

(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12月15日(15.12.2022)



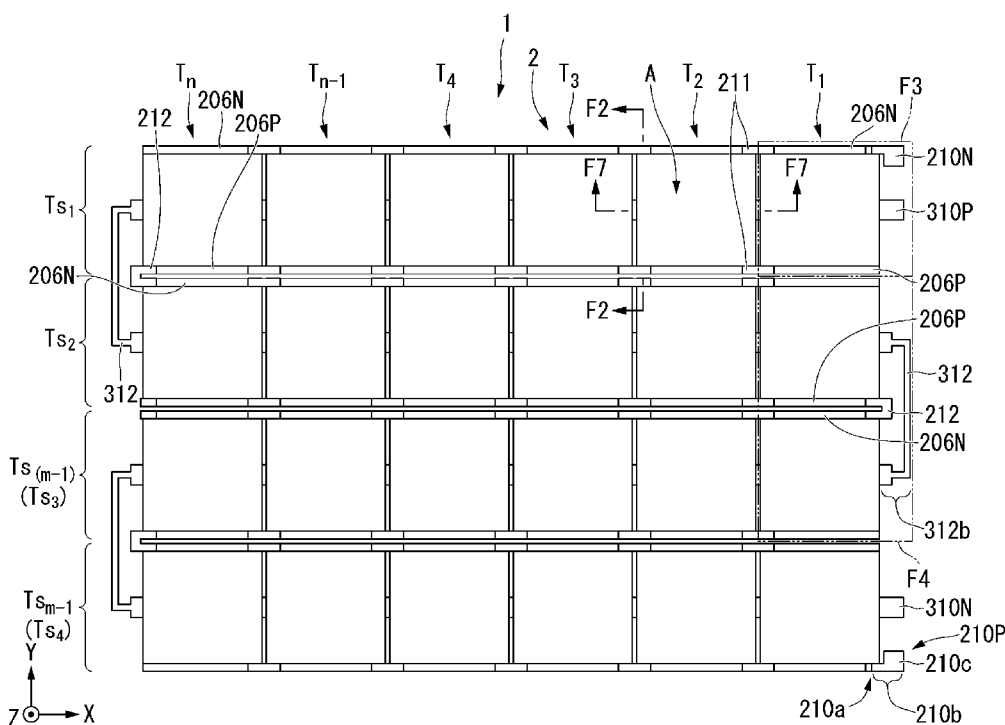
(10) 国際公開番号

WO 2022/259461 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 31/043 (2014.01) *H01L 31/05* (2014.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/022107
- (22) 国際出願日: 2021年6月10日(10.06.2021)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (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7番地34 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 山本 和重 (YAMAMOTO Kazushige); 〒1050023 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内 Tokyo (JP). 芝崎 聡一郎 (SHIBASAKI Soichiro); 〒1050023 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内 Tokyo (JP). 保西 祐弥 (HONISHI Yuya); 〒1050023 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内 Tokyo (JP). 中川 直之 (NAKAGAWA Naoyuki); 〒1050023 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内 Tokyo (JP). 水野 幸民 (MIZUNO Yukitami); 〒1050023 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内 Tokyo (JP). 山崎 六月 (YAMAZAKI Mutsuki); 〒1050023 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内 Tokyo (JP). 西田 靖孝 (NISHIDA

(54) Title: TANDEM SOLAR CELL

(54) 発明の名称: タンデム太陽電池



(57) Abstract: A tandem solar cell (1) of an embodiment comprises a top cell module (2) in which a plurality of top cell strings (T_s) are electrically connected, first string connectors (212), a bottom cell module (3) in which a plurality of bottom cell strings (B_s) are electrically connected, and second string connectors (312). The top cell string (T_s) is configured by electrically connecting a plurality of top cells (T_i). The bottom cell string (B_s) is configured by electrically connecting a plurality of bottom cells (B_i) and is arranged to overlap

WO 2022/259461 A1

Yasutaka); 〒1050023 東京都港区芝浦一丁目
1番1号 株式会社東芝内 Tokyo (JP).

- (74) 代理人: 弁理士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))

with the top cell string (T_{s_j}) in plan view that is viewed from the thickness direction of the top cells (T_i). The first string connector (212) has a first extending portion (212b) extending outside the top cell module (2) in plan view. The second string connector (312) has a second extending portion (312b) extending outside the bottom cell module (3) in plan view. The first extending portion (212b) and the second extending portion (312b) are arranged apart from each other in plan view.

