

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012 年 9 月 7 日(07.09.2012)



(10) 国際公開番号

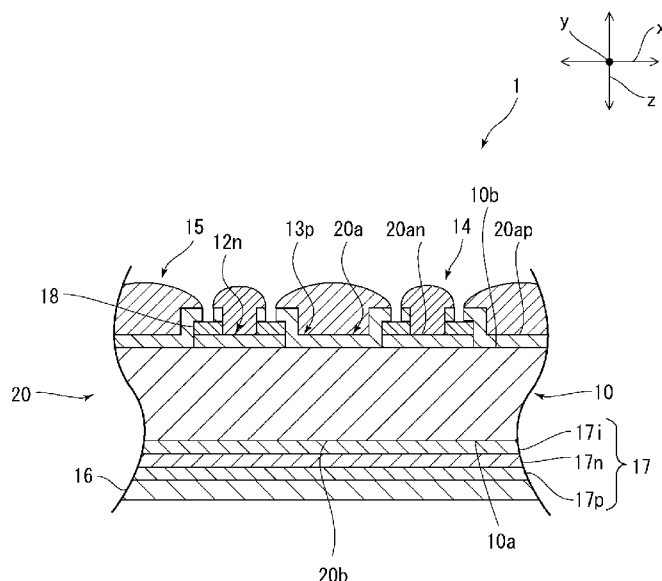
WO 2012/117825 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 31/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/052939
- (22) 国際出願日: 2012 年 2 月 9 日(09.02.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-042124 2011 年 2 月 28 日(28.02.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三洋電機株式会社 (SANYO Electric Co., Ltd.) [JP/JP]; 〒5708677 大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 森 博幸 (MORI, Hiroyuki) [JP/JP]; 〒5708677 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 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人 宮▲崎▼・目次特許事務所 (MIYAZAKI & METSUGI); 〒5400028 大阪府大阪市中央区常盤町 1 丁目 3 番 8 号 中央大通 F Nビル Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): 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, 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, QA, RO, RS, RU, RW, 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.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: SOLAR CELL AND PROCESS OF MANUFACTURING SOLAR CELL

(54) 発明の名称: 太陽電池及び太陽電池の製造方法

[図2]



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide a solar cell having improved conversion efficiency and reliability with high yield. A solar cell (1) comprises a solar cell substrate (20), an n-side electrode (14), a p-side electrode (15), and a semiconductor layer (17). The solar cell substrate (20) has a first main surface (20a) and a second main surface (20b). The first main surface (20a) contains an n-type surface (20an) and a p-type surface (20ap). The n-side electrode (14) is connected to the n-type surface (20an). The p-side electrode (15) is connected to the p-type surface (20ap). The semiconductor layer (17) is arranged on the second main surface (20b). The semiconductor layer (17) has a surface layer containing a p-type impurity.

(57) 要約: 改善された変換効率や信頼性を有する太陽電池を歩留り良く提供する。太陽電池 1 は、太陽電池基板 20 と、n 側電極 14 と、p 側電極 15 と、半導体層 17 とを備えている。太陽電池基板 20 は、第 1 の主面 20a と第 2 の主面 20b とを有する。第 1 の主面 20a は、n 型表面 20an 及び p 型表面 20ap を含む。n 側電極 14 は、n 型表面 20an に接続されている。p 側電極 15 は、p 型表面 20ap に接続されている。半導体層 17 は、p 型不純物を含有している表層を有する。

は、p 型表面 20ap に接続されている。半導体層 17 は、p 型不純物を含有している表層を有する。

明 細 書

発明の名称： 太陽電池及び太陽電池の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、裏面接合型の太陽電池及び裏面接合型の太陽電池の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、例えば下記の特許文献1などにおいて、太陽電池の裏面側に p 型及び n 型の半導体領域が形成されている所謂裏面接合型の太陽電池が提案されている。この裏面接合型の太陽電池では、受光面側に電極を設ける必要がない。このため、裏面接合型の太陽電池では、光の受光効率を高めることができる。従って、より高い発電効率を実現し得る。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2010-80887号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、近年、改善された変換効率や信頼性を有する太陽電池の要望が高まってきている。

[0005] 本発明は、斯かる点に鑑みて成されたものであり、その目的は、改善された変換効率や信頼性を有する太陽電池を歩留り良く提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明に係る太陽電池は、太陽電池基板と、n側電極と、p側電極と、半導体層とを備えている。太陽電池基板は、第1の主面と第2の主面とを有する。第1の主面は、n型表面及びp型表面を含む。n側電極は、n型表面に接続されている。p側電極は、p型表面に接続されている。半導体層は、第2の主面の上に配されている。半導体層は、p型不純物を含有している表層を有する。

[0007] 本発明に係る太陽電池の製造方法は、 n 型表面及び p 型表面を含む第1の主面と、第2の主面とを有する太陽電池基板と、 n 型表面に接続された n 側電極と、 p 型表面に接続された p 側電極とを備え、第2の主面を受光面とする太陽電池の製造方法に関する。本発明に係る太陽電池の製造方法では、半導体基板の第2の主面を、 p 型不純物を含む半導体層により保護した状態で、 n 型表面、 p 型表面、 n 側電極及び p 側電極を形成する。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、好ましい信頼性や光電変換効率を有する太陽電池を良好な歩留りで提供することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1は、第1の実施形態に係る太陽電池の略図的平面図である。

[図2]図2は、図1の線I-Iにおける略図的断面図である。

[図3]図3は、第1の実施形態における太陽電池の製造工程を表すフローチャートである。

[図4]図4は、第1の実施形態における太陽電池の製造工程を説明するための略図的断面図である。

[図5]図5は、第1の実施形態における太陽電池の製造工程を説明するための略図的断面図である。

[図6]図6は、第1の実施形態における太陽電池の製造工程を説明するための略図的断面図である。

[図7]図7は、第1の実施形態における太陽電池の製造工程を説明するための略図的断面図である。

[図8]図8は、第1の実施形態における太陽電池の製造工程を説明するための略図的断面図である。

[図9]図9は、第2の実施形態に係る太陽電池の略図的断面図である。

[図10]図10は、第2の実施形態における太陽電池の製造工程を説明するための略図的断面図である。

[図11]図11は、第2の実施形態における太陽電池の製造工程を説明するた

めの略図的断面図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本発明の好ましい実施形態の一例について説明する。但し、下記の実施形態は、単なる一例である。本発明は、下記の実施形態に何ら限定されない。

