

(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
2022年3月24日(24.03.2022)



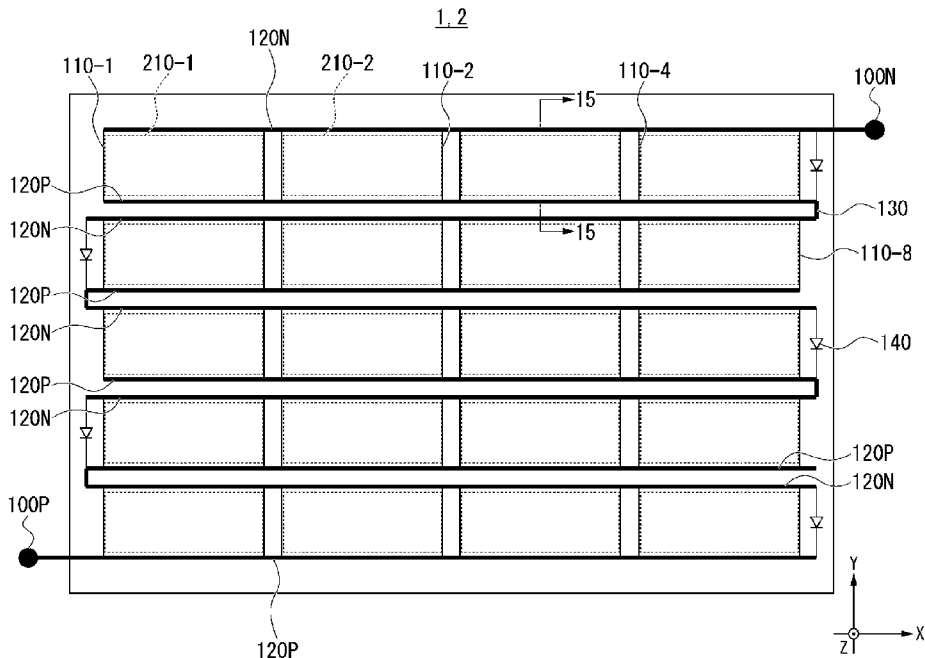
(10) 国際公開番号

WO 2022/059366 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 31/043 (2014.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/028595
- (22) 国際出願日: 2021年8月2日(02.08.2021)
- (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:
PCT/JP2020/035259 2020年9月17日(17.09.2020) JP
- (71) 出願人: 株式会社東芝 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) [JP/JP]; 〒1050023 東京都港区芝浦一丁目1番1号 Tokyo (JP). 東芝エネルギーシステムズ株式会社 (TOSHIBA ENERGY SYSTEMS & SOLUTIONS CORPORATION) [JP/JP]; 〒2120013 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地34 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 塩川 美雪 (SHIOKAWA Miyuki); 〒2120013 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地34 東芝エネルギーシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP). 山下 勝也 (YAMASHITA Katsuya); 〒2120013 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地34 東芝エネルギーシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP). 戸張 智博 (TOBARI Tomohiro); 〒2120013 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地34 東芝エネルギーシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP). 五反田 武志 (GOTANDA Takeshi); 〒2120013 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地34 東芝エネルギーシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP). 齊田

(54) Title: SOLAR CELL AND SOLAR CELL SYSTEM

(54) 発明の名称: 太陽電池、および太陽電池システム



(57) Abstract: A solar cell comprising a top-cell module which generates power by performing photoelectric conversion of incident light and which allows for passage of some of the incident light, and a bottom-cell module which is stacked on the top-cell module and generates power by performing photoelectric conversion of light that has passed through the top-cell module. The top-cell module comprises a plurality of top-cells connected to each other in series, parallel, or in a series-parallel combination. The bottom-cell module comprises the same plurality of bottom-cells as the number of the



WO 2022/059366 A1

穰(SAITA Yutaka); 〒2120013 神奈川県川崎市
幸区堀川町7番地34 東芝エネルギーシ
ステムズ株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人 志賀国際特許
事務所 (SHIGA INTERNATIONAL PATENT
OFFICE); 〒1006620 東京都千代田区丸の内
一丁目9番2号 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, IT, JO, JP, 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,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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))

top-cells which are connected to each other in series, parallel, or in a series-parallel combination. The plurality of top-cells are connected by electrodes located in positions not overlapping the bottom-cells in plan view.

(57) 要約: 入射した光を光電変換することで発電すると共に、前記入射した光の一部を通過させる
トップセルモジュールと、前記トップセルモジュールと積層され、前記トップセルモジュールを
通過した光を光電変換することで発電するボトムセルモジュールと、を備え、前記トップセルモ
ジュールは、直列、並列、または直列と並列の組み合わせで互いに接続された複数のトップセル
を含み、前記ボトムセルモジュールは、直列、並列、または直列と並列の組み合わせで互いに接
続された、前記トップセルの数と同じ数の複数のボトムセルを含み、前記複数のトップセルの間
を繋ぐ電極は、平面視で前記ボトムセルに重ならない位置にある、太陽電池。

明 細 書

発明の名称：太陽電池、および太陽電池システム

技術分野

[0001] 本発明の実施形態は、太陽電池、および太陽電池システムに関する。

背景技術

[0002] 従来、トップセルモジュールとボトムセルモジュールを含むタンデム太陽電池が知られている。タンデム太陽電池では、互いに異なる光の吸収帯を持つ材料で生成されたトップセルモジュールとボトムセルモジュールを組み合わせることで、小面積で効率的に発電を行うことができる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2020-53669号公報
特許文献2：特表2017-534184号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] タンデム太陽電池において、トップセルモジュールが複数のトップセルを含み、ボトムセルモジュールが複数のボトムセルを含むように構成されることが想定される。しかしながら、従来の技術では、複数のトップセルを繋ぐ電極が平面視でボトムセルに重なることで、ボトムセルの発電量が低下してしまう場合があった。

[0005] 本発明が解決しようとする課題は、ボトムセルの発電量の低下を抑制することができる太陽電池、および太陽電池システムを提供することである。

課題を解決するための手段

[0006] 実施形態の太陽電池は、トップセルモジュールと、ボトムセルモジュールとを持つ。トップセルモジュールは、入射した光を光電変換することで発電すると共に、前記入射した光の一部を通過させる。ボトムセルモジュールは、前記トップセルモジュールと積層され、前記トップセルモジュールを通過

した光を光電変換することで発電する。前記トップセルモジュールは、直列、並列、または直列と並列の組み合わせで互いに接続された複数のトップセルを含む。前記ボトムセルモジュールは、直列、並列、または直列と並列の組み合わせで互いに接続された、前記トップセルの数と同じ数の複数のボトムセルを含む。前記複数のトップセルの間を繋ぐ電極は、平面視で前記ボトムセルに重複しない位置にある。

図面の簡単な説明

- [0007] [図1]第1の実施形態に係る太陽電池1の構成図。
[図2]トップセルモジュール100の構成をZ方向から見た図。
[図3]トップセル110の積層構造の一例を示す斜視図。
[図4]トップセル110の積層構造の一例を示す側面図。
[図5]トップセルモジュール100の等価回路図。
[図6]ボトムセルモジュール200の構成をZ方向から見た図(その1)。
[図7]ボトムセルモジュール200の構成をY方向から見た図(その1)。
[図8]ボトムセルモジュール200の構成をZ方向から見た図(その2)。
[図9]ボトムセルモジュール200の構成をY方向から見た図(その2)。
[図10]ボトムセルモジュール200の等価回路図。
[図11]第1の実施形態に係る太陽電池システムの構成図。
[図12]第2の実施形態の太陽電池2の構成図。
[図13]第2の実施形態に係る太陽電池システムの構成図。
[図14]太陽電池1または2の平面図である。
[図15]図14における15-15線における断面図である。

発明を実施するための形態

[0008] 以下、実施形態の太陽電池、および太陽電池システムを、図面を参照して説明する。

[0009] (第1の実施形態)

図1は、第1の実施形態に係る太陽電池1の構成図である。太陽電池1は、トップセルモジュール100と、ボトムセルモジュール200とを有する

。トップセルモジュール100と、ボトムセルモジュール200のそれぞれは、例えば、矩形面を有する平板状の形状をしており、トップセルモジュール100とボトムセルモジュール200は、それぞれの厚さ方向に積層されている。以下、トップセルモジュール100と、ボトムセルモジュール200の矩形面における一辺の方向をX方向、他の一辺の方向をY方向、厚さ方向をZ方向と定義して説明を行う。図中の矢印Dは、光（太陽光）の入射方向を示している。後述する図3、4、7、9、11においても同様である。太陽電池1は、トップセルモジュール100におけるボトムセルモジュール200の側と反対側の矩形面に光が入射するように設置される。

[0010] トップセルモジュール100は、入射した光を光電変換することで発電すると共に、入射した光の一部を通過させる。ボトムセルモジュール200は、トップセルモジュール100を通過した光を光電変換することで発電する。トップセルモジュール100の正極端子100Pは、太陽電池1の正極端子1Pを兼ねる。トップセルモジュール100の負極端子100Nは、ボトムセルモジュール200の正極端子200Pと接続されている。ボトムセルモジュール200の負極端子200Nは、太陽電池1の負極端子1Nを兼ねる。このように、第1実施形態において、トップセルモジュール100と、ボトムセルモジュール200は、太陽電池1の正極端子1Pと負極端子1Nの間に直列に接続されている。

[0011] トップセルモジュール100は、直列、並列、または直列と並列の組み合わせで互いに接続された複数のトップセル110（後に図示）を含み、ボトムセルモジュール200は、直列、並列、または直列と並列の組み合わせで互いに接続された複数のボトムセル210（後に図示）を含む。後に説明するが、複数のトップセル110の接続形態と複数のボトムセル210の接続形態は、トップセル110とボトムセル210の電流比率に整合するように設定されていてもよい。電流比率とは、想定される成分の光が入射したときに、トップセル110とボトムセル210のそれぞれが発電する電力の比率である。以下、電流比率（トップセルの出力電流：ボトムセルの出力電流）

を $1 : \alpha$ で表す。通常、ボトムセル 210の方が多くの電流を出力するため、 $\alpha > 1$ となる。

[0012] 図2は、トップセルモジュール100の構成をZ方向から見た図である。トップセルモジュール100は、例えば、複数のトップセル110-1~mと、正側セルインターコネクタ120Pと、負側セルインターコネクタ120Nと、ストリングコネクタ130と、ダイオード140とを有する。mは2以上の任意の自然数であり、図ではm=20である。いずれのトップセルであるか区別しないときは、単にトップセル110と称する。負側セルインターコネクタ120Nは、X方向に並ぶトップセル110のn電極111（後に図示）を共通して接続する導電体である。正側セルインターコネクタ120Pは、X方向に並ぶトップセル110のp電極114（後に図示）を共通して接続する導電体である。従って、図2の構成では、4つのトップセル110が並列に接続されている。ダイオード140は、並列に接続された4つのトップセル110ごとに設けられるバイパスダイオードである。ダイオード140は、対応する4つのトップセル110が日陰に入ったり故障した場合に、4つのトップセル110に流れる電流をバイパスさせる。トップセルモジュール100は、封止材を含む樹脂、密着フィルム等を介してボトムセルモジュール200と接合されている。

