

(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
2020年8月6日(06.08.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/158023 A1

(51) 国際特許分類:

H01L 31/0224 (2006.01) *H01L 29/43* (2006.01)
H01L 21/285 (2006.01) *H01L 31/068* (2012.01)
H01L 21/288 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/033299

(22) 国際出願日: 2019年8月26日(26.08.2019)

(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 2019-013756 2019年1月30日(30.01.2019) JP

(71) 出願人: 国立研究開発法人産業技術総合研究所(NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY)

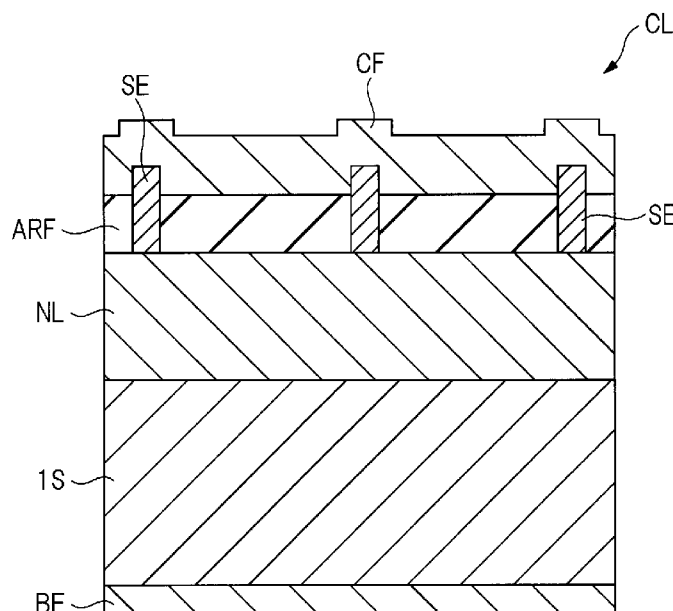
[JP/JP]; 〒1008921 東京都千代田区霞が関
1丁目3番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 城内 紗千子(JOUNAI, Sachiko);
〒3058568 茨城県つくば市梅園1-1-1 中央第1 国立研究開発法人産業技術総合研究所内 Ibaraki (JP). 増田 淳(MASUDA, Atsushi);
〒3058568 茨城県つくば市梅園1-1-1 中央第1 国立研究開発法人産業技術総合研究所内 Ibaraki (JP). 鯉田 崇(KOIDA, Takashi);
〒3058568 茨城県つくば市梅園1-1-1 中央第1 国立研究開発法人産業技術総合研究所内 Ibaraki (JP). 柴田 肇(SHIBATA, Hajime); 〒3058568 茨城県つくば市梅園1

(54) Title: SOLAR BATTERY CELL, METHOD FOR MANUFACTURING SAME, AND SOLAR BATTERY MODULE

(54) 発明の名称: 太陽電池セルおよびその製造方法並びに太陽電池モジュール

図 5



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to improve the reliability of a solar battery. In the present invention, a solar battery cell (CL) comprises a back electrode (BE), a p-type semiconductor layer (semiconductor substrate 1S) disposed on the back electrode (BE), and an n-type semiconductor layer (NL) disposed on the semiconductor substrate (1S). The solar battery cell (CL) furthermore comprises: an anti-reflection film (ARF) disposed on the n-type semiconductor layer (NL), the anti-reflection film (ARF) being made of an insulating film; surface electrodes (SE) penetrating the

－ 1 － 1 中央第 1 国立研究開発法人産業
技術総合研究所内 Ibaraki (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人筒井国際特許事務所(TSUTSUI & ASSOCIATES); 〒1600022 東京都新宿区新宿 2 丁目 3 番 1 0 号 新宿御苑ビル 3 階 Tokyo (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, ST, 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:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

anti-reflection film (ARF) to reach the n-type semiconductor layer (NL); and an electroconductive film (CF) disposed on the anti-reflection film (ARF) so as to cover the surface electrodes (SE), the electroconductive film (CF) being translucent and being electrically connected to the n-type semiconductor layer (NL).

(57) 要約: 太陽電池の信頼性を向上する。太陽電池セル (CL) は、裏面電極 (BE) と、裏面電極 (BE) 上に配置された p 型半導体層 (半導体基板 1 S) と、半導体基板 (1 S) 上に配置された n 型半導体層 (NL) とを備える。さらに、太陽電池セル (CL) は、n 型半導体層 (NL) 上に配置され、かつ、絶縁膜からなる反射防止膜 (ARF) と、反射防止膜 (ARF) を貫通して n 型半導体層 (NL) に達する表面電極 (SE) と、表面電極 (SE) を覆うように反射防止膜 (ARF) 上に配置され、かつ、透光性を有し、かつ、n 型半導体層 (NL) と電気的に接続された導電性膜 (CF) とを備える。

明 細 書

発明の名称：

太陽電池セルおよびその製造方法並びに太陽電池モジュール

技術分野

[0001] 本発明は、太陽電池セルおよびその製造技術並びに太陽電池モジュールに関する。

背景技術

[0002] 国際公開WO 2017/169441号（特許文献1）には、太陽電池セルに含まれる反射防止膜をシリコンリッチな窒化シリコン膜から形成することが記載されている。

[0003] 国際公開WO 2017/175524号（特許文献2）には、太陽電池セルを封止する封止部材にナトリウムイオンを捕捉する捕捉材を添加する技術が記載されている。

[0004] 特表2008-532311号公報（特許文献3）には、太陽電池の前面側からバルクへと電荷を抜き出す導電性経路を設ける技術が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：国際公開WO 2017/169441号

特許文献2：国際公開WO 2017/175524号

特許文献3：特表2008-532311号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 化石燃料の枯渇対策や大気中の二酸化炭素（温室効果ガス）の増加に代表される地球環境問題などの観点から、クリーンなエネルギー源の開発が望まれている。一例として、太陽電池を使用した太陽光発電がクリーンな新しいエネルギー源として実用化されている。

[0007] 特に、近年では、複数の太陽電池セルを接続した太陽電池モジュールの一般家庭への普及が進んでいるとともに、多くの太陽電池モジュールを使用した、いわゆるメガソーラと呼ばれる大規模発電施設の建設も行なわれている。

[0008] 太陽電池モジュールは、屋外で長期間使用される。このため、太陽電池モジュールには、厳しい屋外環境において長期間にわたる信頼性が要求される。

[0009] この点に関し、P I D (Potential Induced Degradation) と呼ばれる太陽電池の劣化によって、太陽電池の発電効率が低下することが報告されており、P I Dの原因究明と改善策の早期確立とが強く望まれている。

[0010] その他の課題と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面から明らかになるであろう。

課題を解決するための手段

[0011] 一実施の形態における太陽電池セルは、裏面電極と、裏面電極上に配置され、かつ、第1導電型である第1半導体層と、第1半導体層上に配置され、かつ、第2導電型である第2半導体層とを備える。さらに、太陽電池セルは、第2半導体層上に配置され、かつ、絶縁膜からなる反射防止膜と、反射防止膜を貫通して第2半導体層に達する表面電極と、表面電極を覆うように反射防止膜上に配置され、かつ、透光性を有し、かつ、第2半導体層と電氣的に接続された導電性膜と、を備える。

発明の効果

[0012] 一実施の形態によれば、P I Dを抑制できる結果、太陽電池の信頼性を向上できる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]代表的な太陽光発電システムの構成を模式的に示す図である。

[図2]太陽電池モジュールの一部分を示す部分断面図である。

[図3]図2に示す円形領域を拡大した拡大図である。

[図4]実施の形態における太陽電池セルの模式的な構成を示す平面図である。

[図5]図4のA-A線で切断した模式的な断面図である。

[図6]太陽電池セルの製造工程の流れを示すフローチャートである。

[図7]実施の形態における太陽電池モジュールの構成を示す断面図である。

[図8]実施の形態の太陽電池モジュールにおいて、モジュールフレームのフレーム電位に対して太陽電池セルに負電位が印加されている状態を示す図である。

[図9]図8の円形領域を拡大して示す図である。

[図10]加速試験の模式的な構成を示す図である。

[図11]図10に示す構成で実施した加速試験の結果を示すグラフである。

[図12]導電性膜を有さない関連技術の太陽電池モジュールにおいて、ソーラシミュレータで測定した光照射状態での電流密度と電圧との関係を示すグラフである。

[図13]導電性膜を有する本実施の形態の太陽電池モジュールにおいて、ソーラシミュレータで測定した光照射状態での電流密度と電圧との関係を示すグラフである。

[図14]PERC構造の太陽電池セルの模式的な構造を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0014] 実施の形態を説明するための全図において、同一の部材には原則として同一の符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。なお、図面をわかりやすくするために平面図であってもハッチングを付す場合がある。

[0015] <太陽光発電システムにおける高電圧の発生>

例えば、太陽光発電システムにおいては、複数の太陽電池モジュールを直列接続することにより、システム電圧を高めることが行われている。

[0016] 図1は、代表的な太陽光発電システムの構成を模式的に示す図である。

[0017] 図1に示すように、例えば、太陽電池モジュールPVM1～PVM7が直列接続されて、パワーコンディショナーPCと接続されている。そして、太陽電池モジュールPVM1～PVM7のそれぞれのモジュールフレームは、電氣的に接続されて接地電位（基準電位）とされている。すなわち、太陽電

池モジュールPVM1～PVM7のそれぞれのモジュールフレームの電位（フレーム電位）は0Vとなっている。一方、太陽電池モジュールPVM1～PVM7は、直列接続されているため、それぞれの出力電圧が加算されてパワーコンディショナーPCに出力される。したがって、図1に示すように、太陽電池モジュールPVM7では、太陽電池セルの電位（セル電位）がモジュールフレームの電位であるグラウンド電位に対して高い正電位（数百V）となる。一方、太陽電池モジュールPVM1では、太陽電池セルの電位がモジュールフレームの電位であるグラウンド電位に対して低い負電位（-数百V）となる。このように、太陽光発電システムでは、複数の太陽電池モジュールを直列接続する構成が採用される結果、出力側に近い太陽電池モジュール（図1の太陽電池モジュールPVM7）においては、モジュールフレームのフレーム電位に対して、太陽電池セルのセル電位が高い正電位となる。一方、出力側から遠い太陽電池モジュール（図1の太陽電池モジュールPVM1）においては、モジュールフレームのフレーム電位に対して、太陽電池セルのセル電位が低い負電位となる。

[0018] <改善の余地>

次に、図1に示す太陽電池モジュールPVM1のように、モジュールフレームのフレーム電位（グラウンド電位）に対して、太陽電池セルのセル電位が低くなる太陽電池モジュールにおいて顕在化する改善の余地について説明する。

[0019] 図2は、太陽電池モジュールPVM1の一部分を示す部分断面図である。

[0020] 図2において、太陽電池モジュールPVM1は、太陽電池セルCLと、この太陽電池セルCLを封止する封止部材MRとを有する。そして、太陽電池モジュールPVM1は、封止部材MRの下面に配置されたバックシートBSと、封止部材MRの上面に配置されたカバーガラスGSとを有している。さらに、太陽電池モジュールPVM1は、グラウンド電位（接地電位）が供給されるモジュールフレームMFを備えている。

[0021] このように構成されている太陽電池モジュールPVM1に含まれる太陽電

池セルＣＬは、図２に示すように、ｐ型半導体材料からなる半導体基板１Ｓ（ｐ型半導体層）と、この半導体基板１Ｓに形成されたｎ型半導体層ＮＬと、ｎ型半導体層ＮＬの表面に形成された反射防止膜ＡＲＦとを有する。そして、太陽電池セルＣＬは、反射防止膜ＡＲＦを貫通してｎ型半導体層ＮＬに達する表面電極ＳＥを有する。この表面電極ＳＥは、例えば、銀から構成されており、ｎ型半導体層ＮＬと電氣的に接続されている。一方、図２には図示しないが、半導体基板１Ｓの裏面には、例えば、アルミニウムからなる裏面電極が形成されている。このようにして、太陽電池セルＣＬが構成されている。