[0011] また、実施形態等において参照する各図面において、実質的に同一の機能を有する部材は同一の符号で参照することとする。また、実施形態等において参照する図面は、模式的に記載されたものであり、図面に描画された物体の寸法の比率などは、現実の物体の寸法の比率などとは異なる場合がある。図面相互間においても、物体の寸法比率等が異なる場合がある。具体的な物体の寸法比率等は、以下の説明を参酌して判断されるべきである。

[0012] 《第 1 の実施形態》

(太陽電池 1 の構成)

図 1 は、第 1 の実施形態に係る太陽電池 1 の略図的平面図である。図 2 は、図 1 の線 I-I における略図的断面図である。

[0013] 太陽電池 1 は、裏面接合型の太陽電池である。太陽電池 1 は、太陽電池基板 20 を備えている。太陽電池基板 20 は、裏面 20a と、受光面 20b とを有する。太陽電池基板 20 は、受光面 20b において受光することにより、キャリア（電子及び正孔）を生成するものである。

[0014] 太陽電池基板 20 は、一の導電性を有する半導体基板 10 を有する。具体的には、本実施形態では、半導体基板 10 は、n 型の結晶半導体からなる基板により構成されている。n 型の結晶半導体からなる基板の具体例としては、例えば、n 型の単結晶シリコン基板が挙げられる。

[0015] 半導体基板 10 は、第 1 及び第 2 の主面 10a、10b を有する。この半導体基板 10 の第 1 の主面 10a によって、太陽電池基板 20 の受光面 20b が構成されている。この第 1 の主面 10a によって構成された受光面 20b は、テクスチャ構造を有する。

[0016] ここで、「テクスチャ構造」とは、表面反射を抑制し、光電変換部の光吸

収量を増大させるために形成されている凹凸構造のことをいう。テクスチャ構造の具体例としては、(100)面を有する単結晶シリコン基板の表面に異方性エッチングを施すことによって得られるピラミッド状(四角錐状や、四角錐台状)の凹凸構造や、単結晶シリコン基板や多結晶シリコン基板の表面に、酸エッチングやドライエッチング等の方法で等方性エッチングを施すことによって得られる凹凸構造等が挙げられる。

[0017] 半導体基板10の第2の主面10bの第1の領域の上には、n型半導体層12nが配されている。このn型半導体層12nによって、裏面20aの一部を構成しているn型表面20anが構成されている。

[0018] 本実施形態では、n型半導体層12nは、n型非晶質半導体層により構成されている。より具体的には、n型半導体層12nは、水素を含むn型アモルファスシリコン層により構成されている。n型半導体層12nの厚みは、例えば、20Å～500Å程度とすることができる。

[0019] 半導体基板10の第2の主面10bの第2の領域の上には、p型半導体層13pが配されている。このp型半導体層13pによって、裏面20aの一部を構成しているp型表面20apが構成されている。

[0020] 本実施形態では、p型半導体層13pは、p型非晶質半導体層により構成されている。より具体的には、p型半導体層13pは、水素を含むp型アモルファスシリコン層により構成されている。p型半導体層13pの厚みは、例えば、20Å～500Å程度とすることができる。

[0021] なお、n型半導体層12nとp型半導体層13pとのそれぞれと、第2の主面10bとの間に、例えば、数Å～250Å程度の実質的に発電に寄与しない厚みを有するi型半導体層を配してもよい。i型半導体層は、例えば、水素を含有するi型のアモルファスシリコンにより構成することができる。このような構成とすることで、n型半導体層12nとp型半導体層13pとのそれぞれと、第2の主面10bとの間の界面特性をより改善することができる。従って、より改善された光電変換効率を得られる。

[0022] n型半導体層12nのx方向における両端部の上には、p型半導体層13

pが配されている。n型半導体層12nとp型半導体層13pとのz方向（厚み方向）において重畳している部分の間には、絶縁層18が配されている。

[0023] 絶縁層18の材質は、特に限定されない。絶縁層18は、例えば、酸化ケイ素膜、窒化ケイ素膜または酸窒化ケイ素膜により構成することができる。なかでも、絶縁層18は、窒化ケイ素膜により構成されていることが好ましい。また、絶縁層18は、水素を含んでいることが好ましい。

[0024] n型半導体層12nにより構成されたn型表面20anの上には、n側電極14が配されている。n側電極14は、n型表面20anに電氣的に接続されている。p型半導体層13pにより構成されたp型表面20apの上には、p側電極15が配されている。p側電極15は、p型表面20apに電氣的に接続されている。n側電極14およびp側電極15は、それぞれ電子およびホールを収集する。n側電極14及びp側電極15は、絶縁層18の表面上で電氣的に分離されている。

[0025] 本実施形態では、n側電極14及びp側電極15のそれぞれはくし歯状であり、n側電極14とp側電極15とが互いに間挿し合っている。但し、本発明は、この構成に限定されない。n側電極及びp側電極の少なくとも一方が、バスバー部を含まず、複数のフィンガー部によって構成された所謂バスバーレスの電極であってもよい。

[0026] n側電極14及びp側電極15のそれぞれは、例えば、透明導電性酸化物（TCO: Transparent Conductive Oxide）や、Ag, Cu, Sn, Pt, Auなどの金属、それらの金属のうちの一つ以上を含む合金等の導電性材料により形成することができる。また、n側電極14及びp側電極15のそれぞれは、例えば、複数の導電層の積層体により構成されていてもよい。その場合、n側電極14及びp側電極15のそれぞれは、n型またはp型半導体層12n、13pの上に形成されているTCO層と、その上に形成されている少なくともひとつの金属または合金層との積層体により構成されていることが好ましい。

