

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4005912号

(P4005912)

(45) 発行日 平成19年11月14日(2007.11.14)

(24) 登録日 平成19年8月31日(2007.8.31)

(51) Int. Cl. F I
H O 1 L 31/04 (2006.01) H O 1 L 31/04 H

請求項の数 11 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2002-528849 (P2002-528849)	(73) 特許権者	500242786
(86) (22) 出願日	平成13年8月30日(2001.8.30)		フラウンホファー ゲセルシャフトツール
(65) 公表番号	特表2004-509474 (P2004-509474A)		フェールデルンク ダー アンゲヴァン
(43) 公表日	平成16年3月25日(2004.3.25)		テン フォルシュンク エー. ファオ.
(86) 国際出願番号	PCT/EP2001/010029		ドイツ連邦共和国 80686 ミュンヘン,
(87) 国際公開番号	W02002/025742		ン, ハンザシュトラーセ 27ツェー
(87) 国際公開日	平成14年3月28日(2002.3.28)	(74) 代理人	100091096
審査請求日	平成15年8月15日(2003.8.15)		弁理士 平木 祐輔
(31) 優先権主張番号	100 46 170.0	(74) 代理人	100102576
(32) 優先日	平成12年9月19日(2000.9.19)		弁理士 渡辺 敏章
(33) 優先権主張国	ドイツ(DE)	(74) 代理人	100100169
			弁理士 大塩 剛
		(72) 発明者	プロイ, ラルフ
			ドイツ連邦共和国 フライブルク 791
			02, タルシュトラーセ 10
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 誘電層を介した半導体/金属の接触を作成する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

少なくとも1枚のパッシベーション層であるシリコン系誘電層(12)で被覆したシリコン系半導体層(13)を電氣的に接触させる方法であって、
金属層(11)を前記誘電層(12)上に配置するステップと、

レーザ光源(9)からのレーザ光の照射によって、前記半導体層上で、一時的且つ局所的に、線状にて、又は、線状パターン上の複数の位置にて、又は、点状パターン上の複数の位置にて、前記金属層(11)を加熱し、それによって、前記半導体層上で、前記線状にて、前記線状パターンにて、又は、前記点状パターンにて、前記金属層(11)、前記誘電層(12)、及び、前記半導体層(13)からのみによって構成された局所の熔融混合物を形成するステップと、

前記熔融混合物を固体化して、前記金属層(11)と前記半導体層(13)の間に所定の接触抵抗率を有する電氣的接触を形成するステップと、

を有し、

前記電氣的接触の周囲の前記半導体と前記誘電層は、前記金属層の局所的な加熱の間、過度の加熱によって、変化しないことを特徴とする方法。

【請求項2】

前記レーザ光源(9)からのレーザ光の照射エネルギーを制御することによって、前記誘電層及び前記半導体層を露出させ、前記半導体層の表面を選択的に溶解することを特徴とする請求項1に記載の方法。

10

20

【請求項 3】

いくつかの電氣的接触点または電氣的接触線の組み合わせにより、裏面接触が形成されることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記金属層 (1 1) と前記半導体層 (1 3) が、1 枚の誘電層 (1 2) のみによって相互に分離されていることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記誘電層 (1 2) の材料として、窒化シリコンおよび二酸化シリコンの少なくとも 1 つを使用していることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記誘電層 (1 2) のシリコン含有量が多く、シリコンの割合が、シリコンがシリコン以外の成分と化学反応を起こすのに必要な量より多いことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

10

【請求項 7】

前記金属層 (1 1) がアルミニウムから成ることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

前記金属層が、蒸着またはスパッタリングによって製造されていることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

局所的に加熱された前記半導体層 (1 3) の表面は、前記金属層からの原子と同一の局所的なドーピングレベルを有し、固体化後に前記金属層は、接触する前記半導体層 (1 2) と同じ極性を持ち、前記金属層は、その中に組み込まれた電場のために、半導体 / 合金の界面における再結合率を減少させることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

20

【請求項 10】

前記半導体層 (1 3) の半導体材料として p ドープシリコンを使用することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 11】

接触フィンガ、電圧源、電流測定装置、レーザ電力制御装置、及び、測定ブロックを用意し、前記金属層が配置された前記半導体層を前記測定ブロックの上に配置し、前記接触フィンガを前記金属層に接触させることにより、前記金属層、前記接触フィンガ、前記電圧源、前記電流測定装置、前記レーザ電力制御装置、前記測定ブロック及び前記半導体層からなる電気回路を形成し、前記電圧源により所定の電圧を前記接触フィンガと前記測定ブロックの間に印加し、それによって予め設定された電流が前記電流測定ユニットを介して流れたとき、前記レーザ電力制御装置によって前記熔融混合物を形成するステップ及び前記電氣的接触を形成するステップを停止することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

