

(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
2016年9月29日(29.09.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/152705 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 51/44 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/058459
- (22) 国際出願日: 2016年3月17日(17.03.2016)
- (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 2015-061967 2015年3月25日(25.03.2015) JP
- (71) 出願人: 積水化学工業株式会社(SEKISUI CHEMICAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5308565 大阪府大阪市北区西天満2丁目4番4号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 浅野 元彦(ASANO, Motohiko); 〒6180021 大阪府三島郡島本町百山2-1 積水化学工業株式会社内 Osaka (JP). 早川 明伸(HAYAKAWA, Akinobu); 〒6180021 大阪府三島郡島本町百山2-1 積水化学工業株式会社内 Osaka (JP). 福本 雄一郎(FUKUMOTO, Yuuichirou); 〒6180021 大阪府三島郡島本町百山2-1 積水化学工業株式

会社内 Osaka (JP). 小原 峻士(OHARA, Shunji); 〒6180021 大阪府三島郡島本町百山2-1 積水化学工業株式会社内 Osaka (JP). 湯川 麻由美(YUKAWA, Mayumi); 〒6180021 大阪府三島郡島本町百山2-1 積水化学工業株式会社内 Osaka (JP). 宇野 智仁(UNO, Tomohito); 〒6180021 大阪府三島郡島本町百山2-1 積水化学工業株式会社内 Osaka (JP). 会田 哲也(AITA, Tetsuya); 〒6180021 大阪府三島郡島本町百山2-1 積水化学工業株式会社内 Osaka (JP).

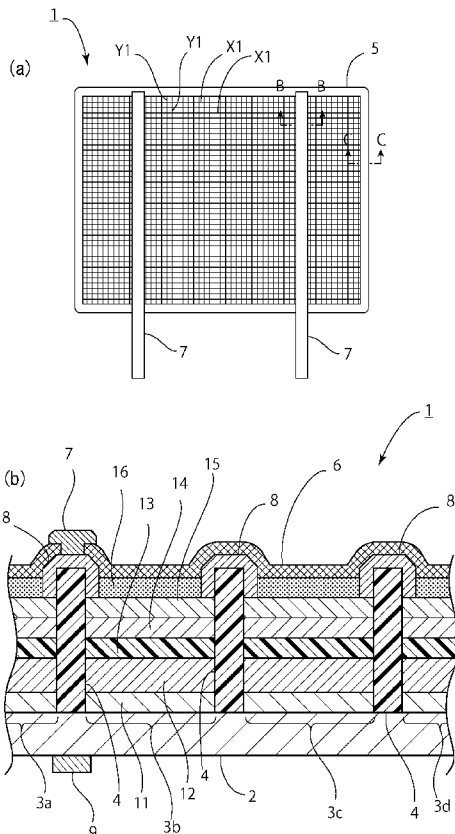
(74) 代理人: 特許業務法人 宮▲崎▼・目次特許事務所(MIYAZAKI & METSUGI); 〒5400028 大阪府大阪市中央区常盤町1丁目3番8号 中央大通F Nビル Osaka (JP).

(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, 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, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR,

[続葉有]

(54) Title: SOLAR CELL

(54) 発明の名称: 太陽電池



(57) Abstract: Provided is a solar cell unlikely to have interlayer peeling, having excellent sealing properties, and having excellent impact resistance. The solar cell (1) has: solar cell cells layered above a first electrode (2) and partitioned into a plurality of solar cell cell sections (3a-3d) by a first insulating layer (4); and a second insulating layer (5) provided on the outer periphery of an area in which the plurality of solar cell cell sections (3a-3d) are arranged. Each solar cell cell section (3a-3d) has: the first electrode (2); and a second electrode (15) laminated upon the first electrode (2) and laminated upon a photoelectric conversion layer (13) including an organic-inorganic perovskite compound.

(57) 要約: 層間剥離が生じ難く、封止性に優れ、耐衝撃性に優れている、太陽電池を提供する。第1の電極(2)上に、太陽電池セルが積層されており、該太陽電池セルが、複数の太陽電池セル部(3a)~(3d)に第1の絶縁層(4)により区画されており、複数の太陽電池セル部(3a)~(3d)が配置されている領域の外周に第2の絶縁層(5)が設けられており、各太陽電池セル部(3a)~(3d)が、第1の電極(2)と、第1の電極(2)上に積層されており、有機無機ペロブスカイト化合物を含む光電変換層(13)に積層された第2の電極(15)とを有する、太陽電池(1)。

WO 2016/152705 A1



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.

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).

- (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

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 太陽電池

技術分野

[0001] 本発明は、有機無機ペロブスカイト化合物を含む光電変換層を有する太陽電池に関する。

背景技術

[0002] 従来、有機無機ペロブスカイト化合物を含む光電変換層を有する太陽電池が知られている。例えば下記の特許文献1には、この種の太陽電池の一例が開示されている。この太陽電池では、ガラス等からなる基板上に第1の電極が設けられている。第1の電極上に、有機無機ペロブスカイト化合物を主体とする層を含む光電変換層が設けられている。この光電変換層上に、第2の電極が形成されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2014-72327号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 有機無機ペロブスカイト化合物等の有機系光電変換層を用いた太陽電池では、柔軟な基材を用いることにより、フレキシブル性を高めることができる。しかしながら、光電変換層の面積が大きくなると、層間剥離が生じやすくなるという問題があった。層間剥離が生じたり、外部からの衝撃等により欠陥が生じたりすると、水分が太陽電池内に浸入することとなる。他方、有機無機ペロブスカイト化合物の金属原子としてPbが用いられている場合、上記水分が浸入すると、Pbイオンが外部に溶出するおそれがあった。

