

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5477180号  
(P5477180)

(45) 発行日 平成26年4月23日(2014.4.23)

(24) 登録日 平成26年2月21日(2014.2.21)

(51) Int. Cl.		F I	
<b>H01L</b>	<b>31/04</b> (2014.01)	H O 1 L	31/04 H
<b>B65G</b>	<b>49/00</b> (2006.01)	B 6 5 G	49/00 A
<b>B65G</b>	<b>49/06</b> (2006.01)	B 6 5 G	49/06 Z
<b>F27B</b>	<b>9/24</b> (2006.01)	F 2 7 B	9/24 W
<b>F27B</b>	<b>9/06</b> (2006.01)	F 2 7 B	9/06 E

請求項の数 7 (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2010-133084 (P2010-133084)	(73) 特許権者	000002060
(22) 出願日	平成22年6月10日 (2010.6.10)		信越化学工業株式会社
(65) 公開番号	特開2011-258813 (P2011-258813A)		東京都千代田区大手町二丁目6番1号
(43) 公開日	平成23年12月22日 (2011.12.22)	(74) 代理人	100079304
審査請求日	平成24年5月25日 (2012.5.25)		弁理士 小島 隆司
		(74) 代理人	100114513
			弁理士 重松 沙織
		(74) 代理人	100120721
			弁理士 小林 克成
		(74) 代理人	100124590
			弁理士 石川 武史
		(72) 発明者	三田 怜
			群馬県安中市磯部二丁目13番1号 信越化学工業株式会社 精密機能材料研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 太陽電池素子の電極焼成用焼成炉、太陽電池素子の製造方法及び太陽電池素子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

導電性ペーストを塗布した基板の該塗布部分で接触して基板を保持しつつ移動することにより該基板を搬送する搬送部材、該搬送部材と共に基板を加熱して該導電性ペーストを焼成する加熱部、及び加熱した基板を冷却する冷却部を具備する焼成炉であって、上記加熱部における雰囲気温度と搬送部材の温度の差が0～20となるように上記搬送部材を予備加熱するための加熱手段を設けたことを特徴とする太陽電池素子の電極焼成用焼成炉。

【請求項2】

搬送部材が、少なくとも2本のワイヤーを炉の長手方向に沿って互いに平行かつ水平に移動可能に配置してなり、該ワイヤー上に基板を載置して搬送する部材である請求項1記載の焼成炉。

【請求項3】

搬送部材が、ウォーキングビーム形式である請求項1又は2記載の焼成炉。

【請求項4】

搬送部材を予備加熱するための加熱手段が、上記搬送部材に直接通電して加熱する電気的手段である請求項1乃至3のいずれか1項記載の焼成炉。

【請求項5】

搬送部材を予備加熱するための加熱手段が、焼成炉外で搬送部材を加熱する手段である請求項1乃至3のいずれか1項記載の焼成炉。

## 【請求項 6】

半導体基板に p n 接合を形成した後、該半導体基板の受光面及び非受光面上に導電性ペーストを塗布・焼成して電力取り出し用電極を形成する工程を含む太陽電池素子の製造方法であって、上記導電性ペーストの焼成を請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項記載の焼成炉を用いて行うことを特徴とする太陽電池素子の製造方法。

## 【請求項 7】

請求項 6 記載の製造方法によって得られた太陽電池素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、太陽電池素子の電極を焼成するための焼成炉、これを用いた太陽電池素子の製造方法及び太陽電池素子に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

図 1 に、一般的な太陽電池素子の構造の断面図を示す。この太陽電池素子 1 は、大きさが 100 ~ 150 mm 角、厚みが 0.1 ~ 0.3 mm の板状で、かつ、多結晶又は単結晶シリコン等に、ボロン等の p 型不純物がドーブされた p 型の半導体基板 2 からなる。この基板に、リン等の n 型不純物をドーブして n 型不純物層 3 を形成し、SiN などの反射防止膜 4 をつけ、スクリーン印刷法を用いて裏面に導電性アルミニウムペーストを、表面（受光面）に導電性銀ペーストをそれぞれ印刷して、乾燥後、焼成し、裏面アルミニウム電極 5 を形成すると共に Back Surface Field (BSF) 層 6 を形成し、表面集電極 7 を形成することで製造される。

