



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 20 2009 017 372 U1** 2010.04.29

(12)

## Gebrauchsmusterschrift

(21) Aktenzeichen: **20 2009 017 372.0**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H01L 31/0224** (2006.01)

(22) Anmeldetag: **21.12.2009**

(47) Eintragungstag: **25.03.2010**

(43) Bekanntmachung im Patentblatt: **29.04.2010**

(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:  
**NB Technologies GmbH, 28359 Bremen, DE**

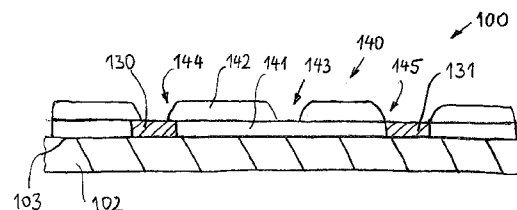
(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:  
**Langheinrich, P., Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anw.,  
73447 Oberkochen**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Solarzelle**

(57) Hauptanspruch: Solarzelle, aufweisend:

- mindestens zwei erste elektrisch leitfähige Leitungen, und
- mindestens eine durchgehende zweite elektrisch leitfähige Leitung, welche die zwei ersten Leitungen miteinander verbindet, wobei die zweite Leitung zwischen den beiden ersten Leitungen mindestens eine Aussparung aufweist, welche die Querschnittsfläche der zweiten Leitung reduziert.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Solarzelle mit mindestens zwei ersten elektrisch leitfähigen Leitungen und mindestens einer durchgehenden zweiten elektrisch leitfähigen Leitung, welche die zwei ersten Leitungen miteinander verbindet.

**[0002]** Eine Solarzelle ist ein elektrisches Bauelement, das kurzwellige Strahlungsenergie, in der Regel Sonnenlicht, direkt in elektrische Energie umwandelt. Die verwendeten Materialien sind zum Beispiel die Halbleitermaterialien Galliumarsenid oder Silizium. Bei einer Siliziumsolarzelle ist eine n-dotierte und p-dotierte Siliziumschicht vorgesehen. Treffen auf eine als Emitter wirkende Seite der Solarzelle Photonen auf, kommt es zu einem Ladungsausgleich bzw. Stromfluss zwischen beiden Schichten, welcher über Kontakte abgeleitet werden kann. Auf der Oberseite einer solchen Solarzelle ist üblicherweise ein Kontaktband (Sammelleitung) aus Metall mit vielen Kontaktfingern (Verbindungsleitungen) aufgebracht, wohingegen auf der Unterseite eine durchgehende Metallschicht als Kontakt vorhanden ist. Das Kontaktband und die Metallfläche bilden die elektrischen Pole der Solarzelle.

**[0003]** Der durch die Lichteinstrahlung bewirkte Stromfluss ist bei einer Solarzelle umso größer, je mehr unbedeckte Fläche zur Verfügung steht und nicht durch ein Kontaktband und durch Kontaktfinger abgedeckt wird. Um die unbedeckte Fläche möglichst groß zu halten, ist es allgemein vorteilhaft, wenn das Kontaktband und die Kontaktfinger eine geringe Breite besitzen. Es ist üblich, ein solches Kontaktband und Kontaktfinger durch eine Silberpaste auszubilden, welche in einem Druckverfahren auf die Oberfläche aufgebracht werden. Prinzipiell lässt sich die Breite derartiger metallischer Leitungen sehr schmal ausführen. Dies ist auch vorteilhaft, da mit zunehmend schmalen Leitungen auch zunehmend weniger Silber gedruckt werden muss, so dass die Kosten für das verwendete Silbermaterial niedrig gehalten werden können. Mit zunehmend geringerer Leitungsbreite steigt aber die Gefahr, dass in der Leitung eine elektrische Unterbrechung auftritt. Dann ist ein Stromfluss zum Beispiel von einem Kontaktfinger zu einem Kontaktband nicht mehr möglich, so dass der Wirkungsgrad der Solarzelle negativ beeinflusst wird. Ein weiterer Nachteil bei immer schmalen Leitungen besteht darin, dass der Leitungswiderstand immer größer wird. Auch dies beeinflusst den Wirkungsgrad der Solarzelle negativ. Mit einer zunehmend schmalen Leitung besteht somit die Schwierigkeit, trotzdem eine hohe Zuverlässigkeit in der Stromführung und somit eine hohe Zuverlässigkeit der Solarzelle zu erreichen.

**[0004]** Es ist eine Aufgabe der Erfindung, eine Solarzelle zu schaffen, bei der die elektrischen Leitun-

gen mit hoher Zuverlässigkeit herstellbar sind, so dass zum Beispiel die Gefahr einer Unterbrechung in einem Kontaktband oder einem Kontaktfinger als elektrische Leitung gering ist, der elektrische Widerstand der Leitungen niedrig gehalten werden kann und nur eine geringe Fläche der Solarzelle von den Leitungen abgedeckt wird. Ferner ist es eine Aufgabe der Erfindung, dass eine solche Solarzelle einfach und kostengünstig herstellbar ist.

**[0005]** Die Aufgaben werden für die Solarzelle durch den Gegenstand des Schutzanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

**[0006]** Die erfindungsgemäße Solarzelle weist auf:

- mindestens zwei erste elektrisch leitfähige Leitungen, und
- mindestens eine durchgehende zweite elektrisch leitfähige Leitung, welche die zwei ersten Leitungen miteinander verbindet, wobei die zweite Leitung zwischen den beiden ersten Leitungen mindestens eine Aussparung aufweist, welche die Querschnittsfläche der zweiten Leitung reduziert

**[0007]** Die zwei ersten elektrisch leitfähigen Leitungen können zwei Kontaktbänder sein, auch Busbar genannt, welche als Sammelleitungen wirken. Ihre Breite kann bis zu 2 Millimeter betragen. Zwischen diesen ersten Leitungen ist mindestens eine zweite elektrisch leitfähige Leitung, zum Beispiel als Kontaktfinger, angeordnet, welche die zwei ersten Leitungen miteinander verbindet. Die zweite Leitung kann eine übliche Breite von etwa 100 Mikrometern oder eine relativ schmale Breite von etwa 30 bis 50 Mikrometern besitzen. Je schmaler die Leitung ist, umso geringer ist die abgedeckte Fläche.

