

(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
20. Dezember 2012 (20.12.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/171680 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01L 31/042 (2006.01)

KOYUNCU, Metin [DE/DE]; Waiblinger Str. 55/6, 71394
Kernen (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/057101

(74) **Gemeinsamer Vertreter: ROBERT BOSCH GMBH**;
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:
19. April 2012 (19.04.2012)

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PE, PG, PH, PL, PT, 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.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2011 077 469.6 14. Juni 2011 (14.06.2011) DE

(71) **Anmelder** (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach
30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) **Erfinder; und**

(75) **Erfinder/Anmelder** (nur für US): **SCHAAF, Ulrich**
[DE/DE]; Haegerhof 22, 73667 Kaisersbach (DE).
KUGLER, Andreas [DE/DE]; Teckstr. 13, 73553 Alfdorf
(DE). **ZERRER, Patrick** [DE/DE]; Grossheppacher Str. 3,
71384 Weinstadt (DE). **ZIPPEL, Martin** [DE/DE];
Michaelkirchstraße 2, 10179 Berlin (DE). **STIHLER,**
Patrick [DE/DE]; Teckstr. 22, 72649 Wolfschlugen (DE).

(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,
MD, 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,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** SOLAR CELL MODULE AND A METHOD FOR PRODUCING SAME

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

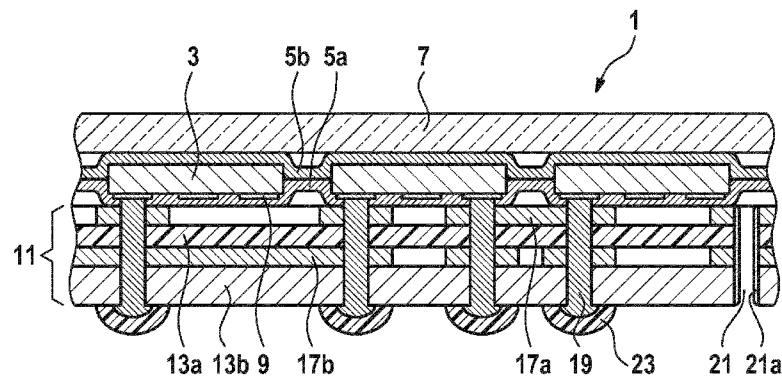


FIG. 1

(57) **Abstract:** The invention relates to a solar cell module which comprises a plurality of solar cells arranged on a mechanical carrier and connected, in a predetermined circuit configuration, by connecting conductors which extend on the rear sides of said solar cells. In order to obtain said connecting conductors, a circuit carrier-substrate which has a conductive layer on some sections of one surface, is locally and electrically contacted with said solar cells, and comprises an electrically insulating carrier layer, is provided, or alternatively a stack of such carrier-substrates is provided, wherein insulation spacers and/or an insulating intermediate layer is/are laid on said substrate or stack, towards the solar cell rear sides. At least one portion of the contact sections are formed, for contacting the solar cells and/or locally interconnecting a plurality of conductive layers of the stack, from through-holes or blind-holes in the circuit carrier-substrate or stack, said holes being filled with a conductive paste or ink that is compatible with the material of the, or of each, conductive layer.

(57) **Zusammenfassung:**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2012/171680 A2



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)*

Solarzellenmodul mit einer Mehrzahl von auf einem mechanischen Träger angeordneten und über auf den Solarzellen-Rückseiten verlaufende Verbindungsleiter in vorbestimmter Schaltungskonfiguration verschalteten Solarzellen, wobei zur Realisierung der Verbindungsleiter ein auf einer Oberfläche abschnittsweise eine Leitschicht aufweisendes und lokal mit den Solarzellen elektrisch kontaktiertes Verschaltungs-Trägersubstrat mit einer elektrisch isolierenden Tragschicht oder ein Stapel derartiger Trägersubstrate vorgesehen ist, welches/welcher mit Isolations-Abstandshaltern und/oder einer isolierenden Zwischenschicht zu den Solarzellen-Rückseiten verlegt ist, wobei mindestens ein Teil von Kontaktabschnitten zur Kontaktierung der Solarzellen und/oder zur lokalen Verbindung mehrerer Leitschichten des Stapels miteinander durch mit einer Leitpaste oder -tinte, die mit dem Material der oder jeder Leitschicht kompatibel ist, verfüllte Durchgangslöcher oder Sacklöcher im Verschaltungs-Trägersubstrat oder dem Stapel gebildet sind.

5 Beschreibung

Titel

Solarzellenmodul und Verfahren zu dessen Herstellung

10

Die Erfindung betrifft ein Solarzellenmodul und Verfahren zu dessen Herstellung.

Stand der Technik

15

Aus dem Stand der Technik bekannte Solarzellen-Module auf der Basis von Halbleitern bestehen aus einer Gesamtheit von Solarzellen. In diesen wird unter der Wirkung eines äußeren Lichteinfalls eine elektrische Spannung erzeugt. Die Solarzellen sind zweckmäßig miteinander verschaltet, um von dem Solarzellen-Modul eine möglichst hohe Stromstärke abgreifen zu können. Damit ist eine Kontaktierung der Solarzellen und eine zweckmäßige Leitungsführung innerhalb des Solarzellen-Moduls notwendig.

20

Bei bekannten Solarzellen-Modulen werden zur Leitungsführung sogenannte Bändchen oder Strings verwendet, bandförmig ausgebildete Leiterabschnitte aus Metall, insbesondere Kupfer. Bei herkömmlichen Solarmodulen sind diese von einer oberen lichtaktiven Seite einer Solarzelle auf eine lichtabgewandte rückwärtige Seite einer benachbarten Solarzelle geführt. Die Kontaktierung zwischen einem Bändchen und den damit verschalteten Solarzellen erfolgt üblicherweise mittels einer Weichlotverbindung. An den Kontaktstellen zwischen dem Bändchen und der Solarzelle befinden sich auf den Solarzellen metallisierte Kontaktbereiche, auf denen die Lotverbindung vorgenommen wird.

