

(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
2014 年 7 月 24 日(24.07.2014)



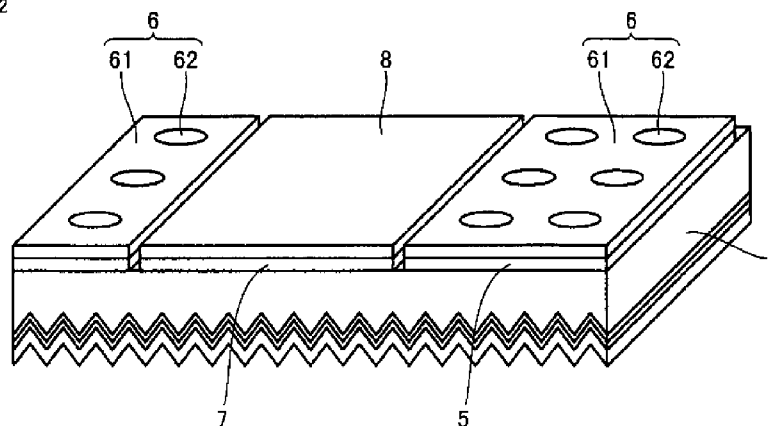
(10) 国際公開番号
WO 2014/112500 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 31/0747 (2012.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/050519
- (22) 国際出願日: 2014 年 1 月 15 日(15.01.2014)
- (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 2013-005429 2013 年 1 月 16 日(16.01.2013) JP
特願 2013-261081 2013 年 12 月 18 日(18.12.2013) JP
- (71) 出願人: シャープ株式会社(SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 番 2 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 東 賢一(HIGASHI, Kenichi). 小出 直城(KOIDE, Naoki). 山元 良高(YAMAMOTO, Yoshitaka).
- (74) 代理人: 特許業務法人深見特許事務所(FUKAMI PATENT OFFICE, P.C.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島二丁目 2 番 7 号 中之島セントラルタワー 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, BN, 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, IR, IS, KE, KG, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, 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, KM, 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: PHOTOELECTRIC CONVERSION ELEMENT AND METHOD FOR PRODUCING PHOTOELECTRIC CONVERSION ELEMENT

(54) 発明の名称: 光電変換素子および光電変換素子の製造方法

図2



(57) Abstract: Provided is a photoelectric conversion element provided with: a semiconductor substrate of a first conductivity type; a first amorphous film of the first conductivity type provided on one surface of the semiconductor substrate; and a second amorphous film of a second conductivity type provided independently from the first amorphous film on said surface. The second amorphous film contains an amorphous region and a crystalline region, and the crystalline region is a region at which the value of output current during an induced current measurement is greater than that of the amorphous region. The crystalline region can be formed by means of laser annealing the amorphous region.

(57) 要約: 第 1 導電型の半導体基板と、該半導体基板の一方の表面上に設けられた第 1 導電型の第 1 の非晶質膜と、該表面上に該第 1 の非晶質膜から独立して設けられた第 2 導電型の第 2 の非晶質膜と、を備え、該第 2 の非晶質膜は、非晶質領域と結晶質領域とを含み、該結晶質領域は、誘起電流測定における出力電流の値が該非晶質領域よりも大きい領域である光電変換素子が提供される。結晶質領域は、非晶質領域にレーザーアニールを行なうことにより形成することができる。



WO 2014/112500 A1

明 細 書

発明の名称：光電変換素子および光電変換素子の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は光電変換素子および光電変換素子の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 太陽光エネルギーを電気エネルギーに直接変換する太陽電池は、近年、特に地球環境問題の観点から、次世代のエネルギー源としての期待が急激に高まっている。太陽電池には化合物半導体または有機材料を用いたものなど様々な種類のものがあるが、現在主流となっているのはシリコン結晶を用いたものである。

[0003] ところで現在最も多く製造および販売されている太陽電池は、太陽光が入射する側の面である受光面と、受光面の反対側である裏面とにそれぞれ電極が形成された構造のものである。しかしこのように受光面に電極を形成した場合には、電極における太陽光の反射および吸収があることから、電極の面積分だけ入射する太陽光の量が減少してしまうという不都合がある。

[0004] そこで、たとえば特開2010-80887号公報（特許文献1）に示されるように、n型の単結晶シリコン基板の裏面上に、i型の非晶質シリコン膜とp型の非晶質シリコン膜とからなる積層体と、i型の非晶質シリコン膜とn型の非晶質シリコン膜とからなる積層体とを形成し、これらの積層体のp型の非晶質シリコン膜上およびn型の非晶質シリコン膜上に電極を形成して特性を向上させた太陽電池セル（ヘテロ接合型バックコンタクトセル）の開発が進められている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 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

[0006] ヘテロ接合型バックコンタクトセルは、上記のように、半導体基板の一方の表面上に n 型および p 型の双方の積層構造を形成するため、その製造過程において複雑なパターン形成を行なう必要がある。現在このようなパターン形成には、多くの場合リフトオフ法が用いられている。

[0007] リフトオフ法とは、基板上にマスク層をパターンニングした後、その上からシリコンや金属などからなる上層を形成し、その後下層であるマスク層を剥離することによって、目的のパターンの上層を残す方法である。リフトオフ法は、微細なパターン形成に有用な方法ではあるが、マスク層が上層に覆われた状態で、剥離液を下層であるマスク層に浸透させる必要があるため、加工速度に一定の限界を有していた。また剥離液が十分浸透していない状態でマスク層の剥離を行なうと、上層が引きちぎられバリが発生するなどの不都合が生じる場合もあった。

[0008] とりわけヘテロ接合型バックコンタクトセルにおいては、上層として、たとえば i 型の非晶質膜と p 型の非晶質膜とからなる積層膜が形成される場合があり、剥離液の浸透に伴う加工時間の長さが生産効率に及ぼす影響は大きく、延いては製造コストを高くする一因となっていた。一方、太陽電池の需要は拡大を続けており、製造コストの低減は益々重要になっている。また太陽電池の変換効率向上に対する市場要求は依然として強い。

[0009] 本発明は上記のような現状に鑑みなされたものであって、その目的とするところは安価に製造することができるとともに、高い変換効率を有する光電変換素子を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明者らは上記課題を解決するために鋭意検討を重ねたところ、リフトオフ法により除去される上層に特定の加工を行なうことにより、剥離液の浸透性が改善し、全体として生産効率を向上させることができるという知見を得、さらに該加工によって光電変換素子の変換効率に変化するという知見を得、そしてこれらの知見に基づきさらに検討を重ねることにより本発明を完成させたものである。

- [0011] すなわち、本発明の実施形態の光電変換素子は、第1導電型の半導体基板と、該半導体基板の一方の表面上に設けられた第1導電型の第1の非晶質膜と、該表面上に該第1の非晶質膜から独立して設けられた第2導電型の第2の非晶質膜と、を備え、該第2の非晶質膜は、非晶質領域と結晶質領域とを含み、該結晶質領域は、レーザー光または電子による誘起電流測定における出力電流の値が相対的に該非晶質領域よりも大きい領域であることを特徴とする。
- [0012] ここで、誘起電流測定における出力電流の値が大きいことは、上記結晶質領域は、上記非晶質領域に比べて、電氣的に活性化したドーパントの濃度が高められ、電気抵抗が低下し曲線因子が高いことを示している。このような性質を有する上記結晶質領域は、 μ -PCD (Microwave Photo-conductivity Decay) 法によって測定される有効キャリアライフタイムが上記非晶質領域に比べて長く、またImplied Voc法によって測定されるキャリアライフタイムおよび表面再結合速度が上記非晶質領域に比べて遅いという特徴をも有するものである。
- [0013] したがって、たとえば誘起電流測定の代わりに μ -PCD法やImplied Voc法を用いて上記結晶質領域と非晶質領域とを判別し、該結晶質領域の存在を確認することも可能である。
- [0014] また上記結晶質領域は、上記第2の非晶質膜の表面上において、直径が0.1 μ m以上50 μ m以下の略円形状の領域であることが好ましい。ここで該直径は、より好ましくは30 μ m以上50 μ m以下である。
- [0015] さらにまた該結晶質領域は、該第2の非晶質膜の表面上において、略等間隔に複数配置されていることが好ましい。
- [0016] また上記結晶質領域は、ラマン分光スペクトルにおける520 cm^{-1} 付近の散乱強度が、上記非晶質領域よりも大きい領域であることが好ましい。なおラマン分光スペクトルにおける520 cm^{-1} 付近の散乱強度とは、結晶シリコン固有の散乱強度を示す。
- [0017] そして上記結晶質領域は、上記非晶質領域にレーザーアニールを行なうこ

とにより形成されることが好適である。

[0018] また上記第1導電型はn型の導電型であり、上記第2導電型はp型の導電型であることが好ましい。

[0019] また本発明は上記の光電変換素子の製造方法にも係わり、該製造方法は、第1導電型の半導体基板の一方の表面の全面上に第2導電型の第2の非晶質膜を形成する工程と、該第2の非晶質膜の一部を除去することにより該半導体基板を露出させる工程と、該第2の非晶質膜上にマスク層を形成する工程と、該半導体基板の露出面上および該マスク層上に第1導電型の第1の非晶質膜を形成する工程と、該マスク層上に形成された該第1の非晶質膜に貫通孔を形成する工程と、該マスク層および該第1の非晶質膜の一部を除去することにより該第2の非晶質膜を露出させる工程と、を含むことを特徴とする。

[0020] ここで上記貫通孔を形成する工程は、複数の貫通孔を形成する工程であることが好ましく、該貫通孔は孔径が $0.1\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。該貫通孔の孔径は、より好ましくは $30\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 以下である。

[0021] そして好ましくは、該貫通孔を形成する工程は、レーザー加工により貫通孔を形成する工程であり、波長が 600nm 以下、パルス幅が 1ns 以上 100ns 以下の条件でレーザー加工を行なう工程である。ここで該パルス幅のより好ましい範囲は、 10ns 以上 100ns 以下である。なおレーザー加工としては、たとえばレーザーアブレーションと呼ばれる加工方法を挙げることができる。このレーザーアブレーションとは、高強度、短パルスおよび短波長のレーザーを、無機物、有機物あるいは金属といった固体の表面に照射し、レーザー照射時に発生する吸収熱による蒸発、プラズマ発光、衝撃音などを伴って、固体の表面相を爆発的に剥離する手法をいう。