(57) 要約: 実施形態のタンデム太陽電池 (1) は、複数のトップセルストリング (T_{s_j}) が電氣的に接続されたトップセルモジュール (2) と、第1ストリングコネクタ (212) と、複数のボトムセルストリング (B_{s_j}) が電氣的に接続されたボトムセルモジュール (3) と、第2ストリングコネクタ (312) と、を持つ。トップセルストリング (T_{s_j}) は、複数のトップセル (T_i) が電氣的に接続されて構成されている。ボトムセルストリング (B_{s_j}) は、複数のボトムセル (B_i) が電氣的に接続されて構成されており、トップセル (T_i) の厚さ方向から見た平面視においてトップセルストリング (T_{s_j}) と重なるように配置されている。第1ストリングコネクタ (212) は、平面視においてトップセルモジュール (2) の外側に延びる第1延出部 (212b) を持つ。第2ストリングコネクタ (312) は、平面視においてボトムセルモジュール (3) の外側に延びる第2延出部 (312b) を持つ。第1延出部 (212b) と第2延出部 (312b) とは、平面視において互いに離れて配置されている。

明 細 書

発明の名称： タンデム太陽電池

技術分野

[0001] 本発明の実施形態は、タンデム太陽電池に関する。

背景技術

[0002] 従来、トップセルとボトムセ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形成されたトップセルとボトムセルを組み合わせることによって、小面積で効率的に発電を行うことができる。

タンデム太陽電池には、トップセルとボトムセルを直列接続した2端子構造や、トップセルとボトムセルを電氣的に分離した4端子構造などがある。2端子構造の場合、トップセルとボトムセルに流れる光電流が必ず一致する電流整合の制約条件が存在するため、太陽光の入射角度や天候などが最適照射条件から外れた時に、発電量が大きく減少する短所がある。これに対して、4端子構造の場合、電流整合の制約が無いため、発電量は、とくに太陽光の最適照射条件から外れた時に2端子構造より大きくなる長所がある（最適照射条件では同等）。

4端子構造タンデム太陽電池では、トップセルと、ボトムセルとは、互いに絶縁する必要がある。トップセルを複数並べたトップセルモジュールと、ボトムセルを複数並べたボトムセルモジュールを積層した4端子構造タンデム太陽電池モジュールにおいても、トップセルモジュールとボトムセルモジュールとは、互いに絶縁されている。

トップセル（ボトムセル）を複数並べてトップセル（ボトムセル）モジュールを形成する場合、トップセル（ボトムセル）を一方向に短冊状に並べて電氣的に接続したトップセル（ボトムセル）ストリングを形成し、各トップセル（各ボトムセル）ストリングの接続方向の両端部同士をストリングコネクタで接続することが多い。トップセルモジュールおよびボトムセルモジュ

ールの各ストリングコネクトは、タンデム太陽電池の厚さ方向に近接するので、互いに確実に絶縁する必要がある。

ストリングコネクト同士を絶縁する絶縁構造を設けることによって、タンデム太陽電池の構造が複雑になったり、タンデム太陽電池が大型化したりする可能性がある。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本国特開2020-53669号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 本発明が解決しようとする課題は、簡素な構成によってトップセルモジュールとボトムセルモジュールとの絶縁性を向上することができるタンデム太陽電池を提供することである。

課題を解決するための手段

[0005] 実施形態のタンデム太陽電池は、トップセルストリングと、ボトムセルストリングと、トップセルモジュールと、第1ストリングコネクトと、ボトムセルモジュールと、第2ストリングコネクトと、を持つ。トップセルストリングは、複数のトップセルが電氣的に接続されている。ボトムセルストリングは、複数のボトムセルが電氣的に接続されている。ボトムセルストリングは、トップセルの厚さ方向から見た平面視においてトップセルストリングと重なるように配置されている。第1ストリングコネクトは、平面視においてトップセルモジュールの外側に延びる第1延出部を持つ。ボトムセルモジュールは、複数のボトムセルストリングが電氣的に接続されている。第1延出部と第2延出部とは、平面視において互いに離れて配置されている。