[0022] ここで、モジュールフレームＭＦと太陽電池セルＣＬとの間に高電圧が印加されると、発電効率が低下することが知られており、この現象は、「ＰＩＤ」と呼ばれる。この「ＰＩＤ」は、特に、ｐ型半導体材料からなる半導体基板１Ｓを使用する場合、モジュールフレームＭＦのフレーム電位に対して太陽電池セルＣＬの電位が負電位になるときに生じることが知られている。

[0023] そこで、図２に示す太陽電池モジュールＰＶＭ１において、モジュールフレームＭＦに対して太陽電池セルＣＬに負電位が印加されている場合に着目する。

[0024] 以下では、モジュールフレームＭＦに対して太陽電池セルＣＬに負電位が印加されている場合において「ＰＩＤ」が発生する原因について図面を参照しながら説明する。

[0025] 図３は、図２に示す領域Ｒ１を拡大した拡大図である。

[0026] 図３において、ｐ型半導体材料からなる半導体基板１Ｓ上には、ｎ型半導体層ＮＬが形成されており、このｎ型半導体層ＮＬ上に、例えば、窒化シリコン膜に代表される絶縁膜からなる反射防止膜ＡＲＦが形成されている。そして、この反射防止膜ＡＲＦ上を覆うように封止部材ＭＲが配置されており、封止部材ＭＲ上にカバーガラスＧＳが配置されている。

[0027] ここで、カバーガラスＧＳには、ナトリウムイオンに代表される陽イオンが含まれている。そして、モジュールフレームに対して太陽電池セルに負電

位が印加されると、ガラスに含まれる陽イオンが封止部材MRを通して、反射防止膜ARFの表面に集積する。このとき、反射防止膜ARFは、窒化シリコン膜に代表される絶縁膜から構成されているため、モジュールフレームに対して太陽電池セルに負電位が印加されることに起因して、絶縁膜である反射防止膜ARFの内部に、例えば、図3の破線で示す高電界が発生する。この結果、反射防止膜ARFの表面に集積している陽イオンは、反射防止膜ARFの内部に発生する高電界によって、反射防止膜ARFを貫通して、太陽電池セルの内部にまで侵入する。具体的に、陽イオンは、n型半導体層NLが形成された半導体基板1Sの内部にまで達する。ここで、メカニズムは明らかになっていないが、陽イオンがn型半導体層NLを含む半導体基板1Sの内部に達することが原因となって「PID」が生じることがわかっている。したがって、「PID」の発生を抑制するためには、ナトリウムイオンに代表される陽イオンの太陽電池セルの内部への侵入を抑制できればよいことになる。

[0028] そこで、本実施の形態では、陽イオンがn型半導体層NLを含む半導体基板1Sの内部に達することが原因となって「PID」が生じるという知見に基づいて、陽イオンの太陽電池セルの内部への侵入を抑制するための工夫を施している。以下では、この工夫を施した本実施の形態における技術的思想について説明することにする。

[0029] <実施の形態における太陽電池セルの構成>

図4は、本実施の形態における太陽電池セルの模式的な構成を示す平面図である。

[0030] 図4に示すように、本実施の形態における太陽電池セルCLは、矩形形状をしており、複数の表面電極SE（いわゆるフィンガー電極）を有している。これらの複数の表面電極SEは、例えば、y方向に並んで配置されている。そして、複数の表面電極SEのそれぞれは、x方向に延在している。さらに、本実施の形態における太陽電池セルCLは、複数の表面電極SEと電氣的に接続されるバスバーBA（いわゆるバスバー電極）を有しており、この

バスバーBAは、y方向に延在している。

[0031] 次に、図5は、図4のA-A線で切断した模式的な断面図である。

[0032] 図5に示される太陽電池セルCLは、特に制限されないが、一般的にはBSF (Back surface field)型セルと呼ばれる。

[0033] 図5において、本実施の形態における太陽電池セルCLは、p型半導体層である半導体基板1Sを有し、この半導体基板1Sの表面には、n型半導体層NLが形成されている。

[0034] 半導体基板1Sは、例えば、ボロン(B)に代表されるp型不純物(アクセプタ)が導入されたシリコンから構成されており、p型半導体層である。p型半導体層として機能する半導体基板1Sの厚さは、例えば、200 μ m程度である。

[0035] これに対し、半導体基板1Sの表面に形成されているn型半導体層NLは、リン(P)に代表されるn型不純物(ドナー)がシリコンに導入されている半導体層であり、このn型半導体層NLの厚さは、例えば、0.3 μ m程度である。したがって、p型半導体層である半導体基板1Sとn型半導体層NLとの間には、pn接合が形成されることになる。

[0036] なお、図示はしないが、n型半導体層NLの表面と半導体基板1Sの裏面には、数 μ m程度のランダムテクスチャ構造(凹凸構造)が形成されている。

[0037] 続いて、図5に示すように、半導体基板1Sの裏面には、裏面電極BEが形成されている。この裏面電極BEは、例えば、アルミニウム膜から形成されている。一方、半導体基板1Sの表面に形成されているn型半導体層NL上には、反射防止膜ARFが形成されている。この反射防止膜ARFは、例えば、窒化シリコン膜や酸化シリコン膜から形成されている。なお、図示しないが、n型半導体層NLと反射防止膜ARFとの境界領域には、テクスチャ構造と呼ばれる凹凸構造が形成されている。言い換えれば、n型半導体層NLの表面には、凹凸構造が形成されているということもできる。この凹凸構造は、入射した太陽光の反射を防止するために設けられている。すなわち

、本実施の形態における太陽電池セルＣＬでは、反射防止膜ＡＲＦと凹凸構造との相乗効果によって、太陽電池セルＣＬに入射した太陽光の反射を効果的に抑制することができる。この結果、本実施の形態における太陽電池セルＣＬによれば、太陽光の利用効率を向上することができる。

[0038] 次に、本実施の形態における太陽電池セルＣＬは、反射防止膜ＡＲＦを貫通してｎ型半導体層ＮＬに達する複数の表面電極ＳＥを有している。したがって、複数の表面電極ＳＥのそれぞれとｎ型半導体層ＮＬとは、互いに電氣的に接続されていることになる。

[0039] なお、実際には、より多くの表面電極ＳＥが太陽電池セルＣＬに形成されているが、図５では、簡略化して３つの表面電極ＳＥだけが図示されている。

[0040] 表面電極ＳＥは、例えば、銀から構成される。

[0041] 続いて、図５に示すように、本実施の形態における太陽電池セルＣＬは、表面電極ＳＥを覆うように反射防止膜ＡＲＦ上に形成された導電性膜ＣＦを有している。ここで、「導電性膜」とは、広い意味で導電性を有する膜を言い、いわゆる導体膜と半導体膜を含む。

[0042] この導電性膜ＣＦは、表面電極ＳＥと接触していることから、導電性膜ＣＦと表面電極ＳＥとは、互いに電氣的に接続されることになる。そして、図５に示すように、表面電極ＳＥは、ｎ型半導体層ＮＬと接触していることから、導電性膜ＣＦは、表面電極ＳＥを介してｎ型半導体層ＮＬと電氣的に接続されていることになる。

[0043] さらに、この導電性膜ＣＦは、透光性を有している。すなわち、導電性膜ＣＦは、例えば、少なくとも太陽光の主成分である可視光や赤外光に対して透光性を有する材料から構成され、特に、透過率の高い材料から構成されていることが望ましい。

[0044] 具体的に、導電性膜ＣＦは、インジウムと酸素とを含む膜から構成することもできるし、亜鉛と酸素とを含む膜から構成することもできる。例えば、導電性膜ＣＦは、錫を添加した酸化インジウムを含む膜から構成することが

できる。ただし、導電性膜CFは、これに限らず、タングステンを添加した酸化インジウム膜、セリウムを添加した酸化インジウム膜、水素を添加した酸化インジウム膜、アルミニウムを添加した酸化亜鉛膜、ガリウムを添加した酸化亜鉛膜、フッ素を添加した酸化錫膜などから構成してもよい。このように構成されている導電性膜CFは、例えば、 $10 \text{ } \Omega \cdot \text{cm}$ 以上の導電率を有する。また、導電性膜CFの膜厚は、例えば、 0 nm よりも大きく 100 nm 以下である。特に、導電性膜CFの膜厚は、 20 nm 以上、 80 nm 以下であると更に好ましい。

[0045] 以上のようにして、本実施の形態における太陽電池セルCLが構成されており、太陽電池セルCLの構成をまとめると以下ようになる。すなわち、本実施の形態における太陽電池セルCLは、裏面電極BEと、裏面電極BE上に配置されたp型半導体層である半導体基板1Sと、p型半導体層上に形成されたn型半導体層NLとを有する。さらに、本実施の形態における太陽電池セルCLは、n型半導体層NL上に形成され、かつ、絶縁膜からなる反射防止膜ARFと、反射防止膜ARFを貫通してn型半導体層NLに達する表面電極SEと、表面電極SEを覆うように反射防止膜ARF上に形成され、かつ、透光性を有し、かつ、n型半導体層と電氣的に接続された導電性膜CFとを有する。

[0046] <実施の形態における太陽電池セルの動作>

本実施の形態における太陽電池セルCLは、上記のように構成されており、以下にその動作について、図5を参照しながら説明する。

[0047] まず、図5において、太陽電池セルCLの上方から可視光や赤外光を含む太陽光が照射されると、太陽電池セルCLの構成要素である導電性膜CFに太陽光が照射される。このとき、導電性膜CFは、少なくとも太陽光の主成分である可視光や赤外光に対して透光性を有する材料から構成されているため、太陽光は、導電性膜CFを透過する。ここで、導電性膜CFの膜厚が厚すぎると、太陽光が導電性膜CFを透過する際の損失が増加することから、導電性膜CFの膜厚は、 100 nm 以下であることが望ましい。

[0048] 次に、導電性膜C Fを透過した太陽光は、反射防止膜A R Fに入射する。

反射防止膜A R Fは、太陽光の主成分である可視光や赤外光に対して透光性を有する酸化シリコン膜や窒化シリコン膜から構成されているため、導電性膜C Fを透過して反射防止膜A R Fに入射した太陽光は、この反射防止膜A R Fも透過する。ここで、反射防止膜A R Fの膜厚は、太陽光の反射を低減するような膜厚に調整するため、反射防止膜A R Fにおける太陽光の反射が抑制される。この結果、反射防止膜A R Fを透過する太陽光の損失を低減できる。

[0049] 続いて、反射防止膜A R Fを透過した太陽光は、反射防止膜A R Fの下層に位置する太陽電池セルC Lの内部に入射される。具体的には、太陽光は、n型半導体層N Lと、n型半導体層N Lと半導体基板1 S（p型半導体層）との境界領域に形成されているp n接合部と、半導体基板1 Sに入射する。

[0050] このとき、例えば、太陽光の主成分である可視光や赤外光の光エネルギーは、シリコンのバンドギャップよりも大きなエネルギーを有することから、シリコンの価電子帯に存在する電子が、太陽光（可視光や赤外光）から供給される光エネルギーを受け取って伝導帯に励起される。これにより、伝導帯に電子が蓄積されるとともに価電子帯に正孔が生成される。このようにして、太陽電池セルC Lに太陽光が照射されることにより、伝導帯に電子が励起されるとともに、価電子帯に正孔が生成される。そして、p n接合部の一方を構成するn型半導体層の伝導帯は、p n接合部の他方を構成するp型半導体層である半導体基板1 Sの伝導帯よりも電子的に見てエネルギーが低い位置にある。このことから、伝導帯に励起された電子は、n型半導体層N Lに移動して、n型半導体層N Lに電子が蓄積される。一方、価電子帯に存在する正孔は、半導体基板1 S（p型半導体層）に移動して、半導体基板1 S（p型半導体層）に正孔が蓄積する。この結果、p型半導体層である半導体基板1 Sとn型半導体層N Lとの間に起電力が生じる。そして、例えば、n型半導体層N Lと電氣的に接続されている表面電極S Eと、半導体基板1 Sと電氣的に接続されている裏面電極B Eとの間に負荷を接続すると、表面電極

S E から負荷を通して裏面電極 B E に電子が流れる。言い換えれば、裏面電極 B E から負荷を通して表面電極 S E に電流が流れる。このようにして、太陽電池セル C L を動作させることにより、負荷を駆動することができる。