**[0008]** Wenn die zweite Leitung mit einer Aussparung versehen ist, welche die Querschnittsfläche reduziert, kann Material für die zweite Leitung eingespart werden. Die Aussparung kann prinzipiell in einem beliebigen Bereich entlang der zweiten Leitung sein. Der Effekt einer Materialeinsparung wirkt sich dann nicht weiter negativ auf den elektrischen Widerstand der Solarzelle aus, wenn die Aussparung in einem Bereich vorgesehen ist, in welchem aufgrund der Leitungsführung nur eine relativ geringe Stromdichte auftritt.

**[0009]** Die zweite Leitung ist gemäß der Erfindung eine durchgehende Leitung. Es liegt also keine Unterbrechung vor, so dass ein Ladungstransport zu den ersten Leitungen sichergestellt ist. Sollte trotzdem aufgrund eines Fehlers eine Unterbrechung der zweiten Leitung vorhanden sein, wodurch zwei Leitungsteile entstehen, können diese noch zum Ladungstransport beitragen, ohne dass die zweite Leitung nutzlos würde.

**[0010]** Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist die mindestens eine Aussparung im mittleren Bereich der zweiten Leitung vorgesehen, wobei sich der mittlere Bereich über eine Länge erstreckt, welche maximal 50% des Abstandes zwischen den zwei ersten Leitungen beträgt.

**[0011]** In dem mittleren Bereich der zweiten Leitung besteht bei einfallendem Licht auf die Solarzelle für einen Ladungsträger die Möglichkeit, sich entweder zum einen Kontaktband (erste Leitung) oder zum anderen Kontaktband der Solarzelle zu bewegen, wenn die elektrischen Widerstände zu beiden Kontaktbändern gleich groß sind. Somit könnte auf den mittleren Bereich der zweiten elektrischen Leitung vollständig verzichtet werden, was durch eine Unterbrechung der zweiten Leitung erreichbar wäre. Eine solche Konstruktion hätte aber den Nachteil, dass aufgrund einer weiteren, z. B. durch einen Fertigungsfehler entstandenen ungewollten Unterbrechung innerhalb der verbleibenden Leitungsteile der zweiten Leitung ein solcher Leitungsteil nicht mehr für den Stromtransport genutzt werden könnte, so dass die Solarzelle einen geringeren Wirkungsgrad erreichen würde. Gemäß der Erfindung ist daher eine durchgehende, also unterbrechungsfreie, zweite Leitung vorgesehen. Da im mittleren Bereich aber nur eine relativ geringe Stromdichte zu erwarten ist, ist gemäß dieser Ausführungsform der Erfindung in diesem mittleren Bereich der zweiten Leitung eine Aussparung vorhanden, welche den Leitungsquerschnitt der zweiten Leitung reduziert. Der Leitungswiderstand ist dort im Vergleich zu den benachbart dazu angeordneten Bereichen höher, was sich aber aufgrund des geringen Ladungstransportes in dem mittleren Bereich nicht negativ auswirkt. Der dadurch erreichte Vorteil besteht darin, dass sich durch die Aussparung in dem mittleren Bereich Silberpaste als Material für die zweite elektrische Leitung einsparen lässt. Benachbart zu dem mittleren Bereich kann die Solarzelle so ausgebildet sein, dass keine Aussparung in der zweiten Leitung bis zum Erreichen der jeweiligen ersten Leitung vorhanden ist, so dass dort eine übliche Silberpastenmenge vorhanden ist und ein niedrigerer Leitungswiderstand als im mittleren Bereich erreichbar ist.

**[0012]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist die mindestens eine Aussparung in einem Bereich an einem Ende der zweiten Leitung vorgesehen, wobei sich der Bereich an dem einem Ende über eine Länge erstreckt, welche maximal 30% des Abstandes zwischen den zwei ersten Leitungen beträgt. Die Aussparung kann in diesem Bereich vorteilhaft sein, wenn die zweite Leitung in mehreren Schichten aufgebracht werden soll. Bei einem derartigen Doppeldruck oder Mehrfachdruck ist eine genaue Abstimmung der Höhe der zweiten Leitung mit der Höhe der ersten Leitung erforderlich. Wenn in diesem Bereich an einem Ende der zweiten Leitung

eine Aussparung vorgesehen ist, braucht bei einem doppelten oder mehrfachen Druckauftrag keine Rücksicht mehr auf die Höhe der ersten Leitung genommen werden, so dass dies die Fertigung deutlich erleichtert.

**[0013]** Bevorzugt besitzt in dem Bereich an einem Ende der zweiten Leitung die zweite Leitung eine Breite, welche größer als die Breite der zweiten Leitung benachbart zu dem Bereich ist. Zum einen ist dies bei einer durch Siebdruck hergestellten zweiten Leitung einfach herstellbar. Zum anderen kann auf diese Weise, trotz Verringerung der Höhe der zweiten Leitung aufgrund der Aussparung, eine relativ große Querschnittsfläche erreicht werden, so dass der elektrische Widerstand der zweiten Leitung auch im Bereich der Aussparung niedrig bleiben kann. Außerdem lässt sich in dem Bereich aufgrund der größeren Breite für die zweite Leitung eine relativ große Kontaklinie zur ersten Leitung erreichen, so dass eine sichere Anbindung an die erste Leitung möglich ist. Dies gilt besonders für die Ausführungsform, bei der die zweite Leitung in dem Bereich an einem Ende der zweiten Leitung in mindestens zwei Leitungsarme aufgeteilt ist. Die zwei Leitungsarme stellen unabhängig voneinander einen Kontakt bzw. eine Anbindung zur ersten Leitung her, so dass auch bei einem eventuell fehlerhaften, mit einer Unterbrechung ausgeführten Leitungsarm ein Ladungstransport über den dann verbleibenden zweiten Leitungsarm möglich ist. Außerdem lässt sich durch die Aufteilung in zwei Leitungsarme der Einsatz an Material für die zweite Leitung weiter einsparen.