30

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、少なくとも 1 枚の誘電層で被覆した半導体の表面を電氣的に接触させる方法に関し、該表面は、特に伝導性のパッシベーション層で被覆した太陽電池の p 伝導ベース層を接触させるために、電氣的に接触される。

40

【0002】

【従来の技術】

既に、太陽電池の産業製造は、競争の理由から、最大の効率を有する太陽電池製造、すなわち、太陽電池に到達するエネルギーの流れからの可能な限り高い電流生成へのアプローチ、また、製造費用を、これと密接に関連した製造コストと共に可能な限り低く維持するアプローチによって左右される。

【0003】

最適化した太陽電池の製造に考えられる方法をより良く理解するために、以下の記述を提示する。

50

【0004】

太陽電池は、光を電気エネルギーに変換するための装置である。通常、太陽電池は、 n -ドープまたは p -ドープ半導体領域を備えた半導体材料から成る - ほとんどの太陽電池はシリコンで製造される。半導体領域は、本質的に既知の方法において各々エミッタまたはベースと呼ばれる。太陽電池に入射する光が、太陽電池内で正および負の担体を生成し、これらの担体は、いわゆる pn 接合と呼ばれる、 n -ドープ（エミッタ）と p -ドープ（ベース）半導体領域間の界面において互いに離される。互いに離間したこれらの担体を移動させるために、エミッタおよびベースと接続した金属接触部を用いてもよい。

【0005】

最も単純な形態では、太陽電池は、ベース2と全領域に亘るエミッタ3で構成され、エミッタ3は、光に面した側面、つまり太陽電池の表面の上に配置されている。説明のために、ここでは、従来太陽電池を示す図1を参照する。

10

【0006】

ベース2の電気接触を確立するために、通常、太陽電池1の裏面全体に金属層4が設けられこの金属層4の上には、例えば $AlAg$ のような適切な裏面接触伝導体5が付加される。太陽電池金属接触部上への反射による光の損失を可能な限り少なくする目的で、エミッタ3が金属格子6と接触される。つまり、太陽電池の表面の最小範囲を被覆するべく、金属格子6がフィンガ構造を呈する。太陽電池1の電力生産を最適化するべく、反射によって生じる光損失を可能な限り最小に維持するためのさらなる試みがなされている。これは、太陽電池1の表面上に、いわゆる非反射性被覆の誘電層7（ARC）を付着することで達成できる。誘電層7の層の厚みは、エネルギー的に最も重要なスペクトル範囲にて、詳細には反射光の破壊的干渉が起きるように選択する。使用する非反射性材料は、二酸化チタン、窒化シリコン、二酸化シリコンであってよい。あるいは、またはこれに加えて、図2に示す太陽電池からも明らかであるように、エッチング手段または機械処理方法による適切な表面組織を製造することで反射を低減することが可能である。ここでは、エミッタ領域及びエミッタ上に付加された誘電層7は、太陽電池の構造的な表面上に入射する光が、ピラミッド状の形状となるよう設計された構造上にて結合の可能性が増加する構造を呈するように構成されている。図2の太陽電池の場合でも、エミッタ3と金属格子6の電気接触の確立は可能な限り優れており、図2では狭い接触フィンガのみを示している。表面の誘電層7は、一方で表面の機械的保護を確実にし、他方で、以降でより詳細に説明する表面再結合処理の減少に関する真性の効果も呈するパッシベーション層として機能する。

20

30

【0007】

太陽電池が電氣的に接触したら、表面と裏面を区別する必要がある。太陽電池の裏面では、主に低い接触および伝導抵抗率により他を凌ぐ接触の確立が試みられる一方で、表面において最大値の光を太陽電池内へ結合させることがさらに必要である。このために、通常、抵抗損失とシェーディング損失の両方を低く保つために、図1で明白なように表面に櫛型構造が形成される。通常、全範囲を被覆する接触部、または格子状の形状に構造された接触部が使用される。

【0008】

高い効率を持った太陽電池の表面は、優れた電気接触によってだけでなく、さらに、表面再結合の割合の低さによってもより優れている。これは、少数の荷電担体が太陽電池の表面上に到達し、そこで再結合し、エネルギーの生成に貢献しないために、相当な効率の減少を招いてしまう可能性が低いことを意味する。

40

【0009】

これは、(a)少数の担体しか表面上に到達しない効果、または(b)これらが低い可能性でのみ表面上で再結合する効果により実現することができる。

【0010】

方法(a)は、表面範囲内で異質原子による高レベルのドーピングするか、または、表面上に誘電層を付加する一方で、半導体と誘電層の間の界面内に不変の電荷が統合されるこ

50

とで実現できる。エミッタを表面に異なるレベルでドーピングすることにより、高いドーピングレベルが実現される一方で、支持部として、いわゆる「裏面範囲」と呼ばれる裏面範囲が裏面に統合される。

