



(10) **DE 10 2010 021 041 A1** 2011.11.24

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2010 021 041.2**

(22) Anmeldetag: **19.05.2010**

(43) Offenlegungstag: **24.11.2011**

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

(71) Anmelder:

**ACI-ecotec GmbH & Co. KG, 78658, Zimmern, DE**

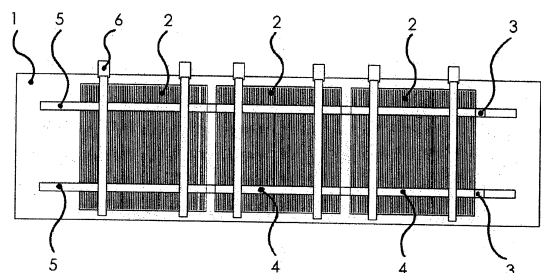
(72) Erfinder:

**Riemensperger, Ralf, 78056, Villingen-Schwenningen, DE; Bogner, Andreas, 75223, Niefern-Öschelbronn, DE; Menauer, Karl-Heinz, 71263, Weil der Stadt, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Einrichtung zur Herstellung einer elektrisch leitfähigen Verbindung zwischen den Solarzellen eines ganzen Solarzellenstrangs in einem einzigen Vorgang**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Solarzellenverbindungsanlage zur Herstellung von Solarzellenstrings, die dadurch gekennzeichnet ist, dass Solarzellen (2) und Solarzellenverbinder (4) in der Länge eines gesamten Strangs (String) in einem Trägerrahmen (1) positioniert werden und zusammen mit dem Trägerrahmen (1) in einer Heizkammer in einem Vorgang die Temperatur nach einem festen Programm langsam und stetig bis zur notwendigen Prozesstemperatur erhöht und nach Fertigstellung der elektrischen Verbindung und Kontaktierung wieder langsam und stetig abgesenkt wird.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Einrichtung, in der Solarzellen und Solarzellenverbinder in der Länge eines gesamten Stranges (String) in einen Trägerrahmen eingelegt und sowohl positioniert als auch fixiert werden und anschließend zusammen mit dem Trägerrahmen in eine Heizkammer eingebracht werden, in der dann die Temperatur nach einem festen Programm langsam und stetig bis zur notwendigen Prozesstemperatur erhöht und nach Fertigstellung der elektrischen Verbindung und Kontaktierung wieder langsam und stetig bis zur Umgebungstemperatur abgesenkt wird.

**[0002]** Anlagen zur Herstellung eines Solarzellenstrangs sind allgemein bekannt. Sie werden z. B. in den Patentschriften DE 10 2006 034 492 A1 und DE 102 97 633 T5 beschrieben. Die Aufgabe besteht darin, die einzelnen Solarzellen mit Solarzellenverbindern – in der Regel schmale, dünne Metallbänder – als elektrische Reihenschaltung miteinander zu verketteten. Dabei werden die Solarzellenverbinder an den Kontaktstellen der Solarzellen mit den Enden wechselweise von der Unterseite der vorangehenden Zellen zur Oberseite der folgenden Zellen geführt. Als Verbindungstechnik wird in den meisten Fällen das Weichlöten angewendet. Sinn dieser Strangbildung ist es, eine technisch brauchbare elektrische Spannung zu erreichen. Die Spannung, die eine einzelne Zelle beim Lichteinfall erzeugt, ist sehr gering. Die Herstellung der Solarzellenstränge erfolgt nach dem heutigen Stand der Technik nach unterschiedlichen Taktverfahren. Das Prinzip ist jedoch immer das Gleiche. Takt für Takt wird mit Hilfe eines Transportsystems durch Handhabungseinrichtungen Zelle für Zelle und Zellenverbinder für Zellenverbinder zugeführt und im selben Maß durch eine Heizkammer geführt, die in der Regel als Tunnel-Lötöfen ausgeführt ist, der sich in die Vorwärm-, Löt- und Abkühlzonen aufteilt (Mehrzonen-Tunnel-Lötöfen). Dies ist notwendig, da die aus Silicium bestehende Solarzellen gegenüber Temperatursprüngen wegen der dabei entstehenden Materialspannungen sehr bruchempfindlich sind, so auch bei den verwendeten Löttemperaturen, die bei ca. 250°C anfangen und bis zu 400°C betragen können.