[0005] 従って、この種の太陽電池では、層間剥離が生じ難いこと、封止性に優れていること、並びに耐衝撃性に優れていることが求められる。

[0006] 本発明の目的は、層間剥離が生じ難く、封止性に優れており、さらに耐衝

撃性に優れている、太陽電池を提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0007] 本発明に係る太陽電池は、第1の電極と、前記第1の電極と対向するように配置されている第2の電極と、前記第1の電極と、前記第2の電極との間に配置されており、有機無機ペロブスカイト化合物を含む光電変換層とを備える太陽電池であって、前記太陽電池を、前記第1の電極を共有している複数の太陽電池セル部に区画するように、隣り合う前記太陽電池セル部間を絶縁している第1の絶縁層を有する。
- [0008] 本発明に係る太陽電池のある特定の局面では、前記太陽電池の外周側面に設けられた第2の絶縁層がさらに備えられている。
- [0009] 本発明に係る太陽電池の他の特定の局面では、前記各太陽電池セル部の前記第2の電極同士を電氣的に接続する補助配線がさらに備えられている。この場合には、補助配線により、全ての太陽電池セル部の第2の電極同士を確実に電氣的に接続することができる。よって、補助配線に、外部と接続するための後述の第2の電極同士を接続すればよい。
- [0010] 本発明に係る太陽電池のさらに他の特定の局面では、前記第1の電極に接続されている第1の端子と、前記補助配線に接続されている第2の端子とがさらに備えられている。この場合には、第1の端子と第2の端子と外部と電氣的に接続することにより容易に電力を取り出すことができる。
- [0011] 本発明に係る太陽電池の別の特定の局面では、前記複数の太陽電池セル部が、前記第1の端子と前記第2の端子との間で電氣的に並列に接続されている。複数の太陽電池セル部が電氣的に並列に接続されているため、いくつかの太陽電池セル部が故障したとしても、残りの太陽電池セル部からの起電力により、電力を確実に取り出すことができる。
- [0012] 本発明に係る太陽電池のさらに他の特定の局面では、前記複数の太陽電池セル部が、マトリクス状に配置されている。
- [0013] 本発明に係る太陽電池のさらに別の特定の局面では、前記第1の絶縁層が、格子状である。

[0014] 本発明に係る太陽電池のさらに他の特定の局面では、前記有機無機ペロブスカイト型化合物が、一般式 $R-M-X_3$ 。（但し、 R は有機分子、 M は金属原子、 X はハロゲン原子またはカルコゲン原子である。）で表される。

[0015] 本発明に係る太陽電池の別の特定の局面では、前記第1の電極が金属箔からなる。この場合には、太陽電池のフレキシブル性を高めることができる。

発明の効果

[0016] 本発明に係る太陽電池によれば、層間剥離を抑制することができ、封止性を高めることができる。また、耐衝撃性も効果的に高められる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]図1(a), (b)は、本発明の第1の実施形態に係る太陽電池の平面図及び(a)中の矢印B-B線に沿う部分の部分切欠拡大断面図である。

[図2]図2は、図1のC-C線に沿う部分の部分切欠断面図であって、本発明の第1の実形態の太陽電池の外周近傍部分の構造を説明するための部分切欠正面断面図である。

[図3]図3は、本発明の第2の実施形態に係る太陽電池の一部を示す部分切欠正面断面図である。

[図4]図4は、本発明の第1の実施形態の変形例に係る太陽電池を示す模式的平面図である。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、図面を参照しつつ、本発明の具体的な実施形態を説明することにより、本発明を明らかにする。

[0019] 図1(a)は、本発明の第1の実施形態に係る太陽電池の平面図であり、(b)は(a)中のB-B線に沿う部分を拡大して示す部分切欠拡大断面図である。

[0020] また、図2は、図1のC-C線に沿う部分の部分切欠断面図であって、本発明の第1の実形態の太陽電池の外周近傍部分の構造を説明するための部分切欠拡大断面図である。

[0021] 図1(b)に示すように、太陽電池1は、金属箔からなる第1の電極2を

有する。なお、第1の電極2は、金属箔に限らず、例えばガラス基板等の絶縁性基板上に導電層を設けたものであってもよい。金属箔を構成する金属は、特に限定されず、ステンレス、Al、Cu、NiまたはTi等の適宜の金属もしくは合金を用いることができる。金属箔を用いた場合、太陽電池1のフレキシブル性を高めることができる。

[0022] もっとも、樹脂フィルム上に金属膜を積層することにより、該金属膜により第1の電極2を構成してもよい。このような樹脂フィルムとしては、特に限定されず、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート等のポリエステル、ポリイミド、ポリカーボネート等からなるものを用いることができる。また、金属膜についても、Al、Cu、Mo、Ni、Tiまたはこれらを主体とする合金等の適宜の金属を用いることができる。なお、樹脂フィルムに限らず、金属箔上に金属膜を積層することもできる。また、複数の金属膜が積層されていてもよい。更に、後述するような導電性透明材料、導電性透明ポリマーを用いることもできる。柔軟な樹脂フィルム上に金属膜や導電性透明ポリマーを積層した構造を用いた場合においても、太陽電池のフレキシブル性を高めることができる。

[0023] 第1の電極2上に、複数の太陽電池セル部3a～3dが積層されている。太陽電池1では、第1の電極2を共有する複数の太陽電池セル部を有する。具体的には、図1(b)に示す部分では、隣り合う太陽電池セル部、例えば太陽電池セル部3aと太陽電池セル部3bとの間が、第1の絶縁層4により区画されている。同様に、隣り合う太陽電池セル部3b、3c間及び隣り合う太陽電池セル部3c、3d間も第1の絶縁層4により電氣的に絶縁され、かつ区画されている。

[0024] 図1(a)は、この太陽電池セル部の区画を模式的に示している。すなわち、図1(a)の複数の直線X1及びY1は、上記第1の絶縁層による区画部分を模式的に示している。実際には、第1の絶縁層を覆うように後述の補助配線やガスバリア層が設けられているため、図1(a)のような平面視においては、第1の絶縁層4は観察されない。図1(a)では、後述のガスバ