**[0014]** Ein vorteilhafter Effekt in der Einsparung von Silberpastenmaterial wird erreicht, wenn die Aussparung den Leitungsquerschnitt der zweiten Leitung um mindestens 5% bis maximal 99% reduziert. Die zweite Leitung ist dann durchgehend vorhanden, in dem mit mindestens einer Aussparung versehenen Bereich aber mit weniger Silberpaste ausgebildet.

**[0015]** Eine relativ einfache Fertigung der zweiten Leitung ist erreichbar, wenn die zweite Leitung in dem Bereich benachbart zu der Aussparung einen Leitungsquerschnitt besitzt, der im Wesentlichen konstant ist. Eine solche Leitung lässt sich mit einem üblichen Siebdruckverfahren einfach herstellen.

**[0016]** Bei der erfindungsgemäßen Solarzelle können die zwei ersten Leitungen jeweils ein Busbar auf einer Oberseite der Solarzelle sein und die zweite Leitung eine Fingerleitung auf der Oberseite der Solarzelle sein. Dieser Aufbau hat sich bewährt und lässt sich kostengünstig herstellen.

**[0017]** Bei einer anderen Ausführungsform der Solarzelle können die zwei ersten Leitungen jeweils eine Durchgangsleitung sein, welche eine Oberseite mit einer Unterseite der Solarzelle verbinden. Die

Durchgangsleitung wirkt ebenfalls als Sammelleitung, jedoch wird sie durch das Substrat der Solarzelle hindurchgeführt. Auf der Oberseite der Solarzelle sind dann keine Busbars vorgesehen, sondern überwiegend nur Fingerleitungen. Dies ist vorteilhaft, da sich somit eine noch geringere Abschattung der Oberfläche der Solarzelle erreichen lässt.

**[0018]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform verläuft die zweite Leitung in der Draufsicht auf die Solarzelle mindestens teilweise ungerade. Damit wird erreicht, dass nur ein kleiner Anteil der Solarzellenoberfläche abgeschattet wird, wobei aber trotzdem ein ausreichender Querschnitt der elektrischen Leitung auf der Oberfläche verfügbar ist, um einen Ladungstransport mit geringem elektrischen Widerstand sicherzustellen.

**[0019]** Vorzugsweise ist die Solarzelle derart ausgeführt, dass die zweite Leitung aus einer ersten Schicht und einer darauf angeordneten zweiten Schicht gebildet ist, wobei nur die zweite Schicht die Aussparung aufweist. Damit kann mit zwei aufeinander folgenden Druckvorgängen die Silberpaste einfach auf die Oberfläche der Solarzelle aufgebracht werden. Durch einen derartigen Doppeldruck ist es ferner möglich, dass die erste Schicht der zweiten Leitung sehr schmal ausgeführt wird, so dass nur eine sehr geringe Fläche abgeschattet wird. Dabei lässt sich der Leitungswiderstand der zweiten Leitung trotzdem besonders niedrig halten, da auf der ersten Schicht eine zweite Schicht aufgebracht ist. Bei einer derartigen Solarzelle kann der Querschnitt der zweiten Leitung somit relativ schmal, aber gleichzeitig relativ hoch ausgebildet sein, so dass ein relativ geringer Leitungswiderstand erreicht wird. Gleichzeitig kann die abgeschattete Fläche auf der Oberseite der Solarzelle minimal gehalten werden.

**[0020]** Vorzugsweise werden die ersten Leitungen und die erste Schicht der zweiten Leitungen in einem ersten Schritt bei einem Siebdruckverfahren gedruckt. Die zweiten Leitungen können aufgrund der kleineren Breite im Vergleich zu den ersten Leitungen eine geringere Dicke aufweisen. In einem darauf folgenden zweiten Schritt bei dem Siebdruckverfahren kann eine zweite Schicht der zweiten Leitung aufgetragen werden, wobei gemäß der Erfindung mindestens eine Aussparung im Bereich zwischen den ersten Leitungen vorgesehen ist. Die Aussparung kann nur die zweite Schicht betreffen oder bis in die erste Schicht hineinreichen. Die Höhe einer ersten Schicht kann 15 Mikrometer betragen, wobei durch das Aufbringen einer zweiten Schicht eine Höhe von 30 Mikrometern erreicht werden kann. Eine Aussparung im mittleren Bereich zwischen den ersten Leitungen spart Silber ein, wo es aufgrund der geringen Stromdichte fast nicht gebraucht wird. Eine Aussparung am Ende einer zweiten Leitung bewirkt zusätzlich, dass ein eventueller Dickenunterschied zwischen der ers-

ten Leitung und der ersten Schicht der zweiten Leitung beim anschließenden Aufbringen der zweiten Schicht der zweiten Leitung nicht stört.