[0013] 図3は、トップセル110の積層構造の一例を示す斜視図である。図4は、トップセル110の積層構造の一例を示す側面図である。トップセル110は、例えば、亜酸化銅太陽電池であり、負側セルインターコネクタ120Nのある側から順に、例えば、n電極111、n-化合物層112、p-光吸収層113、p電極114、基板115が積層された構成となっている。図3および図4に示す構成は、あくまで一例であり、入射した光を光電変換することで発電すると共に、入射した光の一部を通過させることが可能な構成であれば、如何なる構成が採用されてもよい。トップセル110としては、例えば、亜酸化銅（ Cu_2O ）太陽電池、色素増感太陽電池、有機薄膜系太陽電池、ペロブスカイト太陽電池などが採用される。また、図3および図4

に示す構成に加えて、保護フィルム、封止材などが適宜追加されてよい。発電層へ光を導入しやすくする目的で、 n -化合物層112の上に反射防止膜が形成されてもよい。 n 電極111および p 電極114は、例えば透明導電膜やメッシュ状に形成された電極であり、メッシュの間隙に光を透過させる。基板115は、例えばガラスやPET等の透明フィルムであり、光透過率が高いほどよい。トップセル110は、 n -化合物層112と p -光吸収層113の間に電圧を発生させる。発生した電圧は、 n 電極111との p 電極114との間の電圧となり、その電圧が負側セルインターコネクタ120Nおよび正側セルインターコネクタ120Pによって取り出される。図5は、トップセルモジュール100の等価回路図である。図示するように、トップセルモジュール100は、トップセル110が4並列5直列で接続された回路構成となっている。

[0014] ボトムセル210は、例えばバックコンタクト型太陽電池セルである。この場合における構成例を図6および図7に示す。図6は、ボトムセルモジュール200の構成をZ方向から見た図（その1）である。ボトムセルモジュール200は、例えば、複数のボトムセル210-1~ m と、セルインターコネクタ230と、ダイオード240とを有する。いずれのボトムセルであるか区別しないときは、単にボトムセル210と称する。セルインターコネクタ230は、互いに隣接するボトムセル210の間に設けられ、 m 個のボトムセル210を直列に接続する導電体である。ダイオード240は、直列に接続された4つのボトムセル210ごとに設けられるバイパスダイオードである。ダイオード240は、対応する4つのボトムセル210が日陰に入ったり故障したりした場合に、ボトムセル210に流れる電流をバイパスさせる。

[0015] 図7は、ボトムセルモジュール200の構成をY方向から見た図である（その1）。図示するように、ボトムセル210は、例えば、トップセルモジュール100の側から順に、反射防止膜211、 n 型半導体212、 p +拡散層213および n +拡散層214が積層されている。 p +拡散層213及

びn+拡散層214は、各ボトムセル210のY方向に関して、交互に配置されている。また、図7に示す構成に加えて、保護フィルム、封止材などが適宜追加されてよい。ボトムセル210は、p+拡散層213とn+拡散層214との間に電圧を発生させる。発生した電圧は、p電極215とn電極216との電圧となる。p電極215とn電極216もY方向に関して、交互に配置されている。一つのボトムセル210における複数のp電極215は一つに束ねられており、一つのボトムセル210における複数のn電極216もまた一つに束ねられている。両者の電圧は、セルインターコネクタ230によって隣接する他のボトムセル210におけるpnが逆の電極と接続されることで、ボトムセル210が互いに直列に接続される。

[0016] ボトムセル210は、結晶系Si太陽電池セルなど、他の態様の太陽電池セルであってもよい。この場合における構成例を図8および図9に示す。図8は、ボトムセルモジュール200の構成をZ方向から見た図（その2）である。この例におけるセルインターコネクタ235は、互いに隣接するボトムセル210の表面側（図面における手前側）と裏面側（図面における奥側）を接続することで、m個のボトムセル210を直列に接続する導電体である。

[0017] 図9は、ボトムセルモジュール200の構成をY方向から見た図である（その2）。図示するように、ボトムセル210は、例えば、トップセルモジュール100の側から順に、n電極221、反射防止膜220、n型半導体222、p型半導体223、およびp電極224が積層されている。ボトムセル210は、p型半導体223pとn型半導体222との間に電圧を発生させる。発生した電圧は、p電極224とn電極221との間の電圧となる。この電圧は、セルインターコネクタ235によってボトムセル210が直列に接続されることで昇圧されて取り出される。ボトムセルモジュール200としては、他にも例えば、単結晶、多結晶、ヘテロ接合型、アモルファス等のシリコン系太陽電池や、CIS系、CIGS系の化合物太陽電池などが採用され、更にセル電極構造（p電極、n電極）としてメタルラップスルー

構造や両面受光構造が組み合わされてもよい。メタルラップスルー構造とは、図9に示す構造において、n電極221をボトムセル210の厚さ方向に貫通させて裏面側に持ってきた電極構造である。両面受光構造とは、図9に示す構造において、p電極224がボトムセル210の裏面の全面に配置されている構造ではなく、n電極221のようにバスバーによって配線されている電極構造である。

[0018] 図10は、ボトムセルモジュール200の等価回路図である。図示するように、ボトムセルモジュール200は、ボトムセルが1並列20直列で接続された回路構成となっている。

[0019] このように構成された太陽電池1は、トップセルモジュール100の方がボトムセルモジュール200よりも並列数が大きく、トップセルモジュール100の出力電流は一つのトップセル110の出力電流よりも大きくなる。ここで、仮にトップセルモジュール100とボトムセルモジュール200の並列数を同じにした場合は、前述した電流比率に起因してトップセルモジュール100の出力電流がボトムセルモジュール200の出力電流の $1/\alpha$ となり、トップセルモジュール100とボトムセルモジュール200の電流が整合しないため、これらを直列に接続するのが難しくなってしまう。この点、実施形態の太陽電池1ではトップセルモジュール100の並列数を大きくすることでトップセルモジュール100の出力電流がボトムセルモジュール200の出力電流の差を解消することができ、電流整合された状態に近付けることができる。この結果、トップセルモジュール100とボトムセルモジュール200を直列に接続することができ、トップセルモジュール100とボトムセルモジュール200の発電する電力を効率的に利用させることができる。また、太陽電池1の正極端子1Pと負極端子1Nのそれぞれを一つに絞ることができるため、太陽電池1の軽量化を図ることができる。

[0020] トップセルモジュール100の並列数をボトムセルモジュール200の並列数で除算した値 β は、特性値である α と一致することが望ましいが、 β が1よりも α に近く（すなわち電流整合するように並列数が作用し）、且つ上

限值（例えば $1.5 \times \alpha$ 程度）を超えない限り、 α と多少異なってもよい。上記例示した実施形態では $\beta = 4$ であるため、 $\alpha = 4$ となるようにトップセル110とボトムセル210の材料が選択されるとよい。

[0021] 以上説明した第1の実施形態によれば、複数のトップセル110の接続形態と複数のボトムセル210の接続形態（すなわち除算値 β ）は、トップセル110とボトムセル210の電流比率 α に整合するように設定されているため、トップセルモジュールとボトムセルモジュールの発電する電力を効率的に利用させることができる。

[0022] このような構成の太陽電池1は、例えば、以下のような態様で使用される。図11は、第1の実施形態に係る太陽電池システムの構成図である。太陽電池1は、幾何的構成として、1つの隅にトップセルモジュール100の正極端子100P（すなわち太陽電池1の正極端子1P）及びボトムセルモジュール200の負極端子200N（すなわち太陽電池1の負極端子1N）が配置されている。図11において、上側の太陽電池1をZ軸回りに180度回転させると下側の太陽電池1に一致するため、これらは等価である。

[0023] 図11に示すように、太陽電池1は、互いに隣接するように配置され、X方向に関して互いに隣接する太陽電池1の正極端子1Pと負極端子1Nとが接続されている。

[0024] 係る構成によって、複数の太陽電池1を直列に接続した太陽電池システムが生成される。太陽電池システムによる発電電力は、PCS（Power Conditioning System）300の入力端子310に入力され、出力端子320から出力される。

[0025] 以上説明した第1の実施形態によれば、4端子モジュールを接続する従来の太陽電池システムと比較して、配線長を低減させて効率的に複数の太陽電池1を直列配置することができる。

[0026] （第2の実施形態）

以下、第2の実施形態について説明する。図12は、第2の実施形態の太陽電池2の構成図である。太陽電池2は、第1の実施形態の太陽電池1と比

較すると、トップセルモジュール100の負極端子100Nが、ボトムセルモジュール200の正極端子200Pと接続されておらず、トップセルモジュール100の正極端子100Pが太陽電池2の第1正極端子2P#1、トップセルモジュール100の負極端子100Nが太陽電池2の第1負極端子2N#1、ボトムセルモジュール200の正極端子200Pが太陽電池2の第2正極端子2P#1、ボトムセルモジュール200の負極端子200Nが太陽電池2の第2負極端子2N#1を兼ねる点で相違する。すなわち、第2の実施形態の太陽電池2は、トップセルモジュール100とボトムセルモジュール200をそれぞれ独立した太陽電池として機能させる。トップセルモジュール100とボトムセルモジュール200の内部構成については第1の実施形態と同様であり、再度の説明を省略する。

[0027] このような構成の太陽電池2は、例えば、以下のような態様で使用される。図13は、第2の実施形態に係る太陽電池システムの構成図である。太陽電池2は、幾何的構成としてタイプAとタイプBの2つのタイプのいずれかとして形成され得る。太陽電池2（タイプA）は、光の入射する側（プラスZ側）から見てトップセルモジュール100の正極端子100P（すなわち太陽電池2の第1正極端子2P#1）が第1隅に存在するものである。第1隅とは、右上または左下であり、太陽電池2をZ軸回りに180度回転させると右上と左下に区別は無いため、これらは等価である。太陽電池2（タイプB）は、光の入射する側（プラスZ側）から見てトップセルモジュール100の正極端子100P（すなわち太陽電池2の第1正極端子2P#1）が第2隅に存在するものである。第2隅とは、第1隅に隣接する隅であり、右下または左上である。なお太陽電池2が正方形の形状を有している場合、タイプAとタイプBの間に違いは無くなるが、そうでは無いものとする。太陽電池2（タイプA）は「第1種類の太陽電池」の一例であり、太陽電池2（タイプB）は「第2種類の太陽電池」の一例である。