25

30

Zum Erhöhen der Lichtausbeute derartiger Solarzellen-Module wurden Versuche unternommen, die beschriebenen Kontaktierungen vollständig auf der lichtabgewandten rückwärtigen Seite der Solarzellen anzuordnen. Die lichtabgewandte

35

- 2 -

5 Seite bildet dann eine Kontaktseite der jeweiligen Solarzelle. Dabei müssen die
auf der gemeinsamen Kontaktseite angeordneten Kontaktbereiche mit unter-
schiedlichen Potentialen kontaktiert werden. Bei einer Vielzahl von Solarzellen
in einer zu realisierenden Verschaltung und einer gegebenen geometrischen
Anordnung werden durch dieses Erfordernis erhebliche Ansprüche an die
10 Genauigkeit der Kontaktierungen gestellt, um Fehlschaltungen und Kurzschluss-
verbindungen sicher zu vermeiden.

In früheren Patentanmeldungen der Anmelderin sind Solarzellenmodule mit
rückseitenkontaktierten Solarzellen sowie Verfahren zu deren Herstellung eines
15 Solarzellenmoduls mit rückseitenkontaktierten Solarzellen beschrieben, bei
denen zur Leitungsführung anstelle einzelner Bändchen ein folienartiger nicht-
leitender Träger mit einer elektrisch leitfähigen Beschichtung eingesetzt wird.
Die leitfähige Beschichtung liegt auf der von den Solarzellen-Rückseiten abge-
wandten Fläche des Trägers und wird über mit Kontaktiermaterial ausgefüllte
20 Durchbrüche mit Anschlusskontakten der Solarzellen verbunden.

Offenbarung der Erfindung

Die Erfindung stellt ein Solarzellenmodul mit den Merkmalen des Anspruches 1
25 sowie ein Verfahren zur Herstellung eines solchen bereit, welches die Merkmale
des Anspruches 8 aufweist.

Demnach ist erfindungsgemäß zur Realisierung der Verbindungsleiter ein
abschnittsweise Leitschichten aufweisendes und lokal mit den Solarzellen elek-
30 trisch kontaktiertes Verschaltungs-Trägersubstrat mit einer elektrisch isolieren-
den Tragschicht oder ein Stapel aus solchen Trägersubstraten mit mehreren
elektrisch isolierenden Tragschichten und mehreren durch die Tragschichten
voneinander isolierten Leitschichten vorgesehen, das/der mit Isolations-
Abstandshaltern und/oder einer isolierenden Schicht zu den Solarzellen-Rück-
35 seiten verlegt ist.

- 3 -

5 Dabei ist mindestens ein Teil von Kontaktabschnitten zur Kontaktierung der Solarzellen und/oder zur lokalen Verbindung mehrerer Leitschichten des Stapels miteinander durch mit einer Leitpaste oder -tinte, die mit dem Material der oder jeder Leitschicht kompatibel ist, verfüllte Durchgangslöcher oder Sacklöcher im Verschaltungs-Trägersubstrat oder dem Stapel gebildet.

10

In einer besonders praxistauglichen Ausführung weist die Leitpaste oder -tinte einen fein verteilten, hoch leitfähigen Füllstoff, insbesondere Nanopartikel und/oder ein Sintermaterial, auf. Spezieller weist die Leitpaste oder -tinte einen auf Kupfer oder Aluminium direkt ankontaktierenden und unter Sauerstoff- und Feuchteinfluss korrosionsfreien oder -trägen Klebstoff auf.

15

Es versteht sich, dass gemäß der Erfindung und den vorstehend genannten Ausgestaltungen im fertigen Solarmodul ein leitfähiger verfestigter Zustand der in die Durchgangs- oder Sacklöcher eingebrachten Leitpaste oder -tinte vor-

20 liegt. Zur Überführung des pasten- bzw. tintenartigen Ausgangszustands in den verfestigten Endzustand kann auf bewährte Trocknungs- bzw. Vernetzungstechnologien zurückgegriffen werden, von einfacher Lufttrocknung bis zu den verschiedenen Möglichkeiten strahlungsinduzierter oder chemisch initiiertter Härtung oder Vernetzung in geeigneter Komponenten des Ausgangsmaterials.

25

In einer weiteren Ausführung ist vorgesehen, dass auf der den Solarzellen abgewandten Oberfläche der Tragschicht oder der äußersten Tragschicht des Stapels am Ort der Kontaktabschnitte lokal isolierende Kunststoffabdeckungen vorgesehen sind. Auch hier kann der Ausgangszustand der isolierenden Kunststoffabdeckungen pastös sein, und das Herstellungsverfahren umfasst einen

30 Schritt der Aushärtung bzw. Vernetzung dieser Kunststoffpaste.

30

In einer weiteren Ausführung der Erfindung ist die Tragschicht aus, optional faserverstärktem Material, insbesondere Kunststoff, gebildet. Insbesondere ist

35 das Verschaltungs-Trägersubstrat als beidseitig kupferkaschierte Kunststofffolie ausgebildet. Es können daher zur Herstellung des Verschaltungs-Trägersubstrats des Solarzellenmoduls grundsätzlich etablierte Technologien der

35

- 4 -

- 5 Leiterplattenherstellung genutzt und ggfs. sogar kommerziell verfügbare Produkte eingesetzt werden.

In einer weiteren Ausführung der Erfindung ist vorgesehen, dass mindestens ein Teil der Kontaktabschnitte zur Kontaktierung der Solarzellen und/oder zur
10 lokalen Verbindung beider Leitschichten miteinander durch vorkonfektionierte, mit einer leitfähigen Füllung oder Auskleidung versehene Durchgangslöcher im Verschaltungs-Trägersubstrat gebildet ist. Insoweit sind die Öffnungen im Verschaltungs-Trägersubstrat mit geeigneter leitfähiger Füllung oder Auskleidung
15 bereits vor Beginn des Assemblierungs-Ablaufes des Solarzellenmoduls vorhanden und werden als Kontaktanschlüsse lediglich geeignet positioniert, was den Prozessablauf natürlich verkürzt und vereinfacht.

