

(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2011-233875

(P2011-233875A)

(43) 公開日 平成23年11月17日(2011.11.17)

(51) Int.Cl.
H01L 31/04 (2006.01)F1
H01L 31/04テーマコード (参考)
5F151

審査請求 未請求 請求項の数 36 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2011-83823 (P2011-83823)
 (22) 出願日 平成23年4月5日(2011.4.5)
 (31) 優先権主張番号 10-2010-0039424
 (32) 優先日 平成22年4月28日(2010.4.28)
 (33) 優先権主張国 韓国(KR)

(71) 出願人 390019839
 三星電子株式会社
 Samsung Electronics
 Co., Ltd.
 大韓民国京畿道水原市靈通区梅灘洞416
 416, Maetan-dong, Yeongtong-gu, Suwon-si,
 Gyeonggi-do, Republic of Korea

(71) 出願人 505393131
 高麗大学校産学協力団
 大韓民国 ソウル 城北區 安岩洞 5街
 1-2

(74) 代理人 110000051
 特許業務法人共生国際特許事務所
 最終頁に続く

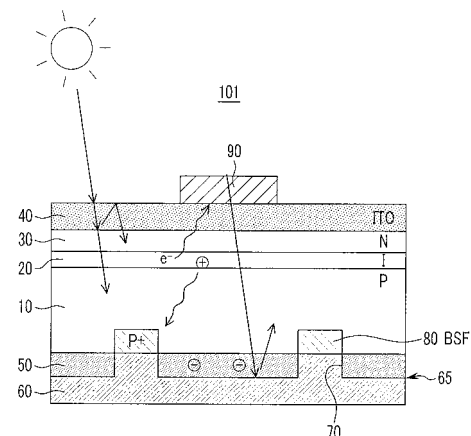
(54) 【発明の名称】 太陽電池及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 本発明は太陽電池とその製造方法に関するものである。

【解決手段】 半導体基板の前面には異種接合(Hetero-junction)構造を有しており、半導体基板の後面には複数の開口部を有する保護層と、その開口部を通して半導体基板の後面と連結される電極を形成して、電子及び正孔が再結合によって消滅する速度を低減できる太陽電池を製造する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 導電型半導体基板、
前記第 1 導電型半導体基板の第 1 面に形成される第 2 導電型層、
前記第 2 導電型層の上部に形成される第 1 電極、
前記第 1 導電型半導体基板の第 2 面に形成される少なくとも一つの保護層、
前記保護層に形成される少なくとも一つの開口部、
前記開口部を通して第 1 導電型半導体基板の第 2 面と接触する第 2 電極
を有することを特徴とする太陽電池。

【請求項 2】

前記第 1 導電型半導体基板の前記第 1 面と第 2 導電型層の間には非晶質シリコン薄膜層をさらに含むことを特徴とする、請求項 1 に記載の太陽電池。

【請求項 3】

前記非晶質シリコン薄膜層と第 2 導電型層の間には、非晶質シリコンカーバイド (a-SiC)、非晶質シリコンオキシド (a-SiO)、または非晶質シリコンナイトライド (a-SiN) 層より選択される少なくとも一つの薄膜層をさらに含むことを特徴とする、請求項 2 に記載の太陽電池。

【請求項 4】

前記第 2 導電型層と前記第 1 電極の間に形成される透明導電層をさらに含むことを特徴とする、請求項 1 に記載の太陽電池。

【請求項 5】

前記透明導電層は、ITO、a-ITO、IZO、ZnO、SnOx などより選択される少なくとも一つの透明導電性物質を含むことを特徴とする、請求項 4 に記載の太陽電池。

【請求項 6】

前記第 1 電極は、銀 (Ag)、金 (Au)、銅 (Cu)、アルミニウム (Al)、及びこれらの合金から形成されることを特徴とする、請求項 1 に記載の太陽電池。

【請求項 7】

前記保護層は、アルミニウムオキシド (Al₂O₃) またはアルミニウムナイトライド (AlN)、アルミニウムオキシナイトライド (AlON)、シリコンオキシド (SiO_x)、シリコンナイトライド (SiN_x)、シリコンオキシナイトライド (SiO_xN_y)、シリコンカーバイド (SiC)、チタニウムオキシド (TiO_x)、非晶質シリコン (a-Si) などより選択される少なくとも一つの層を含むことを特徴とする、請求項 1 に記載の太陽電池。

【請求項 8】

前記保護層は、陰の固定電荷を有する金属オキシドから形成されていることを特徴とする、請求項 7 に記載の太陽電池。

【請求項 9】

前記保護層は、第 1 保護層と第 2 保護層を含む二つの層で積層されており、第 1 導電型半導体基板の後面と接して形成されている前記第 1 保護層は陰の固定電荷を有する金属オキシドから形成され、前記第 1 保護層の下部に接して形成される前記第 2 保護層はシリコンナイトライド (SiN_x) あるいはシリコンオキシド (SiO_x) から形成されていることを特徴とする、請求項 7 に記載の太陽電池。

【請求項 10】

前記第 1 保護層は前記第 2 保護層より厚さが薄いことを特徴とする、請求項 9 に記載の太陽電池。

【請求項 11】

前記保護層は二つ以上の層から形成されることを特徴とする、請求項 1 に記載の太陽電池。

【請求項 12】

前記第 2 電極は、銀 (A g)、金 (A u)、銅 (C u)、アルミニウム (A l)、及びこれらの合金から形成されることを特徴とする、請求項 1 に記載の太陽電池。

【請求項 1 3】

前記開口部を通して前記第 2 電極と接触する前記第 1 導電型半導体基板の第 2 面に形成された第 1 導電型の後面電場層をさらに含むことを特徴とする、請求項 1 に記載の太陽電池。

【請求項 1 4】

前記第 1 導電型半導体基板の第 1 面と第 2 導電型層の間に形成された少なくとも一つの非晶質シリコン薄膜層をさらに含むことを特徴とする、請求項 1 3 に記載の太陽電池。

【請求項 1 5】

前記第 1 導電型半導体基板の第 2 面に形成されている第 1 導電型拡散層をさらに含むことを特徴とする、請求項 1 3 に記載の太陽電池。

【請求項 1 6】

前記後面電場層の不純物の濃度は前記第 1 導電型拡散層の不純物の濃度より高いことを特徴とする、請求項 1 5 に記載の太陽電池。

【請求項 1 7】

前記第 1 導電型半導体基板の第 2 面には、第 2 導電型の不純物が拡散して形成された第 2 導電型拡散層をさらに含むことを特徴とする、請求項 1 3 に記載の太陽電池。

【請求項 1 8】

前記第 1 導電型半導体基板は n 型または p 型の不純物を含むことを特徴とする、請求項 1 に記載の太陽電池。

【請求項 1 9】

第 1 導電型半導体基板、

前記第 1 導電型半導体基板の前面に形成される少なくとも一つの非晶質シリコン薄膜層

、
前記非晶質シリコン薄膜層の上部に形成される第 2 導電型シリコン薄膜層、

前記第 2 導電型シリコン薄膜層の上部に形成される透明導電層、

前記透明導電層の上部に形成される前面電極、

前記第 1 導電型半導体基板の後面に形成される少なくとも一つの保護層、

前記保護層に形成される少なくとも一つの開口部、

前記開口部を通して第 1 導電型半導体基板の後面と接触する後面電極、及び

前記開口部を通して前記後面電極と接触し、前記第 1 導電型半導体基板の後面に形成される第 1 導電型の後面電場層を有することを特徴とする太陽電池。

【請求項 2 0】

前記非晶質シリコン薄膜層と前記第 2 導電型非晶質シリコン薄膜層の間には、非晶質シリコンカーバイド (a-S i C)、非晶質シリコンオキシド (a-S i O)、または非晶質シリコンナイトライド (a-S i N) 層より選択される少なくとも一つの薄膜層を含むことを特徴とする、請求項 1 9 に記載の太陽電池。

【請求項 2 1】

前記保護層は第 1 保護層と第 2 保護層を含み、前記第 1 導電型半導体基板の後面と接して形成されている前記第 1 保護層は陰の固定電荷を有する金属オキシドから形成され、前記第 2 保護層は前記第 1 保護層の下部にシリコンナイトライド (S i N x) あるいはシリコンオキシド (S i O x) から形成されていることを特徴とする、請求項 2 0 に記載の太陽電池。