**[0021]** Die Erfindung wird mit Bezug auf die schematischen und nicht maßstäblichen Figuren genauer erläutert, in welchen zeigen:

**[0022]** **Fig. 1** eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Solarzelle in einem Querschnitt und einer Draufsicht;

**[0023]** **Fig. 2** eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen Solarzelle in einem Querschnitt und einer Draufsicht;

**[0024]** **Fig. 3** eine dritte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Solarzelle in einem Querschnitt und einer Draufsicht;

**[0025]** **Fig. 4** eine vierte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Solarzelle in einem Querschnitt und einer Draufsicht;

**[0026]** **Fig. 5** eine fünfte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Solarzelle in einem Querschnitt und einer Draufsicht;

**[0027]** **Fig. 6** eine sechste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Solarzelle in einem Querschnitt und einer Draufsicht; und

**[0028]** **Fig. 7** eine siebte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Solarzelle in einer Draufsicht.

**[0029]** **Fig. 1** zeigt einen Querschnitt und eine Draufsicht einer erfindungsgemäßen Solarzelle **100**. Die Solarzelle **100** weist ein Substrat **102** mit einer Oberseite **103** auf, wobei auf der Oberseite elektrische Leitungen aufgebracht sind. Es handelt sich um zwei erste elektrische Leitungen **130** und **131** sowie um eine zweite elektrische Leitung **140**, welche die beiden ersten elektrischen Leitungen **130** und **131** miteinander verbindet. Die ersten elektrischen Leitungen **130** und **131** wirken als Kontaktbänder oder Sammelleitungen und sind relativ breit ausgebildet. Die zweite elektrische Leitung **140** wirkt als Verbindungsleitung oder Kontaktfinger und ist im Vergleich zu den Sammelleitungen **130** und **131** relativ schmal ausgebildet. Die zweite Leitung **140** weist bei dieser Ausführungsform eine erste Schicht **141** und eine zweite Schicht **142** auf, welche getrennt aufgebracht werden können. Es ist jedoch ebenfalls möglich, dass die zweite Leitung **140** einstückig ausgebildet ist und nur als eine einzige Schicht vorhanden ist.

**[0030]** Erfindungsgemäß weist die zweite Schicht **140** im mittleren Bereich zwischen den beiden ersten Leitungen **130** und **131** eine Aussparung **143** auf, welche den Querschnitt der zweiten Leitung **140** re-

duziert. Die zweite Leitung **140** ist in diesem mittleren Bereich nicht unterbrochen, sondern mittels der ersten Schicht **141** durchgehend mit den beiden ersten Leitungen **130** und **131** verbunden. Die Aussparung **143** kann nur in einer oberen Zone der zweiten Schicht **142** ausgeführt sein, so dass der Querschnitt der zweiten Leitung **140** um ca. 5% verringert ist. Es ist jedoch ebenfalls möglich, dass die Aussparung **143** bis tief in die erste Schicht **141** reicht, so dass eine Verringerung des Querschnittes der zweiten Leitung **140** um bis zu 99% erreicht wird. Damit ist immer noch eine durchgehende zweite Leitung **140** sichergestellt, während im mittleren Bereich eine deutliche Einsparung an Material, zum Beispiel Silberpaste, für die zweite Leitung **140** erreichbar ist.

**[0031]** Bei dieser ersten Ausführungsform der Solarzelle **100** reicht die zweite Schicht **142** der zweiten Leitung **140** etwas über die erste Leitung **130** hinaus, siehe Bezugszeichen **144**. Es ist jedoch ebenfalls möglich, dass die zweite Leitung **140** genau bis zur ersten Leitung **131** heranreicht, siehe Bezugszeichen **145**. Damit ist sichergestellt, dass bei der Anbindung der zweiten Leitung an eine erste Leitung **130**, **131** keine starke Verringerung des Querschnittes der zweiten Leitung **140** erreicht wird und somit keine Widerstandserhöhung bei der Anbindung der zweiten Leitung **140** an die erste Leitung **130** oder **131** auftritt.

**[0032]** In der Draufsicht von **Fig. 1** ist an den beiden Randbereichen die zweite Leitung **140** U-förmig ausgebildet. Dies ist vorteilhaft, da bei einer eventuellen fehlerhaften Unterbrechung der zweiten Leitung durch die dann gebildeten Leitungsteile der zweiten Leitung trotzdem ein Ladungstransport zur ersten Leitung **130** oder **131** möglich ist.

**[0033]** Es wird darauf hingewiesen, dass bei dieser in **Fig. 1** dargestellten Ausführungsform und bei allen anderen Figuren aus Gründen der Übersichtlichkeit eine elektrisch leitfähige Kontaktfläche auf der Unterseite der Solarzelle sowie elektrische Anschlusspunkte nicht dargestellt sind.

**[0034]** In **Fig. 2** ist eine zweite Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Solarzelle **200** gezeigt. Die Solarzelle **200** weist ein Substrat **202** mit einer Oberseite **203** auf, auf welcher zwei erste Leitungen **230** und **231** sowie eine zweite Leitung **240** vorgesehen sind, welche die ersten Leitungen **230** und **231** miteinander verbindet. Die zweite Leitung **240** weist eine erste Schicht **241** und eine zweite Schicht **242** auf, wobei im mittleren Bereich zwischen den beiden ersten Leitungen **230** und **231** eine Aussparung **243** vorgesehen ist. Bei dieser Ausführungsform verbindet die erste Schicht **241** die beiden ersten Leitungen **230** und **231** miteinander, während die zweite Schicht **242** über der ersten Schicht **241** und den beiden ersten Leitungen **230** und **231** geführt ist. Die zweite Schicht **242** überdeckt somit auch die ersten Leitun-

gen **230** und **231**, was im Hinblick auf die Fertigungstechnik einfach sein kann, da somit keine Anforderungen an die Positionierung der zweiten Schicht **242** bezüglich der ersten Leitungen **230** und **231** gestellt werden müssen.