[0028] 図13に示すように、太陽電池2（タイプA）と太陽電池2（タイプB）は、配列方向（X方向）に関して交互に配置され、互いに隣接する太陽電池

2（タイプA）と太陽電池2（タイプB）の接続箇所において、太陽電池2（タイプA）の第1正極端子2P#1と太陽電池2（タイプB）の2N#1が接続されていると共に太陽電池2（タイプA）の2P#2と太陽電池2（タイプB）の2N#2が接続されており（図中（1））、或いは、太陽電池2（タイプA）の2N#1と太陽電池2（タイプB）の2P#1が接続されると共に太陽電池2（タイプA）の2N#2と太陽電池2（タイプB）の第2正極端子2P#2が接続されている（図中（2））。

[0029] 係る構成によって、複数の太陽電池2のトップセルモジュール100を直列に接続したフロントセル太陽電池系統と、複数の太陽電池2のボトムセルモジュール200を直列に接続したボトムセル太陽電池系統と、が生成される。フロントセル太陽電池系統による発電電力と、ボトムセル太陽電池系統による発電電力のそれぞれは、PCS（Power Conditioning System）300の第1入力端子310#1と第2入力端子310#2のそれぞれに入力され、PCS300において電流整合などの処理が行われて一本化された電力が出力端子320から出力される。

[0030] 以上説明した第2の実施形態によれば、第1の実施形態と同様の効果を奏することができる他、図13に例示したように、2タイプの太陽電池を用いることで、1タイプの太陽電池のみ用いる場合に比して、配線長を低減させて効率的に複数の太陽電池2を直列配置することができる。

[0031] 図6および図8の構成において、セルインターコネクタ230および235のうちY方向に隣接するボトムセル210同士を接続するものの配置を模式的に表現したが、実際には、X方向に関してボトムセル210よりも外側に張り出すように配置されてよい。

[0032] （トップセルモジュール100における電極の配置について）

以下、実施形態の太陽電池における電極の配置について、より詳細に説明する。これまでに説明したとおり、ボトムセルモジュール200は、トップセル110の数と同じ数の複数のボトムセル210を含む。複数のトップセル110は、第1方向（X方向）に並ぶ複数のトップセル110を含み、複

数のトップセル110と複数のボトムセル210は平面視で一対一に対向するように配置される。図2の例では、トップセル110-1~110-4など、X方向に並ぶ1セットのトップセル110が、「第1方向(X方向)に並ぶ複数のトップセル110」に該当する。

[0033] ここで、複数のトップセル110の間を繋ぐ電極は、平面視でボトムセル210に重ならない位置にある。これによって、ボトムセルの発電量の低下を抑制することができる。以下、これについて説明する。

[0034] [Y方向に関して]

複数のトップセル110のそれぞれは、複数のボトムセル210のうち対向するボトムセル210(例えばハイフン以下の符号が同じボトムセル210)に対して、平面視で第1方向(X方向)に直交する第2方向(Y方向)に張り出す部分を有し、この張り出す部分に、第1方向に並ぶ複数のトップセル110を並列に接続する第1電極が設けられている。「平面視で」とは、例えば、「Z方向から見た場合に」という意味である。また、「平面視で」とは、「想定される光の入射方向Dの方向から見た場合に」と換言することができ、「太陽電池1または2の最も広い平面部に直交する方向から見た場合に」と換言することもできる。「張り出す」とは、Y方向に関するボトムセル210の両側の端部(外縁線)よりも外側にトップセル110の端部が存在することをいう。第1電極には、正側セルインターコネクタ120Pと、負側セルインターコネクタ120Nとが含まれる。

[0035] [X方向に関して]

また、第1電極を接続する第2電極(ストリングコネクタ130)は、平面視で複数のトップセル110よりも第1方向(X方向)に関して外側に張り出している。つまり、第1電極は、X方向に関して、X方向に並ぶトップセル110のうち両端部に位置するトップセル110の端部(外縁線)よりも外側まで延びており、その第1電極の端部同士を第2電極が接続している。例えば後述する図14の例では、正側セルインターコネクタ120Pはトップセル110-4のX方向端部よりも先まで伸びており、負側セルインタ

ーコネクタ120Nはトップセル110-8のX方向端部よりも先まで伸びており、ストリングコネクタ130は、それらの先端部同士を接続している。他の箇所に関しても同様である。これらの構成によって、複数のトップセル110の間を繋ぐ電極（少なくとも第1電極を含み、第2電極を含んでもよい）は、平面視でボトムセル210に重ならない位置となる。

[0036] 図14は、太陽電池1または2の平面図である。図15は、図14における15-15線における断面図である。これらの図においては、図7に例示した構成と図9に例示した構成を区別せず、セルインターコネクタ230やセルインターコネクタ235を省略して示している。また、寸法や縮尺は図の通りでなく、任意に変更されてよい。ここで、各部の素材等について補足する。n-化合物層112は、光吸収層とpn接合を作るような半導体であり、亜酸化銅の場合は酸化物半導体が用いられる。n-化合物層112は、透過率が高いものであることが好ましい。p-光吸収層113は、太陽電池の光吸収層であり、光吸収層で吸収される波長以外の光をボトムセル210に透過させるために透過率が高い方が好ましい。例えば、亜酸化銅 Cu_2O がp-光吸収層113として用いられる。基板115のハッチングを「樹脂」に対応するものとしたが、前述したように基板115はガラスであってもよい。セルインターコネクタ120N、120Pは、例えば、はんだめっき銅線、導電性テープ、あるいは導電性接着剤と銅箔を組み合わせたもの、銅箔の片側に樹脂等を接着したもの等である。導電性テープは、例えば、Sn等でめっきした銅箔と樹脂系接着剤とを組み合わせたものである。

[0037] 図15に示すように、トップセル110にはY方向に関してボトムセル210の端部よりも外側に張り出した張り出し部110hP、110hNが設けられており、張り出し部110hPに収まるように正側セルインターコネクタ120Pが、張り出し部110hNに収まるように負側セルインターコネクタ120Nとが、それぞれ配置される。張り出し部110hP、110hNのそれぞれの幅は、例えば0~10 [mm] 程度であり、より好ましくは0~3 [mm] 程度である。このように構成されることで、トップセル1

10の発電面積とボトムセル210の発電面積が略一致することになる。なお、図4においては正側セルインターコネクタ120Pがp電極114に接するように配置されるものとしたが、図15では、正側セルインターコネクタ120Pはp電極114上に設けられ、Y方向に関してメインの積層構造に対して間隙をもって配置される、隔離されたn電極111（意味的にはp電極と称するべきであるが）に接するように配置される。この場合、電流は負側セルインターコネクタ120Nからn電極111、n-化合物層112、p-光吸収層113、p電極114を通り、更に、隔離されたn電極111を通して正側セルインターコネクタ120Pに至る。張り出し部110hPと張り出し部110hNの間はX方向に複数箇所スクライブされた構造を取ってもよい。

[0038] このように例示される構成によって、複数のトップセル110の間を繋ぐ電極は、平面視でボトムセル210に重ならない位置となる。

[0039] 以上説明した少なくとも一つの実施形態によれば、入射した光を光電変換することで発電すると共に、入射した光の一部を通過させるトップセルモジュール100と、トップセルモジュール100と積層されトップセルモジュール100を通過した光を光電変換することで発電するボトムセルモジュール200と、を備え、トップセルモジュール100は、直列、並列、または直列と並列の組み合わせで互いに接続された複数のトップセル110を含み、ボトムセルモジュール200は、直列、並列、または直列と並列の組み合わせで互いに接続された、トップセル110の数と同じ数の複数のボトムセル210を含み、複数のトップセル110の間を繋ぐ電極は、平面視でボトムセル210に重ならない位置にある。これにより、電極の影がボトムセル210上にかかることによるボトムセル210の発電量の低下を抑制することができる。

[0040] 各実施形態の太陽電池、または太陽電池システムは、省スペースで効率的に発電をすることができるため、航空機の翼面などの種々の制約が多い箇所に好適に取り付けることができる。

[0041] 本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。

請求の範囲

- [請求項1] 入射した光を光電変換することで発電すると共に、前記入射した光の一部を通過させるトップセルモジュールと、
前記トップセルモジュールと積層され、前記トップセルモジュールを通過した光を光電変換することで発電するボトムセルモジュールと、を備え、
前記トップセルモジュールは、直列、並列、または直列と並列の組み合わせで互いに接続された複数のトップセルを含み、
前記ボトムセルモジュールは、直列、並列、または直列と並列の組み合わせで互いに接続された、前記トップセルの数と同じ数の複数のボトムセルを含み、
前記複数のトップセルの間を繋ぐ電極は、平面視で前記ボトムセルに重ならない位置にある、
太陽電池。
- [請求項2] 前記複数のトップセルは、第1方向に並ぶ複数のトップセルを含み、
前記複数のトップセルと前記複数のボトムセルは平面視で一対一に対向するように配置され、
前記複数のトップセルのそれぞれは、前記複数のボトムセルのうち対向する前記ボトムセルに対して、平面視で前記第1方向に直交する第2方向に張り出す部分を有し、
前記張り出す部分に、前記第1方向に並ぶ複数のトップセルを並列に接続する第1電極が設けられている、
請求項1記載の太陽電池。
- [請求項3] 前記第1電極を接続する第2電極は、平面視で前記複数のトップセルよりも前記第1方向に関して外側に張り出している、
請求項2記載の太陽電池。
- [請求項4] 前記複数のトップセルの接続形態と前記複数のボトムセルの接続形

態は、前記トップセルと前記ボトムセルの電流比率に整合するように設定されている、

請求項 1 記載の太陽電池。

[請求項5] 前記トップセルモジュールの正極端子が前記太陽電池の正極端子であり、

前記ボトムセルモジュールの負極端子が前記太陽電池の負極端子であり、

前記トップセルモジュールの負極端子が前記ボトムセルモジュールの正極端子に接続されている、

請求項 4 記載の太陽電池。

[請求項6] 請求項 5 記載の複数の太陽電池を備え、

前記複数の太陽電池は少なくとも一方向に関して互いに隣接するように配置され、互いに隣接する前記複数の太陽電池の接続箇所において、

前記一方向に関して互いに隣接する前記複数の太陽電池のうちの一方向の前記正極端子と、互いに隣接する前記複数の太陽電池のうち他方向の前記負極端子とが接続されている、

太陽電池システム。

[請求項7] 前記トップセルモジュールの正極端子が前記太陽電池の第 1 正極端子であり、

前記トップセルモジュールの負極端子が前記太陽電池の第 1 負極端子であり、

前記ボトムセルモジュールの正極端子が前記太陽電池の第 2 正極端子であり、

前記ボトムセルモジュールの負極端子が前記太陽電池の第 2 負極端子である、

請求項 4 記載の太陽電池。

[請求項8] 請求項 7 記載の複数の太陽電池であって、光の入射する側から見て

前記トップセルモジュールの正極端子が第1隅に存在する一以上の第1種類の太陽電池と、光の入射する側から見て前記トップセルモジュールの正極端子が前記第1隅に隣接する第2隅に存在する一以上の第2種類の太陽電池と、を備え、