【請求項 2 2】

第 1 導電型半導体基板、

前記第 1 導電型半導体基板の前面に形成される少なくとも一つの非晶質シリコン薄膜層

、
前記非晶質シリコン薄膜層の上部に形成される第 2 導電型シリコン薄膜層、

前記第 2 導電型シリコン薄膜層の上部に形成される透明導電層、

10

20

30

40

50

前記透明導電層の上部に形成される前面電極、
前記第1導電型半導体基板の後面に形成されている第1導電型拡散層、
前記第1導電型拡散層の後面に形成される少なくとも一つの保護層、
前記保護層に形成される少なくとも一つの開口部、
前記開口部を通して第1導電型半導体基板の後面と接触する後面電極、
前記開口部を通して後面電極と接触し、前記第1導電型半導体基板の後面に形成される第1導電型の後面電場層を有し、
前記後面電場層の不純物の濃度は前記第1導電型拡散層の不純物の濃度より高いことを特徴とする太陽電池。

【請求項23】

10

前記非晶質シリコン薄膜層と第2導電型非晶質シリコン薄膜層の間には、非晶質シリコンカーバイド(a-SiC)、非晶質シリコンオキシド(a-SiO)、または非晶質シリコンナイトライド(a-SiN)層より選択される少なくとも一つの薄膜層を含んでいることを特徴とする、請求項22に記載の太陽電池。

【請求項24】

第1導電型半導体基板、
前記第1導電型半導体基板の前面に形成される少なくとも一つの非晶質シリコン薄膜層、
前記非晶質シリコン薄膜層の上部に形成される第2導電型シリコン薄膜層、
前記第2導電型シリコン薄膜層の上部に形成される透明導電層、
前記透明導電層の上部に形成される前面電極、
前記第1導電型半導体基板の後面に第2導電型の不純物が拡散して形成されている第2導電型拡散層、
前記第2導電型拡散層の後面に形成されている少なくとも一つの保護層、
前記保護層に形成される少なくとも一つの開口部、
前記開口部を通して第1導電型半導体基板の後面と接触する後面電極、及び
前記開口部を通して後面電極と接触し、前記第1導電型半導体基板の後面に形成される第1導電型の後面電場層を有することを特徴とする太陽電池。

20

【請求項25】

前記非晶質シリコン薄膜層と第2導電型シリコン薄膜層の間には、非晶質シリコンカーバイド(a-SiC)、非晶質シリコンオキシド(a-SiO)、または非晶質シリコンナイトライド(a-SiN)層より選択される少なくとも一つの薄膜層をさらに含むことを特徴とする、請求項24に記載の太陽電池。

30

【請求項26】

前記保護層は第1保護層と第2保護層を含み、前記第1導電型半導体基板の後面と接して形成されている第1保護層は陰の固定電荷を有する金属オキシドから形成され、前記第1保護層の下部に形成されている前記第2保護層はシリコンナイトライド(SiNx)あるいはシリコンオキシド(SiOx)から形成されていることを特徴とする、請求項25に記載の太陽電池。

【請求項27】

第2導電型半導体基板、
前記第2導電型半導体基板の前面に形成される少なくとも一つの非晶質シリコン薄膜層、
前記非晶質シリコン薄膜層の上部に形成される第1導電型シリコン薄膜層、
前記第1導電型シリコン薄膜層の上部に形成される透明導電層、
前記透明導電層の上部に形成される前面電極、
前記第2導電型半導体基板の後面に形成される少なくとも一つの保護層、
前記保護層に形成される少なくとも一つの開口部、
前記開口部を通して第2導電型半導体基板の後面と接触する後面電極、及び
前記開口部を通して後面電極と接触し、前記第2導電型半導体基板の後面に形成される

40

50

第 2 導電型の後面電場層を有することを特徴とする太陽電池。

【請求項 28】

前記第 2 導電型半導体基板の後面と前記保護層の間に形成されている第 2 導電型拡散層をさらに含むことを特徴とする、請求項 27 に記載の太陽電池。

【請求項 29】

前記第 2 導電型の後面電場層の不純物の濃度は前記第 2 導電型拡散層の不純物の濃度より高いことを特徴とする、請求項 28 に記載の太陽電池。

【請求項 30】

第 1 導電型半導体基板の後面に少なくとも一つの保護層を積層する段階、
前記保護層に開口部を形成する段階、
前記保護層の後面及び前記開口部内に後面電極層を形成する段階、
前記後面電極層を拡散させて後面電場層を形成する段階、
前記第 1 導電型半導体基板の前面に非晶質シリコン薄膜層及び第 2 導電型シリコン薄膜層を順次に形成する段階、
前記第 2 導電型シリコン薄膜層の上部に透明導電層を形成する段階、
前記透明導電層の上部に前面電極を形成する段階を有することを特徴とする太陽電池の製造方法。

【請求項 31】

前記保護層を積層する前に、前記第 1 導電型半導体基板の後面に第 1 導電型物質を拡散させて第 1 導電型拡散層を形成する段階をさらに含むことを特徴とする、請求項 30 に記載の太陽電池の製造方法。

【請求項 32】

前記後面電場層の不純物の濃度は前記第 1 導電型拡散層の不純物の濃度より高くなるように形成することを特徴とする、請求項 31 に記載の太陽電池の製造方法。

【請求項 33】

前記シリコン薄膜層及び第 2 導電型シリコン薄膜層を順次に形成する段階は、
前記シリコン薄膜層と前記第 2 導電型シリコン薄膜層の間にバンドギャップ層を形成することを特徴とする、請求項 32 に記載の太陽電池の製造方法。

【請求項 34】

前記保護層を積層する前に、前記第 1 導電型半導体基板の後面に第 2 導電型物質を拡散させて第 2 導電型拡散層を形成する段階をさらに含むことを特徴とする、請求項 30 に記載の太陽電池の製造方法。

【請求項 35】

前記シリコン薄膜層及び第 2 導電型シリコン薄膜層を順次に形成する段階は、
前記シリコン薄膜層と前記第 2 導電型シリコン薄膜層の間にバンドギャップ層を形成することを特徴とする、請求項 34 に記載の太陽電池の製造方法。

【請求項 36】

前記シリコン薄膜層及び第 2 導電型シリコン薄膜層を順次に形成する段階は、
前記シリコン薄膜層と前記第 2 導電型シリコン薄膜層の間にバンドギャップ層を形成することを特徴とする、請求項 30 に記載の太陽電池の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、太陽電池及びその製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

太陽電池は太陽光エネルギーを電気エネルギーに変換する光電変換素子であって、無制限無公害の次世代エネルギー資源として脚光を浴びている。

【0003】

太陽電池は p 型半導体及び n 型半導体を含み、p-n 接合部で太陽光エネルギーを吸収

10

20

30

40

50

すると半導体内部で電子－正孔対（electron-hole pair、EHP）が生成され、ここで生成された電子及び正孔がn型半導体及びp型半導体に各々移動し、これらが電極に収集されることによって外部で電気エネルギーとして利用することができる。

【0004】

一方、太陽電池は、太陽光エネルギーからできるだけ多くの電気エネルギーを出力できるよう効率を向上させることが重要である。このような太陽電池の効率向上のためには、半導体内部において可能な多くの電子－正孔対を生成することも重要であるが、生成された電荷を損失なく外部へ引き出すこともまた重要である。

【0005】

電荷損失原因の一つが、生成された電子及び正孔が再結合（recombination）によって消滅することである。このような再結合を防止するために多様な方法が提示されている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明は、半導体基板の前面には異種接合構造を有し、半導体基板の後面には少なくとも一つの開口部を有する保護層と、その開口部を通して半導体基板と連結される電極とを形成して、電子及び正孔が再結合によって消滅する速度を低くできる高効率の太陽電池を製造することをその目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するためになされた本発明による太陽電池は、第1導電型半導体基板、前記第1導電型半導体基板の第1面に形成される第2導電型層、前記第2導電型層の上部に形成される第1電極、前記第1導電型半導体基板の第2面に形成される少なくとも一つの保護層、前記保護層に形成される少なくとも一つの開口部、前記開口部を通して第1導電型半導体基板の第2面と接触する第2電極を有することを特徴とする。

【0008】

前記第1導電型半導体基板の前記第1面と第2導電型層の間には非晶質シリコン薄膜層をさらに含むことができる。

【0009】

前記非晶質シリコン薄膜層と第2導電型層の間には、非晶質シリコンカーバイド（a-SiC）、非晶質シリコンオキシド（a-SiO）、または非晶質シリコンナイトライド（a-SiN）層より選択される少なくとも一つの薄膜層をさらに含むことができる。

