(19)日本国特許庁(JP)　(12)公表特許公報(A)　(11)特許出願公表番号
特表2013-513964
(P2013-513964A)
(43)公表日　平成25年4月22日(2013.4.22)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
H01L 31/04	(2006.01)	H01L 31/04	A	5F151

審査請求 未請求　予備審査請求 未請求　（全 19 頁）

(21)出願番号	特願2012-543955 (P2012-543955)
(86)(22)出願日	平成22年12月10日 (2010.12.10)
(85)翻訳文提出日	平成24年8月10日 (2012.8.10)
(86)国際出願番号	PCT/IB2010/055725
(87)国際公開番号	WO2011/073868
(87)国際公開日	平成23年6月23日 (2011.6.23)
(31)優先権主張番号	09/58922
(32)優先日	平成21年12月14日 (2009.12.14)
(33)優先権主張国	フランス(FR)

(71)出願人　511275603
トタル　ソシエテ　アノニム
フランス国　エフ－９２４００　クールブヴォア　ラ　デファンス　６　パレス　ジャン　ミリエ　２
(71)出願人　508242056
センター　ナショナル　デ　ラ　ルシェルシュ　サイエンティフィック
フランス国　エフ－７５７９４　パリ　セデックス　１６，　リュ　ミシェル－アンジュ，　３
(71)出願人　508004409
エコール　ポリテクニク
フランス国　エフ－９１１２０　パレゾー　ルート　ドゥ　サクレイ

最終頁に続く

(54)【発明の名称】裏面接点・ヘテロ接合太陽電池

(57)【要約】
本発明は、前面１ａ及び裏面１ｂを有する結晶性半導体基板１、該基板１の前記前面１ａに位置する前面不働態化層３、該基板１の前記裏面１ｂに位置する裏面不働態化層２、前記裏面不働態化層２に位置し、かつ電子収集に適した第１の金属化領域１０、及び空孔収集に適した第２の金属化領域を備え、該第２の金属化領域が、前記裏面不働態化層２に位置する表面部１１及び前記裏面不働態化層２を貫通し、かつ前記基板１中に、電子受容体の濃度が、前記基板１の残余の部分の電子受容体の濃度より高い、内方部１２を備えることを特徴とする半導体デバイスに関する。更に本発明が、このデバイスを使用する太陽電池モジュール、及び前記デバイスの製造方法に関する。
【選択図】図２

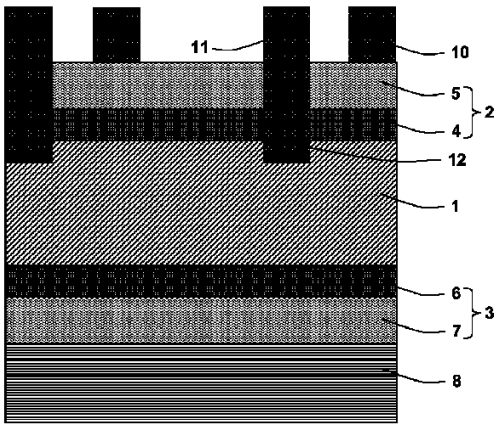

Fig.2

【特許請求の範囲】
【請求項１】
前面（１ａ）及び裏面（１ｂ）を有する結晶性半導体基板（１）、
該基板（１）の前記前面（１ａ）に接触して位置する前面不働態化層（３）、
該基板（１）の前記裏面（１ｂ）に接触して位置する裏面不働態化層（２）、
前記裏面不働態化層（２）に接触して位置し、かつ電子収集に適した第１の金属化領域（１０）、及び
空孔収集に適した第２の金属化領域を備え、
該第２の金属化領域が、
前記裏面不働態化層（２）に位置する表面部（１１）及び
前記裏面不働態化層（２）を貫通し、かつ前記基板（１）中に、電子受容体の濃度が、前記基板（１）の残余の部分の電子受容体の濃度より高い領域を形成する、内方部（１２）を備えることを特徴とする半導体デバイス。
【請求項２】
結晶性半導体基板（１）はｎ－タイプ又はｐ－タイプにドープされた結晶性半導体基板である請求項１に記載の半導体デバイス。
【請求項３】
第２の金属化領域（１１、１２）は、アルミニウムを含み、好ましくは第１の金属化領域（１０）もアルミニウムを含む、請求項１又は２に記載の半導体デバイス。
【請求項４】
前記前面不働態化層（３）は、
－前記基板（１）と接触する真性水素化無定形シリコン層（６）、及び
－前記基板（１）がｐ－タイプであればｐ－タイプのドーピングを有し、かつ前記基板（１）がｎ－タイプであればｎ－タイプのドーピングを有する、前記真性水素化無定形シリコン層に接触して位置するドープされた水素化無定形シリコン層（７）を備え、及び／又は
前記裏面不働態化層（２）は、
－前記基板（１）に接触する真性水素化無定形シリコン層（４）と、
－該シリコン層（４）に接触するｎ－タイプにドープされた水素化無定形シリコン（５）を備える、
請求項１～３までのいずれか１項に記載の半導体デバイス。
【請求項５】
前記第１の金属化領域（１０）及び第２の金属化領域（１１、１２）が、互いに噛み合った構造を形成している請求項１～４までのいずれか１項に記載の半導体デバイス。
【請求項６】
前面不働態化層（３）に接触して位置し、かつ好ましくは水素化された無定形シリコン窒化物から成る反射防止層（８）を有する請求項１～５までのいずれか１項に記載の半導体デバイス。
【請求項７】
当該半導体デバイスは、太陽電池である請求項１～６までのいずれか１項に記載の半導体デバイス。
【請求項８】
直列又は並列に接続された請求項７記載の数個の太陽電池を備える、太陽電池モジュール。
【請求項９】
－前面（１ａ）及び裏面（１ｂ）を有する結晶性半導体基板（１）を準備し、
－該基板（１）の前記前面（１ａ）に前面不働態化層（３）を形成し、
－該基板（１）の前記裏面（１ｂ）に裏面不働態化層（２）を形成し、
－前記裏面不働態化層（２）に、電子収集に適した第１の金属化領域（１０）を形成する、