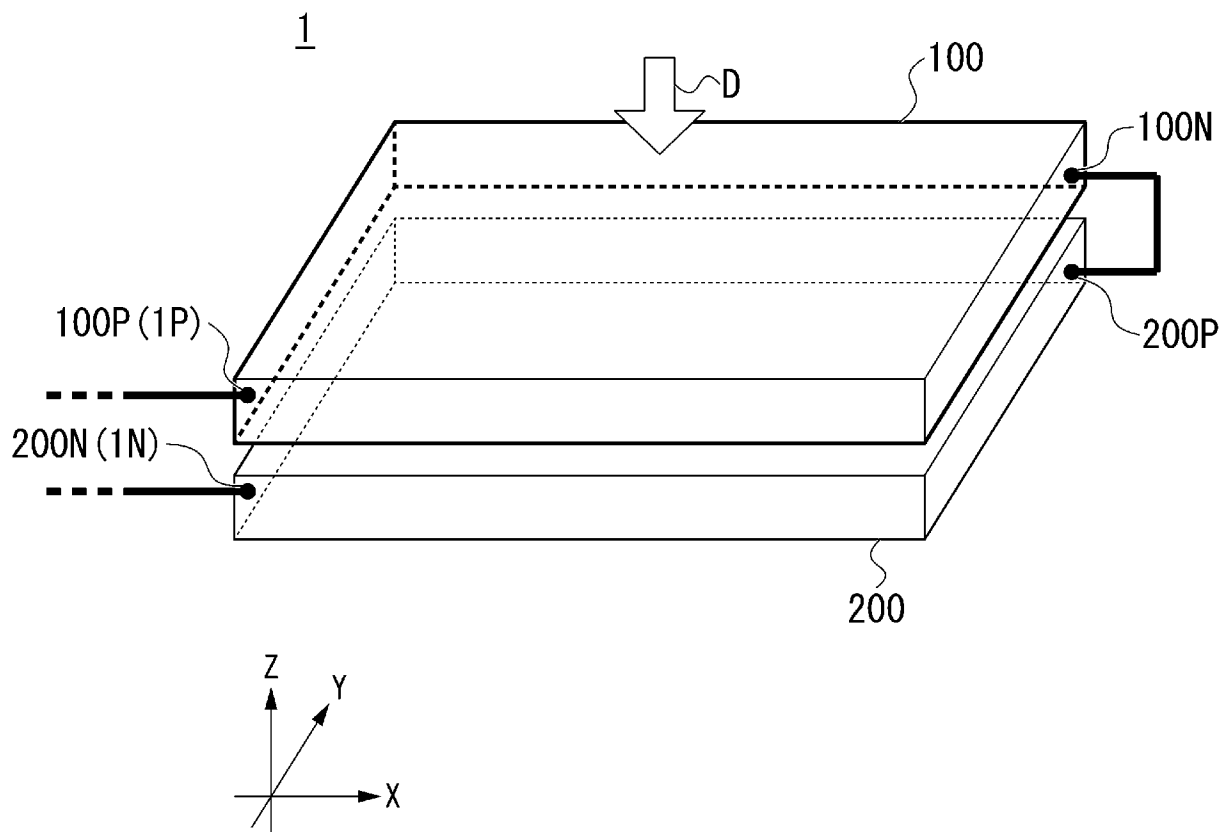
前記第1種類の太陽電池と前記第2種類の太陽電池が配列方向に関して交互に配置され、互いに隣接する前記第1種類の太陽電池と前記第2種類の太陽電池の接続箇所において、

前記第1種類の太陽電池の前記第1正極端子と前記第2種類の太陽電池の前記第1負極端子が接続されていると共に前記第1種類の太陽電池の前記第2正極端子と前記第2種類の太陽電池の前記第2負極端子が接続されており、或いは、

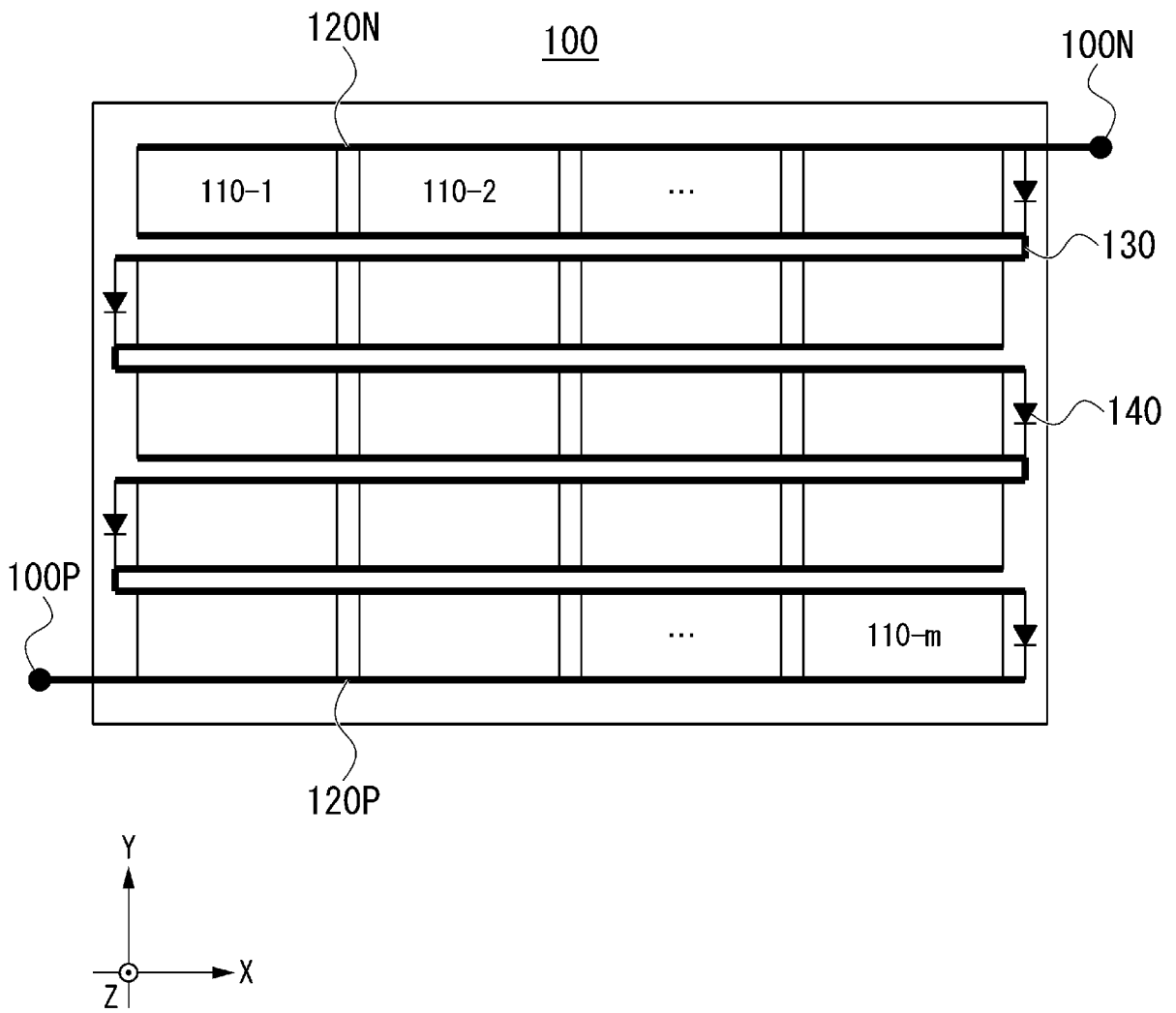
前記第1種類の太陽電池の前記第1負極端子と前記第2種類の太陽電池の前記第1正極端子が接続されると共に前記第1種類の太陽電池の前記第2負極端子と前記第2種類の太陽電池の前記第2正極端子が接続されている、

太陽電池システム。

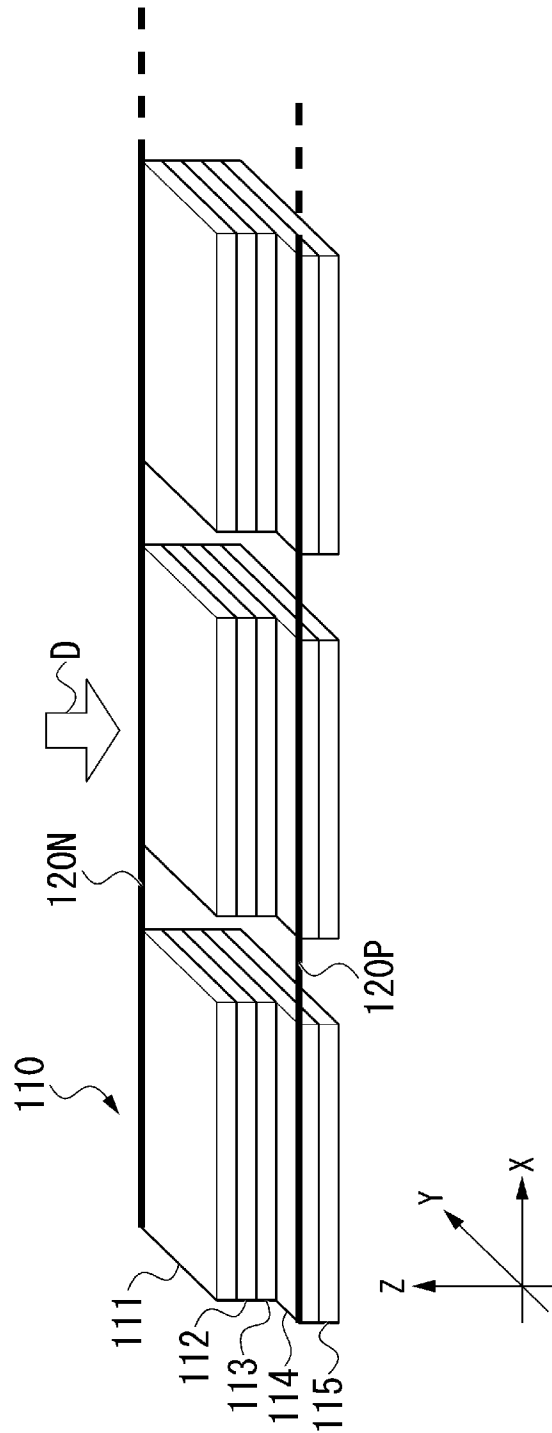
[図1]