**[0035]** **Fig. 3** zeigt eine dritte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Solarzelle **300** in einer Querschnittsansicht und Draufsicht. Die Solarzelle **300** mit einem Substrat **302** weist zwei erste Leitungen **330** und **331** sowie eine zweite Leitung **340** auf, welche die beiden ersten Leitungen **330** und **331** miteinander verbindet. Wie bei der ersten und zweiten Ausführungsform weist auch bei dieser dritten Ausführungsform die zweite Leitung **340** eine erste Schicht **341** und eine zweite Schicht **342** auf. Bei der Anbindung der zweiten Leitung **340** an die ersten Leitungen **330** und **331** ist gemäß der Querschnittsansicht eine Verringerung in der Höhe der zweiten Leitung **340** vorgesehen, siehe Bezugszeichen **346** für den Bereich am linken Ende der zweiten Leitung **340** und Bezugszeichen **349** für den Bereich am rechten Ende der zweiten Leitung **340**. Die Draufsicht zeigt, dass der Bereich **346** eine Breite besitzt, welche größer als die Breite der zweiten Leitung benachbart zu dem Bereich **346** ist. Dies gilt in gleicher Weise für den Bereich **349** am rechten Ende der zweiten Leitung **340**. Zum Beispiel besitzt die zweite Leitung **340** in dem Bereich **349** eine Breite  $B_2$ , welche etwa dreifach so groß ist wie die Breite  $B_1$  der zweiten Leitung benachbart zu diesem Bereich **349**.

**[0036]** Bei dieser dritten Ausführungsform ist die zweite Leitung **340** am linken Ende im Bereich **346** derart ausgebildet, dass eine dreiecksförmige Verbreiterung der Querschnittsfläche vorgesehen ist, wobei die zweite Leitung **340** in zwei Leitungsarme **347** und **348** aufgeteilt ist, welche an der ersten Leitung **330** angebonden sind. Damit ist sichergestellt, dass bei der Anbindung der zweiten Leitung **340** an die erste Leitung **330** trotz der Verringerung in der Höhe der elektrische Widerstand der zweiten Leitung **340** nicht abnimmt und ein guter Ladungstransport zur ersten Leitung **330** erreicht wird. Die zweite Leitung kann an einem rechten Ende, siehe Bezugszeichen **349**, auch derart ausgebildet sein, dass ihre Breite  $B_1$  sprungartig rechteckförmig auf die Breite  $B_2$  zunimmt. Es ist ebenso möglich, dass an einem Ende der zweiten Leitung die Anbindung an die erste Leitung **331** rechteckförmig erfolgt, siehe Bezugszeichen **352**, wobei die zweite Leitung **340** in diesem Bereich in zwei Leitungsarme **351** und **352** aufgeteilt ist.

**[0037]** Die zweite Schicht **342** reicht bei dieser Ausführungsform nicht bis zu den ersten Leitungen **330** und **331** heran, was aus der Sicht der Fertigungstechnik vorteilhaft sein kann, da keine hohen Anforderungen an die Positionierung der zweiten Schicht **340** bezüglich der ersten Leitung **330** oder **331** erfüllt

werden müssen.

[0038] **Fig. 3** zeigt somit eine Ausführungsform, bei der eine Aussparung im mittleren Bereich der zweiten Leitung als auch eine Aussparung in einem Bereich an einem linken Ende der zweiten Leitung und eine Aussparung in einem Bereich an einem rechten Ende der zweiten Leitung vorhanden ist.

[0039] Eine vierte Ausführungsform einer Solarzelle **400** ist in **Fig. 4** dargestellt. Auf dem Substrat **402** sind zwei erste Leitungen **430** und **431** sowie eine zweite Leitung **440** vorgesehen. Die zweite Leitung **440** besitzt eine erste Schicht **441** und eine zweite Schicht **442**, wobei im mittleren Bereich zwischen den beiden ersten Leitungen **430** und **431** eine Aussparung **443** vorhanden ist. Im Unterschied zu den vorher beschriebenen Ausführungsformen ist die Höhe der zweiten Leitung **440** benachbart zur Aussparung **443** im mittleren Bereich der zweiten Leitung **440** nicht konstant, sondern nimmt mit zunehmender Annäherung an die ersten Leitungen **430** und **431** zu. Bei der in **Fig. 4** dargestellten Ausführungsform ist die Höhe der ersten Schicht **441** konstant, während nur die Höhe der zweiten Schicht **442** zunimmt. Es ist ebenso möglich, dass die erste Schicht **441** in der Höhe zunimmt und die zweite Schicht **442** eine konstante Dicke aufweist. Ferner ist es möglich, dass die Breite der zweiten Schicht nicht konstant ist, sondern mit zunehmender Annäherung an die ersten Leitungen **430** und **431** zunimmt, siehe die Draufsicht in **Fig. 4**. Analog zu ersten Ausführungsform kann die zweite Leitung **440** über die erste Leitung **430** überstehen, siehe Bezugszeichen **444**, oder genau angrenzen, siehe Bezugszeichen **445**.

[0040] **Fig. 5** zeigt eine fünfte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Solarzelle **500**. Sie weist erste Leitungen **530** und **531** auf, welche im Unterschied zu den vorherigen Ausführungsformen nicht auf der Oberseite **503** des Substrates **502** verlaufen, sondern von der Oberseite **503** bis zur Unterseite **504** reichen, so dass die Oberseite **503** mit der Unterseite **504** elektrisch verbunden werden kann. Die zweite Leitung **540** weist eine erste Schicht **541** und eine zweite Schicht **542** auf, wobei im mittleren Bereich zwischen den ersten Leitungen **530** und **531** eine Aussparung **543** vorhanden ist. Die zweite Leitung **540** ragt in die erste Leitung **530** hinein und bewirkt damit eine Anbindung mit der ersten Leitung **530**. Die zweite Leitung **540** kann jedoch auch die erste Leitung vollständig überdecken, siehe Bezugszeichen **546**, so dass ein minimaler Widerstand am Übergang zwischen der ersten Leitung **531** und zweiten Leitung **540** erreichbar ist.

