

(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
29. August 2013 (29.08.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/124438 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01L 31/0392 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/053599

(22) Internationales Anmeldedatum:
22. Februar 2013 (22.02.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 003 455.5 22. Februar 2012 (22.02.2012) DE
13/402,369 22. Februar 2012 (22.02.2012) US

(71) Anmelder: **MUEHLBAUER AG** [DE/DE]; Josef-
Muehlbauer-Platz 1, 93426 Roding (DE).

(72) Erfinder: **SCHLEMPER, Klaus**; Timaeusstrasse 2,
01099 Dresden (DE). **BERGMANN, Dieter**; Böllstrasse
22, 01217 Dresden (DE). **BROD, Volker**; Am Oberholz
5a, 93077 Bad Abbach/Lengfeld (DE).

(74) Anwalt: **SCHMIDT, Steffen, J.**; Schweigerstrasse 2,
81541 München (DE).

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

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

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

Veröffentlicht:

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

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR PRODUCING A SOLAR MODULE AND A SOLAR MODULE HAVING FLEXIBLE
THIN-FILM SOLAR CELLS

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR HERSTELLUNG EINES SOLARMODULS UND EIN
SOLARMODUL MIT FLEXIBLEN DÜNNSCHICHT-SOLARZELLEN

(57) Abstract: A thin-film solar module can have the following features: a first film web; a sequence of electrically conductive
contact points arranged at a distance from one another on the first film web with respective first and second regions; a sequence of
flexible thin-film solar cells which has a first side that is designed as a first pole at least in certain regions and a second side that is
designed as a second pole at least in certain regions, a photovoltaically active layer structure, a flexible sealing layer located on the
first side of the layer structure, and at least one electrical conductor located between the layer structure and the sealing layer and
contacting the first pole, wherein the flexible sealing layer and the electric conductor protrude laterally past the photovoltaically
active layer structure; wherein the thin-film solar cells are arranged on the first film web such that the second pole contacts a first
contact point of the contact points on the first film web in the first region and the electric conductor contacting the first pole contacts
a second contact point adjacent to the first contact point on the first film web in the second region.

(57) Zusammenfassung: Ein Dünnschicht-Solarmodul kann folgende Merkmale aufweisen: Eine erste Folienbahn; einer auf der
ersten Folienbahn beabstandet angeordneten Folge elektrisch leitender Kontaktstellen mit jeweiligen ersten und zweiten Bereichen;
eine Folge flexibler Dünnschicht-Solarzellen, die eine erste Seite, die zumindest abschnittsweise als erster Pol ausgestaltet ist und
eine zweite Seite, die zumindest abschnittsweise als zweiter Pol ausgestaltet ist, einen photovoltaisch aktiven Schichtaufbau, eine auf
der ersten Seite des Schichtaufbaus befindliche flexible Abdeckschicht, und wenigstens einen zwischen dem Schichtaufbau und der
Abdeckschicht befindlichen elektrischen Leiter hat, der den ersten Pol kontaktiert, wobei die flexible Abdeckschicht und der
elektrische Leiter den photovoltaisch aktiven Schichtaufbau seitlich überragen; wobei die Dünnschicht-Solarzellen auf der ersten
Folienbahn derart, dass der zweite Pol eine erste der Kontaktstellen auf der ersten Folienbahn in dem ersten Bereich kontaktiert, und
der den ersten Pol kontaktierende elektrische Leiter eine zu der ersten Kontaktstelle benachbarte zweite Kontaktstelle auf der ersten
Folienbahn in dem zweiten Bereich kontaktiert.

WO 2013/124438 A2

Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung eines Solarmoduls und ein Solarmodul mit flexiblen Dünnschicht-Solarzellen

Beschreibung

Hintergrund

Hier wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung eines Solarmoduls mit flexiblen Solarzellen, insbesondere flexiblen Dünnschicht-Solarzellen beschrieben, sowie ein mit einer solchen Vorrichtung / gemäß einem solchen Verfahren hergestelltes Solarmodul. Die hier beschriebene Vorgehensweise, die entsprechende Vorrichtung zur Herstellung eines Solarmoduls und das entstehende Erzeugnis, also das Solarmodul, lassen sich auch mit starren Solarzellen (zum Beispiel Silizium-Solarzellen) anstatt mit den hier im Detail erläuterten flexiblen Dünnschicht-Solarzellen realisieren.

Solar- oder Photovoltaikmodule (auch solche der hier beschriebenen Art) wandeln einfallendes Sonnenlicht direkt in elektrische Energie um. Als wichtigste Bestandteile enthält ein Solarmodul mehrere Solarzellen. Ein Solarmodul wird durch seine elektrischen Anschlusswerte (insbesondere Leerlaufspannung und Kurzschlussstrom) charakterisiert. Diese hängen von den Eigenschaften der einzelnen Solarzellen und Qualität der Verschaltung der Solarzellen innerhalb des Moduls ab.

Ein Solarmodul (auch eines der hier beschriebenen Art) hat üblicherweise neben den miteinander elektrisch verschalteten Solarzellen ein Einbettmaterial und eine Rückseitenkonstruktion. Eine Deckschicht dient dem Schutz vor mechanischen und Witterungseinflüssen. Die Rückseitenkonstruktion schützt die Solarzellen und das Einbettmaterial vor Feuchtigkeit und Sauerstoff. Außerdem dient sie als mechanischer Schutz beim Montieren der Solarmodule und als elektrische Isolierung. Die Rückseitenkonstruktion kann aus Glas oder einer Verbundfolie gebildet sein. Auf der Unterseite einer Solarzelle befindet sich eine erste Elektrode (üblicherweise ist auf der Unterseite der Solarzelle der Pluspol) und auf der Oberseite befindet sich eine zweite Elektrode (üblicherweise ist auf der Oberseite der Solarzelle der Minuspol). Üblicherweise werden bei der Verschaltung von Solarzellen zu einem Solarmodul jeweils die Unterseite der einen Zelle mit der Oberseite einer weiteren Zelle elektrisch verbunden.

Stand der Technik

Im Einzelnen sind dazu unter anderem die folgenden Anordnungen bekannt:

Die WO2009148562A1 - Solexant - betrifft die Verschaltung von Solarzellen, bei der ein Substrat mit einer Vielzahl Löchern versehen wird, eine metallische Elektroden-schicht auf beiden Seiten des Substrats aufgebracht wird, um eine Unterseiten- und eine Rückelektrode zu bilden. Ein Abschnitt der Metallschicht wird vom Umfang eines oder mehrerer der Löcher geritzt, um das jeweilige Loch von der Unterseite-nelektrode zu isolieren. Die Unterseiten- und die Rückelektrode werden in Längsrichtung geritzt, um benachbarte Zellen zu definieren. Die benachbarten Zellen werden miteinander elektrisch verbunden durch einen Kontakt zwischen der Unterseite-nelektrode einer Zelle und der Rückelektrode einer weiteren Zelle durch wenigstens ein Loch, das zwischen der Unterseite-nelektrodenritzung und der Rückelektrodenritzung positioniert wird. Eine Absorberschicht und eine transparente Leiterschicht werden aufgebracht. Die transparente Leiterschicht wird in Längsrichtung über eine Zelle auf einer Seite der Reihe von Verbindungsvias geritzt, und eine transparente Leiterelektrode wird in Längsrichtung über eine Zelle auf der gegenüberliegenden Seite derselben Reihe von Verbindungsvias geritzt, wobei die Ritzungen in dichter Nähe zu der Reihe Verbindungsvias positioniert wird und die Ritzung die transparente leitfähige Schicht (TCO) entfernt.

Aus der US 2009 0025788 A1 – Day4Energy – ist bekannt, eine Elektrode zum Kontaktieren mehrerer Photovoltaikzellen zu verwenden. In Klebstoff eingebettete Drähte einer ersten Gruppe und quer dazu verlaufende Drähte einer zweiten Gruppe bilden ein Gitter und sind mit jeweiligen Kontaktleisten verbunden. Wie die Elektrodenanordnungen auf die Solarzellen aufgebracht werden, ist hier insofern nur sehr rudimentär beschrieben, als die (transparenten Folien-)Elektroden über und unter den Wafer gelegt werden und dass nach dem Heizen und Pressen die Drähte der oberen Elektrode ohmisch mit der zweiten Sammelschiene und der Oberseite des Wafers verbunden sind und die Drähte der unteren Elektrode ohmisch mit der Sammelschiene und der Unterseite des Wafers verbunden sind. So wird ein gleichzeitiges Kontaktieren der Ober- und der Unterseite des Wafers durch Laminieren erreicht.

Die DE 10 2009 060604 A1 – Energetica Holding GmbH – betrifft ein Solarmodul mit einer Leiterplatte und ein Verfahren zur Herstellung. In Reihe geschaltete Solarzellen werden mit einem Kupferstreifen oder Draht verbunden. Dabei wird die Solarzelle an der Unterseite kontaktiert und mit der benachbarten Zelle an der Oberseite verbunden. Die Zellen werden zwischen zwei Folien einlaminieren.

Die US 2011 0197947 A1 – Miasole – betrifft Solarzellen, die mit Drahtverbindungen in Reihe verschaltet werden. Der Draht kontaktiert eine Solarzelle an der Rückseite und eine benachbarte Zelle an der Photovoltaikschicht auf der Zellenvorderseite.

Die DE 10 239 845 C1 beschreibt eine Elektrode zum Kontaktieren einer elektrisch leitfähigen Oberfläche eines fotovoltaischen Elements, mit einem elektrisch isolierenden, optisch transparenten Film, mit einer auf eine Oberfläche des Films aufgetragenen Klebstoffschicht, und mit einer ersten Gruppe paralleler, elektrisch leitfähiger Drähte, die in die Klebstoffschicht eingebettet sind, aus der Klebstoffschicht mit einem Teil ihrer Oberfläche hervortreten und auf der aus der Klebstoffschicht heraus tretenden Oberfläche mit einer Schicht aus einer Legierung mit niedrigem Schmelzpunkt überzogen sind. Die Drähte sind der ersten Gruppe mit einer ersten Kontaktleiste elektrisch verbunden.

Die DE 10 2008 046 327 A1 betrifft eine Anordnung mehrerer Produktionsvorrichtungen als Anlage zur Verarbeitung von Solarzellen zu einem Modul. Diese Anlage weist Produktionsvorrichtungen für folgende Schritte auf: Bereitstellen der Träger, Vorkonfektionierung der Solarzellen durch Anbringen von Kontaktdrähten, Anordnen von Querkontaktdrähten am Träger, Auflegen der vorkonfektionierten Solarzellen auf den Träger, Längsverschaltung der vorkonfektionierten Solarzellen an den Kontaktdrähten, Querverschaltung der vorkonfektionierten Solarzellen an dem Querkontaktdraht und Zusammenführen der an dem Träger befindlichen Solarzellen an ein Trägerglas zur Fertigung des Moduls.

Die WO 94/22 172 betrifft die Verwendung eines Rollenlaminators anstelle bisher eingesetzter Vakuumplattenlaminatoren. Die verwendeten Kunststofffolien sind nur bedingt für die Verkapselung von Solarmodulen geeignet. Die Folien sind weder schlagzäh genug noch ausreichend witterungsstabil, noch ist die Klebschicht weich genug, um die leicht zerbrechlichen Solarzellen effektiv mechanisch zu schützen.

Die EP 0 111 394 A2 offenbart ein Verfahren, bei dem die Solarzellen vor dem Aufbringen auf die untere Einkapselungsschicht elektrisch verbunden werden. Dabei werden die leitfähigen Streifen mit den freigelegten Bereichen des Edelstahl-Substrats verschweißt. In nachfolgenden Schritten werden die untere und die obere Einkapselungsschicht auf die Module aufgebracht.

Die DE 34 23 172 C2 offenbart ein Verfahren zum Herstellen einer Solarbatterie. Elektrische Leiter ragen in den Zwischenraum zwischen den Solarzellen, allerdings

sind die elektrischen Leiter den Substratfolien zugeordnet. Durch das Anpressen von Pressplatten aus Quarzglas werden die Elektroden mit den Lotschichten auf den Leitern der Folien sandwichartig in Druckkontakt gebracht. Über Glasfaserkabel zugeführte Laserstrahlen bewirken ein Schmelzen der Lotschichten. Die Elektroden für die Oberseite und die Unterseite der Solarzelle werden zuerst gleichzeitig aufgebracht und dann gleichzeitig kontaktiert.