各工程を備える半導体デバイスの製造方法であって、
第２の金属化領域の形成が、
－前記裏面不働態化層（２）に、空孔収集に適した第２の金属化領域（１０）の表面部（１１）を形成し、
－前記基板（１）中に、前記裏面不働態化層（２）を貫通し、かつ電子受容体の濃度が、前記基板（１）の残余の部分の電子受容体の濃度より高い領域を形成する、第２の金属化領域の内方部（１２）を、前記第２の金属化領域の表面部（１１）をレーザアニーリングすることにより形成する、
各工程を備えることを特徴とする半導体デバイスの製造方法。
【請求項１０】
結晶性半導体基板（１）が、ｎ－タイプ又はｐ－タイプドープされた結晶性シリコン基板である請求項９記載の方法。
【請求項１１】
－前記基板（１）の前記前面（１ａ）に接触する前記前面不働態化層（３）を、前記基板（１）に接触する真性水素化無定形シリコン層（６）を形成し、かつ前記基板（１）がｐ－タイプであればｐ－タイプのドーピングを有し、かつ前記基板（１）がｎ－タイプであればｎ－タイプのドーピングを有する、前記真性水素化無定形シリコン層に接触して位置するドープされた水素化無定形シリコン層（７）を形成することにより、形成し、及び／又は
－前記基板（１）の裏面（１ｂ）に接触する裏面不働態化層（２）を、前記基板（１）に接触する真性水素化無定形シリコン層（４）を形成し、かつｎ－タイプにドープされた水素化無定形シリコン（５）を形成することにより形成する、
請求項９又は１０に記載の方法。
【請求項１２】
前記第２の金属化領域（１１、１２）はアルミニウム製で、好ましくは前記第１の金属化領域（１０）もアルミニウム製である請求項９～１１までのいずれか１項に記載の方法。
【請求項１３】
前記第１の金属化領域（１０）及び前記第２の金属化領域（１１）の形成を、リトグラフィ又はマスクを使用する蒸着やマスクを使用するスプレイやスクリーン印刷で、かつ好ましくは同時に行い、更に前記第１の金属化領域（１０）及び前記第２の金属化領域（１１）は好ましくは互いに噛み合った構造を形成している請求項９～１２までのいずれか１項に記載の方法。
【請求項１４】
前記前面不働態化層（３）に接触する反射防止層（８）の形成を含み、該反射防止層（８）は好ましくは水素化無定形シリコン窒化物から成る請求項９～１３までのいずれか１項に記載の方法。
【請求項１５】
半導体デバイスが太陽電池である請求項９～１４までのいずれか１項に記載の方法。
【請求項１６】
請求項７に記載の数個の太陽電池を直列又は並列に接続した太陽電池モジュールの製造方法。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、裏面接点・ヘテロ接合太陽電池及びその製造方法に関する。
【背景技術】