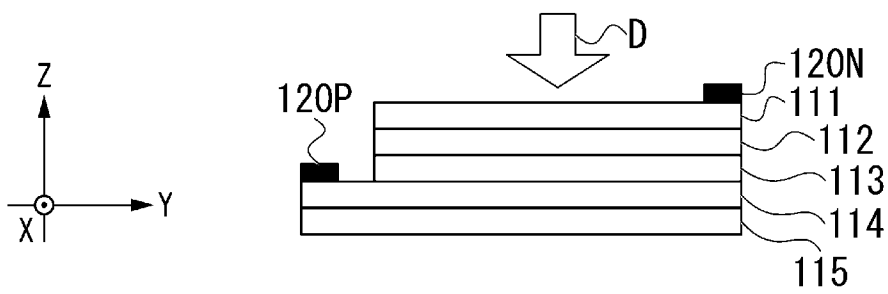
[図2]



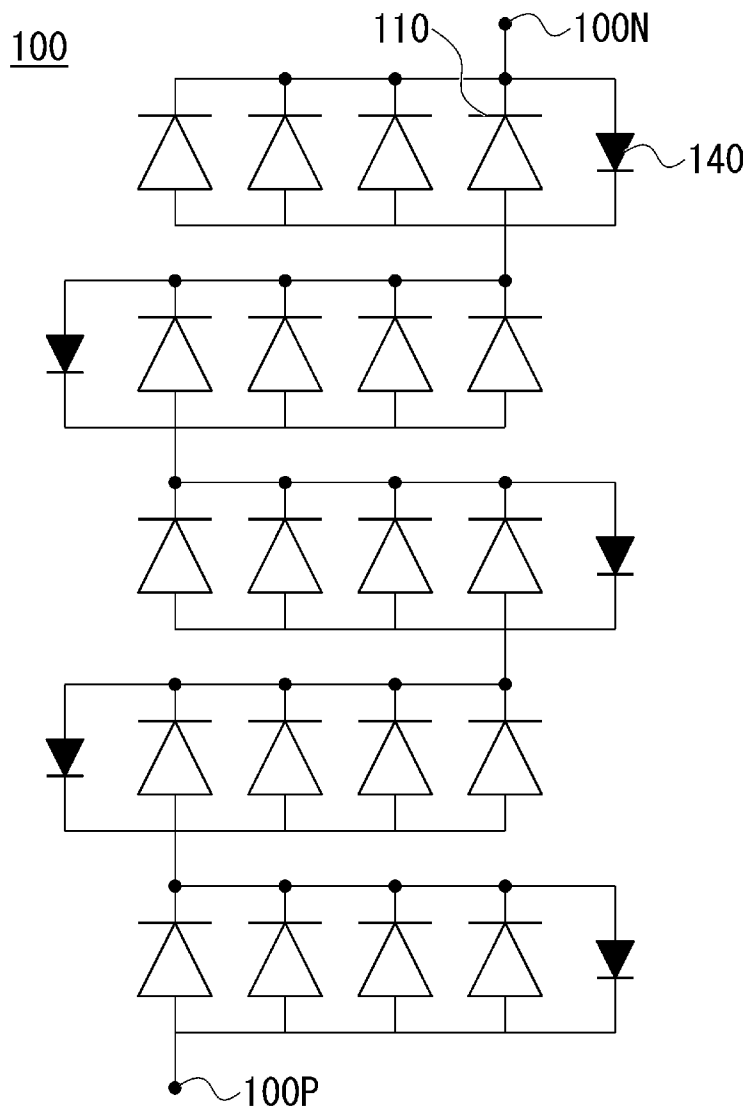
[図3]



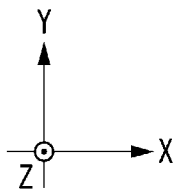
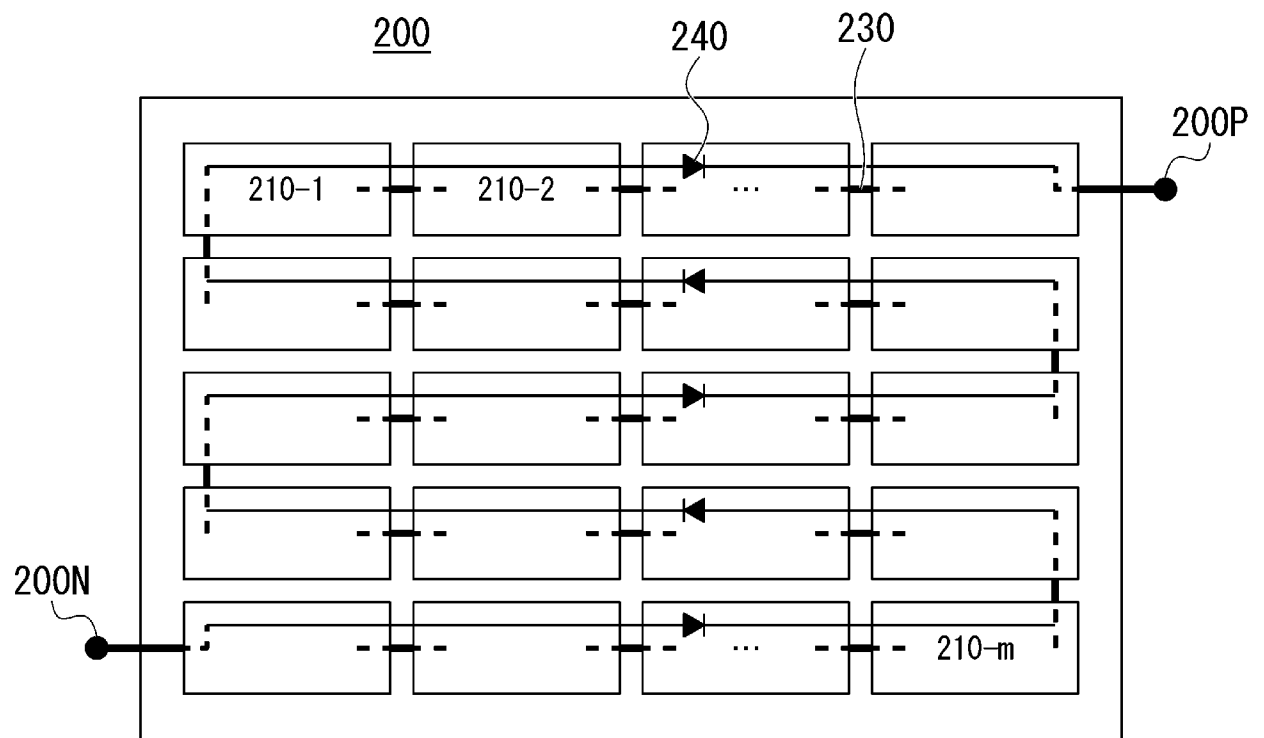
[図4]



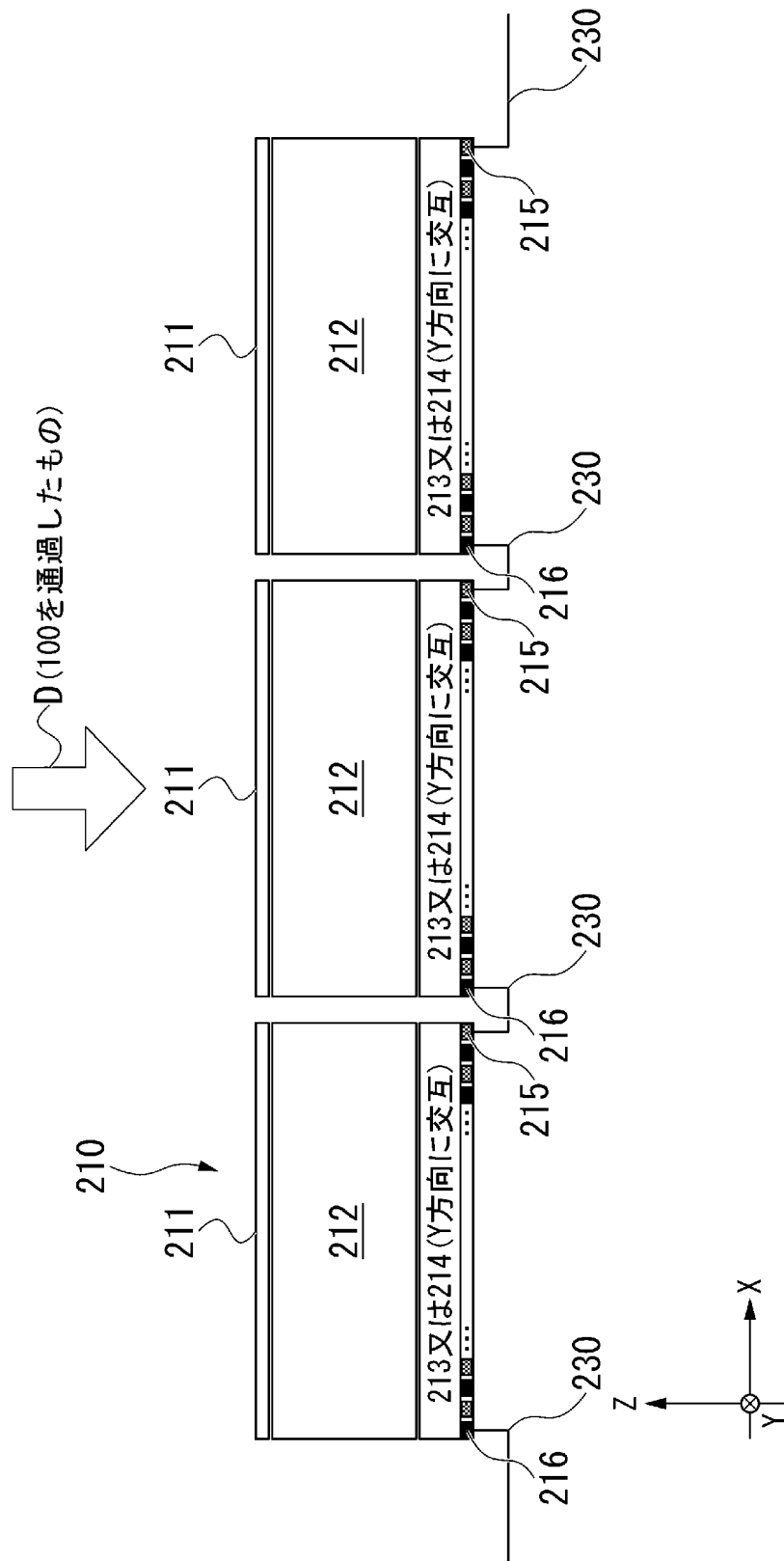
[圖5]



