(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2010-103572
(P2010-103572A)
(43)公開日　平成22年5月6日(2010.5.6)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
H01L 31/04	(2006.01)	H01L 31/04	H	5F051

審査請求 有　請求項の数 3　ＯＬ　（全 7 頁）

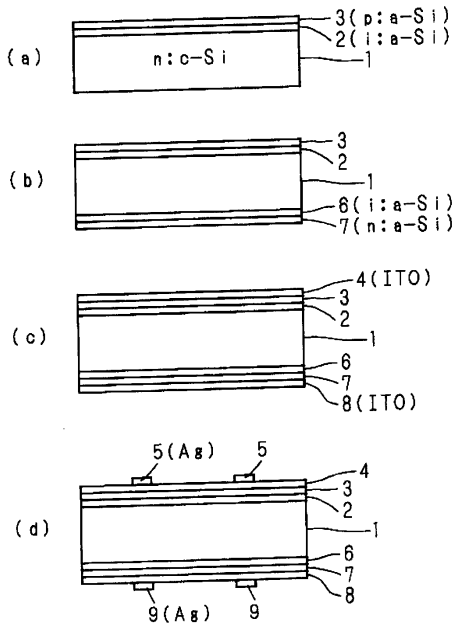
(21)出願番号　特願2010-25011 (P2010-25011)
(22)出願日　平成22年2月8日 (2010.2.8)
(62)分割の表示　特願2007-167066 (P2007-167066)の分割
原出願日　平成9年9月26日 (1997.9.26)

(71)出願人　000001889
三洋電機株式会社
大阪府守口市京阪本通２丁目５番５号
(74)代理人　100131071
弁理士　▲角▼谷　浩
(72)発明者　辻本　博信
大阪府守口市京阪本通２丁目５番５号　三洋電機株式会社内
(72)発明者　坂田　仁
大阪府守口市京阪本通２丁目５番５号　三洋電機株式会社内