**[0003]** Für das Löten ist auch Kontaktlöten bekannt. Dabei wird ein beheizter Lötstempel auf die Kontaktstelle gedrückt. Auf Grund der dabei entstehenden mechanischen und der örtlich hohen Temperaturbelastung bevorzugt man die Beheizung der gesamten Zelle über Infrarot-Strahler oder Halogen-Lampen. In der Patentschrift DE 42 41 439 A1 wird sehr ausführlich ein Lötverfahren beschrieben, dessen Anspruch sich jedoch auf die Zusammensetzung des verwendeten Lots bezieht, mit dem zwischen der metallischen Kontaktstelle der Solarzelle und dem metallischen Solarzellenverbinder bei einer genau einzu-

haltenden Löttemperatur und Temperaturgang durch Diffusion eine Legierung zwischen dem Lot und dem Kontaktstellen-Metall entsteht.

**[0004]** Der Vorteil dieses Verfahrens liegt darin, dass die dabei resultierende Schmelztemperatur der Legierung um einiges höher liegt als die des Lots selbst und somit eine höhere thermische Festigkeit erreicht wird.

**[0005]** Der erhebliche Nachteil bei den beschriebenen Einrichtungen, die den Solarzellenstrang taktweise zusammenfügen und dabei Zelle für Zelle in einem Mehrzonen-Tunnel-Lötöfen kontaktieren bzw. löten ist, dass trotz Zonenaufteilung der hohe Temperatursprung von Zone zu Zone und relativ zur Umgebungstemperatur auftritt und der bis zu 200°C betragen kann. Daraus resultiert eine relativ hohe Bruchrate.

**[0006]** Ein weiterer Nachteil beim taktweisen Löten ist der Umstand, dass beim Verlöten der Zellverbinder mit den benachbarten Solarzellen durch fertigungsbedingte Toleranzen kleine Verdrehfehler zwischen zwei Zellen auftreten können und dies bei jedem Takt, bis der Strang vollständig ist. Dadurch entsteht zum Teil ein erheblicher Summenfehler, so dass am Strang auf die Ebene betrachtet eine bogenförmige oder schlangenförmige Gliederung entstehen kann.

**[0007]** Erfindungsgemäß werden die genannten Nachteile dadurch vermieden, dass alle Solarzellen für einen Strang mit den zugehörigen Zellverbindern in einem starren Trägerrahmen eingebettet und damit für den Lötvorgang zueinander unveränderlich positioniert und fixiert sind. Desweiteren wird beim erfindungsgemäßen Verfahren kein Mehrzonen-Tunnel-Lötöfen verwendet, sondern eine geschlossene Löt-kammer, in die der gesamte Solarzellenstrang zusammen mit dem Trägerrahmen eingebracht wird. Nach einem festen Programm wird dann die Temperatur, ausgehend von der Umgebungstemperatur langsam und stetig, d. h. ohne Temperatursprünge, auf die Prozesstemperatur aufgeheizt und nach der Prozesszeit ebenso langsam und stetig wieder auf Umgebungstemperatur abgekühlt. Dies vermeidet die gefürchteten Materialspannungen und in deren Folge den Bruch der Zellen. Im Vergleich zum Taktverfahren wird dadurch die Produktionszeit für einen Strang nicht verzögert, da man in der Löt-kammer gegenüber dem Einzeltakt n-mal mehr Zeit zur Verfügung hat, entsprechend der Anzahl Solarzellen, beispielsweise 10 Stück pro Strang. Damit erreicht man gegenüber dem heutigen Stand der Technik bei gleichen Fertigungszeiten eine wesentlich sicherere, präzisere und nahezu ausschussfreie Herstellung der Solarzellenstränge.