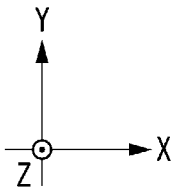
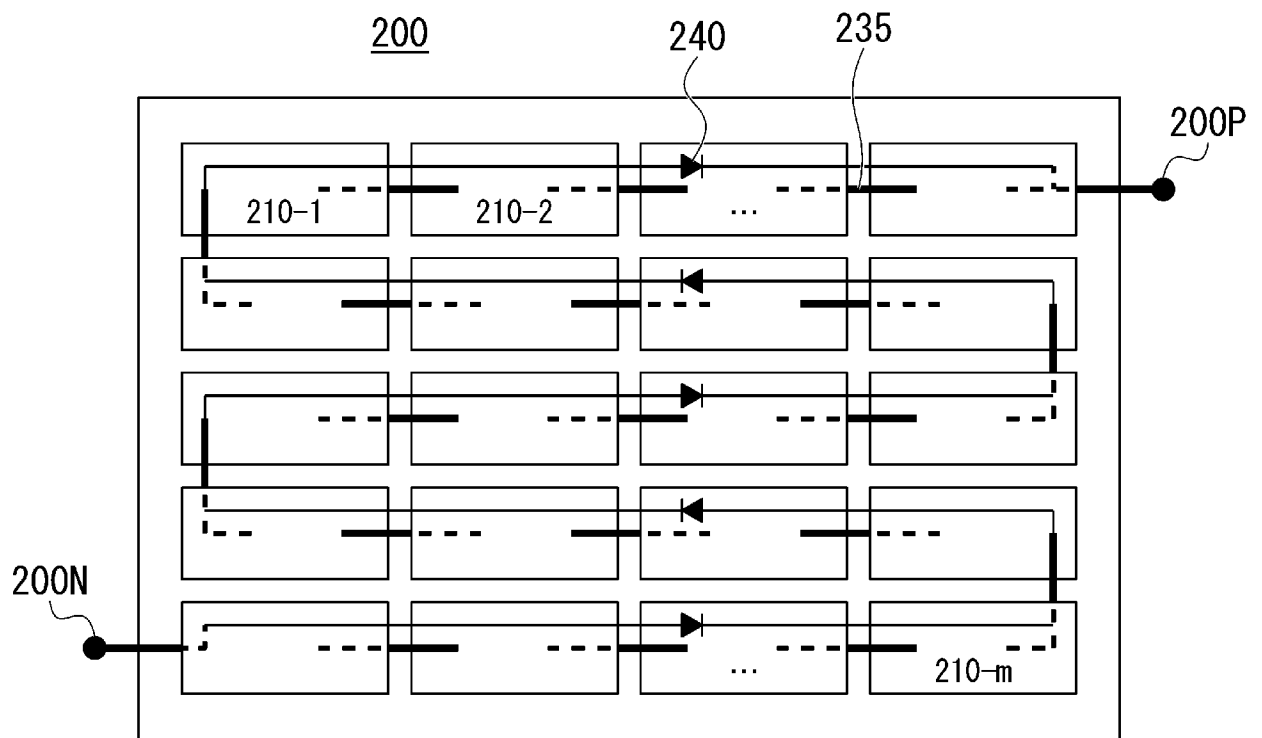
[図6]



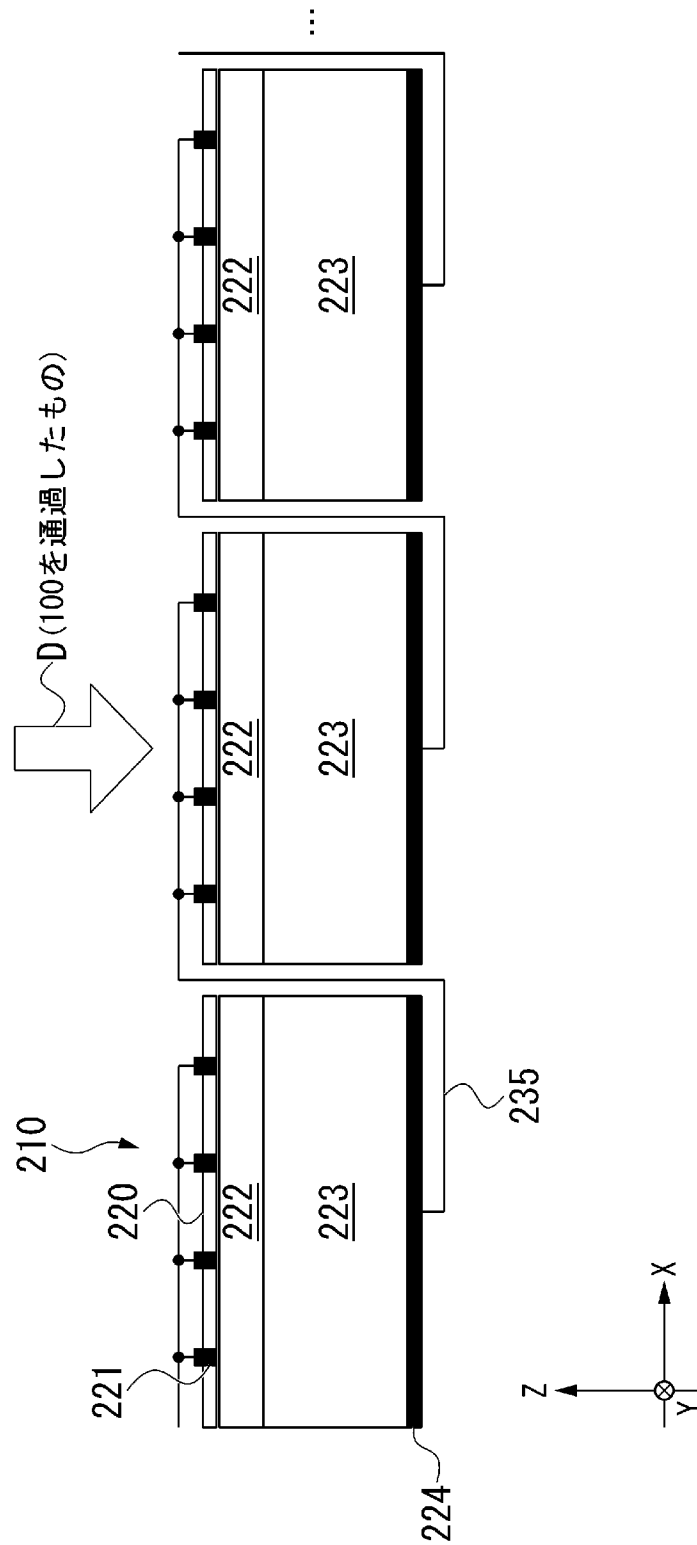
[図7]



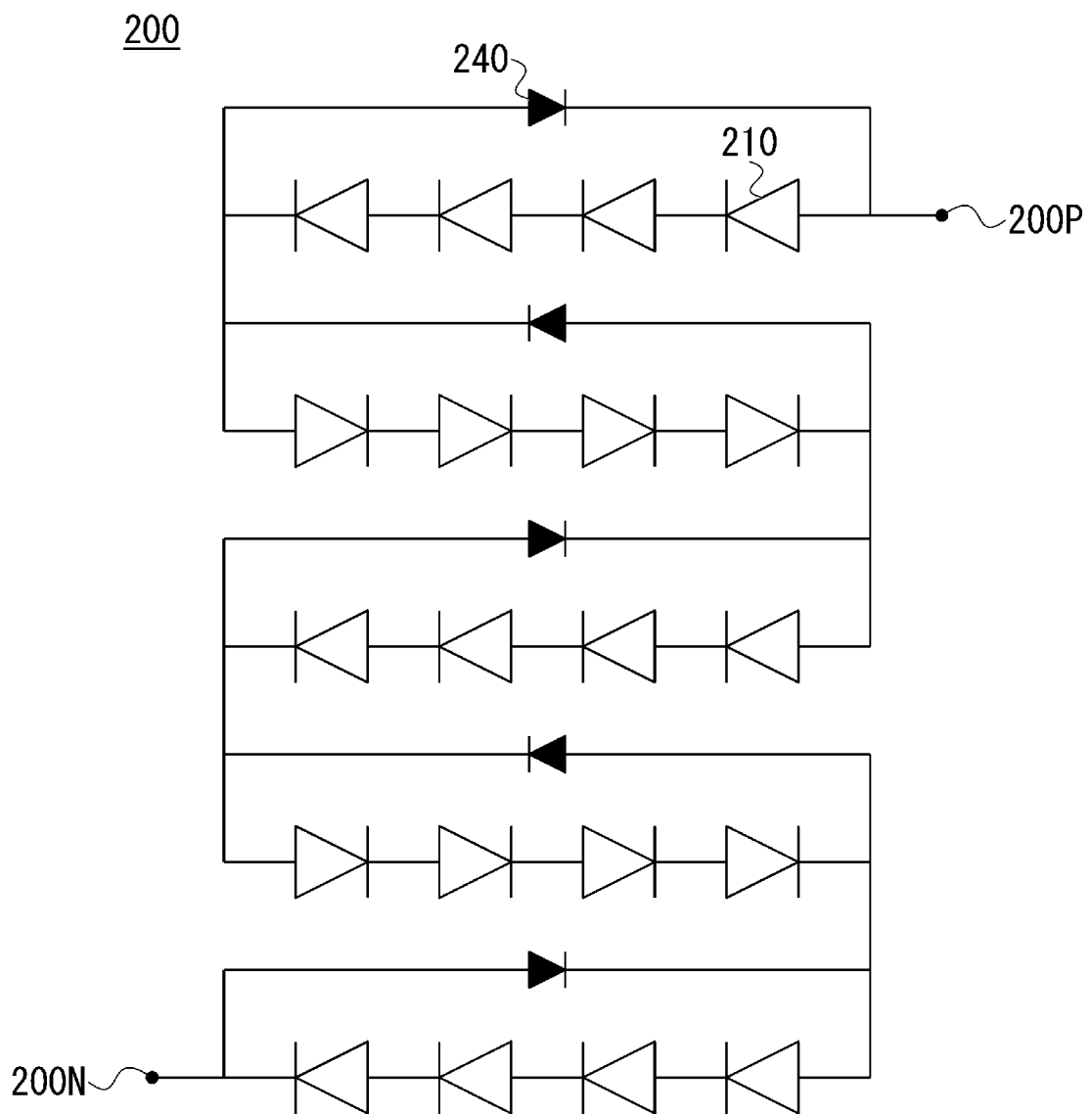
[図8]