[0022] さらに上記貫通孔を形成する工程は、貫通孔を形成するとともに、レーザーのアニール効果によって上記第2の非晶質膜の結晶化を伴う工程であっても良い。

[0023] また上記貫通孔を形成する工程は、上記第1の非晶質膜上にフォトレジストを塗布する工程を含み、該フォトレジストに対してフォトリソグラフィを行なうことにより、貫通孔を形成する工程であっても良い。

[0024] また上記第2の非晶質膜を露出させる工程は、ウェットエッチングを行なうことにより上記マスク層を除去した後、リフトオフを行なうことにより上記第1の非晶質膜を除去する工程であることが好ましい。

発明の効果

[0025] 本発明の光電変換素子は、安価に製造できるとともに高い変換効率を示す。

図面の簡単な説明

[0026] [図1]実施形態の光電変換素子の模式的な断面図である。

[図2]実施形態の光電変換素子の一部の模式的な斜視図である。

[図3]実施形態の光電変換素子の製造方法の一例の工程の一部について図解する模式的な断面図である。

[図4]実施形態の光電変換素子の製造方法の一例の工程の一部について図解する模式的な断面図である。

[図5]実施形態の光電変換素子の製造方法の一例の工程の一部について図解する模式的な断面図である。

[図6]実施形態の光電変換素子の製造方法の一例の工程の一部について図解する模式的な断面図である。

[図7]実施形態の光電変換素子の製造方法の一例の工程の一部について図解する模式的な断面図である。

[図8]実施形態の光電変換素子の製造方法の一例の工程の一部について図解する模式的な断面図である。

[図9]実施形態の光電変換素子の製造方法の一例の工程の一部について図解する模式的な断面図である。

[図10]実施形態の光電変換素子の製造方法の一例の工程の一部について図解する模式的な断面図である。

[図11]実施形態の光電変換素子の製造方法の一例の工程の一部について図解する模式的な断面図である。

[図12] (a) は実施形態の光電変換素子の製造方法の一例の工程の一部について図解する模式的な断面図である。(b) は実施形態の光電変換素子の製造方法の一例の工程の一部について図解する模式的な斜視図である。

[図13]実施形態の光電変換素子の製造方法の一例の工程の一部について図解する模式的な断面図である。

[図14]実施形態に係る光電変換モジュールの構成の一例を示す概略図である。

[図15]実施形態に係る太陽光発電システムの構成の一例を示す概略図である。

[図16]実施形態に係る光電変換モジュールアレイの構成の一例を示す概略図である。

[図17]実施形態に係る太陽光発電システムの構成の他の一例を示す概略図である。

発明を実施するための形態

[0027] [第1実施形態]

以下、本発明の実施形態（以下「本実施形態」とも記す）について詳細に説明するが本実施形態はこれらに限定されるものではない。なお本明細書の図面において同一の参照符号は、同一部分または相当部分を表わすものとする。

[0028] まず第1実施形態として光電変換素子およびその製造方法について説明する。

<光電変換素子>

(全体構成)

図1は、実施形態の光電変換素子の模式的な断面図である。本実施形態の光電変換素子は、n型の半導体基板1の一方の表面（以下「裏面」とも記す）に、i型のアモルファスシリコンからなる第1のノンドープ膜7が設けら

れており、第1のノンドープ膜7の上にはn型のアモルファスシリコンからなる第1の非晶質膜8が形成されている。また同表面に、i型のアモルファスシリコンからなる第2のノンドープ膜5が設けられており、第2のノンドープ膜5の上には、p型のアモルファスシリコンからなる第2の非晶質膜6が、第1の非晶質膜8から独立して形成されている。

[0029] そして第1の非晶質膜8の上には、第1の電極9が設けられ、第2の非晶質膜6の上には、第2の電極10が設けられている。

[0030] 図2は、実施形態の光電変換素子の一部の模式的な斜視図である。図2では第1の電極9および第2の電極10を図示していない。図2に示すように第2の非晶質膜6は、非晶質領域61と結晶質領域62とを含み、結晶質領域62は誘起電流測定において計測される出力電流の値が非晶質領域61よりも大きいという特徴を有する。

[0031] ここで誘起電流測定とは、典型的には、レーザー光誘起電流測定〔Laser Beam Induced Current測定（以下「LBIC測定」とも記す）〕、または電子誘起電流測定〔Electron Beam Induced Current測定（以下「EBIC測定」とも記す）〕などである。

[0032] また誘起電流測定に代えて、たとえば表面領域の再結合速度を間接的に評価する方法、すなわちキャリアライフタイム測定やImplied Voc測定を行なって、結晶質領域と非晶質領域とを判別しても良い。

[0033] 半導体基板1の他方の表面である受光面（裏面の反対側の表面）の全面にはテクスチャ構造が形成されている。また半導体基板1の受光面の全面上には、i型のアモルファスシリコンからなる第3のノンドープ膜2が設けられており、第3のノンドープ膜2上にはn型のアモルファスシリコンからなる第3の非晶質膜3が設けられている。さらに第3の非晶質膜3上には反射防止膜4が設けられている。

[0034] なお本明細書において「i型」とは、n型またはp型の不純物を意図的にドーピングしていないことを意味しており、たとえば光電変換素子の作製後

に n 型または p 型の不純物が不可避免的に拡散することなどによって n 型または p 型の導電型を示すこともあり得る。

[0035] また、本明細書において「アモルファスシリコン」には、水素化アモルファスシリコンなどのシリコン原子の未結合手（ダングリングボンド）が水素で終端されたものも含まれる。

[0036] 以下、実施形態の光電変換素子を構成する各部について説明する。

（第 2 の非晶質膜、非晶質領域および結晶質領域）

p 型のアモルファスシリコンからなる第 2 の非晶質膜 6 は、非晶質領域 6 1 と結晶質領域 6 2 とを含む。ここで本明細書において、結晶質領域とは、非晶質領域に比べて結晶化が進んでいる（すなわち結晶性が高い）ことを示し、必ずしも完全な結晶質からなる領域を示すものではない。

[0037] 第 2 の非晶質膜 6 は p 型のアモルファスシリコンからなる膜に限定されず、たとえば従来公知の p 型のアモルファス半導体膜などを用いても良い。第 2 の非晶質膜 6 の厚さは特に限定されないが、たとえば 5 nm 以上 10 nm 以下とすることができる。また第 2 の非晶質膜 6 に含まれる p 型不純物としては、たとえばボロンを用いることができ、その濃度は、たとえば 5×10^{19} 個 / cm^3 程度とすることができる。

[0038] 結晶質領域 6 2 の形状は特に制限されないが、たとえば略円形状とすることが好ましく、円形状である場合には、円の直径は 30 μm 以上 50 μm 以下とすることが好ましい。また結晶質領域 6 2 は、第 2 の非晶質膜 6 の表面上に略等間隔で複数配置されていることが好ましい。結晶質領域 6 2 を複数配置する場合、各結晶質領域 6 2 同士の間隔（ピッチ）は、50 μm 以上 500 μm 以下であることが好ましい。また第 2 の非晶質膜 6 の表面上において、各結晶質領域 6 2 の面積の総和は、セル面積に対して 1 % 以上 40 % 以下であることが好ましい。結晶質領域 6 2 の形状、配置、面積を上記のように調整することによって、より効率的に本発明の効果を得ることができる。

[0039] また結晶質領域 6 2 は、第 2 の非晶質膜 6 の厚さ方向に拡張していても良い。この場合、第 2 の非晶質膜 6 の表面から第 2 のノンドープ膜 5 に至るま

での全てが結晶化していることが好ましいが、第2の非晶質膜6のうち第2のノンドープ膜5に近い領域の一部が非晶質のまま残っていても良く、一部が非晶質のまま残っていたとしても本発明の効果は示される。

[0040] 上記のように、L B I C測定またはE B I C測定において計測される出力電流の値が大きいことは、結晶質領域62内において該領域に含まれるp型不純物（ドーパント）のうち、電氣的に活性化したドーパントの濃度が高いことを示している。換言すれば結晶質領域62内では、非晶質領域61内に比べてホール濃度が高い。これにより本実施形態の光電変換素子は、高い変換効率を示すという優れた効果を発揮する。

[0041] なおL B I C測定は、従来公知の走査可能な励起レーザーと、励起された電流を測定できる計測機能とを備えた装置を用いて行なうことができる。そのような装置としては、たとえばライフタイム測定装置（製品名「WT 2000」、Semilab社製）などを挙げることができる。この装置はμ-PCD法によるキャリアライフタイムも測定することができるため好ましい。

[0042] 上記のような特性を有する結晶質領域62は、後述するように、非晶質領域61に対して特定の条件のレーザーを照射する（すなわち、レーザーアブレーションを行なう）ことによって形成することができる。

[0043] また非晶質領域61と結晶質領域62とは、ラマン分光法によっても判別することができる。すなわちラマン分光スペクトルにおいて、結晶質領域62は、非晶質領域61と比較して、珪素（Si）原子間の結合に由来するラマンシフト量である 520 cm^{-1} 付近の散乱強度が大きいという特徴を有する。ここでラマン分光スペクトルは、従来公知の顕微レーザーラマン分光装置を用いて計測可能であり、そのような装置としては、たとえばレーザーラマン分光光度計（製品名「NRS-5000/7000 series」、日本分光株式会社製）などを挙げることができる。また測定には、たとえば波長 532 nm である緑色の励起レーザーを用いることができる。

[0044] ラマン分光スペクトルにおいて、上記のようなピークが観測されることは

、結晶質領域 6 2 は、非晶質シリコン固有のラマンシフト量である 480 cm^{-1} 付近にピークを持つ非晶質領域 6 1 に比べて結晶性が高いことを示している。