【０００２】
太陽光モジュールは、直列及び／又は並列に接続された複数の太陽電池（又は太陽光電池）を備えることは公知である。太陽電池は、光エネルギを吸収し、それを電気エネルギに変換するよう設計された半導体ダイオードである。この半導体ダイオードは、それぞれｐ－ドープ及びｎ－ドープシリコンの２層間のｐ－n接合を備える。前記接合の形成の間、ｎ層の過剰な自由電子及びｐ層の自由電子の不足に起因して、ポテンシャル差（従って局所電場）が現れる。
【０００３】
光子は半導体に吸収され、エネルギを使用して自由電子及び空孔を生成させる。接合部に位置するポテンシャル差が与えられると、自由電子はｎ領域に集まり易く、空孔はｐ領域に集まり易いという傾向がある。それぞれｎ領域及びｐ領域に接触する集電電極は、太陽電池から放出された電流を回収することを可能にする。
【０００４】
単結晶又は多結晶シリコンを使用する太陽光電池は、該電池の各面に、正負のコンタクトを形成することにより従来から使用されている。裏面は完全に金属で被覆されていて、これは導電度のみが重要だからであり（裏面を光が透過する必要はない）、他方、前面、つまり光が当たる面は、殆どの入射光が透過できるように金属グリッドが接触している。
【０００５】
近年、電気接点を裏面のみに形成すること（裏面接点電池）が提案されている。これは、単一面に、選択的に接点を形成することを意味する。この技術の利点は、前面にシェーディングを形成することではなく、金属接点は電池の大きな表面を被覆するため、該金属接点に起因するオームロスを減少させることである。これに加えて、前面で透明な導電性酸化物を使用することは不要（電気的な導電性は不要）で、むしろ、透明な導電性酸化物（これは高価及び／又は希少な物質から成る）と同じくらい光を吸収しない性質を有する無定形シリコン及び／又は絶縁物が好ましい。これにより、高い短絡電流、従って高い効果を有する電池を優先的に生成することが可能になる。
【０００６】
単一面に選択的に接点を生成させるために、２種類のタイプの接合の使用が可能で、これらは、例えば高温の影響下（炎熱）でドーパントを拡散させて得られるホモ接合接点（結晶／結晶接点）と、例えばドープされた水素化無定形シリコン（ａ－Si:H）の析出で得られるヘテロ接合接点（結晶／無定形接点）である。
【０００７】
特許文献１は、例えばホモ接合タイプの裏面接点太陽電池を提示し、特許文献２は、他の例を提示している。この中で、それぞれの電荷キャリアを収集する２枚の金属層が重ねられ、これらは互いに分離され、かつ絶縁物により基板からも分離されている。各金属層の接点は、点配置の金属層をレーザアニールすることにより得られる。
【０００８】
ヘテロ接合タイプの接点は、ホモ接合タイプの接点より、高い開回路電圧（及び高温での効率減少の低さ）を提供できる利点を有する。更に、ヘテロ接合タイプの接点は、不動態化や連絡の両者を行うことを可能にする。
【０００９】
ヘテロ接合タイプの裏面接点太陽電池の製造は、現在まで提案された方法が多くの工程、例えばその正確性で知られるが工業化が困難な技術であるフォトリソグラフィの多くの工程を必要とする限り、前記製造を実行することは比較的困難なままである。同様に、裏面にヘテロ接合タイプの２個の接点を生成させるために利用できる他の方法（マサスキングやリフトオフ）も、多数工程を要し、かつそれほど実用的ではない。
【００１０】
例えば、特許文献３～７は、同じ裏面が、絶縁領域で分離され、かつ電荷キャリアを収集するための金属化領域で被覆された、それぞれｎ－ドープされた無定形シリコン及びｐ－ドープされた無定形シリコン領域で被覆された結晶性シリコン基板を有するヘテロ接合

半導体デバイスを記載している。
【００１１】
これら全てのデバイスの欠点は、無定形シリコンを析出させる２回の異なった工程、例えば第１の無定形シリコンを析出させるために各工程でマスクを使用する工程と、次いで他の無定形シリコンを析出させる前に、前記第１の無定形シリコンをエッチングする工程を必要とすることである。
【先行技術文献】
【特許文献】
【００１２】
【特許文献１】米国特許公開第２００８／００３５１９８号公報
【特許文献２】米国特許公開第２００７／０１３７６９２号公報
【特許文献３】国際特許公開第２００３／０８３９５５号公報
【特許文献４】国際特許公開第２００６／０７７３４３号公報
【特許文献５】国際特許公開第２００７／０８５０７２号公報
【特許文献６】米国特許公開第２００７／０２５６７２８号公報
【特許文献７】欧州特許第１８７３８４０号公報
【特許文献８】米国特許明細書第６，６６７，４３５号
【非特許文献】
【００１３】
【非特許文献１】「シリコン電池用のレーザ焼成された裏面接点」、Tucci ら、“Thin solid films 516:6767-6770 (2008)”
【非特許文献２】「結晶性シリコン上に熱線ＣＶＤで析出させた無定形シリコンのレーザ焼成された接点」、Blanque ら、“23rd European photovoltaic solar energy conference"、２００８年9月１～５日、バランス（スペイン）、ｐ１３９３－１３９６
【非特許文献３】「ブラッグ反射器及びＳｉ：Ｈ／ｃ－Ｓｉヘテロ構造内のレーザ焼成裏面接点」、Tucci ら、“Materials Science and Engineering B 159-160:48-52 (2009)”
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【００１４】
従って、簡単な方法で、つまり工業的に実施できる少数の工程で製造できる、太陽電池としての動作に適した半導体デバイスを開発する真の要請がある。
【課題を解決するための手段】
【００１５】
本発明は、第１に、
前面及び裏面を有する結晶性半導体基板、
該基板の前記前面に接触して位置する前面不働態化層、
該基板の前記裏面に接触して位置する裏面不働態化層、
前記裏面不働態化層に接触して位置し、かつ電子収集に適した第１の金属化領域、及び
空孔収集に適した第２の金属化領域を備え、
該第２の金属化領域が、
前記裏面不働態化層に接触して位置する表面部及び
前記裏面不働態化層を貫通し、かつ前記基板中に、電子受容体の濃度が、前記基板の残余の部分の電子受容体の濃度より高い領域を形成する、内方部を備えることを特徴とする半導体デバイスに関する。
【００１６】
ある態様では、結晶性半導体基板はｎ－タイプ又はｐ－タイプにドープされた結晶性半導体基板である。
【００１７】
ある態様では、第２の金属化領域は、アルミニウムを含み、好ましくは第１の金属化領域もアルミニウムを含む。