## 【0003】

図 2 は、上述の太陽電池素子の製造方法において、導電性ペーストを焼成して電極を形成する際に利用される一般的なメッシュベルト式焼成炉の概略図である。導電性ペーストが印刷された基板 11 を、駆動部 15 によってローラー 16 を介して駆動されるメッシュベルト 12 で搬送し、加熱部 13 で導電性ペーストを焼成した後、冷却部 14 で冷却することで電極が形成される。なお、図 2 中、17 はメッシュベルトに付着した汚れを除去するための洗浄槽である。

## 【0004】

上記のメッシュベルト式焼成炉では、メッシュベルトの熱容量が大きいため、消費電力量が大きくなる。また、太陽電池素子の裏面にアルミニウムペーストにより良好な BSF 層を形成するためには、急昇温急冷却のプロファイルが好ましいが、メッシュベルト式焼成炉で急昇温急冷却のプロファイルを形成するには、多数のヒーターと水冷が必要になるという問題が存在する。

## 【0005】

このため、例えば、特許文献 1（特開平 08 - 162446 号公報）では、メッシュベルトの代わりに 4 本のワイヤーを使用することで、焼成炉の消費電力量を小さくし、更に焼成処理時間を短くしてスループットを上げる方法が開示されている。図 3 に、このワイヤー式焼成炉の概略図を示す。メッシュベルト式焼成炉と同様に、導電性ペーストを塗布した基板 21 は、駆動部 25 によってローラー 26 を介して駆動されるワイヤー式搬送部材 22 で搬送され、加熱部 23 及び冷却部 24 を通過することで電極が形成される。

## 【0006】

特許文献 1 の方法においては、導電性ペーストが印刷された基板を直接ワイヤーに載せて搬送している。しかし、一般的に、焼成炉内加熱部においては、ワイヤーは雰囲気温度や基板温度と比較して約 50 温度が低い。この場合、例えば表面を上にして焼成する際、すなわち、裏面のアルミニウム層とワイヤーが接触している際は、焼成炉内の加熱部において、アルミニウム層とワイヤーとの温度差により、当該接触部分でアルミニウムがワイヤー上に溶け残り、少しずつ堆積していく。この堆積したアルミニウムは硬質のアルミナになるため、焼成処理枚数を重ねていくと、アルミニウム電極を傷つける。この傷は硬

10

20

30

40

50

質の突起となることがあるので、セルをスタックして箱詰めするとき、ここが起点になってセルが割れることがある。このため、歩留まりを低下させるという問題がある。

【0007】

また、特許文献1の方法においては、例えば裏面を上にして焼成する場合、すなわち、表面の銀電極とワイヤーが接触していると、焼成時に銀電極にワイヤーの痕が残り、断線が発生して、特性や歩留まりの低下が発生するという問題がある。

【0008】

更に、特許文献1の方法においては、焼成炉内加熱部においては、ワイヤーは雰囲気や基板と比較して温度が低くなるので、基板のうちワイヤーと接触している部分は加熱が不十分になり、銀電極の焼結不足やBSF層の厚みの分布を発生させる原因になり、太陽電池素子の特性を低下させる。

10

【0009】

また、ワイヤーをウォーキングビームとして用いる焼成炉も存在する(特許文献2:特開2009-238991号公報)。図4にこのワイヤー式ウォーキングビーム搬送焼成炉の概略図を示す。このウォーキングビーム式の焼成炉は、互いに平行かつ水平に配置された2本の固定ワイヤー(固定ビーム)32と、所定のストロークで上下方向及び前後方向に駆動可能であり、基板31を搬送する可動ワイヤー(上下・前後可動ビーム)33とを具備し、これら固定ビーム32と可動ビーム33とは、それぞれロール34, 35に巻き付けながら固定されており、必要に応じて伸縮するようになっている。焼成炉は、更に、基板を加熱する加熱部36と、加熱された基板を冷却する冷却部37を具備している。

20

【0010】

図4, 5に示すウォーキングビームでの加熱方法では、まず、基板31は、固定ビーム32上に載置される。次に、固定ビーム32より下方に位置する可動ビーム33が鉛直方向に上昇して、固定ビーム32上に載置されている基板31を固定ビーム32から受け取り、可動ビーム33上に基板31が載置された状態で更に上昇し、その上昇端で一旦停止する。図6には、可動ビーム33上に基板31が載置された状態を示す。続いて、可動ビーム33は基板31を保持した状態で1ストローク分前進して停止する。次いで、可動ビーム33は鉛直方向に下降して、固定ビーム32に基板31を受け渡し、更に下降した後、1ストローク分後退して停止し、当初の位置に戻る。以上のような方法で、ウォーキングビームにより基板を炉の加熱部及び冷却部を通過させることで熱処理を行う。