[0045] このように p 型の非晶質膜内に局所的に結晶性が高くかつ不純物が活性化された領域が存在することによって、変換効率が顕著に向上する機序の詳細については現時点では不明であるが、本発明者らは、上記の構成によって p 層内の導電率が向上すること、および、フェルミ準位もしくは状態密度分布が変化すること等が相乗的に作用し、太陽電池の特性向上に貢献しているものと考えている。

[0046] (半導体基板)

半導体基板 1 としては n 型単結晶シリコンからなる基板に限定されず、たとえば従来公知の半導体基板などを用いても良い。また半導体基板 1 の受光面のテクスチャ構造は、たとえば半導体基板 1 の受光面の全面をテクスチャエッチングすることなどにより形成することができる。また半導体基板 1 の厚さは、特に限定されないが、たとえば $20\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $300\text{ }\mu\text{m}$ 以下とすることができ、好ましくは $60\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $200\text{ }\mu\text{m}$ 以下とすることができ、また半導体基板 1 の比抵抗も、特に限定されないが、たとえば $0.1\text{ }\Omega\cdot\text{cm}$ 以上 $10\text{ }\Omega\cdot\text{cm}$ 以下とすることができ、

[0047] (ノンドープ膜)

第 1 のノンドープ膜 7、第 2 のノンドープ膜 5 および第 3 のノンドープ膜 2 としては、i 型のアモルファスシリコンからなる膜に限定されず、たとえば従来公知の i 型のアモルファス半導体膜などを用いても良い。各ノンドープ膜の厚さは、特に限定されないが、たとえば 1 nm 以上 20 nm 以下とすることができ、

[0048] (第 1 の非晶質膜および第 3 の非晶質膜)

第 1 の非晶質膜 8 および第 3 の非晶質膜 3 としては、n 型のアモルファスシリコンからなる膜に限定されず、たとえば従来公知の n 型のアモルファス半導体膜などを用いても良い。第 1 の非晶質膜 8 および第 3 の非晶質膜 3 の

厚さは、特に限定されないが、たとえば1 nm以上20 nm以下とすることができる。ここで第1の非晶質膜8および第3の非晶質膜3に含まれるn型不純物としては、たとえばリンを用いることができ、第1の非晶質膜8および第3の非晶質膜3のn型不純物濃度は、たとえば 5×10^{18} 個/cm³程度とすることができる。

[0049] (反射防止膜)

反射防止膜4としては、たとえば窒化シリコン膜などを用いることができ、反射防止膜4の膜厚は屈折率にもよるが、たとえば80 nm～120 nm程度とすることができる。

[0050] (第1の電極および第2の電極)

第1の電極9および第2の電極10としては特に限定されず、たとえばITO (Indium Tin Oxide) や酸化亜鉛 (ZnO) などの導電性酸化膜と、アルミニウム、銀もしくはこれらの金属を含み、チタンまたはパラジウムを応力緩和層として含む金属積層膜とが積層されたものなどを用いることができる。

[0051] 第1の電極9および第2の電極10の厚さも特に限定されない。たとえば第1の電極9の厚さは、0.1 μm以下とすることができ、第2の電極10の厚さは、5 μm以下とすることができる。

[0052] このような実施形態の光電変換素子は、以下のような製造方法によって製造される。換言すれば以下のような製造方法によって製造される光電変換素子は、上記のような特性を示す。したがって実施形態の光電変換素子は、安価に製造できるとともに高い変換効率を示すという優れた効果を有する。

[0053] <光電変換素子の製造方法>

以下、図3～図13の模式的な断面図を参照して、実施形態の光電変換素子の製造方法の一例について説明する。

[0054] まず図3に示すように、テクスチャ構造が形成された半導体基板1の受光面上に、i型のアモルファスシリコンからなる第3のノンドープ膜2と、n型のアモルファスシリコンからなる第3の非晶質膜3とを、この順序で、た

たとえばプラズマCVD (Chemical Vapor Deposition) 法により積層する。

[0055] 次に図4に示すように、第3の非晶質膜3の全面に反射防止膜4を、たとえばスパッタリング法またはプラズマCVD法により積層する。

[0056] 次に図5に示すように、i型のアモルファスシリコンからなる第2のノンドーパ膜5とp型のアモルファスシリコンからなる第2の非晶質膜6を、この順序で、たとえばプラズマCVD法により積層する。

[0057] 次に図6に示すように、第2の非晶質膜6の上の一部に、耐酸性のレジスト膜11を形成する。ここで、レジスト膜11は、後述する酸性溶液を用いたエッチングを抑止することができるレジストであり、従来公知のものを特に限定なく用いることができる。

[0058] レジスト膜11の設置方法は特に限定されないが、レジスト膜11が耐酸性のレジストからなる場合には、たとえば、第2の非晶質膜6の裏面の全面にレジスト膜11を塗布した後に、フォトリソグラフィ技術およびエッチング技術によるレジスト膜11のパターンニングを行なうことによって、第2の非晶質膜6の一部の裏面上にレジスト膜11を形成することができる。

[0059] 次に図7に示すように、レジスト膜11から露出している第2の非晶質膜6およびその下の第2のノンドーパ膜5を除去する。ここで図7には第2のノンドーパ膜5が除去されることにより半導体基板1の裏面が露出している状態を示しているが、第2のノンドーパ膜5は、半導体基板1の裏面上に一部が残されていても良い（図示せず）、すなわち半導体基板1は、この操作の後に必ずしも完全に露出していなくても良い。

[0060] ここで第2の非晶質膜6および第2のノンドーパ膜5の除去は、たとえば酸性溶液を用いたウェットエッチングにより行なうことが好ましい。酸性溶液は、p型のアモルファスシリコンなどのp型の非晶質膜に対するエッチングレートが非常に高いことから、第2の非晶質膜6を効率的に除去することができる。このような酸性溶液としては、たとえばフッ酸と過酸化水素水との混合溶液、フッ酸とオゾン水との混合溶液またはマイクロバブルを含んだ

フッ酸などを用いることができる。

[0061] また上記のように、第2のノンドープ膜5の一部を残す場合には、酸性溶液として、フッ酸などを好適に用いることができる。

[0062] レジスト膜11が耐アルカリ性レジストからなる場合には、第2の非晶質膜6および第2のノンドープ膜5の除去は、たとえばアルカリ性溶液を用いたウェットエッチングにより行なうことが好ましい。ここでアルカリ性溶液としては、ナトリウムもしくはカリウムの水酸化物、またはホウ酸化物の水溶液などを用いることができる。

[0063] 次にアセトンなどを用いて、レジスト膜11を除去して洗浄した後、図8に示すように半導体基板1の裏面側の全面にマスク層13を形成する。ここでマスク層13としては、たとえば、ITOやアルミニウムなどの金属酸化物や金属を採用することができる。その厚さは、たとえばITOなどの金属酸化物を用いる場合には50nm以上200nm以下とすることができ、また、たとえばアルミニウムなどの金属を用いる場合には300nm以上3μm以下とすることができ。

[0064] ここでマスク層13は、たとえばスパッタリング法またはプラズマCVD法により形成することができる。

[0065] 次に図9に示すように、耐酸性のレジスト膜12をマスク層13の一部の上に形成する。ここで耐酸性のレジスト膜12は、酸性溶液を用いたエッチングを抑止することができるレジストであり、従来公知のものを特に限定なく用いることができる。

[0066] 次に図10に示すように、レジスト膜12から露出したマスク層13の一部を除去する。マスク層13を除去する方法は、酸性溶液を用いたウェットエッチングを用いることが好ましい。酸性溶液としては特に限定されず、たとえば上記で例示したフッ酸と過酸化水素水との混合溶液などを用いることができる。

[0067] 次にアセトンなどを用いてレジスト膜12を除去して洗浄した後、図11に示すように、半導体基板1の裏面の全面上に、第1のノンドープ膜7と第

1の非晶質膜8を、たとえばプラズマCVD法により積層する。

[0068] 次に図12(a)および図12(b)に示すように、マスク層13の上に形成された第1の非晶質膜8および第1のノンドープ膜7に貫通孔14を形成する。ここで貫通孔14は、第1の非晶質膜8と第1のノンドープ膜7とを貫通して、第1のノンドープ膜7とマスク層13との界面に達している。ここで貫通孔14は、マスク層13の内部にまで達していても良いが、マスク層13を貫通していないことが好ましい。

[0069] 貫通孔14は略等間隔に複数配置されることが好ましく、その間隔（ピッチ）は $50\mu\text{m}$ 以上 $500\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。また貫通孔14の孔径は、 $30\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 以下とすることが好適である。さらに貫通孔の数は、たとえば貫通孔14の断面積の総和がセル面積に対して1%以上40%以下となるようにすることが好ましい。

[0070] 貫通孔14は、断面形状が略円形状であることが好ましい。孔径は貫通孔14の全域に渡って一定でなくてもよく、たとえば第1の非晶質膜8の表面上における孔径と、第1のノンドープ膜7がマスク層13と接する面における孔径とが異なっても良い。

[0071] 本実施形態の製造方法は上記のような貫通孔14を設けることにより、剥離液の浸透が促進され、リフトオフ法における加工時間を短縮することができるという優れた効果が示す。

[0072] 貫通孔14を形成する方法としては、レーザー加工を採用することが好ましい。レーザー加工を採用することにより、貫通孔14を形成するだけでなく、第2の非晶質膜6に対してレーザーアニールをも行なうことができる。ここで工程を簡略化する観点からは、貫通孔14の形成と同時にレーザーアニールが行なわれることが好ましいが、貫通孔14が形成された後に再度レーザーを照射することによってレーザーアニールが行なわれていても良い。第2の非晶質膜6に対してレーザーアニールが行なわれることにより、第2の非晶質膜6内のp型不純物を活性化させることができる。上記のように本実施形態の光電変換素子はp型不純物の活性化により高い変換効率を実現す