【００１８】
ある態様では、前記前面不働態化層は、
－前記基板と接触する真性水素化無定形シリコン層、及び
－前記基板がｐ－タイプであればｐ－タイプのドーピングを有し、かつ前記基板がｎ－タイプであればｎ－タイプのドーピングを有する、前記真性水素化無定形シリコン層に接触して位置するドープされた水素化無定形シリコン層を備え、及び／又は
前記裏面不働態化層は、
－前記基板に接触する真性水素化無定形シリコン層と、
－該シリコン層に接触するｎ－タイプにドープされた水素化無定形シリコンを備える。
【００１９】
ある態様では、前記第１の金属化領域及び第２の金属化領域が、互いに噛み合った構造を形成している。
【００２０】
ある態様では、前面不働態化層に接触して位置し、かつ好ましくは水素化された無定形シリコン窒化物から成る反射防止層を有する。
【００２１】
ある態様では、前記半導体デバイスは、太陽電池である。
【００２２】
他の態様は、直列又は並列に接続された前述の数個の太陽電池を備える太陽電池モジュールである。
【００２３】
本発明の他の対象は、
－前面及び裏面を有する結晶性半導体基板を準備し、
－該基板の前記前面に前面不働態化層を形成し、
－該基板の前記裏面に裏面不働態化層を形成し、
－前記裏面不働態化層に、電子収集に適した第１の金属化領域を形成する、
各工程を備える半導体デバイスの製造方法であって、
第２の金属化領域の形成が、
－前記裏面不働態化層に、空孔収集に適した第２の金属化領域の表面部を形成し、
－前記基板中に、前記裏面不働態化層を貫通し、かつ電子受容体の濃度が、前記基板の残余の部分の電子受容体の濃度より高い領域を形成する、第２の金属化領域の内方部を、前記第２の金属化領域の表面部をレーザアニーリングすることにより形成する、
各工程を備える半導体デバイスの製造方法である。
【００２４】
ある態様では、結晶性半導体基板は、ｎ－タイプ又はｐ－タイプドープされた結晶性シリコン基板である。
【００２５】
ある態様では、
－前記基板の前記前面に接触する前記前面不働態化層を、前記基板に接触する真性水素化無定形シリコン層を形成し、かつ前記基板がｐ－タイプであればｐ－タイプのドーピングを有し、かつ前記基板がｎ－タイプであればｎ－タイプのドーピングを有する、前記真性水素化無定形シリコン層に接触して位置するドープされた水素化無定形シリコン層を形成することにより、形成し、及び／又は
－前記基板の裏面に接触する裏面不働態化層を、前記基板に接触する真性水素化無定形シリコン層を形成し、かつｎ－タイプにドープされた水素化無定形シリコンを形成することにより、形成する。
【００２６】
前記第２の金属化領域はアルミニウム製で、好ましくは前記第１の金属化領域もアルミニウム製である。
【００２７】

ある態様では、
前記第１の金属化領域及び前記第２の金属化領域の形成を、リトグラフィ又はマスクを使用する蒸着やマスクを使用するスプレイやスクリーン印刷で行い、かつ好ましくは同時に行い、更に前記第１の金属化領域及び前記第２の金属化領域は好ましくは互いに噛み合った構造を形成している。
【００２８】
ある態様では、前記方法は、前記前面不働態化層に接触する反射防止層の形成を含み、該反射防止層は好ましくは水素化無定形シリコン窒化物から成る。
【００２９】
ある態様では、半導体デバイスは太陽電池である。
【００３０】
本発明の他の対象は、前述の通り、数個の太陽電池を直列又は並列に接続した太陽電池モジュールの製造方法である。
【００３１】
本発明は、従来技術の欠点を解消することを可能にする。より詳細には、簡単な方法で、つまり工業的に実施できる少数の工程で製造できる、太陽電池としての動作に適した半導体デバイスを提供する。
【００３２】
これは、前述の通り、裏面接点半導体デバイスの開発により達成できる。
【００３３】
この半導体デバイスは、裏面にドープされた無定形シリコンを析出させる単一工程、及び裏面に電荷キャリアを収集するための金属物質を析出させる単一工程により得られる。
【００３４】
ある特別な態様によると、本発明は、下記する特徴の内の１個、好ましくは数個が得られる。
－本発明は、裏面接点太陽電池、つまり前面にシェーディングがなく、金属接点に起因するオームロスを最小にする太陽電池を提供する。更に本発明は、高短絡電流従って高効率を可能にする、前面に透明な導電性酸化物を配置することを可能にする。
－本発明の半導体デバイスは、非常に良好な不働態化を保証するヘテロタイプの接点（つまり無定形シリコン領域を有する接点）を有し、これと組み合わされたホモ接合タイプのｐ接点は、全体の不働態化を過度に低減させずに、非常に簡略化した製造方法を確保することを可能にする。
－ｐ－タイプ接点生成のためにレーザアニーリング技術を使用すると、裏面の不働態化層に与える損傷（つまりｐ－タイプ接点それ自身）を非常に限定されたものにすることができ、これはレーザによる加熱が表面上で非常に局在化しているからである。前記不働態化層は、ｐ－タイプ接点において、及びｎ－タイプ接点及びｐ－タイプ接点間において、損傷を受けない。
【図面の簡単な説明】
【００３５】
【図１】本発明の半導体デバイス（特に太陽電池）の一態様の概略部分断面図で、各層の縮尺は同一ではない。
【図２】製造終了時の半導体デバイスの部分断面図。
【図３】製造終了時の半導体デバイスの裏面図。
【図４】図３のＡ－Ａ線に沿った前記デバイスの部分断面図。
【発明を実施するための形態】
【００３６】
本発明を更に詳細に説明する。本発明を太陽電池の用途に適用した以下の説明は本発明を限定しない。
【００３７】
図１に示した本発明の半導体デバイスは次のように製造される。