30

【0011】

ベルト搬送形式からウォーキングビーム搬送形式にすることで、良好なBSF層の形成に適している急昇温急冷却の焼成プロファイル形成のための冷却に必要な設備を省スペース化できる上に、消費電力が少なくなり、処理時間を更に短くできるという利点がある。しかし、この場合もワイヤーと基板が直接接触するので、依然として太陽電池素子の歩留まりや特性の低下は避けられないという問題がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0012】

40

【特許文献1】特開平08-162446号公報

【特許文献2】特開2009-238991号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

本発明は、上記事情に鑑みなされたものであり、導電性ペースト中の金属成分がワイヤー等の搬送部材に堆積して電極や基板を傷つけるのを防ぐと共に、基板面内の焼成むらを少なくして効率よく電極ペーストの焼成を行い、太陽電池特性を低下させずに歩留まり良く太陽電池素子を製造することができる太陽電池素子の電極焼成用焼成炉、この焼成炉を用いた太陽電池素子の製造方法及び太陽電池素子を提供することを目的とする。

50

## 【課題を解決するための手段】

## 【0014】

本発明者らは、上記目的を達成するため鋭意検討した結果、導電性ペーストを塗布した基板を搬送するための搬送部材、基板を加熱して導電性ペーストを焼成するための加熱部、及び加熱した基板を冷却する冷却部を具備する太陽電池素子の電極焼成用焼成炉を用い、特に搬送部材をワイヤー式の構造とし、このワイヤー式搬送部材を加熱手段により加熱することで、電極ペースト焼成の際に搬送部材の温度を加熱部雰囲気温度に近づけることができ、基板を効率よく加熱することができることを見出した。そして、これにより導電性ペーストの金属成分がワイヤー上に溶け残ることを防いで上記金属成分の堆積物による電極や基板の損傷を防止することができ、しかも基板面内の焼成むらを抑制できるため、太陽電池特性や歩留まりを低下させることなく電極ペーストを焼成して太陽電池素子を製造することができることを見出し、本発明をなすに至った。

10

## 【0015】

従って、本発明は下記焼成炉、太陽電池素子の製造方法及び太陽電池素子を提供する。

請求項1：

導電性ペーストを塗布した基板の該塗布部分で接触して基板を保持しつつ移動することにより該基板を搬送する搬送部材、該搬送部材と共に基板を加熱して該導電性ペーストを焼成する加熱部、及び加熱した基板を冷却する冷却部を具備する焼成炉であって、上記加熱部における雰囲気温度と搬送部材の温度の差が0～20 となるように上記搬送部材を予備加熱するための加熱手段を設けたことを特徴とする太陽電池素子の電極焼成用焼成炉

20

請求項2：

搬送部材が、少なくとも2本のワイヤーを炉の長手方向に沿って互いに平行かつ水平に移動可能に配置してなり、該ワイヤー上に基板を載置して搬送する部材である請求項1記載の焼成炉。

請求項3：

搬送部材が、ウォーキングビーム形式である請求項1又は2記載の焼成炉。

請求項4：

搬送部材を予備加熱するための加熱手段が、上記搬送部材に直接通電して加熱する電気的手段である請求項1乃至3のいずれか1項記載の焼成炉。

30

請求項5：

搬送部材を予備加熱するための加熱手段が、焼成炉外で搬送部材を加熱する手段である請求項1乃至3のいずれか1項記載の焼成炉。

請求項6：

半導体基板にpn接合を形成した後、該半導体基板の受光面及び非受光面上に導電性ペーストを塗布・焼成して電力取り出し用電極を形成する工程を含む太陽電池素子の製造方法であって、上記導電性ペーストの焼成を請求項1乃至5のいずれか1項記載の焼成炉を用いて行うことを特徴とする太陽電池素子の製造方法。

請求項7：

請求項6記載の製造方法によって得られた太陽電池素子。

40

## 【発明の効果】

## 【0016】

本発明によれば、特にワイヤー式焼成炉を用いて電極ペーストの焼成を行う際、加熱部雰囲気温度やアルミニウムペースト層の温度に近づけるために、ワイヤーを通常温度よりも50 程度加熱してワイヤー温度と加熱部雰囲気温度をほぼ等しくして焼成している。これにより、ワイヤー上の導電性ペーストの金属成分の堆積物に電極が傷つけられることによる歩留まり低下を抑え、ワイヤー式焼成炉の連続使用が可能となる。更に、ワイヤーの温度が低いことによる基板面内の焼成むらを小さくすることで、特性低下も抑えることができる。また、メッシュベルト式焼成炉などと比較してスループットを大きくすることができる。