図面の簡単な説明

[0006] [図1]第1の実施形態のタンデム太陽電池の例を示す平面図。

[図2]図1におけるF2-F2線に沿う断面図。

[図3]図1におけるF3部の斜視図。

[図4]図1におけるF4部の斜視図。

[図5]第1の実施形態のタンデム太陽電池におけるトップセルモジュールの等価回路図。

[図6]第1の実施形態のタンデム太陽電池の例を示す裏面図。

[図7]図1におけるF7-F7線に沿う断面図。

[図8A]第1の実施形態のタンデム太陽電池に用いるバックコンタクト型太陽電池セルの例を示す裏面図。

[図8B]図8AにおけるF8B-F8B線に沿う断面図。

[図9]第1の実施形態のタンデム太陽電池におけるボトムセルモジュールの等価回路図。

[図10]比較例のタンデム太陽電池の例を示す平面図。

[図11]第2の実施形態のタンデム太陽電池の例を示す平面図。

[図12]図11におけるF12部の斜視図。

[図13]図11におけるF13部の斜視図。

[図14]第3の実施形態のタンデム太陽電池の例を示す平面図。

[図15]第1変形例のタンデム太陽電池の例を示す平面図。

[図16]第2変形例のタンデム太陽電池の例を示す平面図。

[図17]第3変形例のタンデム太陽電池の例を示す平面図。

[図18]第4変形例のタンデム太陽電池の例を示す平面図。

[図19]第5変形例のタンデム太陽電池の例を示す平面図。

[図20]第6変形例のタンデム太陽電池の例を示す平面図。

[図21]第7変形例のタンデム太陽電池の例を示す裏面図。

[図22]第8変形例のタンデム太陽電池の例を示す裏面図。

[図23]各実施形態および各変形例に用いることができる結晶系シリコン太陽電池の例を示す断面図。

発明を実施するための形態

[0007] 以下、実施形態のタンデム太陽電池を、図面を参照して説明する。以下の

各図において、特に断らない限り、同一または相当する構成については同一の符号を付す。

[0008] (第1の実施形態)

第1の実施形態のタンデム太陽電池を説明する。

図1は、第1の実施形態のタンデム太陽電池の例を示す平面図である。図2は、図1におけるF2-F2線に沿う断面図である。図3は、図1におけるF3部の斜視図である。図4は、図1におけるF4部の斜視図である。

[0009] 図1に示すタンデム太陽電池1は、紙面の前側から奥側に向かって入射する入射光を光電変換することによって発電する。以下では、タンデム太陽電池1における入射光の入射面の法線に沿ってタンデム太陽電池1を見ることを平面視と称する。本実施形態では、平面視は、後述するトップセル T_i の厚さ方向から見ることも同じである。

図2に示すように、タンデム太陽電池1は、トップセルモジュール2と、ボトムセルモジュール3と、を有する。トップセルモジュール2とボトムセルモジュール3とは、光透過性を有する絶縁層4を介在して互いの厚さ方向にメカニカルに接合されており、電気的にはトップセルモジュール2とボトムセルモジュール3とは互いに分離されている。例えば、絶縁層4は、透明な基材の表面に透明な樹脂接着剤が塗布されて形成される。

[0010] 図1に示すように、トップセルモジュール2は、 m 個（ただし、 m は2以上の整数）のトップセルstring T_{s_1} 、 \dots 、 T_{s_m} を有する。トップセルstring T_{s_1} 、 \dots 、 T_{s_m} のそれぞれは、 n 個（ただし、 n は2以上の整数）のトップセル T_1 、 \dots 、 T_n が互いに電気的に接続されて構成されている。

以下では、トップセル T_1 、 \dots 、 T_n のうちの任意の1つを表す場合、 i が1から n のいずれかを表すとして、「トップセル T_i 」と記載する場合がある。トップセルstring T_{s_1} 、 \dots 、 T_{s_m} のうちの任意の1つを表す場合、 j が1から m のいずれかを表すとして、「トップセルstring T_{s_j} 」と記載する場合がある。

トップセル T_1 、 \dots 、 T_n の全体は、「トップセル T_1-T_n 」と、トップセルstring T_{s_1} 、 \dots 、 T_{s_m} の全体は、「トップセルstring $T_{s_1}-T_{s_m}$ 」と、記載する場合がある。

[0011] トップセルstring T_{s_j} を構成するトップセル T_1-T_n の各定格出力は、同一であることがより好ましいが、同一でなくてもよい。ここで、定格出力とは、AM1.5の太陽光（ 1 kW/m^2 ）が垂直入射した際のトップセルの発電量、すなわち、出力電圧と出力電流の積である。

以下では、簡単のため、トップセルstring T_{s_j} におけるトップセル T_1-T_n のそれぞれの定格出力は、互いに同一である例で説明する。

トップセルstring $T_{s_1}-T_{s_m}$ において、添字 j が異なる場合、それぞれに含まれる同一の添字 i のトップセル T_i 同士の各定格出力は、同一でもよいし、同一でなくてもよい。以下では、簡単のため、添字 j が異なるトップセルstring T_{s_j} 同士における各トップセル T_i の定格出力は、互いに同一である例で説明する。

すなわち、以下の説明では、各トップセル T_i の定格出力と、各トップセルstring T_{s_j} の定格出力は、それぞれ同一である。

[0012] 図1に示す例では、トップセルモジュール2は、 n 個のトップセル T_i が図示横方向に配列され、それぞれが互いに電氣的に接続されることで、トップセルstring T_{s_j} を形成している。各トップセルstring T_{s_j} は、それぞれの長手方向（図示横方向）に互いに隣接して配列されている。このため、トップセルモジュール2における各トップセル T_i は、全体として、 $n \times m$ の矩形格子状に配列されている。図1には、 $n=6$ 、 $m=4$ の例が記載されているが、 n 、 m はこれに限定されない。