- [0027] n側電極14及びp側電極15のそれぞれの形成方法も特に限定されない。n側電極14及びp側電極15のそれぞれは、例えば、スパッタリング法やCVD法あるいは蒸着法などの薄膜形成方法やめっき法、またはそれらの組み合わせにより形成することができる。
- [0028] 第1の主面10bの上には、p型不純物を含有している表層を有する半導体層17が配されている。ここで、「p型不純物」とは、半導体層に所定量含ませることによって、半導体層の導電型をp型にし得る物質のことをいう。p型不純物の具体例としては、例えば、半導体層をシリコン等の4価の半導体材料から構成する場合、ホウ素やアルミニウムなどの3価元素などが挙げられる。
- [0029] p型不純物を含有している表層は、導電型がp型である層であってもよいが、導電型がi型である層であってもよい。すなわち、p型不純物を含有している表層は、p型が発現する程度にp型不純物を含んでいてもよいし、p型が発現しない程度にp型不純物を含んでいてもよい。
- [0030] 本実施形態では、半導体層17は、非晶質半導体層により構成されている。より具体的には、本実施形態では、半導体層17は、i型非晶質半導体層17i、n型非晶質半導体層17n及び非晶質半導体層17pを有する。
- [0031] i型非晶質半導体層17iは、受光面20bの上に配されている。i型非晶質半導体層17iは、例えば、水素を含有するi型のアモルファスシリコンなどにより構成することができる。i型非晶質半導体層17iの厚みは、発電に実質的に寄与しない程度の厚みである限りにおいて特に限定されない。i型非晶質半導体層17iの厚みは、例えば、数Å～250Å程度とすることができる。
- [0032] n型非晶質半導体層17nは、半導体基板10と同じ導電型を有する半導体層である。n型非晶質半導体層17nは、i型非晶質半導体層17iの上に配されている。n型非晶質半導体層17nは、例えば、水素を含有するn型アモルファスシリコンなどにより構成することができる。n型非晶質半導体層17nの厚みは、特に限定されない。n型非晶質半導体層17nの厚み

は、例えば、 $20\text{ \AA} \sim 500\text{ \AA}$ 程度とすることができる。

[0033] n型非晶質半導体層17nの上には、非晶質半導体層17pが配されている。非晶質半導体層17pは、p型不純物を含有しており、上記p型不純物を含有している表層を構成している。この非晶質半導体層17pは、例えば、p型不純物と水素とを含むアモルファスシリコンなどにより構成することができる。非晶質半導体層17pの厚みは、 $10\text{ \AA}$ 以上であることが好ましく、 $20\text{ \AA}$ 以上であることがより好ましい。非晶質半導体層17pの厚みの上限は、特に限定されないが、例えば、 $500\text{ \AA}$ であることが好ましい。非晶質半導体層17pの厚みが $500\text{ \AA}$ を超えると、非晶質半導体層17pでの光の吸収が大きくなりすぎ、光電変換特性が低下してしまう場合があるためである。

[0034] 半導体層17の上には、保護膜16が配されている。本実施形態においては、この保護膜16は、反射抑制膜としての機能も兼ね備えている。保護膜16は、例えば、酸化ケイ素膜、窒化ケイ素膜、酸窒化ケイ素膜等により構成することができる。なかでも、保護膜16は、窒化ケイ素膜により構成されていることが好ましい。保護膜16の厚みは、例えば $80\text{ nm} \sim 1\text{ }\mu\text{m}$ 程度とすることができる。

[0035] また、受光面20bの上には、金属電極等の光を遮光する構成物が設けられていない。従って、本実施形態の太陽電池1は、受光面20bの全面で受光可能である。

[0036] (太陽電池1の製造方法)

次に、図3～図8を主として参照しながら、本実施形態の太陽電池1の製造工程を説明する。具体的には、図3は、本実施形態の太陽電池の製造工程を表すフローチャートである。図4は、ステップS1、S2を説明するための略図的断面図である。図5は、ステップS3を説明するための略図的断面図である。図6は、ステップS4を説明するための略図的断面図である。図7は、ステップS5を説明するための略図的断面図である。図8は、ステップS6を説明するための略図的断面図である。

- [0037] まず、テクスチャ構造を有する第1の主面10aを有する半導体基板10を用意する。そして、ステップS1において、半導体基板10の第1の主面10aの略全面または全面の上に、半導体層17及び保護膜16を形成する(第1の形成工程)。i型非晶質半導体層17i、n型非晶質半導体層17n、非晶質半導体層17p及び保護膜16のそれぞれは、例えば、プラズマCVD法に代表されるCVD(Chemical Vapor Deposition)法等の薄膜形成法により形成することができる。
- [0038] 第1の形成工程であるステップS1に続いて、半導体層12n、13p、絶縁膜18及び電極14、15を形成する第2の形成工程を行う。具体的には、本実施形態では、第2の形成工程においては、ステップS2～ステップS7を行う。
- [0039] まず、ステップS2では、半導体基板10の第2の主面10bの略全面または全面の上にn型非晶質半導体膜21と、絶縁膜22とをこの順に形成する。n型非晶質半導体層21は、例えば、プラズマCVD法に代表されるCVD(Chemical Vapor Deposition)法等の薄膜形成法により形成することができる。絶縁膜22は、例えば、スパッタリング法やCVD法等の薄膜形成法などにより形成することができる。
- [0040] 次に、ステップS3において、n型非晶質半導体膜21と絶縁膜22とをエッチングする。n型非晶質半導体膜21のエッチングに好適に用いられるエッチング剤の具体例としては、フッ硝酸水溶液等が挙げられる。
- [0041] 絶縁膜22のエッチングに好適に用いられるエッチング剤の具体例としては、例えば、HF水溶液などが挙げられる。すなわち、ステップS3のうち、絶縁膜22のエッチングを行う工程は、アルカリ性のエッチング剤を用いたエッチング工程であることが好ましい。
- [0042] なお、本発明において、「エッチング剤」には、エッチング液、エッチングペースト、エッチングインクなどが含まれるものとする。
- [0043] 次に、ステップS4において、絶縁膜22の表面を含んで第2の主面10bの略全面または全面の上に、p型半導体膜23を形成する。p型半導体膜

23の形成方法は特に限定されない。p型半導体膜23は、例えば、CVD法などの薄膜形成法により形成することができる。

[0044] 次に、ステップS5において、p型半導体層23の絶縁膜22の上に位置している部分の一部をエッチング等により除去する。これにより、p型半導体膜23からp型半導体層13pを形成する。p型半導体膜23のエッチングに好ましく用いられるエッチング剤としては、例えば、NaOHを含むNaOH水溶液などのアルカリ性水溶液やフッ硝酸水溶液等が挙げられる。すなわち、ステップS5のp型半導体層23のエッチング工程は、アルカリ性のエッチング剤を用いたエッチング工程であることが好ましい。

[0045] 次に、ステップS6において、p型半導体層13pをマスクとして、エッチング剤により、絶縁膜22の露出部をエッチングにより除去することによってn型半導体層12nの表面の一部を露出させる。そうすることにより、絶縁膜22から絶縁層18を形成し、n型半導体層12nの一部を露出させる。この絶縁膜22のエッチングに好ましく用いられるエッチング剤の具体例としては、例えば、HF水溶液などが挙げられる。

[0046] 次に、ステップS7において、n型半導体層12n及びp型半導体層13pのそれぞれの上にn側電極14及びp側電極15を形成する電極形成工程を行うことにより、太陽電池1を完成させることができる。