Das Vorsehen eines Verschaltungs-Trägersubstrats anstelle diskreter Leiterbändchen bietet die Möglichkeit einer vereinfachten Einbindung elektronischer
20 Bauelemente, die neben den Solarzellen in einem Solarzellenmodul typischerweise vorhanden sind. Diese sind dann nämlich vorzugsweise direkt auf dem Verschaltungs-Trägersubstrat platziert und elektrisch angeschlossen.

Die erfindungsgemäße Verfahrensführung weist folgende Schritte auf:

- 25
- Bereitstellen einer Mehrzahl von Solarzellen (3) mit rückseitigen Anschlusskontakten,
 - Bereitstellen eines vorkonfektionierten Verschaltungs-Trägersubstrats, welches auf einer Oberfläche einer elektrisch isolierenden Tragschicht eine
30 Leitschicht aufweist, oder eines Stapels aus mehreren derartigen Verschaltungs-Trägersubstraten,
 - Strukturieren und optional lokales Durchkontaktieren der Leitschicht oder Leitschichten gemäß einer vorbestimmten Schaltungskonfiguration der Solarzellen zur Bildung des Solarzellenmoduls,
 - 35 - Aufsetzen der Solarzellen mit den Solarzellen-Rückseiten auf das Verschaltungs-Trägersubstrat oder den Stapel in vorbestimmter geometrischer Anordnung,

- 5 -

- 5 - Ausführen von das Verschaltungs-Trägersubstrat oder den Stapel vollständig oder bis zu einer vorbestimmten Tiefe durchbrechenden lokalen Perforationen zum Erzeugen von Durchbrüchen selektiv, insbesondere koordinatengesteuert, an den Orten der Anschlusskontakte der Solarzellen und ggfs. an weiteren Orten,
- 10 - Einbringen einer Leitpaste oder -tinte in die Durchbrüche zur Kontaktierung der oder zu den Solarzellen benachbarten Leitschicht mit Anschlusskontakten der Solarzellen oder zur Kontaktierung mehrerer Leitschichten miteinander. Die Kontaktierung der Leitschichten miteinander kann auch vorab und beispielsweise galvanisch geschehen.

15

In einer Ausführung dieses Verfahrens ist vorgesehen, dass das Bereitstellen des vorkonfektionierten Verschaltungs-Trägersubstrats eine vorgelagerte Strukturierung mindestens einer der beiden Leitschichten aufweist. Eine weitere Ausführung sieht vor, dass das Bereitstellen des vorkonfektionierten Verschaltungs-Trägersubstrats eine vorgelagerte Erzeugung von sich zwischen den

20 beiden Leitschichten erstreckenden Durchbrüchen und deren Verfüllung oder Auskleidung mit einem leitfähigen Material aufweist. Beides ermöglicht eine Verlagerungen ansonsten in den Assemblierungs-Ablauf einzuordnenden Schritten in die Zuliefer-Sphäre und vereinfacht und verkürzt den Prozessablauf beim

25 Produzenten der Solarzellenmodule. Es versteht sich, dass beide Ausführungen auch mit spezifischen Strukturierungs- und/oder Kontaktierungs-Schritten kombiniert sein können, welche in den Assemblierungs-Ablauf eingeordnet sind und mit denen spezifische Konfigurations-Anforderungen erfüllt werden.

30 In einer weiteren Ausführung ist, abhängig vom konkreten Aufbau des vorkonfektionierten Verschaltungs-Trägersubstrats, dem Aufsetzen der Solarzellen auf dieses ein Schritt des Bereitstellens von Isolations-Abstandshaltern und/oder einer Isolierfolie oder des Aufbringens einer Isolierschicht auf die Solarzellen-Rückseiten, vor dem Aufsetzen der Solarzellen auf das Verschaltungs-Trägersubstrat vorgelagert. Vorteilhafterweise kann dieser Schritt ein Laminieren der

35 Solarzellen mit Isolationsfolien, insbesondere EVA- oder Silikon-Folien, aufweisen. Noch spezieller umfasst der Schritt des Laminierens mit Isolationsfolien das

5 gleichzeitige Fixieren auf einer Glasplatte als mechanischem Träger des Solarzellenmoduls. Mit den letztgenannten Ausführungen lassen sich in vorteilhafter Weise Schritte zum Herstellen der elektrischen Verschaltung der Solarzellen mit Schritten zur dichten Verkapselung und mechanisch stabilen Fixierung auf einem Träger kombinieren und hierdurch Vereinfachungen und Beschleunigungen
10 des Verfahrensablaufs realisieren.

In einer Ausgestaltung der letztgenannten Ausführungsform umfasst das Bereitstellen einer Isolierfolie oder Aufbringen einer Isolierschicht das Versetzen derselben mit Ausnehmungen am Ort von Kontaktabschnitten zur Kontaktierung der Solarzellen. Dies kann durch Bereitstellen einer entsprechend vor-
15 konfigurierten Isolier- oder Laminierungsfolie (ggfs. in Form einzelner Streifen) und/oder durch zeitnahe Strukturierung derselben im Montageprozess, also unmittelbar vor dem Aufsetzen der Solarzellen auf das Verschaltungs-Träger-substrat, oder auch nach dem Aufsetzen und Laminieren geschehen.

20

Neben den weiter oben genannten Vorteilen spezieller Ausführungen hat die Erfindung den wesentlichen Vorteil, die Realisierung unterschiedlicher Verschaltungskonzepte der Solarzellen in einem Solarzellenmodul, wie etwa eine parallele- und gekoppelt serielle Verschaltung der Zellen, sowie zusätzliche
25 Funktionen innerhalb der Verschaltung, z. B. das Sichern der Zelle durch Bypass-Dioden, einfach und flexibel zu realisieren. Weitere Vorteile sind:

- eine sichere und schnelle Kontaktierung der Zelle ohne hohe Anforderungen an die Montagegenauigkeit,
- 30 - eine hohe Stromtragfähigkeit der Kontaktierung, daraus resultierend geringere Verschaltungsverluste im Modul und damit ein höherer Modulwirkungsgrad,
- die Bereitstellung eines großserientauglichen und kostengünstigen (Batch-) Prozesses,
- 35 - die Möglichkeit der Realisierung komplexer Leitungsführungen, etwa mit Kreuzungspunkten und

- 7 -

- 5 - die Möglichkeit der Nutzung/Integration elektronischer Bauelemente, Prozessoren, Sensoren usw.