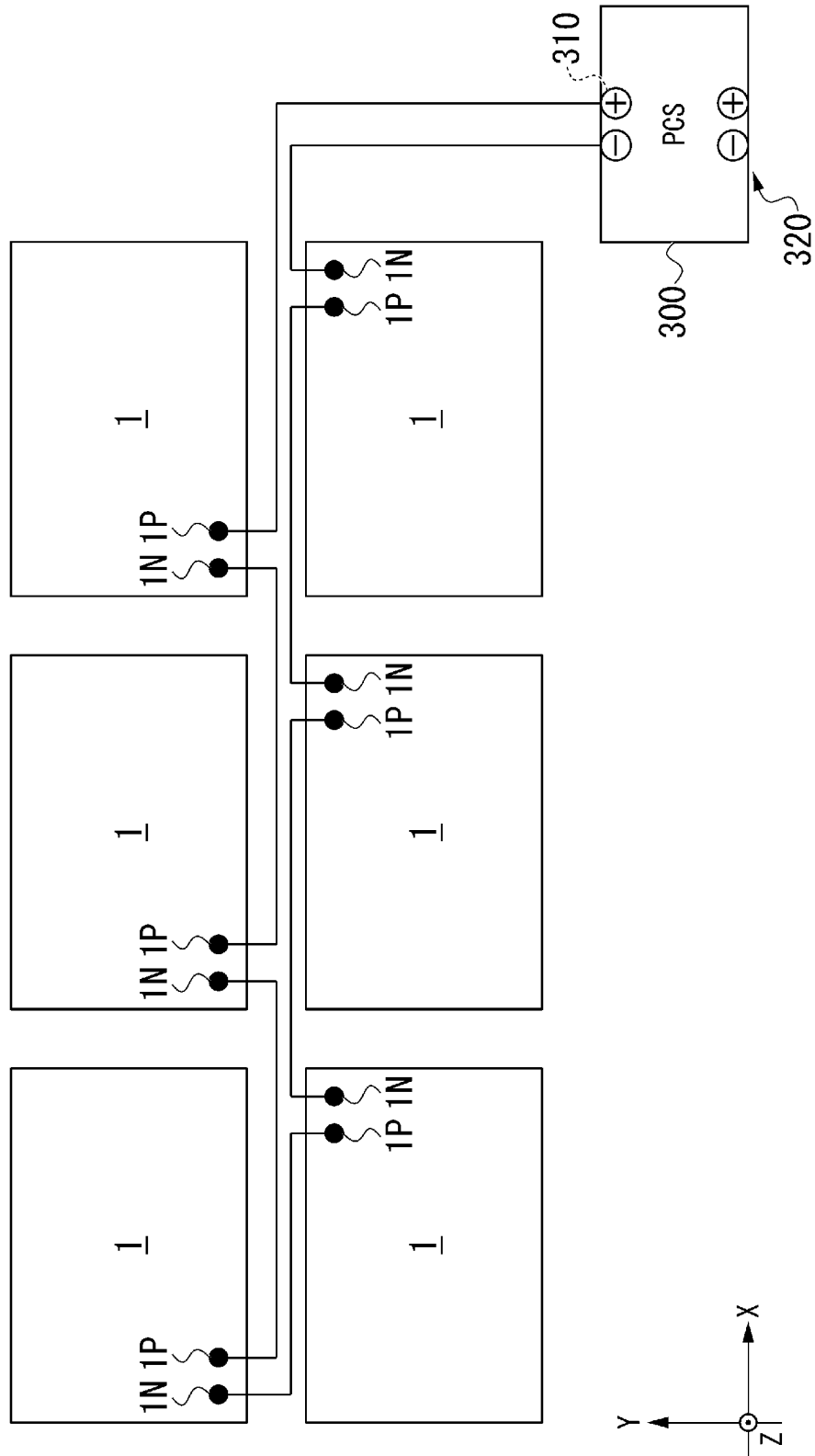
[図9]



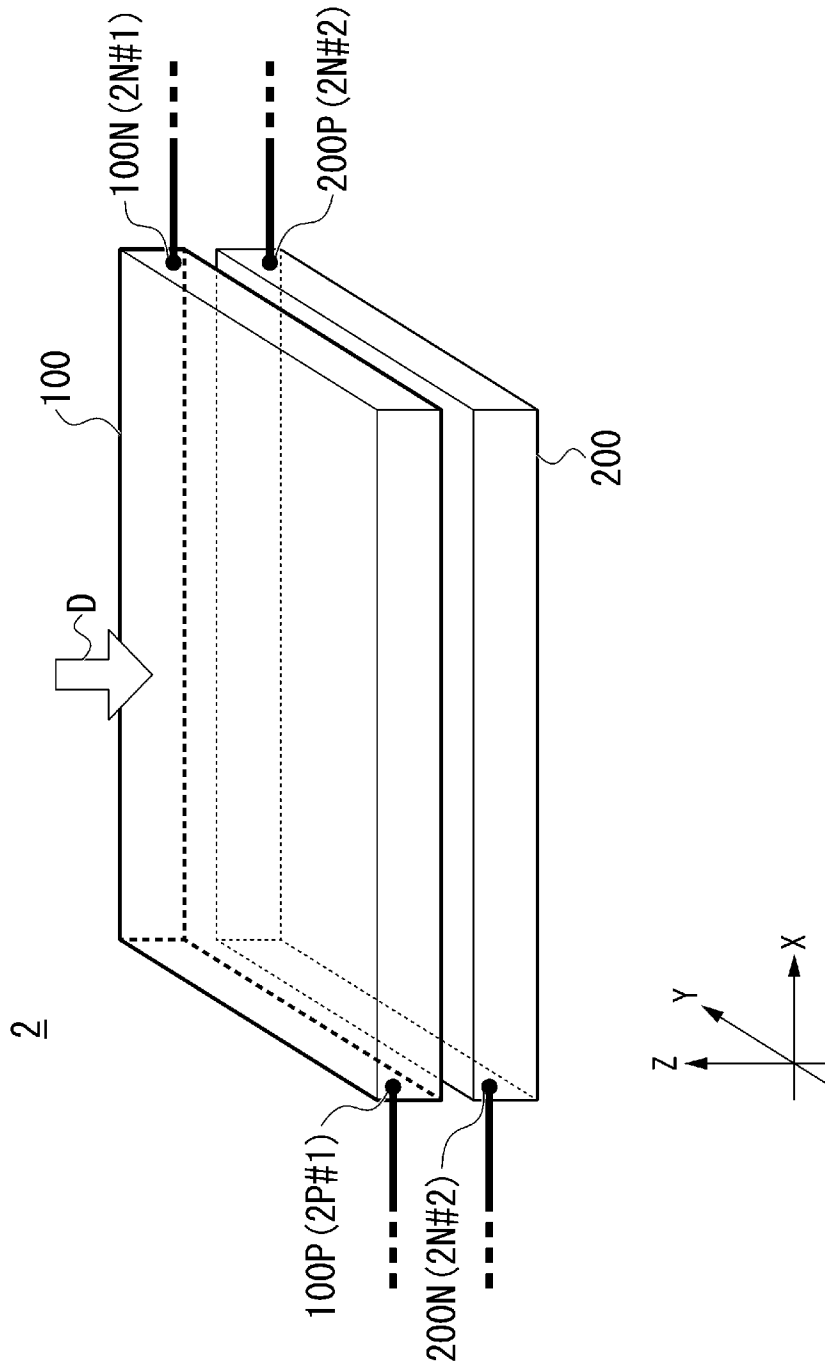
[図10]



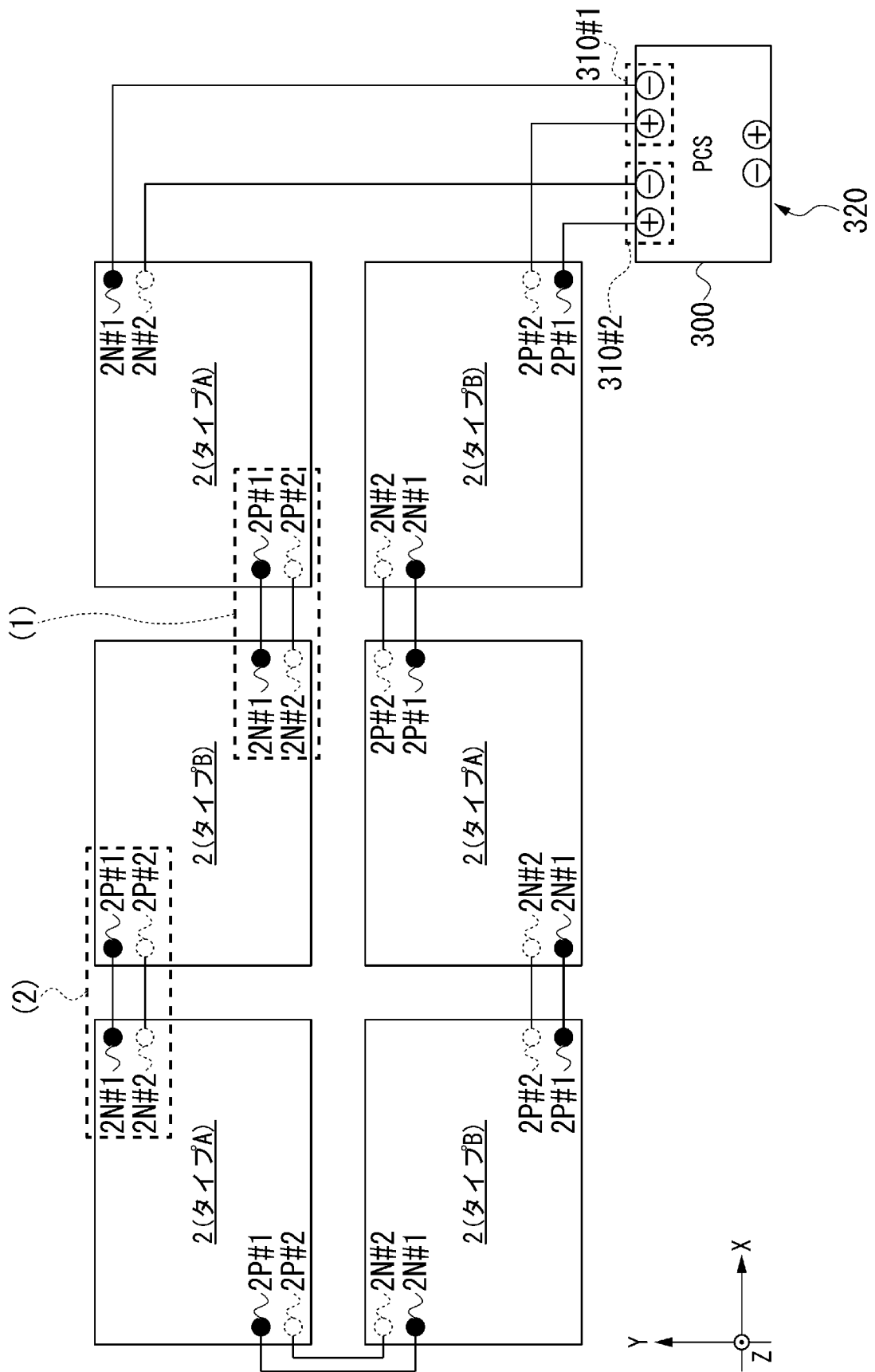
[図11]