【0010】

前記第2導電型層と前記第1電極の間に形成される透明導電層をさらに含むことができる。

【0011】

前記透明導電層は、ITO、a-ITO、IZO、ZnO、SnOxなどより選択される少なくとも一つの透明導電性物質を含むことができる。

【0012】

前記第1電極は、銀（Ag）、金（Au）、銅（Cu）、アルミニウム（Al）、及びこれらの合金から形成されることができる。

【0013】

前記保護層は、アルミニウムオキシド（Al₂O₃）またはアルミニウムナイトライド（AlN）、アルミニウムオキシナイトライド（AlON）、シリコンオキシド（SiO_x）、シリコンナイトライド（SiN_x）、シリコンオキシナイトライド（SiO_xN_y）、シリコンカーバイド（SiC）、チタニウムオキシド（TiO_x）、非晶質シリコン（a-Si）などより選択される少なくとも一つの層を含むことができる。

【0014】

前記保護層は、陰の固定電荷を有する金属オキシドから形成されうる。

【0015】

前記保護層は第1保護層と第2保護層を含む二つの層で積層されており、第1導電型半導体基板の後面と接して形成されている前記第1保護層は陰の固定電荷を有する金属オキシドから形成され、前記第1保護層の下部に接して形成される前記第2保護層はシリコンナイトライド（SiNx）あるいはシリコンオキシド（SiOx）から形成されうる。

【0016】

前記第1保護層は前記第2保護層より厚さを薄くできる。

【0017】

前記保護層は二つ以上の層から形成されうる。

10

【0018】

前記第2電極は、銀（Ag）、金（Au）、銅（Cu）、アルミニウム（Al）、及びこれらの合金から形成されうる。

【0019】

前記開口部を通して前記第2電極と接触する前記第1導電型半導体基板の第2面に形成された第1導電型の後面電場層をさらに含むことができる。

【0020】

前記第1導電型半導体基板の第1面と第2導電型層の間に形成された少なくとも一つの非晶質シリコン薄膜層をさらに含むことができる。

20

【0021】

前記第1導電型半導体基板の第2面に形成されている第1導電型拡散層をさらに含むことができる。

【0022】

前記後面電場層の不純物の濃度は前記第1導電型拡散層の不純物の濃度より高くできる。

【0023】

前記第1導電型半導体基板の第2面には、第2導電型の不純物が拡散して形成された第2導電型拡散層をさらに含むことができる。

【0024】

前記第1導電型半導体基板はn型またはp型の不純物を含むことができる。

30

【0025】

また、上記目的を達成するためになされた本発明による太陽電池は、第1導電型半導体基板、前記第1導電型半導体基板の前面に形成される少なくとも一つの非晶質シリコン薄膜層、前記非晶質シリコン薄膜層の上部に形成される第2導電型シリコン薄膜層、前記第2導電型シリコン薄膜層の上部に形成される透明導電層、前記透明導電層の上部に形成される前面電極、前記第1導電型半導体基板の後面に形成される少なくとも一つの保護層、前記保護層に形成される少なくとも一つの開口部、前記開口部を通して第1導電型半導体基板の後面と接触する後面電極、及び前記開口部を通して前記後面電極と接触し、前記第1導電型半導体基板の後面に形成される第1導電型の後面電場層を有することを特徴とする。

40

【0026】

前記非晶質シリコン薄膜層と前記第2導電型非晶質シリコン薄膜層の間には、非晶質シリコンカーバイド（a-SiC）、非晶質シリコンオキシド（a-SiO）、または非晶質シリコンナイトライド（a-SiN）層より選択される少なくとも一つの薄膜層を含むことができる。

【0027】

前記保護層は第1保護層と第2保護層を含み、前記第1導電型半導体基板の後面と接して形成されている前記第1保護層は陰の固定電荷を有する金属オキシドから形成され、前記第2保護層は前記第1保護層の下部にシリコンナイトライド（SiNx）あるいはシリコンオキシド（SiOx）から形成されうる。

50

【0028】

また、本発明による太陽電池は、第1導電型半導体基板、前記第1導電型半導体基板の前面に形成される少なくとも一つの非晶質シリコン薄膜層、前記非晶質シリコン薄膜層の上部に形成される第2導電型シリコン薄膜層、前記第2導電型シリコン薄膜層の上部に形成される透明導電層、前記透明導電層の上部に形成される前面電極、前記第1導電型半導体基板の後面に形成されている第1導電型拡散層、前記第1導電型拡散層の後面に形成される少なくとも一つの保護層、前記保護層に形成される少なくとも一つの開口部、前記開口部を通して第1導電型半導体基板の後面と接触する後面電極、前記開口部を通して後面電極と接触し、前記第1導電型半導体基板の後面に形成される第1導電型の後面電場層を有し、前記後面電場層の不純物の濃度は前記第1導電型拡散層の不純物の濃度より高いことを特徴とする。

10

【0029】

前記非晶質シリコン薄膜層と第2導電型非晶質シリコン薄膜層の間には、非晶質シリコンカーバイド(a-SiC)、非晶質シリコンオキシド(a-SiO)、または非晶質シリコンナイトライド(a-SiN)層より選択される少なくとも一つの薄膜層を含むことができる。

【0030】

また、上記目的を達成するためになされた本発明による太陽電池は、第1導電型半導体基板、前記第1導電型半導体基板の前面に形成される少なくとも一つの非晶質シリコン薄膜層、前記非晶質シリコン薄膜層の上部に形成される第2導電型シリコン薄膜層、前記第2導電型シリコン薄膜層の上部に形成される透明導電層、前記透明導電層の上部に形成される前面電極、前記第1導電型半導体基板の後面に第2導電型の不純物が拡散して形成されている第2導電型拡散層、前記第2導電型拡散層の後面に形成されている少なくとも一つの保護層、前記保護層に形成される少なくとも一つの開口部、前記開口部を通して第1導電型半導体基板の後面と接触する後面電極、及び前記開口部を通して後面電極と接触し、前記第1導電型半導体基板の後面に形成される第1導電型の後面電場層を有することを特徴とする。

20

【0031】

前記非晶質シリコン薄膜層と第2導電型シリコン薄膜層の間には、非晶質シリコンカーバイド(a-SiC)、非晶質シリコンオキシド(a-SiO)、または非晶質シリコンナイトライド(a-SiN)層より選択される少なくとも一つの薄膜層をさらに含むことができる。

30

【0032】

前記保護層は第1保護層と第2保護層を含み、前記第1導電型半導体基板の後面と接して形成されている第1保護層は陰の固定電荷を有する金属オキシドから形成され、前記第1保護層の下部に形成されている前記第2保護層はシリコンナイトライド(SiNx)あるいはシリコンオキシド(SiOx)から形成されることができる。

【0033】

また、上記目的を達成するためになされた本発明による太陽電池は、第2導電型半導体基板、前記第2導電型半導体基板の前面に形成される少なくとも一つの非晶質シリコン薄膜層、前記非晶質シリコン薄膜層の上部に形成される第1導電型シリコン薄膜層、前記第1導電型シリコン薄膜層の上部に形成される透明導電層、前記透明導電層の上部に形成される前面電極、前記第2導電型半導体基板の後面に形成される少なくとも一つの保護層、前記保護層に形成される少なくとも一つの開口部、前記開口部を通して第2導電型半導体基板の後面と接触する後面電極、及び前記開口部を通して後面電極と接触し、前記第2導電型半導体基板の後面に形成される第2導電型の後面電場層を有することを特徴とする。

40

【0034】

前記第2導電型半導体基板の後面と前記保護層の間に形成されている第2導電型拡散層をさらに含むことができる。

【0035】

50

前記第2導電型後面電場層の不純物濃度は前記第2導電型拡散層の不純物の濃度より高くできる。

【0036】

また、上記目的を達成するためになされた本発明による太陽電池の製造方法は、第1導電型半導体基板の後面に少なくとも一つの保護層を積層する段階、前記保護層に開口部を形成する段階、前記保護層の後面及び前記開口部内に後面電極層を形成する段階、前記後面電極層を拡散させて後面電場層を形成する段階、前記第1導電型半導体基板の前面に非晶質シリコン薄膜層及び第2導電型シリコン薄膜層を順次に形成する段階、前記第2導電型シリコン薄膜層の上部に透明導電層を形成する段階、前記透明導電層の上部に電面電極を形成する段階を含む。