[0013] 以下では、各トップセルstring T_{s_j} の長手方向をX軸方向、各トップセルstring T_{s_j} の配列方向（図示縦方向）をY軸方向と称する。タンデム太陽電池1の厚さ方向は、Z軸方向と称する。

X軸方向の正方向（X軸正方向）は、トップセル T_i の添字 i が降順になる並びの方向である。Y軸方向の正方向（Y軸正方向）は、トップセルストリ

ング T_{s_j} の添字 j が降順になる並びの方向である。Z軸方向の正方向（Z軸正方向）は、トップセルモジュール2の入射面の法線方向において、ボトムセルモジュール3からトップセルモジュール2に向かう方向である。X軸負方向、Y軸負方向、およびZ軸負方向は、それぞれ、X軸正方向、Y軸正方向、およびZ軸正方向の反対方向である。

Z軸方向は、Z軸正方向を上方、Z軸負方向を下方とする上下方向である。以下では、特に断らない限り、上、下は、Z軸方向における上、下を意味する。

[0014] 図1に例示するトップセルモジュール2において各トップセル T_i の構成は同一なので、主に、図2に示すトップセルstring T_{s_1} のトップセル T_2 の例で説明する。

トップセル T_2 は、基板201と、直列アレイセルAと、を有する。

基板201は、トップセル T_2 の下層部を形成する板部材である。基板201の材料は、光透過性を有していれば特に限定されない。基板201の透過率は高いほどより好ましい。例えば、基板201の材料は、ガラスであることがより好ましい。例えば、基板201の材料は、アクリル、ポリイミド、ポリカーボネート、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリプロピレン（PP）、フッ素系樹脂（ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）、パーフルオロエチレンプロペンコポリマー（FEP）、エチレンテトラフルオロエチレンコポリマー（ETFE）、ポリクロロトリフルオロエチレン（PCTFE）、パーフルオロアルコキシアリカン（PFA）など）、ポリアリレート、ポリサルフォン、ポリエーテルサルフォンやポリエーテルイミドなどの透明樹脂や、ソーダライムガラス、白板ガラス、化学強化ガラスや石英など無機材料などを用いることができる。基板201は、上記に挙げた材料を積層してもよい。

基板201は、板厚方向がZ軸方向に一致する姿勢で、絶縁層4におけるZ軸正方向の表面にメカニカルに接合されている。

基板201は、トップセル T_2 の平面視の外形を規定している。平面視にお

けるトップセル T_2 の外側とは、平面視において、基板201の外周部よりも外の領域を指す。

図3にトップセルストリング T_{s1} におけるトップセル T_1 の例で示すように、基板201の平面視形状は、X軸方向に延びる2辺と、Y軸方向に延びる2辺と、を有する矩形である。

[0015] 図2に示すように、直列アレイセルAは、厚さ方向において光透過性を有する太陽電池セルである。直列アレイセルAは、基板201における絶縁層4と反対側（Z軸正方向）の表面201aに積層して配置されている。

直列アレイセルAは、負電極部 A_0 、 k 個（ k は、2以上の整数）の単位セル A_1 、 \dots 、 A_k 、および正電極部 A_{k+1} を有する。単位セル A_1 、 \dots 、 A_k の個数 k は2以上であれば特に限定されない。例えば、 k は25であってもよい。

単位セル A_1 、 \dots 、 A_k は、トップセルモジュール2の上方から入射する入射光Lの一部を吸収してそれぞれ発電を行う。図2には、入射光Lがトップセルモジュール2に垂直入射するように描かれているが、入射光Lの入射角は垂直には限定されない。

単位セル A_1 、 \dots 、 A_k は、負電極部 A_0 と正電極部 A_{k+1} との間で直列に接続されている。

負電極部 A_0 、単位セル A_1 、 \dots 、 A_k 、および正電極部 A_{k+1} の平面視形状は、いずれも、基板201におけるX軸方向の全幅において、X軸方向に延びる帯状である。

負電極部 A_0 、単位セル A_1 、 \dots 、 A_k 、および正電極部 A_{k+1} は、平面視において、基板201のY軸正方向の端部からY軸負方向の端部に向かって、この順に配置されている。

