明　細　書

発明の名称 ： 太陽電池の製造方法及び製膜装置

技術分野

[0001] 本発明は、太陽電池の製造方法及び製膜装置に関するものである。

背景技術

[0002] 一般に、太陽電池は、図１に示す構造を有する。図１において、１は、大きさが１００～１５０ｍｍ角、厚みが０．１～０．３ｍｍの板状で、かつ、多結晶や単結晶シリコン等からなり、ボロン等のｐ型不純物がドープされたｐ型の半導体基板である。この基板に、リン等のｎ型不純物をドープしてｎ型拡散層２を形成し、ＳｉＮ（窒化シリコン）等の反射防止膜３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印刷した後、乾燥・焼成することで裏面電極６とＢＳＦ（Ｂａｃｋ　Ｓｕｒｆａｃｅ　Ｆｉｅｌｄ）層４を同時に形成し、表面に導電性銀ペーストを印刷後、乾燥して焼成し、集電極５を形成することで製造される。なお、以下、太陽電池の受光面側となる基板の面をオモテ面（表面）、受光面側と反対側になる基板の面をウラ面（裏面）とする。

[0003] 上記のように、太陽電池はオモテ面での光の入射損を低減させるために、表面反射を抑制する反射防止膜としてＳｉＮ等の薄膜が形成されている。この薄膜形成工程では、光反射防止のための薄膜形成と同時にシリコン基板のパッシベーション効果が確認されている。このパッシベーションによれば、シリコン基板の界面準位密度を減らすことができるので、太陽電池の電気特性を高める効果があることが知られている。以下、このような太陽電池表面に形成される薄膜をパッシベーション膜とする。

[0004] 上記のような反射防止膜による太陽電池のパッシベーション効果を促進させるため、多結晶シリコン太陽電池のＳｉＮ反射防止膜を形成するＣＶＤ装置において、多結晶シリコン基板上にＳｉＮ反射防止膜を形成した後に、ＣＶＤのプロセス温度に維持、又はＣＶＤ温度のプロセス温度以上に加熱する

加熱室を備えるような装置が検討されている（例えば、特許文献１：特開２００８－３０６１４１号公報参照）。しかし、かかる方法で加熱することにより促進されるパッシベーションの効果は、多結晶シリコン太陽電池内部のダングリングボンドや粒界の不純物に対するものとされてきた。

そこで、パッシベーションの効果を更に高めることが望まれた。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開２００８－３０６１４１号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 従って、本発明は信頼性及び外観を損ねることなく、高い電気特性を持つ太陽電池の製造方法及び製膜装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明者らは、上記目的を達成するため鋭意検討を行った結果、パッシベーション膜を形成した後、アニールを行うことにより、パッシベーション膜によるパッシベーションの効果を、表面の界面準位密度の低減や単結晶シリコン太陽電池内部の再結合サイトの低減へと拡大し、更に太陽電池の直列抵抗をも低減させることができ、太陽電池の電気特性を高めることができることを知見し、本発明をなすに至った。

[0008] 従って、本発明は下記の太陽電池の製造方法及び製膜装置を提供する。

［１］半導体基板に対して、反射防止膜兼パッシベーション膜を形成した後、電極形成工程前にアニール工程を行うことを特徴とする太陽電池の製造方法。

［２］半導体基板に対する拡散層形成工程と電極焼成工程のいずれかもしくは両方の工程を含むことを特徴とする［１］記載の太陽電池の製造方法。

［３］半導体基板に対し拡散層を形成し、次いで拡散層上に反射防止膜兼パッシベーション膜を形成した後、アニール工程を行い、その後電極焼成工程

を含む電極形成工程を行う［１］又は［２］記載の太陽電池の製造方法。

［４］半導体基板がｐ型であり、受光面側にｎ型拡散層を形成し、その上に反射防止膜兼パッシベーション膜を形成した後、アニール工程を行うようにした［３］記載の太陽電池の製造方法。

［５］半導体基板がｎ型であり、受光面側にｐ型拡散層を形成すると共に、受光面と反対面側にｎ型拡散層を形成し、上記両拡散層上にそれぞれ反射防止膜兼パッシベーション膜を形成した後、アニール工程を行うようにした［３］記載の太陽電池の製造方法。

［６］前記パッシベーション膜がMgF_2、SiO_2、Al_2O_3、ＳｉＯ、ＳｉＮ、TiO_2、Ta_2O_5、ＺｎＳのいずれかもしくはそれらの積層であることを特徴とする［３］～［５］のいずれかに記載の太陽電池の製造方法。