10

【0037】

前記保護層を積層する前に、前記第1導電型半導体基板の後面に第1導電型物質を拡散させて第1導電型拡散層を形成する段階をさらに含むことができる。

【0038】

前記後面電場層の不純物の濃度は前記第1導電型拡散層の不純物の濃度より高くなるように形成することができる。

【0039】

前記保護層を積層する前に、前記第1導電型半導体基板の後面に第2導電型物質を拡散させて第2導電型拡散層を形成する段階をさらに含むことができる。

【0040】

前記シリコン薄膜層及び第2導電型シリコン薄膜層を順次に形成する段階において、前記シリコン薄膜層と前記第2導電型シリコン薄膜層の間にバンドギャップ層を形成することができる。

20

【発明の効果】

【0041】

本発明による太陽電池は、前面の異種接合構造によって高い開放電圧を得ることができ、半導体基板にp-n接合を形成する際、半導体基板に直接n型またはp型の不純物をドーピングする工程を省略することによってシリコン表面の欠陥を除去することができる。また、半導体基板後面に形成された保護層を通して電荷の損失を減らし、漏れ電流を減少させることができる。また、後面に形成された保護層は反射膜の役割を果たして、内部光吸収を向上させることができる。

30

【0042】

したがって、本発明によれば、半導体基板の前面には異種接合構造を有しており、半導体基板の後面には保護層を有する太陽電池を製作することによって太陽電池の効率を改善することができる。

【図面の簡単な説明】

【0043】

【図1】本発明の一実施形態による太陽電池の断面図である。

【図2】図1による太陽電池を製造する方法を順に示した断面図である。

【図3】図1による太陽電池を製造する方法を順に示した断面図である。

40

【図4】図1による太陽電池を製造する方法を順に示した断面図である。

【図5】図1による太陽電池を製造する方法を順に示した断面図である。

【図6】図1による太陽電池を製造する方法を順に示した断面図である。

【図7】図1による太陽電池を製造する方法を順に示した断面図である。

【図8】図1による太陽電池を製造する方法を順に示した断面図である。

【図9】本発明の一実施形態による太陽電池の断面図である。

【図10】図9による太陽電池を製造する方法を順に示した断面図である。

【図11】図9による太陽電池を製造する方法を順に示した断面図である。

【図12】図9による太陽電池を製造する方法を順に示した断面図である。

【図13】図9による太陽電池を製造する方法を順に示した断面図である。

50

【図 1 4】図 9 による太陽電池を製造する方法を順に示した断面図である。
【図 1 5】図 9 による太陽電池を製造する方法を順に示した断面図である。
【図 1 6】図 9 による太陽電池を製造する方法を順に示した断面図である。
【図 1 7】図 9 による太陽電池を製造する方法を順に示した断面図である。
【図 1 8】本発明の一実施形態による太陽電池の断面図である。
【図 1 9】本発明の一実施形態による太陽電池の断面図である。
【図 2 0】本発明の一実施形態による太陽電池の断面図である。
【図 2 1】本発明の一実施形態による太陽電池の断面図である。
【図 2 2】本発明の一実施形態による太陽電池の断面図である。
【図 2 3】本発明の一実施形態による太陽電池の断面図である。
【図 2 4】本発明の一実施形態による太陽電池の断面図である。
【発明を実施するための形態】

10

【0044】

次に、本発明の実施形態の具体例を図面を参照しながら説明する。しかし、本発明は多様な相違した形態に具現でき、ここで説明する実施形態に限られない。

【0045】

図面において、多様な層及び領域を明確に表現するために厚さを拡大して示した。明細書全体にわたって類似した部分については同一な図面符号を付与した。層、膜、領域などの部分が他の部分の“上に”にあるという場合、これは他の部分の直上にある場合だけでなく、その中間にまた他の部分がある場合も含む。反対に、ある部分が他の部分の“直上に”あるという場合には中間に他の部分がないことを意味する。層、膜、領域などの部分が他の部分の“下部に”または“下に”あるという場合、これは他の部分の直ちの下にある場合だけでなく、その中間にまた他の部分がある場合も含む。

20

【0046】

それでは、本発明の実施例による太陽電池及びその製造方法について、添付した図面（図 1、図 2 乃至図 8）を参照して詳しく説明する。

【0047】

<第 1 実施例>

まず、図 1 を参照して、本発明の第 1 実施例による太陽電池を説明する。

【0048】

図 1 は、本発明の第 1 実施例による太陽電池の断面図である。

30

【0049】

図 1 を参照すれば、本発明の第 1 実施例による太陽電池は、第 1 導電型半導体基板 10 の前面に形成された非晶質シリコン薄膜層 20、第 2 導電型シリコン薄膜層 30（広くは第 2 導電型層ともいう）、透明導電層 40、前面電極 90（第 1 電極ともいう）と第 1 導電型半導体基板 10 の後面に形成された保護層 50、保護層 50 に形成された少なくとも一つ以上の開口部 70、開口部 70 と第 1 導電型半導体基板 10 後面が接する領域に形成された不純物が高濃度に注入された後面電場層（Back surface field、BSF）80、後面に形成された後面電極 60（第 2 電極ともいう）を有する。

【0050】

第 1 導電型半導体基板 10 としては単結晶または多結晶シリコンウェハーなどが使用される。また、前記第 1 導電型半導体基板 10 は p 型または n 型の不純物原子が拡散されている。

40

【0051】

p 型不純物原子は III 族に属する不純物原子でありえ、n 型不純物原子はリン（P）などの V 族に属する不純物原子でありうる。

【0052】

第 1 導電型半導体基板 10 の表面は表面組織化（surface texturing）処理されうる。表面組織化処理された第 1 導電型半導体基板 10 は、例えば、ピラミッド形状のような凹凸またはハニカム（honeycomb）模様の表面を有しうる。表面

50

組織化処理された第1導電型半導体基板10は表面積を広げて光の吸収率を高め、反射度を減らして太陽電池の効率を改善することができる。

【0053】

第1導電型半導体基板10の前面には非晶質シリコン薄膜層20が形成されており、その上部には第2導電型非晶質シリコン薄膜層30が形成されている。前記第2導電型非晶質シリコン薄膜層30の上部には透明導電層40が形成されている。

【0054】

前記非晶質シリコン薄膜層20と第2導電型非晶質シリコン薄膜層の間30には、光学的バンドギャップが大きくなるように複数の層を積層することができる。これは後で図22乃至図24の実施例で説明する。

【0055】

透明導電層40は、ITO、a-ITO、IZO、ZnO、SnO_xなどの透明導電性物質のうち少なくとも一つを含むことができる。透明導電層40は、第1導電型半導体基板10の前面電極90と接触抵抗を低くする役割を果たす。前記透明導電層40の上部に形成された前面電極90は、前記第1導電型半導体基板10及び第2導電型非晶質シリコン薄膜層30を通して生成される電気を集めて外部の装置へ伝達する役割を果たし、銀(Ag)、金(Au)、銅(Cu)、アルミニウム(Al)、及びこれらの合金などの低抵抗金属から形成される。

【0056】

第1導電型半導体基板10の後面には保護層50が形成されている。保護層50は、一般に、アルミニウムオキシド(Al₂O₃)などの金属オキシドまたはアルミニウムナイトライド(AlN)、アルミニウムオキシナイトライド(AlON)、シリコンオキシド(SiO_x)、シリコンナイトライド(SiNx)、シリコンオキシナイトライド(SiO_xN_y)、シリコンカーバイド(SiC)、チタニウムオキシド(TiO_x)、非晶質シリコン(a-Si)等から形成される。

【0057】

保護層50は約5nm乃至3000nmの厚さを有するが、これに限定されるわけではない。例えば、基板の後面においてアルミニウムオキシド(Al₂O₃)、または金属オキシドのように陰の固定電荷を有する保護層50を誘電膜として用いる場合、厚さを5nmに形成してもその効果が現れる。反面、シリコンナイトライド(SiNx)やシリコンオキシド(SiO_x)のような物質を保護膜として用いる場合にはその厚さが増加する。また、半導体基板の後面において1100nmの長い波長を吸収するためには、800nm以上に形成する場合にのみ反射膜の役割を果たすため、その波長に応じてさらに厚く形成されることもある。