Ｆターム(参考)　5F051 AA02 AA03 AA05 BA11 CA02 CA03 CA04 CA15 DA04 EA09 EA11 EA15 FA04 FA06 FA13 FA14 FA15 FA18 FA24 GA04

(54)【発明の名称】太陽電池素子の製造方法及び太陽電池素子

(57)【要約】
【課題】スクリーン印刷工程にて形成する集電極の表面の凹凸を低減してその抵抗値の低減化を図り、光電変換特性の向上にも寄与できる太陽電池素子の製造方法を提供する。
【解決手段】導電ペーストのスクリーン印刷により、太陽電池素子の集電極
５を形成する際に（ｄ）、そのスクリーン印刷処理を複数回繰り返す。この際、使用するメッシュのパターンを異ならせて、各回のスクリーン印刷処理を行う。複数のスクリーン印刷処理により、形成される集電極５の表面は平坦化する。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
結晶系シリコン基板を含み、表面に集電極を有する太陽電池素子の製造方法であって、
前記集電極の形成を、集電極形成位置における導電性ペーストの複数回の重ね印刷により行うことを特徴とする、太陽電池素子の製造方法。
【請求項２】
前記導電性ペーストの複数回の重ね印刷において、１回目に用いる導電性ペーストと２回目に用いる導電性ペーストの材料が異なっており、１回目に用いる導電性ペーストの材料に比べて２回目に用いる導電性ペーストの材料は半田との接続性が良い、請求項１記載の太陽電池素子の製造方法。
【請求項３】
結晶系シリコン基板を含み、表面に形成された集電極を有する太陽電池素子であって、
前記集電極は、集電極形成位置における導電性ペーストの複数回の重ね印刷により形成されていることを特徴とする太陽電池素子。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、太陽電池素子の製造方法及び太陽電池素子に関する。
【背景技術】
【０００２】
図５は、結晶系半導体と非晶質半導体とを用いたｐｉｎ接合を有する太陽電池素子の構造を示す断面図である。図５において、１は単結晶シリコン，多結晶シリコン等の結晶系半導体からなるｎ型の結晶系シリコン基板である。結晶系シリコン基板１の一方の主面上には、ｉ型の非晶質シリコン層２，ｐ型の非晶質シリコン層３がこの順に積層され、更にその上に、例えばＩＴＯからなる透光性導電膜４及びＡｇからなる櫛形状の集電極５が形成されている。結晶系シリコン基板１の他方の主面上には、ｉ型の非晶質シリコン層６，ｎ型の非晶質シリコン層７がこの順に積層され、更にその上に、例えばＩＴＯからなる透光性導電膜８及びＡｇからなる櫛形状の集電極９が形成されている。
【０００３】
このような太陽電池素子は、次のような手順にて製造される。まず、プラズマＣＶＤ法を用いて、結晶系シリコン基板１の一方の主面にｉ型の非晶質シリコン層２，ｐ型の非晶質シリコン層３を連続的に形成し、また、他方の主面にｉ型の非晶質シリコン層６，ｎ型の非晶質シリコン層７を連続的に形成する。次に、スパッタリング法にて、非晶質シリコン層３及び非晶質シリコン層７上に透光性導電膜４及び透光性導電膜８を形成し、更に、スクリーン印刷法にて、透光性導電膜４及び透光性導電膜８上に櫛形状の集電極５及び集電極９を形成する。
【０００４】
このような構造の太陽電池素子では、結晶系シリコン基板１以外の各層の形成を、プラズマＣＶＤ法，スパッタリング法，スクリーン印刷法等の方法を用いて全て200℃以下の温度で行うことができるので、基板の反りの発生を防止でき、しかも製造コストの低減化を図ることができる。このような構造の太陽電池素子では、非晶質シリコン層２，３，６，７への熱的ダメージを抑えるために、低温環境にて作製されるので、集電極５，９用のＡｇペーストも低温・乾燥用のペーストが使用されており、このため抵抗値が高くなっている。
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
図６は、上述した太陽電池素子の製造方法で利用される導電性ペースト（Ａｇペースト）のスクリーン印刷工程を示す模式図であり、図６（ａ）はその処理工程の中途を示し、図６（ｂ）はそれが終了した後の電極の形状を示している。乳剤11及びメッシュ12を一体

化させ、電極を形成する部位に対応して乳剤11を欠損させたスクリーンメッシュ17を下地体13に被せ、スキージ14を移動させて導電ペースト15を下地体13上に塗布して、所定幅の電極16を形成する。

【０００６】

このようなスクリーン印刷処理にあっては、１回の印刷処理で120 μｍの線幅に対して40μｍの厚さが限界でありバラツキも多い。また、図６（ｂ）に示すように、メッシュ12のパターン形状に起因する電極16の凹凸が大きい。このような原因により、抵抗が高くなって、電流のロスが大きく、光電変換特性の向上を阻害する要因となっている。

【０００７】

本発明は斯かる事情に鑑みてなされたものであり、スクリーン印刷工程にて形成する電極の表面の凹凸を低減してその抵抗値の低減化を図ることができ、光電変換特性の向上にも寄与できる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。

【０００８】

本発明の他の目的は、タブを容易に集電極に付けることができ、集電極とリード線との密着性も良好となる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にある。

【課題を解決するための手段】

【０００９】

請求項１に係る太陽電池素子の製造方法は、導電性ペーストをスクリーン印刷して集電極を形成する工程を有する太陽電池素子の製造方法において、前記導電性ペーストのスクリーン印刷処理を複数回繰り返すことを特徴とする。