Zeichnungen

- 10 Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäßen Photovoltaik-Module sollen nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert werden. Es ist zu beachten, dass die Zeichnungen nur beschreibenden Charakter haben und nicht dazu gedacht sind, die Erfindung in irgendeiner Form einzuschränken. Es zeigen:
- 15
- Fig. 1 eine Prinzipskizze zur Verdeutlichung von Aspekten der Erfindung in Form einer Querschnittsdarstellung,
- Fig. 2A und 2B ein schematisches Verschaltungs-Layout sowie eine Detailansicht einer Ausführungsform der Erfindung und
- 20
- Fig. 3A bis 3E skizzenartige Darstellungen zur Illustration einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens.
- 25 Fig. 1 zeigt in einer synoptischen Darstellung, die lediglich zur Verdeutlichung von Aspekten der Erfindung dienen und keine praxisrelevante Schaltungskonfiguration darstellen soll und im Übrigen nicht maßstäblich ist, einen Ausschnitt aus einem Solarzellenmodul **1** aus Solarzellen **3**, die mit einer ersten und zweiten EVA-Folie **5a**, **5b** laminiert und auf einem Glasträger **7** angeordnet sind.
- 30 Die dem Glasträger zugewandten Oberflächen der Solarzellen sind deren photoaktive Oberflächen (Vorderseiten), und auf den gegenüberliegenden Oberflächen (Rückseiten) sind Anschlusskontakte **9** zur Verschaltung der Solarzellen **3** angeordnet. Diese Verschaltung wird durch einen Stapel **11** aus zwei Verschaltungs-Trägersubstraten bewerkstelligt, welcher auf den Rückseiten der Solarzellen angeordnet ist.
- 35

- 8 -

5 Der Stapel **11** umfasst als elektrisch isolierende Tragschichten je eine Kunststoffolie **13a, 13b** und auf diesen angeordnete strukturierte Leitschichten **17a, 17b**. In Durchgangslöchern des Stapels **11**, die gemäß den Anschlusskontakten **9** der Solarzellen **3** und dem Verschaltungsplan platziert sind, sind jeweils durch Einfüllen einer Leitpaste oder -tinte und anschließendes Trocknen
10 bzw. Aushärten Kontaktpunkte **19** gebildet, die über eine der beiden Leitschichten **17a, 17b** ausgewählte Kontakte verschiedener Solarzellen **3** miteinander verbinden oder auch nur eine Verbindung der beiden Leitschichten miteinander herstellen können. Die Kontaktpunkte **19** sind mit Kunststoffkappen **23** abgedeckt, die durch lokalen Auftrag und anschließendes Aushärten bzw.
15 Vernetzen einer Kunststoffpaste gebildet werden.

Welche Verbindungen letztlich elektrisch wirksam ausgebildet werden, ergibt sich bei der hier dargestellten Ausführung aus der konkreten Leiterstruktur der beiden Leitschichten. So soll die Figur darstellen, dass die beiden linken Kontaktpunkte eine Verbindung der jeweils linken Anschlusskontakte der linken
20 und mittleren Solarzelle **3** über die Leitschicht **17b** herstellen, während die (durch die in Rede stehenden Kontaktpunkte ebenfalls kontaktierte) zweite Leitschicht **17a** zwischen den Kontaktpunkte unterbrochen und somit effektiv nicht angeschlossen ist. Auf der anderen Seite sind die beiden rechten Kontaktpunkte elektrisch wirksam an die Leitschicht **17a** angeschlossen, und über
25 diese werden der rechte Anschlusskontakt der mittleren Solarzelle und der linke Anschlusskontakt der rechten Solarzelle miteinander verbunden, während der außerdem bestehende elektrische Kontakt der genannten Punkte mit der anderen Leitschicht **17b** wirkungslos bleibt, weil diese zwischen den Kontaktpunkten unterbrochen ist.
30

Als weiterer Aspekt der Erfindung ist auf der rechten Seite der Figur ein vor-konfektioniertes Durchgangsloch **21** dargestellt, welches mit einer (beispielsweise galvanisch erzeugten) leitfähigen Auskleidung **21a** versehen ist. In der
35 Darstellung verbindet die leitfähige Auskleidung **21a** die beiden Leitschichten **17a, 17b** miteinander, steht aber nicht in Verbindung mit einem Solarzellen-

5 kontakt. Dies kann sich natürlich in der praktischen Ausführung einer gewünschten Schaltungskonfiguration anders darstellen.

Zusätzlich zu den in der Figur dargestellten Durchgangslöchern können im Verschaltungs-Trägersubstrat im Bedarfsfall auch Sacklöcher angeordnet sein, die
10 von vornherein nur eine Kontaktierung einer der beiden Leitschichten zulassen. Im Übrigen können Kontaktpunkte auch in mit vorkonfektionierter Auskleidung versehenen Öffnungen des Verschaltungs-Trägersubstrates ausgebildet sein.

In ähnlicher Weise wie in Fig. 1 dargestellt, kann auch ein Verschaltungs-Trägersubstrat mit nur einer isolierenden Tragschicht und nur einer Leitschicht
15 eingesetzt und mit den Solarzellen kontaktiert werden.

Fig. 2A und 2B zeigen ein erstes Sub-Array **1a** und ein zweites Sub-Array **1b** aus jeweils matrixförmig angeordneten Solarzellen **3**, wobei die beiden Sub-Arrays durch einander kreuzende erste Verbindungsleitungen **4a** und zweite Verbindungsleitungen **4b** miteinander verschaltet sind. In einem Teil der ersten Verbindungsleitungen **4a** sind Bypass-Dioden **6** direkt eingebunden. An Stelle
20 oder zusätzlich zu Bypass-Dioden können in die Verschaltung unter Nutzung eines Mehrebenen-Trägersubstrats auch andere elektronische Bauelemente oder Schaltkreise, beispielweise auch Logik-Bausteine, eingefügt sein. Durch
25 relativ geringfügige Modifikationen des Layouts der Leitschichten lassen sich sowohl parallele als auch serielle Verschaltungen als auch Kombinationen zwischen diesen unaufwendig realisieren.