[0051] <実施の形態における太陽電池セルの製造方法>

次に、本実施の形態における太陽電池セルの製造方法について説明する。

[0052] 図 6 は、太陽電池セルの製造工程の流れを示すフローチャートである。

[0053] まず、例えば、単結晶シリコンや多結晶シリコンに p 型不純物（アクセプタ）を添加した半導体基板を準備する。この半導体基板は、平板状の平面形状をしている（S 1 0 1）。

[0054] 次に、例えば、ウェットエッチング技術を使用することにより、半導体基板の表面（受光面）に反射防止構造であるテクスチャ構造を形成する。テクスチャ構造は、凹凸構造から構成され、反射低減効果や入射光の閉じ込め効果を得るために形成される（S 1 0 2）。

[0055] 続いて、半導体基板の表面に n 型不純物を拡散させることにより、半導体基板の表面側に n 型半導体層を形成する（S 1 0 3）。例えば、n 型不純物としては、リン（P）を用いることができる。この結果、p 型半導体層として機能する半導体基板の一部に n 型半導体層が形成されることになり、p 型半導体層と n 型半導体層との境界領域に p n 接合部が形成される。

[0056] その後、n 型半導体層を形成した半導体基板に対してエッジアイソレーションを実施する（S 1 0 4）。具体的に、半導体基板に n 型半導体層を形成する際のリンの拡散によって、半導体基板の側面にも n 型半導体領域が形成されてしまうことから、半導体基板の側面に形成された n 型半導体領域を除去するエッジアイソレーションが実施される。

[0057] 次に、半導体基板の表面に形成された n 型半導体層上に反射防止膜を形成する（S 1 0 5）。この反射防止膜は、例えば、酸化シリコン膜や窒化シリコン膜から構成されており、例えば、C V D（Chemical Vapor Deposition）法を使用することにより形成できる。

[0058] 続いて、反射防止膜の表面に表面電極を形成する（S 1 0 6）。この表面

電極は、例えば、銀から構成されており、銀ペーストを使用した印刷法で形成することができる。その後、半導体基板の裏面に裏面電極を形成する（S107）。この裏面電極は、例えば、アルミニウムから構成されており、印刷法を使用することにより形成することができる。

[0059] その後、半導体基板に対してファイアスルー工程を実施する（S108）。ファイアスルー工程とは、半導体基板に対して800℃以上の熱処理を加えることによって、反射防止膜上に形成された表面電極が反射防止膜を貫通して、反射防止膜の下層に形成されているn型半導体層に接続する工程である。このようなファイアスルー工程を経ることにより、銀電極から構成される表面電極は、n型半導体層と電氣的に接続されることになる。

[0060] 次に、反射防止膜上に、表面電極を覆い、かつ、少なくとも太陽光の主成分である可視光や赤外光に対して透光性を有する導電性膜を形成する（S109）。この導電性膜は、例えば、インジウムと酸素とを含む膜や、亜鉛と酸素とを含む膜から構成され、例えば、大気中で行なわれる溶液塗布法や真空中で行なわれるスパッタリング法または蒸着法を使用することにより形成することができる。

[0061] このようにして、本実施の形態における太陽電池セルを製造することができる。

[0062] <実施の形態における太陽電池モジュールの構成>

続いて、本実施の形態における太陽電池セルCLを使用した太陽電池モジュールPVMの模式的な構成について、図面を参照しながら説明する。

[0063] 図7は、本実施の形態における太陽電池モジュールの構成を示す断面図である。

[0064] 図7において、本実施の形態における太陽電池モジュールPVMは、図5に示す構造の太陽電池セルCLを含んでおり、この太陽電池セルCLを封止する封止部材MRと、封止部材MRの下面に配置されるバックシートBSと、封止部材MRの上面上に配置されるカバーガラスGSと、グランド電位（接地電位）が供給されるモジュールフレームMFを有している。カバーガラ

スGSは、例えば、少なくとも太陽光の主成分である可視光や赤外光に対して透光性を有する材料から構成され、特に、透過率の高い材料から構成されていることが望ましい。なぜなら、カバーガラスGSの透過率が高ければ、太陽光の反射や吸収が抑制され、カバーガラスGSを介して太陽電池モジュールPVMの内部に入射する太陽光の量が増加して発電効率を向上することができるからである。

[0065] <実施の形態における特徴>

次に、本実施の形態における特徴点について説明する。

[0066] 本実施の形態における特徴点は、例えば、図5に示すように、反射防止膜ARF上に、表面電極SEを覆う導電性膜CFを形成する点にある。これにより、導電性膜CFは、反射防止膜ARFの下層に位置するn型半導体層NLと電氣的に接続されることになる。なぜなら、図5に示すように、n型半導体層NLは、表面電極SEと接しているとともに、導電性膜CFも表面電極SEと接していることから、導電性膜CFは、表面電極SEを介してn型半導体層NLと電氣的に接続されることになるからである。

[0067] この結果、導電性膜CFとn型半導体層NLとは同電位となる。このことは、導電性膜CFとn型半導体層NLに挟まれる絶縁膜である反射防止膜ARFの内部に電界が発生しなくなることを意味する。つまり、反射防止膜ARF上に、表面電極SEを覆う導電性膜CFを形成するという本実施の形態における特徴点を採用すると、反射防止膜ARFを挟む導電性膜CFとn型半導体層NLとが同電位となることを通じて、反射防止膜ARFの内部に発生する電界をほぼゼロにすることができるのである。

[0068] そして、反射防止膜ARFの内部に発生する電界をほぼゼロにすることができれば、ナトリウムイオンに代表される陽イオンがn型半導体層NLを含む半導体基板1Sの内部に達することを防止できることになる。したがって、陽イオンがn型半導体層NLを含む半導体基板1Sの内部に達することが原因となって「PID」が生じるという知見に基づけば、反射防止膜ARF上に、表面電極SEを覆う導電性膜CFを形成するという本実施の形態にお

ける特徴点を採用すると、「PID」を効果的に抑制できることになり、これによって、太陽電池の信頼性向上を図ることができるのである。

[0069] 以下では、上述した特徴点によれば、「PID」を抑制できることを詳細に説明する。

[0070] 図8は、本実施の形態の太陽電池モジュールにおいて、モジュールフレームのフレーム電位に対して太陽電池セルに負電位が印加されている状態を示す図である。

[0071] 図8において、モジュールフレームMFのフレーム電位は、グランド電位になっている一方、太陽電池セルCLには、モジュールフレームMFに対して負電位が印加されている。この結果、モジュールフレームMFと太陽電池セルCLの間には、高い電位差が生じる。このことは、太陽電池モジュールPVMにおいて、モジュールフレームMFと太陽電池セルCLの間に高電界が生じることを意味している。しかしながら、本実施の形態では、モジュールフレームMFに対して太陽電池セルCLに負電位が印加されていても、これに起因する「PID」を抑制することができる。具体的に、このメカニズムについて説明する。

[0072] 図9は、図8の領域R2を拡大して示す図である。

[0073] 図9において、p型半導体材料から構成される半導体基板1S上には、n型半導体層NLが形成されており、このn型半導体層NL上には、反射防止膜ARFが形成されている。そして、この反射防止膜ARFを貫通してn型半導体層NLに達するように表面電極SEが形成されており、この表面電極SEを覆うように反射防止膜ARF上に導電性膜CFが形成されている。さらに、導電性膜CF上には、封止部材MRが配置されており、この封止部材MR上には、カバーガラスGSが配置されている。

[0074] ここで、図9に示すように、導電性膜CFは、表面電極SEと接触し、かつ、n型半導体層NLも表面電極SEと接していることから、導電性膜CFとn型半導体層NLとは、表面電極SEを介して電氣的に接続されていることとなる。つまり、導電性膜CFとn型半導体層NLとは、同電位となってお

り、絶縁体である反射防止膜A R Fは、互いに同電位になっている導電性膜C Fとn型半導体層N Lに挟まれていることになる。

[0075] この結果、例えば、図8に示すように、モジュールフレームM Fに対して太陽電池セルC Lに負電位が印加されていても、絶縁体から構成される反射防止膜A R Fの内部には高電界が生じない。なぜなら、反射防止膜A R F上には、導電性膜C Fが形成されていることから、モジュールフレームM Fと太陽電池セルC Lの電位差に起因して発生する電界は、導電性膜C Fで遮蔽されるからである。そして、この導電性膜C Fは、表面電極S Eによってn型半導体層N Lと電氣的に接続されており、導電性膜C Fとn型半導体層N Lとは同電位となる。これにより、反射防止膜A R Fは、互いに同電位となっている導電性膜C Fとn型半導体層N Lとに挟まれていることから、反射防止膜A R Fの下面と上面との電位差はほぼゼロとなる。このことは、絶縁体である反射防止膜A R Fの内部に印加される電界がほぼゼロになることを意味する。このとき、図9に示すように、モジュールフレームM Fに対して太陽電池セルC Lに負電位が印加されることによって発生する電界によって、カバーガラスG Sに含まれるナトリウムイオンに代表される陽イオンは、封止部材M Rと導電性膜C Fとの間の境界領域にまで移動する。ところが、導電性膜C Fとn型半導体層N Lとが表面電極S Eで電氣的に接続されて同電位となっていることから、導電性膜C Fとn型半導体層N Lで挟まれる反射防止膜A R Fの内部での電界はほぼゼロである。このため、封止部材M Rと導電性膜C Fとの間の境界領域に集積している陽イオンは、反射防止膜A R Fの内部に侵入しにくくなる。つまり、本実施の形態では、反射防止膜A R Fの内部に電界が生じないことから、反射防止膜A R Fを介した太陽電池セルC Lの内部への陽イオンの侵入を効果的に抑制できるのである。

[0076] このようにして、本実施の形態における太陽電池モジュールP V Mによれば、ナトリウムイオンに代表される陽イオンの太陽電池セルC Lの内部への侵入に起因して発生する「P I D」を抑制することができる。この結果、本実施の形態によれば、太陽電池モジュールP V Mの信頼性向上を図ることが

できる。

[0077] 「P I D」を抑制する観点から、反射防止膜A R Fの内部に発生する電界をほぼゼロにすることが重要であり、このことは、反射防止膜A R Fを挟む導電性膜C Fとn型半導体層N Lとを同電位にすることが重要であることを意味している。そして、反射防止膜A R Fを挟む導電性膜C Fとn型半導体層N Lとを同電位にするためには、導電性膜C Fの導電率は、高いことが望ましい。なぜなら、導電性膜C Fの導電率が低くなるということは、導電性膜C Fの寄生抵抗が大きくなることを意味し、これによって、導電性膜C Fの電位がn型半導体層N Lの電位から浮きやすくなるからである。この場合、反射防止膜A R Fを挟む導電性膜C Fとn型半導体層N Lとの間に電位差が生じることになり、反射防止膜A R Fの内部に発生する電界をほぼゼロにすることができなくなる。一方、導電性膜C Fの導電率が高くなれば、導電性膜C Fの寄生抵抗が小さくなることから、寄生抵抗に起因して導電性膜C Fとn型半導体層N Lとの間に電位差が生じることを抑制できる。

[0078] 例えば、具体的な数値の一例を示すと、導電性膜C Fの導電率は、10ジーメンズ／c m以上であることが望ましい。この場合、反射防止膜A R Fを挟む導電性膜C Fとn型半導体層N Lとをほぼ同電位にすることができ、これによって、「P I D」の発生を抑制できることが確認されている。

[0079] ただし、導電性膜C Fの導電率を単純に高くすればよいというものではない。なぜなら、導電率を高くすると、導電性膜C F中の自由電子による赤外線線の吸収が増加することから、太陽電池セルにおける光電変換効率の低下（光電流の減少）を招く結果、太陽電池の性能向上を図ることが困難となるからである。ただし、導電率は、導電性膜C Fのキャリア濃度とキャリア移動度との積で表されることから、キャリア濃度の増加を抑制しながら、キャリア移動度を大きくすることによって導電率を高くすれば、光電流の減少を抑制しながら、「P I D」の発生を効果的に抑制することができる。

[0080] <実施の形態における効果の検証>

続いて、本実施の形態における太陽電池モジュールP V Mによれば、「P

「ID」を抑制できる効果を裏付ける測定結果について説明する。

[0081] 図10は、加速試験の模式的な構成を示す図である。

[0082] 図10において、太陽電池モジュールPVMは、太陽電池セルCLと、太陽電池セルCLを封止する封止部材MRと、封止部材MRの下面に配置されるバックシートBSと、封止部材MRの上面に配置されるカバーガラスGSから構成されている。そして、このように構成されている太陽電池モジュールPVMに対して、加速試験を実施する。