[0041] Bei der in **Fig. 6** dargestellten Ausführungsform ragen die erste Leitung **630** und **631** geringfügig über die Oberseite **603** und Unterseite **604** hervor, so dass die erste Leitung **630** jeweils an der Oberseite

**603** und an der Unterseite **604** einen T-förmigen Querschnitt bildet. Die zweite Leitung **640** weist eine erste Schicht **641** auf, welche die ersten Leitungen **630** und **631** mindestens teilweise überdeckt, siehe Bezugszeichen **646**.

[0042] **Fig. 7** zeigt eine Draufsicht auf eine siebte Ausführungsform für eine Solarzelle **700**. Die ersten Leitungen **730**, **731**, **732**, **733**, **734**, welche wie bei der sechsten Ausführungsform das Substrat durchdringen und dessen Oberseite mit dessen Unterseite verbinden, sind jeweils mit zweiten Leitungen **740** verbunden, welche ungerade verlaufen. Die zweiten Leitungen **740** besitzen wie bei den vorherigen Ausführungsformen eine erste Schicht **741** und eine zweite Schicht **742**, wobei im mittleren Bereich jeweils eine Aussparung **743** vorgesehen ist. Die zweiten Leitungen **740** können somit in ihrem Verlauf derart optimiert sein, dass eine möglichst geringe Abschattung der Oberfläche der Solarzelle **700** erreicht wird, aber ein Ladungstransport noch mit geringem Widerstand möglich ist.

### Schutzansprüche

1. Solarzelle, aufweisend:
  - mindestens zwei erste elektrisch leitfähige Leitungen, und
  - mindestens eine durchgehende zweite elektrisch leitfähige Leitung, welche die zwei ersten Leitungen miteinander verbindet, wobei die zweite Leitung zwischen den beiden ersten Leitungen mindestens eine Aussparung aufweist, welche die Querschnittsfläche der zweiten Leitung reduziert.
2. Solarzelle nach Anspruch 1, wobei die mindestens eine Aussparung im mittleren Bereich der zweiten Leitung vorgesehen ist, wobei sich der mittlere Bereich über eine Länge erstreckt, welche maximal 50% des Abstandes zwischen den zwei ersten Leitungen beträgt.
3. Solarzelle nach Anspruch 1 oder 2, wobei die mindestens eine Aussparung in einem Bereich an einem Ende der zweiten Leitung vorgesehen ist, wobei sich der Bereich an dem einem Ende über eine Länge erstreckt, welche maximal 30% des Abstandes zwischen den zwei ersten Leitungen beträgt.
4. Solarzelle nach Anspruch 3, wobei in dem Bereich an einem Ende der zweiten Leitung die zweite Leitung eine Breite besitzt, welche größer als die Breite der zweiten Leitung benachbart zu dem Bereich ist.
5. Solarzelle nach Anspruch 3 oder 4, wobei die zweite Leitung in dem Bereich an einem Ende der zweiten Leitung in mindestens zwei Leitungsarme aufgeteilt ist.

6. Solarzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Aussparung den Leitungsquerschnitt der zweiten Leitung um mindestens 5% bis maximal 99% reduziert.

7. Solarzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die zweite Leitung in dem Bereich benachbart zu der mindestens einen Aussparung eine Querschnittsfläche besitzt, die im Wesentlichen konstant ist.

8. Solarzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die zwei ersten Leitungen jeweils ein Busbar auf einer Oberseite der Solarzelle sind und die zweite Leitung eine Fingerleitung auf der Oberseite der Solarzelle ist.

9. Solarzelle nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die zwei ersten Leitungen jeweils eine Durchgangsleitung sind, welche eine Oberseite mit einer Unterseite der Solarzelle verbinden.

10. Solarzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die zweite Leitung in der Draufsicht auf die Solarzelle mindestens teilweise ungerade verläuft.

11. Solarzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die zweite Leitung aus einer ersten Schicht und einer darauf angeordneten zweiten Schicht gebildet ist, wobei nur die zweite Schicht die mindestens eine Aussparung aufweist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