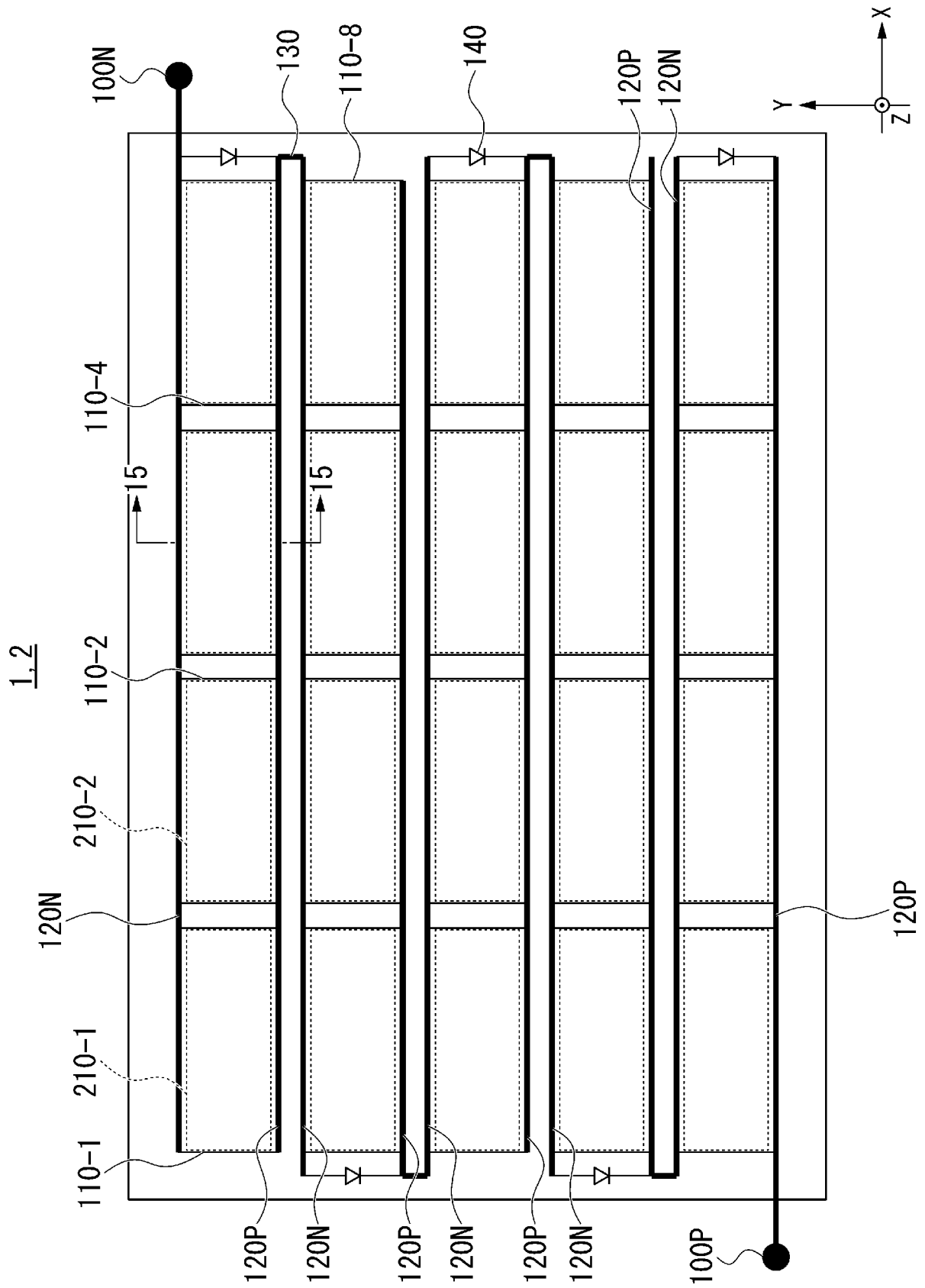
[図12]



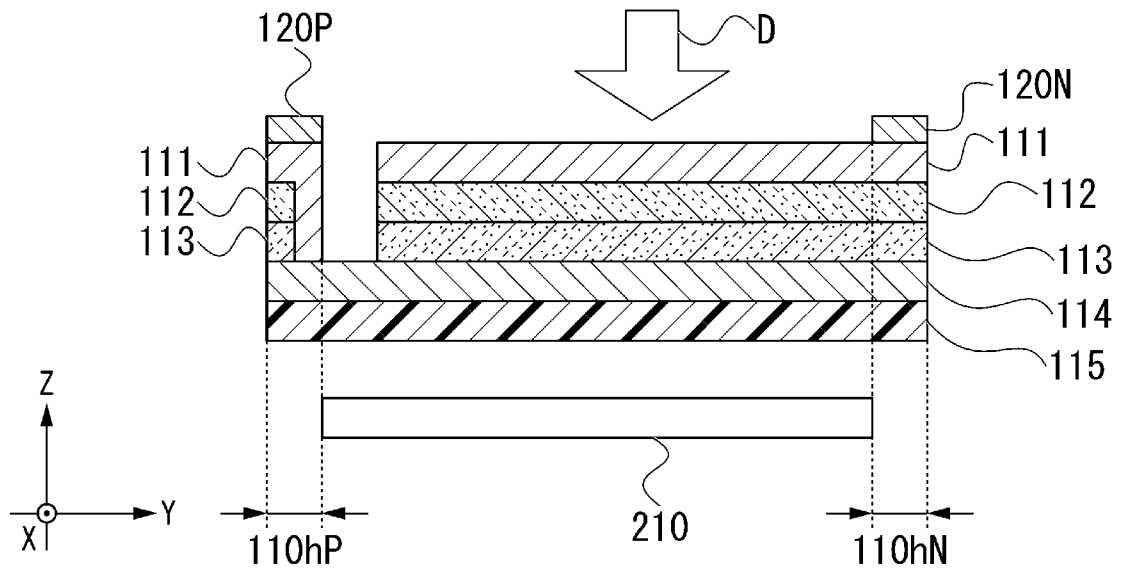
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/028595

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>H01L 31/043</i> (2014.01)i FI: H01L31/04 510		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01L31/04-31/056		
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 1971-2021 Registered utility model specifications of Japan 1996-2021 Published registered utility model applications of Japan 1994-2021		
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	WO 2008/059593 A1 (KYOSEMI CORP.) 22 May 2008 (2008-05-22) paragraphs [0030]-[0110], fig. 11, 13, 19	1-5
Y		1-8
Y	JP 2017-534184 A (SOL VOLTAICS AB) 16 November 2017 (2017-11-16) paragraphs [0037], [0057]-[0059], fig. 2, 7b-7d	1-6
Y	US 8569613 B1 (BROWN, Albert S.) 29 October 2013 (2013-10-29) column 4, line 19 to column 6, line 5, column 11, line 47 to column 12, line 2, fig. 1, 10	1-4, 7-8
Y	JP 8-226210 A (FUJI ELECTRIC CORP. RES. & DEV. LTD.) 03 September 1996 (1996-09-03) paragraph [0010], fig. 8	1-4, 7-8
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 16 September 2021		Date of mailing of the international search report 28 September 2021
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/028595

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2008/059593	A1	22 May 2008	US 2010/0018568 A1 paragraphs [0109]-[0199], fig. 11, 13, 19 EP 2083450 A1 KR 10-2009-0073242 A CN 101553935 A	
JP	2017-534184	A	16 November 2017	US 2017/0323993 A1 paragraphs [0044], [0067]-[0069], fig. 2, 7b-7d WO 2016/066630 A1 EP 3016148 A1 KR 10-2017-0076754 A CN 107112376 A	
US	8569613	B1	29 October 2013	(Family: none)	
JP	8-226210	A	03 September 1996	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 31/043(2014.01)i FI: H01L31/04 510		
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）） H01L31/04-31/056 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 1971-2021年 日本国実用新案登録公報 1996-2021年 日本国登録実用新案公報 1994-2021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	WO 2008/059593 A1 (京セミ株式会社) 22.05.2008 (2008-05-22) 段落[0030]-[0110], 図11,13,19	1-5
Y		1-8
Y	JP 2017-534184 A (ソル ヴォルタイクス アーバー) 16.11.2017 (2017-11-16) 段落[0037], [0057]-[0059], 図2,7b-7d	1-6
Y	US 8569613 B1 (BROWN Albert S.) 29.10.2013 (2013-10-29) 第4欄第19行-第6欄第5行, 第11欄第47行-第12欄第2行, 図1,10	1-4,7-8
Y	JP 8-226210 A (株式会社富士電機総合研究所) 03.09.1996 (1996-09-03) 段落[0010], 図8	1-4,7-8
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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抵触するものではなく、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 16.09.2021	国際調査報告の発送日 28.09.2021	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 吉岡 一也 2K 4742 電話番号 03-3581-1101 内線 3255	

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
 PCT/JP2021/028595

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2008/059593	A1	22.05.2008	US 2010/0018568 A1 段落[0109]-[0199], 図11, 13,19 EP 2083450 A1 KR 10-2009-0073242 A CN 101553935 A	
JP	2017-534184	A	16.11.2017	US 2017/0323993 A1 段落[0044], [0067]- [0069], 図2, 7b-7d WO 2016/066630 A1 EP 3016148 A1 KR 10-2017-0076754 A CN 107112376 A	
US	8569613	B1	29.10.2013	(ファミリーなし)	
JP	8-226210	A	03.09.1996	(ファミリーなし)	