リア層及び補助配線を省略している。

[0025] 本実施形態の太陽電池 1 の特徴は、太陽電池セルが図 1 (a) に示すように、マトリクス状に区画されていることにある。すなわち、互いに平行な直線 X 1 と、直線 X 1 に直交しており、互いに平行な直線 Y 1 で囲まれた矩形部に、それぞれ、太陽電池セル部が設けられている。よって、複数の太陽電池セルが、マトリクス状に配置されている。また、図 2 に示すように、太陽電池 1 の外周側面には、外周縁に位置している太陽電池セル部 3 z の外側側面を封止するように第 2 の絶縁層 5 が設けられている。

[0026] 上記第 1 の絶縁層 4 及び第 2 の絶縁層 5 を構成する絶縁性材料は特に限定されない。すなわち、有機絶縁性材料を用いてもよい。また、無機絶縁性材料を用いてもよい。このような無機絶縁性材料としては、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 ZrO 等の無機酸化物、ガラス、クレースト等を挙げることができる。また、耐熱性が充分良好であれば、有機絶縁性材料を用いてもよい。このような有機絶縁性材料としては、例えば熱硬化性ポリイミド等を挙げることができる。

[0027] なお、第 1 の絶縁層 4 については、上記太陽電池セルの各層の成膜温度に耐え得る必要がある。例えば、太陽電池セルの各層の成膜温度が例えば 400℃程度と高い場合があるため、このような温度に耐え得る材料を用いることが望ましい。よって、第 1 の絶縁層 4 は、無機絶縁性材料から成ることが望ましいため、特に、上記無機酸化物の焼き付け膜がより一層好ましい。

[0028] また、第 1 の絶縁層 4 及び第 2 の絶縁層 5 は、絶縁性材料を第 1 の電極 2 上に印刷し、焼き付けることにより形成することができる。もっとも、第 1 及び第 2 の絶縁層 4、5 の形成方法はこれに限定されるものではない。上記印刷方法としては、スクリーン印刷、グラビア印刷、オフセットグラビア印刷、フレキソ印刷等の適宜の印刷方法を用いることができる。

[0029] なお、第 1 の絶縁層 4 は、直線 X 1 及び直線 Y 1 に沿って延びており、平面視において、全体として格子状の形状をしている。もっとも、第 1 の絶縁層 4 は格子状の形状を有するものに限定されるものではない。

[0030] また、第1の絶縁層4の幅、すなわち直線X1、Y1と直交する方向の寸法は、第2の絶縁層5の幅すなわち第2の絶縁層5の延びる方向と直交する方向の寸法よりも小さくされている。それによって、複数の太陽電池セル部が集合されている部分における有効面積を大きくすることが可能とされている。従って、好ましくは、第1の絶縁層4の幅が、第2の絶縁層5の幅よりも小さいことが望ましい。もっとも、第1の絶縁層4の幅は第2の絶縁層5の幅と等しくてもよく、第2の絶縁層5の幅よりも大きくてもよい。

[0031] 上記第1、第2の絶縁層の具体的な寸法は特に限定されない。もっとも、第1の絶縁層4の高さについては、 $1\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$ 程度とすることが好ましい。また、幅方向寸法は $50\mu\text{m}\sim 5\text{mm}$ 、より好ましくは $100\mu\text{m}\sim 3\text{mm}$ 程度とすることが望ましく、隣り合う第1の絶縁層4の中心間距離は、 $50\mu\text{m}\sim 20\text{mm}$ 程度とすることが望ましい。

[0032] 他方、第2の絶縁層5の高さは、 $1\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$ 程度とすることが望ましく、幅は $50\mu\text{m}\sim 5\text{mm}$ 、より好ましくは $100\mu\text{m}\sim 3\text{mm}$ 程度とすることが望ましい。

[0033] 次に、太陽電池セル部3bを代表して積層構造の詳細を説明することとする。

[0034] 太陽電池セル部3bでは、第1の電極2上に、第1の電子輸送層11、第2の電子輸送層12、光電変換層13、ホール輸送層14、第2の電極15、平坦化層16がこの順序で積層されている。

[0035] 上記光電変換層13は、有機無機ペロブスカイト化合物を含む。太陽電池1では、この有機無機ペロブスカイト化合物により、光電変換が行われ、電力が取り出される。なお、上記太陽電池セル部3bを構成している各層の詳細は後ほど説明することとする。

[0036] 太陽電池1の特徴は、このような有機無機ペロブスカイト化合物を用いた複数の太陽電池セル部3a～3dがマトリクス状に配置されていることにある。言い換えれば、前述したように、太陽電池セルが、複数の太陽電池セル部に第1の絶縁層4により区画されていることにある。そのため、面積を大

きくした場合であっても、複数の太陽電池セル部に区画されているため、層間剥離が生じ難い。よって、封止性を高めることができる。加えて、小さい太陽電池セル部間が第1の絶縁層4で区画されているため、外部からの機械的衝撃が加わった場合であっても、絶縁層4が受光面に対し垂直方向の衝撃を吸収するため、薄膜層に外力が加わることを効果的に抑制することができる。すなわち、耐衝撃性を高めることができる。また、太陽電池セルが区画化されているため、ある区画に浸入した水分が他の区画へ拡散することを効果的に防止することができる。すなわち、封止性も高められる。

[0037] 図1(b)に示すように、ガスバリア層6が太陽電池1の上面を覆うように設けられている。ガスバリア層6は、水蒸気バリア性に優れている。従って、水蒸気の内部への浸入を効果的に抑制することができる。