[0083] 具体的には、図10に示すように、太陽電池セルの表面電極（n型電極）と裏面電極（p型電極）とを短絡するとともに、太陽電池モジュールPVM上に導電性ゴムシート10を介してアルミニウム板11を配置する。このとき、アルミニウム板11には、グランド電位（接地電位）が供給される。そして、図10に示すように、太陽電池モジュールPVMと導電性ゴムシート10とアルミニウム板11を備える試験体は、例えば、温度が85℃で相対湿度が2%以下の恒温炉100に保持される。この状態で、恒温炉100の外部に配置された直流高圧電源12によって、接地電位が供給されているアルミニウム板11と太陽電池セルCL（短絡電極）との間に-2000Vの電圧を印加して試験を実施する。

[0084] 補足として、予め定めた試験時間の終了後、太陽電池モジュールPVMを恒温炉100から取り出して、標準試験条件でソーラシミュレータを使用することにより、最大出力保持率を測定している。測定を終了した後、太陽電池モジュールPVMを再度、恒温炉100の内部に導入して加速試験を再開している。

[0085] 図11は、図10に示す構成で実施した加速試験の結果を示すグラフである。

[0086] 図11において、縦軸は、最大出力保持率を示しており、横軸は試験時間を示している。

[0087] 図11には、導電性膜を有さない関連技術における太陽電池モジュールに対応するグラフ（1）と、導電性膜を備える本実施の形態における太陽電池

モジュールに対応するグラフ（２）とが示されている。

[0088] 図１１のグラフ（１）に示すように、関連技術における太陽電池モジュールでは、試験の開始から２時間を経過すると、最大出力保持率が初期値の７０％未満になるとともに、試験の開始から１日（２４時間）を経過すると、最大出力保持率が初期値の１０％に低下することがわかる。つまり、関連技術における太陽電池モジュールでは、「ＰＩＤ」が発現していることがわかる。

[0089] これに対し図１１のグラフ（２）に示す本実施の形態における太陽電池モジュールでは、試験の開始から７日間を経過した後も、最大出力保持率がほとんど低下していないことがわかる。すなわち、本実施の形態における太陽電池モジュールでは、「ＰＩＤ」が抑制されており、太陽電池の信頼性を向上できることが裏付けられていることになる。

[0090] 図１２は、導電性膜を有さない関連技術の太陽電池モジュールにおいて、ソーラシミュレータで測定した光照射状態での電流密度と電圧との関係（電流密度－電圧特性）を示すグラフである。図１２に示すように、導電性膜を有さない関連技術における太陽電池モジュールでは、加速試験からの時間が経過すると、電流密度と電圧との関係が劣化することがわかる。ここで、特性カーブと縦軸の切片が短絡電流密度を表し、特性カーブと横軸との切片が開放電圧を表している。特に、短絡電流密度と開放電圧と曲線因子と素子面積の積が最大出力を表している。したがって、図１２に示す結果から、導電性膜を有さない関連技術における太陽電池モジュールでは、加速試験からの時間が経過すると、最大出力が低下することがわかる。これは、関連技術における太陽電池モジュールでは、時間の経過とともに発電効率が低下する「ＰＩＤ」が発生していることを意味している。

[0091] これに対し、図１３は、導電性膜を有する本実施の形態の太陽電池モジュールにおいて、ソーラシミュレータで測定した光照射状態での電流密度と電圧との関係（電流密度－電圧特性）を示すグラフである。図１３に示すように、本実施の形態における太陽電池モジュールでは、加速試験からの時間が

経過しても、電流密度と電圧との関係がほぼ一定で変化しないことがわかる。したがって、図13に示す結果から、導電性膜を有する本実施の形態における太陽電池モジュールでは、加速試験からの時間が経過しても、最大出力がほとんど変化しないことがわかる。これは、本実施の形態における太陽電池モジュールでは、時間の経過とともに発電効率が低下する「PID」が抑制されていることを意味している。

[0092] 以上のようにして、加速試験の結果から、本実施の形態における太陽電池モジュールでは、「PID」が抑制されており、太陽電池の信頼性を向上させることが裏付けられていることになる。

[0093] <変形例>

本実施の形態における技術的思想は、図5に示す太陽電池セルCLに限らず、例えば、PERC (Passivated Emitter Rear Cell) 構造の太陽電池セルにも適用できる。

[0094] 図14は、PERC構造の太陽電池セルCL2の模式的な構造を示す断面図である。

[0095] 図5と図14を対比するとわかるように、図14に示す太陽電池セルCL2の裏面電極構造が、図5に示す太陽電池セルCLの裏面電極構造と相違する。具体的に、図14に示す太陽電池セルCL2では、半導体基板1Sの裏面に、例えば、窒化シリコン膜からなる絶縁膜PASが形成されており、この絶縁膜PASにレーザなどを使用して開口部OPが形成されている。そして、絶縁膜PASに設けられた開口部OPを埋め込むように裏面電極BEが形成されている。このように構成されているPERC構造の太陽電池セルCL2では、半導体基板1Sと裏面電極BEとの接触面積が小さくなることから、半導体基板1Sの裏面に形成されている欠陥準位に起因する電子と正孔の再結合を抑制することができる。このことから、PERC構造の太陽電池セルCL2によれば、太陽電池の発電効率の向上を図ることができる結果、太陽電池の性能向上を図ることができる利点を得られる。

[0096] <実施の形態における技術的思想の有用性>

最後に、本実施の形態における技術的思想の有用性について説明する。

[0097] 本実施の形態における技術的思想を想到する根底にある知見は、「P I D」を引き起こす原因として考えられるのが、ナトリウムイオンに代表される陽イオンの太陽電池セル内部への移動であり、この陽イオンの移動が反射防止膜の内部に加わる電界によって引き起こされるというものである。そして、この知見に基づいて、本実施の形態では、反射防止膜の内部に加わる電界を抑制する工夫を施している。具体的に、本実施の形態における技術的思想は、互いに同電位となる導電性膜とn型半導体層とに挟まれるように反射防止膜上に導電性膜を形成することにより、反射防止膜の内部に発生する電界をほぼゼロにする思想であり、例えば、図11～図13に示すように、この技術的思想によれば、「P I D」が抑制されることが裏付けられている。したがって、「P I D」を引き起こす原因がナトリウムイオンに代表される陽イオンの太陽電池セル内部への移動であり、この陽イオンの移動が反射防止膜の内部に加わる電界によって引き起こされるという本発明者が新規に見出した知見が妥当であることがわかる。

[0098] この点に関し、例えば、「背景技術」に記載している特許文献1は、太陽電池セルに含まれる反射防止膜をシリコンリッチな窒化シリコン膜から形成することにより、「P I D」を抑制することが記載されている。しかしながら、反射防止膜の組成を変更しただけでは、反射防止膜の内部の電界をほぼゼロにすることはできないことから、「P I D」を大幅に抑制することはできないと考えられる。すなわち、「P I D」を効果的に抑制するには、反射防止膜の内部に発生する電界をほぼゼロにする必要があるが、上述した特許文献1には、反射防止膜の内部に発生する電界をほぼゼロにするという知見がまったく存在しない。すなわち、特許文献1に記載された技術は、「P I D」を抑制するために反射防止膜の組成に着目している一方で、反射防止膜の内部に加わる電界が「P I D」に有効であるという重要な知見が記載も示唆もされていない。つまり、本発明者が見出した新規な知見は、「P I D」を抑制するための本質を捉えており、この知見に基づいて具現化された本実

施の形態における技術的思想は、「PID」を大幅に抑制できる点で優れている。

[0099] さらに言えば、「背景技術」に記載している特許文献2は、太陽電池セルを封止する封止部材にナトリウムイオンを捕捉する捕捉材を添加する技術が記載されている。すなわち、特許文献2では、「PID」の原因として、ナトリウムイオンが主原因であることには着目しているが、詳細には、ナトリウムイオンに代表される陽イオンが太陽電池セルの内部に侵入することが問題であるというところまで追求していない。そして、特許文献2に記載されている対策では、例えば、捕捉材が飽和してしまえばナトリウムイオンを捕捉する効果はなくなるとともに、ナトリウムイオン以外の陽イオンに着目していない点で、「PID」に対する抑制効果は限定的なものとなる。これに対し、本発明者が見出した新規な知見は、「PID」を抑制するための本質を捉えており、この知見に基づいて具現化された本実施の形態における技術的思想は、「PID」を大幅に抑制できる点で優れている。

[0100] なお、「背景技術」に記載している特許文献3の図5Cには、反射防止コーティング上に導電層を形成する技術が記載されている。ただし、特許文献3には、導電性膜とn型半導体層とを表面電極を介して電氣的に接続することにより、導電性膜とn型半導体層とを同電位とするという本実施の形態における技術的思想は、記載も示唆もされていない。さらに、特許文献3には、本実施の形態における技術的思想を想到する動機づけとなる反射防止膜の内部に発生する電界をほぼゼロにするという知見さえ記載も示唆もされていない。そもそも、本実施の形態における太陽電池セルは、製造コストの安いp型半導体基板を使用しており、このp型半導体基板を使用するからこそ、フレーム電位に対して太陽電池セルが負電位となる場合に生じる「PID」が問題となるのである。つまり、特許文献3は、特許文献3の図2に示すように、n型シリコンウェハを使用しており、本実施の形態とは前提構成が相違する。特許文献3で着目している「PID」は、いわゆる「Surface Polarization Effect」と呼ばれる種類の「PID」であり、n型シリコンウェハ

を使用することを前提として、フレーム電位に対して太陽電池セルが正電位となる場合に生じる「PID」である。これに対し、本実施の形態で着目している「PID」は、特許文献3で着目している「PID」とは異なり、p型半導体基板だからこそ生じる「PID」である。すなわち、本実施の形態で着目している「PID」は、フレーム電位に対して太陽電池セルが負電位となる場合に生じる「PID」である。したがって、本実施の形態における技術的思想は、特許文献3に記載された技術とまったく相違することを付け加えておく。

[0101] 以上、本発明者によってなされた発明をその実施の形態に基づき具体的に説明したが、本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることは言うまでもない。

符号の説明

- [0102] 1 S 半導体基板
A R F 反射防止膜
B E 裏面電極
B S バックシート
C F 導電性膜
G S カバーガラス
M F モジュールフレーム
M R 封止部材
N L n型半導体層
S E 表面電極

請求の範囲

- [請求項1] 裏面電極と、
前記裏面電極上に配置され、かつ、第1導電型である第1半導体層と、
前記第1半導体層上に配置され、かつ、第2導電型である第2半導体層と、
前記第2半導体層上に配置され、かつ、絶縁膜からなる反射防止膜と、
前記反射防止膜を貫通して前記第2半導体層に達する表面電極と、
前記表面電極を覆うように前記反射防止膜上に配置され、かつ、透光性を有し、かつ、前記第2半導体層と電氣的に接続された導電性膜と、
を備える、太陽電池セル。
- [請求項2] 請求項1に記載の太陽電池セルにおいて、
前記導電性膜は、 10 ジーメンズ/cm 以上の導電率を有する、太陽電池セル。
- [請求項3] 請求項1または2のいずれかに記載の太陽電池セルにおいて、
前記導電性膜の膜厚は、 0 nm よりも大きく 100 nm 以下である、太陽電池セル。
- [請求項4] 請求項1～3のいずれか一つに記載の太陽電池セルにおいて、
前記導電性膜は、インジウムと酸素とを含む膜から構成されている、太陽電池セル。
- [請求項5] 請求項1～3のいずれか一つに記載の太陽電池セルにおいて、
前記導電性膜は、亜鉛と酸素とを含む膜から構成されている、太陽電池セル。
- [請求項6] 請求項1～5のいずれか一つに記載の太陽電池セルにおいて、
前記第2半導体層の表面には、凹凸構造が形成されている、太陽電池セル。