［７］前記アニール工程を２００℃以上１０００℃以下で行うことを特徴とする［１］～［６］のいずれかに記載の太陽電池の製造方法。

［８］前記アニール工程の処理時間が１０秒以上９０分以下であることを特徴とする［１］～［７］のいずれかに記載の太陽電池の製造方法。

［９］前記アニール工程を空気、H_2、N_2、O_2、Ａｒのいずれかもしくはそれらの混合雰囲気中で行うことを特徴とする［１］～［８］のいずれかに記載の太陽電池の製造方法。

［１０］パッシベーション膜を形成する製膜装置において、前記パッシベーション膜形成後に、更に続けてアニール工程を行うことができる加熱室を備えることを特徴とする製膜装置。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、以上のようにアニールを行うことで、信頼性及び外観を損ねることなく太陽電池の電気特性を改善することができる。このため、高い電気特性と信頼性を持つ太陽電池の製造方法に広く利用することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]裏面が全面電極で覆われている太陽電池の一例を示す断面図である。

[図2]裏面パッシベート型太陽電池の一例を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0011] 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、下記に制限されるものではなく、特許請求の範囲に記載されたものである。更に、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。

[0012] 前述したように、図１は太陽電池の一般的な構造を示す断面図である。図１において、１は半導体基板、２は拡散領域、３は反射防止膜兼パッシベーション膜、４はＢＳＦ層、５は表面電極、６は裏面電極を示す。

[0013] ここで、図１に示す太陽電池の製造工程を説明する。まず、半導体基板１を用意する。この半導体基板１は、単結晶又は多結晶シリコン等からなり、ｐ型、ｎ型いずれでもよい。半導体基板１は、ボロン等のｐ型の半導体不純物を含み、比抵抗は０．１～４．０Ω・ｃｍのｐ型シリコン基板が用いられることが多い。

以下、ｐ型シリコン基板を用いた太陽電池の製造方法を例にとって説明する。半導体基板の大きさは１００～１５０ｍｍ角、厚みは０．０５～０．３０ｍｍの板状のものが好適に用いられる。そして、太陽電池の受光面となる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スライス等による表面のダメージを除去してから、更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。凹凸構造は、太陽電池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。

[0014] その後、例えば$POCl_3$等を含む、約８５０℃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、シート抵抗が３０～３００Ω／□程度のｎ型拡散層２をオモテ面に形成する。なお、ｎ型拡散層を熱拡散法により形成する

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型拡散層のオモテ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。その後、例えば希釈したフッ酸溶液等の薬品に浸漬させることにより、拡散時に半導体基板の表面に形成されたガラス層を除去し、純水で洗浄する。

[0015] 更に、上記ｐ型シリコン基板のオモテ面側に反射防止膜兼パッシベーション膜３を形成する。この反射防止膜兼パッシベーション膜３は、例えばＳｉＮ等からなり、例えばSiH_4とNH_3との混合ガスをN_2で希釈し、グロー放電分解でプラズマ化させて堆積させるプラズマＣＶＤ法等で形成される。この反射防止膜兼パッシベーション膜は、ｐ型シリコン基板との屈折率差などを考慮して、屈折率が１．８～２．３程度になるように形成され、厚み５００～１０００Å程度の厚みに形成され、ｐ型シリコン基板の表面で光が反射するのを防止して、ｐ型シリコン基板内に光を有効に取り込むために設ける。また、このＳｉＮは、形成の際にｎ型拡散層に対してパッシベーション効果があるパッシベーション膜としても機能し、反射防止の機能と併せて太陽電池の電気特性を向上させる効果がある。

[0016] 次に、ウラ面に、例えばアルミニウムとガラスフリットとワニス等を含む導電性ペーストをスクリーン印刷し、乾燥させる。しかる後、オモテ面に、例えば銀とガラスフリットとワニス等を含む導電性ペーストをスクリーン印刷し、乾燥させる。この後、各電極用ペーストを５００～９５０℃程度の温度で焼成することで、ＢＳＦ層４と表面電極５と裏面電極６とを形成する。ここでは電極形成の方法としてスクリーン印刷法を例に挙げて説明したが、蒸着、スパッタリング等でも電極を形成することができる。