[0038] 上記ガスバリア層6の水蒸気バリア性としては、水蒸気透過度(WVTR: Water vapor transmission rate)が、 $10^{-1} \text{ g/m}^2/\text{day}$ 未満であることが望ましい。このようなガスバリア層6を構成する材料としては、特に限定されないが、例えば、金属酸化物、金属窒化物または金属酸窒化物を含んでいることが好ましい。金属酸化物、金属窒化物または金属酸窒化物における金属は特に限定されないが、例えば、Si、Al、Zn、Sn、In、Ti、Mg、Zr、Ni、Ta、W、Cuもしくはこれらの金属を主体とする合金を挙げることができる。なかでも、水蒸気バリア性及び柔軟性に優れているので、Zn及びSnの双方を含む金属酸化物、金属窒化物が好ましい。

[0039] 太陽電池1では、上記ガスバリア層6が設けられていることによって、下方の太陽電池セル部への水分の浸入を確実に抑制することができる。もっとも、本発明の太陽電池では、複数の太陽電池セル部に第1の絶縁層4により区画されているため、層間剥離自体が生じ難いため、それによっても、水蒸気の浸入を抑制することができる。より好ましくは、本実施形態のように、ガスバリア層6が設けられていることが望ましい。

[0040] 層間剥離が生じ難く、封止性が優れているため、有機無機ペロブスカイト

化合物がPbを含んでいたとしても、Pbイオンの外部への溶出が生じ難い。

[0041] さらに、太陽電池1では、耐衝撃性も効果的に高められているので、外部からの衝撃等による破壊や変形が生じ難い。また、区画化されているため、ある区画に浸入した水分の他の区画への拡散を防止することができる。よって、水分の浸入を効果的に抑制することができる。

[0042] 図1(b)に戻り、第1の絶縁層4の上端は、第2の電極15及び平坦化層16よりも上方に位置している。そして、補助配線8が、第1の絶縁層4の上端を覆うように、設けられている。従って、補助配線8も格子状の平面形状を有する。補助配線8は、第1の絶縁層4の上端、かつ側面に至るように設けられている。さらに図1(a)では図示を省略しているが、上記補助配線8は図1(a)の直線X1及び直線Y1に沿うように延ばされている。すなわち、格子状の第1の絶縁層4上に、補助配線8が行き渡っている。なお、第1の絶縁層4が格子状ではない場合は、補助配線8も格子状である必要はないが、第1の絶縁層4の形状に追従して形成されていることが好ましい。

[0043] そして、図1(b)に示すように、補助配線8の下端は、第2の電極15の上面に当接されて、電氣的に接続されている。よって、全ての太陽電池セル部の第2の電極15が補助配線8により電氣的に接続されている。

[0044] 他方、上記補助配線8の一部において、上記ガスバリア層6が除去されている。このガスバリア層6が除去されて補助配線8が露出している部分に第2の端子7が接合されている。第2の端子7は、図1(a)に示すように複数設けられていることが好ましい。他方、図1(b)に示すように、第2の端子7が設けられている部分の下方に第1の端子9が設けられている。第1の端子9は、第1の電極2と電氣的に接合されている。

[0045] 上記補助配線8、第1の端子9及び第2の端子7を構成する材料としては、導電性材料である限り、特に限定されるものではない。もっとも、好ましくは、Cu、Al、Ag等の金属もしくは合金を用いることが好ましい。第

1の端子9及び第2の端子7は、表面が半田でめっきされていることが好ましい。この種の金属もしくは合金を用いることにより、コストを低減できる。また、電氣的接続部分の電氣抵抗を低め、より大きな電力を取り出すことができる。

[0046] 上記格子状の第1の絶縁層4の上端面の全領域に渡って補助配線8を設ける必要は必ずしもなく、複数の太陽電池セル部を電氣的に接続し得る限り、補助配線8の配置は適宜変形してもよい。

[0047] また、第2の端子7は、上記補助配線8に電氣的に接続されておれば、上記補助配線8の上面に接合される必要は必ずしもない。補助配線8の側面等に電氣的に接続されるように、第2の端子7を設けてもよい。また、第1の端子9は設けずともよく、第1の電極2自体を外部と電氣的に接続してもよい。

[0048] 第1の実施形態の太陽電池1では、上記水蒸気バリア性を有するガスバリア層6を設けたが、図3に示す第2の実施形態のように上記ガスバリア層6を除去してもよい。また、平坦化層16も除去してもよい。この場合には、第2の端子7を補助配線8の上面に直接接合すればよい。

[0049] 図4は、本発明の第1の実施形態の変形例に係る太陽電池を示す模式的平面図である。本変形例の太陽電池1Aでは、複数種の補助配線8、8A、8Bが設けられている。すなわち、第1の実施形態と同様に、幅の細い補助配線8が格子状に配置されている。そして、上記補助配線8よりも太い幅の補助配線8Aが、図4において横方向に延びるように設けられている。また、上記補助配線8Aと交差する方向に、さらに幅の太い複数の補助配線8Bが延びている。

[0050] このように、本発明においては、幅が異なる、複数種の補助配線8、8A、8Bを設けてもよい。この場合、太さに限らず、高さが異なる複数種の補助配線を用いてもよい。さらに、太さと、高さや厚みの双方が異なる、複数種の補助配線を用いてもよい。

[0051] なお、図4では、図1に示した第2の端子7、7の図示は省略してある。

最も幅の太い補助配線 8 B, 8 B には、この第 2 の端子を接合してもよい。

[0052] なお、太陽電池では、複数の太陽電池セル部がマトリクス状に配置されていたが、本発明においては、複数の太陽電池セル部はマトリクス状以外の形態で分散配置されていてもよい。すなわち、太陽電池セルを区画する形態はマトリクス状に限定されない。