【0011】

しかし、高いドーピングレベルには、太陽電池の表面上での再結合の可能性が低減しても、太陽電池層内での再結合は増加してしまうという欠点が常に伴う。さらに、例えば、非反射性被覆として特に効果的に機能する窒化シリコン層によって電荷も統合される。

【0012】

方法(b)は、表面上で破壊されるシリコン結合の飽和により表面の再結合状態が低減し、これにより、上述したように非反射性被覆として表面にも使用できる窒化シリコンまたは二酸化シリコンの層により完全に飽和しないことで実現される。このパッシベーションは、表面と裏面の両方に適用することができ、また、効率の高い太陽電池の最も重要な特徴の1つを構成する。

10

【0013】

このような効率の高い太陽電池の別の特徴には、低い接触および伝導抵抗率を呈する狭く($< 40 \mu\text{m}$)高い表面の接触($> 10\text{mm}$)がある。格子フィンガとして構成された表面接触は、可能な限り最小の太陽電池範囲を被覆するべきであり、すなわち、最狭の形態で設計されなければならない。さらに、太陽電池内で分離される担体を移動するために、格子フィンガの伝導抵抗率は可能な限り低くあるべきであり、これは、その線断面は可能な限り大きくなければならないことを意味する。

20

【0014】

太陽電池の裏面接触のための最も重要な既知の金属被覆技術を以下に示す。

【0015】

(A) スクリーン印刷技術

スクリーンを介して、表面範囲全体にアルミニウムペーストを印刷する。次に、高温のステップにおいて、約700~800の温度を10~30秒間維持する。この作業により、音響電気接触が実現される一方で、アルミニウムシリコン合金「裏面範囲」が形成される。これは、裏面接触部を製造するために業界内で最も一般的に使用されている処理方法である。

【0016】

(B) 範囲全体にかけての蒸着

蒸着により、範囲全体にかけて金属被覆を施す。

30

【0017】

(C) 写真平板技術と蒸着

第一に、二酸化シリコンのような、大部分に保護膜を被せる誘電層を使用する。次に、いわゆるエッチングレジストと呼ばれる感光フィルムの露光、現像、洗浄によって、事前に付加した誘電層にまで所望の構造が露出される。次に、後続のエッチング作業において、誘電層がシリコンウェーハに対して開放される。層を解放し、感光エッチングレジストを除去した後に、太陽電池の裏面に金属被覆を施すことができる。次に、例えば蒸着によって、裏面接触を全範囲にかけて付加することができる。

40

【0018】

従来の写真平板処理は、 $1 \mu\text{m}$ 未満までの構造サイズの製造に適している。しかし、写真平板は比較的高価な技術であるため、太陽電池製造の業界で使用されることは殆どない。現在、20%よりも高い効率を備えた太陽電池の製造に使用されている大多数の処理には、いくつかの写真平板処理段階が含まれる。図2を参照して上述した太陽電池は、前述した2つの写真平板段階を使用することで製造できる。

【0019】

(D) 写真平板、局所的な高ドーピングおよび蒸着

この方法の1つの応用形は、接触部間への局所的な高ドーピングレベルの使用であるが、これにより、とりわけ接触特徴が向上する。従来の局所的な高ドーピングの実現は、ドー

50

ピング物質を放散させることで達成できるが、このドーピング物質は、放散前に付加すべきであり、また、その後再び除去すべきものである。最後に、(C)項において上述したように、接触を確立する。

【0020】

これらの方法を適用することにより、これまでにシリコン上において、約24%という最高効率レベルが実現されている。しかし、この処理は非常に高価且つ複雑であるため、産業規模での太陽電池の製造を考慮した場合には除外される。

【0021】

(E) 写真平板技術に部分的に類似した方法で太陽電池の表面接触を作成するのに適した方法が、Dube等による米国特許第5,011,565号の「点状の接触太陽電池およびその作成方法」に記載されている。該特許は、太陽電池のタイプと、その製造方法についても記載している。太陽電池の表面には、レーザ、特にYAGレーザの手段により線状に配置した点の上で開放した誘電性被覆を備えている。点は、画定した間隔にて付加される。次に、化学薬品浴内でニッケルと銅を付着することにより、接触プロパー形成が実現される。この作業は、点状接触間の距離を橋渡しする。

10

【0022】

(F) 類似の接触方法が、米国特許第4,626,613号に記載されている。この場合、接触のために、太陽電池の表面の保護膜である誘電層にかけてトラフが形成され、このトラフは、実質的に接触金属で充填される。トラフは、機械構造技術または、好ましくはレーザ切除によって製造される。この方法は、産業規模で電池の表面を接触するために使用される。