[0047] n側電極14及びp側電極15の形成方法は、電極の材質に応じて適宜選択することができる。n側電極14及びp側電極15は、例えば、スパッタリング法、CVD法、蒸着法などの薄膜形成法や、めっき法、導電性ペーストを塗布する方法、それらの方法を組み合わせた方法により形成することができる。また、n側電極14及びp側電極15は、例えば、n型半導体層12n及びp型半導体層13pを覆うように形成した導電膜を絶縁層18の上で分断することにより形成してもよい。この場合、n側電極14及びp側電極15を狭ピッチで高い形状精度で形成することができる。

[0048] 本実施形態のように、裏面接合型の太陽電池においては、パターンニングされたn型及びp型半導体層等の複数の層を裏面上に形成しなければならない

。このパターニングされた n 型及び p 型半導体層等の形成工程は、通常、エッチング工程を伴う。一般的に、アモルファスシリコン層等の半導体層のエッチング工程は、アルカリ性のエッチング剤を用いて行われる。このエッチング工程において、半導体基板の受光面が損傷すると、製造された太陽電池の信頼性が低下したり、初期光電変換効率が低くなったりする場合がある。また、このために製造歩留りが低下する場合もある。

[0049] これに鑑み、例えば、保護膜としての窒化ケイ素膜を受光面上に予め形成しておき、その後、裏面上に n 側及び p 型半導体層等を形成することも考えられる。このようにすることにより、エッチング剤による受光面の損傷を抑制し得る。しかしながら、窒化ケイ素膜等の保護膜を、ピンホールが全くない状態で形成することは極めて難しい。このため、保護膜には多少なりともピンホールが存在する。このため、保護膜を受光面上に予め形成しておいた場合であっても、エッチング剤による受光面の損傷を確実に抑制することは困難である。従って、受光面上に保護膜を予め形成した場合であっても、好ましい信頼性や光電変換効率を有する太陽電池を良好な歩留りで製造することは困難である。

[0050] ここで、本実施形態では、p 型不純物を含有している表層を有する半導体層 17 が受光面 20b の上に配されている。この p 型不純物を含有している表層を有する半導体層は、窒化ケイ素膜等よりも緻密であり、ピンホールが少ない。また、p 型不純物を含有している表層を有する半導体層は、アルカリ性のエッチング剤に対する溶解度が低い。従って、本実施形態の太陽電池 1 は、第 2 の形成工程に先立って半導体層 17 を予め形成しておくことにより、受光面 20b の損傷が抑制された状態で製造可能である。よって、本実施形態の太陽電池 1 では、好ましい信頼性及び光電変換効率を改善された歩留りで実現することができる。このような半導体層としては、p 型を呈する水素化非晶質シリコン層を好適に用いることができる。

[0051] また、本実施形態では、半導体層 17 の上に、窒化ケイ素膜からなる保護膜 16 がさらに形成されている。このため、エッチング剤による受光面 20

bの損傷をより好適に抑制することができる。従って、さらに好ましい信頼性及び光電変換効率を改善された歩留りで実現することができる。

[0052] なお、窒化ケイ素膜以外の保護膜を形成した場合であっても、保護膜を形成しない場合と比較して、半導体層17へのエッチング剤の到達を抑制できる。従って、窒化ケイ素膜以外の保護膜を形成した場合であっても、好ましい信頼性及び光電変換効率を改善された歩留りで実現することができる。

[0053] このような効果は、受光面20bの性状に関わらず、得られるものであるが、受光面20bがテクスチャ構造を有する場合に特に顕著に奏される。受光面20bがテクスチャ構造を有する場合、保護膜にピンホールがより形成されやすいためである。

[0054] また、このような効果は、第2の形成工程に先立って第1の形成工程を行った時のみならず、第2の形成工程のうち、最後に行うアルカリエッチング剤を用いたエッチング工程の前に第1の形成工程を行った場合にも奏されるものである。

[0055] 以下、本発明を実施した好ましい形態の他の例について説明する。但し、以下の説明において、上記第1の実施形態と実質的に共通の機能を有する部材を共通の符号で参照し、説明を省略する。

[0056] 《第2の実施形態》

図9は、第2の実施形態に係る太陽電池の略図的断面図である。図10は、第2の実施形態における太陽電池の製造工程を説明するための略図的断面図である。図11は、第2の実施形態における太陽電池の製造工程を説明するための略図的断面図である。

[0057] 上記第1の実施形態では、半導体基板10と、半導体層12n、13pとによって太陽電池基板20が構成されている例について説明した。但し、本発明は、この構成に限定されない。

[0058] 本実施形態の太陽電池では、太陽電池基板20は、半導体基板10により構成されている。本実施形態では、半導体基板10には、n型ドーパント拡散領域31nと、p型ドーパント拡散領域31pとが設けられている。n型

ドーパント拡散領域 31n は、裏面 20a を構成している第 2 の主面 10b に露出するように設けられている。n 型ドーパント拡散領域 31n は、n 型表面 20an を構成している。p 型ドーパント拡散領域 31p は、第 2 の主面 10b に露出するように設けられている。p 型ドーパント拡散領域 31p は、p 型表面 20ap を構成している。

[0059] また、本実施形態では、太陽電池は、裏面 20a の上に配された絶縁層 18 を備えている。この絶縁層 18 は、p 側電極 15 と n 側電極 14 とを隔離している。

[0060] 本実施形態の太陽電池は、例えば、以下の要領で製造することができる。

[0061] まず、p 型または n 型の拡散ペーストを用いて、半導体基板 10 の第 2 の主面 10b の一部から p 型ドーパントを拡散させると共に、残りの少なくとも一部から n 型のドーパントを拡散させる。そうすることにより、半導体基板 10 に p 型ドーパント拡散領域 31p と n 型ドーパント拡散領域 31n とを形成し、太陽電池基板 20 を得る。

[0062] 次に、半導体層 17 と保護膜 16 とを形成する。半導体層 17 及び保護膜 16 の形成は、上記第 1 の実施形態と同様に行うことができる。なお、半導体層 17 及び保護膜 16 を太陽電池基板 20 の作製に先立って行ってもよい。

[0063] 次に、図 10 に示すように、半導体基板 10 の第 2 の主面 10b の上に、絶縁膜 22 を形成する。

[0064] 次に、図 11 に示すように、絶縁膜 22 の p 型ドーパント拡散領域 31p 及び n 型ドーパント拡散領域 31n の上に位置する部分の少なくとも一部をエッチングにより除去し、p 型ドーパント拡散領域 31p と n 型ドーパント拡散領域 31n とを露出させる。