[0053] 上記太陽電池セル部を構成する各層の材料についても特に限定されるものではない。

[0054] まず、上記第 1 の電極 2 及び第 2 の電極 15 は、適宜の導電性材料を用いて形成すればよい。このような材料としては、例えば、FTO（フッ素ドーパ酸化スズ）、ナトリウム、ナトリウム－カリウム合金、リチウム、マグネシウム、アルミニウム、マグネシウム－銀混合物、マグネシウム－インジウム混合物、アルミニウム－リチウム合金、Al/Al₂O₃混合物、Al/LiF混合物、金等の金属、CuI、ITO（インジウムスズ酸化物）、SnO₂、AZO（アルミニウム亜鉛酸化物）、IZO（インジウム亜鉛酸化物）、GZO（ガリウム亜鉛酸化物）等の導電性透明材料、導電性透明ポリマー、金属箔等が挙げられる。これらの材料は単独で用いられてもよく、2 種以上が併用されてもよい。前記第 1 の電極は金属箔が好ましい。この場合には、太陽電池のフレキシブル性を高めることができる。金属箔を構成する金属は、特に限定されず、ステンレス、Al、Cu、Ni または Ti 等の適宜の金属もしくは合金を用いることができる。また、第 2 の電極 15 は、第 1 の絶縁層 4 及び／又は第 2 の絶縁層 5 上に形成されていてもよい。

[0055] また、上記第 1, 第 2 の電子輸送層 11, 12 は設けられずともよいが、第 1, 第 2 の電子輸送層 11, 12 を設けることにより、光電変換効率を高めることができる。電子輸送層 11, 12 の材料は特に限定されず、例えば、N 型導電性高分子、N 型低分子有機半導体、N 型金属酸化物、N 型金属硫化物、ハロゲン化アルカリ金属、アルカリ金属、界面活性剤等が挙げられ、具体的には例えば、シアノ基含有ポリフェニレンビニレン、ホウ素含有ポリマー、バソキュプロイン、バソフェナントレン、ヒドロキシキノリナトアル

ミニウム、オキサジアゾール化合物、ベンゾイミダゾール化合物、ナフタレンテトラカルボン酸化合物、ペリレン誘導体、ホスフィンオキサイド化合物、ホスフィンスルフィド化合物、フルオロ基含有フタロシアニン、酸化チタン、酸化亜鉛、酸化インジウム、酸化スズ、酸化ガリウム、硫化スズ、硫化インジウム、硫化亜鉛等が挙げられる。これらの材料は単独で用いられてもよく、2種以上が併用されてもよい。

[0056] また、第1の電子輸送層11を用いてもよいが、多孔質状の第2の電子輸送層12を設けることがより一層好ましい。特に、上記光電変換層13が、有機半導体又は無機半導体部位と有機無機ペロブスカイト化合物部位とを複合化した複合膜である場合、より複雑な複合膜（より複雑に入り組んだ構造）が得られ、光電変換効率が高くなることから、多孔質状の第2の電子輸送層12上に複合膜が成膜されていることが好ましい。

[0057] 上記電子輸送層の厚みは、好ましい下限が1 nm、好ましい上限が2000 nmである。なお、電子輸送層の厚みとは、第1の電子輸送層11のみを用いた場合には、第1の電子輸送層11の厚みを、第2の電子輸送層12をも用いた場合には、第1、第2の電子輸送層11、12の厚みの合計をいうものとする。上記電子輸送層の厚みが1 nm以上であれば、十分にホールをブロックできるようになる。上記厚みが2000 nm以下であれば、電子輸送の際の抵抗になり難く、光電変換効率が高くなる。上記電子輸送層の厚みのより好ましい下限は3 nm、より好ましい上限は1000 nmであり、さらに好ましい下限は5 nm、さらに好ましい上限は500 nmである。

[0058] 上記光電変換層13は、一般式 $R-M-X_3$ （但し、Rは有機分子、Mは金属原子、Xはハロゲン原子又はカルコゲン原子である。）で表される有機無機ペロブスカイト化合物を含む。上記光電変換層に上記有機無機ペロブスカイト化合物を用いることにより、太陽電池の光電変換効率を向上させることができる。

[0059] 上記Rは有機分子であり、 $C_lN_mH_n$ （l、m、nはいずれも正の整数）で示されることが好ましい。

[0060] 上記Rは、具体的には例えば、メチルアミン、エチルアミン、プロピルアミン、ブチルアミン、ペンチルアミン、ヘキシルアミン、ジメチルアミン、ジエチルアミン、ジプロピルアミン、ジブチルアミン、ジペンチルアミン、ジヘキシルアミン、トリメチルアミン、トリエチルアミン、トリプロピルアミン、トリブチルアミン、トリペンチルアミン、トリヘキシルアミン、エチルメチルアミン、メチルプロピルアミン、ブチルメチルアミン、メチルペンチルアミン、ヘキシルメチルアミン、エチルプロピルアミン、エチルブチルアミン、イミダゾール、アゾール、ピロール、アジリジン、アジリン、アゼチジン、アゼト、アゾール、イミダゾリン、カルバゾール及びこれらのイオン（例えば、メチルアンモニウム (CH_3NH_3) 等）やフェネチルアンモニウム等が挙げられる。なかでも、メチルアミン、エチルアミン、プロピルアミン、ブチルアミン、ペンチルアミン、ヘキシルアミン及びこれらのイオンやフェネチルアンモニウムが好ましく、メチルアミン、エチルアミン、プロピルアミン及びこれらのイオンがより好ましい。

[0061] 上記Mは金属原子であり、例えば、鉛、スズ、亜鉛、チタン、アンチモン、ビスマス、ニッケル、鉄、コバルト、銀、銅、ガリウム、ゲルマニウム、マグネシウム、カルシウム、インジウム、アルミニウム、マンガン、クロム、モリブデン、ユーロピウム等が挙げられる。これらの金属原子は単独で用いられてもよく、2種以上が併用されてもよい。