ることができる。

[0073] 上記のように、貫通孔14を形成するとともに、第2の非晶質膜6内のp型不純物を活性化し得るレーザー条件としては、波長が600nm以下であり、パルス幅が1ns以上100ns以下である条件を採用することが好ましい。ここでパルス幅は10ns以上100ns以下であることがより好ましい。

[0074] 600nm以下のレーザー波長としては、たとえば530nm、350nm、270nmの波長を採用することができる。上記のような条件とすることにより、第2の非晶質膜6に過度なダメージを与えることなく、p型不純物を活性化することができる。波長が600nmを超える場合には、レーザー光が第2の非晶質膜6の深部にまで侵入する傾向があるため好ましくなく、パルス幅が1.0ns未満の場合には、加工時間が過度に長くなる傾向にあり好ましくない。またパルス幅が100nsを超える場合には、第2の非晶質膜6の受ける熱ダメージが過度に大きくなる傾向にあり好ましくない。

[0075] 第2の非晶質膜6を構成するアモルファスシリコンは、結晶シリコンと比較して光の吸収係数が高く、レーザーアニールによりダメージを受けやすい。したがって、通常、アモルファスシリコンにレーザーアニールを行なった場合、ダメージ層の除去が必要となる。本実施形態の製造方法は、上記のようにマスク層13を介して第2の非晶質膜6にレーザーアニールを行なう方法を採用したことにより、上記の条件によってダメージ層を発生させず、p型不純物を活性化させることができる。

[0076] なお貫通孔14は、フォトリソグラフィ技術およびエッチング技術を用いて、パターニングを行なうことにより形成しても良い。この場合にも上記と同様に、剥離液の浸透促進が図られる。

[0077] ここで剥離液としては、マスク層をエッチングできる溶液であればよく、従来公知のものを特に制限なく用いることができる。このような剥離液としては、たとえば上記で例示したフッ酸と過酸化水素水との混合溶液などを用いることができる。

- [0078] 次に図 1 3 に示すように、マスク層 1 3 を剥離液でエッチングした後、リフトオフ法によって、第 2 の非晶質膜 6 上の第 1 の非晶質膜 8 および第 1 のノンドープ膜 7 を除去して、第 2 の非晶質膜 6 を露出させる。本実施形態の製造方法では、剥離液の浸透が促進されているため、本工程における加工時間が従来よりも短縮されるとともに、リフトオフに伴うバリの発生がない。
- [0079] 次に図 1 に示すように、第 1 の非晶質膜 8 の上および第 2 の非晶質膜 6 の上に、ITO とアルミニウムとが、この順序で積層された第 1 の電極 9 および第 2 の電極 1 0 を、たとえばスパッタリング法や CVD 法により形成する。
- [0080] 以上のようにして、図 1 に示す構造を有する実施形態の光電変換素子を製造することができる。
- [0081] 実施形態の光電変換素子は、上記のように、リフトオフ法における加工時間が短縮されるとともに、リフトオフに伴うバリの発生がないため、安価に製造することができる。さらに、p 型の非晶質膜に対してレーザーアニールまたはレーザーアブレーションを行なう場合には、p 型不純物を活性化させることができるため、高い光電変換効率を示す。
- [0082] 以上に説明した本実施形態の光電変換素子の構成および効果をまとめると以下のとおりである。
- [0083] 本実施形態の光電変換素子は、第 1 導電型の半導体基板 1 と、半導体基板 1 の一方の表面上に設けられた第 1 導電型の第 1 の非晶質膜 8 と、該表面上に第 1 の非晶質膜 8 から独立して設けられた第 2 導電型の第 2 の非晶質膜 6 と、を備え、第 2 の非晶質膜 6 は、非晶質領域 6 1 と結晶質領域 6 2 とを含み、結晶質領域 6 2 は、誘起電流測定における出力電流の値が非晶質領域 6 1 よりも大きい領域であることを特徴とする。
- [0084] 上記の構成を有する本実施形態の光電変換素子は、非晶質膜内に局所的に結晶性が高くかつ不純物が活性化された領域を有することによって、変換効率が顕著に向上するという優れた効果を示す。
- [0085] 結晶質領域 6 2 は、第 2 の非晶質膜 6 の表面上において、直径が 0.1 μ

m以上50 μ m以下の略円形状の領域であることが好ましい。さらに結晶質領域62は、第2の非晶質膜6の表面上において、略等間隔に複数配置されていることが好ましい。このように結晶質領域62が形成されることにより、上記の効果をより一層高めることができる。

[0086] 結晶質領域62は、ラマン分光スペクトルにおける520 cm^{-1} 付近の散乱強度が、非晶質領域61よりも大きい領域であることが好ましい。

[0087] 結晶質領域62は、非晶質領域61にレーザーアニールを行なうことにより形成されることが好ましい。レーザーアニールは、上記の結晶質領域62の好ましい形状、大きさおよび配置を実現するために特に好適な方法である。

[0088] 上記第1導電型はn型の導電型であり、上記第2導電型はp型の導電型であることが好ましい。p型の非晶質膜が非晶質領域61と結晶質領域62とを含むことにより、本発明の効果がより顕著なものになる。

[0089] また本実施形態の光電変換素子の製造方法は、第1導電型の半導体基板1の一方の表面の全面上に第2導電型の第2の非晶質膜6を形成する工程と、第2の非晶質膜6の一部を除去することにより半導体基板1を露出させる工程と、第2の非晶質膜6上にマスク層13を形成する工程と、半導体基板1の該露出面上およびマスク層13上に第1導電型の第1の非晶質膜8を形成する工程と、マスク層13上に形成された第1の非晶質膜8に貫通孔14を形成する工程と、マスク層13および第1の非晶質膜8の一部を除去することにより第2の非晶質膜6を露出させる工程と、を含むことを特徴とする。

[0090] このような工程を含む本実施形態の製造方法は、貫通孔14を設けることにより、剥離液の浸透が促進され、リフトオフ法における加工時間を短縮することができるとともに、リフトオフに伴うバリの発生を抑制するという優れた効果が示す。したがって、本実施形態の製造方法を用いることにより、高品質な光電変換素子を安価に製造することができる。

[0091] 貫通孔14を形成する工程は、複数の貫通孔を形成する工程であることが好ましく、貫通孔14は、孔径が0.1 μ m以上50 μ m以下であることが

好ましい。これにより剥離液の浸透を促進する効果をより一層高めることができる。

[0092] 貫通孔14を形成する工程は、レーザー加工により貫通孔を形成する工程であることが好ましい。レーザー加工は上記のような貫通孔の好適な態様を得るために、特に好適な方法である。

[0093] 貫通孔14を形成する工程は、波長が600nm以下、パルス幅が1ns以上100ns以下の条件でレーザー加工を行なう工程であることが好ましい。これにより第2の非晶質膜6への熱ダメージを抑制するとともに、生産性の観点から好適な加工時間を維持することができる。

[0094] 貫通孔14を形成する工程は、貫通孔を形成するとともに、レーザーのアニール効果によって第2の非晶質膜6の結晶化を伴う工程であることが好ましい。これによりマスク層13を介して、第2の非晶質膜6にレーザー加工を行なうことができ、リフトオフ法における加工時間を短縮するとともに、上記に示す変換効率の高い光電変換素子を得ることができる。

[0095] 貫通孔14を形成する工程は、第1の非晶質膜8上にフォトレジストを塗布する工程を含み、該フォトレジストに対してフォトリソグラフィを行なうことより、貫通孔を形成する工程であっても良い。この場合にも、レーザー加工により貫通孔14を形成する方法と同様に、リフトオフ法における加工時間が短縮されるとともに、バリの発生を抑制することができる。

[0096] 第2の非晶質膜6を露出させる工程は、ウェットエッチングを行なうことによりマスク層13を除去した後、リフトオフを行なうことにより第1の非晶質膜8を除去する工程であることが好ましい。これにより、リフトオフに伴うバリの発生を、より効果的に抑制することができる。

[0097] 以下、本発明の別の局面として第1実施形態の光電変換素子を備える光電変換モジュール（第2実施形態）および太陽光発電システム（第3実施形態、第4実施形態）について説明する。

[0098] 第1実施形態の光電変換素子は高い変換効率を有するため、これを備える光電変換モジュールおよび太陽光発電システムも高い変換効率を有すること

ができる。

[0099] [第2実施形態]

第2実施形態は、第1実施形態の光電変換素子を備える光電変換モジュールである。

[0100] <光電変換モジュール>

図14は、本実施形態に係る光電変換モジュールの構成の一例を示す概略図である。図14を参照して光電変換モジュール1000は、複数の光電変換素子1001と、カバー1002と、出力端子1013, 1014とを備える。

[0101] 複数の光電変換素子1001はアレイ状に配列され直列に接続されている。図14には光電変換素子1001を直列に接続する配列を図示しているが、配列および接続方式はこれに限定されず、並列に接続して配列してもよいし、直列と並列とを組み合わせた配列としてもよい。複数の光電変換素子1001の各々には、第1実施形態の光電変換素子が用いられる。なお光電変換モジュール1000に含まれる光電変換素子1001の数は2以上の任意の整数とすることができる。

[0102] カバー1002は耐候性のカバーから構成されており、複数の光電変換素子1001を覆う。

[0103] 出力端子1013は、直列に接続された複数の光電変換素子1001の一方端に配置される光電変換素子1001に接続される。

[0104] 出力端子1014は、直列に接続された複数の光電変換素子1001の他方端に配置される光電変換素子1001に接続される。

[0105] [第3実施形態]

第3実施形態は、第1実施形態の光電変換素子を備える太陽光発電システムである。

[0106] <太陽光発電システム>

図15は、本実施形態に係る太陽光発電システムの構成の一例を示す概略図である。図15を参照して、太陽光発電システム2000は、光電変換モ

ジュールアレイ 2001 と、接続箱 2002 と、パワーコンディショナ 2003 と、分電盤 2004 と、電力メータ 2005 とを備える。後述するように光電変換モジュールアレイ 2001 は複数の光電変換モジュール 1000（第 2 実施形態）から構成される。