20

【0023】

(G) 特許文書PCT/AU99/00871は、半導体層からの放散に基づいた接触方法を開示しており、この場合、金属層が、レーザ源を用いて、最適レベルでエネルギーを付加する手段により、電氣的に絶縁する中間層と、高いドーピングレベルを呈する第2電気伝導性半導体層を備えた低いドーピングレベルの半導体層を介して接触される。導入された高度の光エネルギーのために、半導体層からの放散が開始されるが、この半導体層は、その高いドーピングレベル故に接触が単純であり、従来技術を参照して記述した実施形態の意味における電気接触の形成のために受け入れられる。

【0024】

この技術を適用した場合、その高いドーピングレベル故に、処理工学の見地から接触が単純である半導体層が接触されるが、接触されない中間の半導体層と同様に、必要な高エネルギー供給源により生じた、電氣的に絶縁する分離層が容認できないレベルの多大なダメージを受ける。

30

【0025】

(H) 裏面を接触するためのさらに単純な方法が、2000年にイギリス、グラスゴーにて開催された第16回のEuropean Photovoltaic Solar Energy Conferenceの会議録である、R.Preu, S.W. Glunz, S. Schaefer, R. Luedemann, W. Wetting, W. Pfleging著の "Laser Ablation - A New Low-Cost Approach for Passivated Rear Contact Formation in Crystalline Silicon Solar Cell Technology" より知られている。この会議録では、太陽電池の裏面に、まず範囲全体に保護膜である誘電被覆を付加することで被覆し、この被覆は、パルスの短いレーザの手段によって、実質的に局所的に開放される。次に、範囲全体にかけてアルミニウム層が付加される。ウェーハを最高で400 またはそれ以上までに加熱することにより、音響電気接触を作成する。

40

【0026】

(I) さらに、誘電性被覆が範囲全体にかけて付加され、また、次に、例えばスクリーン印刷技術の手段によってペーストが局所的に付加される方法が周知となっており、この方法は、とりわけ、金属構成要素に加え、エッチング構成要素をも含んでいる。温度が上昇すると、このエッチング処理は、誘電性被覆が局所的に解放され、金属接触ペーストと基板の間に音響電気接触が形成されるように開始または促進される。

50

【 0 0 2 7 】

【 発明が解決しようとする課題 】

産業上のケースにおいて、概要を簡単に前述した範囲全体への蒸着と同様に、範囲全体（A）にアルミニウムペーストをスクリーン印刷する技術を用いてこれまでに製造された太陽電池は、写真平板技術を用いて製造した太陽電池の効率よりも確実に効率が低い。しかし、効率の割合が高いということは、太陽電池の値が明らかに増加することを意味する。写真平板の技術に基づいた技術（C）、（D）の適用は、現在では非常に高額且つ複雑であるため、高い割合の効率性が達成可能であるにもかかわらず実現されていない。

【 0 0 2 8 】

米国特許第5、011、565号、米国特許第4、626、613号に記述の方法によれば、誘電性被覆の除去中に、下に配置されているシリコンが損傷してしまうため、実際の作業では、追加のエッチング段階にて、シリコン材料の一部を除去する必要がある。

【 0 0 2 9 】

さらに、レーザ除去には、レーザビームで除去した材料が、処理する表面上に付着し、また、光線経路に設けられている可能性のある集光レンズのような光画像ユニット上に付着するという問題が頻繁に伴い、この問題は、除去処理に多大な悪影響を及ぼす。除去処理の中断は、必須の洗浄作業を行うために生じるものである。

【 0 0 3 0 】

洗浄に関連した類似の問題が方法（G）で発生するが、この場合、レーザ効果が及ぶ範囲下に設けられた領域全体、詳細には誘電性被覆に、溶融によって損傷が生じるために、この方法への、高効率の太陽電池の概念の適用が不適切となる。さらに、この従来の方法は、単に、高度にドーピングした半導体層を接触する上での1つの可能性に過ぎない。

【 0 0 3 1 】

最後に、レーザ除去方法（H）では、接触を行う上で、非常に優れた抵抗値を得るために、金属被覆を付加した後、300 よりも高い温度での後続の処理が必要であるが、これは、誘電性パッシベーション層のさらなる選択を制限する処理に追加の段階を加える必要があることを意味する。

【 0 0 3 2 】

方法（I）に関連したエッチング物質をさらに含む金属被覆ペーストの局所付加には、ペーストの製造が複雑且つコスト高であるため、蒸着において使用可能な純金属を用いるよりも明らかにコストが高くなるという欠点に伴う。これとは別に、金属被覆の前に表面を洗浄しなければならない。さらに、接触形成処理では裏面の範囲全体が高温に晒されるが、これにより、パッシベーション材料の選択が制限されるか、または、パッシベーション層が減損してしまう。さらに、裏面を、例えば格子形状に局所的にしか金属被覆していない場合には、セル内部での光の捕獲量が増加するため、範囲全体の金属被覆と比較して裏面の反射性が減少する。このため、光起電の有効な材料に若干だけ吸収される波長の光反射は、範囲全体を金属被覆した裏面の場合においてよりも相当に弱い。