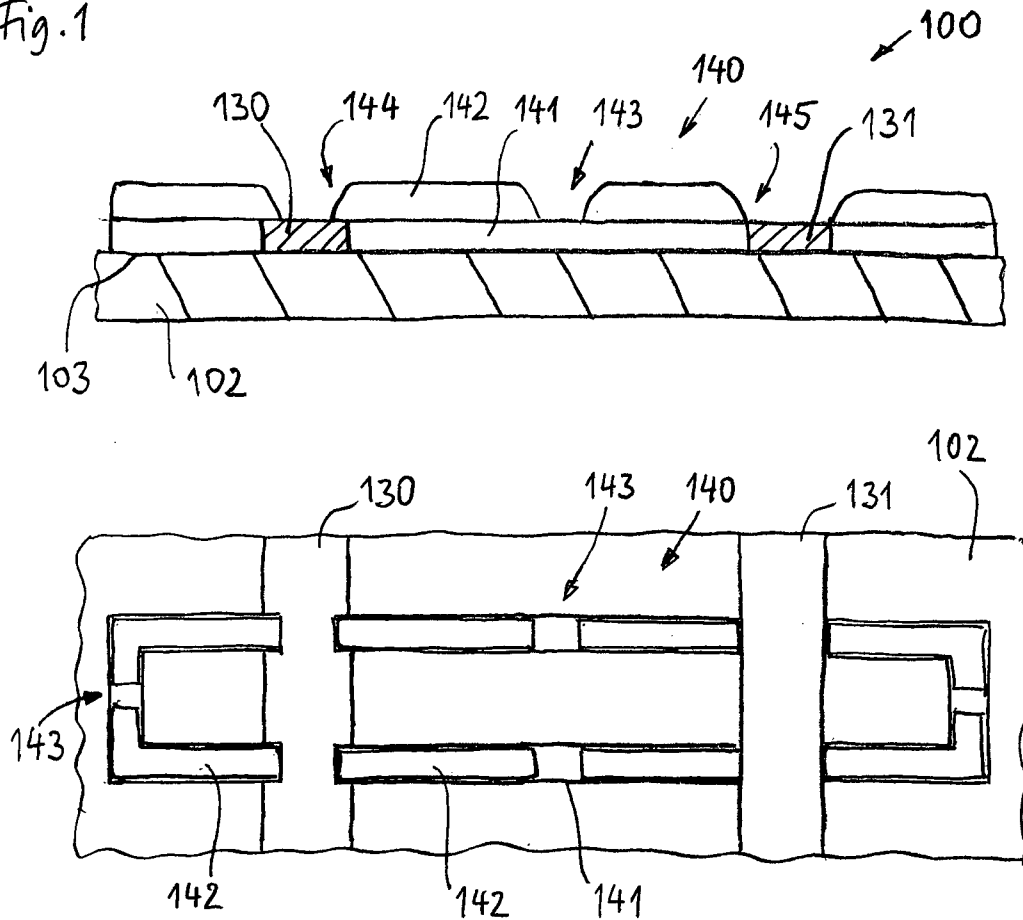


Fig. 2

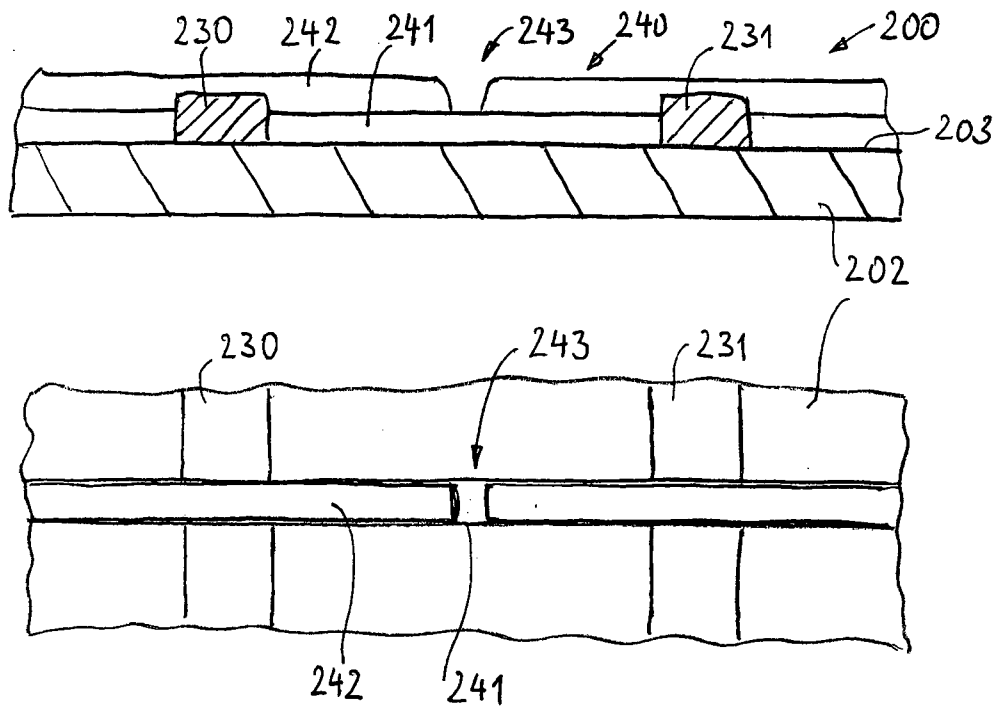




Fig. 3

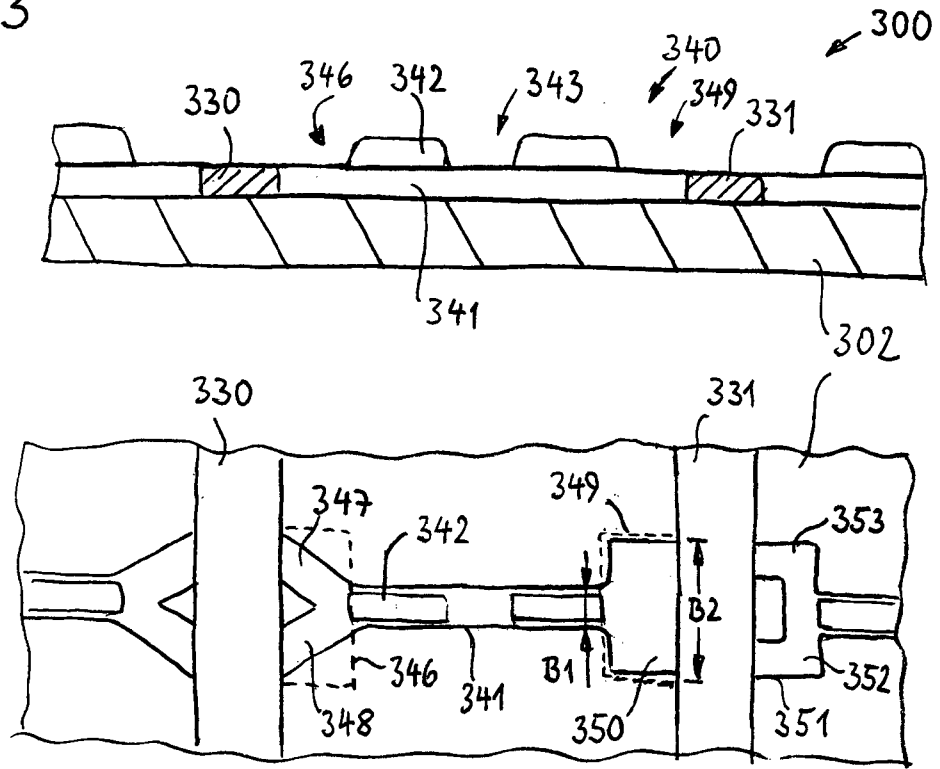


Fig. 4