【００１０】

請求項２に係る太陽電池素子の製造方法は、請求項１において、前記複数回のスクリーン印刷処理毎に、スクリーンメッシュのパターンを異ならせることを特徴とする。

【００１１】

請求項３に係る太陽電池素子の製造方法は、請求項１または２において、前記導電性ペーストはＡｇを主成分とすることを特徴とする。

【００１２】

請求項４に係る太陽電池素子の製造方法は、請求項１～３の何れかにおいて、前記複数回のスクリーン印刷処理において、１回目のスクリーン印刷処理と２回目以降のスクリーン印刷処理とで導電性ペーストの材料が異なっており、１回目のスクリーン印刷処理での導電性ペーストの材料に比べて２回目以降のスクリーン印刷処理での導電性ペーストの材料は、半田との接続性が良いことを特徴とする。

【００１３】

請求項５に係る太陽電池素子は、導電性ペーストの複数回のスクリーン印刷処理により形成された集電極を備えることを特徴とする。

【００１４】

本発明では、集電極を形成する際に、スクリーン印刷工程を複数回繰り返す。これにより、形成した集電極の表面の凹凸を低減して平坦化が可能となる。また、この際、使用するメッシュのパターンを異ならせて、各回のスクリーン印刷工程を行う。これにより、集電極表面の更なる平坦化を実現できる。表面の凹凸の低減によって、低温環境で使用される高抵抗な導電ペーストを用いても、集電極の抵抗が高くなることを防止でき、光電変換特性、特にF.F.（曲線因子）を向上できる。また、集電極の表面が平坦であるので、後工程のタブ付けを容易に行える。

【００１５】

本発明では、２回目以降のスクリーン印刷工程では、１回目のスクリーン印刷工程より、半田付け性が良い材料の導電ペーストを使用する。このようにすると、形成される集電極の表面が半田との接続性が良好な材質となるので、タブが付け易く電流取り出し用のリード線の密着性も向上できる。

【発明の効果】

【００１６】

以上のように、本発明の太陽電池素子の製造方法では、導電性ペーストのスクリーン印刷処理を２回以上繰り返して集電極を形成するようにしたので、スクリーンメッシュのパターンに起因する集電極表面の凹凸を低減でき、集電極を低抵抗化でき、光電変換特性の向上に寄与できる。また、この際、各印刷処理工程において、パターンが異なるスクリーンメッシュを使用すれば、より大きな効果を奏することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１７】

【図１】本発明の太陽電池素子の製造方法の工程を示す断面図である。

【図２】本発明の１回目のスクリーン印刷処理で使用するスクリーンメッシュと、それを用いた場合に形成される電極の形状とを示す図である。

【図３】本発明の２回目のスクリーン印刷処理で使用するスクリーンメッシュと、それを用いた場合に形成される電極の形状とを示す図である。

【図４】本発明により形成される集電極の形状を示す図である。

【図５】太陽電池素子の断面図である。

【図６】従来のスクリーン印刷工程を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【００１８】

以下、本発明をその実施の形態を示す図面を参照して具体的に説明する。図１は、本発明の太陽電池素子の製造方法の工程を示す断面図である。

【００１９】

まず、ｎ型の結晶系シリコン基板１の一方の主面に、SiH_4を用いたプラズマＣＶＤ法により、ｉ型の非晶質シリコン層２を形成し、続いてその上に、SiH_4とB_2H_6との混合ガスを用いたプラズマＣＶＤ法により、ｐ型の非晶質シリコン層３を形成する（図１（ａ））。また、結晶系シリコン基板１の他方の主面に、SiH_4を用いたプラズマＣＶＤ法により、ｉ型の非晶質シリコン層６を形成し、続いてその上に、SiH_4とPH_3との混合ガスを用いたプラズマＣＶＤ法により、ｎ型の非晶質シリコン層７を形成する（図１（ｂ））。

【００２０】

次に、スパッタリング法により、非晶質シリコン層３と非晶質シリコン層７との上に、何れもＩＴＯからなる透光性導電膜４と透光性導電膜８とをそれぞれ形成する（図１（ｃ））。最後に、Ａｇペーストを用いたスクリーン印刷法により、透光性導電膜４と透光性導電膜８との上に、集電極５と集電極９とをそれぞれ形成する（図１（ｄ））。