Die US 2002/0056473 A1 offenbart ein Verfahren, bei dem Sammelschienen auf eine Solarzelle aufgesprüht werden.

Die US 2001/0029975 A1 offenbart ein Verfahren zum Herstellen eines Moduls photovoltaischer Elemente. Dabei werden überlappende Kontaktstellen und durch Laserschweißen verbunden. Dieses Dokument zeigt weder eine erste Folienbahn noch eine zweite Folienbahn. Vielmehr offenbart das Dokument ein Herstellungsverfahren für konventionelle Solarzellenstrings. Da die Solarzellen durch das Laserschweißen bereits miteinander verbunden sind, ist es nicht mehr erforderlich, erste und zweite Kontaktstellen auf die erste Folienbahn aufzubringen, oder die bereitgestellten Solarzellen in der in den Ansprüchen definierten Form auf die erste Folienbahn aufzubringen.

Die US 2010 0043863 A1 – Miasole – und die US 2011 0308567 A1 – Amerasia Internat. Technology – zeigen weiteren technologischen Hintergrund.

Bei den Verbindungstypen und Verbindungsherstellungsarten der vorstehend beschriebenen Arten gibt es einige unterschiedliche Nachteile. Bei den Dünnschicht-Solarmodulen besteht die Anforderung, dass sie für die Montage, aber auch für den Dauerbetrieb biegsam sind. Die Drähte zum seriellen Verschalten der Solarzellen sind jedoch weniger flexibel als die sehr dünnen und empfindlichen photovoltaischen Schichten der Solarzellen. Daher kann es beim Verlegen oder aufgrund der unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Drahtmaterial relativ zu dem Materialien der Solarzellen dazu kommen, dass die Drahtenden relativ zu den photovoltaischen Schichten mechanische Spannungen aufbauen. Diese mechanischen Spannungen können bewirken, dass sich Drahtenden von den Solarzellen lösen oder die Drahtenden die Oberfläche der Solarzellen beschädigen. Im Übrigen sind die vorstehend beschriebenen Verbindungstypen und Verbindungsherstellungsarten nicht besonders effizient in der Herstellung.

Einige der Montagetechniken rufen einen großen thermischen Stress beim Verdrahten der Solarzellen hervor. Aufgrund der auftretenden Temperaturdifferenzen zwi-

schen der heißen Lötstelle und der kühleren Umgebung können die Solarzellen zur Rissbildung neigen. Bei anderen Modulen kann es vorkommen, dass die die Leiterbahnen oder Emitter bildende Metallpaste keinen festen Zusammenhalt bietet. Auf ein Solarmodul im tages- oder jahreszeitlichen Zyklus wirkende Wind- und Schneelasten können dann die Emitter brechen. Dies trennt viele der Solarzellen aus dem elektrischen Verbund des Solarmoduls und reduziert dessen Leistung. Bei Dünnschichtmodulen kann die interne elektrische Zellenverschaltung leicht defekt werden; zum Beispiel können die Zellen mit Kupferbändchen verbunden sein, die mit einem nicht ausreichend ausgehärteten leitfähigen Kleber angebracht sind. Damit steigt der Leitungswiderstand der Solarmodule erheblich und ihre Leistungsfähigkeit sinkt.

Zugrunde liegende Aufgabe

Die Aufgabe besteht nun darin, eine kostengünstiges, schnelles Verfahren und eine entsprechende Vorrichtung zur Verbindung von Solarzellen in einem Solarmodul bereitzustellen um eine kosteneffiziente Erzeugung von Solarstrom zu ermöglichen indem die Herstellkosten gegenüber bisherigen Lösungen geringer und die Haltbarkeit der kompletten Solarmodule gegenüber bisherigen Lösungen verbessert ist.

Vorgeschlagene Lösung

Ein Verfahren zur Herstellung eines Solarmoduls mit flexiblen Solarzellen, insbesondere mit flexiblen Dünnschicht-Solarzellen kann folgende Schritte haben:

Bereitstellen einer ersten Folienbahn zum Aufbringen flexibler Dünnschicht-Solarzellen;

Aufbringen einer Folge beabstandeter elektrisch leitender Kontaktstellen auf die erste Folienbahn;

Bereitstellen einer Folge flexibler Dünnschicht-Solarzellen, von denen jede der flexiblen Dünnschicht-Solarzellen

eine erste Seite, die zumindest abschnittsweise als erster elektrisch leitender Pol ausgestaltet ist und

eine zweite Seite, die zumindest abschnittsweise als zweiter elektrisch leitender Pol ausgestaltet ist,

einen photovoltaisch aktiven Schichtaufbau, dem

auf seiner ersten Seite wenigstens ein elektrischer Leiter zugeordnet wird, um den ersten Pol zu kontaktieren, und

den photovoltaisch aktiven Schichtaufbau seitlich zu überragen;

Aufbringen einer Dünnschicht-Solarzelle aus der bereitgestellten Folge auf die erste Folienbahn, derart, dass

der zweite Pol eine erste der Kontaktstellen auf der ersten Folienbahn in einem ersten Bereich kontaktiert, und
der den ersten Pol kontaktierende elektrische Leiter eine zu der ersten Kontaktstelle benachbarte zweite Kontaktstelle auf der ersten Folienbahn in einem zweiten Bereich kontaktiert, und
Auflaminieren einer transparenten, flexiblen, thermoplastischen zweiten Folienbahn auf die erste Folienbahn und die flexiblen Dünnschicht-Solarzellen.

Diese Vorgehensweise ermöglicht eine sehr rationelle Solarmodulherstellung, da die Dünnschicht-Solarzellen in einem Arbeitsgang in einem Durchlaufverfahren direkt auf die erste (Rückseiten-)Folienbahn aufgebracht werden können. Durch die Aufteilung der seriellen Verbindung zweier Dünnschicht-Solarzellen in zwei Segmente, nämlich die Kontaktstelle und den elektrischen Leiter bzw. die Kontaktstelle und den zweiten Pol ist die jeweilige Materialpaarung und deren jeweilige Verbindungstechnik optimierbar.

Als elektrischen Leiter auf die Oberseite der Solarzellen zum Einsammeln des erzeugten Stromes wird im Stand der Technik ein Frontkontakt, üblicherweise aus Silberleimpaste als Leitmaterial aufgedruckt.

Durch die hier vorgestellte Aufteilung der seriellen Verbindung zweier Solarzellen in zwei Segmente können die verwendeten Materialien an die Solarzellenmaterialien optimal angepasst werden. Hierbei kann in einer Variante die Kontaktstelle mit ihren beiden Bereichen aus einem oder auch aus zwei unterschiedlichen elektrisch leitenden Materialien gebildet sein, die aneinander angrenzen und miteinander in elektrisch leitender Verbindung stehen.

Wenn beispielsweise der zweite (unterseitige) elektrisch leitende Pol der Solarzelle aus nichtrostender Stahlfolie oder Aluminiumfolie besteht, kann die Kontaktstelle durch einen entsprechenden Kontaktkleber niederohmig und mechanisch stabil gebildet sein. Der Frontkontakt der Nachbarzelle wird dann mittels elektrischen Leitern wie beispielsweise einer Anzahl von Kupfer- oder Aluminiumleitern verbunden. Der elektrische Leiter kann ein Draht mit oder ohne Isoliermantel, ein elektrischer Streifenleiter mit oder ohne Isoliermantel, ein elektrisch leitendes Gitter, ein lang gestreckter Leiter, eine Schleifen-, Mäander-, Spiral- oder Zickzack-Form eines elektrischen Leiters sein.

Der wenigstens eine elektrische Leiter der ersten Seite der jeweiligen Dünnschicht-Solarzelle kann entweder vor dem Aufbringen der jeweiligen Dünnschicht-Solarzelle auf die erste Folienbahn, oder nach dem Aufbringen der jeweiligen Dünnschicht-Solarzelle auf die erste Folienbahn der jeweiligen Dünnschicht-Solarzelle zugeordnet werden.

Der wenigstens eine elektrische Leiter der ersten Seite der jeweiligen Dünnschicht-Solarzelle kann in Bezug auf seinen Querschnitt und/oder seine Längserstreckung entweder in die thermoplastische zweite Folienbahn, oder in ein Trägerband zumindest teilweise eingebettet. Bei der Einbettung in das Trägerband wird dieses zusammen mit dem / den elektrischen Leitern auf die erste Seite der jeweiligen Dünnschicht-Solarzelle aufgebracht, bevor die thermoplastische zweite Folienbahn auf-laminiert wird.

Anstelle der Folie / der flexiblen Abdeckschicht kann auch eine in Abständen den elektrischen Leiter teilweise einhüllende, zum Beispiel thermoplastische Klebmasse auf den elektrischen Leiter aufgebracht werden, bevor / wenn dieser auf den photovoltaisch aktiven Schichtaufbau aufgespendet wird.

Wenn die vor dem Aufbringen der bereitgestellten Dünnschicht-Solarzellen auf die erste Folie diese den seitlich überragenden elektrischen Leiter bereits aufweisen, kann der erste Pol der Solarzelle unabhängig vom Laminieren kontaktiert werden. Dieser Schritt ist dann unabhängig von der in der Regel unkritischeren Kontaktierung / Positionierung des elektrischen Leiters zur zweiten Kontaktstelle durch das Aufbringen der Dünnschicht-Solarzelle auf die erste Folie. Dies hat den Effekt, dass der erste Pol von dem elektrischen Leiter exakter kontaktiert werden kann, da die durch das Laminieren der Kunststoffklebefolien verursachten Ungenauigkeiten sowie Verschiebungen innerhalb der Kunststoffklebeschicht nicht mehr berücksichtigt werden müssen.

Die Verbindung der Kontaktstelle mit den elektrischen Leitern kann wiederum durch Kontaktkleber oder auch durch Laserschweißen, Schweißen, Löten oder andere Verbindungstechnologien ausgeführt werden. Die Kontaktierung des ersten elektrisch leitenden Pols auf der Oberseite der Solarzelle mit dem elektrischen Leiter geschieht vorzugsweise mit einem (Rollen-)Laminationsprozess. In diesem Laminationsprozess werden die elektrischen Leiter zusammen mit dem vorgesehenen Verkapselungsmaterial / der thermoplastischen (Abdeck-)Folie aus EVA (Ethylenvinylacetat) TPU (thermoplastisches Polyurethan), etc. auf die Zellenoberfläche (z.B. TCO, i.e. trans-

parente, elektrisch leitfähige Oxide "transparent conducting oxides"-Schicht) ange-drückt und mit Druck- und Wärmeeintrag ggf. unterdrucklaminiert oder für eine spätere Laminierung (vor-)fixiert.

Zur Vorbereitung dieses Kontaktierungs-/Laminationsschrittes können die elektri-schen Leiter bereits in einem Vorprozess-Schritt durch Einwirken von Druck und Temperatur für eine bestimmte Zeitdauer- vorzugsweise in einem Rolle-zu-Rolle-Prozess- auf dem Verkapselungsmaterial fixiert werden. (hierbei kann ein teilweises Versenken oder Einbetten des elektrischen Leiters in dem Verkapselungsmaterial / der thermoplastischen (Abdeck-)Folie aus EVA, TPU, etc. vorgenommen werden.

Vor dem Bereitstellen der Folge flexibler Dünnschicht-Solarzellen kann auf die erste Seite des Schichtaufbaus und den elektrischen Leiter jeder der flexiblen Dünnschicht-Solarzellen eine flexible Abdeckschicht aufgebracht werden, die den elektrischen Leiter teilweise umgibt.

Eine zu bevorzugende Alternative dazu kann sein, den elektrischen Leiter vor dem Aufbringen auf den photovoltaisch aktiven Schichtaufbau zu erwärmen und dann den elektrischen Leiter in der flexiblen Abdeckschicht teilweise einzubetten oder zu ver-senken. Alternativ dazu oder zusätzlich kann auch die flexible Abdeckschicht, zum Beispiel eine thermoplastische Folienbahn oder der Gestalt des elektrischen Leiters in seiner Längserstreckung in etwa entsprechende Folie mit einem entsprechenden überstehenden Rand, erwärmt und damit erweicht werden, um dann den elektri-schen Leiter in der flexiblen Abdeckschicht teilweise einzubetten zu versenken.