[0065] 次に、p 型ドーパント拡散領域 31p と n 型ドーパント拡散領域 31n との上に、n 側電極 14 及び p 側電極 15 を形成することにより、太陽電池を完成させることができる。

[0066] 本実施形態においても、上記第 1 の実施形態と同様に、好ましい信頼性及

び光電変換効率を改善された歩留りで実現することができる。

[0067] 《実験例》

(実験例 1)

基板の上に、厚み 5.4 nm の i 型アモルファスシリコン層と、厚み 8.5 nm の n 型アモルファスシリコン層とをこの順番で形成したサンプル 1 を 2 個作製した。

[0068] このサンプル 1 を、25℃、0.4 質量%の NaOH 水溶液に浸漬し、i 型及び n 型アモルファスシリコン層が消失するまでに要した時間を測定した。その結果、i 型及び n 型アモルファスシリコン層が消失するまでに要した時間は、5 分であった。

[0069] (実験例 2)

基板の上に、厚み 5.1 nm の i 型アモルファスシリコン層と、厚み 4.2 nm の p 型アモルファスシリコン層とをこの順番で形成したサンプル 2 を 2 個作製した。

[0070] このサンプル 2 を、50℃、4 質量%の NaOH 水溶液に浸漬し、i 型及び p 型アモルファスシリコン層が消失するまでに要した時間を測定した。その結果、i 型及び p 型アモルファスシリコン層が消失するまでに要した時間は、10 分であった。

[0071] 上記実験例 2 では、p 型及び i 型アモルファスシリコン層の厚みが実験例 1 よりも薄く、かつ、実験例 1 よりもエッチング性が高い状態のエッチング液を用いたにも関わらず、アモルファスシリコン層の消失に要した時間が長かった。この結果から、p 型アモルファスシリコンは、n 型アモルファスシリコンよりもアルカリ性のエッチング剤によりエッチングされにくいことが分かる。

[0072] 尚、本発明はここでは記載していない様々な実施形態を含む。例えば、上述した実施形態では、半導体層 17 が i 型非晶質半導体層 17 i、n 型非晶質半導体層 17 n および非晶質半導体層 17 p を有する例について説明したが、半導体層 17 の構成はこれに限らない。半導体層 17 は、i 型非晶質半

導体層 1 7 i および非晶質半導体層 1 7 p の積層構成であっても良いし、非晶質半導体層 1 7 p の単層であっても良い。

[0073] 以上のように、本発明はここでは記載していない様々な実施形態を含む。従って、本発明の技術的範囲は上記の説明から妥当な特許請求の範囲に係る発明特定事項によってのみ定められるものである。

符号の説明

[0074] 1 … 太陽電池
1 0 … 半導体基板
1 0 a … 第 1 の主面
1 0 b … 第 2 の主面
1 2 n … n 型半導体層
1 3 p … p 型半導体層
1 4 … n 側電極
1 5 … p 側電極
1 6 … 保護膜
1 7 … 半導体層
1 7 i … i 型非晶質半導体層
1 7 n … n 型非晶質半導体層
1 7 p … 非晶質半導体層
1 8 … 絶縁層
2 0 … 太陽電池基板
2 0 a … 裏面
2 0 a n … n 型表面
2 0 a p … p 型表面
2 0 b … 受光面
3 1 n … n 型ドーパント拡散領域
3 1 p … p 型ドーパント拡散領域

請求の範囲

- [請求項1] n型表面及びp型表面を含む第1の主面と、第2の主面とを有する太陽電池基板と、
- 前記n型表面に接続されたn側電極と、
- 前記p型表面に接続されたp側電極と、
- 前記第2の主面の上に配されており、p型不純物を含有している表層を有する半導体層と、
- を備える、太陽電池。
- [請求項2] 前記第2の主面は、テクスチャ構造を有する、請求項1に記載の太陽電池。
- [請求項3] 前記半導体層の上に配された保護膜をさらに備える、請求項1または2に記載の太陽電池。
- [請求項4] 前記保護膜は、窒化ケイ素膜により構成されている、請求項3に記載の太陽電池。
- [請求項5] 前記太陽電池基板は、n型の半導体基板を含む、請求項1～4のいずれか一項に記載の太陽電池。
- [請求項6] 前記太陽電池基板は、
- 半導体基板と、
- 前記半導体基板の一主面の上に配されており、前記n型表面を構成しているn型半導体層と、
- 前記半導体基板の一主面の上に配されており、前記p型表面を構成しているp型半導体層と、
- を有する、請求項1～5のいずれか一項に記載の太陽電池。
- [請求項7] 前記太陽電池基板は、
- 半導体基板と、
- 前記半導体基板の一主面に露出するように設けられており、前記n側表面を構成しているn型ドーパント拡散領域と、
- 前記半導体基板の一主面に露出するように設けられており、前記p

側表面を構成している p 型ドーパント拡散領域と、
を含む、請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の太陽電池。