[0107] 太陽光発電システム 2000 には、一般に「ホーム・エネルギー・マネジメント・システム（HEMS: Home Energy Management System）」と呼ばれる機能を付加することができる。これにより部屋ごとの電力使用状況を監視しつつ個別の家単位で節電に貢献することもできる。

[0108] 接続箱 2002 は光電変換モジュールアレイ 2001 に接続される。パワーコンディショナ 2003 は接続箱 2002 に接続される。分電盤 2004 はパワーコンディショナ 2003 および電気機器類 2011 に接続される。電力メータ 2005 は分電盤 2004 および系統連系に接続される。

[0109] （動作）

太陽光発電システム 2000 の動作を説明する。

[0110] 光電変換モジュールアレイ 2001 は太陽光を電気に変換して直流電力を発電し、直流電力を接続箱 2002 へ供給する。

[0111] 接続箱 2002 は光電変換モジュールアレイ 2001 が発電した直流電力を受け、直流電力をパワーコンディショナ 2003 へ供給する。

[0112] パワーコンディショナ 2003 は接続箱 2002 から受けた直流電力を交流電力に変換して分電盤 2004 へ供給する。あるいは接続箱 2002 から受けた直流電力の一部を交流電力に変換せずに、直流電力のままで分電盤 2004 へ供給してもよい。

[0113] 分電盤 2004 はパワーコンディショナ 2003 から受けた交流電力および電力メータ 2005 を介して受けた商用電力の少なくともいずれかを電気機器類 2011 へ供給する。また分電盤 2004 はパワーコンディショナ 2003 から受けた交流電力が電気機器類 2011 の消費電力よりも多いとき、パワーコンディショナ 2003 から受けた交流電力を電気機器類 2011 へ供給する。そして余った交流電力を電力メータ 2005 を介して系統連系

へ供給する。

[0114] また分電盤 2004 はパワーコンディショナ 2003 から受けた交流電力が電気機器類 2011 の消費電力よりも少ないとき、系統連系から受けた交流電力およびパワーコンディショナ 2003 から受けた交流電力を電気機器類 2011 へ供給する。

[0115] 電力メータ 2005 は、系統連系から分電盤 2004 へ向かう方向の電力を計測するとともに、分電盤 2004 から系統連系へ向かう方向の電力を計測する。

[0116] (光電変換モジュールアレイ)

光電変換モジュールアレイ 2001 について説明する。

[0117] 図 16 は、図 15 に示す光電変換モジュールアレイ 2001 の構成の一例を示す概略図である。図 16 を参照して、光電変換モジュールアレイ 2001 は、複数の光電変換モジュール 1000 と出力端子 2013, 2014 とを含む。

[0118] 複数の光電変換モジュール 1000 はアレイ状に配列され直列に接続されている。図 16 には光電変換モジュール 1000 を直列に接続する配列を図示しているが、配列および接続方式はこれに限定されず、並列に接続して配列してもよいし、直列と並列とを組み合わせた配列としてもよい。なお光電変換モジュールアレイ 2001 に含まれる光電変換モジュール 1000 の数は 2 以上の任意の整数とすることができる。

[0119] 出力端子 2013 は、直列に接続された複数の光電変換モジュール 1000 の一方端に位置する光電変換モジュール 1000 に接続される。

[0120] 出力端子 2014 は、直列に接続された複数の光電変換モジュール 1000 の他方端に位置する光電変換モジュール 1000 に接続される。

[0121] なお以上の説明はあくまでも一例であり、本実施形態の太陽光発電システムは、第 1 実施形態の光電変換素子を備える限り、上記の説明に限定されず如何なる構成もとれるものとする。

[0122] [第 4 実施形態]

第4実施形態は、第3実施形態として説明した太陽光発電システムよりも大規模な太陽光発電システムである。第4実施形態に係る太陽光発電システムも、第1実施形態の光電変換素子を備えるものである。

[0123] <大規模太陽光発電システム>

図17は、本実施形態に係る太陽光発電システムの構成の他の一例を示す概略図である。図17を参照して、太陽光発電システム4000は、複数のサブシステム4001と、複数のパワーコンディショナ4003と、変圧器4004とを備える。太陽光発電システム4000は、図15に示す太陽光発電システム2000よりも大規模な太陽光発電システムである。

[0124] 複数のパワーコンディショナ4003は、それぞれサブシステム4001に接続される。太陽光発電システム4000において、パワーコンディショナ4003およびそれに接続されるサブシステム4001の数は2以上の任意の整数とすることができる。

[0125] 変圧器4004は、複数のパワーコンディショナ4003および系統連系に接続される。

[0126] 複数のサブシステム4001の各々は、複数のモジュールシステム3000から構成される。サブシステム4001内のモジュールシステム3000の数は2以上の任意の整数とすることができる。

[0127] 複数のモジュールシステム3000の各々は、複数の光電変換モジュールアレイ2001と、複数の接続箱3002と、集電箱3004とを含む。モジュールシステム3000内の接続箱3002およびそれに接続される光電変換モジュールアレイ2001の数は2以上の任意の整数とすることができる。

[0128] 集電箱3004は複数の接続箱3002に接続される。またパワーコンディショナ4003はサブシステム4001内の複数の集電箱3004に接続される。

[0129] (動作)

太陽光発電システム4000の動作を説明する。

- [0130] モジュールシステム 3000 の複数の光電変換モジュールアレイ 2001 は、太陽光を電気に変換して直流電力を発電し、直流電力を接続箱 3002 を介して集電箱 3004 へ供給する。サブシステム 4001 内の複数の集電箱 3004 は、直流電力をパワーコンディショナ 4003 へ供給する。さらに複数のパワーコンディショナ 4003 は、直流電力を交流電力に変換して、交流電力を変圧器 4004 へ供給する。
- [0131] 変圧器 4004 は複数のパワーコンディショナ 4003 から受けた交流電力の電圧レベルを変換して系統連系へ供給する。
- [0132] なお太陽光発電システム 4000 は第 1 実施形態の光電変換素子を備えるものであればよく、太陽光発電システム 4000 に含まれる全ての光電変換素子が第 1 実施形態の光電変換素子でなくても構わない。たとえば、あるサブシステム 4001 に含まれる光電変換素子の全てが第 1 実施形態の光電変換素子であり、別のサブシステム 4001 に含まれる光電変換素子の一部もしくは全部が、第 1 実施形態の光電変換素子でない場合もあり得るものとする。
- [0133] 以上のように本発明の実施形態について説明を行ったが、上述した各実施形態の構成を適宜組み合わせることも当初から予定している。
- [0134] 今回開示された実施形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

産業上の利用可能性

- [0135] 本発明は、光電変換素子および光電変換素子の製造方法に利用することができ、特にヘテロ接合型バックコンタクトセルおよびヘテロ接合型バックコンタクトセルの製造方法に好適に利用することができる。

符号の説明

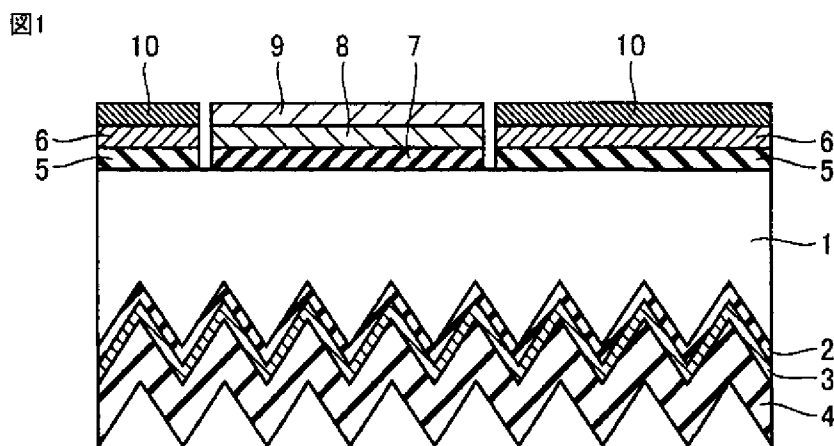
- [0136] 1 半導体基板、2 第 3 のノンドープ膜、3 第 3 の非晶質膜、4 反射防止膜、5 第 2 のノンドープ膜、6 第 2 の非晶質膜、61 非晶質領域

域、62 結晶質領域、7 第1のノンドープ膜、8 第1の非晶質膜、9 第2の電極、10 第1の電極、11, 12 レジスト膜、13 マスク層、14 貫通孔、1000 光電変換素モジュール、1001 光電変換素子、1002 カバー、1013, 1014, 2013, 2014 出力端子、2000 太陽光発電システム、2001 光電変換モジュールアレイ、2002, 3002 接続箱、2003 パワーコンディショナ、2004 分電盤、2005 電力メータ、2011 電気機器類、3000 モジュールシステム、3004 集電箱、4000 太陽光発電システム、4001 サブシステム、4003 パワーコンディショナ、4004 変圧器。