Dieses Zwischenprodukt aus elektrischem Leiter und flexibler Abdeckschicht kann dann als "Endlosware" auf einer Rolle oder als portionierte Flächen- oder Streifenwa-re bereitgestellt werden um auf jede der Folge der flexiblen Dünnschicht-Solarzellen aufgebracht zu werden. Die Endlosware von der Rolle kann auch vor dem oder nach dem Aufbringen auf die Folge flexibler Dünnschicht-Solarzellen entsprechend portio-niert werden.

Unter "teilweise umgibt" ist hierbei verstanden, dass der elektrische Leiter bezogen auf seinen Querschnitt und/oder bezogen auf seine Längserstreckung nur teilweise in der flexiblen Abdeckschicht eingebettet oder versenkt ist.

Das hier beschriebene Verfahren ist auch mit starren Solarzellen einsetzbar.

Die erste Folienbahn kann bevorzugt eine witterungsbeständige flexible Folie sein, die mit einer selbstklebenden Schicht belegt ist. Alternativ dazu kann die erste Folienbahn auch eine witterungsbeständige flexible Folie sein, die mit einer thermoplastischen Schicht belegt ist. Dann kann durch einen Wärmeeintrag die Verbindung zwischen der ersten Folienbahn und den flexiblen Dünnschicht-Solarzellen erreicht werden.

Beim Umsetzen der flexiblen Dünnschicht-Solarzellen auf die erste Folienbahn kann eine Mehrzahl flexibler Dünnschicht-Solarzellen in Längs- und/oder Querrichtung zur Förderrichtung der ersten Folienbahn angeordnet werden. So kann sehr flexibel die gewünschte Konfiguration aus serieller und/oder paralleler Verschaltung der einzelnen flexiblen Dünnschicht-Solarzellen zu einem das Solarmodul bildenden Zellenfeld festgelegt werden.

Die elektrisch leitenden Kontaktstreifen können aus mehreren, zueinander benachbarten und im Wesentlichen in Längsrichtung zur Förderrichtung der ersten Folienbahn angeordneten Spendern mit Rollen leitender Kontaktstreifen oder Spendern mit elektrisch leitender Paste auf die flexiblen Dünnschicht-Solarzellen in Längsrichtung der Förderrichtung der ersten Folienbahn aufgebracht werden. Alternativ oder zusätzlich können die elektrisch leitenden Kontaktstreifen aus wenigstens einem und im Wesentlichen in Querrichtung zur Förderrichtung der ersten Folienbahn angeordneten Spender mit einer Rolle leitender Kontaktstreifen oder einem Spender mit elektrisch leitender Paste auf die flexiblen Dünnschicht-Solarzellen in Querrichtung der Förderrichtung der ersten Folienbahn aufgebracht werden. Damit ist es möglich, sehr variabel und effizient die flexiblen Dünnschicht-Solarzellen seriell und/oder parallel elektrisch miteinander zu verschalten.

Die vereinzelt flexiblen Dünnschicht-Solarzellen können auch als getrennte Abschnitte in einem Behälter bereitgestellt werden. Analog dazu können flexiblen Dünnschicht-Solarzellen in einem Stapelbereich bereitgestellt werden.

Der Stapelbereich kann einen – entfernbaren – Behälter haben, in dem die flexiblen Dünnschicht-Solarzellen bereitgestellt werden.

Die zweite Folienbahn kann auf die erste Folienbahn und die flexiblen Dünnschicht-Solarzellen mit einem Rollenlaminator auflaminiert werden. Der Rollenlaminator hat mindestens zwei gegenläufigen Walzen, die sich mit einer definierten Geschwindigkeit drehen und mit einem definierten Druck den Dünnschicht-Solarzellen – Folien-

bahn – Verbund bei einer definierten Temperatur aufeinander pressen. Dies erlaubt, Solarmodule mit hoher Qualität herzustellen.

Der Kontakt zwischen dem elektrischen Leiter und dem zweiten Bereich der zweiten Kontaktstelle kann durch Anpressen hergestellt werden.

Das Anpressen kann unter Eintragen einer Temperatur in einem Bereich von etwa 120 °C bis etwa 170 °C für eine Zeitdauer von weniger als 20 Sekunden und ggf. zumindest für einen Teil der Zeitdauer mit Unterdruck ausgeführt werden.

Die erste Folienbahn kann in einer Förderrichtung gefördert werden, und dazu eingerichtet sein, in seitlichem Abstand nebeneinander mehrere Folgen beabstandeter elektrisch leitender Kontaktstellen aufzubringen, und flexible Dünnschicht-Solarzellen vorzugsweise gleichzeitig auf die erste Folienbahn und die Folgen beabstandeter elektrisch leitender Kontaktstellen aufzubringen.

Ein aus der ersten und der zweiten Folienbahn und den dazwischen befindlichen flexiblen Dünnschicht-Solarzellen gebildeter Solarmodulstrang kann zu einer Rolle aufgewickelt werden.

Jede der elektrisch leitenden Kontaktstellen kann aus einem leitenden Bandmaterial mit oder ohne Klebeschicht zur ersten Folienbahn hin, aus Metallstreifenmaterial mit oder ohne Klebeschicht zur ersten Folienbahn hin, oder aus leitfähiger Paste oder Metallfolie (zum Beispiel Kupfer- oder Aluminium-haltige Folie) mit oder ohne Klebeschicht zur ersten Folienbahn hin gebildet sein.

Der elektrische Leiter kann aus einem leitenden Bandmaterial, aus Metallstreifenmaterial, aus Drahtmaterial, oder aus leitfähiger Paste gebildet sein.

Die zweite Seite jeder flexiblen Dünnschicht-Solarzelle kann zumindest abschnittsweise eine Metallschicht aufweisen, und diese Metallschicht kann als zweiter elektrisch leitender Pol ausgestaltet sein, der ein Pluspol ist, und/oder bei der die von der Folie abweisende, entgegengesetzte erste Seite der flexiblen Dünnschicht-Solarzelle wenigstens abschnittsweise als erster elektrisch leitender Pol ausgestaltet sein kann, der ein Minuspol ist.

Die zweite Folienbahn kann mit einer Temperatur in einem Bereich von etwa 120 °C bis etwa 170 °C für eine Zeitdauer von weniger als 10 Minuten und ggf. zumindest für einen Teil der Zeitdauer mit Unterdruck auflaminiert werden.

Als die erste und/oder die zweite Folienbahn kann eine thermoplastische Polyurethanfolie oder eine andere witterungsbeständige (Rückseiten-)folie verwendet werden.

Das Anpressen kann mit einer Rollenpresse erfolgen, die mindestens eine Walze und ein Gegenlager oder zwei gegenläufige Walzen hat, die sich mit einer definierten Geschwindigkeit drehen und mit einem definierten Druck einen Verbund aus der ersten Folienbahn und den flexiblen Dünnschicht-Solarzellen bei einer definierten Temperatur aufeinander pressen.

Entsprechend kann eine Vorrichtung zur Herstellung eines Solarmoduls gemäß dem unabhängigen Vorrichtungsanspruch folgende Baugruppen oder Komponenten haben: Eine Einrichtung zum Bereitstellen einer ersten Folienbahn; eine Einrichtung zum Aufbringen einer Folge beabstandeter elektrisch leitender Kontaktstellen auf die erste Folienbahn; eine Einrichtung zum Bereitstellen einer Folge flexibler Dünnschicht-Solarzellen, die eine erste Seite, die zumindest abschnittsweise als erster elektrisch leitender Pol ausgestaltet ist und eine zweite Seite, die zumindest abschnittsweise als zweiter elektrisch leitender Pol ausgestaltet ist, einen photovoltaisch aktiven Schichtaufbau, dem auf seiner ersten Seite wenigstens ein elektrischer Leiter zugeordnet wird, um den ersten Pol zu kontaktieren, und den photovoltaisch aktiven Schichtaufbau seitlich zu überragen; eine Einrichtung zum Aufbringen einer Dünnschicht-Solarzelle aus der bereitgestellten Folge auf die erste Folienbahn derart, dass der zweite elektrisch leitende Pol eine erste der Kontaktstellen auf der ersten Folienbahn in einem ersten Bereich kontaktiert, und der den ersten elektrisch leitenden Pol kontaktierende elektrische Leiter eine zu der ersten Kontaktstelle benachbarte zweite Kontaktstelle auf der ersten Folienbahn in einem zweiten Bereich kontaktiert, und einer Zuführ- und einer Laminiereinrichtung für mindestens eine weitere, transparente, flexible, thermoplastische, zweite Folienbahn, die dazu eingerichtet ist, diese weitere(n) (zweite) Folienbahn(en) auf die erste Folienbahn und die flexiblen Dünnschicht-Solarzellen aufzulaminieren.

Eine Anpress-Einrichtung kann zum Herstellen / Verbessern des Kontaktes zwischen dem elektrischen Leiter und dem zweiten Bereich der zweiten Kontaktstelle vorgesehen sein.

Die Anpress-Einrichtung kann auch eine Heiz-Einrichtung umfassen, um eine Temperatur in einem Bereich von etwa 120 °C bis etwa 170 °C für eine Zeitdauer von weniger als 20 Sekunden und ggf. zumindest für einen Teil der Zeitdauer mit Unterdruck in die Kontaktierung des zweiten elektrisch leitenden Pols und die erste der Kontaktstellen auf der ersten Folienbahn, und / oder in die Kontaktierung des ersten elektrisch leitenden Pol kontaktierenden elektrischen Leiters und der zweiten Kontaktstelle auf der ersten Folienbahn einzutragen.

Eine Fördereinrichtung kann die erste Folienbahn in einer Förderrichtung fördern, und mehrere Einrichtungen können vorgesehen sein zum Aufbringen jeweils einer Folge beabstandeter elektrisch leitender Kontaktstellen in seitlichem Abstand nebeneinander, und mehrere Einrichtungen können vorgesehen sein zum Aufbringen jeweils einer Folge flexibler Dünnschicht-Solarzellen auf die erste Folienbahn und die Folgen beabstandeter elektrisch leitender Kontaktstellen.

Eine Aufwickeleinrichtung kann vorgesehen sein für einen aus der ersten und der zweiten Folienbahn und den dazwischen befindlichen flexiblen Dünnschicht-Solarzellen gebildeten Solarmodulstrang.

Die Zuführeinrichtung für jede der elektrisch leitenden Kontaktstellen kann dazu eingerichtet sein, ein leitendes Bandmaterial mit oder ohne Klebeschicht zur ersten Folienbahn hin, ein Metallstreifenmaterial mit oder ohne Klebeschicht zur ersten Folienbahn hin, oder leitfähige Paste zuzuführen.

Die Zuführeinrichtung für die elektrischen Leiter kann dazu eingerichtet sein, ein leitendes Bandmaterial, ein Metallstreifenmaterial, ein Drahtmaterial, oder eine leitfähige Paste zuzuführen.

Mehrere, zueinander benachbarte und im Wesentlichen in Längsrichtung zur Förderrichtung der ersten Folienbahn und / oder und/oder im Wesentlichen in Querrichtung zur Förderrichtung angeordnete Spender mit Rollen elektrischer Leiter oder Spendern mit elektrisch leitender Paste können vorgesehen sein um elektrische Leiter auf die flexiblen Dünnschicht-Solarzellen in Längsrichtung bzw. in Querrichtung der Förderrichtung der ersten Folienbahn aufzubringen, um die flexiblen Dünnschicht-Solarzellen seriell und/oder parallel elektrisch miteinander zu verschalten.

Eine Rollenpresse kann vorgesehen sein, die mindestens zwei gegenläufige Walzen hat, die sich mit einer definierten Geschwindigkeit drehen und mit einem definierten Druck einen Verbund aus der ersten Folienbahn und den flexiblen Dünnschicht-Solarzellen bei einer definierten Temperatur aufeinander pressen.