[0016] 表面201aに積層する直列アレイセルAの下層部は、裏面透明電極層202によって形成されている。

裏面透明電極層202は、光透過性を有する導電膜で形成されている。例えば、裏面透明電極層202は、1層以上の酸化物透明導電膜を含むことが

好ましい。

酸化物透明導電膜の種類は特に限定されない。例えば、酸化物透明導電膜としては、酸化インジウムスズ (Indium Tin Oxide ; I T O)、アルミニウムドープ酸化亜鉛 (Al-doped Zinc Oxide ; A Z O)、ボロンドープ酸化亜鉛 (Boron-doped Zinc Oxide ; B Z O)、ガリウムドープ酸化亜鉛 (Gallium-doped Zinc Oxide ; G Z O)、ドープされた酸化スズ、チタンドープ酸化インジウム (Titanium-doped Indium Oxide ; I T i O)、酸化インジウム酸化亜鉛 (Indium Zinc Oxide ; I Z O) や酸化インジウムガリウム亜鉛 (Indium Gallium Zinc Oxide ; I G Z O)、水素ドープ酸化インジウム (Hydrogen-doped Indium Oxide ; I O H) などの半導体導電膜が挙げられる。

例えば、酸化物透明導電膜は、複数の膜を持つ積層膜であってもよい。

酸化スズなどの膜へのドーパントは特に限定されない。例えば、ドーパントとしては、I n、S i、G e、T i、C u、S b、N b、T a、W、M o、F、及びC l からなる群から選ばれる1種以上の元素が挙げられる。

裏面透明電極層202は、I n、S i、G e、T i、C u、S b、N b、T a、W、M o、F、及びC l からなる群から選ばれる1種以上の元素がドープされた酸化スズ膜が含まれることが好ましい。ドープされた酸化スズ膜において、I n、S i、G e、T i、C u、S b、N b、T a、W、M o、F、及びC l からなる群から選ばれる1種以上の元素は、酸化スズ膜に含まれるスズに対して10原子%以下含まれることが好ましい。

[0017] 裏面透明電極層202は、酸化物透明導電膜と基板201の間、又は、酸化物透明導電膜と後述するp-Cu₂O層203の間に、ドット状、ライン状もしくはメッシュ状の電極を含むことが好ましい。ドット状、ライン状もしくはメッシュ状の電極は、金属、合金、グラフェン、導電性窒化物及び導電性酸化物からなる群より選ばれる1種以上の材料を含むことが好ましい。

ドット状、ライン状もしくはメッシュ状の電極は、酸化物透明導電膜の電気抵抗が高く、それ単独では電圧降下による効率低下が生じる場合に適用するのが有効である。

ドット状、ライン状もしくはメッシュ状の電極に用いられる金属は、酸化物透明導電膜に対して開口率が95%以上であることが好ましい。

ドット状、ライン状もしくはメッシュ状の電極に用いられる金属は、特に限定されないが、例えば、Mo、Au、Cu、Ag、Al、Ta、Wなどが挙げられる。

電極としてライン状やメッシュ状の金属膜を用いる場合、開口部によって必要な光透過性が確保され、さらに電気抵抗が酸化物透明導電膜よりも低くなれば、金属膜の膜厚は特に限定されない。

[0018] 裏面透明電極層202は、平面視における負電極部 A_0 と、単位セル A_1 、 \dots 、 A_k との各形状にパターニングされている。このため、裏面透明電極層202は、Y軸方向において互いに離れた $(k+1)$ 本の帯状の導電性パターンを形成している。

単位セル A_k の下層部を形成する裏面透明電極層202は、平面視において、単位セル A_k の上層部よりもY軸負方向に突出している。単位セル A_k の上層部よりもY軸負方向に突出した裏面透明電極層202上には、正電極部 A_{k+1} が形成されている。

[0019] 負電極部 A_0 は、負電極部 A_0 の下層部を形成する裏面透明電極層202上に、積層された負電極206Nを有する。負電極206Nは、負電極部 A_0 の下層部を形成する裏面透明電極層202の全体を覆って配置されており、裏面透明電極層202と導通している。

負電極206Nは、金属膜などの導電材料で形成されている。金属膜の材料は特に限定されない。

例えば、負電極206Nは、後述する表面透明電極層205と同様な導電膜で形成されてもよい。例えば、負電極206Nに用いる金属膜の材料として、Mo、Au、Cu、Ag、Al、Ta、Wなどが挙げられる。また、金属膜として、導電性を持つ金属ペーストを用いることも好ましい。

[0020] 単位セル A_1 、 \dots 、 A_k のそれぞれは、例えば、亜酸化銅(Cu_2O)太陽電池セルである。単位セル A_1 、 \dots 、 A_k のそれぞれは、表面201aの上に、

上述した裏面透明電極層202と、 $p-Cu_2O$ 層203と、 n -化合物層204と、表面透明電極層205と、がこの順に積層されている。ただし、このような構成は一例である。