【0058】

第1導電型半導体基板10の後面に形成される保護層50は、アルミニウムオキシド(Al₂O₃)などの陰の固定電荷を有する保護層50を使用するのが好ましい。

【0059】

具体的に、保護層50が多数の陰電荷(negative charge)を帯びる場合、第1導電型半導体基板10に存在する少数電荷(minor charges)である電子が第1導電型半導体基板10の後面側へ(つまり、後面電極60側へ)移動することを妨害することによって、第1導電型半導体基板10の後面において電子と正孔が再結合して消滅することを防止できる。したがって、電荷の損失を減らして太陽電池の効率を向上できる。

【0060】

保護層50の下部には後面電極60が形成されている。後面電極60はアルミニウム(Al)などの不透明金属から形成され、約2乃至50μmの厚さを有する。

【0061】

後面電極60は、保護層50の一部分に形成された少なくとも一つ以上の開口部70を通して第1導電型半導体基板10の後面と接触する。

10

20

30

40

50

【0062】

第1導電型半導体基板10の後面と後面電極60が接触する部分には後面電場層（back surface field、BSF）80が位置する。後面電場層（back surface field、BSF）80は、第1導電型半導体基板10の後面付近で電荷が再結合して消滅することを防止して、太陽電池の効率を向上させることができる。

【0063】

また、第2電極60は不透明金属から形成されて、第1導電型半導体基板10を通過した光を再び第1導電型半導体基板10の内部に反射させることによって光の漏れを防止し、効率を向上させる役割を果たす。

【0064】

本発明の実施例1による太陽電池を製造する方法については、図2乃至図8を図1と共に参照して説明する。

【0065】

図2乃至図8は、本発明の第1実施例による太陽電池を製造する方法を順次に示した断面図である。

【0066】

まず、シリコンウェハーなどの第1導電型半導体基板10を準備する。この時、第1導電型半導体基板10はp型不純物でドーピングされている。

【0067】

また、図面には示していないが、第1導電型半導体基板10には表面テクスチャリング（texturing）処理がされていることもある。

【0068】

本発明の太陽電池の前面は異種接合構造に形成されて、後面構造より低温で形成される。後面は、半導体基板後面に不純物を拡散させる工程が含まれて、前面より高温で形成される。例えば、非晶質シリコン薄膜層20を使用する前面構造は約200℃乃至300℃程度で形成されるが、不純物拡散工程がある後面工程は約500℃乃至1000℃で形成される。したがって、高温で形成される後面構造を先に形成するのが好ましい。

【0069】

図2を参照すれば、第1導電型半導体基板10の後面に保護層50を形成する。この時、保護層50は前述の通り、一般に、アルミニウムオキシド（ Al_2O_3 ）またはアルミニウムナイトライド（AlN）、アルミニウムオキシナイトライド（AlON）、シリコンオキシド（ SiO_x ）、シリコンナイトライド（ $SiNx$ ）、シリコンオキシナイトライド（ SiO_xNy ）、シリコンカーバイド（SiC）、チタニウムオキシド（ TiO_x ）、非晶質シリコン（a-Si）などより選択される少なくとも一つの層から形成する。

【0070】

図3を参照すれば、前記保護層50に少なくとも一つの開口部70を形成する。

【0071】

この時、開口部70を形成する方法としては、レーザーを照射して形成する方法、マスクを使用して湿式エッチング、乾式エッチングをする方法などの多様な方法を使用することができる。

【0072】

図4を参照すれば、第1導電型半導体基板10の後面（正確には保護層50の下）に後面電極60を全面形成する。この時、後面電極60の形成方法には、後面電極60用導電性ペーストをスピンコーティングなどによって塗布する方法、スパッタリングなどによって蒸着する方法がある。または、開口部70に後面電極60用導電性ペーストを満たし、その上に第1導電型半導体基板10の後面全体を覆うように後面電極60用導電性ペーストを塗布することもできる。この時、開口部70に後面電極60用導電性ペーストを満たす方法は、スクリーンプリンティングやインクジェット印刷または押印印刷などの多様な方法によって形成する。

【0073】

後面電極 60 用導電性ペーストはアルミニウムなどの金属パウダーを含む。

【0074】

図 5 を参照すれば、第 1 導電型半導体基板 10 の後面（正確には保護層 50 の下）に後面電極 60 用導電性ペーストを塗布した後、高温の焼成炉（furnace）に置いて焼成（firing）する。焼成は金属パウダーの溶融温度より高い温度で行うことができ、例えば、約 500 乃至 1000℃で行うことができる。後面電極 60 の厚さは 2 乃至 50 μm である。

【0075】

前記焼成によって後面電極 60 が形成され、開口部 70 より露出した第 1 導電型半導体基板 10 の後面と後面電極 60 が接触する部分には拡散によって後面電場層（back surface field、BSF）80 が形成される。例えば、後面電極 60 を形成する物質としてアルミニウム（Al）を使用する場合は、高温によってアルミニウムが拡散して p 型の後面電場層（Back surface field、BSF）80 が形成される。

【0076】

前記後面電場層（back surface field）80 の形成は本発明では図示していないが、後面電極 60 形成後にレーザーを照射して焼成（firing）によって形成することもできる。この時、保護層 50 の開口部 70 も同時に形成することができる。

【0077】

または、保護層 50 に開口部 70 を形成した後、不純物を含む物質や金属ペーストを入れて高温で焼成すること、レーザーを使用して形成することもできる。

【0078】

図 6 を参照すれば、第 1 導電型半導体基板 10 の前面に非晶質シリコン薄膜層 20 及び第 2 導電型シリコン薄膜層 30 を順次に形成する。

【0079】

前記非晶質シリコン薄膜層 20 の厚さは約 20 Å 乃至 100 Å であって、PECVD（Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition）などの方法を使用して、真空チャンバーに SiH_4 などのシリコン化合物と水素などを注入し、放電して形成することができる。

【0080】

前記非晶質シリコン薄膜層 20 の上部には第 2 導電型シリコン薄膜層 30 が形成されている。第 2 導電型非晶質シリコン薄膜層 30 は第 1 導電型半導体基板 10 と反対型の不純物を含んでおり、前記第 1 導電型半導体基板 10 と p-n 接合を形成する。

【0081】

前記第 2 導電型シリコン薄膜層 30 は PECVD（Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition）などの方法を使用して、真空チャンバーに SiH_4 などのシリコン化合物と水素などを入れ、不純物を注入して形成する。この時、不純物は p 型であることもでき、n 型であることもできる。厚さは約 20 Å 乃至 100 Å である。

【0082】

前記非晶質シリコン薄膜層 20 と第 2 導電型非晶質シリコン薄膜層 30 は、a-Si 層、微細結晶シリコン層から形成することができる。

【0083】

前記非晶質シリコン薄膜層 20 と第 2 導電型非晶質シリコン薄膜層 30 は化学気相蒸着法（CVD）または物理気相蒸着法（PVD）などに属する薄膜蒸着法のうちのいずれか一つの方法によって形成することができる。または、スパッタリング法（Sputtering）、電子ビーム蒸着法（E-beam evaporation）、熱蒸着法（Thermal evaporation）、レーザー分子ビーム蒸着法（L-MBE、Laser Molecular Beam Epitaxy）、パルスレーザー蒸着法（

10

20

30

40

50

PLD、Pulsed Laser Deposition)、有機化学気相蒸着法(MOCVD、Metal-Organic Chemical Vapor Deposition)、HVP理法(HVPE、Hybride Vapor Phase Epitaxy)、真空蒸着法、及び原子層蒸着法から構成されたグループ中より選択されたいずれか一つの方法によって形成することができるが、必ずしもこれに制限されるわけではなく、発明の分野の当業者が公知の技術で理解可能な方法によって蒸着されることができる。

【0084】

以下、図7を参照して、第1導電型半導体基板10の前面において第2導電型シリコン薄膜層30の上部に透明導電層40を形成する方法について説明する。

10

【0085】

前記第2導電型非晶質シリコン薄膜層30の上部には、透明導電層40をCVD、スパッタリング(sputtering)などの方法を使って形成する。透明導電層40の厚さは10乃至1000Åである。透明導電層40は前述のようにITO、a-ITO、IZO、ZnO、SnO_xなどの物質から形成することができる。