Soweit vorstehend von einem zugeführten elektrischen Leiter die Rede ist, kann dies ein Draht, ein elektrischer Streifenleiter, ein elektrisch leitendes Gitter, ein lang gestreckter Leiter, eine Schleifen-, Mäander-, Spiral- oder Zickzack-Form eines elektrischen Leiters sein. Dieser elektrische Leiter kann außerdem mit der flexiblen Abdeckschicht als das oben erwähnte Zwischenprodukt aus dem Spender auf die elektrisch leitenden Kontaktstellen und die flexiblen Dünnschicht-Solarzellen aufgebracht werden.

Die Abdeckschicht AS kann auf der Solarzelle in einzelne Stücke geteilt werden, welche in etwa die Abmessung einer Solarzelle haben und zu der jeweiligen Kontaktstelle hin über die entsprechende Solarzelle hinausragen.

Um sicherzustellen, dass die Lamination durch geeignetes Anwenden von Druck, Temperatur, und evtl. Unterdruck mit jeweiligem Profilverlauf für eine vorbestimmte Zeit funktioniert und die einzelnen Solarzellen alle vollständig gegenüber der Umwelt abdichtet, wird vorzugsweise eine weitere Folie F2 (EVA, thermoplastische Folie, TPU etc.,) auf die Oberfläche des Zellenverbundes (Solarmodul) durch Rollenlamination aufgebracht.

Bevor die abschließende transparente Folienbahn laminiert wird, kann zuvor gegebenenfalls noch eine weitere Folie (EVA, TPU) notwendig sein, um eventuelle Unebenheiten auszugleichen.

Dabei kann der elektrische Leiter mit der Abdeckschicht zusammen auf die Dünnschicht-Solarzellen aufgebracht werden, oder der elektrische Leiter wird vor der flexiblen Abdeckschicht aufgebracht. Es ist auch möglich, auf die flexible Abdeckschicht zu verzichten.

Ein Dünnschicht-Solarmodul kann also mit folgenden Merkmalen versehen sein: Einer ersten Folienbahn; einer auf der ersten Folienbahn beabstandet angeordneten Folge elektrisch leitender Kontaktstellen mit jeweiligen ersten und zweiten Bereichen; einer Folge flexibler Dünnschicht-Solarzellen, die eine erste Seite, die zumindest abschnittsweise als erster elektrisch leitender Pol ausgestaltet ist und eine zweite Seite,

die zumindest abschnittsweise als zweiter elektrisch leitender Pol ausgestaltet ist, einen photovoltaisch aktiven Schichtaufbau, eine auf der ersten Seite des Schichtaufbaus befindliche flexible Abdeckschicht, und wenigstens einen zwischen dem Schichtaufbau und der Abdeckschicht befindlichen elektrischen Leiter hat, der den ersten Pol kontaktiert, wobei die flexible Abdeckschicht und der elektrische Leiter den photovoltaisch aktiven Schichtaufbau seitlich überragen; wobei die Dünnschicht-Solarzellen auf der ersten Folienbahn derart, dass der elektrisch leitende zweite Pol eine erste der Kontaktstellen auf der ersten Folienbahn in dem ersten Bereich kontaktiert, und der den ersten elektrisch leitenden Pol kontaktierende elektrische Leiter eine zu der ersten Kontaktstelle benachbarte zweite Kontaktstelle auf der ersten Folienbahn in dem zweiten Bereich kontaktiert.

Kurze Zeichnungsbeschreibung

Weitere Ziele, Merkmale, Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von nicht einschränkend zu verstehenden Ausführungsbeispielen mit Bezug auf die zugehörigen Zeichnungen. Dabei bilden alle beschriebenen und / oder bildlich dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den hier offenbarten Gegenstand, auch unabhängig von ihrer Gruppierung in den Ansprüchen oder deren Rückbeziehungen. Die Abmessungen und Proportionen der in den Fig. gezeigten Komponenten sind hierbei nicht unbedingt maßstäblich; sie können bei zu implementierenden Ausführungsformen vom Veranschaulichten abweichen.

Fig. 1 zeigt flexible Dünnschicht-Solarzellen zur Verwendung in der hier beschriebenen Weise in einer schematischen Querschnittsansicht.

In Fig. 2 ist ein Verfahrensablauf veranschaulicht, um Dünnschicht-Solarmodule in der hier beschriebenen Weise herzustellen.

In Fig. 3 ist die Kontaktierung zweier in Reihe geschalteter Dünnschicht-Solarzellen aus Fig. 1 vergrößert im schematischen Querschnitt gezeigt.

In Fig. 4 ist ein Rollenlaminator zur Verwendung in der hier beschriebenen Weise in einer schematischen Querschnittsansicht veranschaulicht.

In Fig. 5 ist schematisch in einer Draufsicht die Fixierung von Dünnschicht-Solarzellen veranschaulicht; das können z. B. Zellen mit Metallsubstrat oder Polymersubstrat (selbstklebend) sein.

In Fig. 6 ist schematisch in einer Draufsicht das Einbetten elektrischer Leiterstreifen in Kleberfolie z.B. EVA, TPU zur Kontaktierung (z.B. Kupferdraht oder Kunststoffolie mit elektrischer Leiterstruktur) veranschaulicht.

In Fig. 7 ist schematisch in einer seitlichen Schnittansicht längs der Linien A---A in der Fig. 6 veranschaulicht, wie die elektrischen Leiterstreifen parallel und im Abstand zueinander in der Kleberfolie eingebettet sind.

In Fig. 8 ist schematisch in einer seitlichen Draufsicht eine Variante veranschaulicht, wie die parallel geführten Drähte aus Kupfer oder Alu in das Trägerband z.B. aus EVA, TPU oder dergl. unter Einwirkung von Druck und/oder Temperatur eingebettet werden.

In Fig. 9 ist schematisch in einer seitlichen Draufsicht eine weitere Variante veranschaulicht, wie mit parallel nebeneinander aufspendenden Rollen mit Trenneinrichtungen (Schneidmesser) die Bahnware mit den elektr. Leitern unter Einwirkung von Druck und/oder Temperatur auf die Dünnschicht-Solarzellen aufgebracht und kontaktiert werden, welche sich bereits auf der ersten Folienbahn befinden.

Detaillierte Beschreibung von Ausführungsvarianten

Wie in Fig. 1 im Einzelnen veranschaulicht, hat eine derartige flexible Dünnschicht-Solarzelle folgenden Aufbau: Eine erste Seite OS (die Oberseite) des Absorbermaterials AM ist zumindest abschnittsweise als erster elektrisch leitender Pol P1 ausgestaltet. Eine zweite Seite US (die Unterseite) des Absorbermaterials AM ist als zweiter elektrisch leitender Pol P2 ausgestaltet. Das Absorbermaterial AM umfasst einen photovoltaisch aktiven Schichtaufbau PV. Das Absorbermaterial AM hat eine auf der ersten Seite OS des Schichtaufbaus PV befindliche flexible Abdeckschicht AS und wenigstens einen zwischen dem Schichtaufbau PV und der Abdeckschicht AS befindlichen elektrischen Leiter C10, C20 ..., der den ersten elektrisch leitenden Pol P1 kontaktiert. Dabei können die Abdeckschicht AS und der elektrische Leiter C10, C20 ... ein Zwischenprodukt sein, bei dem der elektrische Leiter C10, C20 ... auf/an der Abdeckschicht AS bezogen auf seinen Querschnitt teilweise fixiert ist, aber entlang

seiner Längserstreckung zumindest abschnittsweise soweit elektrisch leitend freiliegt, dass er den photovoltaisch aktiven Schichtaufbau PV, genauer gesagt Die erste Seite OS (z.B. die TCO-Schicht) des Absorbermaterials AM elektrisch leitend kontaktiert. Dabei kann der elektrische Leiter C10, C20 ... in die Abdeckschicht AS teilweise eingebettet sein. In der vorliegenden Variante überragen die flexible Abdeckschicht AS und der elektrische Leiter C10, C20 ... den photovoltaisch aktiven Schichtaufbau PV seitlich.

In der veranschaulichten Variante überragen die flexible Abdeckschicht AS und der elektrische Leiter C10, C20 ... überragen den photovoltaisch aktiven Schichtaufbau PV seitlich an einer Kante des Schichtaufbaus PV seitlich soweit, dass die flexible Abdeckschicht AS und der elektrische Leiter C10, C20 ... neben dem Schichtaufbau PV in etwa auf das Niveau der zweiten Seite US (die Unterseite) des Absorbermaterials AM herunter reichen. Dort bilden die flexible Abdeckschicht AS und der elektrische Leiter C10, C20 ... einen (mit der zweiten Seite US des Absorbermaterials AM in etwa fluchtenden) horizontal orientierten Kontaktabschnitt KA. Es sind aber auch Varianten möglich, bei denen der elektrische Leiter ohne die flexible Abdeckschicht AS verarbeitet wird. In diesem Fall überragt nur der elektrische Leiter C10, C20 ... den photovoltaisch aktiven Schichtaufbau PV seitlich in der vorstehend beschriebenen Weise. An der Seitenfläche des Schichtaufbaus PV, welche von der flexiblen Abdeckschicht AS und dem elektrischen Leiter C10, C20 ... überragt wird, kann zur Vermeidung einer Beschädigung (Kurzschluss) des Schichtaufbaus PV durch den elektrischen Leiter C10, C20 ... auch eine Schutz- oder Isolierlage K10 angeordnet sein.

Diese Schutz- oder Isolierlage K10 kann in einer vorteilhaften Variante auch zur ersten Seite OS des Absorbermaterials AM hin abgewinkelt sein. Hierbei kann diese Schutz- oder Isolierlage K10 auf den an die Seitenfläche des Schichtaufbaus PV angrenzenden Randbereich (zum Beispiel ca. 5% - 20% der gesamten Fläche) der ersten Seite OS des Absorbermaterials AM reichen. Dies dient dazu, eine Beschädigung des Schichtaufbaus PV durch den elektrischen Leiter C10, C20 ... am Rand des Absorbermaterials AM sicher zu vermeiden.

Die elektrischen Leiter C10, C20 ... können für jede Dünnschicht-Solarzelle parallel zueinander angeordnete Leiterstreifen oder Drähte sein, die über eine Kante des Schichtaufbaus PV seitlich hinausragen. Die elektrischen Leiter C10, C20 ... können für jede Dünnschicht-Solarzelle aber auch spiralförmig oder mäanderförmig oder

dergl. verlegte Leiterstreifen, Gitterstrukturen oder Drähte sein, deren eines Ende über eine Kante des Schichtaufbaus PV seitlich hinausragt.

Beim Herstellungsprozess der Solarmodule werden die Solarzellen zum Beispiel schrittweise wie folgt verschaltet (siehe auch Fig. 2). Nach dem Aufsetzen zweier benachbarter Solarzellen auf die erste Folienbahn F10 ist der Rückkontakt einer der beiden Solarzellen durch direkten Kontakt und/oder mittels geeignetem Kontaktmaterial, zum Beispiel einem Kontaktkleber mit der vorbereiteten Kontaktstelle KS10 verbunden. Bevor der elektrische Leiter C10, C20 ... zum Kontaktieren mit dem ersten Pol P1 auf die Zellenoberseite OS aufgebracht wird, kann in einer Variante die Zellenfrontseite sowie die zur Kontaktstelle KS10 hin orientierte obere Kante zwischen der Zellenoberseite OS und der Kontaktstelle KS10 mit geeignetem Material isoliert werden (Polyimidfolienband, z. B. KAPTON® oder anderes Isolationsband, Isolationskleber).