単位セル A_1 、 \dots 、 A_k は、入射光 L を光電変換することで発電するとともに、入射光 L の一部を下方に透過させることができれば、どのような構成を有していてもよい。例えば、単位セル A_1 、 \dots 、 A_k は、上述の層構成に加えて、保護フィルム、封止材などが適宜追加されてよい。例えば、発電層である $p-Cu_2O$ 層203および n -化合物層204に入射する入射光 L の光量を増大する目的で、 n -化合物層204の上面に反射防止膜が形成されてもよい。

単位セル A_1 、 \dots 、 A_k の種類は、亜酸化銅太陽電池には限定されない。例えば、単位セル A_1 、 \dots 、 A_k の種類は、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であってもよい。

[0021] $p-Cu_2O$ 層203は、入射光 L によって正孔と電子とを発生する p 型半導体であり、 p 型の亜酸化銅の薄膜で形成される。

n -化合物層204は、入射光 L によって $p-Cu_2O$ 層203で発生した電子を表面透明電極層205まで輸送する n 型半導体であり、 $p-Cu_2O$ 層203の上面に積層されている。 n -化合物層204は、 $p-Cu_2O$ 層203とヘテロ pn 接合を形成している。

n -化合物層204は、特に限定されるものではないが、 Ga を含む酸化物半導体層であって、 Ga を主成分とする化合物を含むことが好ましい。例えば、 n -化合物層204は Ga を主成分とする酸化物に他の酸化物が混合していてもよいし、 Ga を主成分とする酸化物に他の元素がドーピングしていてもよいし、他の元素がドーピングした Ga を主成分とする酸化物と他の酸化物が混合していてもよい。

n -化合物層204は、単層又は多層である。 n -化合物層204に含まれる金属元素のうち、 Ga は50原子%以上であることが好ましい。

n -化合物層204に含まれる金属元素は、 $p-Cu_2O$ 層203側から表

面透明電極層 205 側に傾斜していてもよい。

n-化合物層 204 は、Sn、Sb、Ag、Li、Na、K、Cs、Rb、Al、In、Zn、Mg、Si、Ge、N、B、Ti、Hf、Zr、及び Ca からなる群より選ばれる 1 種以上の元素の酸化物と Ga の酸化物とを 90 wt % 以上含むことが好ましい。

[0022] 表面透明電極層 205 は、n-化合物層 204 の上面に積層されている。表面透明電極層 205 は、裏面透明電極層 202 と同様、光透過性を有する導電膜で形成されている。例えば、表面透明電極層 205 は、裏面透明電極層 202 と同じ材料で形成されてもよい。

[0023] このような構成によれば、単位セル A_1 、 \dots 、 A_k は、それぞれ裏面透明電極層 202 を正極、表面透明電極層 205 を負極とする太陽電池を構成している。

単位セル A_1 、 \dots 、 A_k のうち、Y 軸方向に隣り合う単位セル同士は、導電路 208 を介在して直列接続されている。

導電路 208 としては、裏面透明電極層 202 と表面透明電極層 205 とを電氣的に接続できる適宜の導電体が用いられる。図 2 では、各導電路 208 は模式的に線状に描かれているが、線状の配線には限定されない。例えば、各導電路 208 は、p-Cu₂O 層上に n-化合物層 204 を形成したのちに溝加工を施して、当該箇所において裏面透明電極層 202 を露出させた後に、表面透明電極層 205 を製膜することで、溝部を介して裏面透明電極層 202 と表面透明電極層 205 とを電氣的に接続した構成とされてもよい。

単位セル A_1 における表面透明電極層 205 は、導電路 208 によって負電極部 A_0 の負電極 206N と導通している。

[0024] 正電極部 A_{k+1} は、単位セル A_k の下層部を形成する裏面透明電極層 202 上に、正電極 206P を有する。正電極 206P は、単位セル A_k の下層部を形成する裏面透明電極層 202 上に積層して X 軸方向に延びており、裏面透明電極層 202 と導通している。

[0025] 直列アレイセル A において、単位セル A_1 、 \dots 、 A_k の各表面透明電極層 2

05の上面と、負電極206Nおよび正電極206Pの各上面と、は、直列アレイセルAの上面であり、トップセル T_2 の表面を構成している。

特に、単位セル A_1 、…、 A_k の各表面透明電極層205の上面は、いずれもZ軸方向に延びる法線を有する平面 l_s と略同一平面上に位置する。

図2では、負電極206Nおよび正電極206Pの各上面が、平面 l_s よりも低く描かれているが、各上面の高さはこれには限定されない。例えば、負電極206Nの上面および正電極206Pの上面の一方または両方は、平面 l_s と同一の高さ以上の高さに位置していてもよい。