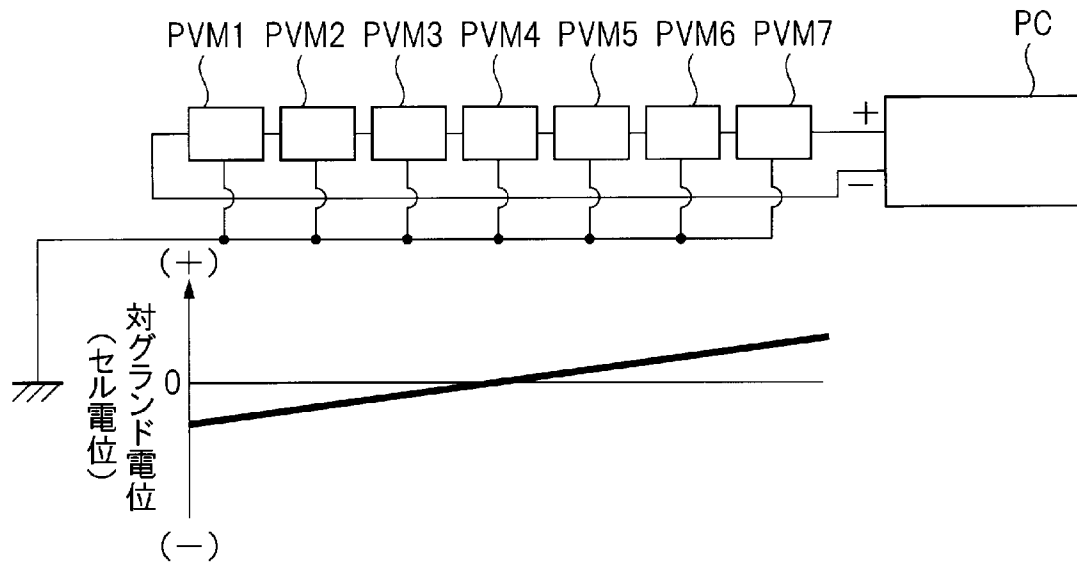
- [請求項7] 請求項1～6のいずれか一つに記載の太陽電池セルにおいて、
前記反射防止膜は、窒化シリコン膜から形成されている、太陽電池セル。
- [請求項8] 請求項1～7のいずれか一つに記載の太陽電池セルにおいて、
前記第1半導体層は、p型半導体層であり、
前記第2半導体層は、n型半導体層である、太陽電池セル。
- [請求項9] 請求項1～8のいずれか一つに記載の太陽電池セルと、
前記太陽電池セルを封止する封止部材と、
前記封止部材の下面に配置されるバックシートと、
前記封止部材の上面に配置される透光性部材と、
接地電位が供給されるモジュールフレームと、
を有する、太陽電池モジュール。
- [請求項10] (a) 第1導電型である半導体基板を用意する工程、
(b) 前記半導体基板に第2導電型である半導体層を形成する工程、
、
(c) 前記半導体層上に反射防止膜を形成する工程、
(d) 前記半導体基板と接する裏面電極を形成する工程、
(e) 前記反射防止膜上に表面電極を形成する工程、
(f) 前記(e)工程の後、前記半導体基板に熱処理を施す工程、
(g) 前記(f)工程の後、前記反射防止膜上に、前記表面電極を覆い、かつ、透光性を有する導電性膜を形成する工程、
を備える、太陽電池セルの製造方法であって、
前記(f)工程では、前記表面電極が前記反射防止膜を貫通して前記半導体層に達し、
前記導電性膜は、前記半導体層と電氣的に接続される、太陽電池セルの製造方法。
- [請求項11] 請求項10に記載の太陽電池セルの製造方法において、
前記(g)工程では、溶液塗布法を使用する、太陽電池セルの製造

方法。

- [請求項12] 請求項10に記載の太陽電池セルの製造方法において、
前記（g）工程では、スパッタリング法または蒸着法を使用する、
太陽電池セルの製造方法。

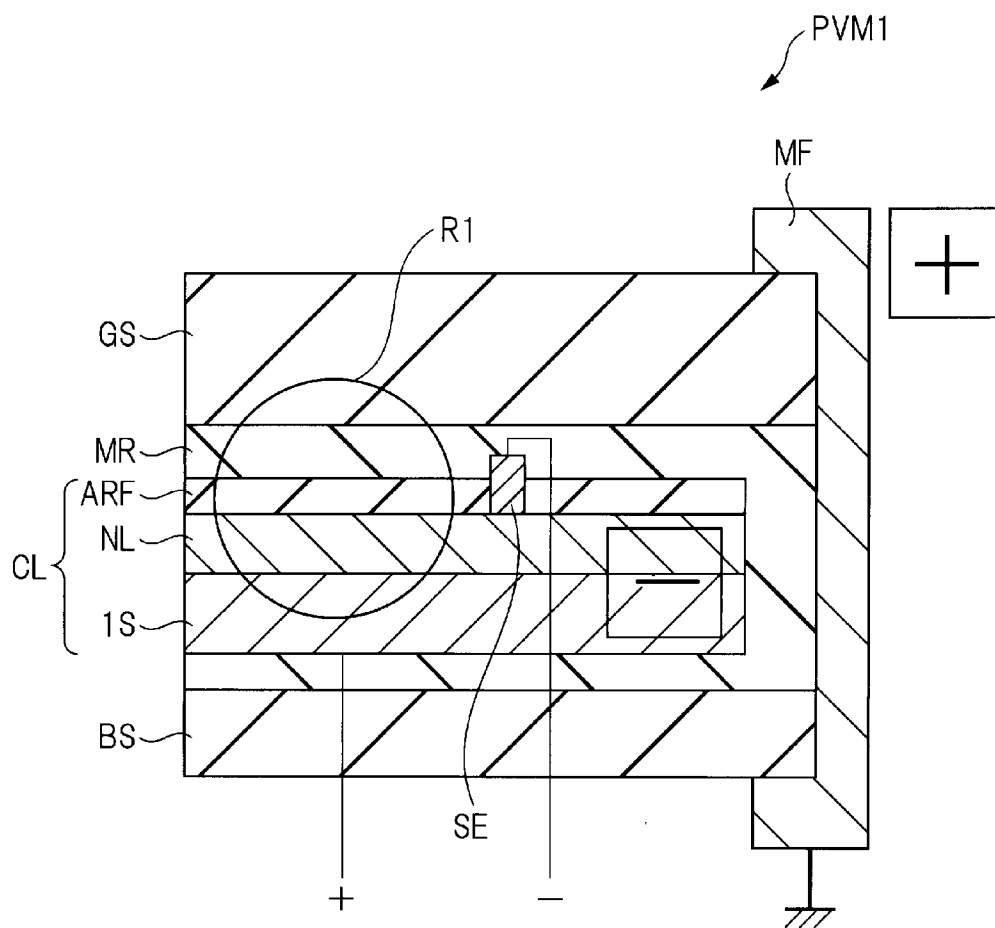
[図1]

図 1



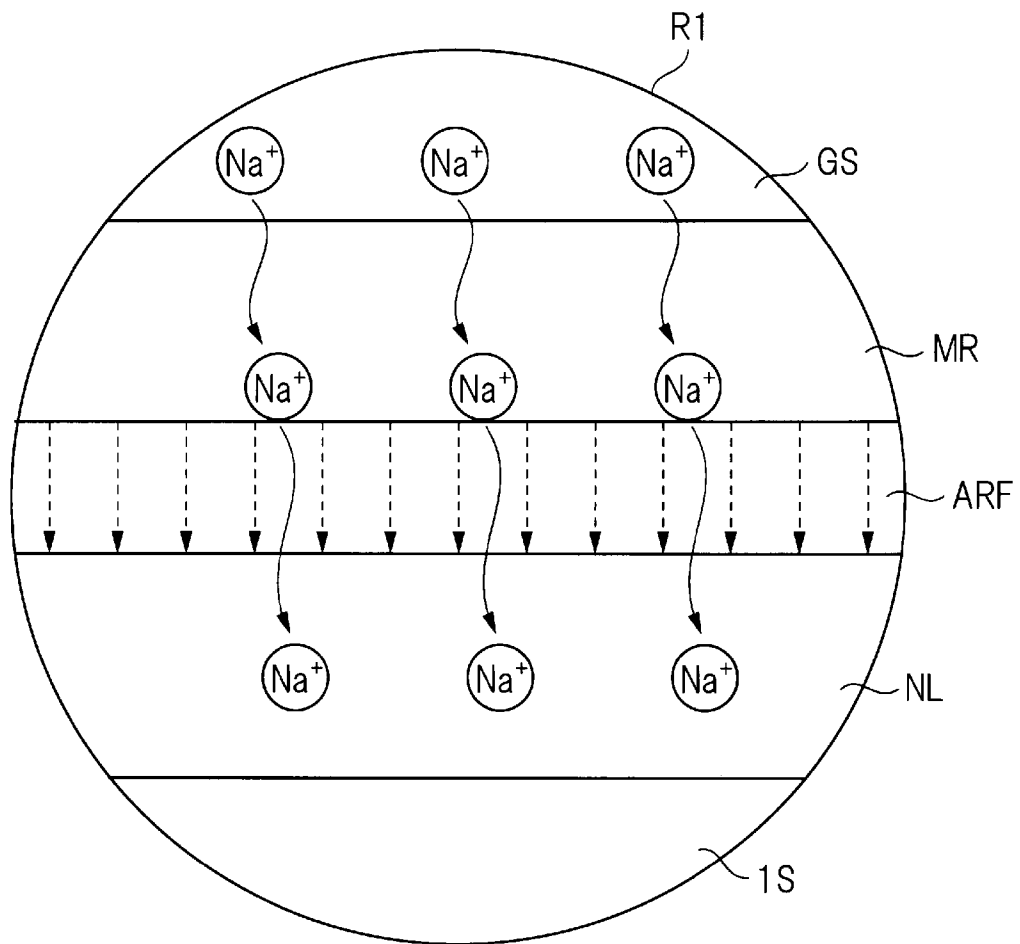
[図2]

図 2



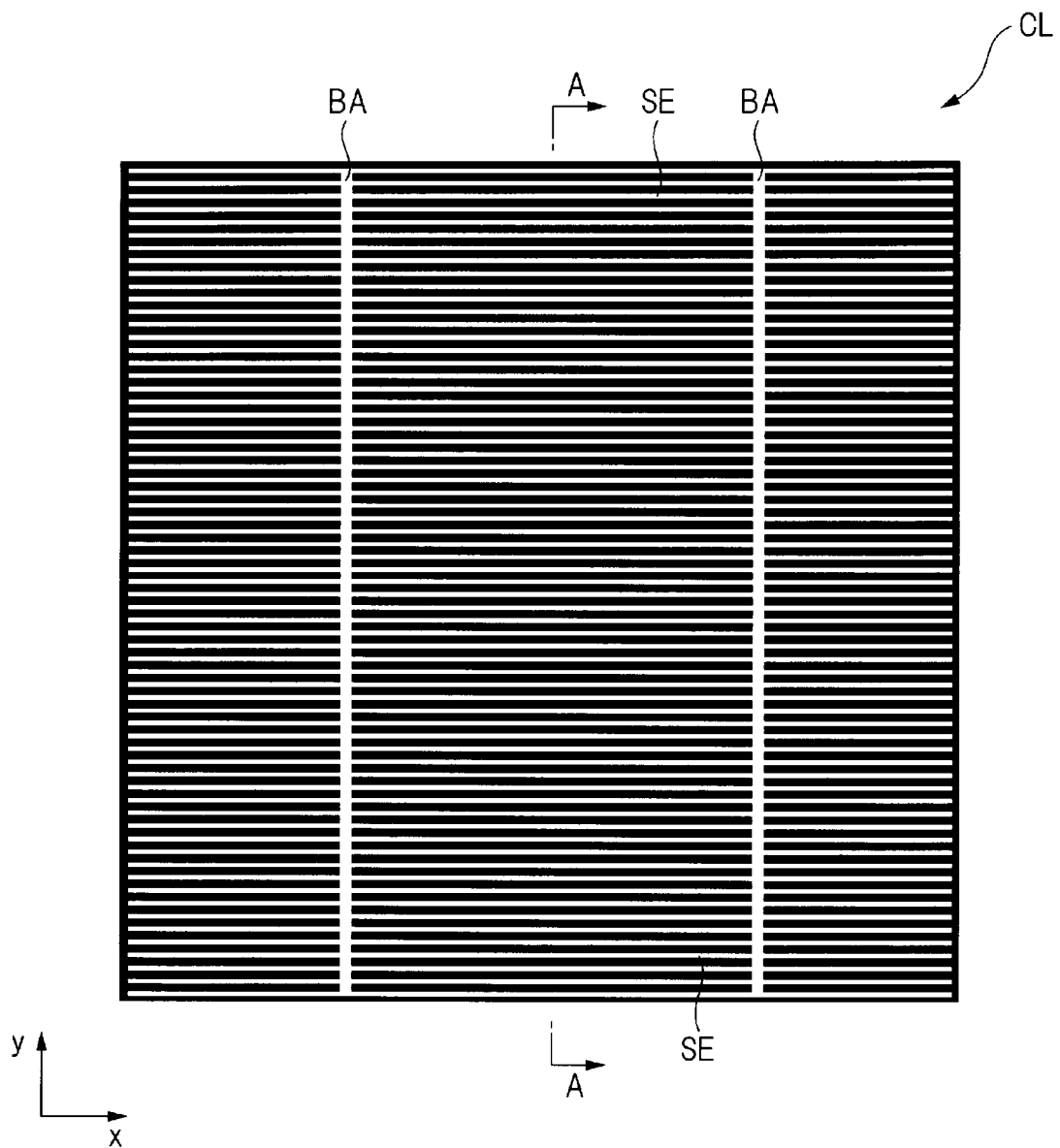
[図3]