Das mit dem elektrischen Leiter C10, C20 ... vorbereitete Verkapselungsmaterial AS wird auf die obere Seite OS der Solarzellen aufgebracht und so abgeschnitten, dass die elektrischen Leiter C10, C20 ... über die obere Solarzellenfläche hinausragen und sich über der Kontaktstelle KS10 befinden. Die elektrischen Leiter C10, C20 ... befinden sich hierbei auf der, der Zellenoberfläche zugewandten Seite des Verkapselungsmaterials. Die elektrische Verbindung und die Fixierung des elektrischen Leitermaterials geschieht durch den elektrischen Verbindungsprozess mit der Kontaktfläche K10 durch Laserschweißen, Schweißen, Lötten oder andere geeignete Verbindungstechniken). Die hiermit entstehende, zunächst einseitige Verbindung des elektrischen Leiters kann durch einen nachfolgenden Rollen-Laminations-Prozess abgeschlossen, bei dem -materialabhängig- Druck- und Temperatur für eine bestimmte Zeitdauer auf die Anordnung einwirken können. Hierbei wird der elektrische Kontakt auf der gesamten Oberfläche (Frontseiten Oberfläche (z.B. TCO-Schicht)) der Solarzelle zur Kontaktierung angeedrückt und fixiert. Das geschieht mittels des Verkapselungsmaterials, das im Laminationsprozess-Schritt (Druck, Zeit, Temperatur und ggf. Unterdruck) vorübergehend flüssig wird und dann als transparente Klebeschicht die Fixierung übernimmt.

Das hier beschriebene Verfahren kann prinzipiell auch bei starren Solarzellen (z.B. Silizium Solarzellen) angewandt werden.

Ein wesentlicher Vorteil, der sich aus dem zweigeteilten Verbindungskontaktaufbau ergibt, sind (i) die aufeinander anpassbaren eingesetzten Materialpaarungen des elektrischen Leitermaterials (z.B. Kupfer, Aluminium) und der Kontaktstelle, die (ii)

optimale Verbindungstechnologie (Laserschweißen, Schweißen, Löten, Kontaktkleben etc.) sowie (iii) die Auswählbarkeit des Unter- oder Rückseitenmaterials der Solarzellen (z.B. Stahlfolie, Edelstahlfolie, Aluminium usw.) an die elektrische Verbindung zur Folgezelle. Dadurch können sowohl für die qualitative, technische Zertifizierung des Solarmoduls, als auch für die kostenoptimierte Herstellung die günstigsten Materialien ausgewählt werden. Das Rolle-zu-Rolle Herstellkonzept eignet sich ideal für dieses Verfahren und bietet gleichzeitig die Voraussetzung für optimale Produktivität.

Fig. 3 zeigt flexible Dünnschicht-Solarzellen, wie sie hier verwendet werden. Die zweite Seite (hier die im Betrieb von der Energie spendenden Lichtquelle abgewandte Seite, also die Unterseite) jeder flexiblen Dünnschicht-Solarzelle hat zumindest abschnittsweise eine elektrisch leitende Schicht. Diese leitende Schicht ist als elektrisch leitender Pluspol (Anode) ausgestaltet. Die erste Seite der flexiblen Dünnschicht-Solarzelle (hier die im Betrieb der Energie spendenden Lichtquelle zugewandte Seite, also die Oberseite) ist als elektrisch leitender Minuspol (Kathode) ausgestaltet.

In Fig. 2 ist der Verfahrensablauf veranschaulicht, um Dünnschicht-Solarmodule herzustellen. In einem ersten Schritt S10 wird eine erste flexible Folienbahn F10 von einer Rolle bereitgestellt. In einem optionalen Schritt S15 wird eine Klebe- oder Haftschrift HS von einer Rolle mittels eines Rollenlaminators RL15 auf die Folienbahn F10 auflaminiert. Die Anordnung aus erster Folienbahn F1 und Klebe- oder Haftschrift HS wird im Schritt S15 durch den Rollenlaminator RL15 hindurchgefördert. In einem weiteren Schritt S20 wird auf die Folienbahn F10 (oder, sofern vorhanden auf die Klebe- oder Haftschrift HS) einer Folge – in Förderrichtung F der Folie F10 – beabstandeter elektrisch leitender Kontaktstellen KS10 auf die erste Folienbahn F10 aufgebracht. Diese elektrisch leitenden Kontaktstellen KS10 können aus einem leitenden Bandmaterial mit oder ohne Klebeschicht zur ersten Folienbahn F10 hin, aus Metallstreifenmaterial mit oder ohne Klebeschicht zur ersten Folienbahn F10 hin, oder aus leitfähiger Paste gebildet sein. In einem weiteren Schritt S30 wird eine Folge flexibler Dünnschicht-Solarzellen DSZ10, DSZ20 der oben beschriebenen Art (Siehe Fig. 1, 2) auf die erste Folienbahn F10 (oder, sofern vorhanden auf die Klebe- oder Haftschrift HS) mit einem Magnet- oder Unterdruckgreifer UG aufgebracht.

Dabei erfolgt das Aufbringen einer der Dünnschicht-Solarzellen DSZ10, DSZ20.. aus der Folge auf die erste Folienbahn F10 derart, dass der zweite elektrisch leitende Pol P2 eine erste der Kontaktstellen KS10 auf der ersten Folienbahn F1 in einem ersten Bereich B10 kontaktiert, und der den ersten elektrisch leitenden Pol P1 kontaktierende elektrischen Leiter C10, C20 ... eine zu der ersten Kontaktstelle KS10 benachbarte

zweite Kontaktstelle KS20 auf der ersten Folienbahn F1 in einem zweiten Bereich B20 kontaktiert. Die jeweiligen ersten und zweiten Bereiche B10, B20 einer Kontaktstelle sind zueinander benachbart.

In einem weiteren Schritt S50 wird der Kontakt zwischen dem elektrischen Leiter und dem zweiten Bereich B20 der zweiten Kontaktstelle KS20 durch Anpressen, zum Beispiel mittels einer Rollenpresse RP55 hergestellt. In diesem Schritt S50 kann auch der Kontakt zwischen dem zweiten elektrisch leitenden Pol P2 und der ersten Kontaktstelle KS20 auf der ersten Folienbahn F10 in dem ersten Bereich B10 durch Anpressen, zum Beispiel mittels der Rollenpresse RP55 hergestellt oder intensiviert werden. Dazu wird die Anordnung aus erster Folienbahn F10, flexibler Dünnschicht-Solarzellen DSZ10, DSZ20, ... im Schritt S50 durch die Rollenpresse RP55 hindurchgeführt.

Alternativ oder zusätzlich zum Herstellen / Verbessern des Kontakts zwischen dem elektrischen Leiter und dem zweiten Bereich der zweiten Kontaktstelle durch Anpressen kann dies auch durch Laserschweißen, Schweißen, Löten, oder sonstige Verbindungstechnologien erfolgen.

Die erste Folienbahn F10 kann in einer Förderrichtung F gefördert werden. Dabei werden in seitlichem Abstand nebeneinander mehrere Folgen beabstandeter elektrisch leitender Kontaktstellen KS10 aufgebracht. Anschließend werden in der oben beschriebenen Weise in seitlichem Abstand nebeneinander mehrere Folgen flexibler Dünnschicht-Solarzellen DSZ10, DSZ20... auf die erste Folienbahn F10 und die Folgen beabstandeter elektrisch leitender Kontaktstellen KS10 aufgebracht.

Dazu sind mehrere, zueinander benachbarte und im Wesentlichen in Längsrichtung und /oder in Querrichtung zur Förderrichtung der ersten Folienbahn orientierte Spender vorgesehen. Diese Spender haben Rollen elektrischer Leiter oder liefern elektrisch leitende Paste auf die flexiblen Dünnschicht-Solarzellen um die flexiblen Dünnschicht-Solarzellen seriell und/oder parallel elektrisch miteinander zu verschalten.

In einem Laminierschritt erfolgt ein Laminieren einer zweiten Folienbahn F2 auf die erste Folienbahn F10 und die flexiblen Dünnschicht-Solarzellen. Diese zweite Folienbahn F2 ist thermoplastisch, transparent, flexibel und gegenüber Ultraviolettlicht sehr beständig.

Das Ergebnis des Anpressens in Schritt S50 und des Laminierens ist in vergrößerter Ansicht im Querschnitt in Fig. 4 veranschaulicht.

Die zweite Folienbahn F2 wird auf die erste Folienbahn F10 und die flexiblen Dünnschicht-Solarzellen mit einem Rollenlaminator RL auflaminiert. Der Rollenlaminator RL hat mindestens ein Rollenpaar aus zwei gegenläufigen Walzen W1, W2 zwischen die der Stapel aus erster Folienbahn F10 mit den flexiblen Dünnschicht-Solarzellen und der zweite Folienbahn F2 hindurchgefördert wird. Die gegenläufigen Walzen W1, W2 drehen sich mit einer definierten Geschwindigkeit und pressen mit einem definierten Druck einen Verbund aus der zweiten Folienbahn, der ersten Folienbahn und den flexiblen Dünnschicht-Solarzellen bei einer definierten Temperatur aufeinander. So gehen die einzelnen Komponenten des Verbundes eine stoffschlüssige, möglichst blasenfreie und innige Verbindung miteinander ein.

Dies ist beispielhaft in Fig. 4 veranschaulicht. Der hier beispielhaft veranschaulichte Rollenlaminator RL hat ein oder mehrere, aus Walzen gebildete Rollenpaare W1, W2; W1', W2' um eine selbstklebende Deckfolie DF auf die Folienbahn F10 zu laminieren. Alternativ dazu kann eine Folie ohne Haftschrift durch eine Kleberauftragsstation gefördert werden um sie dann auf die Folienbahn F10 und die flexiblen Dünnschicht-Solarzellen zu laminieren. Ein solcher Rollenlaminator kann auch in den vorhergehenden Schritten eingesetzt werden als RL15 oder als RP55.

Das Anpressen der Kontakte bzw. der zweiten Folienbahn F2 kann unter Eintragen einer Temperatur in einem Bereich von etwa 120 °C bis etwa 170 °C für eine Zeitdauer von weniger als 20 Sekunden und ggf. zumindest für einen Teil der Zeitdauer mit Unterdruck ausgeführt werden.

Die so entstehenden Solarmodule werden dann geprüft und anschließend ggf. zerteilt oder als Bandware aufgerollt.

In den Fig. 5 – 9 sind Vorrichtungs- und Verfahrensdetails zur Herstellen von Dünnschicht-Solarmodulen beschrieben, bei denen eine Verbindungseinrichtung dazu dient, ein Trägerband mit einem elektrischen Leiter oder einer elektrisch leitenden Paste zu verbinden. Dabei wird der elektrische Leiter oder die elektrisch leitende Paste durch die Verbindungseinrichtung in das Trägerband teilweise eingebettet wird. Genauer gesagt, werden vorzugsweise mehrere parallel nebeneinander zugeführte Drähte oder Bandmaterial aus Cu oder Al in das Trägerband eingebettet. Anschließend können die Drähte / das Bandmaterial Abschnitte längs der Förderrichtung des

Trägerbandes abgeschnitten werden. Alternativ dazu kann dieses Zwischenprodukt auch als Endlosware weiter verarbeitet werden.

In der Verbindungseinrichtung wird der elektrische Leiter oder die elektrisch leitende Paste in das Trägerband, im hier gezeigten Beispiel in Gestalt einer endlosen thermoplastischen Folienbahn, die zum Beispiel eine klebende oder nicht klebende Folie aus EVA oder TPU ist, mittels Druck und/oder Temperatureinwirkung so teilweise eingebettet wird, dass ein Zwischenprodukt aus elektrischem Leiter und flexibler Abdeckschicht als Endlosware auf einer Rolle bereitgestellt wird, um anschließend auf jede der Folge der flexiblen Dünnschicht-Solarzellen entweder als Endlosware von der Rolle aufgebracht zu werden.

Eine andere Variante sieht vor, dass dieses Zwischenprodukt aus elektrischem Leiter und flexibler Abdeckschicht oder als portionierte Flächen- oder Streifenware oder in entsprechende Abschnitte portioniert gestapelt und dann weiter verarbeitet wird. Dies kann an dem Schritt S30 in der Fig. 2 erfolgen. Für den Fall, dass das Zwischenprodukt aus elektrischem Leiter und flexibler Abdeckschicht als Endlosware auf einer Rolle bereitgestellt wird, kann dieses Zwischenprodukt über eine Abspendekante gezogen werden, so dass die flexible Abdeckschicht mit dem / den elektrischen Leiter/n auf die die flexiblen Dünnschicht-Solarzellen aufgebracht werden kann.

In der Verbindungseinrichtung kann der elektrische Leiter als Buntmetall (z.B. Aluminium oder Kupfer) enthaltende Draht- oder Bahnware mittels gegenläufiger Rollen in das Trägerband TB eingebracht werden. Dabei werden vorzugsweise mehrere Metalldrähte oder Metallbahnen nebeneinander in das Trägerband eingebracht.