[0062] 上記Xはハロゲン原子又はカルコゲン原子であり、例えば、塩素、臭素、ヨウ素、硫黄、セレン等が挙げられる。これらのハロゲン原子又はカルコゲン原子は単独で用いられてもよく、2種以上が併用されてもよい。なかでも、構造中にハロゲンを含有することで、上記有機無機ペロブスカイト化合物が有機溶媒に可溶になり、安価な印刷法等への適用が可能になることから、ハロゲン原子が好ましい。さらに、上記有機無機ペロブスカイト化合物のエネルギーバンドギャップが狭くなることから、ヨウ素がより好ましい。

[0063] 上記有機無機ペロブスカイト化合物は、体心に金属原子M、各頂点に有機分子R、面心にハロゲン原子又はカルコゲン原子Xが配置された立方晶系の

構造を有することが好ましい。

[0064] 上記光電変換層 13 は、本発明の効果を損なわない範囲内であれば、上記有機無機ペロブスカイト化合物に加えて、さらに、有機半導体又は無機半導体を含んでいてもよい。なお、ここでいう有機半導体又は無機半導体は、電子輸送層又はホール輸送層としての役割を果たしてもよい。

[0065] 上記有機半導体として、例えば、ポリ（3-アルキルチオフェン）等のチオフェン骨格を有する化合物等が挙げられる。また、例えば、ポリパラフェニレンビニレン骨格、ポリビニルカルバゾール骨格、ポリアニリン骨格、ポリアセチレン骨格等を有する導電性高分子等も挙げられる。さらに、例えば、フタロシアニン骨格、ナフタロシアニン骨格、ペンタセン骨格、ベンゾポルフィリン骨格等のポルフィリン骨格、スピロビフルオレン骨格等を有する化合物や、表面修飾されていてもよいカーボンナノチューブ、グラフェン、フラーレン等のカーボン含有材料も挙げられる。

[0066] 上記無機半導体として、例えば、酸化チタン、酸化亜鉛、酸化インジウム、酸化スズ、酸化ガリウム、硫化スズ、硫化インジウム、硫化亜鉛、 CuSCN 、 Cu_2O 、 CuI 、 MoO_3 、 V_2O_5 、 WO_3 、 MoS_2 、 MoSe_2 、 Cu_2S 等が挙げられる。

[0067] 上記光電変換層は、上記有機半導体又は上記無機半導体を含む場合、薄膜状の有機半導体又は無機半導体部位と薄膜状の有機無機ペロブスカイト化合物部位とを積層した積層体であってもよいし、有機半導体又は無機半導体部位と有機無機ペロブスカイト化合物部位とを複合化した複合膜であってもよい。製法が簡便である点では積層体が好ましく、上記有機半導体又は上記無機半導体中の電荷分離効率を向上させることができる点では複合膜が好ましい。

[0068] 上記薄膜状の有機無機ペロブスカイト化合物部位の厚みは、好ましい下限が5 nm、好ましい上限が5000 nmである。上記厚みが5 nm以上であれば、十分に光を吸収することができるようになり、光電変換効率が高くなる。上記厚みが5000 nm以下であれば、電荷分離できない領域が発生す

ることを抑制できるため、光電変換効率の向上につながる。上記厚みのより好ましい下限は10nm、より好ましい上限は1000nmであり、さらに好ましい下限は20nm、さらに好ましい上限は500nmである。

[0069] 上記ホール輸送層14は用いられずともよいが、上記実施形態のように備えられていることが望ましい。上記ホール輸送層14の材料は特に限定されず、例えば、P型導電性高分子、P型低分子有機半導体、P型金属酸化物、P型金属硫化物、界面活性剤等が挙げられ、具体的には例えば、ポリエチレンジオキシチオフェンのポリスチレンスルホン酸付加物、カルボキシル基含有ポリチオフェン、フタロシアニン、ポルフィリン、酸化モリブデン、酸化バナジウム、酸化タングステン、酸化ニッケル、酸化銅、酸化スズ、硫化モリブデン、硫化タングステン、硫化銅、硫化スズ等、フルオロ基含有ホスホン酸、カルボニル基含有ホスホン酸、CuSCN、CuI等の銅化合物、表面修飾されていてもよいカーボンナノチューブ、グラフェン等のカーボン含有材料等が挙げられる。

[0070] 上記ホール輸送層の厚みは、好ましい下限は1nm、好ましい上限は2000nmである。上記厚みが1nm以上であれば、十分に電子をブロックできるようになる。上記厚みが2000nm以下であれば、ホール輸送の際の抵抗になり難く、光電変換効率が高くなる。上記厚みのより好ましい下限は3nm、より好ましい上限は1000nmであり、更に好ましい下限は5nm、さらに好ましい上限は500nmである。

[0071] なお、第2の電極15は透明であることが望ましい。それによって光電変換層13に十分な光を導くことができる。よって第2の電極15については、ITOなどの透明性に優れた電極材料を用いることが望ましい。

[0072] 平坦化層16は各太陽電池セル部を封止するために設けられており、かつ太陽電池セル部の上面を平坦化するために設けられている。このような平坦化層16は、例えば、透明な樹脂を用いて形成することができる。このような樹脂としては、例えば脂環式骨格を有する樹脂が好適に用いられる。このような脂環式骨格を有する樹脂としては、例えば、TOPAS9014（P

olyplastics社製、ノルボルネン骨格を有する）、ライトエステルIB-X（共栄社化学社製、イソボルネン骨格を有する）の重合物、MA-DM（三菱ガス化学社製、アダマンタン骨格を有する）の重合物等が挙げられる。

[0073] 前述したように、本発明は、太陽電池セルを複数の太陽電池セル部に区画したことにより特徴を有するものであり、従って、上記各太陽電池セル部の個々の積層形態及び各層の材料は特に限定されるものではない。よって、本発明の太陽電池における太陽電池セル部自体の構成は適宜変形することができる。