[0026] 各トップセル T_i における負電極206Nと正電極206Pとは、入射光Lが入射する表面側に設けられている。各トップセル T_i における負電極206Nと正電極206Pとは、各ボトムセル B_i と対向する面の反対側の面側に設けられた第1セル電極の例である。

[0027] トップセルモジュール2における各トップセル T_i は、上述したトップセル T_2 と同様の構成を有する。

図1に示すように、トップセル T_i は、負電極206NがY軸正方向、正電極206PがY軸負方向に位置した状態で、X軸方向およびY軸方向に矩形格子状に配置されている。なお、図1では、簡単のため、直列アレイセルAの詳細構造の図示は省略している。

各トップセルストリング T_{s_j} において、X軸方向に互いに隣り合うトップセル T_i は、それぞれ第1セルコネクタ211によって電氣的に接続されている。第1セルコネクタ211は、負電極206N同士、または正電極206P同士を電氣的に接続する導体である。

第1セルコネクタ211の構成は、負電極206N同士と、正電極206P同士と、それぞれ電氣的に接続できれば、特に限定されない。図3に示す例では、第1セルコネクタ211は、負電極206Nおよび正電極206Pの長さよりも短く、短手幅（Y軸方向の幅）以下の幅を有するリボン状の導体である。

なお、図3では、簡単のため、直列アレイセルAの詳細構造の図示は省略

している。

[0028] 第1セルコネクタ211は、X軸方向において互いに隣り合う負電極206Nの上側に跨がって配置されており、例えば、導電ペーストや半田材などによって各負電極206Nに接合されている。図1では、第1セルコネクタ211は、隣接するトップセル間を繋ぐ短いコネクタの例が図示されているが、第1セルコネクタ211の形状はこれには限定されない。例えば、第1セルコネクタ211として、1個のストリングを構成する複数セル全体に跨って各負電極206Nに接合されている、1本の長いセルコネクタが用いられてもよい。

同様に、第1セルコネクタ211は、X軸方向において互いに隣り合う正電極206Pの上側に跨がって配置されており、例えば、導電ペーストや半田材などによって各正電極206Pに接合されている。正電極206P同士を接合する第1セルコネクタ211として、負電極206N同士を接合する第1セルコネクタ211と同様、1個のストリングを構成する複数セル全体を跨って各正電極206Pに接合されている、1本の長いセルコネクタが用いられてもよい。

第1セルコネクタ211によって電氣的に接続された各トップセルストリング T_{s_j} の各負電極206Nと各正電極206Pとは、入射光Lが入射する表面側に設けられている。第1セルコネクタ211によって電氣的に接続された各トップセルストリング T_{s_j} の各負電極206Nと各正電極206Pとは、後述する各ボトムセルストリング B_{s_j} と対向する面の反対側の面側に設けられた第1電極部の例である。

[0029] 図1に示すように、トップセルストリング T_{s_1} 、 T_{s_2} におけるX軸負方向の端部（トップセル T_n ）の正電極206Pと負電極206Nとは、第1ストリングコネクタ212によって、互いに電氣的に接続されている。

トップセルストリング T_{s_2} 、 T_{s_3} におけるX軸正方向の端部（トップセル T_1 ）の正電極206Pと負電極206Nとは、第1ストリングコネクタ212によって、互いに電氣的に接続されている。

トップセルストリング T_{s_3} 、 T_{s_4} におけるX軸負方向の端部（トップセル T_n ）の正電極206Pと負電極206Nとは、第1ストリングコネクタ212によって、互いに電氣的に接続されている。

このため、第1ストリングコネクタ212は、トップセルストリング T_{s_j} のうち、平面視において互いに異なるトップセルストリング T_{s_j} 同士を、それぞれの第1電極部において、互いに電氣的に接続している。

[0030] 各第1ストリングコネクタ212の構成は、正電極206Pと負電極206Nとを電氣的に接続できれば、特に限定されない。

図1に示す例では、各第1ストリングコネクタ212はいずれも同じ形状を有する。各第1ストリングコネクタ212は平面視においてY軸方向に開口するU字状に形成され、負電極206Nおよび正電極206Pの短手幅以下の幅を有するリボン状の導体である。

図4に示すように、第1ストリングコネクタ212は、正電極206Pと負電極206Nとに、それぞれ上側から接続する接続部212aと、平面視においてトップセルモジュール2の外側に延びる第1延出部212bと、を有する。

各接続部212aは、Y軸方向において互いに隣り合う正電極206Pと負電極206Nとの上側に配置されている。各接続部212aは、例えば、導電ペーストや半田材などによって正電極206Pと負電極206Nとに接合されている。