In der Verbindungseinrichtung kann das Trägerband und der/die elektrische/n Leiter auch als endlose Bahn zu einer Rolle aufgewickelt oder mittels einer Trenneinrichtung portioniert und gestapelt werden (siehe Fig. 8).

Aus der Verbindungseinrichtung kommendes Trägerband wird mit dem / den elektrischen Leiter/n der ersten Folienbahn F10 als endlose Bahn oder portioniert zugeführt (siehe Fig. 9), um dem photovoltaisch aktiven Schichtaufbau PV in der Zuführeinrichtung auf der ersten Seite OS des photovoltaisch aktiven Schichtaufbaus PV so zuzuordnen ist, dass er/sie jeweils den ersten Pol P1 kontaktiert, und den photovoltaisch aktiven Schichtaufbau PV seitlich überragt.

Die vorstehend erläuterten Produkt-, Vorrichtungs- und Verfahrensdetails sind im Zusammenhang dargestellt. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass sie jeweils auch unabhängig voneinander sind und auch frei miteinander kombinierbar sind. Die in den Fig. gezeigten Verhältnisse der einzelnen Teile und Abschnitte hiervon zueinander und deren Abmessungen und Proportionen sind nicht einschränkend zu verstehen. Vielmehr können einzelne Abmessungen und Proportionen auch von den gezeigten abweichen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen von Dünnschicht-Solarmodulen, mit folgenden Schritten:

- Bereitstellen (S10) einer ersten Folienbahn (F10) zum Aufbringen flexibler Dünnschicht-Solarzellen;
- Aufbringen (S20) einer Folge beabstandeter elektrisch leitender Kontaktstellen (KS10) auf die erste Folienbahn (F10);
- Bereitstellen (S30) einer Folge flexibler Dünnschicht-Solarzellen (DSZ10, DSZ20..), die
 - eine erste Seite (OS), die zumindest abschnittsweise als erster elektrisch leitender Pol (P1) ausgestaltet ist und
 - eine zweite Seite (US), die zumindest abschnittsweise als zweiter elektrisch leitender Pol (P2) ausgestaltet ist,
 - einen photovoltaisch aktiven Schichtaufbau (PV), dem auf seiner ersten Seite (OS) wenigstens ein elektrischer Leiter (C10, C20 ...) zugeordnet wird, um
 - den ersten Pol (P1) zu kontaktieren, und
 - den photovoltaisch aktiven Schichtaufbau (PV) seitlich
 - zu überragen;
- Aufbringen einer Dünnschicht-Solarzelle (DSZ10, DSZ20..) aus der bereitgestellten Folge auf die erste Folienbahn (F10), derart, dass
 - der zweite elektrisch leitende Pol (P2) eine erste der Kontaktstellen (KS10) auf der ersten Folienbahn (F1) in einem ersten Bereich (B10) kontaktiert,
 - der den ersten elektrisch leitenden Pol (P1) kontaktierende elektrische Leiter (C10, C20 ...) mit einem den photovoltaisch aktiven Schichtaufbau (PV) seitlich überragenden Abschnitt eine zu der ersten Kontaktstelle (KS10) benachbarte zweite Kontaktstelle (KS20) auf der ersten Folienbahn (F1) in einem zweiten Bereich (B20) kontaktiert, und
- Auflaminieren einer transparenten, flexiblen, thermoplastischen zweiten Folienbahn (F2) auf die erste Folienbahn (F1) und die flexiblen Dünnschicht-Solarzellen (DSZ) und die elektrischen Leiter (C10, C20 ...).

2. Verfahren zum Herstellen von Dünnschicht-Solarmodulen nach Anspruch 1, wobei der wenigstens eine elektrische Leiter (C10, C20 ...) der ersten Seite (OS) der jeweiligen Dünnschicht-Solarzelle (DSZ10, DSZ20, DSZ...)

- vor dem Aufbringen der jeweiligen Dünnschicht-Solarzelle (DSZ10, DSZ20, DSZ...) auf die erste Folienbahn (F10), oder
 - nach dem Aufbringen der jeweiligen Dünnschicht-Solarzelle (DSZ10, DSZ20, DSZ...) auf die erste Folienbahn (F10),
der jeweiligen Dünnschicht-Solarzelle (DSZ10, DSZ20, DSZ...) zugeordnet wird.
3. Verfahren zum Herstellen von Dünnschicht-Solarmodulen nach Anspruch 1, wobei der wenigstens eine elektrische Leiter (C10, C20 ...) vor seinem Zuordnen zu dem photovoltaisch aktiven Schichtaufbau (PV) in Bezug auf seinen Querschnitt und/oder seine Längserstreckung
 - in die thermoplastische zweite Folienbahn (F2), oder
 - in ein Trägerband (TB), oder
 - in eine thermoplastische Klebmasse
zumindest teilweise eingebettet wird.
 4. Verfahren zum Herstellen von Dünnschicht-Solarmodulen nach einem der Ansprüche 1 - 3, wobei auf die erste Seite (OS) des Schichtaufbaus (PV) und den elektrischen Leiter (C10, C20 ...) jeder der flexiblen Dünnschicht-Solarzellen (DSZ10, DSZ20, DSZ...) eine flexible Abdeckschicht (AS) aufgebracht wird, die den elektrischen Leiter (C10, C20 ...) teilweise umgibt.
 5. Verfahren zum Herstellen von Dünnschicht-Solarmodulen nach einem der Ansprüche 1 - 4, wobei in einem weiteren Schritt der Kontakt zwischen dem elektrischen Leiter (C10, C20 ...) und dem zweiten Bereich (B20) und der zweiten Kontaktstelle (KS20) durch Anpressen, Laserschweißen, Schweißen, Löten oder Kleben hergestellt wird.
 6. Verfahren zum Herstellen von Dünnschicht-Solarmodulen nach einem der Ansprüche 1 - 5, wobei der Schritt des Anpressens unter Eintragen von Wärme mit einer Temperatur in einem Bereich von etwa 120 °C bis etwa 170 °C für eine Zeitdauer von weniger als 20 Sekunden und ggf. zumindest für einen Teil der Zeitdauer mit Unterdruck ausgeführt wird.
 7. Verfahren zum Herstellen von Dünnschicht-Solarmodulen nach einem der Ansprüche 1 - 6, bei dem die erste Folienbahn (F10) in einer Förderrichtung (F) gefördert wird, und in seitlichem Abstand nebeneinander mehrere Folgen
 - beabstandete elektrisch leitende Kontaktstellen (KS10) auf die erste Folienbahn (F10) aufgebracht werden, und

- anschließend mehrere flexible Dünnschicht-Solarzellen (DSZ10, DSZ20, DSZ...) quer zur Förderrichtung in wenigstens einer Reihe gleichzeitig auf die erste Folienbahn (F10) aufgebracht werden.
8. Verfahren zum Herstellen von Dünnschicht-Solarmodulen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei in einem weiteren Schritt ein aus der ersten und der zweiten Folienbahn (F10, F2) und den dazwischen befindlichen flexiblen Dünnschicht-Solarzellen (DSZ10, DSZ20, DSZ...) mit wenigstens dem einen zugeordneten elektrischen Leiter (C10, C20 ...) gebildeter Solarmodulstrang aufgewickelt wird.
 9. Verfahren zum Herstellen von Dünnschicht-Solarmodulen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei jede der elektrisch leitenden Kontaktstellen (KS10) aus einem leitenden Bandmaterial mit oder ohne Klebeschicht zur ersten Folienbahn (F10) hin, aus Metallstreifenmaterial mit oder ohne Klebeschicht zur ersten Folienbahn (F10) hin, oder aus leitfähiger Paste gebildet ist.
 10. Verfahren zum Herstellen von Dünnschicht-Solarmodulen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der elektrische Leiter (C10, C20 ...) aus einem leitenden Bandmaterial, aus Metallstreifenmaterial, aus Gittermaterial, aus Drahtmaterial, oder aus leitfähiger Paste, jeweils mit oder ohne flexible Abdeckschicht gebildet ist.
 11. Verfahren zum Herstellen von Dünnschicht-Solarmodulen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die zweite Seite (US) jeder flexiblen Dünnschicht-Solarzelle zumindest abschnittsweise eine Metallschicht aufweist, und diese Metallschicht als zweiter elektrisch leitender Pol (P2) ausgestaltet wird, der ein Pluspol ist, und/oder, bei der die von der Folie abweisende, entgegengesetzte erste Seite (OS) der flexiblen Dünnschicht-Solarzelle (DSZ10, DSZ20, DSZ...) zumindest abschnittsweise als erster elektrisch leitender Pol ausgestaltet wird, der ein Minuspol ist.
 12. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem die zweite Folienbahn (F2) mit Wärme bei einer Temperatur in einem Bereich von etwa 120 °C bis etwa 170 °C für eine Zeitdauer von weniger als 10 Minuten und ggf. zumindest für einen Teil der Zeitdauer mit Unterdruck auflaminiert wird.

13. Verfahren zum Herstellen von Dünnschicht-Solarmodulen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei als die erste und/oder die zweite Folienbahn eine thermoplastische Polyurethanfolie verwendet wird.
14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die vereinzelt flexiblen Dünnschicht-Solarzellen (DSZ10, DSZ20, DSZ...) in einem Behälter bereitgestellt werden und / oder der aus der ersten und der zweiten Folienbahn und den dazwischen befindlichen flexiblen Dünnschicht-Solarzellen (DSZ10, DSZ20, DSZ...) gebildete Solarmodulstrang nach einem Vereinzeln der Solarmodule aus dem Solarmodulstrang diese in einen Stapelbereich abgesetzt werden.
15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die vereinzelt flexiblen Dünnschicht-Solarzellen (DSZ10, DSZ20, DSZ...) auf einer Rolle einer Trägerbahn bereitgestellt werden und / oder der aus der ersten und der zweiten Folienbahn und den dazwischen befindlichen flexiblen Dünnschicht-Solarzellen (DSZ10, DSZ20, DSZ...) gebildete Solarmodulstrang nach einem Vereinzeln der Solarmodule aus dem Solarmodulstrang diese auf einer Rolle aufgewickelt werden.
16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die elektrischen Leiter aus mehreren, zueinander benachbarten und im Wesentlichen in Längsrichtung zur Förderrichtung der ersten Folienbahn angeordneten Spendern mit Rollen leitender Kontaktstreifen oder Spendern mit elektrisch leitender Paste auf die flexiblen Dünnschicht-Solarzellen (DSZ10, DSZ20, DSZ...) in Längsrichtung der Förderrichtung der ersten Folienbahn aufgebracht werden, und/oder bei dem die elektrisch leitenden Kontaktstreifen aus wenigstens einem im Wesentlichen in Querrichtung zur Förderrichtung der ersten Folienbahn angeordneten Spender mit einer Rolle leitendem Kontaktstreifen oder einem Spender mit elektrisch leitender Paste auf die flexiblen Dünnschicht-Solarzellen (DSZ10, DSZ20, DSZ...) in Querrichtung der Förderrichtung der ersten Folienbahn (F10) aufgebracht werden um die flexiblen Dünnschicht-Solarzellen seriell und/oder parallel elektrisch miteinander zu verschalten.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem der Schritt des Anpressens mit einer Rollenpresse erfolgt, die mindestens zwei gegenläufige Walzen hat, die sich mit einer definierten Geschwindigkeit drehen und mit einem definierten Druck einen Verbund aus der ersten Folienbahn (F10) und den flexiblen Dünnschicht-Solarzellen (DSZ10, DSZ20, DSZ...) bilden.

schicht-Solarzellen (DSZ10, DSZ20, DSZ...) bei einer definierten Temperatur aufeinander pressen.