30 Wie Fig. 2B schematisch zeigt, kann eine solche Verschaltung vorteilhaft unter Nutzung der Erfindung gebildet werden, indem etwa (unter Rückgriff auf die Darstellung und Bezeichnungsweise in Fig. 1) die ersten und zweiten Verbindungsleitungen durch das Verschaltungs-Trägersubstrat **11** gebildet sind. Im Wesentlichen verlaufen beide Gruppen von Verbindungsleitungen hier auf dessen Oberseite, also in einer geeignet strukturierten Leitschicht **17a**. Im Bereich
35 der Kreuzungspunkte der ersten und zweiten Leitungen **4a**, **4b** jedoch ist eine „Brücke“ **8** über einen Abschnitt der unteren Leitschicht **17b** und zwei Kontakt-

- 10 -

- 5 punkten **19.1, 19.2** gebildet. In diesem Zusammenhang wird darauf hingewiesen, dass der Einsatz Trägersubstrat-Stapels mit mehr als zwei Leitschichten in ähnlicher Weise eine Realisierung von Leitungsüberkreuzungen in mehr als zwei Ebenen ermöglicht.
- 10 Fig. 3A zeigt schematisch ein Ausgangsmaterial **11''** eines einfachen Verschaltungs-Trägersubstrats **11'**, welches in einer vereinfachten Montagekonfiguration in Art der in Fig. 1 gezeigten anstelle des dortigen Trägersubstrats-Stapels **11** eingesetzt werden kann. Das Rohmaterial **11''** besteht aus einer Bahn einer isolierenden Kunststoffolie **13a** und einer Cu-Folie **17a**, die durch Laminieren
15 oder Verpressen auf die Oberfläche der Tragschicht aufgebracht ist. Das Laminieren oder Verpressen kann in Zuschnitten geschehen, wie z. B. aus der Leiterplattentechnologie bekannt, oder aber in einem Rolle-zu-Rolle-Verfahren, wie es z. B. bei der Herstellung von EndlosFlexschaltungen eingesetzt wird.
- 20 Mit an sich bekannten photolithographischen und Ätzverfahren wird eine Strukturierung der Leitschicht **17a** ausgeführt, wodurch das einsatzfertige Verschaltungs-Trägersubstrat **11'** entsteht; vgl. Fig. 3B. Beim Hersteller des Solarzellenmoduls werden das Verschaltungs-Trägersubstrat **11**, die Solarzellen **3**, die Laminierungsfolien **5a, 5b** und der Glasträger **7** zur Assemblierung eines
25 Solarzellenmoduls bereitgestellt und in geeigneter Konfiguration zueinander platziert, was in Fig. 3C dargestellt ist.
- Fig. 3D zeigt den zusammengefügt Zustand des Schichtstapels, der mit an sich bekannten Herstellungsprozessen für Solarzellenmodule unter Einsatz
30 erhöhter Temperatur und von Vakuumschritten erreicht wird. Durchkontaktierungsöffnungen (Vias) durch das Verschaltungs-Trägersubstrat **11** sind, am Ort ausgewählter Anschlusskontakte der Solarzellen **3** gebildet, beispielsweise mittels Laserbohrtechniken.
- 35 Die Vias werden anschließend, beispielsweise mittels eines koordinatengesteuerten Dispensers oder auch unter Einsatz einer Tintenstrahl-Druckvorrichtung, mit einer Leitpaste oder -tinte gefüllt, und diese wird, beispielsweise

- 11 -

5 unter Einsatz von IR- oder UV-Strahlung und/oder eines chemischen Härtungs-
Initiators, zur Verfestigung gebracht. Dadurch entsteht ein leitfähiger Kontakt-
punkt **19'**. Dieser wird anschließend noch mit einer in ähnlicher Weise wie die
Leitpaste oder -tinte lokal aufgetragenen Kunststoffkappe **23'** elektrisch isoliert
und gegen Umgebungseinflüsse (Korrosion) geschützt. Es entsteht der in Fig.
10 3E gezeigte Zustand des montierten und verschalteten Solarzellenmoduls **1**.

Im Rahmen fachmännischen Handelns ergeben sich weitere Ausgestaltungen
und Ausführungsformen des hier nur beispielhaft beschriebenen Verfahrens und
der Vorrichtung.

15

20

25

30

35

5 Ansprüche

1. Solarzellenmodul (1) mit einer Mehrzahl von auf einem mechanischen Träger (7) angeordneten und über auf den Solarzellen-Rückseiten verlaufende Verbindungsleiter in vorbestimmter Schaltungskonfiguration verschalteten Solarzellen (3),
10 wobei zur Realisierung der Verbindungsleiter ein auf einer Oberfläche abschnittsweise eine Leitschicht aufweisendes und lokal mit den Solarzellen elektrisch kontaktiertes Verschaltungs-Trägersubstrat (11') mit einer elektrisch isolierenden Tragschicht (13a;13b) oder ein Stapel (11) derartiger
15 Trägersubstrate vorgesehen ist, welches/welcher mit Isolations-Abstandshaltern und/oder einer isolierenden Zwischenschicht (5a) zu den Solarzellen-Rückseiten verlegt ist, wobei mindestens ein Teil von Kontaktabschnitten (19;21) zur Kontaktierung der Solarzellen (3) und/oder zur lokalen Verbindung mehrerer Leitschichten (17a;17b) des Stapels miteinander
20 durch mit einer Leitpaste oder -tinte, die mit dem Material der oder jeder Leitschicht kompatibel ist, verfüllte Durchgangslöcher oder Sacklöcher im Verschaltungs-Trägersubstrat (11') oder dem Stapel (11) gebildet sind.
2. Solarzellenmodul nach Anspruch 1,
25 wobei die Leitpaste oder -tinte einen fein verteilten, hoch leitfähigen Füllstoff, insbesondere Nanopartikel und/oder ein Sintermaterial, aufweist.
3. Solarzellenmodul nach Anspruch 1 oder 2,
wobei die Leitpaste oder -tinte einen auf Kupfer oder Aluminium direkt
30 ankontaktierenden und unter Sauerstoff- und Feuchteinfluss korrosionsfreien oder -trägen Verbindungsstoff aufweisen.
4. Solarzellenmodul nach einem der vorangehenden Ansprüche,
wobei auf der den Solarzellen abgewandten Oberfläche der Tragschicht
35 (13a) oder der äußersten Tragschicht (13b) des Stapels (11) am Ort der Kontaktabschnitte (19;21) lokal oder flächig isolierende Kunststoffabdeckungen (23) vorgesehen sind.