50

## 【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】一般的な太陽電池素子の構造を示す概略断面図である。

【図2】メッシュベルト式焼成炉の一例を示す概略図である。

【図3】ワイヤー式焼成炉の一例を示す概略図である。

【図4】ワイヤー式ウォーキングビーム焼成炉の一例を示す概略図である。

【図5】ワイヤー式ウォーキングビーム焼成炉の固定ビーム及び可動ビーム部分の一部省略拡大図である。

【図6】可動ビームに基板を載置した状態を示す概略断面図である。

【発明を実施するための形態】

10

【0018】

以下、本発明の実施形態を詳細に説明する。しかし、本発明は、下記説明に加えて広範な他の実施形態で実施することが可能であり、本発明の範囲は下記実施形態に制限されるものではない。また、図面は原寸に比例して示されていない。本発明の説明や理解をより明瞭にするために、関連部材によっては寸法が拡大されており、また、重要でない部分については図示されていない。

【0019】

本発明の焼成炉は、太陽電池素子の電極焼成用焼成炉であって、導電性ペーストを塗布した基板を搬送するための搬送部材、この基板を加熱して導電性ペーストを焼成するための加熱部、及び加熱した基板を冷却する冷却部を具備し、上記搬送部材を加熱するための加熱手段を設けたことを特徴とする。

20

【0020】

本発明の焼成炉においては、導電性ペーストが塗布された基板が搬送部材に載置されて炉内を搬送され、加熱部を通過することで導電性ペーストが焼成されて電極が形成される。この場合、基板を搬送する搬送部材の構造としては特に制限されず、メッシュ式や、ワイヤー式等いずれのものでも構わないが、ワイヤーにより基板が搬送されるワイヤー式焼成炉を用いることが好ましい。これにより、一般的なメッシュベルト式焼成炉と比較して少ない消費電力量で、ハイスループットの焼成を行うことができる。

【0021】

ワイヤー式搬送部材を用いる場合、その構造は特に制限されず、従来公知のものでよいが、少なくとも2本、特に2～4本のワイヤーを、図3に示すように炉の長手方向に沿って互いに平行かつ水平に移動可能に配置し、駆動部によってローラーを介して駆動する構造や、図4に示すように、炉の長手方向に沿って互いに平行かつ水平に配置し、必要により移動できる構造等とすることが好ましい。この場合、ワイヤーの材質は、SUS303、SUS304等のステンレススチールが好ましく、ワイヤーの強度と焼成炉加熱に必要な消費電力のバランスの点から1～20mmの太さのものを用いるのが好ましい。太さに応じて、熱容量は焼成炉加熱に必要な消費電力量が少なく済むように所定の熱容量で行うのが好ましい。例えば、図4～6に示すようなワイヤー式ウォーキングビームを用いると、焼成炉加熱に必要な消費電力量が少なく済むため有利である。

30

【0022】

本発明においては、電極ペースト焼成に際し、基板を載置する搬送部材を加熱することで、搬送部材と加熱部雰囲気とをほぼ同じ温度にする。例えば、ワイヤー式搬送部材を有するワイヤー式焼成炉の場合、搬送部材のワイヤーを加熱することで、焼成炉内における基板の導電性ペースト層とワイヤーの温度がほぼ等しくなるようにしておく。ワイヤーと基板の温度差がなくなることで、従来発生していた高温の導電性ペースト中の導電性金属成分が、低温のワイヤー上へ固着するという現象がなくなり、結果的にワイヤー上への上記金属成分の堆積を防ぐことができる。これにより、ワイヤー式焼成炉の連続使用を行っても、ワイヤー上の上記金属成分の堆積物に電極が傷つけられることによる歩留まり低下を抑えることができる。更に、ワイヤーの温度が低いことによる基板面内の焼成むらを小さくすることで、特性低下も抑えることができる。