18. Vorrichtung zur Herstellung eines Solarmoduls mit

- einer Einrichtung zum Bereitstellen einer ersten Folienbahn (F10);
- einer Einrichtung zum Aufbringen einer Folge beabstandeter elektrisch leitender Kontaktstellen (KS10) auf die erste Folienbahn (F10);
- einer Einrichtung zum Bereitstellen einer Folge flexibler Dünnschicht-Solarzellen (DSZ10, DSZ20, DSZ...), von denen jede der flexiblen Dünnschicht-Solarzellen
 - eine erste Seite (OS), die zumindest abschnittsweise als erster elektrisch leitender Pol (P1) ausgestaltet ist und
 - eine zweite Seite (US), die zumindest abschnittsweise als zweiter elektrisch leitender Pol (P2) ausgestaltet ist,
 - einen photovoltaisch aktiven Schichtaufbau (PV), dem in einer Zusammenführeinrichtung
 - auf seiner ersten Seite (OS) wenigstens ein elektrischer Leiter (C10, C20 ...) zuzuordnen ist, um
 - den ersten Pol (P1) zu kontaktieren, und
 - den photovoltaisch aktiven Schichtaufbau (PV) seitlich zu überragen;
- einer Einrichtung zum Aufbringen einer Dünnschicht-Solarzelle (DSZ10, DSZ20, DSZ...) aus der bereitgestellten Folge auf die erste Folienbahn (F10), derart, dass
 - der zweite elektrisch leitende Pol (P2) eine erste der Kontaktstellen (KS10) auf der ersten Folienbahn (F1) in einem ersten Bereich (B10) kontaktiert, und
 - der den ersten elektrisch leitenden Pol (P1) kontaktierende elektrische Leiter (C10, C20 ...) mit einem den photovoltaisch aktiven Schichtaufbau (PV) seitlich überragenden Abschnitt eine zu der ersten Kontaktstelle (KS10) benachbarte zweite Kontaktstelle (KS20) auf der ersten Folienbahn (F10) in einem zweiten Bereich (B20) kontaktiert
- einer Zuführ- und einer Laminiereinrichtung für eine transparente, flexible, thermoplastische zweite Folienbahn (F2), die dazu eingerichtet ist, die zweite Folienbahn (F2) auf die erste Folienbahn (F10) und die flexiblen Dünnschicht-Solarzellen (DSZ10, DSZ20, DSZ...) aufzulaminieren.

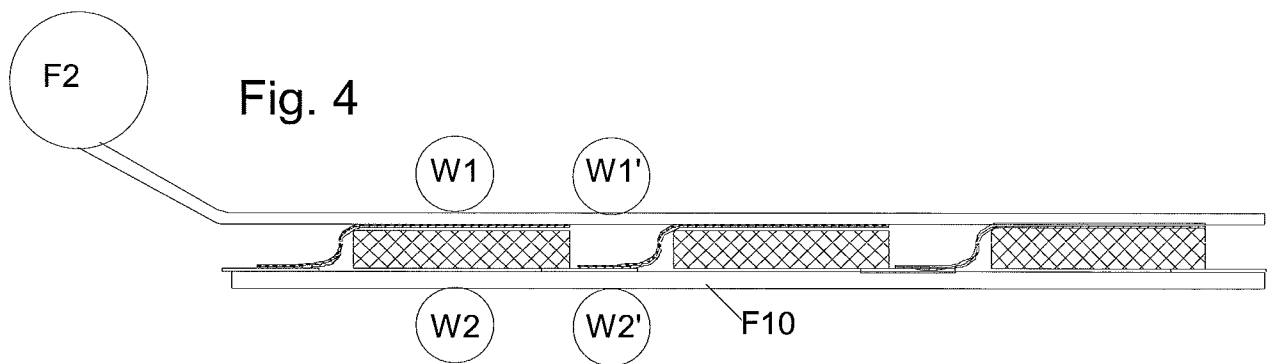
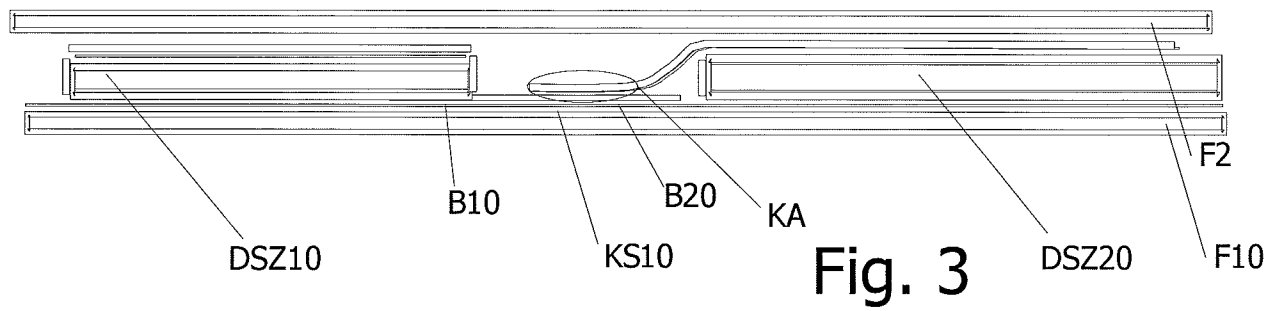
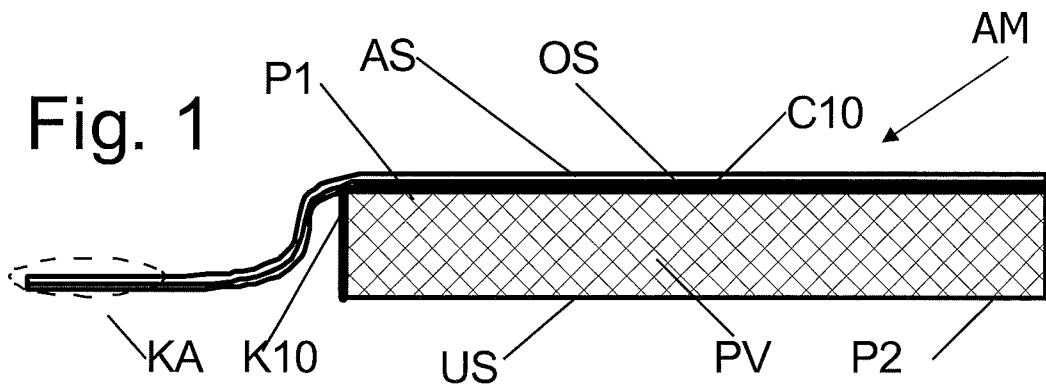
19. Vorrichtung zum Herstellen von Dünnschicht-Solarmodulen nach Anspruch 18, wobei auf der ersten Seite (OS) des Schichtaufbaus (PV) und dem elektrischen Leiter (C10, C20 ...) jeder der flexiblen Dünnschicht-Solarzellen (DSZ10, DSZ20, DSZ...) eine flexible Abdeckschicht (AS) angeordnet ist, die den elektrischen Leiter (C10, C20 ...) teilweise umgibt.
20. Vorrichtung zum Herstellen von Dünnschicht-Solarmodulen nach einem der vorhergehenden Vorrichtungsansprüche, mit einer Anpress-Einrichtung zum Herstellen des Kontaktes zwischen dem elektrischen Leiter und dem zweiten Bereich (B20) und der zweiten Kontaktstelle (KS20).
21. Vorrichtung zum Herstellen von Dünnschicht-Solarmodulen nach einem der vorhergehenden Vorrichtungsansprüche, wobei die Anpress-Einrichtung auch eine Heiz-Einrichtung umfasst, um eine Temperatur in einem Bereich von etwa 120 °C bis etwa 170 °C für eine Zeitdauer von weniger als 20 Sekunden und ggf. zumindest für einen Teil der Zeitdauer mit Unterdruck in die Kontaktierung des zweiten elektrisch leitenden Pols (P2) und die erste Kontaktstelle (KS10) auf der ersten Folienbahn (F10), und / oder in die Kontaktierung des elektrischen Leiters (C10, C20 ...) und die zweite Kontaktstelle (KS20) auf der ersten Folienbahn (F10) einzubringen.
22. Vorrichtung zum Herstellen von Dünnschicht-Solarmodulen nach einem der vorhergehenden Vorrichtungsansprüche, mit einer Fördereinrichtung um die erste Folienbahn (F10) in einer Förderrichtung (F) gefördert wird, und mehreren Einrichtungen zum Aufbringen jeweils einer Folge beabstandeter elektrisch leitender Kontaktstellen (KS10) in seitlichem Abstand nebeneinander, und mehreren Einrichtungen zum Aufbringen jeweils einer Folge flexibler Dünnschicht-Solarzellen (DSZ10, DSZ20, DSZ...) auf die erste Folienbahn (F10) und die Folgen beabstandeter elektrisch leitender Kontaktstellen (KS10).
23. Vorrichtung zum Herstellen von Dünnschicht-Solarmodulen nach einem der vorhergehenden Vorrichtungsansprüche, mit einer Aufwickeleinrichtung für einen aus der ersten und der zweiten Folienbahn und den dazwischen befindlichen flexiblen Dünnschicht-Solarzellen gebildeten Solarmodulstrang.
24. Vorrichtung zum Herstellen von Dünnschicht-Solarmodulen nach einem der vorhergehenden Vorrichtungsansprüche, wobei die Zuführeinrichtung für jede der elektrisch leitenden Kontaktstellen (KS10) ein leitendes Bandmaterial mit oder

ohne Klebeschicht zur ersten Folienbahn (F10) hin, ein Metallstreifenmaterial mit oder ohne Klebeschicht zur ersten Folienbahn (F10) hin, oder leitfähige Paste zuführt.

25. Vorrichtung zum Herstellen von Dünnschicht-Solarmodulen nach einem der vorhergehenden Vorrichtungsansprüche, wobei die Zuführeinrichtung für die elektrischen Leiter (C10, C20 ...) ein leitendes Bandmaterial, ein Metallstreifenmaterial, ein Drahtmaterial, ein Gittermaterial oder eine leitfähige Paste, jeweils mit oder ohne flexible Abdeckschicht zuführt.
26. Vorrichtung zum Herstellen von Dünnschicht-Solarmodulen nach einem der vorhergehenden Vorrichtungsansprüche, bei der die vereinzelt flexiblen Dünnschicht-Solarzellen (DSZ10, DSZ20, DSZ...) aus einem Behälter herausgehoben und mit einer Absetzeinrichtung auf die erste Folienbahn gesetzt werden, und / oder der fertig gebildete Solarmodulstrang durch eine Vereinzelungseinrichtung in einzelne Solarmodule vereinzelt wird, die mit einer Stapleinrichtung in einen Stapelbereich abgesetzt werden.
27. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Vorrichtungsansprüche, die dazu eingerichtet ist, die vereinzelt flexiblen Dünnschicht-Solarzellen (DSZ10, DSZ20, DSZ...) auf einer Rolle einer Trägerbahn bereit zu stellen und / oder einen aus der ersten und der zweiten Folienbahn und den dazwischen befindlichen flexiblen Dünnschicht-Solarzellen gebildeten Solarmodulstrang nach einem Vereinzeln der Solarmodule aus dem Solarmodulstrang diese auf einer Rolle auf zu wickeln.
28. Vorrichtung zum Herstellen von Dünnschicht-Solarmodulen nach einem der vorhergehenden Vorrichtungsansprüche, mit mehreren, zueinander benachbarten und im Wesentlichen in Längsrichtung zur Förderrichtung der ersten Folienbahn angeordneten Spendern mit Rollen elektrischer Leiter oder Spendern mit elektrisch leitender Paste auf die flexiblen Dünnschicht-Solarzellen (DSZ10, DSZ20, DSZ...) in Längsrichtung der Förderrichtung der ersten Folienbahn aufgebracht werden, und/oder im Wesentlichen in Querrichtung zur Förderrichtung der ersten Folienbahn angeordneten Spender mit einer Rolle leitendem Kontaktstreifen oder einem Spender mit elektrisch leitender Paste auf die flexiblen Dünnschicht-Solarzellen (DSZ10, DSZ20, DSZ...) in Querrichtung der Förderrichtung der ersten Folienbahn aufgebracht werden um die flexiblen Dünnschicht-Solarzellen (DSZ10, DSZ20, DSZ...) seriell und/oder parallel elektrisch miteinander zu verschalten.