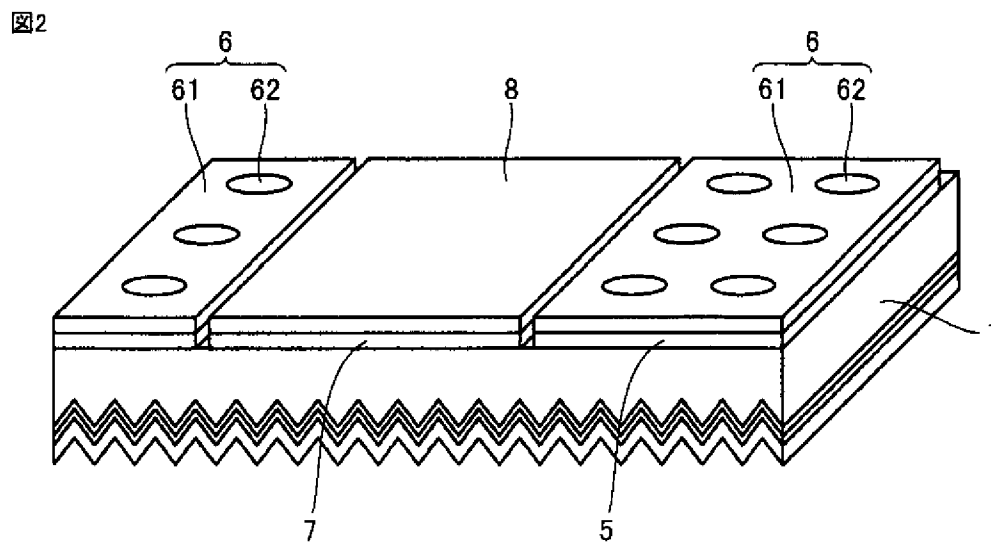
請求の範囲

- [請求項1] 第1導電型の半導体基板と、
前記半導体基板の一方の表面上に設けられた第1導電型の第1の非晶質膜と、
前記表面上に前記第1の非晶質膜から独立して設けられた第2導電型の第2の非晶質膜と、を備え、
前記第2の非晶質膜は、非晶質領域と結晶質領域とを含み、
前記結晶質領域は、誘起電流測定における出力電流の値が前記非晶質領域よりも大きい領域である、光電変換素子。
- [請求項2] 前記結晶質領域は、前記第2の非晶質膜の表面上において、略等間隔に複数配置されている、請求項1に記載の光電変換素子。
- [請求項3] 前記結晶質領域は、前記非晶質領域にレーザーアニールを行なうことにより形成される、請求項1または請求項2に記載の光電変換素子。
- [請求項4] 第1導電型の半導体基板の一方の表面の全面上に第2導電型の第2の非晶質膜を形成する工程と、
前記第2の非晶質膜の一部を除去することにより前記半導体基板を露出させる工程と、
前記第2の非晶質膜上にマスク層を形成する工程と、
前記半導体基板の露出面上および前記マスク層上に第1導電型の第1の非晶質膜を形成する工程と、
前記マスク層上に形成された前記第1の非晶質膜に貫通孔を形成する工程と、
前記マスク層および前記第1の非晶質膜の一部を除去することにより前記第2の非晶質膜を露出させる工程と、を含む、光電変換素子の製造方法。
- [請求項5] 前記貫通孔を形成する工程は、レーザー加工により貫通孔を形成する工程である、請求項4に記載の光電変換素子の製造方法。

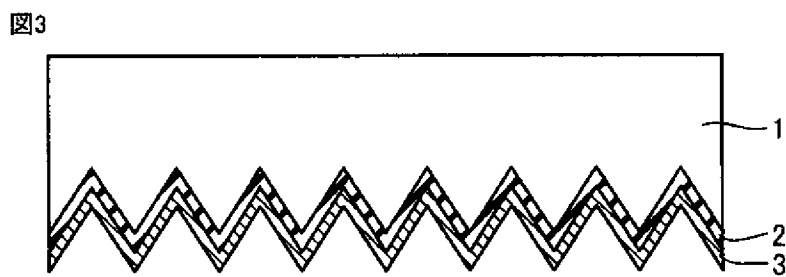
[図1]



[図2]



[図3]

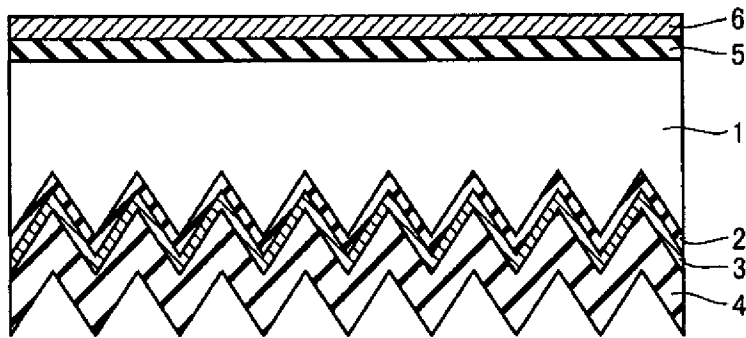


[図4]



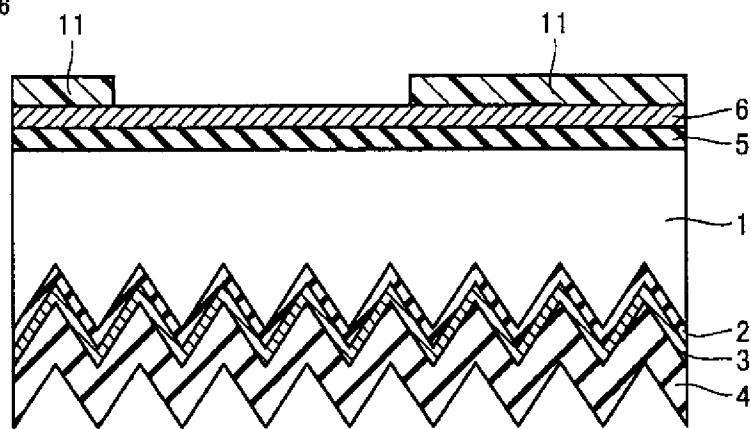
[図5]

図5



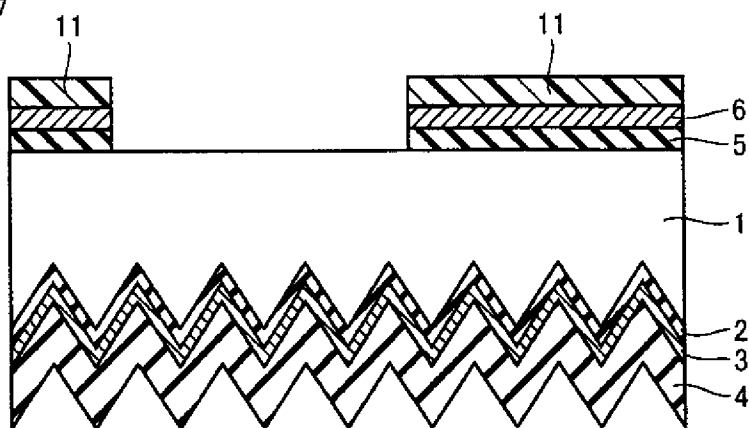
[図6]

図6



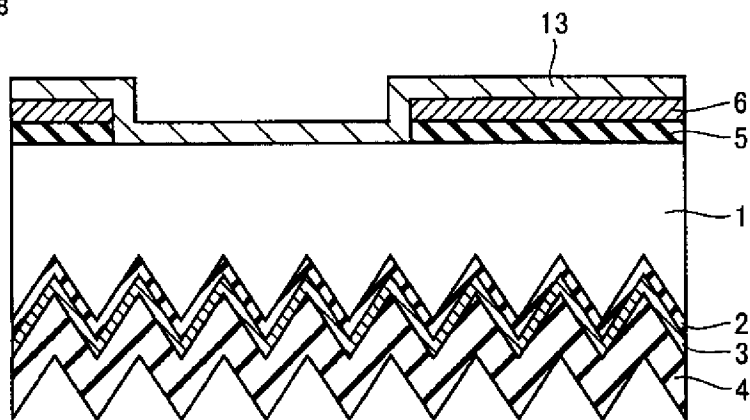
[図7]

図7



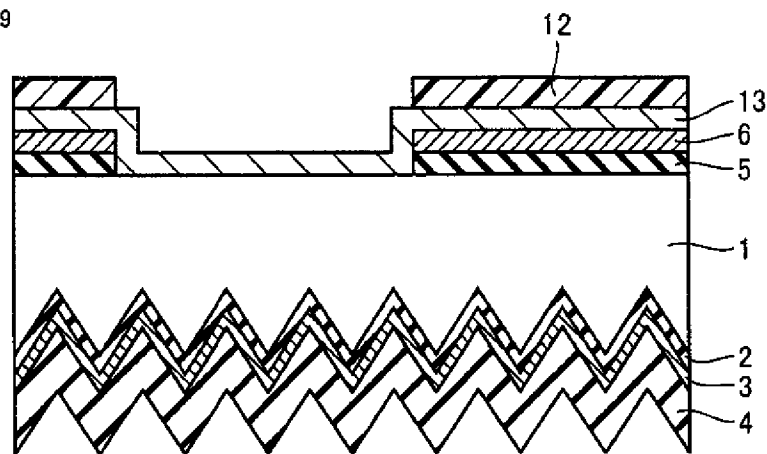
[図8]

図8



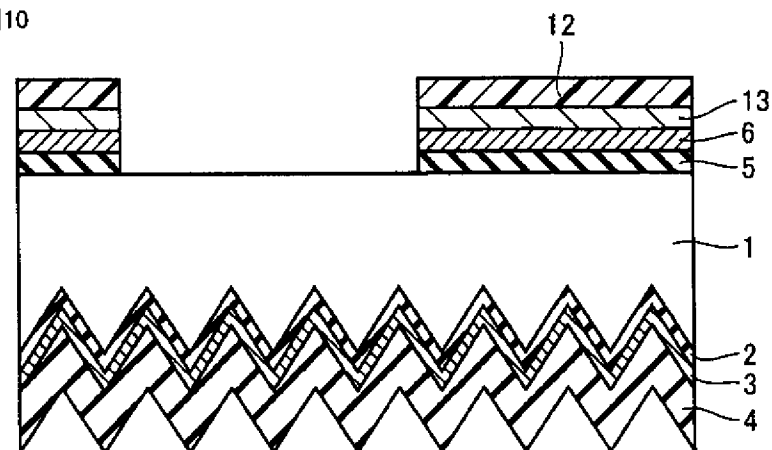
[図9]

図9



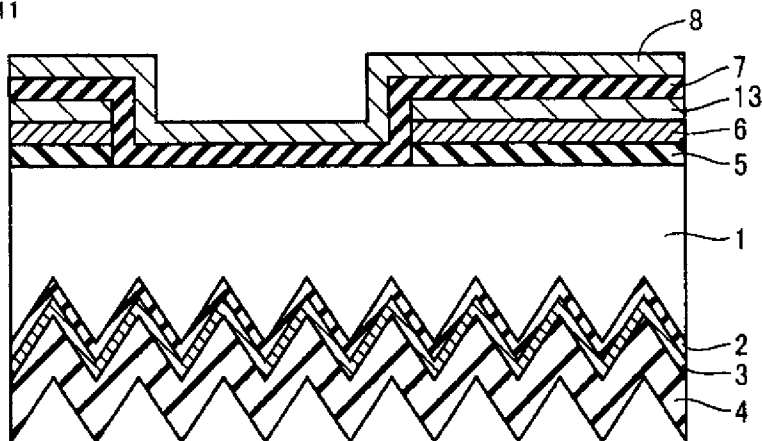
[図10]