[0017] 上記のような典型的な結晶シリコン太陽電池の製造方法においては、オモテ面の界面準位密度や半導体基板内部の再結合サイトが十分に低減されないままであるため、高い電気特性をもつ太陽電池が得られない。本発明に係る太陽電池の製造方法は、例えば上記プラズマＣＶＤ法によるＳｉＮ膜形成工

程の後に、空気、H_2、N_2、O_2、Ａｒのいずれかもしくはそれらの混合雰囲気中で、２００℃以上１０００℃以下の温度にて、３０秒以上６０分以下のアニール処理を行う工程を設けることにより、上記太陽電池の電気特性を高めることを特徴とする。かかるアニール工程による電気特性の向上は、以下の理由によるものである。

[0018] 典型的な結晶シリコン太陽電池の場合、半導体基板のバルクや表面には、重金属不純物（Ｃｕ、Ｆｅ等）や酸素、炭素等の微量な不純物が原因の結晶欠陥や、ダングリングボンド等の再結合サイトが多く存在する。このため、光が入射して発生したキャリアが再結合してしまい、結晶シリコン太陽電池のライフタイムが短くなる。その結果、太陽電池の電気特性を高くすることができない。ここで、上述のように太陽電池をアニールすると、例えばＳｉＮ膜に含まれる水素が表面のダングリングボンドを終端して界面準位密度が小さくなるパッシベーション効果と、ｎ型拡散層を形成する際に導入されたリン等に重金属を捕獲させるゲッタリング効果とが促進されて、結晶シリコン太陽電池のライフタイムが長くなり、その結果、太陽電池の電気特性を高くすることができる。また、一度アニールしてＳｉＮ膜中の水素が減少することで、ＳｉＮ膜の組成が変化し、結果的にＳｉＮ膜に含まれる正電荷の量が増大したり、ＳｉＮ膜の変質により銀電極がＳｉとコンタクトを形成しやすくなるために、太陽電池の直列抵抗の低減も可能になる。これらは、多結晶シリコン太陽電池のみならず単結晶シリコン太陽電池にも有効な現象である。これにより、信頼性及び外観を損ねることなく、高い電気特性を持つ太陽電池を製造することができる。

[0019] 本発明に係る太陽電池の製造方法においては、アニール温度が高すぎるとゲッタリングサイトから不純物の再放出が発生してしまう。また、アニール温度が低すぎるとH_2によるパッシベーション効果が十分に得られない。より高いパッシベーション効果とゲッタリング効果を得られる観点から、アニール温度は２００℃以上１０００℃以下が好ましく、４００℃以上９００℃以下がより好ましく、５００℃以上８５０℃以下が更に好ましい。

[0020] 本発明に係る太陽電池の製造方法においては、アニール時間が長すぎるとゲッタリングサイトから不純物の再放出や、一旦終端されたダングリングボンドからの水素の脱離によるパッシベーション効果の悪化が発生してしまう。また、アニール時間が短すぎると、ゲッタリングやパッシベーション効果が十分に得られない。より高いパッシベーション効果とゲッタリング効果を得られる観点から、アニール時間は１０秒以上９０分以下が好ましく、２０秒以上５０分以下がより好ましく、３０秒以上３０分以下が更に好ましい。

[0021] 本発明に係る太陽電池の製造方法においては、アニール雰囲気には特に制限はないが、どちらかというと還元雰囲気中で行うことが好ましい。シリコン基板内部の酸素析出を防いだり、H_2によるパッシベーション効果を促進したりすることができるためである。従って、具体的には、より高いパッシベーション効果とゲッタリング効果が得られる観点から、アニール雰囲気は空気、H_2、N_2、O_2、Ａｒのいずれかもしくはそれらの混合雰囲気中が好ましく、H_2、N_2、Ａｒのいずれかもしくはそれらの混合雰囲気中がより好ましく、H_2、N_2のいずれかもしくはそれらの混合雰囲気中が更に好ましい。

[0022] 本発明に係る太陽電池の製造方法においては、反射防止膜乃至パッシベーション膜には特に制限はない。例えばＭｇF_2、ＳｉO_2、Ａｌ$_2O_3$、ＳｉＯ、ＳｉＮ、ＴｉO_2、Ｔａ$_2O_5$、ＺｎＳのいずれかもしくはそれらの積層等、様々なパッシベーション膜を用いることが可能である。また、上記のようなパッシベーション膜の組成は化学量論的に限定されるものではなく、原子の比率はどのような値をとってもよい。