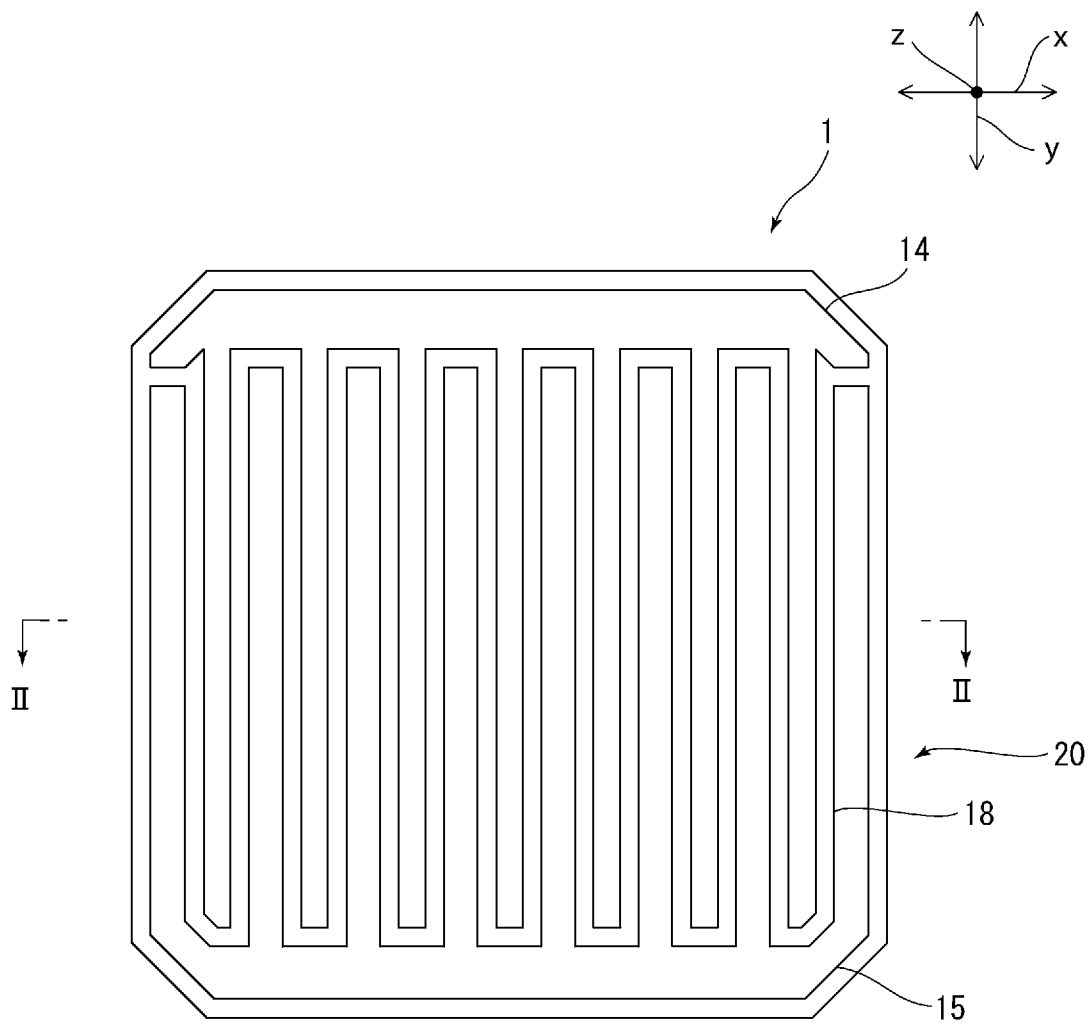
[請求項8] 前記半導体層は、
前記第 2 の主面の上に配された i 型半導体層と、
前記 i 型半導体層の上に配された n 型半導体層と、
前記 n 型半導体層の上に配されており、p 型不純物を含有している
半導体層と、
を含む、請求項 6 または 7 に記載の太陽電池。

[請求項9] n 型表面及び p 型表面を含む第 1 の主面と、第 2 の主面とを有する
太陽電池基板と、
前記 n 型表面に接続された n 側電極と、
前記 p 型表面に接続された p 側電極と、
を備え、前記第 2 の主面を受光面とする太陽電池の製造方法であって
、
前記半導体基板の第 2 の主面を、p 型不純物を含む半導体層により
保護した状態で、前記 n 型表面、前記 p 型表面、前記 n 側電極及び前
記 p 側電極を形成する、太陽電池の製造方法。

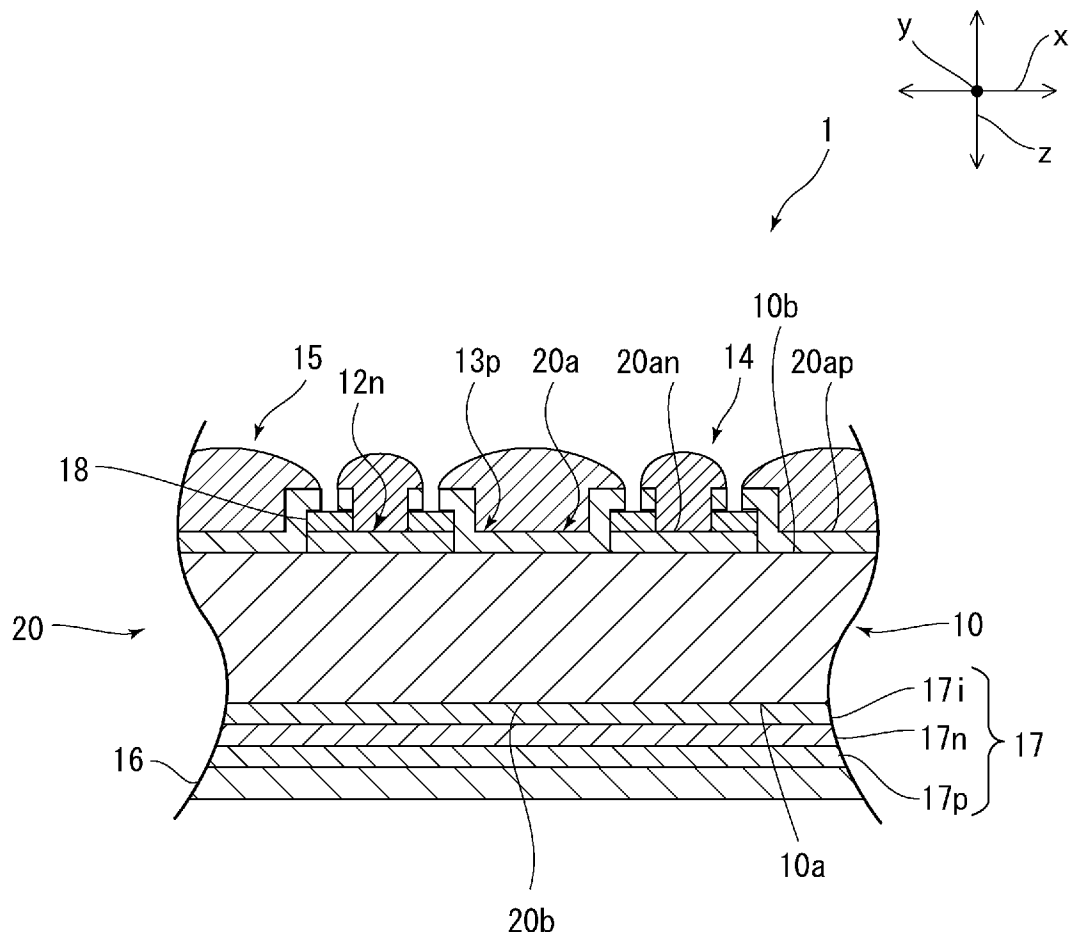
[請求項10] 前記太陽電池基板は、n 型の半導体基板を含む、請求項 9 に記載の
太陽電池の製造方法。

[請求項11] アルカリ性のエッチング剤を用いたエッチング工程を含む、請求項
9 または 10 に記載の太陽電池の製造方法。

[図1]