- 13 -

- 5 5. Solarzellenmodul nach einem der vorangehenden Ansprüche,
wobei die Tragschicht (13a;13b) aus, optional faserverstärktem, Kunststoff
gebildet ist.
- 10 6. Solarzellenmodul nach einem der vorangehenden Ansprüche,
wobei das oder ein Verschaltungs-Trägersubstrat (11') als einseitig kupfer-
kaschierte Kunststofffolie ausgebildet ist.
- 15 7. Solarzellenmodul nach einem der vorangehenden Ansprüche,
wobei in die oder eine elektrisch isolierende Tragschicht eine Metallfolie als
Dampfsperre eingebettet ist.
8. Verfahren zur Herstellung eines Solarzellenmoduls (1) nach einem der
vorangehenden Ansprüche, welches die Schritte aufweist:
- 20 - Bereitstellen einer Mehrzahl von Solarzellen (3) mit rückseitigen
Anschlusskontakten (9),
- Bereitstellen eines vorkonfektionierten Verschaltungs-Trägersubstrats
(11'), welches auf einer Oberfläche einer elektrisch isolierenden Trag-
schicht (13a;13b) eine Leitschicht (17a;17b) aufweist, oder eines Stapels
25 (11) aus mehreren derartigen Verschaltungs-Trägersubstraten,
- Strukturieren und optional lokales Durchkontaktieren der Leitschicht
(17a) oder Leitschichten (17a;17b) gemäß einer vorbestimmten Schal-
tungskonfiguration der Solarzellen zur Bildung des Solarzellenmoduls,
- Aufsetzen der Solarzellen (3) mit den Solarzellen-Rückseiten auf das Ver-
30 schaltungs-Trägersubstrat (11') oder den Stapel (11) in vorbestimmter
geometrischer Anordnung,
- Ausführen von das Verschaltungs-Trägersubstrat (11') oder den Stapel
(11) vollständig oder bis zu einer vorbestimmten Tiefe durchbrechenden
lokalen Perforationen zum Erzeugen von Durchbrüchen selektiv, insbe-
35 sondere koordinatengesteuert, an den Orten der Anschlusskontakte der
Solarzellen und ggfs. an weiteren Orten,

- 14 -

- 5 - Einbringen einer Leitpaste oder -tinte (19) in die Durchbrüche zur Kontaktierung der oder zu den Solarzellen benachbarten Leitschicht (17a) mit Anschlusskontakten (9) der Solarzellen (3) oder zur Kontaktierung mehrerer Leitschichten (17a;17b) miteinander.
- 10 9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei das Bereitstellen des vorkonfektionierten Verschaltungs-Trägersubstrats (11'') oder Stapels eine vorgelagerte Strukturierung mindestens einer der Leitschichten (17a) aufweist.
- 15 10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, wobei das Bereitstellen des vorkonfektionierten Verschaltungs-Trägersubstrats (11'') oder Stapels eine vorgelagerte Erzeugung von sich zwischen den beiden Leitschichten erstreckenden Durchbrüchen (21) und deren Verfüllung oder Auskleidung mit einem leitfähigen Material (21a)
- 20 aufweist.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, wobei nach dem Einbringen einer Leitpaste oder -tinte in den Kontaktabschnitten (19;21), deren auf der freien Oberfläche der isolierenden Tragschicht (13a) oder der äußersten Tragschicht (13b) freiliegende Oberfläche mit einer Kunststoffpaste (23) zur Isolierung bedeckt und diese anschließend ausgehärtet bzw. vernetzt wird.
- 25 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, aufweisend das Bereitstellen von Isolations-Abstandshaltern und/oder einer Isolierfolie (5a) oder Aufbringen einer Isolierschicht auf die Solarzellen-Rückseiten, vor dem Aufsetzen der Solarzellen auf das Verschaltungs-Trägersubstrat (11').
- 30 13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei das Bereitstellen einer Isolierfolie oder Aufbringen einer Isolierschicht (5a) auf die Solarzellen-Rückseiten ein Laminieren der Solarzellen mit Dichtfolien (5a, 5b), insbesondere EVA- oder Silikon-Folien, aufweist.
- 35

- 15 -

5 14. Verfahren nach Anspruch 13,
wobei der Schritt des Laminierens mit Dichtfolien (5a, 5b) das gleichzeitige
Fixieren auf einer Glasplatte (7) als mechanischem Träger des Solarzellen-
moduls aufweist.

10 15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14,
wobei das Bereitstellen einer Isolierfolie oder Aufbringen einer Isolier-
schicht (5a) das Versehen derselben mit Ausnehmungen am Ort von
Kontaktabschnitten (19;21) zur Kontaktierung der Solarzellen umfasst.