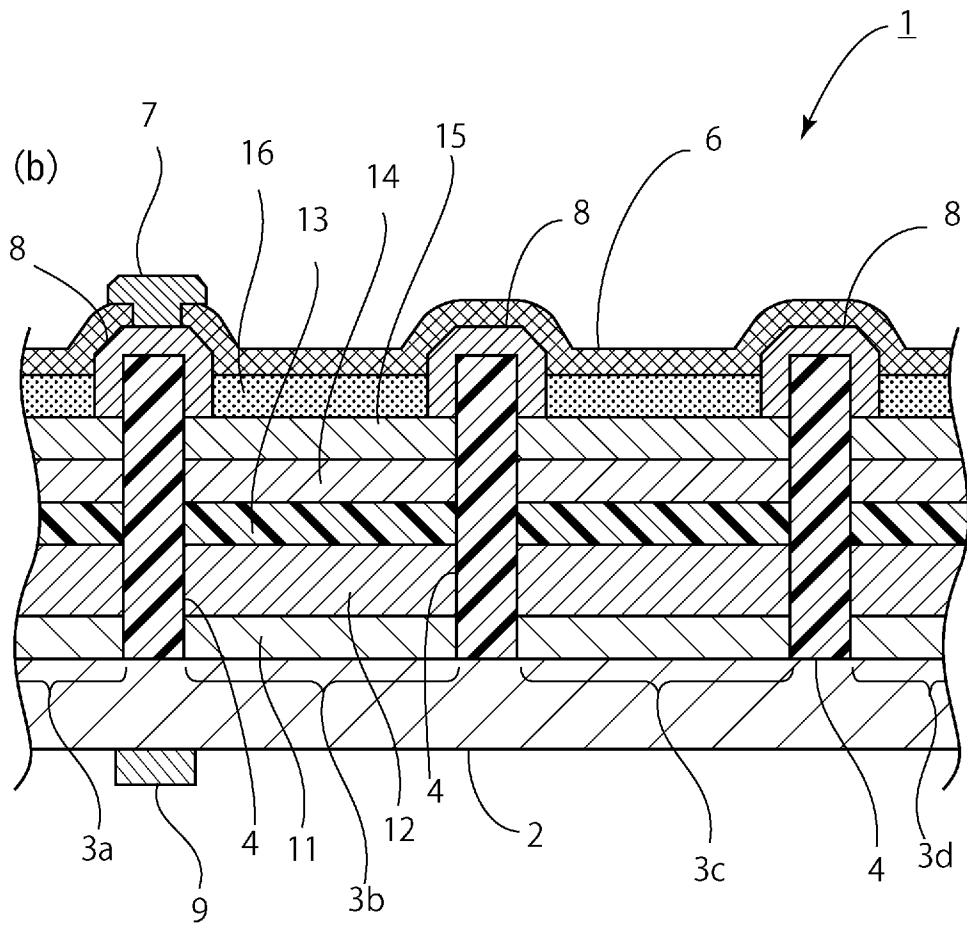
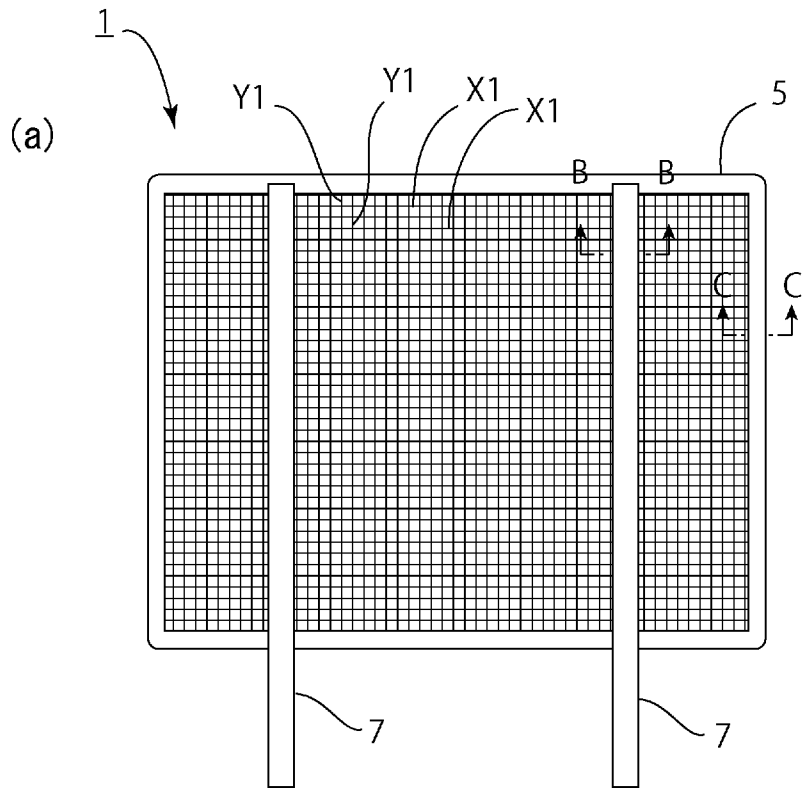
符号の説明

- [0074] 1…太陽電池
2…第1の電極
3a, 3b, 3c, 3d, 3z…太陽電池セル部
4…第1の絶縁層
5…第2の絶縁層
6…ガスバリア層
7…第2の端子
8…補助配線
9…第1の端子
11…第1の電子輸送層
12…第2の電子輸送層
13…光電変換層
14…ホール輸送層
15…第2の電極
16…平坦化層