【 0 0 3 3 】

【 課題を解決するための手段 】

したがって、本発明は、電氣的に接触させ、少なくとも1枚の誘電層で被覆する表面を電氣的に接触させる方法、特に、誘電性パッシベーション層で被覆した太陽電池のベース層を、従来技術において発生し、先行部分で述べた欠点を回避する形で接触させる方法の改善に伴う問題に基づいている。特に、一方で、高い割合の効率性を達成する必要性を満たし、他方で、可能な限り適切な価格における太陽電池の製造を容易にする、産業規模での効率的な太陽電池の製造が可能でなければならない。接触させない材料範囲の過熱、接触させる半導体材料、または、接触を包囲している誘電被覆の損傷、および、接触部形成作業中の汚染は完全に防止しなければならない。さらに、全ての環境下で、通常、半導体層内に過度のエネルギー量を導入した結果生じる、結合される可能性のあるドーピング半導体層からのドーピング原子の放散、例えば、太陽電池エミッタから接触させるベース材料内へのドーピング原子の放散、またはこの逆を回避することが目的である。

10

20

30

40

50

【0034】

本発明に伴う問題への解決方法が特許請求項1に定義されている。発明概念の適切な改善に関連する特徴は、従属請求項の課題である。

【0035】

本発明によれば、電気接続させられ、少なくとも1枚の保護膜的な誘電層で被覆された半導体層を電氣的に接触する方法が以下に示すように改善され（該被覆が、詳細には、誘電性パッシベーション層で被覆した、pn接合によって構成された太陽電池のベース層を接触させるためのものであり）、すなわち、パッシベーション層の範囲全体が金属層（好ましくはアルミニウム層）で被覆され、放射線源の手段のみによって、金属層、誘電被覆、および半導体層の一時的な局所熔融による接触が確立されるものである。半導体層の表面と同様に、アルミニウム被覆の熔融処理、および、アルミニウム層と半導体層の間に配置した誘電層が局所的且つ狭く画定されているため、局所的な熔融混合物が、固体化した後に半導体と金属層の間に電気接触を形成する個々の層の間に形成される。ここで、効率の高い太陽電池を製造するために、金属層とドーピングした半導体層の間に十分に低い接触抵抗性が得られる方法で、接触場所の直上のみにおいて層状の組み合わせが変形される。特に、注入したエネルギー量が、局所接触において十分に低い接触抵抗性が達成される形で制御される一方で、局所接触の付近において、層状の組み合わせの特徴への影響、特に、誘電層のパッシベーション効果が可能な限り回避されるべきである事実と、さらに、結合する半導体層から放散が開始されないという事実とに注意を払うべきである。

10

【0036】

本発明は、接触場所の画定されたパターンまたは画定されたアレイが、パッシベーション層を介して作成され、該パッシベーション層が1 μ m未満の厚み、また好ましくは10nm~500nmの範囲内の厚みを呈し、該場所において、好ましくはアルミニウムのような金属層に結合される、太陽電池のエミッタおよび/またはベース層である材料表面が、可能な限り結合される層を変更することなく、伝導的方法で接触されるという概念に基づく。金属層の厚みは、0.5~10 μ mである。好ましくは、金属層の厚みは約2 μ mである。半導体表面と共に、アルミニウムおよびパッシベーション層の局所加熱をレーザー放射によって、すなわち、アルミニウムの表面上にレーザー光を直接放射することで実施することが好ましく、アルミニウムの表面が高温に加熱されるため、該アルミニウム表面が接触され、半導体層の該表面が作成される、アルミニウム、誘電性被覆、およびその下に在るシリコン材料の表面の熔融混合物が、接触する半導体材料内に注入した熱の効果の有無に関わらず、相当な量になるため、下にある半導体層、例えば太陽電池のエミッタからドーピング物質の放散が開始されるか、または誘電層のパッシベーション効果が減少する。本発明によれば、3次的に非常に狭く制限された、半導体領域の深さの中にいかなる形でも全く延長していない接触領域が形成されるが、誘電層によって相互に離された金属層と半導体層の間の電気接触の延長は除外される。この効果に必要な条件は、パッシベーション層の下に設けられた半導体表面が、エネルギー注入によって可能な限り狭い範囲に熔融され、その一方で、これと同時に、数マイクロメートル(>20 μ m)の低接触深さが得られる。

20

30

【0037】

前述したように、光源としてレーザーが使用され、このレーザーは、パルスされたモードで動作し、接触場所を、適切なエネルギー密度で、複数の段階において放射することが好ましい。接触領域を結合する材料層に熱負荷を可能な限り小さく維持するためには、1~500ナノ秒のパルス長を備えた光パルスが最適であり、これによりその特徴、特に、誘電層のパッシベーション効果を温存する一方で、しかしこれと同時に、非常に優れた電気接触部を作成するべく、シリコンの表面を確実に熔融するために、熱による影響が十分長く維持されるか、または十分な回数だけ繰り返される。熔融した混合物の局所の固体化が、まず、アルミニウムでドーピングしたシリコン層が、接触する半導体表面上に形成され、アルミニウム接触プロパーがその上部に形成される。局所的なドーピングには、接触抵抗性を低下させ、ドーピング材料により生成された電場が、金属/シリコン間の界面上における再結合