[0023] 本発明に係る太陽電池の製造方法においては、アニールのプロファイルに特に制限はない。例えば、第一段階として６００～９００℃、例えば８５０℃の温度で１０秒～５分、例えば３０秒のアニールを行い、更に第二段階として２００～６００℃、例えば５００℃の温度で３０秒～１０分、例えば5分のアニールを行ってもよい。この場合、第一段階でダングリングボンドの終端によりパッシベーション効果が促進され、更に第二段階で不純物の再放出を抑制しつつゲッタリング効果が促進される。追加で第三段階以降のアニ

ールを加えてもよい。これにより、更に高い電気特性を持つ太陽電池を製造することができる。

[0024] 本発明に係る太陽電池の製造方法におけるアニール工程のアニール方法に特に制限はない。例えば、ランプヒーターを用いた連続式アニール炉又はバッチ式横型炉等、いずれの方式を用いてもよい。また、上記のような複数段階のアニールの場合は、一つの工程で行われる必要はない。第一段階アニールと第二段階以降のアニールを分けて行ってもよい。その場合、装置は同じであっても別であってもよい。

[0025] 本発明に係る太陽電池の製造方法におけるアニール工程においては、アニール工程を行う段階に特に制限はないが、拡散層形成後が好ましく、反射防止膜乃至パッシベーション膜形成後がより好ましい。拡散層形成後はゲッタリングサイトが増加するためアニールによるゲッタリング効果がより促進されるためであり、パッシベーション膜形成後はダングリングボンドの終端によるアニールによるパッシベーション効果がより促進され、更にパッシベーション膜への電荷の量が増大したり、銀電極がＳｉ基板とコンタクトを形成しやすくなったりするために、太陽電池の直列抵抗の低減も可能になるためである。

[0026] 本発明に係る太陽電池の製造方法におけるアニール工程は、パッシベーション膜製膜装置におけるパッシベーション膜形成後に、続けて同装置内にて行ってもよい。この場合、アニール用に追加で別の装置を設ける必要がなくなる上に、上記のようにアニール工程の効果が最大限発揮されるという利点がある。この場合のアニール工程は、製膜装置の製膜室の後に加熱室を設けてそこで行ってもよいし、製膜室内にて製膜後に引き続き行ってもよい。また、この場合の製膜装置はＣＶＤやＰＶＤのいずれであってもよい。

[0027] 本発明に係る太陽電池の製造方法においては、半導体基板の導電型はｐ型、ｎ型のどちらでもよい。裏面が全面電極で覆われている太陽電池を製造する方法は、例えば上記の通りであるが、裏面をパッシベートした太陽電池にも、本発明は適用できる。一例として、ｎ型シリコン基板を用いて太陽電池

を製造する方法を以下に示す。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、下記に制限されるものではなく、特許請求の範囲に記載されるものである。

[0028] 図２は裏面パッシベート型の太陽電池の一般的な構造を示す断面図である。図２において、７は半導体基板、８、９は拡散領域、１０、１１は反射防止膜兼パッシベーション膜、１２は表面電極、１３は裏面電極を示す。

[0029] ここで、図２に示す太陽電池の製造工程を説明する。半導体基板７としては、リン等のｎ型の半導体不純物を含み、比抵抗は０．１～４．０Ω・ｃｍのｎ型シリコン基板が用いられることが多く、このｎ型シリコン基板は単結晶又は多結晶シリコン等いずれでもよい。大きさは１００～１５０ｍｍ角、厚みは０．０５～０．３０ｍｍの板状のものが好適に用いられる。そして、太陽電池の受光面となるｎ型シリコン基板の表面に、例えば酸性溶液中に浸漬してスライス等による表面のダメージを除去してから、更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。

[0030] その後、例えばｎ型シリコン基板のウラ面のみに上記プラズマＣＶＤ法によりＳｉＮ等でマスクを形成し、BBr_3等を含む、約８００℃以上の高温ガス中にｎ型シリコン基板を設置し、ｎ型シリコン基板のオモテ面のみにボロン等のｐ型不純物元素を拡散させる熱拡散法により、シート抵抗が３０～３００Ω／□程度のｐ型拡散層８をオモテ面に形成する。次に、ｎ型シリコン基板を、例えばフッ酸溶液中に浸漬させて、ＳｉＮと拡散時にｎ型シリコン基板の表面に形成されたガラス層をエッチング除去する。しかる後、オモテ面のｐ型拡散層の上のみに上記プラズマＣＶＤ法によりＳｉＮ等でマスクを形成し、$POCl_3$等を含む、約８００℃以上の高温ガス中にｎ型シリコン基板を設置し、ｎ型シリコン基板のウラ面のみにリン等のｎ型不純物元素を拡散させる熱拡散法により、シート抵抗が３０～３００Ω／□程度のｎ型拡散層９をウラ面に形成する。続けて、ｎ型シリコン基板を、再度フッ酸溶液中に浸漬させて、ＳｉＮと拡散時にｎ型シリコン基板の表面に形成されたガラ