【0086】

その後、図8に示しているように透明導電層40の上部に前面電極90を形成する。

【0087】

前面電極90は、導電性ペーストを使用して、インクジェット、スクリーンプリンティング、グラビア印刷、オフセット印刷などの方法を通して形成されることができる。

20

【0088】

<第2実施例>

図9は、本発明の第2実施例による太陽電池の断面図である。

【0089】

図9を参照すれば、本発明の第2実施例による太陽電池は、第1導電型半導体基板10の前面に形成された非晶質シリコン薄膜層20、第2導電型シリコン薄膜層30、透明導電層40、前面電極90と第1導電型半導体基板10の後面に形成された保護層50、保護層50と第1導電型半導体基板10間に形成された過ドーピングによる第1導電型拡散層110、保護層50に形成された少なくとも一つ以上の開口部70、開口部70と第1導電型拡散層110の後面が接する領域に形成された不純物が高濃度に注入された後面電場層100、後面に形成された後面電極60を有する。

30

【0090】

つまり、第2実施例の太陽電池は第1実施例の前面と同一な構造を有しており、第2実施例の第1導電型半導体基板10の後面には第1実施例とは異なって、後面全体に第1導電型拡散層110が追加形成されている。また、第2実施例では、第1実施例の後面電場層80と異なって後面電場層100に図示し、説明する。これは製造時に周辺構造の差によって実質的に両層が互いに異なる特性を含むことができるためである。

【0091】

第1導電型半導体基板10は単結晶または多結晶シリコンウェハーなどが使用される。また、前記第1導電型半導体基板10はp型またはn型の不純物原子が拡散されている。

40

【0092】

p型不純物原子はIII族に属する不純物原子でありえ、n型不純物原子はリン(P)などのV族に属する不純物原子でありうる。

【0093】

第1導電型半導体基板10の表面は表面組織化(surface texturing)処理されていることがありうる。表面組織化処理された第1導電型半導体基板10は、例えば、ピラミッド形状のような凹凸またはハニカム(honeycomb)模様の表面を有することができる。表面組織化処理された第1導電型半導体基板10は表面積を広げて光の吸収率を高め、反射度を減らして太陽電池の効率を改善することができる。

【0094】

50

第1導電型半導体基板10の前面には非晶質シリコン薄膜層20が形成されており、その上部には第2導電型非晶質シリコン薄膜層30が形成されている。前記第2導電型非晶質シリコン薄膜層30の上部には透明導電層40が形成されている。

【0095】

前記非晶質シリコン薄膜層20と第2導電型非晶質シリコン薄膜層30の間には、光学的バンドギャップが大きくなるように複数の層を積層することができる。これは以下の図22乃至図24の実施例で説明する。

【0096】

透明導電層40は、ITO、a-ITO、IZO、ZnO、SnO_xなど透明導電性物質の少なくとも一つを含むことができる。透明導電層40は、第1導電型半導体基板10の前面電極90と接触抵抗を低くする役割を果たす。前記透明導電層40の上部に形成された前面電極90は、前記第1導電型半導体基板10及び第2導電型非晶質シリコン薄膜層30を通して生成される電気を集めて外部の装置へ伝達する役割を果たし、銀(Ag)、金(Au)、銅(Cu)、アルミニウム(Al)、及びこれらの合金などの低抵抗金属から形成される。

【0097】

第1導電型半導体基板10の後面には保護層50が形成されている。保護層50は、一般に、アルミニウムオキシド(Al₂O₃)またはアルミニウムナイトライド(AlN)、アルミニウムオキシナイトライド(AlON)、シリコンオキシド(SiO_x)、シリコンナイトライド(SiN_x)、シリコンオキシナイトライド(SiO_xN_y)、シリコンカーバイド(SiC)、チタニウムオキシド(TiO_x)、非晶質シリコン(a-Si)などから形成することができる。保護層50は約5nm乃至3000nmの厚さを有することができるが、これに限定されるわけではない。

【0098】

具体的に、保護層50が多数の陰電荷(negative charge)を帯びる場合、第1導電型半導体基板10に存在する少数電荷(minor charges)である電子が第1導電型半導体基板10の後面側へ(つまり、後面電極60側へ)移動することを妨害することによって、第1導電型半導体基板10の後面において電子と正孔が再結合して消滅することを防止することができる。したがって、電荷の損失を減らして太陽電池の効率を向上させることができる。

【0099】

保護層50と第1導電型半導体基板10の間には第1導電型拡散層110が形成されている。第1導電型拡散層110は、過ドーピングによって第1導電型半導体基板10の後面に形成される。実施例によってはホウ素(B)の拡散によってp⁺高ドーピングによって形成されることことができる。

【0100】

保護層50の下部には後面電極60が形成されている。後面電極60はアルミニウム(Al)などの不透明金属から形成されることができ、約2乃至50μmの厚さを有する。

【0101】

後面電極60は、保護層50の一部分に形成された少なくとも一つ以上の開口部70を通して第1導電型半導体基板10の後面と接触する。

【0102】

第1導電型拡散層110の後面と後面電極60が接触する部分には後面電場層100が位置する。後面電場層100及び第1導電型拡散層110は、第1導電型半導体基板10の後面付近で電荷が再結合して消滅することを防止して、太陽電池の効率を向上させることができる。

【0103】

また、第2電極60は不透明金属から形成されて、第1導電型半導体基板10を通過した光を再び第1導電型半導体基板10の内部に反射させることによって光の漏れを防止し、効率を向上させる役割を果たす。

【0104】

図10乃至図17を参照して、本発明の第2実施例による太陽電池の製造方法を説明する。

【0105】

図10乃至図17は、本発明の第2実施例によって太陽電池を製造する方法を順次に示した断面図である。

【0106】

図10において、第1導電型半導体基板10の後面には第1導電型の第1導電型拡散層110を全面に形成する。この時、第1導電型の第1導電型拡散層110はホウ素(B)などの不純物拡散によってp型に形成することができる。

10

【0107】

その後、図11に示した通り、第1導電型拡散層110が形成された第1導電型半導体基板10の後面下部に保護層50を形成する。

【0108】

次に、図12に示した通り、保護層50にレーザーなどを利用して開口部70を形成する。開口部70形成方法は第1実施例で説明したことと同一でありう。

【0109】

その後、図13に示した通り、開口部70が形成された保護層50の下部に後面電極60を形成する。この時、後面電極60を焼成(firing)して形成しながら、開口部を通して後面電極60と第1導電型の半導体基板10にドーピングされて形成された第1導電型拡散層110と接触する部分に後面電場層100を形成する。例えば、アルミニウム(Al)から形成された後面電極60が第1導電型拡散層110を通過して第1導電型半導体基板10に拡散しながら、開口部に後面電場層100を形成する(図14参照)。

20

【0110】

開口部を通して後面電極60と第1導電型の半導体基板10の後面(正確には第1導電型拡散層110)が接触する部分に後面電場層100を形成する方法は第1実施例と同一にすることができる。

【0111】

この時、後面電場層100の不純物の濃度は、第1導電型の半導体基板10の後面に全体的に形成された第1導電型拡散層110より高濃度でありうる。

30

【0112】

例えば、第1導電型半導体基板10の後面に形成された第1導電型拡散層110の不純物の濃度は $10^{19}/\text{cm}^3 \sim 10^{20}/\text{cm}^3$ であり、開口部を通して後面電極60と第1導電型の半導体基板10の後面が接触する部分に形成された後面電場の不純物の濃度は $10^{20}/\text{cm}^3 \sim 10^{21}/\text{cm}^3$ であって、10倍程度濃度が高いことがありうる。

【0113】

図15乃至図17は、第1導電型半導体基板10の前面形成方法を順次に示している。これは第1実施例と同一であるので別途の説明は省略する。

【0114】

<第3実施例>

40

図18は、本発明の他の実施例による太陽電池の断面図である。

【0115】

図18を参照すれば、本発明の第3実施例による太陽電池は、第1実施例及び第2実施例とは異なって第1導電型半導体基板10の後面に第2導電型拡散層150が形成されている。第1実施例と比較すると、第3実施例は第2導電型拡散層150がより多く形成されており、第2実施例と比較すれば、第3実施例は第1導電型拡散層110位置に第2導電型拡散層150が形成されている。第2実施例の第1導電型拡散層110は第1導電型物質で過ドーピングされてあるが、第3実施例の第2導電型拡散層150は第2導電型物質で過ドーピングされている。