図 3



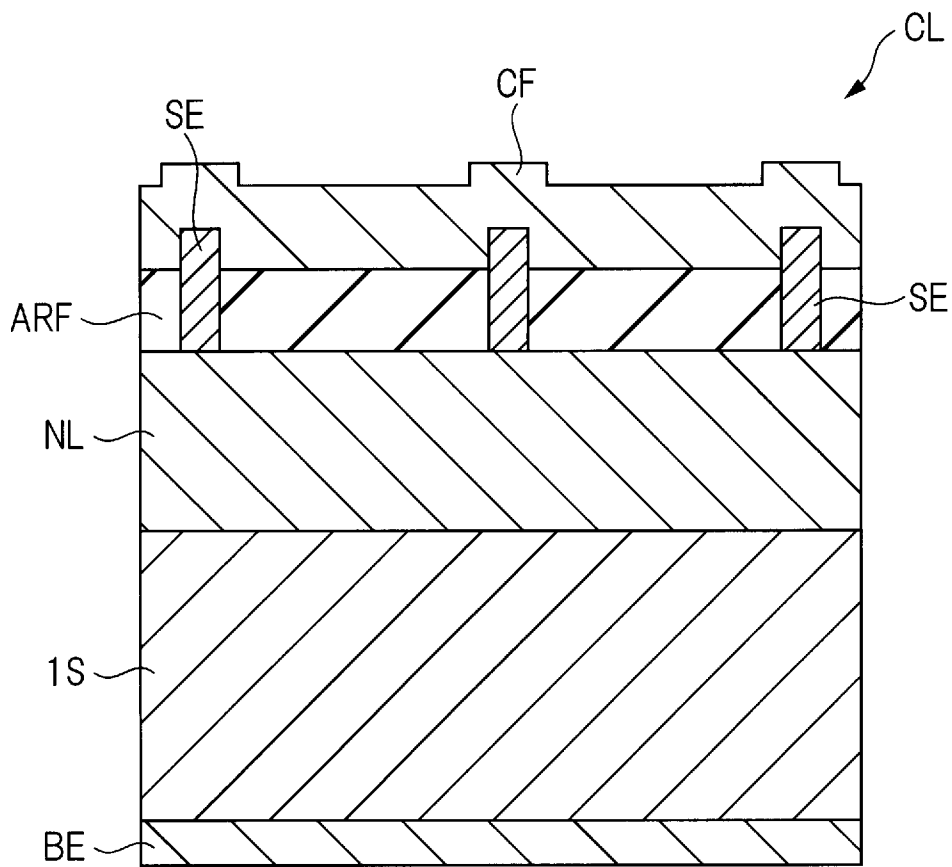
[図4]

4



[図5]

5



[図6]

図 6

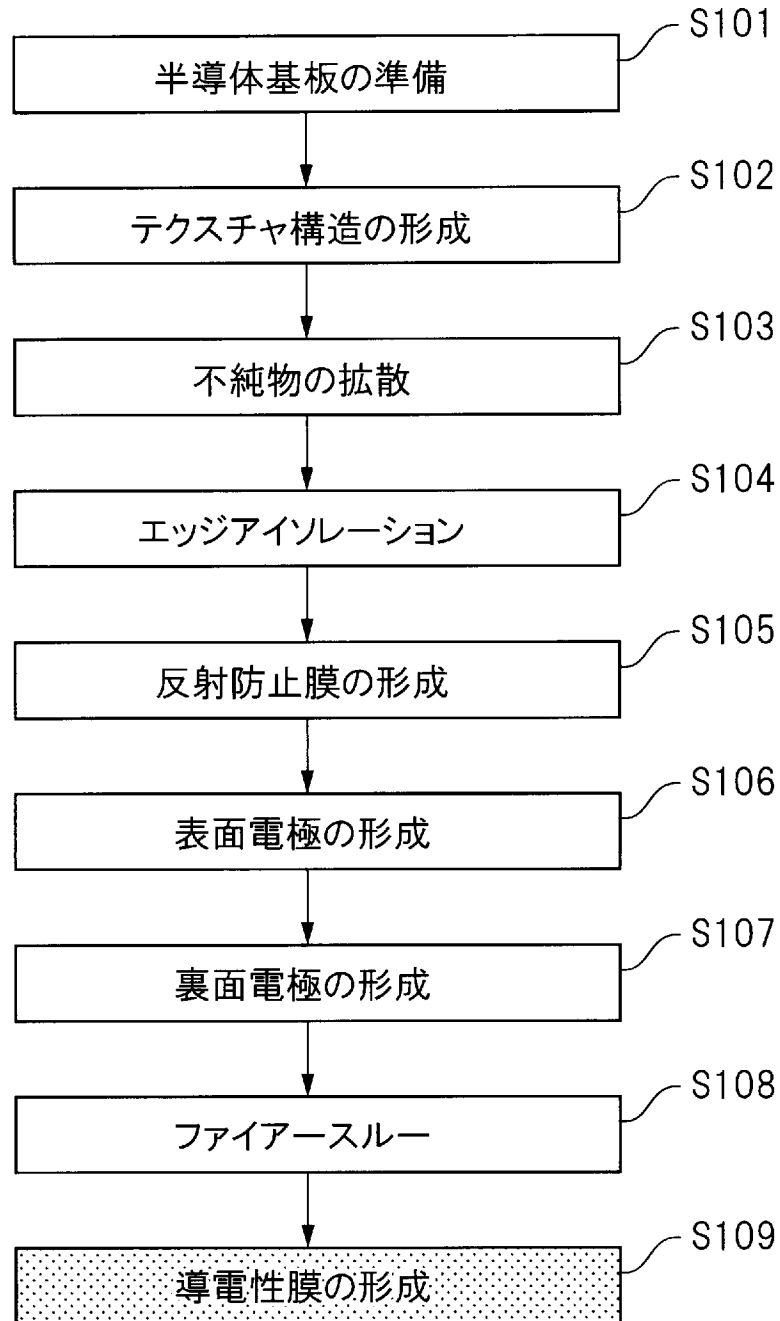
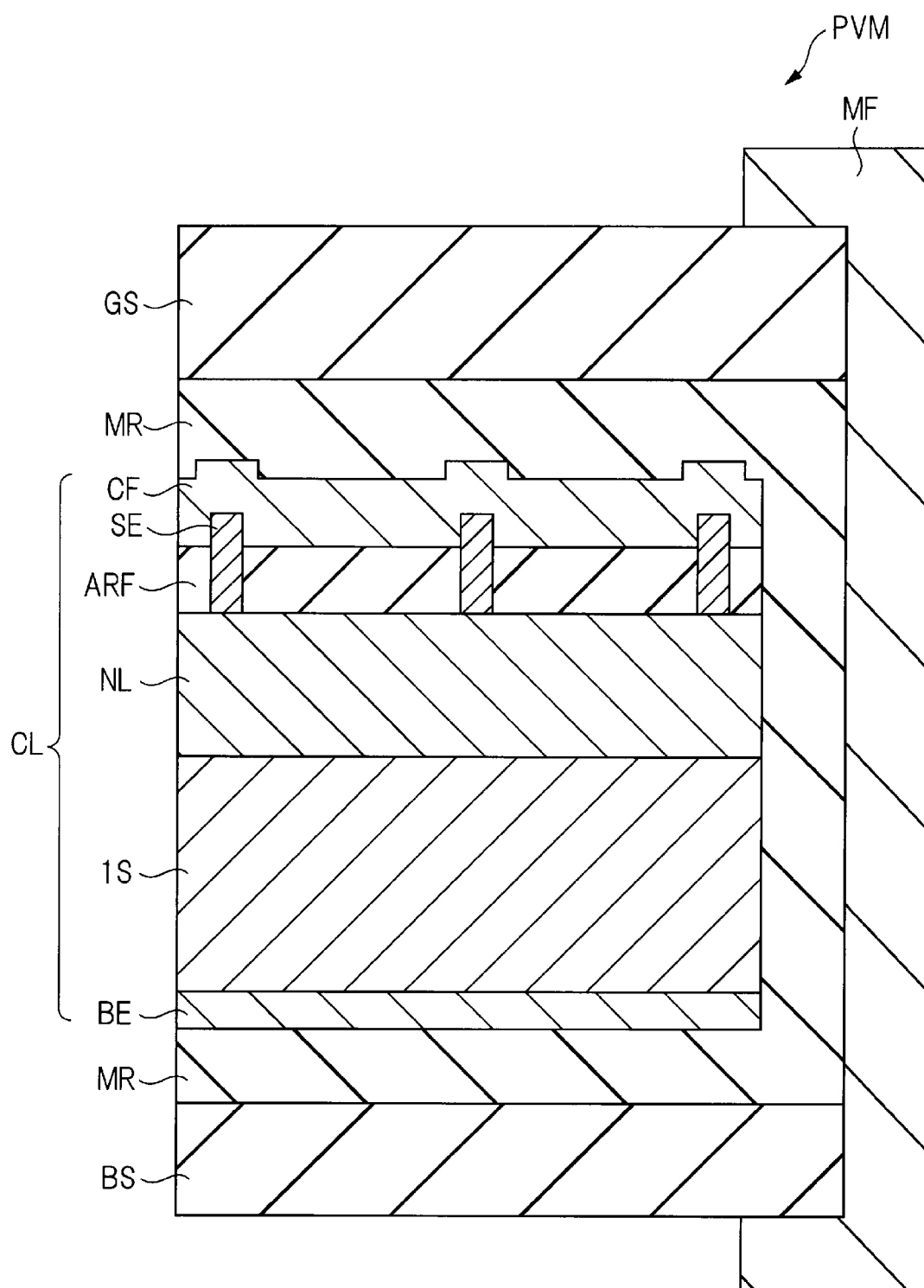
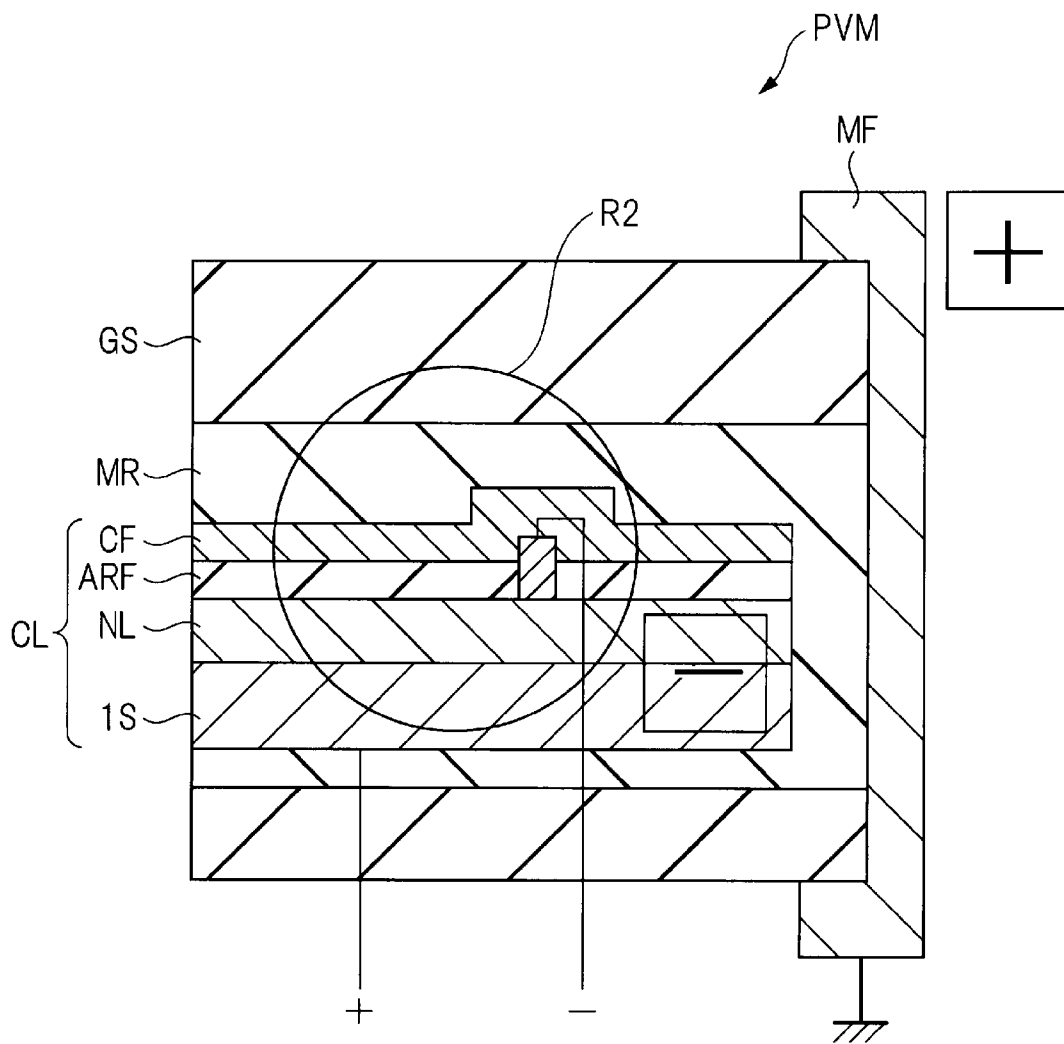