40

50

## 【0023】

搬送部材を加熱する加熱手段としては、ワイヤー式焼成炉の場合、ワイヤーの両端に電圧を印加して、交流又は直流電流を流すことで直接的に加熱する電気的手段がある。間接的にワイヤーを加熱する手段としては、焼成炉外に加熱エリアを設けてワイヤー自体をランプ加熱する手段、焼成炉外でワイヤーにスチームを当てることでワイヤー自体を加熱する手段、ワイヤーに電流を流したコイルを巻きつけておくことでワイヤー自体を加熱する手段などがある。ワイヤーを加熱する際は、これらのうちのいずれの手段を用いてもよい。しかし、間接的にワイヤーを加熱する手段は、焼成炉外に加熱エリアを設ける必要があるため、コストや空間の点で直接的にワイヤーを加熱する手段の方がより優れている。従って、直接的にワイヤーを加熱する手段を用いることが好ましい。これらの手段を用いることにより、ワイヤーと基板全体の温度差がなくなることで、従来発生していた高温の導電性ペーストが低温のワイヤー上へ固着するという現象がなくなり、結果的にワイヤー上への導電性ペースト中の金属成分の堆積を防ぐことができる。これにより、ワイヤー上の金属成分の堆積物に電極が傷つけられることによる歩留まり低下や、基板の面内の焼成むらによる特性低下を抑えることができる。

10

## 【0024】

ここで、加熱部の温度（焼成温度）は、通常500～950、特に600～850であり、加熱時間は5～30秒が好ましく、冷却部の温度は25～500で、冷却時間は5～30秒が好ましい。炉内雰囲気は大気でもよいが、導電性ペーストに含まれる有機物質を燃焼できる雰囲気が好ましい。一方、搬送部材の温度は、加熱部雰囲気温度とほぼ等しくなるようにするが、500～950であることが好ましく、より好ましくは600～850である。なお、本発明において、加熱部雰囲気温度と搬送部材の温度がほぼ等しいとは、加熱部雰囲気と搬送部材との温度差が、0～20、好ましくは0～10であることをいう。

20

## 【0025】

次に、本発明の焼成炉を用いた太陽電池素子の製造方法によって作製される太陽電池素子について説明する。例えば、図1に示すように、太陽電池素子1は、本体であるシリコン基板2の表面（受光面）側にn型拡散層3、このn型拡散層上に形成されたSiN等の反射防止膜4、及び上記n型拡散層に接続する表面集電極7を有し、裏面側には、裏面電極5及びBack Surface Field（BSF）層6を備える。

30

## 【0026】

以下、本発明に係る太陽電池素子の製造方法を説明する。まず、p型シリコン基板等の基板を準備する。p型シリコン基板の比抵抗は0.1～4.0・cmのものがよく用いられる。これは多結晶でも単結晶でもよく、上記したように大きさが100～150mm角、厚みが0.1～0.3mmの板状のものが好適に用いられる。そして、太陽電池素子の受光面となるp型シリコン基板の表面に、例えば酸性溶液中に浸漬してから、さらにアルカリ溶液で化学エッチングして洗浄、乾燥することで、テクスチャとよばれる凹凸構造を形成する。この凹凸構造は、太陽電池素子受光面において光の多重反射を生じさせる。そのため、凹凸構造を形成することにより、実効的に反射率が低減し、変換効率が向上する。以下、太陽電池素子の受光面側となるp型シリコン基板の面を表面、受光面側と反対側になるp型シリコン基板の面を裏面とする。

40

## 【0027】

次に、例えばPOCl<sub>3</sub>などを含む、約800以上の高温ガス中にp型シリコン基板を設置し、p型シリコン基板の全面にリン等のn型不純物元素を拡散させる熱拡散法により、n型拡散層（n型不純物層）を表面に形成する。なお、n型拡散層を熱拡散層により形成する場合には、p型シリコン基板の両面及び端面にもn型拡散層が形成されることがあるが、この場合には、必要なn型拡散層の表面を耐酸性樹脂で被覆したp型シリコン基板をフッ硝酸溶液等の中に浸漬することによって、不要なn型拡散層を除去することができる。以上の方法でpn接合部を有する基板を得ることができる。

