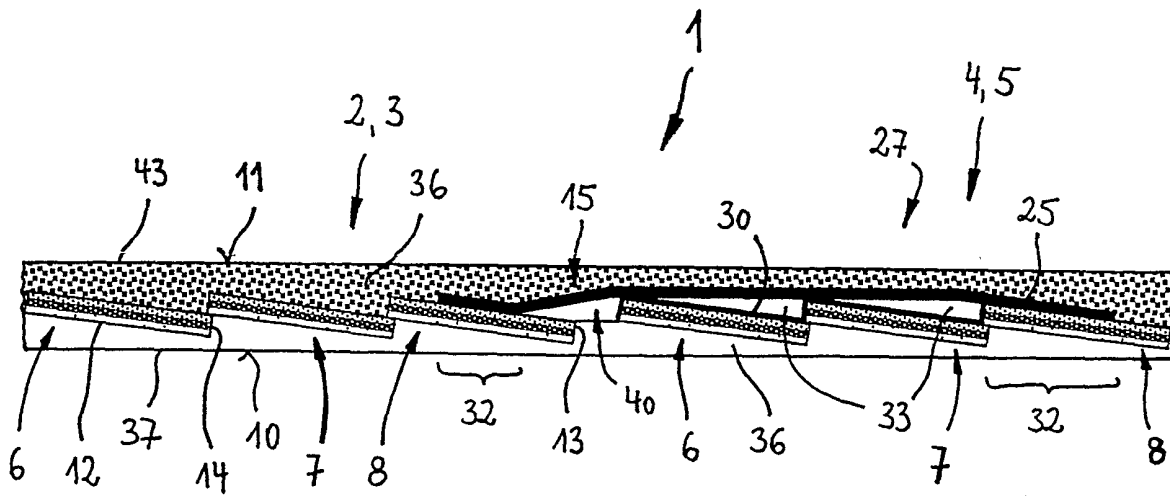


Fig. 8

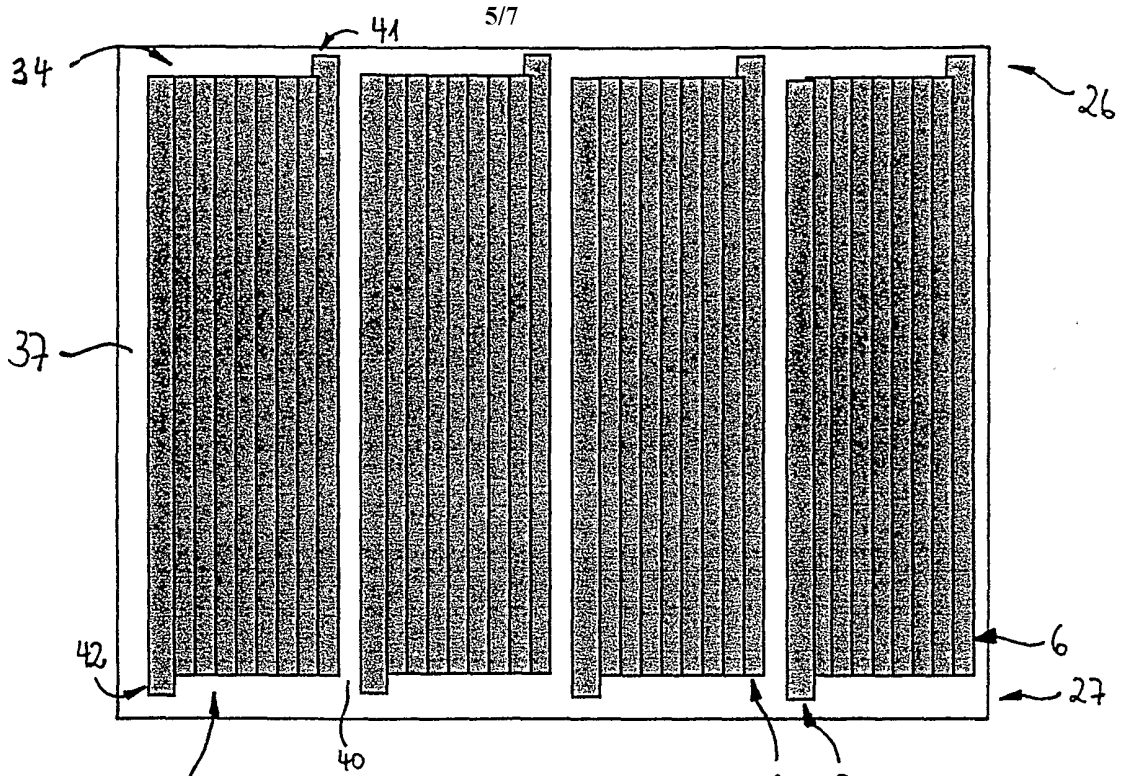