【００３８】
まず、前面１ａ及び裏面１ｂを有する結晶性半導体基板１を準備する。該結晶性半導体基板１は、結晶性の、特にウエファ形態の単結晶又は多結晶（好ましくは単結晶）シリコン基板（又はウエファ）である。
【００３９】
この基板は、ｎ－タイプ又はｐ－タイプにドープされている。この基板の寿命を長くするためには、ｎ－タイプにドープされた基板の使用が特に好都合である。下記の説明では、ｎ－タイプにドープされた基板を例にとる。前記基板１は、酸化物が除去されていることが好都合である。
【００４０】
前記基板１は、抵抗が約０．１から１Ωｃｍとなるように、十分ドープされていることが好ましい。
【００４１】
前記基板１の両側、つまりその前面１ａ及び裏面１ｂには、前面不働態化層３及び裏面不働態化層２がそれぞれ形成されている。
【００４２】
前記前面不働態化層３は、前記基板１に接触する、無定形の真性水素化シリコン層６と、該層６に接触するドープされ水素化された無定形シリコン層７を備えることが好ましい。前記基板１がｎ－タイプであると、前記ドープされ水素化された無定形シリコン層７は、ｎ－ドープされ、あるいは前記基板１がｐ－タイプである場合は、ｐ－ドープされる。
【００４３】
それと対称に、前記裏面不働態化層２は、前記基板１に接触する、無定形の真性水素化シリコン層４と、該層４上に位置するドープされ水素化された無定形シリコン層５を備えることが好ましい。このドープされ水素化された無定形シリコン層５は、前記基板１のドープのタイプにかかわらず、ｎ－ドープであることが好ましい。
【００４４】
前記不働態化層３及び裏面不働態化層２は、２種類の相補的手法で不働態化の役割を果たす。一方では、前記表面にペンダント基が形成されるのを防止することにより、前記結晶性基板の各面１ａ、１ｂの無定形シリコンの存在が、基板の表面欠陥を不活性化して、電荷キャリアが収集される前にそれらが再結合することを防止する。他方では、ドープされ水素化された無定形シリコン層５、７の存在が、それぞれ前面場及び裏面場の形成を可能にし、これらは電荷キャリアの収集能力を改善する。
【００４５】
真性水素化された無定形シリコンの２層４、６及びドープされた水素化された無定形シリコン層５、７の析出は、例えばプラズマ化学気相成長（ＰＥＣＶＤ）技術や低圧化学気相成長（ＬＰＣＶＤ）技術を使用して実施できる。各層は、基板１の全表面を被覆するようにする。
【００４６】
反射防止層８を、前記前面不働態化層３に位置させることが好ましい。この反射防止層８は、絶縁性物質、好ましくは水素化された無定形シリコン窒化物から成る。この反射防止層８は、前記前面不働態化層３の全面に広がっていることが好ましい。この層８は、例えばＰＥＣＶＤ又はＬＰＣＶＤ技術で析出することが好ましい。前記反射防止層の主要な役割は、前面からデバイスに到達する光の反射を可能な限り除くことである。前記反射防止層の屈折率は、例えば２の近傍とすることができる。光収集能を改善するために、テクスチャーシリコンを使用することも可能である。
【００４７】
裏面不働態化層２には、金属層９を析出させる。この析出は、例えば蒸着、スプレイ、又は電気化学析出により行う。この金属層９は、アルミニウム系であることが好ましい。図１の態様では、前記金属層９は、当初は裏面不働態化層２の全面を被覆しているが、該金属層９の一部は除去され（エッチングや他の技術）、第１の金属化領域１０と、該第１

の金属化領域１０から分離された第２の金属化領域１１を形成する。

【００４８】

前記第１の金属化領域１０と第２の金属化領域１１は、図３に示すような、互いに噛み合った構造、つまり２種の金属化領域１０、１１が逆向きに噛み合った櫛状の構造を形成する。前記金属化領域１０、１１はそれぞれの電荷キャリアを収集することを意図している。互いに噛み合った構造は、デバイス中に、特別に簡略化された電気的接続を形成することを可能にする。

【００４９】

その代わりに、裏面不働態化層２の表面に、金属化領域１０、１１を直接形成して、所望の（例えば互いに噛み合った）パターンを得ることも可能である。これを行うために、好適な形状のマスクや、マスクを使用する蒸着やスプレイを用いる、金属ペーストのスクリーン印刷を使用することも可能である。