29. Vorrichtung zum Herstellen von Dünnschicht-Solarmodulen nach einem der vorhergehenden Vorrichtungsansprüche, mit einer Rollenpresse, die mindestens zwei gegenläufige Walzen hat, die sich mit einer definierten Geschwindigkeit drehen und mit einem definierten Druck einen Verbund aus der ersten Folienbahn und den flexiblen Dünnschicht-Solarzellen (DSZ10, DSZ20, DSZ...) bei einer definierten Temperatur aufeinander pressen.
30. Vorrichtung zum Herstellen von Dünnschicht-Solarmodulen nach einem der vorherigen Vorrichtungsansprüche, mit einer Verbindungseinrichtung zum Verbinden eines Trägerbandes (TB) mit einem elektrischen Leiter oder einer elektrisch leitenden Paste, wobei der elektrische Leiter oder die elektrisch leitende Paste durch die Verbindungseinrichtung in das Trägerband teilweise eingebettet wird.
31. Vorrichtung zum Herstellen von Dünnschicht-Solarmodulen nach dem vorherigen Vorrichtungsanspruch, wobei die Verbindungseinrichtung dazu eingerichtet ist, den elektrischen Leiter oder die elektrisch leitende Paste in das Trägerband (TB), vorzugsweise in Gestalt einer endlosen thermoplastischen Folienbahn, vorzugsweise eine klebende oder nicht klebende Folie aus EVA oder TPU mittels Druck und/oder Temperatureinwirkung so teilweise einzubetten, dass ein Zwischenprodukt aus elektrischem Leiter und flexibler Abdeckschicht als Endlosware auf einer Rolle oder als portionierte Flächen- oder Streifenware bereitgestellt wird, wobei das Zwischenprodukt anschließend auf jede der Folge der flexiblen Dünnschicht-Solarzellen (DSZ10, DSZ20, DSZ...) entweder als Endlosware von der Rolle oder in entsprechende Abschnitte portioniert aufzubringen ist.
32. Vorrichtung zum Herstellen von Dünnschicht-Solarmodulen nach dem vorherigen Vorrichtungsanspruch, wobei die Verbindungseinrichtung dazu eingerichtet ist, den elektrischen Leiter als Buntmetall (z.B. Aluminium oder Kupfer) enthaltende Draht- oder Bahnware mittels eines gegenläufiger Rollen in das Trägerband (TB) einzubringen, wobei vorzugsweise mehrere Metalldrähte oder Metallbahnen nebeneinander in das Trägerband einzubringen sind.
33. Vorrichtung zum Herstellen von Dünnschicht-Solarmodulen nach dem vorherigen Vorrichtungsanspruch, wobei die Verbindungseinrichtung dazu eingerichtet ist, das Trägerband und der/die elektrische/n Leiter als endlose Bahn zu einer Rolle aufzuwickeln oder mittels einer Trenneinrichtung zu portionieren und anschließend zu stapeln.

34. Vorrichtung zum Herstellen von Dünnschicht-Solarmodulen nach dem vorherigen Vorrichtungsanspruch, die dazu eingerichtet ist, vorzugsweise aus der Verbindungseinrichtung kommendes Trägerband (TB) mit dem / den elektrischen Leiter/n (C10, C20 ...) der ersten Folienbahn (F10) als endlose Bahn oder portioniert zuzuführen, damit der / die elektrische/n Leiter auf der ersten Seite (OS) des photovoltaisch aktiven Schichtaufbaus (PV) dieser in der Zusammenführeinrichtung so zugeordnet zu werden, das er/sie jeweils den ersten Pol (P1) kontaktieren, und den photovoltaisch aktiven Schichtaufbau (PV) seitlich überragen.



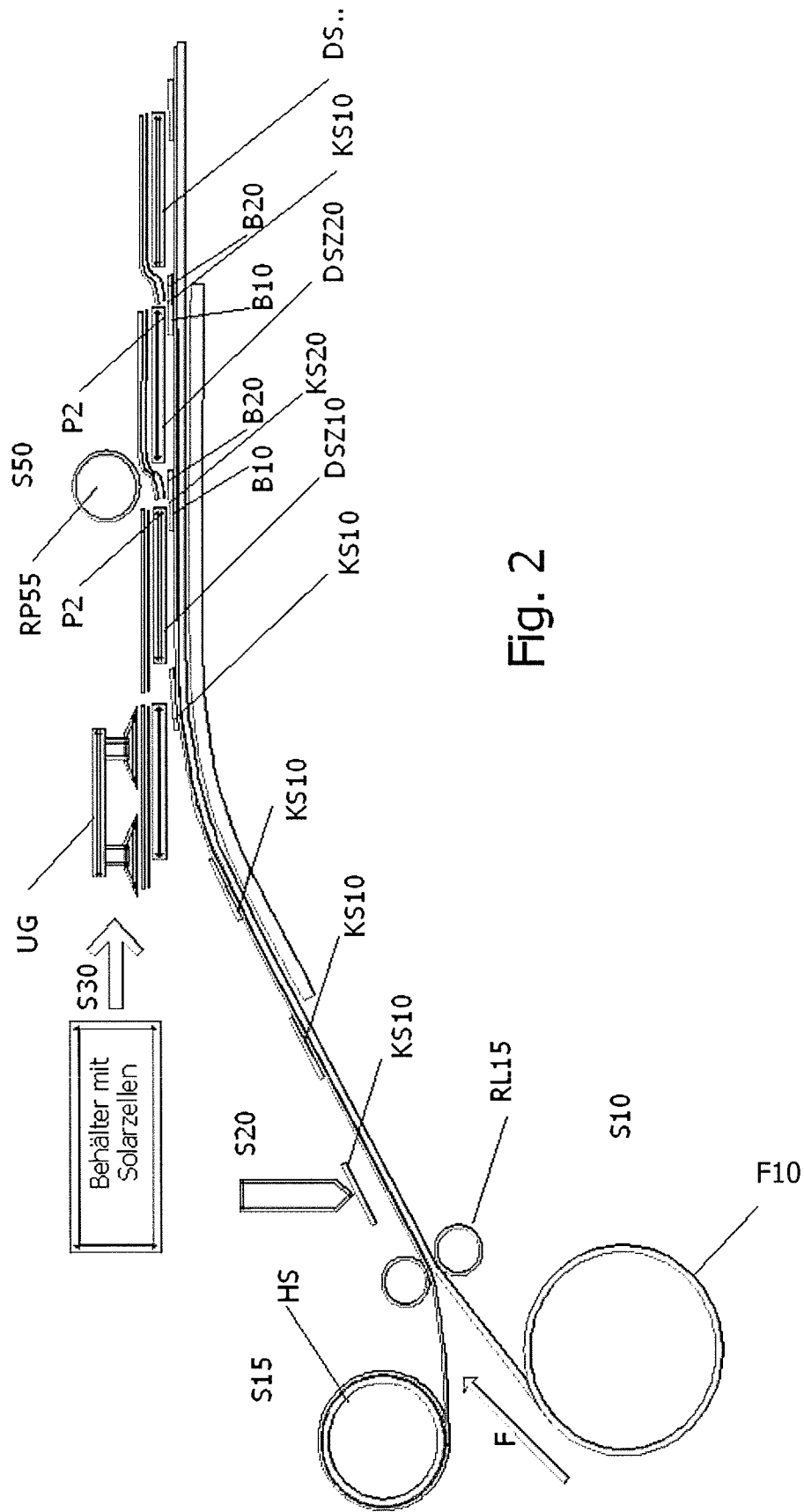
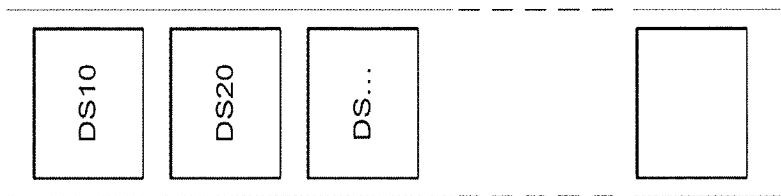
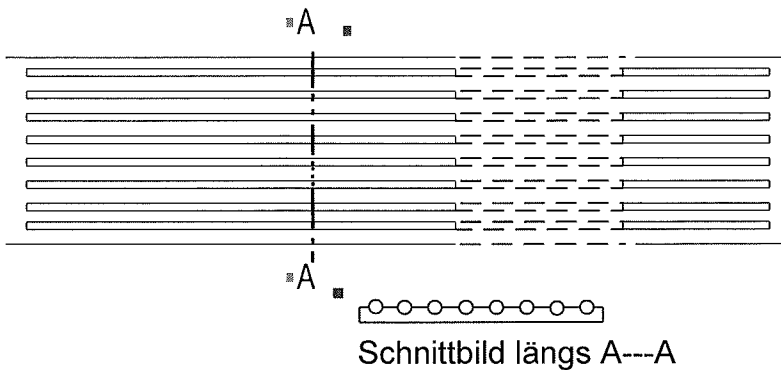


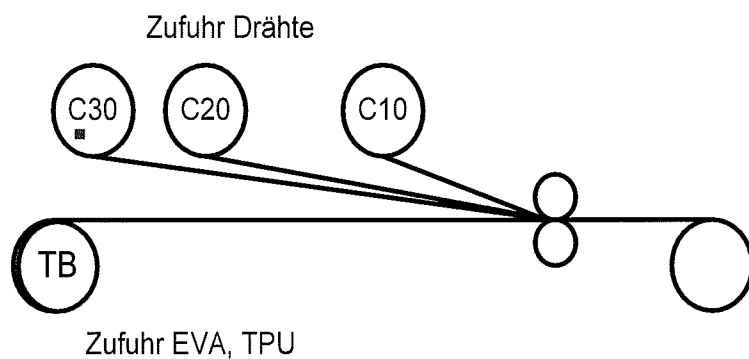
Fig. 2



Auf einem endlosen Trägerband sind Dünnschicht-Solarzellen DS10, DS20 DS... fixiert; das können z. B. Zellen mit Metallsubstrat oder Polymersubstrat (selbstklebend) sein.

Fig. 5**Fig. 7**

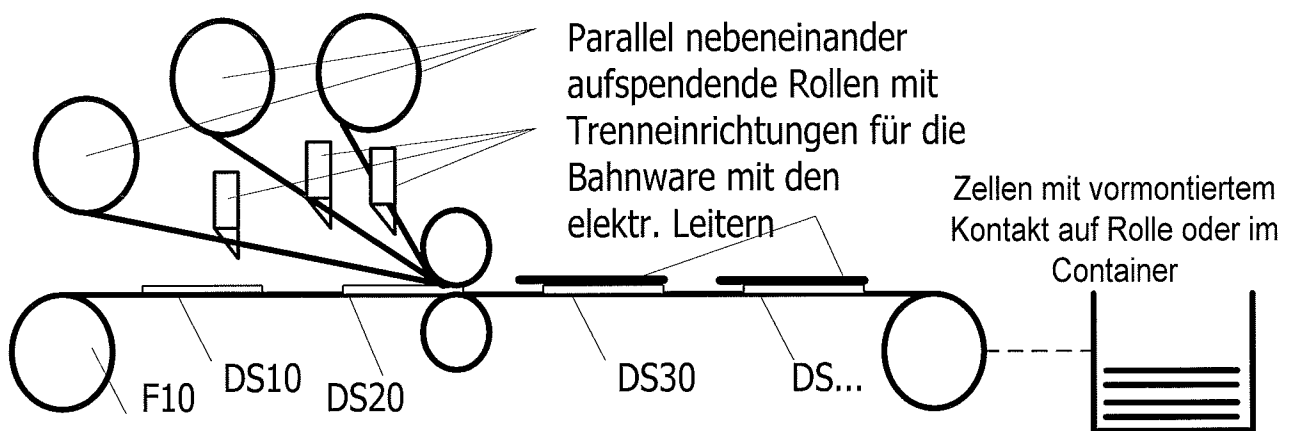
Elekt. Leiterstreifen zur Kontaktierung (z.B. Kupferdraht oder Kunststoffolie mit elekt. Leiterstruktur), eingebettet in Kleberfolie z.B. EVA, TPU

Fig. 6

parallel geführte Drähte aus Kupfer oder Alu werden in Trägerband TB z.B. aus EVA, TPU oder dergl. unter Einwirkung von Druck und/oder Temperatur eingebettet

Fig. 8

Fig. 9



Elektrische Leiter (z.B. Drähte) können Kleber auf ihrer Oberfläche haben