Fig. 9

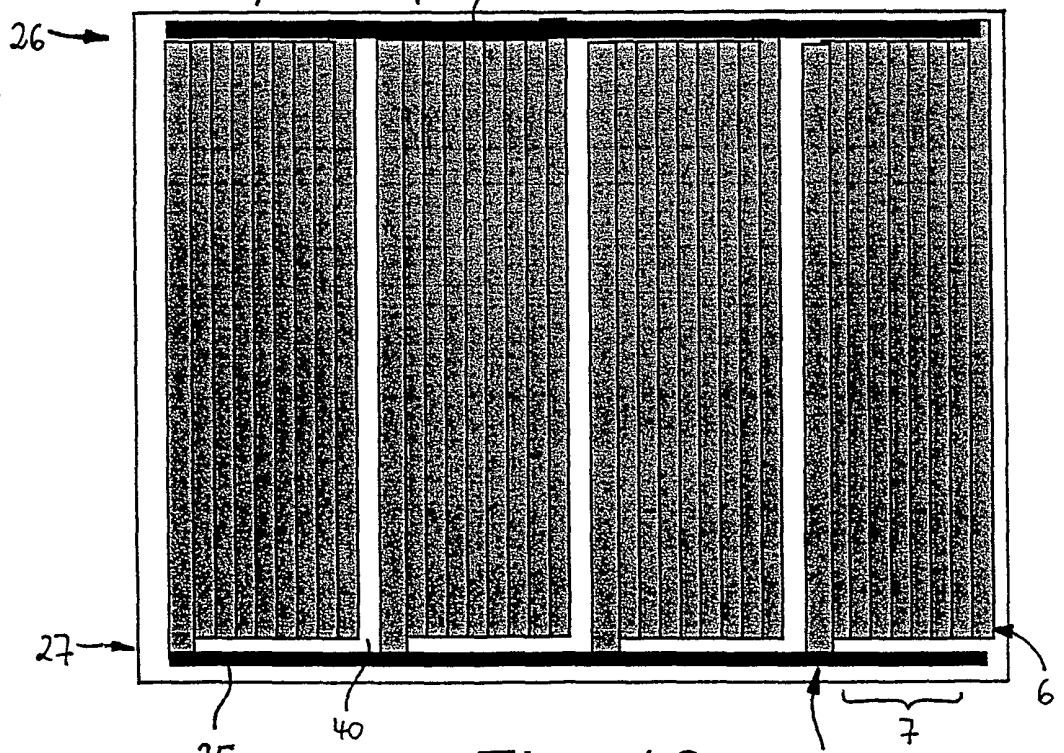
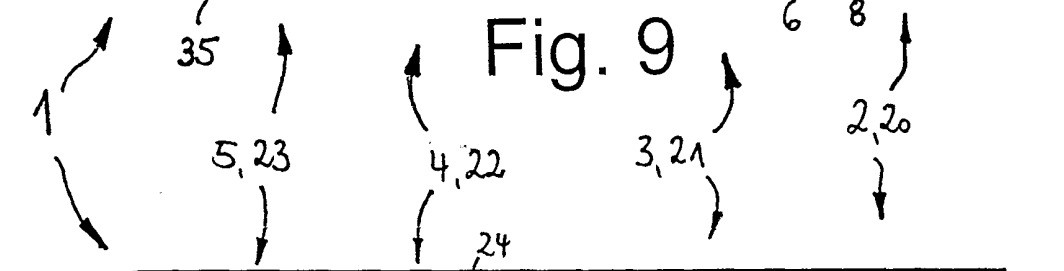