【００５０】

前記した主要な態様では、前記金属化領域１０、１１を同じ物質（アルミニウム系が好ましい）で形成する。この態様は最も簡単に実施できる。しかし互いに異なった組成を有する金属化領域１０、１１を形成することも可能である。この場合、少なくとも第２の金属化領域１１はアルミニウム系とすることが好ましい。

【００５１】

次に、第２の金属化領域１１のレーザアニーリング（あるいはレーザ焼成）工程を行う。レーザアニーリングは、前記第２の金属化領域１１にレーザパルスを印加して、非常に短時間の間、前記第２の金属化領域１１及び下層シリコンのある厚さに亘って、溶融／固化サイクルを起こさせる。溶融フェーズでは、金属（特にアルミニウム）は、液体シリコン中に迅速に拡散する。固化フェーズでは、シリコンを、下層固体シリコンから再度エピタクシー成長させる。溶融サイクルで拡散した金属（特にアルミニウム）の原子（ドーパント）を、再構築された結晶内の置換サイトに位置させる。

【００５２】

図２に示すように、レーザアニーリングの終了時には、前記第２の金属化領域は、一方では、裏面不働態化層２に接して位置しかつレーザアニーリング前の第２の金属化領域に相当する表面部１１を、他方では、前記裏面不働態化層２を貫通して前記基板１中に進入する内方部１２を備え、この内方部１２は、レーザアニーリングの間の原子（特にアルミニウム）の拡散により得られる。

【００５３】

従って、前記第２の金属化領域の前記内方部１２は、p^+ドープされた（つまり特にアルミニウム原子であるｐ－タイプのドーパントを高濃度で有する）、第２の金属化領域の表面部１１の下方に位置する、基板１領域を有する。換言すると、前記第２の金属化領域の内方部１２は、このようにして基板１内に、電子受容体の濃度が、基板１の残余部分より高い領域を形成し、これは基板１がｎ－タイプかp^-タイプかを問わない。前記基板１がｎ－タイプであると、ｐ－ｎタイプ接合が、前述の通りレーザアニーリングで改質された前記基板１領域と、前記基板１の残余部分間に形成され、かつ前記基板１がｐ－タイプであると、ｐ－p^+タイプ接合が形成される。

【００５４】

レーザアニーリングの間の固化面に極度の迅速性があると、方形プロフィール形成に有利になり、従来技術で得られる場合より大きな活性化率が達成できる。この技術によると、レーザのエネルギが、ドープされた基板１の領域の厚さを決定する。レーザ処理後のドーパントは電気的に活性で、ドーピングプロフィールは、非常に急勾配の側面を有する実質的な方形になる。

【００５５】

非特許文献１～３は、レーザアニーリング技術を実施するための例を提示する。

【００５６】

一般に、パルス状Ｎｄ－ＹＡＧレーザ又はパルス状ＵＶエキシマレーザを使用する。例

として、電力が３００から９００ｍＷ、パルス寿命が１００ｍｓで、繰り返し周波数が１ｋＨｚである、ＴＥＭモードで、１０６４ｎｍにおけるＮｄ－ＹＡＧ　Ｑスイッチレーザを使用できた。

【００５７】

一般に、レーザの電力及びパルスの寿命は、アニーリングの深さ及び所望のドーピングに応じて調節される。レーザの移動速度及び周波数を調節して、レーザ衝撃間の距離を調整する。

【００５８】

前記第２の金属化領域の表面部１１が、互いに噛み合った構造のようなバンド状のパターンを有する場合、前記パターンのバンドに沿ったレーザ衝撃間の距離（図４参照）を十分小さくして、オームロスを減少させかつ電荷の収集を最適化しなければならない。

【００５９】

レーザアニーリングの終了時には、

－前記第１の金属化領域１０は、前記裏面不働態化層２の上面のみに、より正確には、ｎ－ドープされた水素化された無定形シリコン５の上面のみに留まって存在しおければならない。従って、この第１の金属化領域１０は、ｎ－タイプ接点、つまり電子の収集に適することを保証する。

－前記第２の金属化領域は、ｐ－タイプ接点、つまり空孔の収集に適するように変換されている。

【００６０】

このようにして得られた半導体デバイスの幾何的形状は次の通りとする。

基板１：厚さ１５０から３００μｍ。

真性水素化された無定形シリコン層４、６：厚さ１から１０ｎｍ、特に３から５ｎｍ。

ドープされ水素化された無定形シリコン層５、７：厚さ５から３０ｎｍ、特に５から１５ｎｍ。

反射防止層８：厚さ５０から１００ｎｍ。

第１の金属化領域１０及び第２の金属化領域の表面部１１：厚さ２から３０μｍ、特に２から１０μｍ。

【００６１】

前述の通り、前記２つの金属化領域が互いに噛み合った構造であると、これらの金属化領域は、交互に位置する平行なバンドをなす。各バンドは、一般に５０から４００μｍの幅、特に５０から２００μｍ（例えば約１００μｍ）の幅を有し、２個のバンドは５０から２００μｍ（例えば約１００μｍ）の距離で分離されている。