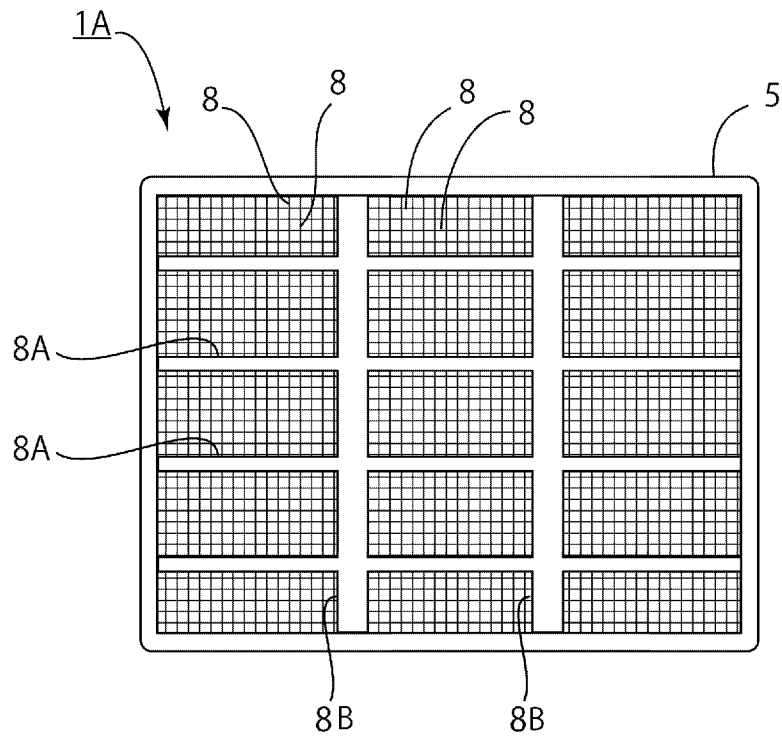
請求の範囲

- [請求項1] 第1の電極と、
前記第1の電極と対向するように配置されている第2の電極と、
前記第1の電極と、前記第2の電極との間に配置されており、有機無機ペロブスカイト化合物を含む光電変換層とを備える太陽電池であって、
前記太陽電池を、前記第1の電極を共有している複数の太陽電池セル部に区画するように、隣り合う前記太陽電池セル部間を絶縁している第1の絶縁層をさらに備える、太陽電池。
- [請求項2] 前記太陽電池の外周側面に設けられた第2の絶縁層をさらに備える、請求項1に記載の太陽電池。
- [請求項3] 前記各太陽電池セル部の前記第2の電極同士を電氣的に接続する補助配線をさらに備える、請求項1に記載の太陽電池。
- [請求項4] 前記第1の電極に接続されている第1の端子と、前記補助配線に接続されている第2の端子とをさらに備える、請求項1～3のいずれか1項に記載の太陽電池。
- [請求項5] 前記複数の太陽電池セル部が、前記第1の端子と前記第2の端子との間で電氣的に並列に接続されている、請求項4に記載の太陽電池。
- [請求項6] 前記複数の太陽電池セル部が、マトリクス状に配置されている、請求項1～5のいずれか1項に記載の太陽電池。
- [請求項7] 前記第1の絶縁層が、格子状である、請求項6に記載の太陽電池。
- [請求項8] 前記有機無機ペロブスカイト型化合物が、一般式 $R-M-X_3$ 。（但し、Rは有機分子、Mは金属原子、Xはハロゲン原子またはカルコゲン原子である。）で表される、請求項1～6のいずれか1項に記載の太陽電池。
- [請求項9] 前記第1の電極が金属箔からなる、請求項1～8のいずれか1項に記載の太陽電池。

[図1]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/058459

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L51/44(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)

H01L31/02-31/078, 31/18-31/20, 51/42-51/48, H02S10/00-10/40, 30/00-50/15, 99/00

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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	JP 2014-49551 A (Peccell Technologies, Inc.), 17 March 2014 (17.03.2014), paragraphs [0018], [0037] to [0038], [0068] to [0079]; fig. 5 to 6 (Family: none)	1-9
Y	JP 2011-142024 A (Dainippon Printing Co., Ltd.), 21 July 2011 (21.07.2011), paragraphs [0157], [0192] to [0193]; fig. 8 to 9 (Family: none)	1-9

☒ 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
25 May 2016 (25.05.16)

Date of mailing of the international search report
07 June 2016 (07.06.16)

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/JP2016/058459

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2011/129250 A1 (Fujikura Ltd.), 20 October 2011 (20.10.2011), paragraphs [0031] to [0037]; fig. 1 & JP 2011-222428 A & EP 2560231 A1 & CN 102792518 A & US 2013/0032193 A1 paragraphs [0046] to [0052]; fig. 1	1-9
Y A	WO 2014/045021 A1 (ISIS INNOVATION LTD.), 27 March 2014 (27.03.2014), pages 76 to 80 & JP 2015-535390 A & US 2015/0249170 A1 & EP 2898553 A1 & AU 2013319979 A1 & KR 10-2015-0056851 A & CN 104769736 A	9 1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01L51/44(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（IPC））

Int.Cl. H01L31/02-31/078, 31/18-31/20, 51/42-51/48, H02S10/00-10/40, 30/00-50/15, 99/00

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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	JP 2014-49551 A（ペクセル・テクノロジー株式会社）2014.03.17, [0018], [0037]-[0038], [0068]-[0079], 図5-6 (ファミリーなし)	1-9
Y	JP 2011-142024 A（大日本印刷株式会社）2011.07.21, [0157], [0192]-[0193], 図8-9 (ファミリーなし)	1-9

☒ 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

25.05.2016

国際調査報告の発送日

07.06.2016

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）

佐竹 政彦

2 K

5555

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
Y	WO 2011/129250 A1 (株式会社フジクラ) 2011. 10. 20, [0031]-[0037], 図 1 & JP 2011-222428 A & EP 2560231 A1 & CN 102792518 A & US 2013/0032193 A1 [0046]-[0052], 図 1	1-9
Y A	WO 2014/045021 A1 (ISIS INNOVATION LIMITED) 2014. 03. 27, 第 76-80 ページ & JP 2015-535390 A & US 2015/0249170 A1 & EP 2898553 A1 & AU 2013319979 A1 & KR 10-2015-0056851 A & CN 104769736 A	9 1-8