ス層をエッチング除去する。

[0031] 更に、上記ｎ型シリコン基板のオモテ面に反射防止膜兼パッシベーション膜１０を形成する。この反射防止膜兼パッシベーション膜は、例えばＳｉＮ等からなり、例えばSiH_4とNH_3との混合ガスをN_2で希釈し、グロー放電分解でプラズマ化させて堆積させるプラズマＣＶＤ法等で形成される。この反射防止膜兼パッシベーション膜は、ｎ型シリコン基板との屈折率差などを考慮して、屈折率が１．８～２．３程度になるように形成され、５００～１００Å程度の厚みに形成され、ｎ型シリコン基板の表面で光が反射するのを防止して、ｎ型シリコン基板内に光を有効に取り込むために設ける。また、このＳｉＮは、形成の際にｐ型拡散層に対してパッシベーション効果があるパッシベーション膜としても機能し、反射防止の機能と併せて太陽電池の電気特性を向上させる効果がある。ここでは反射防止膜兼パッシベーション膜としてＳｉＮを例に挙げて説明したが、前述したように、MgF_2、SiO_2、Al_2O_3、ＳｉＯ、ＳｉＮ、TiO_2、Ta_2O_5、ＺｎＳのいずれかもしくはそれらの積層であっても構わない。

[0032] 続けて、上記ｎ型シリコン基板のウラ面に反射防止膜兼パッシベーション膜１１を形成する。この反射防止膜兼パッシベーション膜は、例えばＳｉＮ等からなり、例えばSiH_4とNH_3との混合ガスをN_2で希釈し、グロー放電分解でプラズマ化させて堆積させるプラズマＣＶＤ法等で形成される。この反射防止膜兼パッシベーション膜は、ｎ型拡散層に与えるパッシベーション効果などを主に考慮して、屈折率が１．７～２．４程度になるように形成され、５００～３０００Å程度の厚みに形成され、ｎ型拡散層に対してパッシベーション効果があるパッシベーション膜として主に機能し、反射防止の機能と併せて太陽電池の電気特性を向上させる効果がある。ここでは反射防止膜兼パッシベーション膜としてＳｉＮを例に挙げて説明したが、前述したように、MgF_2、SiO_2、Al_2O_3、ＳｉＯ、ＳｉＮ、TiO_2、Ta_2O_5、ＺｎＳのいずれかもしくはそれらの積層であっても構わない。また、ここではオモテ面の反射防止膜兼パッシベーション膜を先に形成し、その後に続けてウ

ラ面の反射防止膜兼パッシベーション膜を形成する方法を例に挙げて説明したが、反射防止膜兼パッシベーション膜の形成順はウラ面が先、オモテ面が後でも構わない。

[0033] このように、上記オモテ面とウラ面の反射防止膜兼パッシベーション膜を形成した後、上述した方法でアニール処理を行う。

[0034] 次に、ウラ面に、例えば銀とガラスフリットとワニス等を含む導電性ペーストをスクリーン印刷し、乾燥させる。しかる後、オモテ面に、例えば銀とガラスフリットとワニス等を含む導電性ペーストをスクリーン印刷し、乾燥させる。この後、各電極用ペーストを５００～９５０℃程度の温度で焼成することで、表面電極１２と裏面電極１３を形成する。ここでは電極形成の方法としてスクリーン印刷法を例に挙げて説明したが、蒸着、スパッタリング等でも電極を形成することができる。

[0035] 上記のようなｎ型シリコン基板を用いた結晶シリコン太陽電池の製造方法においては、パッシベーション膜がパッシベートしようとする界面準位密度が高い拡散層がオモテウラ両面にあるため、例えば反射防止膜兼パッシベーション膜形成後に本発明のようなアニール工程を加えることによる電気特性向上効果は、ｐ型シリコン基板を用いた場合よりも高い。