50

【0116】

第3実施例において、第1導電型半導体基板10の後面に形成された第2導電型拡散層150は電子の後面再結合速度を減少させ、太陽電池の電子収集能力を向上させる。

【0117】

また、第3実施例の太陽電池の前面構造は第1及び第2実施例と同一な構造を有する。

【0118】

本発明の第3実施例による太陽電池の製造方法を説明する。

【0119】

第1導電型半導体基板10の後面に第2導電型拡散層150を形成する。この時、第2導電型拡散層150はリン(P)などの不純物拡散によってn型に形成されることができ
10

【0120】

一方、前記のように第2導電型拡散層150を形成する際、第1導電型半導体基板10の前面には他の層が形成されていないこともある。

【0121】

その後、第1導電型半導体基板の後面の上に保護層50が形成される。

【0122】

第3実施例において保護層50が形成される方法と開口部70が形成される方法、前面電極90、後面電極60を形成する方法、開口部70に後面電場層(back surface field、BSF)80を形成する方法は第1実施例と同一である。
20

【0123】

この時、開口部70に形成された後面電場層(back surface field、BSF)80の導電型は第2導電型拡散層150と異なる導電型に形成される。

【0124】

また、図22乃至図24のように、非晶質シリコン薄膜層20と第2導電型非晶質シリコン薄膜層30の間に光学的バンドギャップが広い物質を少なくとも一つ以上積層することができる。

【0125】

<第4実施例>

図19は、本発明の他の実施例による太陽電池の断面図である。
30

【0126】

図19で示したように、第4実施例による太陽電池は、保護層50、130を二つ以上の層に積層した構造を有する。

【0127】

図19においては図1の構造に保護層50が一つの層に積層されたことを説明しているが、積層できる保護層としては、例えば、アルミニウムオキシド(Al_2O_3)またはアルミニウムナイトライド(AlN)、アルミニウムオキシナイトライド($AlON$)、シリコンオキシド(SiO_x)、シリコンナイトライド($SiNx$)、シリコンオキシナイトライド(SiO_xNy)、シリコンカーバイド(SiC)、チタニウムオキシド(TiO_x)、非晶質シリコン(a-Si)などが挙げられる。この中で選択される1種以上が保護層として積層されうる。
40

【0128】

前記追加的に積層された保護層130は、第1導電型半導体基板10を通過した光を再び第1導電型半導体基板10側に反射させて再吸収させることによって光の損失を防止し、効率を向上させることができる。同時に、後面電極60の形成時、高温焼成によって保護層50及び第1導電型半導体基板10が損傷することを防止することができる。

【0129】

また、第1導電型半導体基板10の後面に形成された保護層50が低い蒸着速度で形成されて工程時間が長くなる場合、第1導電型半導体基板10の後面に形成された保護層50の厚さを小さくし、その下部に形成された保護層130の厚さを大きくすることがで
50

きる。例えば、陰の固定電荷を有するアルミニウムオキシド (Al_2O_3) は A L D (A t o m i c l a y e r d e p o s i t i o n) を利用して高品質に形成されるが、この時、蒸着速度は一秒当たり約 $0.25 \text{ \AA}$ 程度で蒸着されることができる。これは普通 C V D より 3 乃至 5 倍程度遅い速度である。半導体基板の後面に形成されて電子が後面側に移動することを遮断する役割を果たす保護層は、 5 nm 程度に形成されてもその役割を果たすことができるが、膜質の安定性側面から 50 nm 程度で形成したりもする。このようなアルミニウムオキシド (Al_2O_3) の下部に形成される保護層 130 は保護膜の役割及び反射膜の役割を果たすので、約 800 nm 乃至 3200 nm 程度に厚く形成される。

【0130】

第1導電型半導体基板10の後面に二つの層で保護層50、130を積層する場合の例を挙げれば、第1導電型半導体基板10の後面に直接形成される保護層50は、アルミニウムオキシド (Al_2O_3) などの陰の固定電荷を有する金属オキシド物質を含む。これは保護層50が多数の陰電荷 (n e g a t i v e c h a r g e) を帯びる場合、下部第1導電型半導体基板10層に存在する少数電荷 (m i n o r c h a r g e s) である電子が後面側に移動することを妨害することによって、第1導電型半導体基板10の後面側において電子と正孔が再結合して消滅することを防止できるためである。したがって、電荷の損失を減らして太陽電池の効率を向上させることができる。

【0131】

また、アルミニウムオキシド (Al_2O_3) の下部には、シリコンオキシド (SiO_x) あるいはシリコンナイトライド (SiN_x) などを積層して保護層130を形成することができる。

【0132】

アルミニウムオキシド (Al_2O_3) の下部に形成された保護層130は前述の通り、反射膜と保護膜としての役割を果たすようになる。

【0133】

<第5実施例>

図20は、本発明の他の実施例による太陽電池の断面図である。

【0134】

図20において、保護層50、130は二つ以上の層で積層されている。

【0135】

図20では、図9の構造に保護層50、130が二つの層で積層された構造を示している。保護層50、130に関する説明は第4実施例で説明したものと同一である。

【0136】

<第6実施例>

図21は、本発明の他の実施例による太陽電池の断面図である。

【0137】

図21において、保護層50、130は二つ以上の層で積層されている。

【0138】

図21では、図18の構造に保護層50、130が二つの層で積層された構造を示している。

【0139】

保護層50、130に関する説明は第4実施例で説明したものと同一である。

【0140】

<第7実施例>

図22は、本発明の他の実施例による太陽電池の断面図である。

【0141】

図22では、図1の構造に非晶質シリコン薄膜層20と第2導電型非晶質シリコン薄膜層30の間に光学的バンドギャップが大きくなるように、複数の層（以下、バンドギャップ層140という）を追加積層したことを説明している。図22ではバンドギャップ層1

10

20

30

40

50

40を140一つの層に示しているが、前述のように複数の層を含むことができる。

【0142】

前記バンドギャップ層140は、非晶質シリコンカーバイド（a-SiC）、非晶質シリコンオキシド（a-SiO）、または非晶質シリコンナイトライド（a-SiN）層より少なくとも一つ以上の層で積層されることができる。バンドギャップ層140は非晶質シリコン薄膜層20の特性を有することができる。

【0143】

このようにバンドギャップ層140を形成することによって、光吸収を増加させて電流損失を減少させることができるので、太陽電池の効率を向上させることができる。

【0144】

<第8実施例>

図23は、本発明の他の実施例による太陽電池の断面図である。

【0145】

図23では、図9の構造に非晶質シリコン薄膜層20と第2導電型非晶質シリコン薄膜層30の間にバンドギャップ層140を積層したことを示している。

【0146】

前記バンドギャップ層140は第7実施例で説明したことと同一である。

【0147】

<第9実施例>

図24は、本発明の他の実施例による太陽電池の断面図である。

【0148】

図24では、図18の構造に非晶質シリコン薄膜層20と第2導電型非晶質シリコン薄膜層30の間にバンドギャップ層140を積層したことを示している。

【0149】

前記バンドギャップ層140は第7実施例で説明したことと同一である。

【0150】

第1実施例乃至第9実施例を通して本発明を説明したが、これに限定されるわけではなく、多様な変形例がありうる。例えば、第1導電型半導体基板10の代わりに第2導電型半導体基板を使用した場合、第2導電型半導体基板の前面には第1導電型非晶質シリコン薄膜層が形成され、第2導電型半導体基板の後面には第1導電型後面電場（back surface field、BSF）が形成される。

【0151】

尚、本発明は、上述の実施形態に限られるものではない。本発明の技術的範囲から逸脱しない範囲内で多様に変更実施することが可能である。本発明の権利範囲はこれに限定されるわけではなく、特許請求の範囲で定義している本発明の基本概念を利用した当業者の多様な変形及び改良形態もまた本発明の権利範囲に属する。

【符号の説明】

【0152】

- 10 第1導電型半導体基板
- 20 非晶質シリコン薄膜層
- 30 第2導電型非晶質シリコン薄膜層
- 40 透明導電層
- 50、130 保護層
- 60 後面電極（第2電極）
- 70 開口部
- 80、100 後面電場層
- 90 前面電極（第1電極）
- 110 第1導電型拡散層
- 150 第2導電型拡散層
- 140 バンドギャップ層