図10



[図11]

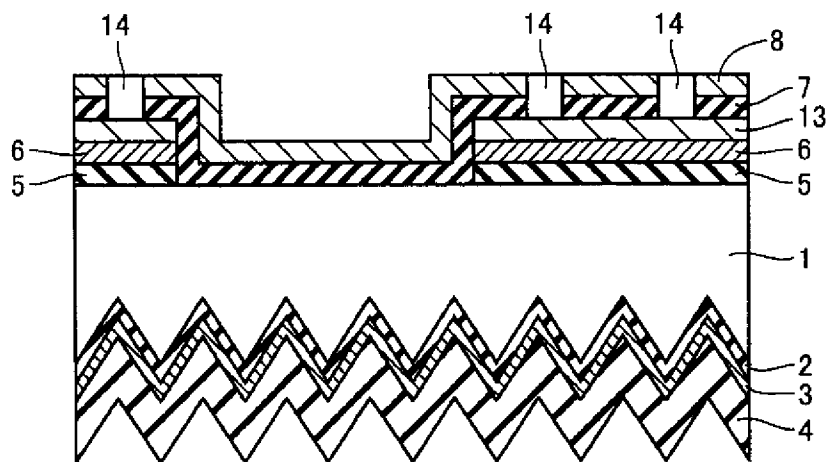
図11



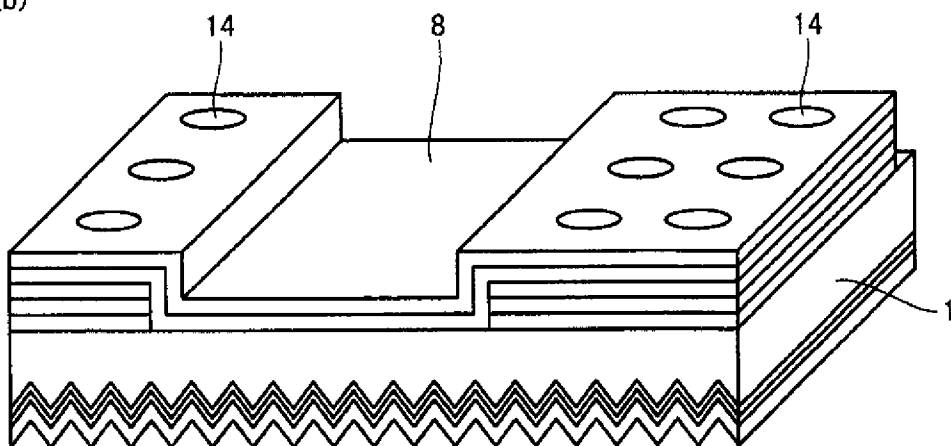
[図12]

図12

(a)

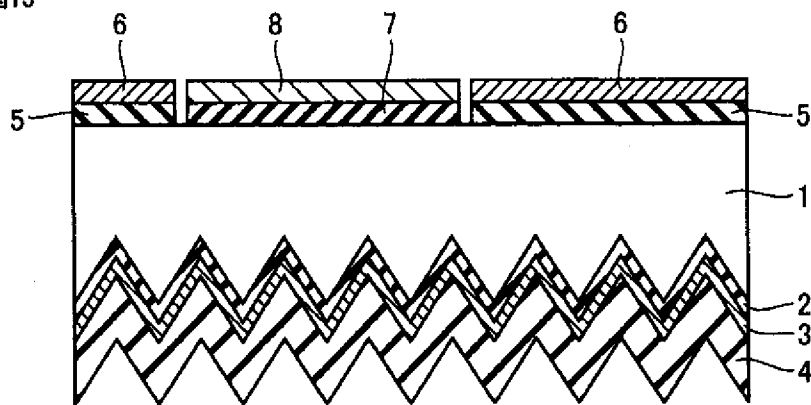


(b)



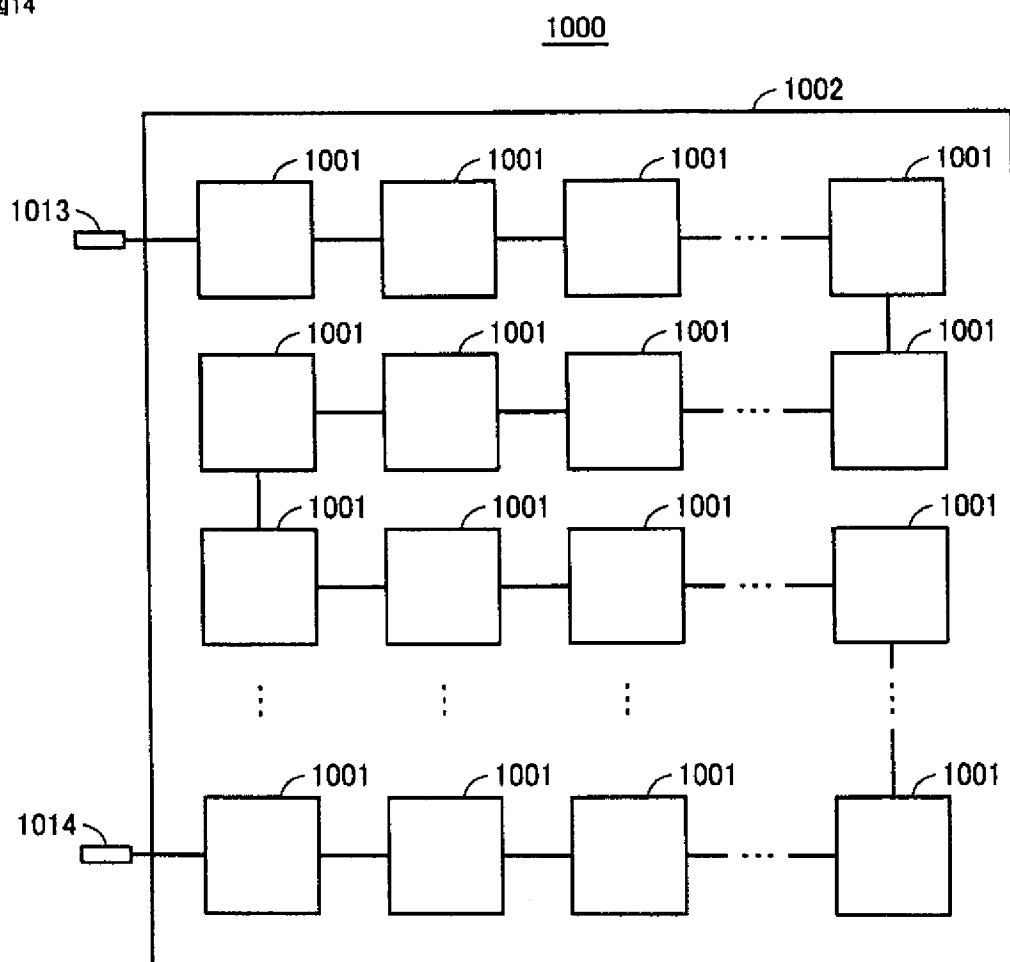
[図13]

図13



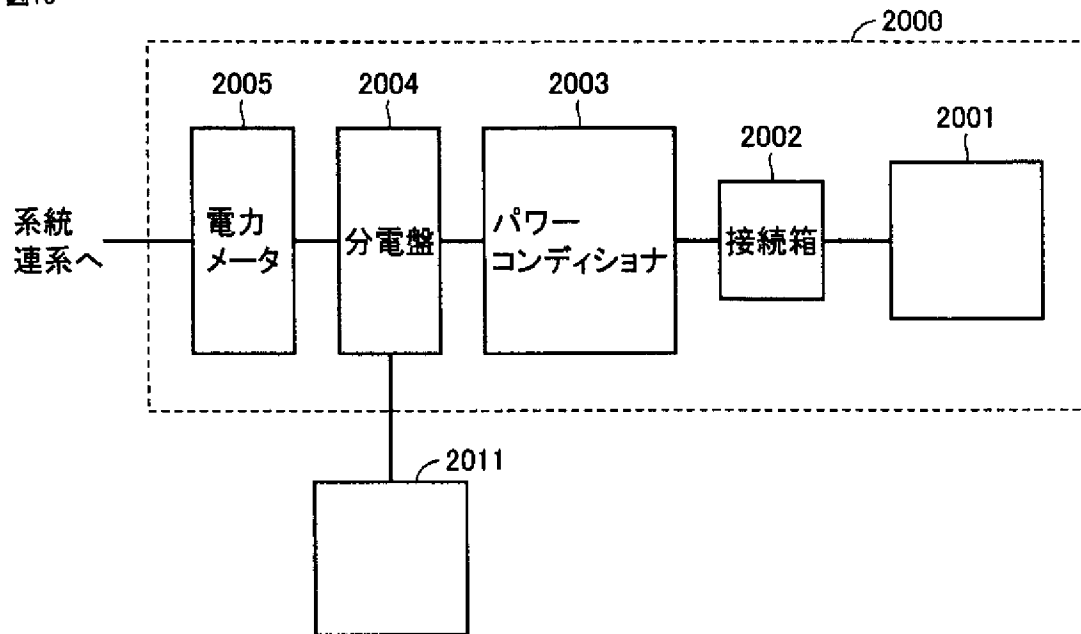
[図14]

図14



[図15]

図15



[図16]