【００６２】

前記裏面不働態化層２中へ電荷キャリアが拡散する距離は、ドープされた無定形シリコンの存在のため、一般に約２０ｎｍとなる。従って前記電荷キャリアは、その厚さに応じて、前記裏面不働態化層２を貫通することもあるが、基本的には前記基板１の裏面１ａに平行な方向に前記裏面不働態化層を貫通できない。従って、実際上、前記２個の金属化領域間が短絡することはない。

【００６３】

前述の記載は、通常太陽電池として使用される半導体デバイスに関する。１又は２以上のこれらのデバイスは、太陽電池のモジュールの形態で、組み入れられる。例えば、一定数の太陽電池を、直列及び／又は並列に電気的に接続し、前記モジュールを形成する。

【００６４】

前記モジュールは種々の手法で製造できる。例えば複数の太陽電池を、複数のガラスシートの間、又は１枚のガラスシートと、例えばエチレン／酢酸ビニルである透明樹脂シート間に位置させることができる。全ての太陽電池の前面が同じ方向を向いていると、裏面に不透明な（金属、セラミックあるいがその他）シートを使用することもできる。光を対向する２面で受光できるモジュールを製造することもできる（この点に関して、例えば特許文献８参照）。シール用樹脂を使用して、前記モジュールの側面を密封して、大気中の

湿気から前記モジュールを保護するようにしても良い。種々の樹脂層を形成して、ガラスシートに起因するナトリウムの望ましくない拡散を防止できる。

【００６５】

前記モジュールは、更に太陽電池の端子での静電変換器のための手段を備える。用途に応じて、前記手段は、直流－交流（ＤＣ／ＡＣ）変換手段及び／又は直流－直流（ＤＣ／ＤＣ）変換手段とすることができる。前記静電変換手段は、太陽電池が供給する電力を、バッテリ、電気回路網などの外用機器に充電用として伝達することに適している。これらの静電変換手段は、伝達する電流を減少させ、かつ伝達される電圧を増加させるために適している。前記静電変換手段は、電子制御装置と組み合わせても良い。

【００６６】

太陽電池用モジュールの詳細（支持用素子、フレーム、電気的接続、カプセル化等）は、当業者に周知である。

【符号の説明】

【００６７】

１　基板
１ａ　前面
１ｂ　裏面
２　裏面不働態化層
３　前面不働態化層
４、６　ドープされた無定形シリコン層
５、７　無定形シリコン層
８　反射防止層
９　金属層
１０　第１の金属化領域
１１　第２の金属化領域（表面部）
１２　内方部

【図１】

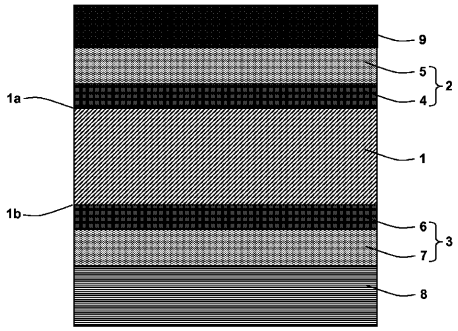

Fig. 1

【図２】

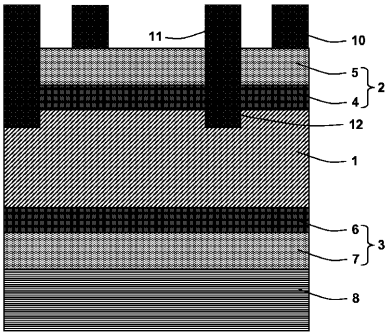

Fig.2

【図３】

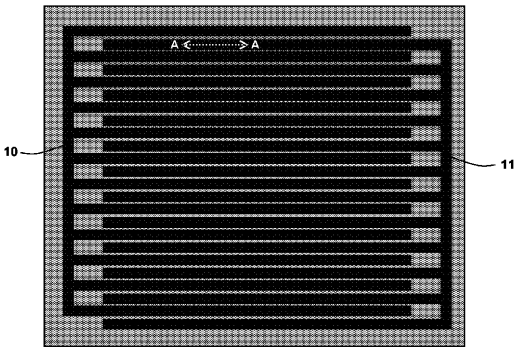

Fig. 3

【図４】

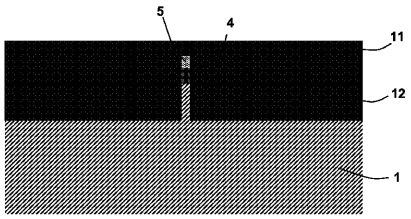

Fig. 4

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/IB2010/055725

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01L31/0224 H01L31/0352
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 641 362 A (MEIER DANIEL L [US]) 24 June 1997 (1997-06-24) abstract; figures 1-6B,10-12 column 4, line 17 - line 22 column 4, line 32 - line 59 column 5, line 49 - column 8, line 48 -----	1-3, 5-10, 12-16
X	US 6 262 359 B1 (MEIER DANIEL L [US] ET AL) 17 July 2001 (2001-07-17) abstract; figures 2-7 column 4, line 27 - column 8, line 65 -----	1-3, 5-10, 12-16
X A	US 5 538 564 A (KASCHMITTER JAMES L [US]) 23 July 1996 (1996-07-23) abstract; figures 1,2 column 2, line 24 - line 45 ----- -/--	1-3,5-8, 16 9