40

50

の比率を低減させるという利点がある。

【0038】

総体的な発明概念をいかなる形でも限定することなく、本発明を、図面を参照しながら、例証的な実施形態により以下に説明する。

【0039】

【発明の実施の形態】

図1、図2は、従来技術について解説するためのこの説明の序文に記述されている従来の太陽電池をそれぞれ示している。特に、図2に示すように、最適化の理由から担体の表面の再結合を避けるべく、裏面上にパッシベーション層と、真性効果とを提供する太陽電池は、コストが可能な限り低く、信頼性が高い本発明の方法で製造されるべきことが好ましい。誘電層7はこれら実施形態の中心的役割を果たすが、これは、該層がここで考慮されている太陽電池のタイプの本質的な特性を構成し、また、表面の再結合を減少させ、これにより、電流の流れに貢献する担体の数を増加させるその機能が、この接触工程によって大幅に減じられてはならないためである。

10

【0040】

太陽電池の表面が完了したら、まず、シリコン含有量の高い窒化シリコンの薄いパッシベーション層に典型的な約60nmの厚みを適用する。図2を参照すると、誘電層7がパッシベーション層として機能している。パッシベーション特性を向上し、維持するために、約400のフォーミングガス環境において窒化シリコンが大幅に濃縮される。

【0041】

次のステップでは、全面にかけて、アルミニウムの金属層が典型的な2μmの厚みで付加される。このような層化構造を図3による上部実施形態に図示しているが、この上部実施形態は、裏面が上を向いた太陽電池の部分断面図であり、ここでは、エミッタ3を既に具備したSi半導体層13を表面に備え、その上にパッシベーション層である誘電層12が配置され、最後に、誘電層12の上にアルミニウムの金属層11が設けられている。尚、Si半導体層13の半導体材料として 0.1 cm^2 よりも高い抵抗率を有するpドーブシリコンを使用する。誘電層12のシリコン含有量はシリコン以外の成分より多く、シリコンの割合がシリコン以外の成分と化学反応を起こすのに必要な量より多い。

20

【0042】

次に、この方法で裏面を被覆した太陽電池は、接触格子を支持し、下方を向いたその表面が測定ブロック17(図4に示す。以降でより詳細に説明する。)の上に置かれるようにして配置され、また、該太陽電池は、図3に概略的に示した、ns範囲における短いパルス長にて点状の光パルス10を発生することが可能な光源9の下に置かれる。

30

【0043】

光源9は、図5に示す回転可能な鏡23を具備したシステム内に一体に設けられることが好ましく、この場合、鏡は、裏面全体にかけて分布した全ての接触箇所を数秒の内に処理することができる方法で、焦点レンズ24を介して、焦点面25に配置された太陽電池の裏面の異なる場所に、連続的に、短いインターバル且つ高速度にて光パルス10を当てる。レーザパラメータを適切に選択することで、全ての接触箇所にかけてこの工程を1回または数回繰り返した後に、金属層11と半導体層13の間に、十分に優れた電気接触を形成することができる。Si半導体層13と金属層11の間の接触抵抗率は 0.02 cm^2 よりも小さい。

40

【0044】

この工程ステップの最中に、太陽電池16の裏面の金属層、接触フィンガ18、電圧源20、電流測定ユニット21、レーザ電力制御装置22、測定ブロック17、太陽電池16の表面上の格子の間の電気回路が、接触フィンガ18を介して閉鎖されるが、該接触フィンガ18は、太陽電池の表面に対して直交方向に沿って可動で、絶縁エンベロープ19によって測定ブロックから電氣的に離されている。電圧源20により所定の電圧を太陽電池16内に印加すると、誘電層12の非伝導性の理由から、前述の層化構造を介した裏面接触8の形成前に、太陽電池16を介して電流が流れることはないが、点状の光パルス10

50

が前述の接触工程の実現を開始する。前述の接触方法により、誘電層 1 2 を介して金属層 1 1 と半導体層 1 3 の間に十分に優れた電気接触が形成された後のみに限り、付加した電圧によって事前に決定された電流が電流測定ユニット 2 1 を介して流れ、その結果、レーザ電力制御装置 2 2 が接触工程を停止する。この方法では、層化構造内への明確なエネルギー注入を処理できると同時に、半導体表面の熱負荷を接触させ、光を当てる場所付近の誘電層を十分に低レベルに維持することができる。