[図2]



```
graph TD; Start([スタート]) --> S1[半導体層17及び保護膜16の形成]; S1 --> S2[半導体膜21及び絶縁膜22の形成]; S2 --> S3[半導体膜21及び絶縁膜22のエッチング]; S3 --> S4[p型半導体膜23の形成]; S4 --> S5[p型半導体膜23のエッチング]; S5 --> S6[絶縁膜22のエッチング]; S6 --> S7[電極14, 15の形成]; S7 --> End([エンド]);
```

スタート

半導体層17及び保護膜16の形成 S1

半導体膜21及び絶縁膜22の形成 S2

半導体膜21及び絶縁膜22のエッチング S3

p型半導体膜23の形成 S4

p型半導体膜23のエッチング S5

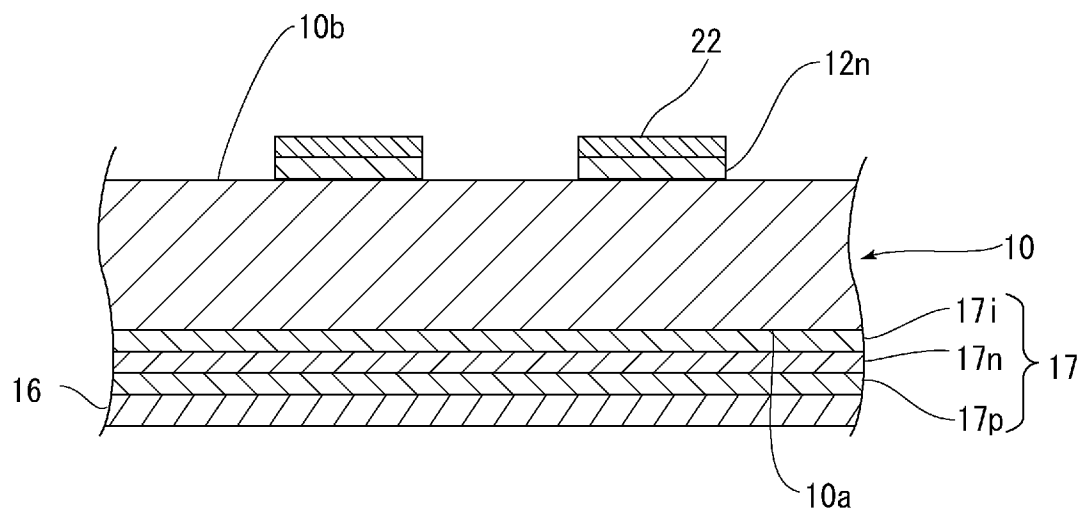
絶縁膜22のエッチング S6

電極14, 15の形成 S7

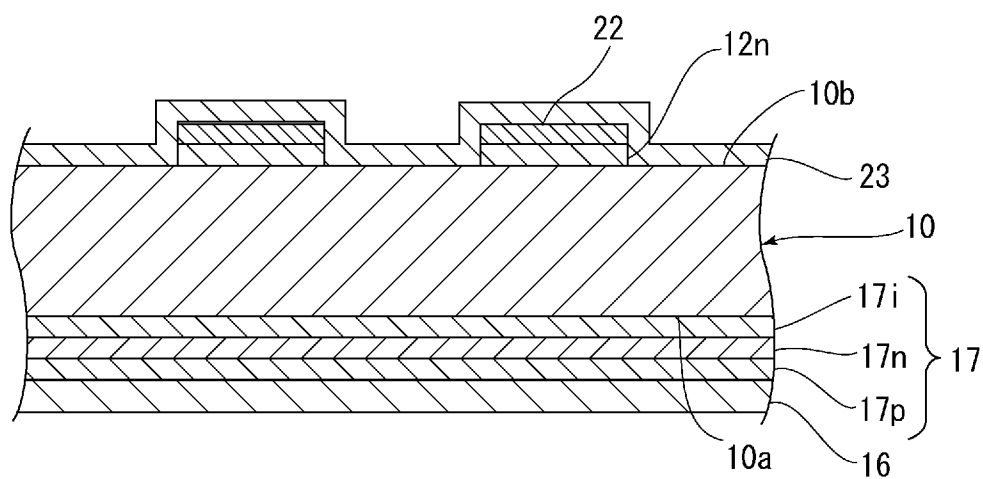
エンド

A cross-sectional view of a multilayered structure 10. The structure consists of several layers. At the top is a thin layer 22, followed by a layer 21. Below these is a thick layer 10b with diagonal hatching. Underneath layer 10b is a layer 10a with a chevron pattern. At the bottom is a layer 16, also with a chevron pattern. On the right side, a bracket groups three layers labeled 17i, 17n, and 17p, which correspond to the top, middle, and bottom portions of the chevron-patterned layer 10a.

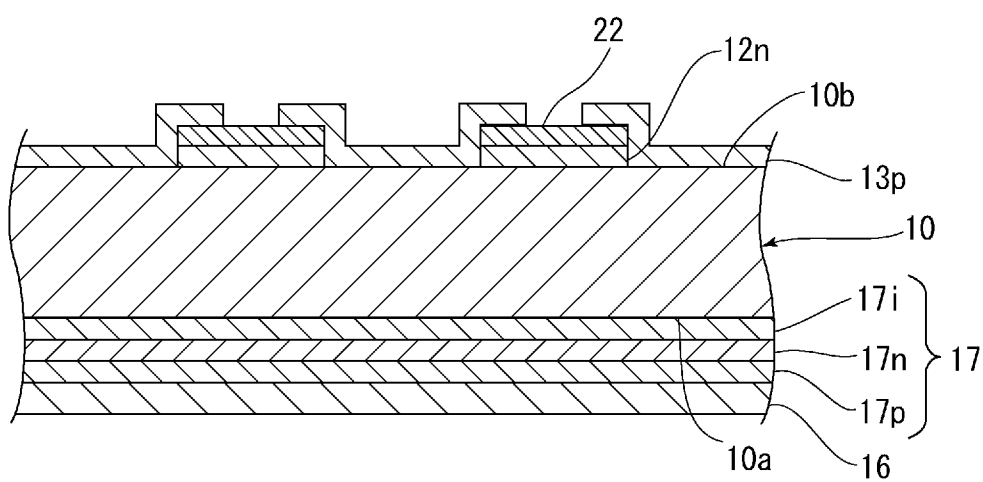
[図5]