图 7



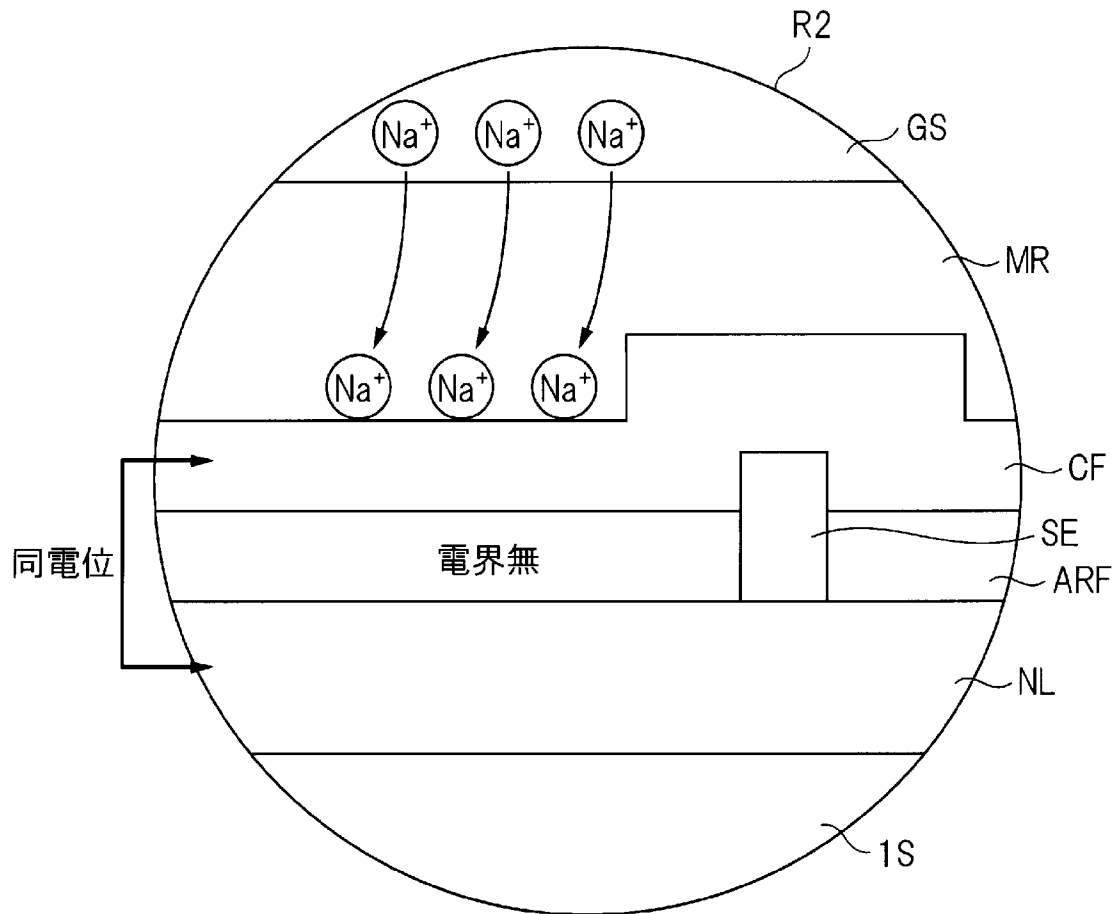
[図8]

図 8

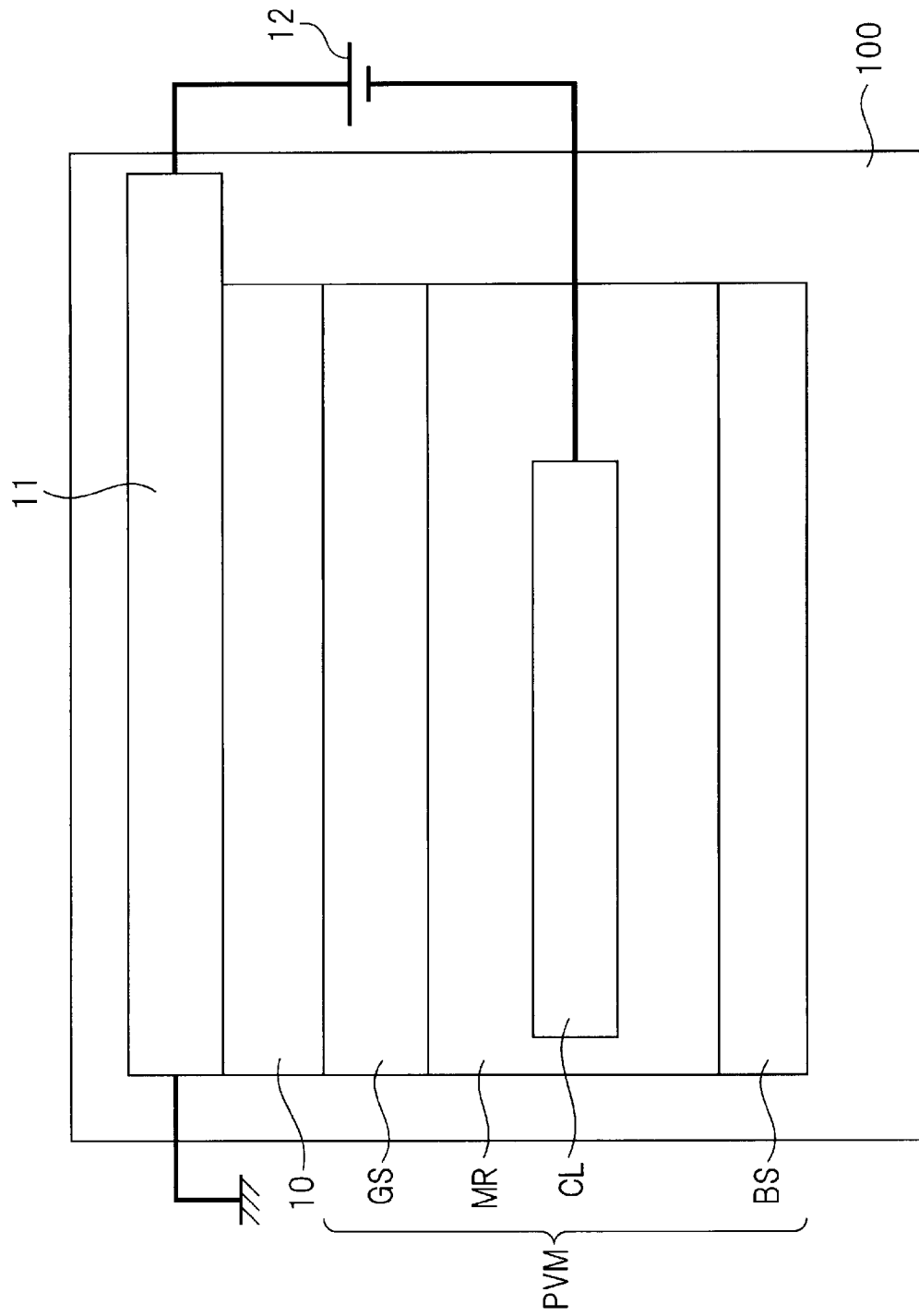


[図9]