【 0 0 4 5 】

さらに、光パルス 1 0 が直接影響する範囲（図 3、下図を参照）において、Si 半導体層 1 3 と金属層 1 1 の間に電気接触を形成するために、光源 9 からの光パルス 1 0 の手段で、Si 半導体層 1 3 の表面と同様に、誘電層 1 2 を溶解することが可能である。図 4 に示す測定設定によるレーザ電力の制御により、厳密な、損傷度の低い工程制御が可能であり、電気短絡と、これによる太陽電池の破壊を招くエミッタ 3 の外の、太陽電池の裏面までへの意図しない散乱を防止することができる。

【 0 0 4 6 】

接触箇所 1 4 上への光エネルギーの局所付加における、厳密に制御されたレーザ電力を用いた前述の方法で、金属浴の形態の溶解により、金属層 1 1 のアルミニウムが制御された形態で付加されるが、この際、熔融アルミニウムの形成浴で構成された十分に安定な電気伝導性の合金 1 5 の形成直後に、該工程が終了し、誘電層 1 2 の各部分と同様に、シリコン半導体層 1 3 の表面が数マイクロメートルの深さにかけてのみ溶解する。

【 0 0 4 7 】

このように製造した太陽電池の第 1 試験では、非常に優れた接触特性において 1 9 . 3 % という高い効率が既に得られている。レーザ電力を厳密に制御しない工程を用いると、製造が全く不可能であり、熔融アルミニウム浴が遠くまで流されてしまうか、または、ドーピング原子が、エミッタ 3 から接触部を形成する合金 1 5 内へ未制御で散乱してしまうかのいずれかの理由により、接触する基礎材料と、エミッタを具備した太陽電池の表面との間が電氣的に短絡する可能性がある。

【 0 0 4 8 】

したがって、この方法には、従来技術と比較して以下に示すいくつかの利点がある。すなわち、一方で、現在の専門知識分野では、技術 (A)、(B) を用いることで、これよりも確実に高い太陽電池の効率が可能な、層化した構造を採用することが可能である。写真平版技術 (C)、(D) と比較すると、製造工程が確実に単純であり、より低コストで実現することができる。

【 0 0 4 9 】

方法 (E) と (H) を比較すると、材料への損傷は、アルミニウムを適度に混合することによって低減することができる。さらに、取り除きまたは除去によるよりも単純に熔融による付加の方がエネルギーが少なく済むため、同じ総エネルギー量で処理時間を短縮することが可能である。これとは別に、誘電層を除去する場合よりも、金属面を熔融する場合に、相当に効率的な、とりわけ更に効率的な層システムが利用可能である。熔融の直後に接触が既に形成されるため、局所的な接触部周囲の材料の除去による汚れまたは汚染を防止することができる。これとは別に、アルミニウムの混合によって、非常に優れた接触値が得られると同時に、接触部の再結合が可能になる。方法 (I) と比較すると、調合が複雑なペーストではなく、基本金属を接触部分に使用することもできる。本発明によれば、単純な処理の実施によっても、より低コスト製造できる可能性が高い。制御され、局所みの加熱、さらに、方法 (I) で予測されるように、温度上昇によってパッシベーション効果が減少する、熱に敏感な材料の使用が可能になる。これとは別に、方法 (I) では、裏面の反射面を実現するためにさらなる処理段階が必要である。

【 0 0 5 0 】

最後に、本発明では、この理由から、裏面接触部を形成する上で、高効率の可能性を呈する比較的単純な製造方法を用いることが可能になるため、現在既知の別形態にかけても明確な利点を有する。