図16

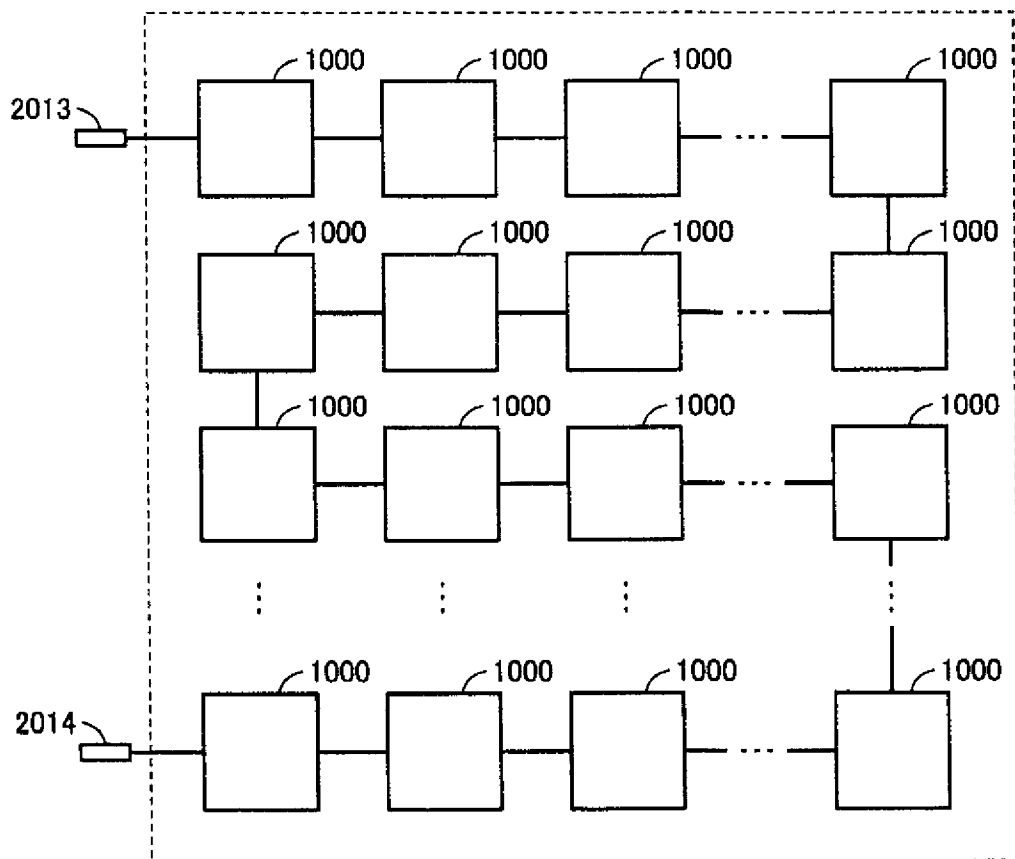
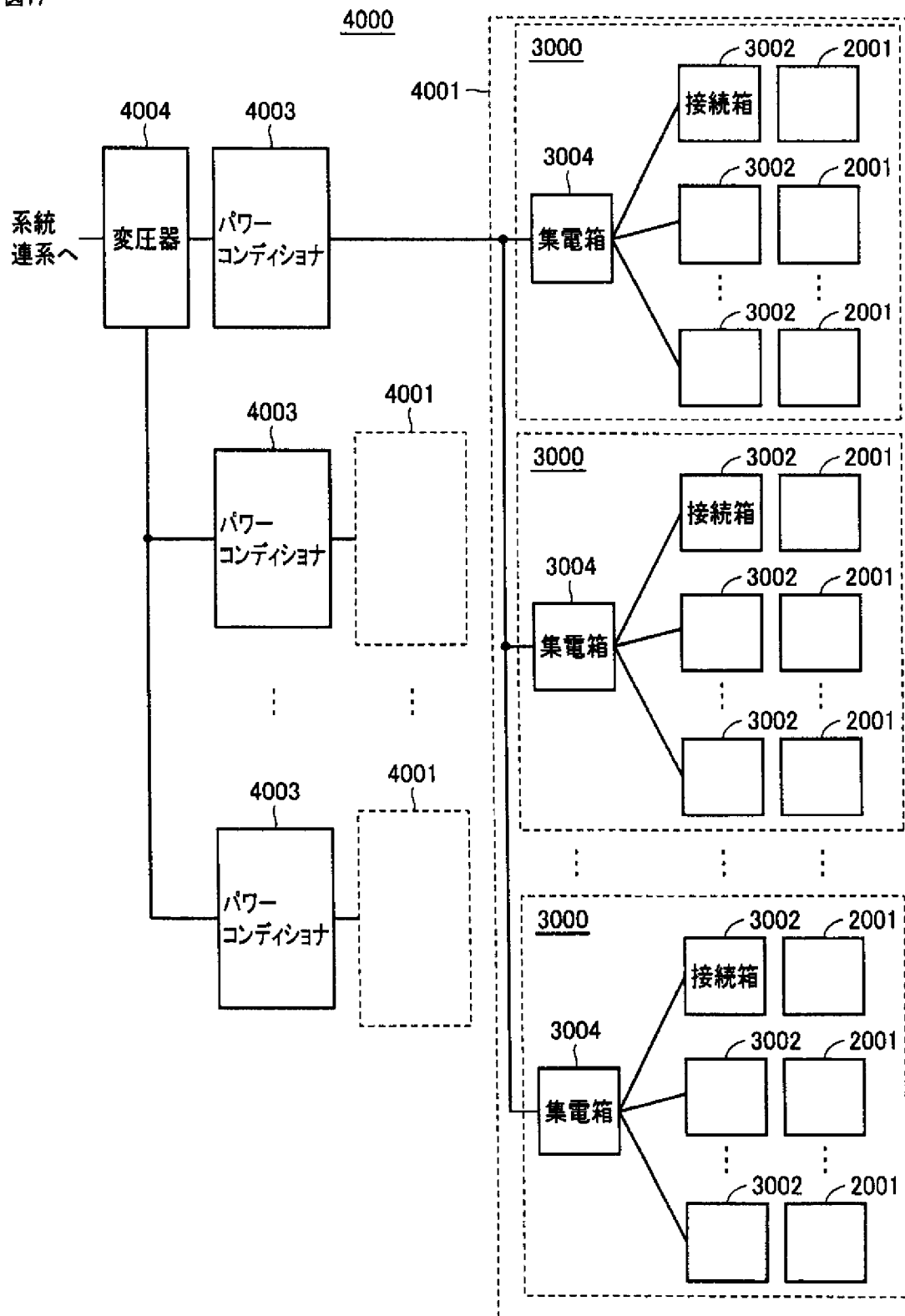
2001

图17



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/050519

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L31/0747(2012.01) 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)

H01L31/06-31/078

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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 A	EP 2421057 A2 (LG), 22 February 2012 (22.02.2012), & US 2012/0042945 A1 & KR 10-2012-0021791 A	1-3 4-5
X A	WO 2011/030978 A1 (LG), 17 March 2011 (17.03.2011), & US 2011/0061732 A1 & KR 10-2011-0028816 A & EP 2356697 A & CN 102292828 A & JP 2012-519375 A	1-3 4-5
X A	WO 2012/039831 A1 (SUNPOWER), 29 March 2012 (29.03.2012), & US 2012/0073650 A1 & AU 2011306011 A & CN 102959738 A & EP 2619806 A & JP 2013538009 A	1-3 4-5



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

"I" 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
03 February, 2014 (03.02.14)

Date of mailing of the international search report
10 February, 2014 (10.02.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/050519

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	WO 2012/132758 A1 (Sanyo Electric Co., Ltd.), 04 October 2012 (04.10.2012), & US 2014/0020742 A1	4-5 1-3
X A	JP 2012-243797 A (Mitsubishi Electric Corp.), 10 December 2012 (10.12.2012), (Family: none)	4-5 1-3
X A	WO 2008/037658 A2 (COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE), 03 April 2008 (03.04.2008), & FR 2906406 A1 & EP 2067174 A & JP 2010-504636 A & US 2010/0087031 A1	4-5 1-3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/050519

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

(a) Claims 1-3 are considered to be the inventions having a feature in crystallinity of an amorphous film in a hetero-junction type back contact cell, whereas (b) claims 4-5 are considered to be the inventions which do not specify the above mentioned crystallinity of an amorphous film in a hetero-junction type back contact cell but have a feature merely in the manufacture step thereof.

Accordingly, both of the above-said inventions are different from each other.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L31/0747(2012.01)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. H01L31/06-31/078

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2014年
日本国実用新案登録公報	1996-2014年
日本国登録実用新案公報	1994-2014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 A	EP 2421057 A2 (LG) 2012.02.22, & US 2012/0042945 A1 & KR 10-2012-0021791 A	1-3 4-5
X A	WO 2011/030978 A1 (LG) 2011.03.17, & US 2011/0061732 A1 & KR 10-2011-0028816 A & EP 2356697 A & CN 102292828 A & JP 2012-519375 A	1-3 4-5

☒ 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

03.02.2014

国際調査報告の発送日

10.02.2014

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100-8915

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）

濱田 聖司

2 K

9207

電話番号 03-3581-1101 内線 3255

C (続き) . 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 A	WO 2012/039831 A1 (SUNPOWER) 2012.03.29, & US 2012/0073650 A1 & AU 2011306011 A & CN 102959738 A & EP 2619806 A & JP 2013538009 A	1-3 4-5
X A	WO 2012/132758 A1 (三洋電機) 2012.10.04, & US 2014/0020742 A1	4-5 1-3
X A	JP 2012-243797 A (三菱電機) 2012.12.10, (ファミリーなし)	4-5 1-3
X A	WO 2008/037658 A2 (COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE) 2008.04.03, & FR 2906406 A1 & EP 2067174 A & JP 2010-504636 A & US 2010/0087031 A1	4-5 1-3

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（P C T 17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってP C T 規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

（a）請求項1－3は、ヘテロ接合型バックコンタクトセルにおいて、非晶質膜の結晶性に特徴を有する発明であると考えられるのに対して、（b）請求項4－5は、ヘテロ接合型バックコンタクトセルにおいて、上記のような結晶性を特定しておらず、単にその製造工程に特徴を有する発明であると考えられる。
したがって、両者は別の発明である。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。