**[0008]** Mit den Merkmalen des Anspruchs 1 ist beschrieben, wie nach dem neuen Verfahren zwischen den Zellen eines Solarzellenstrangs eine unlösbare, elektrische Verbindung zwischen Zellen und Zellverbindern an einem Stück hergestellt wird.

**[0009]** Mit den Merkmalen der Ansprüche 2 und 3 wird eine Ausführungsform beschrieben, bei der die elektrische Kontaktierung des gesamten Strangs in einem einzigen Vorgang durch eine thermische Behandlung nach einem festen Aufheiz- und Abkühlprogramm erfolgt.

**[0010]** Mit den Merkmalen des Anspruchs 4 ist beschrieben, wie sich für das neue Verfahren der Produktionsablauf optimieren lässt.

**[0011]** Weitere Einzelheiten der Erfindung sind der folgenden Beschreibung und dem Ausführungsbeispiel gemäß der Zeichnungen zu entnehmen.

**[0012]** Es zeigt

**[0013]** **Fig. 1** einen Teil-Längsschnitt durch den Trägerrahmen (1), in den die Zellen (2) und die Zellverbinder (4) und die Zell-Anschlussstreifen (3) und (5) eingelegt sind. Die Andrückfederelemente (6) drücken auf die Zellverbinder bzw. Zell-Anschlussstreifen und die dazwischenliegenden Zellen (2) und halten diese Einheit zusammen.

**[0014]** **Fig. 2** die Teil-Draufsicht auf den Trägerrahmen (1) mit den eingelegten Zellen (2) und den in Längsrichtung angeordneten Zellverbindern (4) und die Zell-Anschlussstreifen (3) und (5) sowie den aufgesetzten Andrückfederelementen (6).

**[0015]** **Fig. 3** eine Detailansicht, wie die Zelle (2) und der Zellverbinder (4) mit dem Andrückfederelement (6) in den im Querschnitt dargestellten Trägerrahmen (1) gedrückt werden.

**[0016]** In den **Fig. 1** bis **Fig. 3** wird dargestellt, wie die Solarzellen (2) und die Zellverbinder (4) und die Zell-Anschlussstreifen (3) und (5) im Trägerrahmen (1) zusammengefügt und positioniert werden. Zunächst werden von rechts nach links unter den Platz für die erste Zelle (2) zwei oder mehr Zell-Anschlussstreifen (3) in den angepassten Aussparungen des Trägerrahmens (1) eingelegt und damit fixiert und positioniert. Darauf legt man die erste Zelle (2) und darauf die nächsten Zellverbinder (4), die mit ihren freien Enden unter den Platz für die zweite Zelle (2) in die Aussparung des Trägerrahmens (1) zu liegen kommen. Das freie Ende der Zell-Anschlussstreifen (3) an der ersten Zelle (2) ist dann der Anschluss für die Querverbindung von Solarzellensträngen. Auf diese Weise werden n Zellen (2) und n Zellverbinder (4) in den Trägerrahmen (1) eingelegt. Auf die letzte Zelle werden an Stelle der gekröpften Zellverbinder

(4) ebene Zell-Anschlussstreifen (5) aufgelegt, die mit ihren freien Enden ebenfalls in einer Aussparung des Trägerrahmens (1) positioniert und fixiert werden. Nach der Bestückung werden über das Drehgelenk (6.1) die Andrückfederelemente (6) auf die Einheit Zelle/Zellverbinder bzw. Anschlussstreifen mit einer Rastfunktion aufgesetzt. Damit ist der bestückte Trägerrahmen bereit für die Kontaktierung der Zellen.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 102006034492 A1 [[0002](#)]
- DE 10297633 T5 [[0002](#)]
- DE 4241439 A1 [[0003](#)]

### Patentansprüche

1. Einrichtung zur Herstellung einer elektrische leitfähigen Verbindung zwischen den Solarzellen eines Solarzellenstrangs, **dadurch gekennzeichnet**, dass alle Zellen für einen Strang auf einem Trägerrahmen positioniert und mit Zellverbindern bestückt werden und dann in einem Vorgang für alle Zellen eine unlösbare elektrische Verbindung zwischen Zellen und Zellverbindern hergestellt wird.