【００２１】

本発明では、上述した工程において、Ａｇペーストを用いたスクリーン印刷法により集電極５を形成する際に、スクリーンメッシュのパターンを換えて印刷処理を２回繰り返す。図２，図３は、本発明で使用する、パターンが異なる２種のスクリーンメッシュと、それらのスクリーンメッシュを使用して形成される電極の形状を示す図である。図２（ａ），（ｂ）は１回目の印刷処理に使用するスクリーンメッシュＡ，それを使用した場合の印刷後の電極の形状を表し、図３（ａ），（ｂ）は２回目の印刷処理に使用するスクリーンメッシュＢ，それを使用した場合の印刷後の電極の形状を表している。電極を形成する部分において、スクリーンメッシュＡ，Ｂの横線のピーク位置がずれており、形成される電極の凹凸形状も異なっている。

【００２２】

本発明では、１回目の印刷処理では図２に示すようなスクリーンメッシュＡを使用し、２回目の印刷処理では図３に示すようなスクリーンメッシュＢを使用する。このようにして線幅0.12ｍｍの集電極５を形成した場合の各回の印刷処理終了後における厚さのバラツキの実験結果を下記表１に示す。

【００２３】

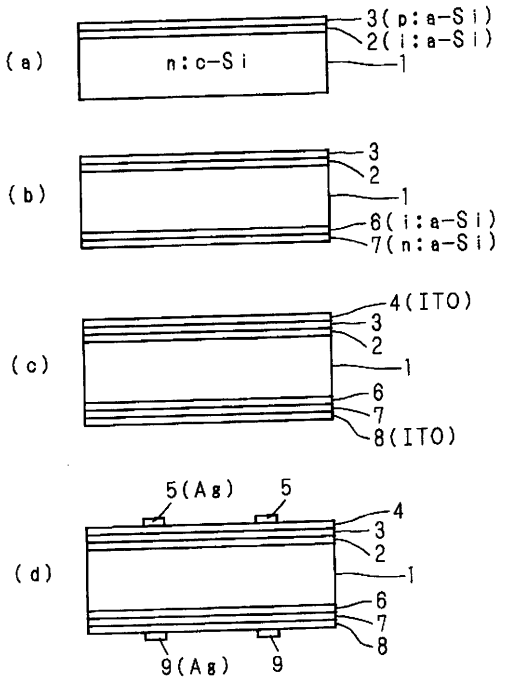
【表１】

	厚　　さ
１回目印刷後	３８μｍ±２５％
２回目印刷後	５０μｍ±９％

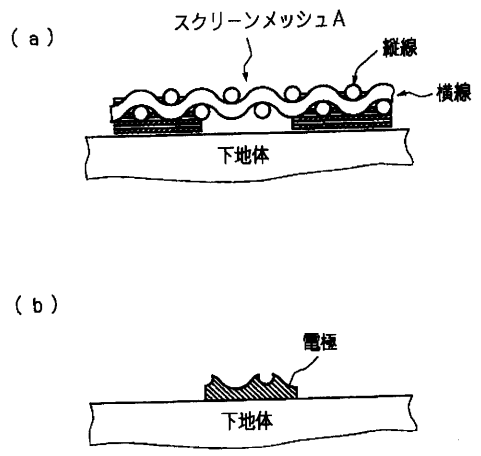
【００２４】
表１の結果から、このように２つの異なるパターンを有するスクリーンメッシュＡ，Ｂを用いて重ね印刷を行うことにより、形成される電極の凹凸を低減できていることが分かる。これは、各スクリーンメッシュＡ，Ｂのパターンに起因する凹凸が重ね印刷により相殺されたことと、Ａｇペーストは粘性が高くて印刷処理を２回繰り返すことにより圧力の低い所にＡｇが流れたこととに起因する。
【００２５】
以上のようにして、メッシュのパターンを異ならせて印刷処理を２回繰り返すことにより、図４に示すように、表面の凹凸を低減して平坦化した集電極５を形成することができる。
【００２６】
次に、以上のようにして製造された太陽電池素子の特性について説明する。まず、集電極５の抵抗値は、その表面の凹凸の低減に応じて、従来の方法（１回のスクリーン印刷）で製造した太陽電池素子に比べて、25%だけ低減できた。また、光電変換特性の１つであるF.F.は、従来例が0.70であったのに対して0.75となり、7.1%向上することができた。更に、この太陽電池素子を多数直列接続して配置した103ｍｍ角の太陽電池の出力を調べた結果、従来例に比して６％向上できたことを確認した。