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C. [X] See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
27 June 2011	01/07/2011

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Favre, Pierre

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/IB2010/055725

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 703 553 A (MARDESICH NICK [US]) 3 November 1987 (1987-11-03) abstract; figures 1a-1h column 2, line 50 - column 4, line 24 -----	1,8,9,16

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/IB2010/055725

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5641362 A	24-06-1997	AU 717476 B2	30-03-2000
		AU 7063096 A	29-05-1997
		BR 9605346 A	28-07-1998
		CA 2181281 A1	23-05-1997
		CN 1158011 A	27-08-1997
		DE 69631815 D1	15-04-2004
		DE 69631815 T2	03-02-2005
		EP 0776051 A2	28-05-1997
		ES 2216041 T3	16-10-2004
		JP 9172196 A	30-06-1997
US 6262359 B1	17-07-2001	AU 772413 B2	29-04-2004
		AU 4795600 A	04-10-2000
		BR 0009085 A	02-01-2002
		CA 2368039 A1	21-09-2000
		CN 1348607 A	08-05-2002
		EP 1166367 A1	02-01-2002
		JP 2002539625 U	19-11-2002
		MX PA01009280 A	24-04-2002
		TW 449933 B	11-08-2001
		WO 0055923 A1	21-09-2000
US 5538564 A	23-07-1996	NONE	
US 4703553 A	03-11-1987	EP 0270603 A1	15-06-1988
		JP 5020914 B	22-03-1993
		JP 63503497 T	15-12-1988
		WO 8707766 A1	17-12-1987

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/IB2010/055725

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. H01L31/0224 H01L31/0352
ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
H01L

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 5 641 362 A (MEIER DANIEL L [US]) 24 juin 1997 (1997-06-24) abrégé; figures 1-6B,10-12 colonne 4, ligne 17 - ligne 22 colonne 4, ligne 32 - ligne 59 colonne 5, ligne 49 - colonne 8, ligne 48 -----	1-3, 5-10, 12-16
X	US 6 262 359 B1 (MEIER DANIEL L [US] ET AL) 17 juillet 2001 (2001-07-17) abrégé; figures 2-7 colonne 4, ligne 27 - colonne 8, ligne 65 -----	1-3, 5-10, 12-16
X A	US 5 538 564 A (KASCHMITTER JAMES L [US]) 23 juillet 1996 (1996-07-23) abrégé; figures 1,2 colonne 2, ligne 24 - ligne 45 -----	1-3,5-8, 16 9
	-/--	

[X] Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

[X] Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
27 juin 2011	01/07/2011

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Favre, Pierre

Formulaire PCT/ISA/210 (deuxième feuille) (avril 2005)

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/IB2010/055725

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 4 703 553 A (MARDESICH NICK [US]) 3 novembre 1987 (1987-11-03) abrégé; figures 1a-1h colonne 2, ligne 50 - colonne 4, ligne 24 -----	1,8,9,16

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/IB2010/055725

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
US 5641362	A	24-06-1997	AU	717476 B2	30-03-2000
			AU	7063096 A	29-05-1997
			BR	9605346 A	28-07-1998
			CA	2181281 A1	23-05-1997
			CN	1158011 A	27-08-1997
			DE	69631815 D1	15-04-2004
			DE	69631815 T2	03-02-2005
			EP	0776051 A2	28-05-1997
			ES	2216041 T3	16-10-2004
			JP	9172196 A	30-06-1997
US 6262359	B1	17-07-2001	AU	772413 B2	29-04-2004
			AU	4795600 A	04-10-2000
			BR	0009085 A	02-01-2002
			CA	2368039 A1	21-09-2000
			CN	1348607 A	08-05-2002
			EP	1166367 A1	02-01-2002
			JP	2002539625 U	19-11-2002
			MX	PA01009280 A	24-04-2002
			TW	449933 B	11-08-2001
			WO	0055923 A1	21-09-2000
US 5538564	A	23-07-1996	AUCUN		
US 4703553	A	03-11-1987	EP	0270603 A1	15-06-1988
			JP	5020914 B	22-03-1993
			JP	63503497 T	15-12-1988
			WO	8707766 A1	17-12-1987

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KM,KN,KP,KR,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PE,PG,PH,PL,PT,RO,RS,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,ZA,ZM,ZW

(74)代理人 100060759
弁理士 竹沢 荘一
(74)代理人 100087893
弁理士 中馬 典嗣
(74)代理人 100086726
弁理士 森 浩之
(72)発明者 ペレ ロカ イ カバーロカ
フランス国 エフ－９１１４０ ヴィルボン シュル イヴェット リュ ジラルド １３ビス
(72)発明者 マルタン ラブリュヌ
フランス国 エフ－９２１２０ モンルージュ リュ ヴィクトル バッシュ １０

Ｆターム(参考) 5F151 AA02 AA05 CB20 CB25 DA03 DA07 DA10 FA06 FA15 GA04
HA03