15

20

25

30

35

1 / 4

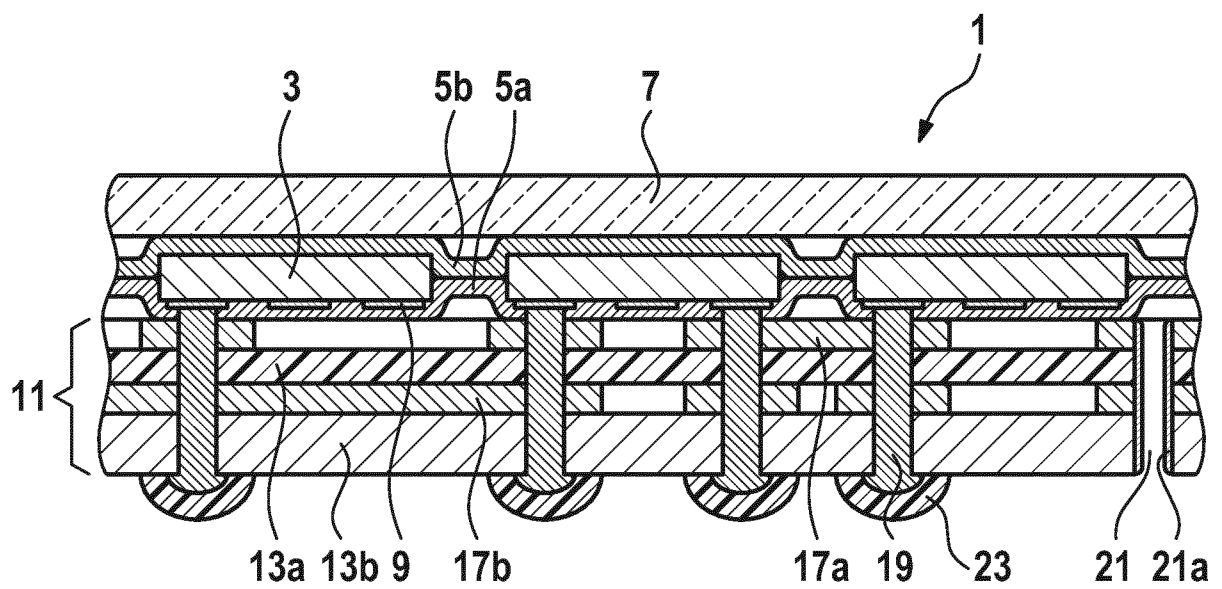


FIG. 1

2 / 4

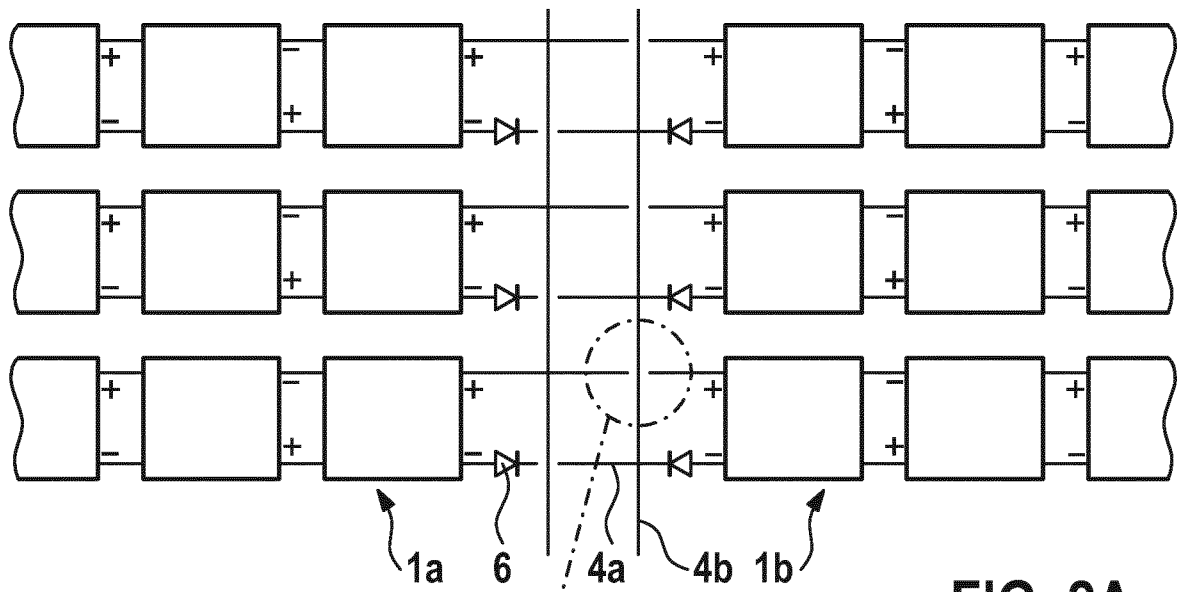


FIG. 2A

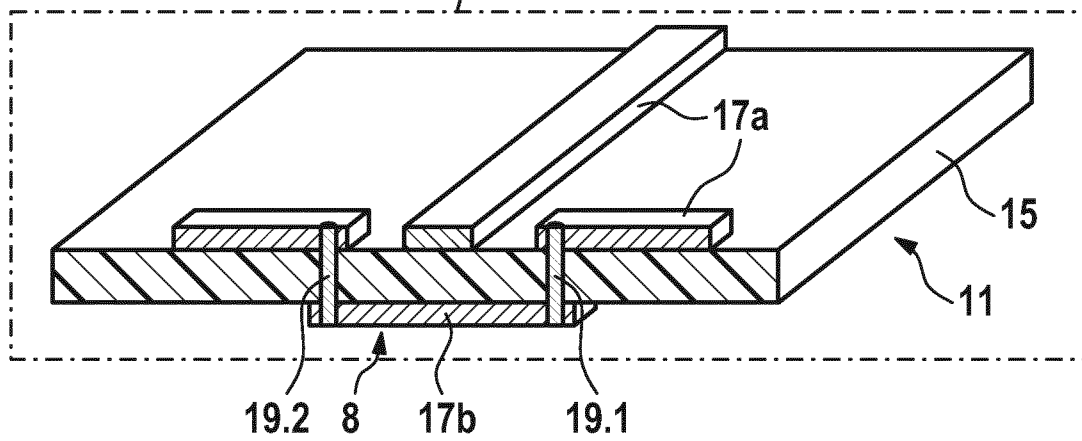


FIG. 2B

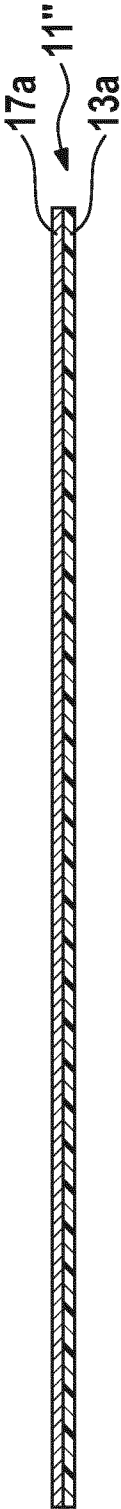