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

【図 1】従来技術による太陽電池を示す図である。

【図 2】従来技術による、パッシベーション層を備える、最適化された太陽電池を示す図である。

【図 3】金属層、その下のパッシベーション層、シリコン層の表面の局所熔融を示す図である。

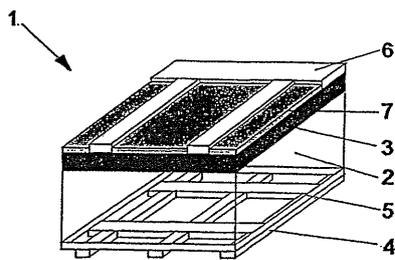
【図 4】接触処理を制御する装置を示す図である。

【図 5】本発明による接触方法を産業的に使用するためのレーザスキャナを示す図である。

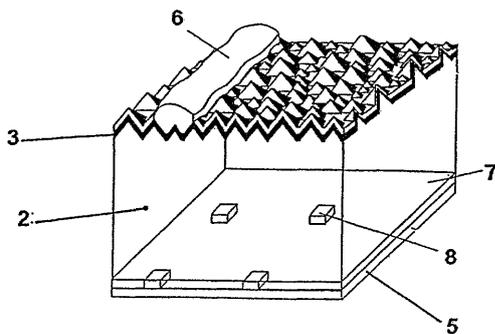
【参照符号の説明】

1 ... 太陽電池、 2 ... ベース、 3 ... エミッタ、 4 ... 金属層（接触電極）、 5 ... 裏面接触伝導体、 6 ... 金属格子、 7 ... 誘電層（パッシベーション層）、 8 ... 裏面接触、 9 ... 光源、 10 ... 光パルス、 11 ... 金属層、 12 ... 誘電層（パッシベーション層）、 13 ... 半導体層、 14 ... 接触位置、 15 ... 合金、 16 ... 太陽電池、 17 ... 測定ブロック（取り付けブロック）、 18 ... 接触フィンガ、 19 ... 絶縁エンベロープ、 20 ... 電圧源、 21 ... 電流測定ユニット、 22 ... レーザ電力制御装置、 23 ... 鏡、 24 ... 焦点レンズ、 25 ... 焦点面

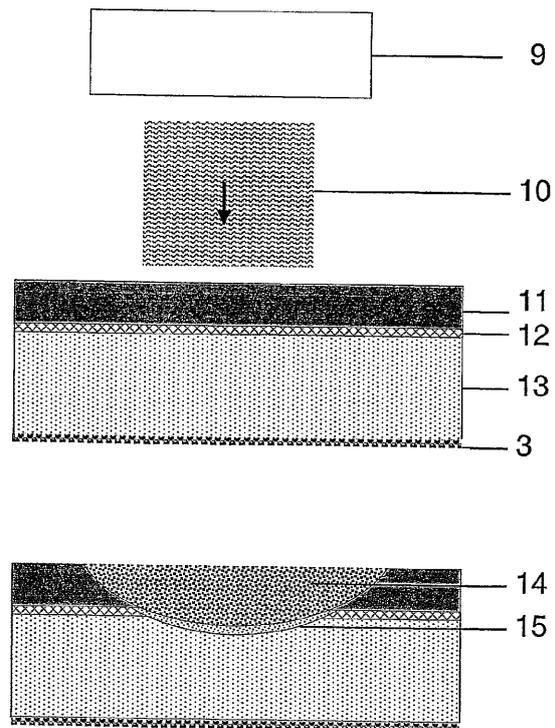
【図 1】



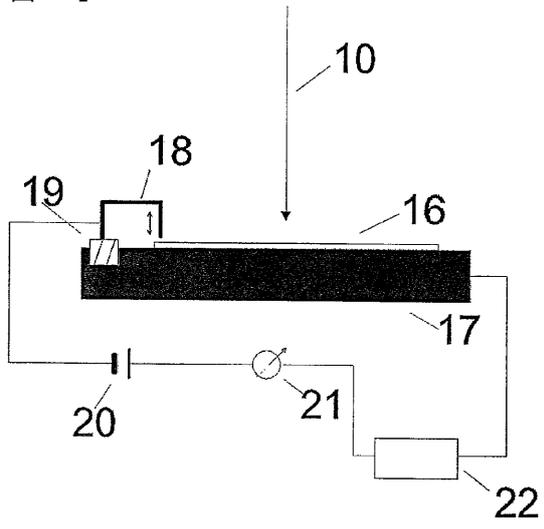
【図 2】



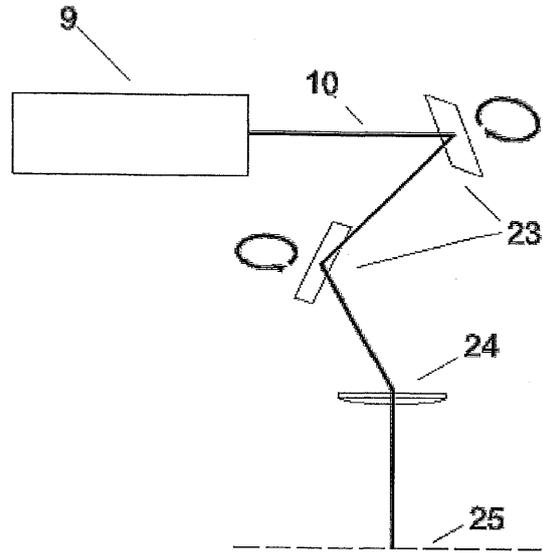
【図 3】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

- (72)発明者 シュナイダーレヒナー, エリック
ドイツ連邦共和国 フライブルク 79100, メルツハウザーシュトラッセ 10
- (72)発明者 グルンツ, ステファン
ドイツ連邦共和国 フライブルク 79098, シュロスベルクリンク 40
- (72)発明者 ルードマン, ラルフ
ドイツ連邦共和国 フライブルク 79100, マリー - キュリー - シュトラッセ 10

審査官 加藤 昌伸

- (56)参考文献 特開昭63-213340(JP, A)
特開昭62-089368(JP, A)
特開平03-179784(JP, A)
特開平05-315632(JP, A)
特開平08-055672(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L31/04-31/078
H01L21/28
H01L33/00