2. Einrichtung nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet dass eine elektrische Verbindung zwischen Zellen und Zellverbindern durch eine gleichzeitige thermische Behandlung für den gesamten Strang zusammen mit dem Trägerrahmen herbeigeführt wird.

3. Einrichtung nach Anspruch 1 und 2 dadurch gekennzeichnet dass die thermische Behandlung beim Aufheizen und Abkühlen des Strangs kontinuierlich gleichmäßig und langsam und damit materialspannungsfrei nach einem festen Programm durchgeführt wird.

4. Einrichtung nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens zwei Trägerrahmen eingesetzt werden, die wechselweise für die Bestückung mit Zellen und Zellverbindung oder für die elektrische Kontaktierung dienen.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

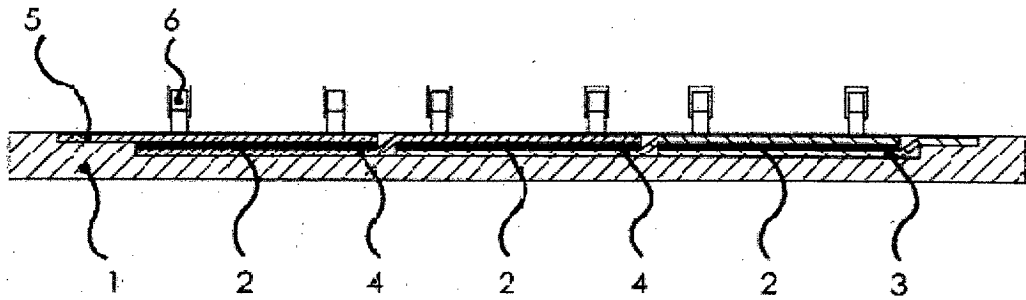


Fig. 2

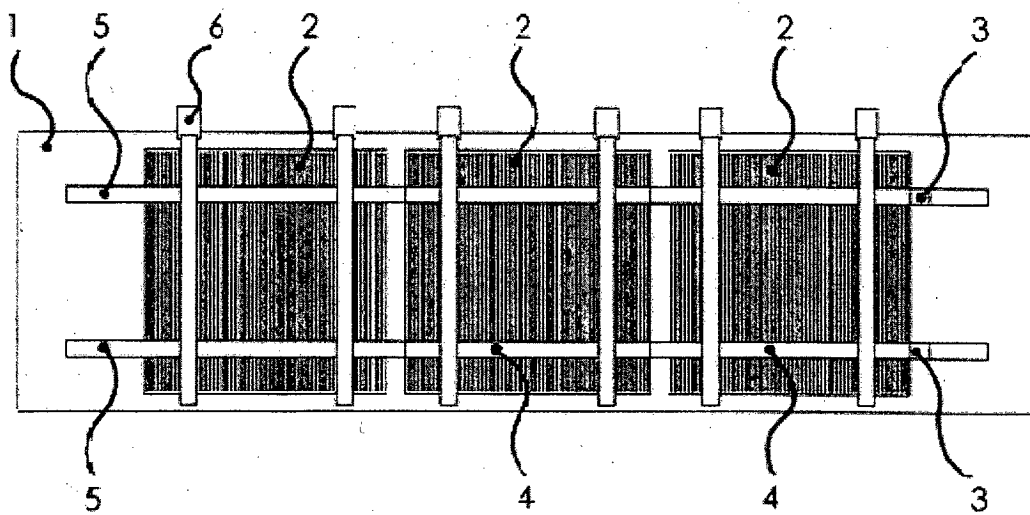


Fig. 3