10

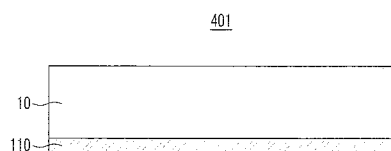
20

30

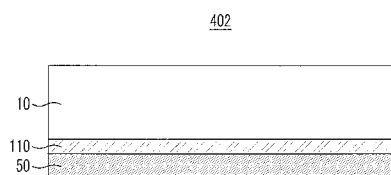
40

50

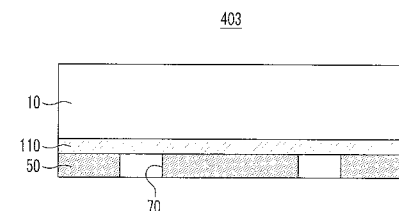
【図 10】



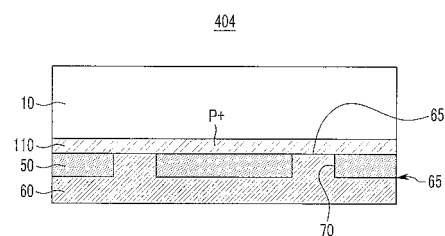
【例 11】



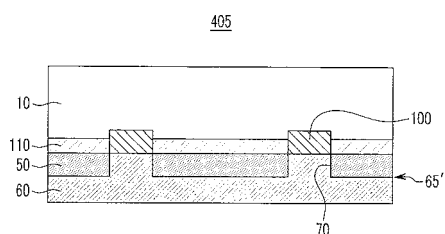
【图 1 2】



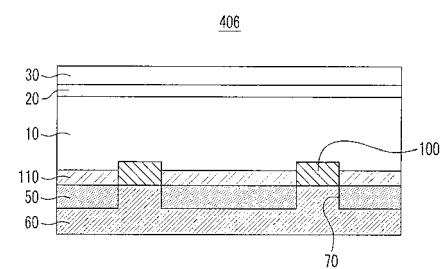
【図 13】



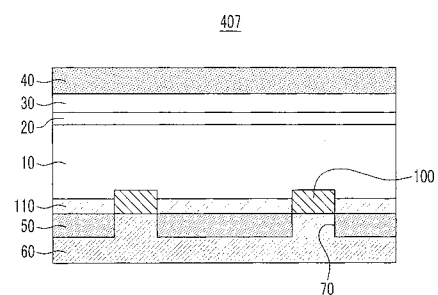
【図 14】



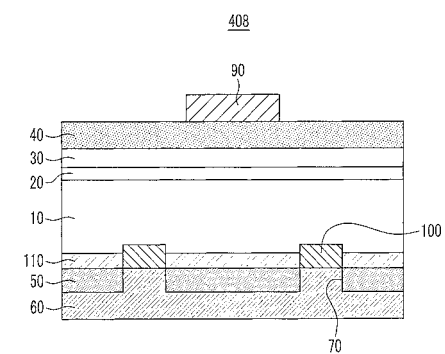
【図 15】



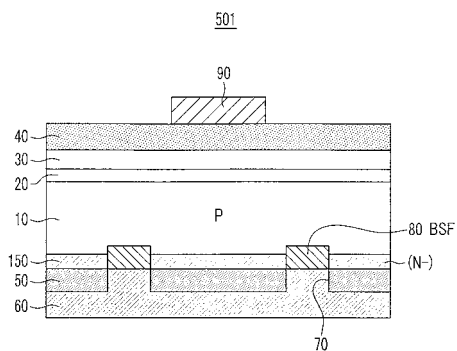
【图 16】



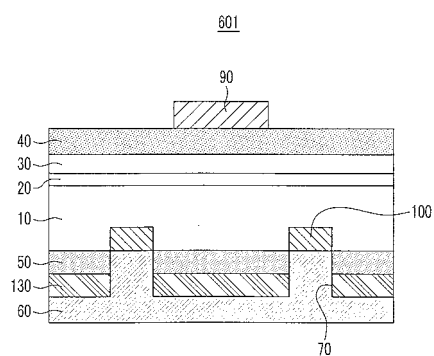
【图 17】



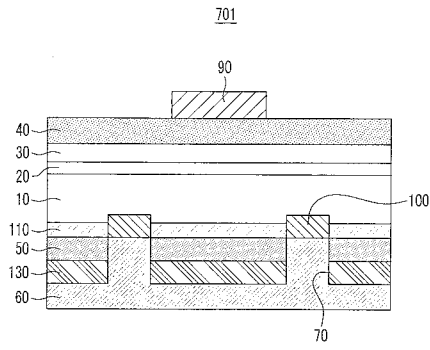
【図 18】



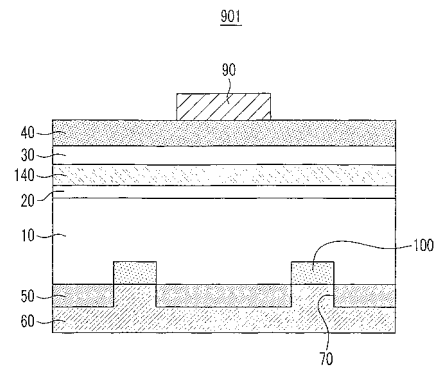
【図 19】



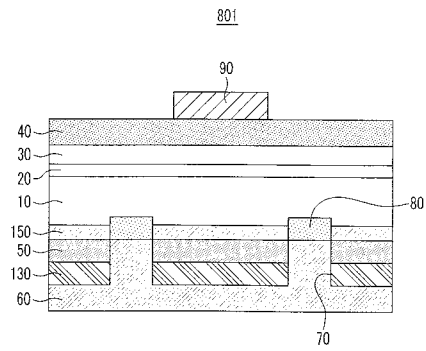
【図 2 0】



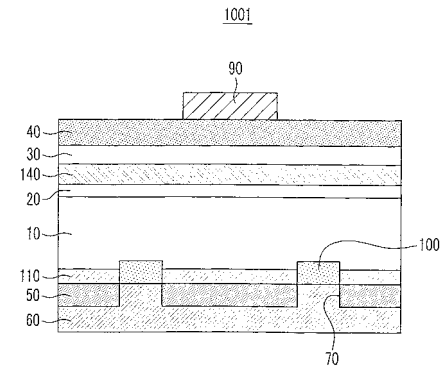
【図 2 2】



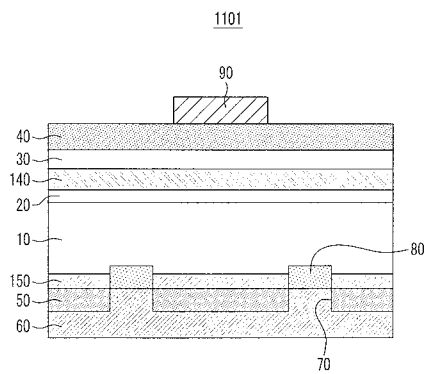
【図 2 1】



【図 2 3】



【図 2 4】



フロントページの続き

- (72)発明者 呉 ミン ソク
大韓民国 京畿道 龍仁市 新峰洞 韓一 アパート 102棟 202号
- (72)発明者 宋 禎 浩
大韓民国 京畿道 龍仁市 水枝区 新鳳洞 ハンファ アパート 305棟 702号
- (72)発明者 姜 允 默
大韓民国 京畿道 水原市 八達区 牛滿洞 ヒューマンシア 2団地 アパート 202棟 1008号
- (72)発明者 宋 南 圭
大韓民国 京畿道 華城市 陳雁洞 880-4 サンデュハウス 307号
- (72)発明者 朴 敏
大韓民国 ソウル市 瑞草区 良才1洞 9-21番地 301号
- (72)発明者 金 政 泰
大韓民国 ソウル市 江東区 吉2洞 ジェス 江東 ザイ アパート 108棟 1202号
- (72)発明者 李 允 錫
大韓民国 ソウル市 江西区 禾谷洞 1086-28番地
- (72)発明者 李 草 英
大韓民国 京畿道 水原市 勸善区 西屯洞 セントラウスアパート 114棟 1402号
- (72)発明者 金 東 煥
大韓民国 ソウル市 城北区 安岩洞 5街 高麗大学校
- (72)発明者 李 浚 誠
大韓民国 ソウル市 城北区 安岩洞 5街 高麗大学校
- (72)発明者 卓 成 柱
大韓民国 ソウル市 城北区 安岩洞 5街 高麗大学校
- Fターム(参考) 5F151 AA05 CA14 CB20 CB27 DA04 FA04 FA06 FA10 GA04 HA20