【００２７】
なお、上記例では、パターンが異なるスクリーンメッシュを使用したが、同一のスクリーンメッシュを用いて２回の印刷処理を繰り返した場合にも、従来例と比較して、抵抗値を20%低減でき、F.F.も6.3%向上することができた。
【００２８】
また、使用する導電性ペーストとして、ＣｕペーストまたはＡｌペーストを上述のＡｇペーストに代えて用いた場合にも、Ａｇペーストの場合と同様な特性が得られた。
【００２９】
上記例では、２回のスクリーン印刷工程において同種の導電性ペーストを使用したが、異種の導電性ペーストを使用するようにしても良い。このような場合には、１回目にはＡｇペーストを使用し、２回目にはこのＡｇペーストより半田付け性に優れたＣｕペースト，Ｃｒペースト等を使用するようにすれば、後工程においてタブを集電極５に付け易くなり、集電極５からタブが外れ難くなり、後のプロセスで太陽電池素子が取り扱い易くなるという利点がある。
【符号の説明】
【００３０】
１　結晶系シリコン基板
２，６　非晶質シリコン層（ｉ型）
３　非晶質シリコン層（ｐ型）
４，８　透光性導電膜
５，９　集電極

７　非晶質シリコン層（ｎ型）
Ａ，Ｂ　スクリーンメッシュ

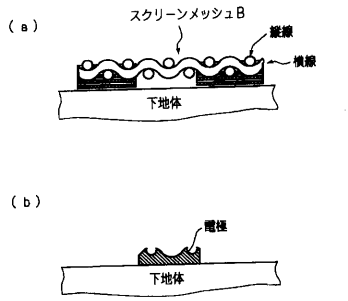
【図１】



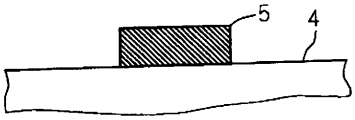
【図２】



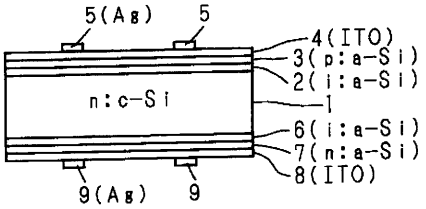
【図３】


(a)
スクリーンメッシュB
縦線
横線
下地体
(b)
電極
下地体

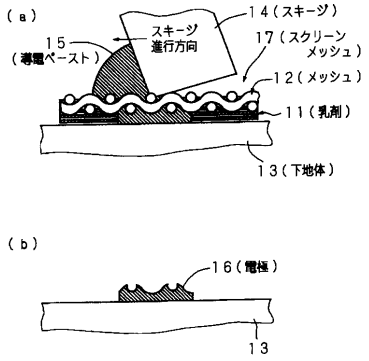
【図４】


5
4

【図５】


5(Ag)
5
4(ITO)
3(p:a-Si)
2(i:a-Si)
n:c-Si
1
6(i:a-Si)
7(n:a-Si)
8(ITO)
9(Ag)
9

【図６】


(a)
14(スキージ)
スキージ
進行方向
15
(導電ペースト)
17(スクリーン
メッシュ)
12(メッシュ)
11(乳剤)
13(下地体)
(b)
16(電極)
13