## 【0028】

50

次いで、例えばアンモニア、シラン、窒素、水素などを用いたプラズマCVD法などにより、p型シリコン基板の表面にSiN等の反射防止膜を形成する。

【0029】

基板裏面には、例えばアルミニウム、ガラスフリット、ワニスなどを含む導電性ペーストをスクリーン印刷し、乾燥させる。一方、表面には、例えば銀、ガラスフリット、ワニスなどを含む導電性ペーストをスクリーン印刷し、乾燥させて集電極を形成する。しかる後、各電極用ペーストを本発明の焼成炉を用いて焼成することで、裏面側にはアルミニウム電極及びBSF層が形成され、表面側には銀電極が形成される。これら表裏面の電力取り出し用電極の形状は特に制限されず、櫛形、格子型等いずれの形状のものも本発明の焼成炉で焼成することができる。焼成条件は、上述した通りである。

10

【実施例】

【0030】

以下、実施例及び比較例を示し、本発明をより具体的に説明するが、本発明は下記の実施例に制限されるものではない。

【0031】

[実施例，比較例]

ボロンがドーパされ、厚さ0.2mmにスライスして作製された比抵抗が約 $1 \cdot \text{cm}$ のp型の多結晶シリコンからなるp型シリコン基板に外径加工を行うことによって、一辺15cmの正方形の板状とした。そして、このp型シリコン基板をフッ硝酸溶液中に15秒間浸漬させてダメージエッチングし、さらに2質量%のKOHと2質量%のイソプロピルアルコール(IPA)を含む70の溶液で5分間化学エッチングした後に純水で洗浄し、乾燥させることで、p型シリコン基板表面にテクスチャ構造を形成した。

20

【0032】

次に、このp型シリコン基板に対し、 $\text{POCl}_3$ ガス雰囲気中において、870の温度で30分間の条件で熱拡散法により、p型シリコン基板上にn層を形成した。ここで、n層のシート抵抗は約 $40 /$ であった。そして、n層上に耐酸性樹脂を形成した後に、p型シリコン基板をフッ硝酸溶液中に10秒間浸漬することによって、耐酸性樹脂が形成されていない部分のn層を除去した。その後、耐酸性樹脂を除去することによって、p型シリコン基板の表面のみにn層を形成した。

【0033】

続いて、アンモニアガス、シラン及び窒素ガスを用いたプラズマCVD法により、p型シリコン基板のn層が形成されている表面上に、反射防止膜となるSiNを厚さ100nmで形成した。次に、反射防止膜が形成された基板の裏面に、導電性アルミニウムペーストを印刷し、150で乾燥させた。その後、表面にスクリーン印刷法を用いて、導電性銀ペーストを用いて、集電極を形成し、150で乾燥させた。

30

【0034】

次いで、図4に示すようなワイヤー式ウォーキングビーム焼成炉に、これまでの処理済の基板を投入することにより、最高温度800で導電性ペーストを焼成して電極を焼成した。この際、ワイヤーに電流を流すことで、加熱部内の雰囲気温度とワイヤーの温度が等しくなるよう制御した。焼成炉内(加熱部)の温度はK型熱電対((株)キーエンス製)を導入させることで、ワイヤーの温度はワイヤーにK型熱電対を接触させておくことで測定した。その結果、この場合のワイヤーの温度は、加熱部内雰囲気温度とほぼ等しいことが確認された(ワイヤー温度:795)。それに伴って、ワイヤーに何も処理しない場合と比較すると、高温のアルミニウムが低温のワイヤー上へ固着するという現象がなくなり、結果的にワイヤー上へのアルミニウムの堆積を防ぐことができた。これにより、ワイヤー上のアルミニウムの堆積物にアルミニウム電極が傷つけられることによる歩留まり低下、アルミニウム電極の傷が突起状になったものをスタックすることで、突起が基点となり基板を破壊することによる歩留まり低下を抑えることができた。また、ワイヤーの温度が低いことによる基板の面内の電極ペースト焼成むらを小さくすることで、抵抗やBSFの分布を小さくして変換効率低下も抑えることが可能になった。更に、アルミニウム電

40

50

極の傷が基点となる、セルの経年劣化の促進を抑えて、モジュールの寿命を延ばすことができた。

【 0 0 3 5 】

表 1 に、上記方法で 1 0 0 0 枚の太陽電池素子の焼成を行った際の、太陽電池特性と焼成工程による歩留まりを示す。この場合の歩留まりは、焼成工程に投入した基板の枚数に対して、上記のような問題（割れ、突起、外観異常など）が発生しなかった良品率を示したものである。