図 9

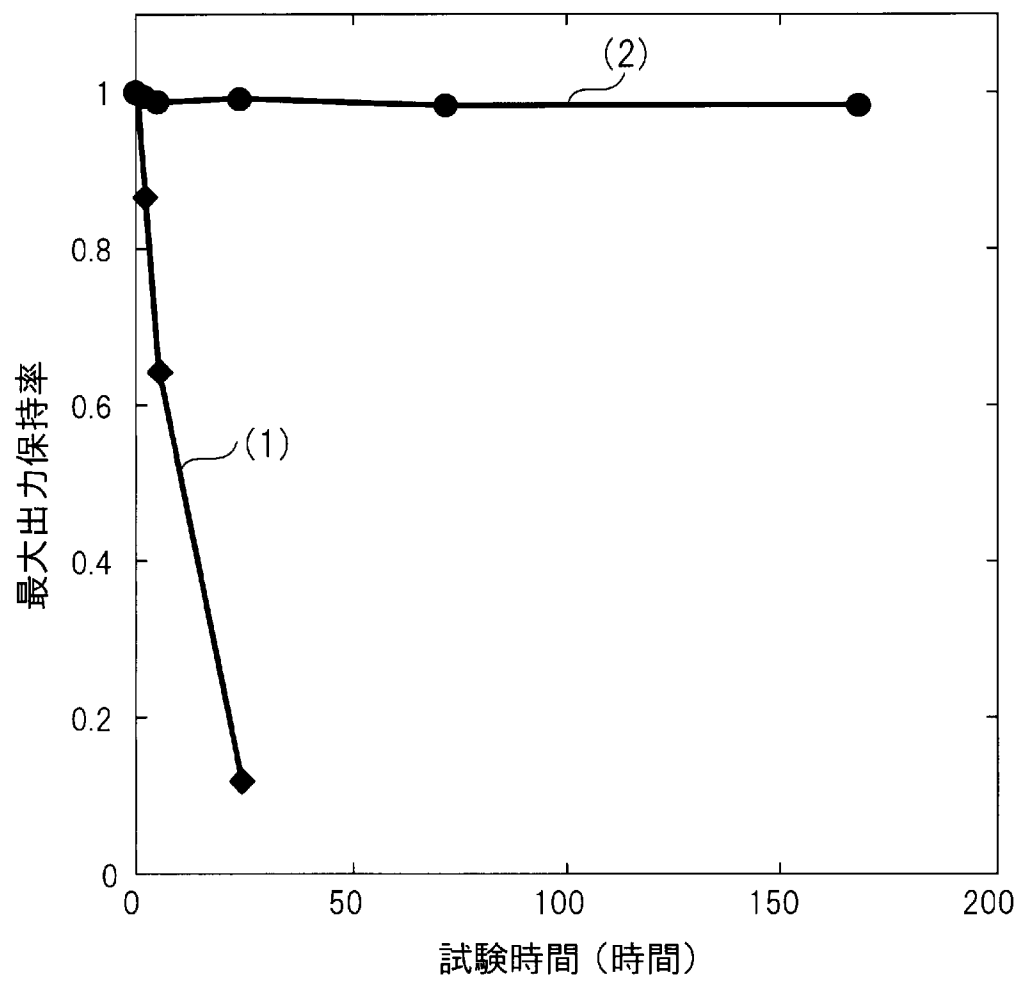


10 ☒ 10



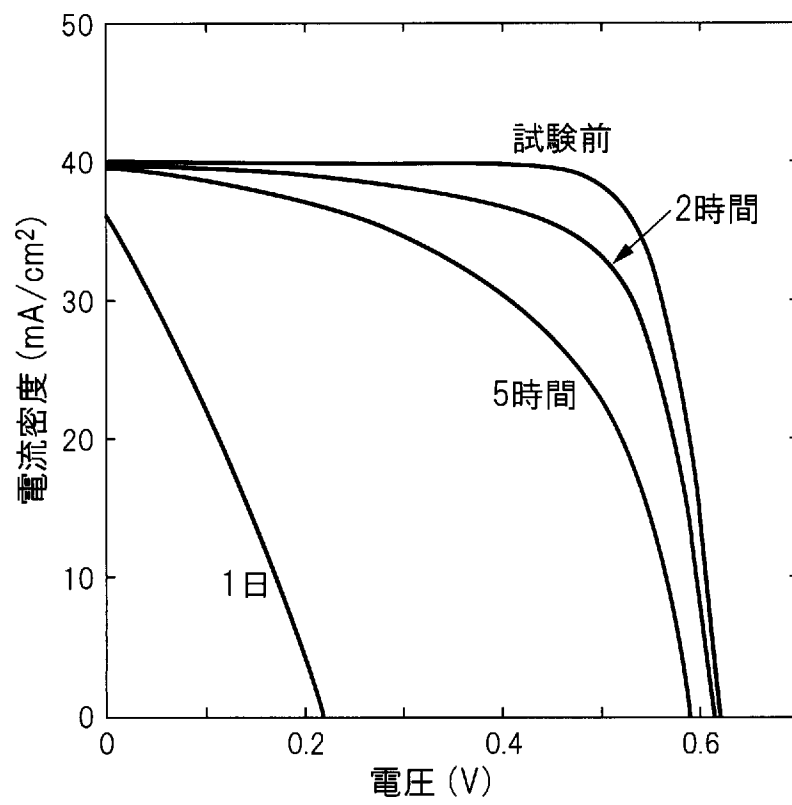
[図11]

図 11



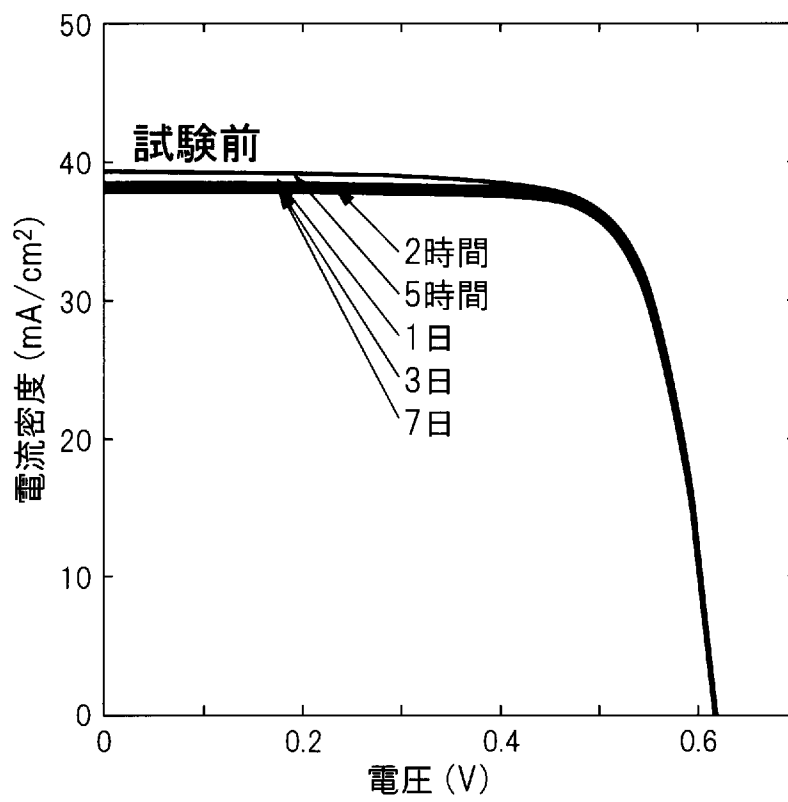
[図12]

図 12



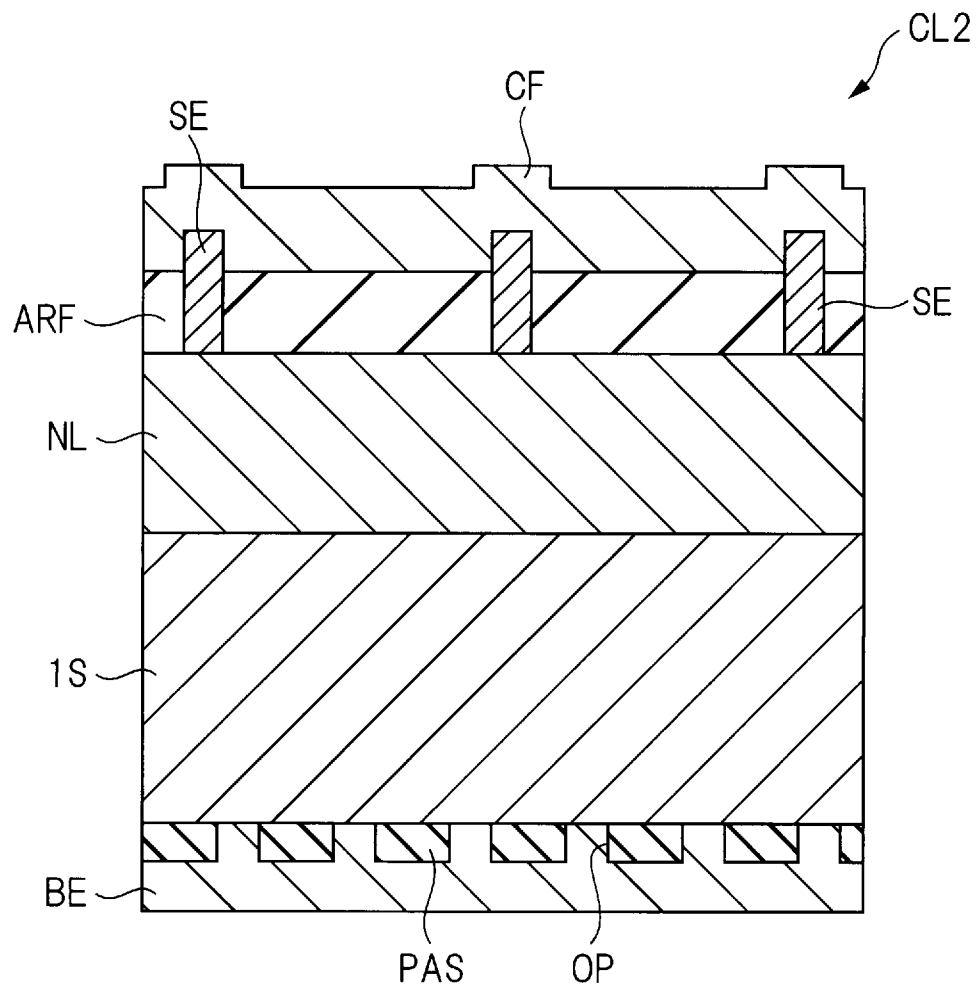
[図13]

図 13



[図14]

14



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/033299

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H01L31/0224(2006.01) i, H01L21/285(2006.01) i, H01L21/288(2006.01) i, H01L29/43(2006.01) i, H01L31/068(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)

Int. Cl. H01L31/02-31/078

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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.
Y	WO 2018/062088 A1 (KYOCERA CORP.) 05 April 2018, paragraphs [0013]-[0036], [0090]-[0121], fig. 3, 16 & US 2019/0221682 A1, paragraphs [0030]-[0053], [0105]-[0136], fig. 3, 16A-F & CN 109844959 A & TW 201826551 A	1-12
Y	JP 2018-121053 A (LG ELECTRONICS INC.) 02 August 2018, paragraphs [0080]-[0089], fig. 5 & US 2018/0212082 A1, paragraphs [0091]-[0100], fig. 5 & EP 3355362 A1 & KR 10-2018-0088083 A	1-12
Y	JP 9-199741 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 31 July 1997, paragraph [0015] (Family: none)	2-9



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
08.10.2019

Date of mailing of the international search report
21.10.2019

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/033299

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2018-93034 A (KANEKA CORP.) 14 June 2018, paragraph [0020] (Family: none)	3-9
Y	JP 2010-135562 A (SHARP CORP.) 17 June 2010, paragraph [0027] (Family: none)	1
Y	JP 2018-153012 A (OMRON CORP.) 27 September 2018, paragraphs [0005], [0006], fig. 13 & US 2018/0269679 A1, paragraphs [0007], [0008], fig. 13 & EP 3376628 A1	9
Y	JP 10-178195 A (CANON INC.) 30 June 1998, paragraph [0024] (Family: none)	11-12
A	WO 2017/037803 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 09 March 2017, & US 2018/0254359 A1 & TW 201719917 A & CN 107980181 A	1-12
A	WO 2012/075394 A1 (APPLIED NANOTECH HOLDINGS, INC.) 07 June 2012, & US 2012/0142140 A1 & TW 201251084 A & CN 103283039 A	1-12
A	US 2014/0083502 A1 (INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE) 27 March 2014, & TW 201413986 A & CN 103681903 A	1-12

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01L31/0224(2006.01)i, H01L21/285(2006.01)i, H01L21/288(2006.01)i, H01L29/43(2006.01)i, H01L31/068(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 (IPC))

Int.Cl. H01L31/02-31/078

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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
Y	WO 2018/062088 A1 (京セラ株式会社) 2018.04.05, [0013]-[0036], [0090]-[0121], 図3, 図16 & US 2019/0221682 A1, [0030]-[0053], [0105]-[0136], 図3, 図16A-F & CN 109844959 A & TW 201826551 A	1-12
Y	JP 2018-121053 A (エルジー エレクトロニクス インコーポレイティド) 2018.08.02, [0080]-[0089], 図5 & US 2018/0212082 A1, [0091]-[0100], 図5 & EP 3355362 A1 & KR 10-2018-0088083 A	1-12
Y	JP 9-199741 A (松下電器産業株式会社) 1997.07.31, [0015] (ファ	2-9

☑ 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

08.10.2019

国際調査報告の発送日

21.10.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/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)

吉岡 一也

2 K

1764

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
	ミリーなし)	
Y	JP 2018-93034 A (株式会社カネカ) 2018.06.14, [0020] (ファミリーなし)	3-9
Y	JP 2010-135562 A (シャープ株式会社) 2010.06.17, [0027] (ファミリーなし)	4-9
Y	JP 2018-153012 A (オムロン株式会社) 2018.09.27, [0005]-[0006], 図 13 & US 2018/0269679 A1, [0007]-[0008], 図 13 & EP 3376628 A1	9
Y	JP 10-178195 A (キヤノン株式会社) 1998.06.30, [0024] (ファミリーなし)	11-12
A	WO 2017/037803 A1 (三菱電機株式会社) 2017.03.09, & US 2018/0254359 A1 & TW 201719917 A & CN 107980181 A	1-12
A	WO 2012/075394 A1 (APPLIED NANOTECH HOLDINGS, INC.) 2012.06.07, & US 2012/0142140 A1 & TW 201251084 A & CN 103283039 A	1-12
A	US 2014/0083502 A1 (INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE) 2014.03.27, & TW 201413986 A & CN 103681903 A	1-12