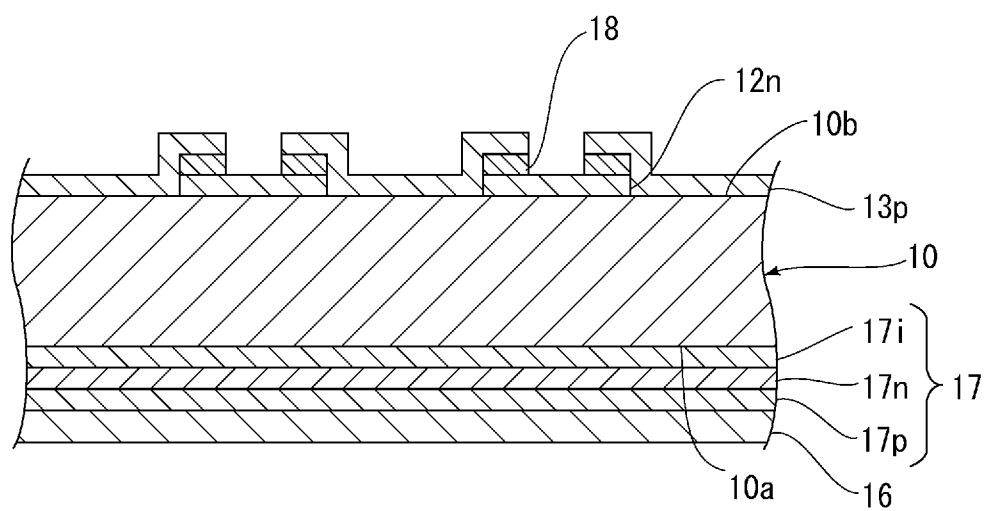
[図6]



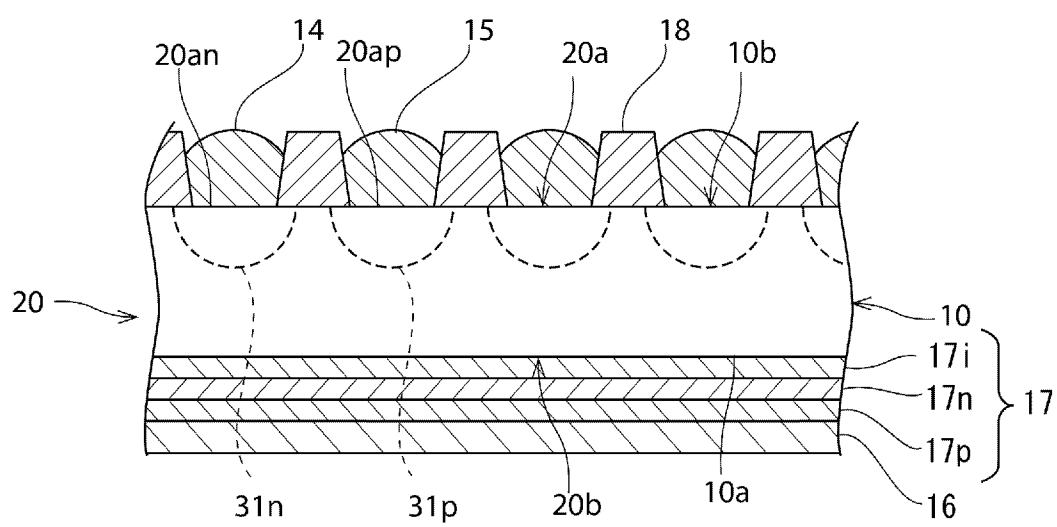
[図7]



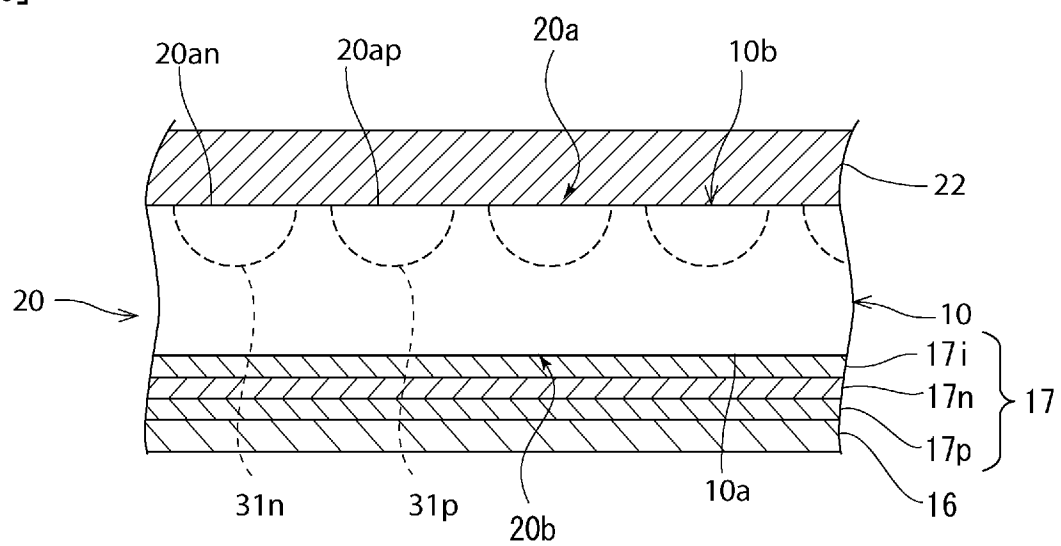
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/052939

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L31/04 (2006.01) i

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)

H01L31/04

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 11-112011 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 23 April 1999 (23.04.1999), paragraphs [0009], [0020] to [0022]; fig. 4 (Family: none)	1-3, 5-11
X Y	JP 2003-298078 A (Ebara Corp.), 17 October 2003 (17.10.2003), paragraphs [0015], [0020] to [0025]; fig. 5 to 6 & WO 2003/083955 A1	1, 3-7, 9-10 2, 11



Further documents are listed in the continuation of Box C.



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 application or patent 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
23 February, 2012 (23.02.12)

Date of mailing of the international search report
06 March, 2012 (06.03.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01L31/04(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01L31/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 11-112011 A (三洋電機株式会社) 1999. 04. 23, 段落【0009】、【0020】 - 【0022】、図 4 (ファミリーなし)	1-3, 5-11
X Y	JP 2003-298078 A (株式会社荏原製作所) 2003. 10. 17, 段落【0015】、【0020】 - 【0025】、図 5-6 & WO 2003/083955 A1	1, 3-7, 9-10 2, 11

C 欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 3 . 0 2 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

0 6 . 0 3 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

加藤 昌伸

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 5

2 K

3 7 0 0