【 0 0 3 6 】

一方、比較例として示した特性は、本実施例と同じワイヤー式焼成炉で、ワイヤー加熱を行わずに焼成を行ったものである。このときも、焼成炉内（加熱部）の温度は K 型熱電対を進入させることで、ワイヤーの温度はワイヤーに K 型熱電対を接触させておくことで測定した。その結果、ワイヤーの温度は、加熱部内雰囲気温度より約 5 0 低いことが確認された。表 1 に示すように、本発明による焼成炉を用いることで、比較例の焼成時と比較すると、太陽電池特性と歩留まりの上昇が見込める。ワイヤー部分の温度低下がなくなることが主な要因である。

【 0 0 3 7 】

【表 1】

	歩留まり (%)	変換効率 (%)
実施例	97.7	14.9
比較例	95.4	14.8

【符号の説明】

【 0 0 3 8 】

- 1 太陽電池素子
- 2 基板
- 3 n 型不純物層
- 4 反射防止膜
- 5 裏面電極
- 6 B S F 層
- 7 表面集電極
- 1 1 , 2 1 , 3 1 基板
- 1 2 メッシュベルト
- 1 3 , 2 3 , 3 6 加熱部
- 1 4 , 2 4 , 3 7 冷却部
- 3 4 , 3 5 ロール
- 1 5 , 2 5 駆動部
- 1 6 , 2 6 ローラー
- 1 7 洗浄槽
- 2 2 ワイヤー式搬送部材
- 3 2 固定ワイヤー（固定ビーム）
- 3 3 可動ワイヤー（可動ビーム）

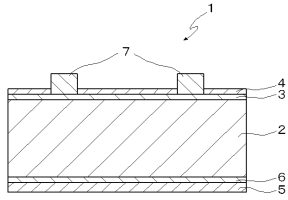
10

20

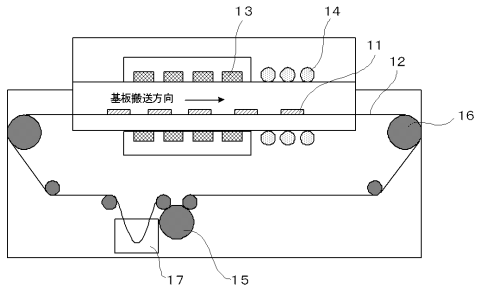
30

40

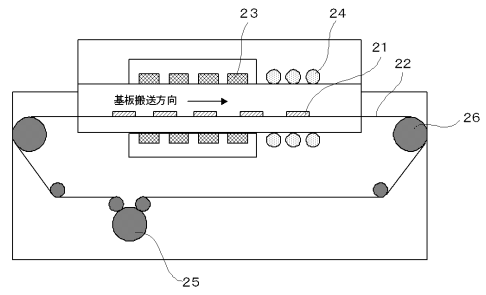
【圖 1】



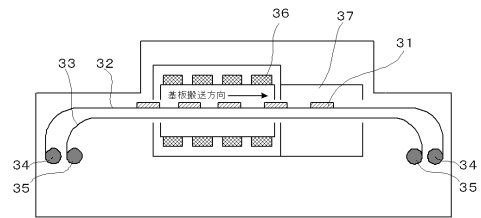
【圖 2】



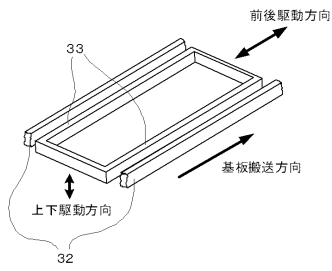
【圖 3】



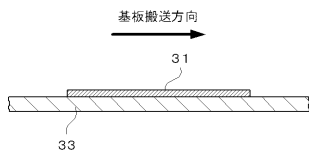
【圖 4】



【圖 5】



【圖 6】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
F 2 7 D 3/12 (2006.01) F 2 7 D 3/12 Z

(72)発明者 渡部 武紀  
群馬県安中市磯部二丁目13番1号 信越化学工業株式会社 精密機能材料研究所内

(72)発明者 大塚 寛之  
群馬県安中市磯部二丁目13番1号 信越化学工業株式会社 精密機能材料研究所内

審査官 金丸 治之

(56)参考文献 特開2003-292154(JP,A)  
特開2003-124609(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H 0 1 L 3 1 / 0 4  
B 6 5 G 4 9 / 0 0  
B 6 5 G 4 9 / 0 6  
F 2 7 B 9 / 0 6  
F 2 7 B 9 / 2 4  
F 2 7 D 3 / 1 2  
H 0 1 L 2 1 / 6 7 - 2 1 / 6 8 7