FIG. 3A

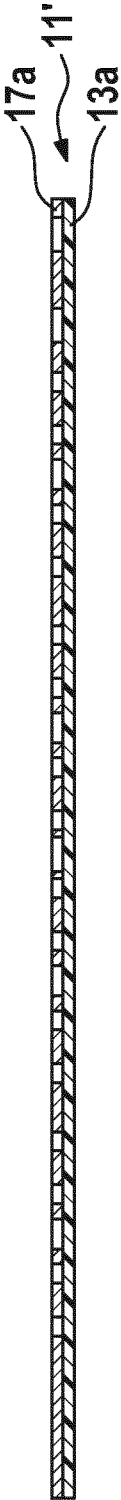


FIG. 3B

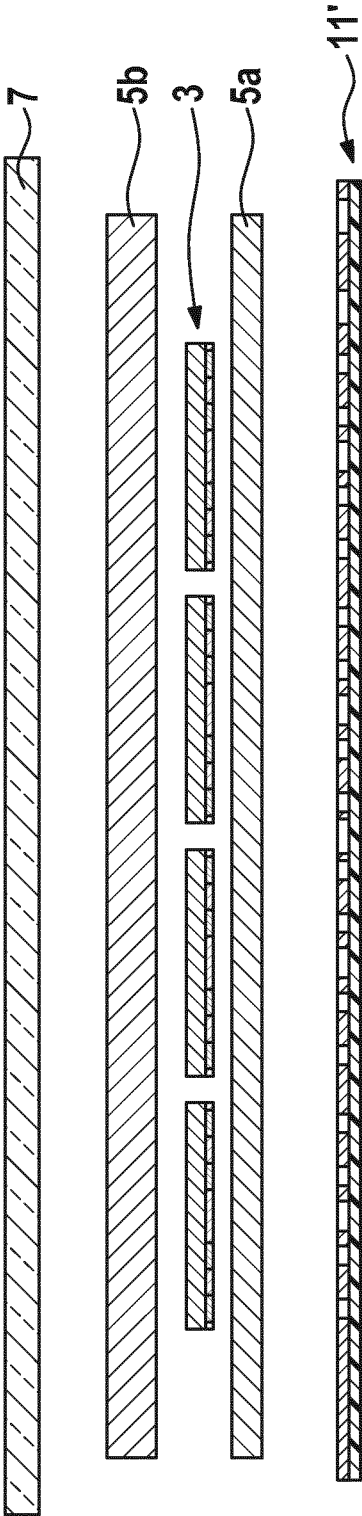


FIG. 3C

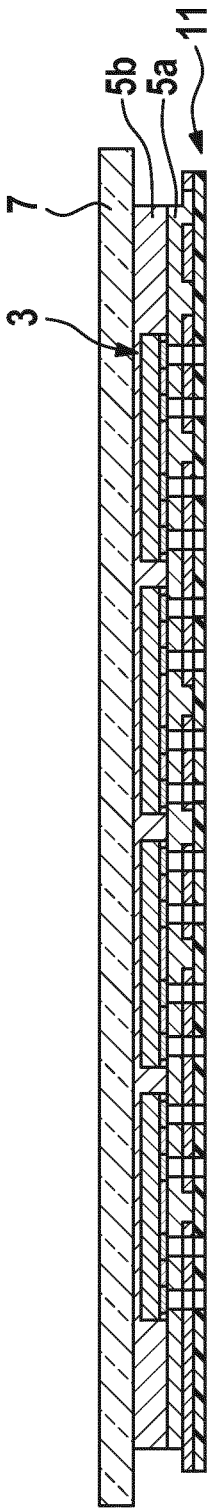


FIG. 3D

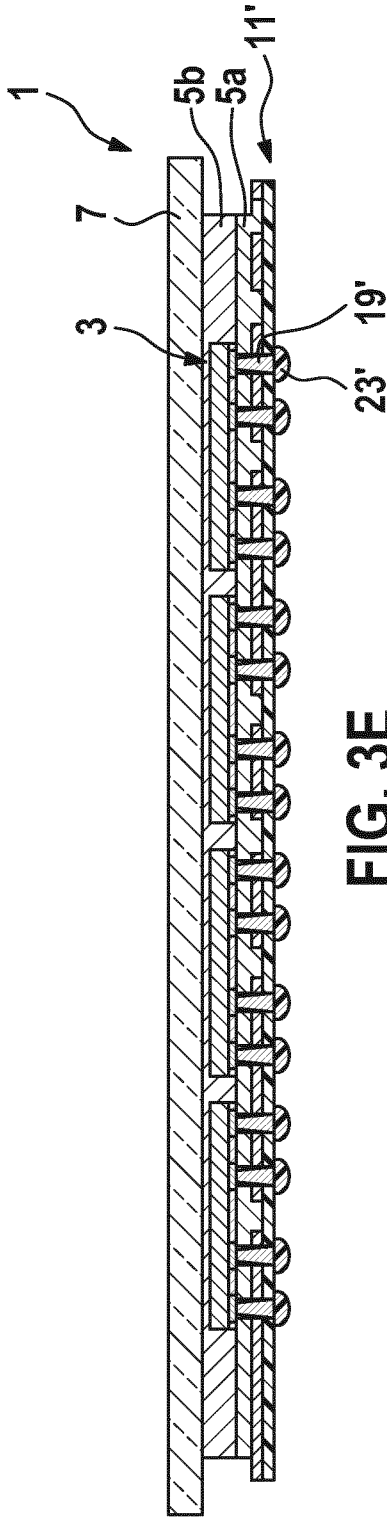


FIG. 3E