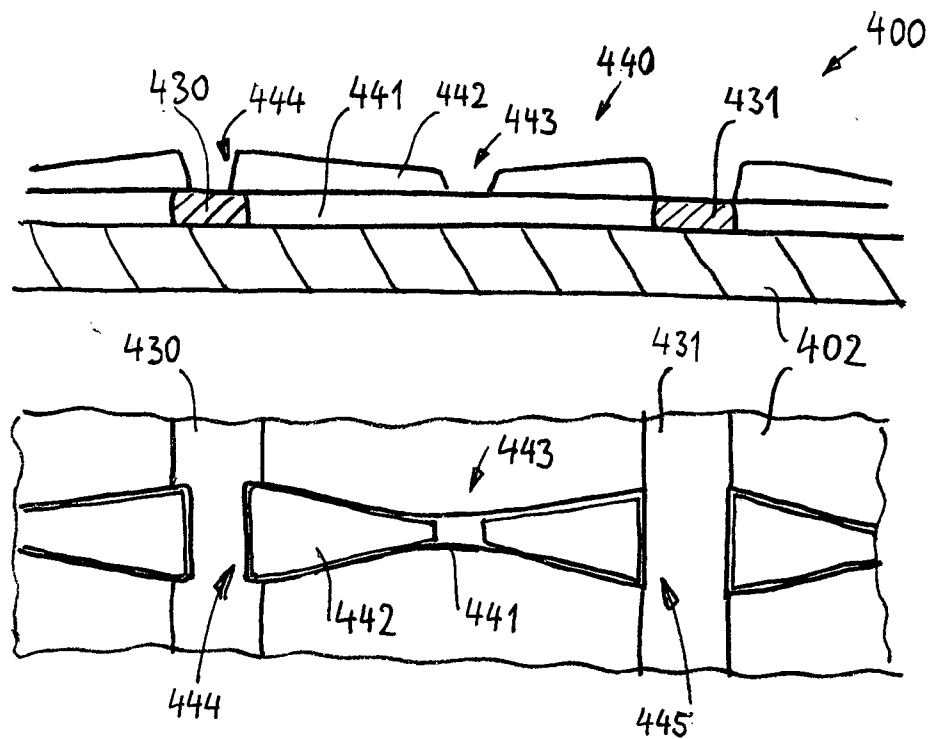


Fig. 5

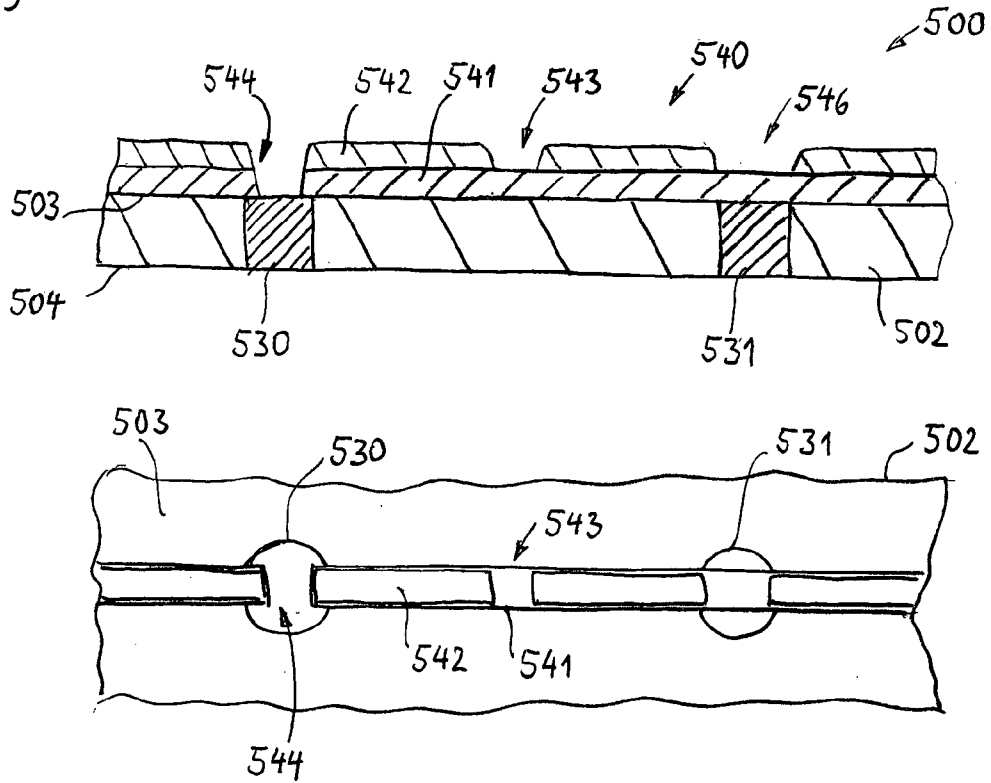


Fig. 6

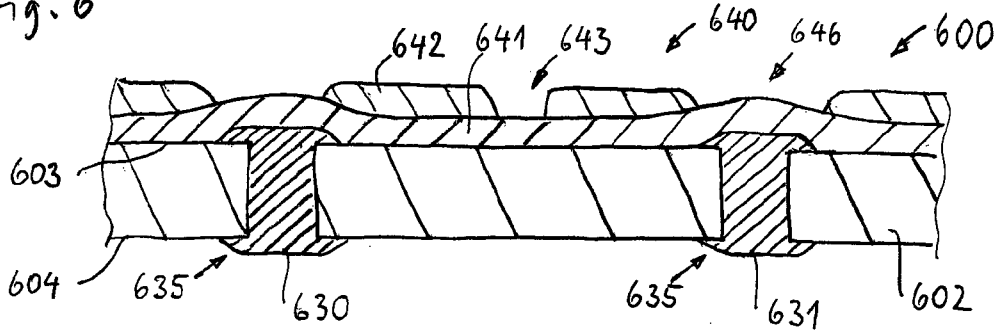


Fig. 7