実施例

[0036] 以下、実施例と比較例を示し、本発明を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。

[0037] ［実施例、比較例］

ボロンがドープされ、厚さ０．２ｍｍにスライスして作製された比抵抗が約１Ω・ｃｍのｐ型の単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、更に２質量％のＫＯＨと２質量％の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。次に、このｐ型シリコン基板に対し、

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型シリコン基板にｎ層を形成した。ここで、ｎ層のシート抵抗は約４０Ω／□、深さは０．４μｍ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。続いて、ＳｉＨ$_4$とＮＨ$_3$、Ｎ$_2$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、反射防止膜兼パッシベーション膜となるＳｉＮ膜を厚さ１０００Åで形成した。

[0038] その後、このｐ型シリコン基板に対し、バッチ式横型炉にてＮ$_2$雰囲気中で、６００℃の温度で１０分間の条件でアニール処理を行った水準（実施例）と、同アニール処理を行わなかった水準（比較例）に分けた。次に、両水準のｐ型シリコン基板のウラ面に、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、両水準のｐ型シリコン基板に対し、バッチ式横型炉にてオモテ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。その後、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形成することで、太陽電池を作製した。これらの太陽電池の電気特性を測定した。

[0039] 表１に、上記方法で実施例と比較例それぞれ１０枚ずつの太陽電池を作製した際の太陽電池の電気特性の平均を示す。

[0040] [表1]

	短絡電流 (mA／cm^2)	開放電圧 (mV)	曲線因子 (%)	変換効率 (%)
比較例	34.2	621	77.4	16.4
実施例	34.9	625	77.6	16.9

[0041] 表１に示すように、本発明によるアニールを用いることで、比較例と比較すると太陽電池の電気特性の上昇が見込める（変換効率の絶対値にして０．

５％）。

符号の説明

[0042] １　半導体基板

２　拡散領域

３　反射防止膜兼パッシベーション膜

４　ＢＳＦ層

５　表面電極

６　裏面電極

７　半導体基板

８　拡散領域

９　拡散領域

１０　反射防止膜兼パッシベーション膜

１１　反射防止膜兼パッシベーション膜

１２　表面電極

１３　裏面電極

請求の範囲

[請求項1] 半導体基板に対して、反射防止膜兼パッシベーション膜を形成した後、電極形成工程前にアニール工程を行うことを特徴とする太陽電池の製造方法。

[請求項2] 半導体基板に対する拡散層形成工程と電極焼成工程のいずれかもしくは両方の工程を含むことを特徴とする請求項１記載の太陽電池の製造方法。

[請求項3] 半導体基板に対し拡散層を形成し、次いで拡散層上に反射防止膜兼パッシベーション膜を形成した後、アニール工程を行い、その後電極焼成工程を含む電極形成工程を行う請求項１又は２記載の太陽電池の製造方法。

[請求項4] 半導体基板がｐ型であり、受光面側にｎ型拡散層を形成し、その上に反射防止膜兼パッシベーション膜を形成した後、アニール工程を行うようにした請求項３記載の太陽電池の製造方法。

[請求項5] 半導体基板がｎ型であり、受光面側にｐ型拡散層を形成すると共に、受光面と反対面側にｎ型拡散層を形成し、上記両拡散層上にそれぞれ反射防止膜兼パッシベーション膜を形成した後、アニール工程を行うようにした請求項３記載の太陽電池の製造方法。

[請求項6] 前記パッシベーション膜がMgF_2、SiO_2、Al_2O_3、ＳｉＯ、ＳｉＮ、TiO_2、Ta_2O_5、ＺｎＳのいずれかもしくはそれらの積層であることを特徴とする請求項３乃至５のいずれか１項記載の太陽電池の製造方法。

[請求項7] 前記アニール工程を２００℃以上１０００℃以下で行うことを特徴とする請求項１乃至６のいずれか１項記載の太陽電池の製造方法。

[請求項8] 前記アニール工程の処理時間が１０秒以上９０分以下であることを特徴とする請求項１乃至７のいずれか１項記載の太陽電池の製造方法。

[請求項9] 前記アニール工程を空気、H_2、N_2、O_2、Ａｒのいずれかもしくは

それらの混合雰囲気中で行うことを特徴とする請求項１乃至８のいずれか１項記載の太陽電池の製造方法。

［請求項10］ パッシベーション膜を形成する製膜装置において、前記パッシベーション膜形成後に、更に続けてアニール工程を行うことができる加熱室を備えることを特徴とする製膜装置。