Fig. 10

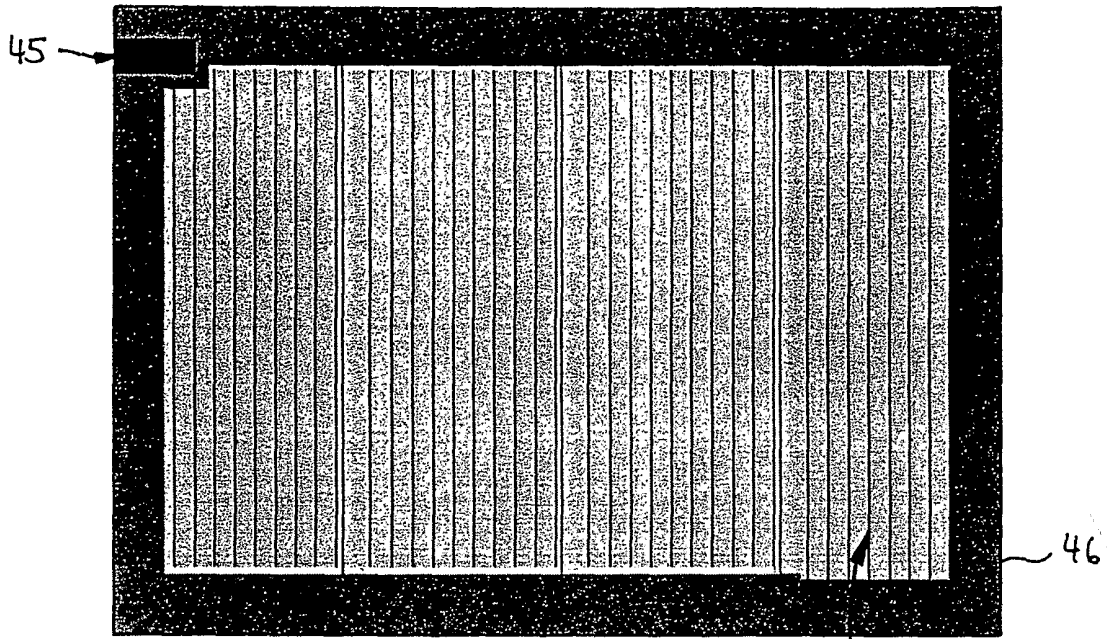


Fig. 13

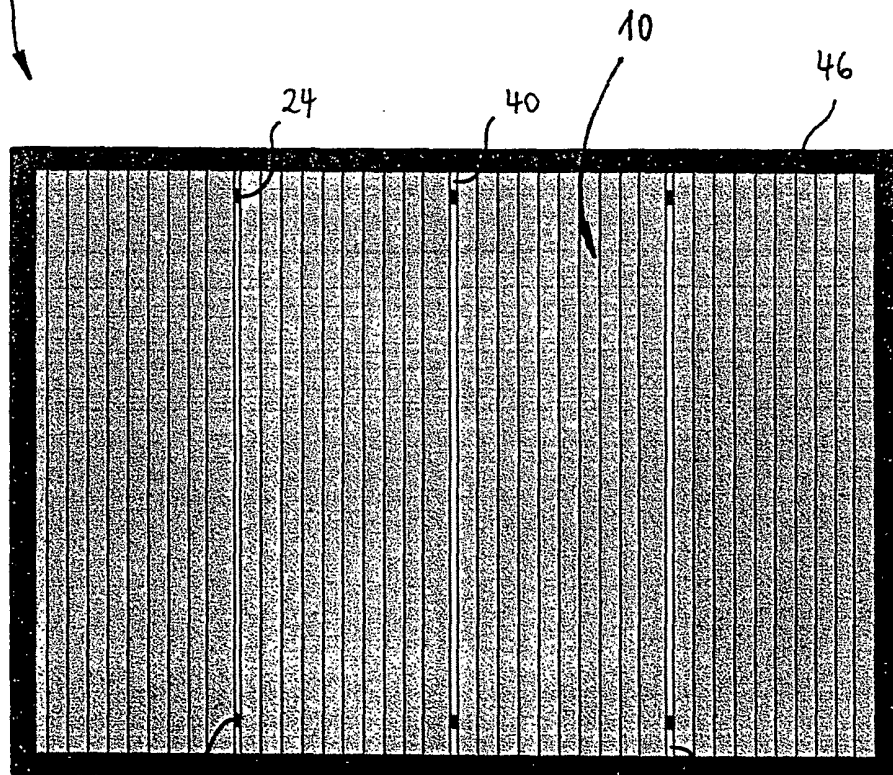
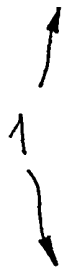


Fig. 14