第1延出部212bは、各接続部212aからX軸正方向に延在し、平面視U字状に屈曲または湾曲する経路に沿って、基板201の外形で規定される各トップセル T_1 の外形の外側に延びている。

第1延出部212bのX軸方向における延出長は、例えば、 d_1 である。

[0031] 図4に示す例では、第1ストリングコネクタ212は、各接続部212aおよび第1延出部212bが平面視U字状の単一部材によって形成されているが、第1ストリングコネクタ212の構成はこれには限定されない。

第1ストリングコネクタ212は、複数の導体が互いに接合されて構成さ

れてもよい。例えば、第1ストリングコネクタ212は、第1セルコネクタ211と同様な第1導体と、第1導体同士を接合する第2導体と、を有していてもよい。

各第1導体は、正電極206Pと負電極206Nとの上側に接合される。

第2導体としては、第1導体をY軸方向に接合するリボン状の導体、または第1延出部212bと同様な平面視U字形を有しU字形の先端部が各第1導体上に接合された導体、などを用いることができる。

この場合、第1ストリングコネクタ212は、各第1導体と第2導体とが接合された平面視U字形を有する。正電極206Pおよび負電極206N上の各第1導体は、接続部212aと同様の接続部を形成する。各トップセル T_1 の外形の外側に位置する、各第1導体と第2導体とは、第1延出部212bと同様の第1延出部を形成する。

[0032] 図1に示すように、トップセルストリング T_{s1} の負電極206NにおけるX軸正方向の端部には、上側から第1負極端子210Nが接続されている。

第1負極端子210Nの構成は、負電極206Nと電氣的に接続でき、トップセルモジュール2の正極の出力を外部に取り出す外部配線を接続できれば、特に限定されない。

図3に示す例では、第1負極端子210Nは、負電極206Nに上側から接続する接続部210aと、平面視においてトップセルモジュール2の外側に延びる第3延出部210bと、を有する。

接続部210aは、Y軸方向において負電極206Nの短手幅以下の幅を有し、X軸方向において負電極206Nの長手幅未満の幅を有する。

図3では、第3延出部210bの延出方向の先端部には、外部配線を接続する目的で、接続部210aよりも広い幅を有する端子電極210cが描かれているが、外部配線との接続が確実に行える場合は、端子電極210cと接続部210aとのY軸方向の幅を同じにしてもよい。

例えば、第1負極端子210Nは、第1セルコネクタ211と同じ材質のリボン状の金属線のような導体で形成されてもよい。

[0033] 図1に示すように、トップセルストリング T_{s_4} の正電極 $206P$ におけるX軸正方向の端部には、上側から第1正極端子 $210P$ が接続されている。

第1正極端子 $210P$ の構成は、正電極 $206P$ と電氣的に接続でき、トップセルモジュール2の負極の出力を外部に取り出す外部配線を接続できれば、特に限定されない。

第1正極端子 $210P$ は、第1負極端子 $210N$ と同様、正電極 $206P$ に上側から接続する接続部 $210a$ と、平面視においてトップセルモジュール2の外側に延びる第3延出部 $210b$ と、を有する。

第1正極端子 $210P$ における接続部 $210a$ は、正電極 $206P$ の短手幅以下の幅を有する。

図1では、第1正極端子 $210P$ における第3延出部 $210b$ の延出方向の先端部には、第1負極端子 $210N$ と同様の端子電極 $210c$ が描かれているが、外部配線との接続が確実に行える場合は、端子電極 $210c$ と接続部 $210a$ とのY軸方向の幅を同じにしてもよい。

例えば、第1正極端子 $210P$ は、第1負極端子 $210N$ と同様、第1セルコネクタ 211 と同じ材質のリボン状の金属線のような導体で形成されてもよい。

[0034] 以上説明したトップセルモジュール2の等価回路を説明する。

図5は、第1の実施形態のタンデム太陽電池におけるトップセルモジュールの等価回路図である。

図4と図5に示すように、各トップセルストリング T_{s_j} におけるトップセル $T_1 - T_n$ は、第1セルコネクタ 211 によって並列接続されている。

トップセルストリング $T_{s_1} - T_{s_m}$ は、第1ストリングコネクタ 212 によって直列接続されている。

トップセルモジュール2は、並列接続された n 個のトップセル T_j が m 組直列接続された回路構成（ n 並列 m 直列）を有する。

[0035] トップセルストリング T_{s_1} における各負電極 $206N$ は、トップセルモジュール2の正極である。トップセルストリング T_{s_m} における各正電極 206

Pは、トップセルモジュール2の負極である。

第1負極端子210Nは、トップセルモジュール2の正極のうち、トップセル T_1 の負電極206Nに接続されている。

第1正極端子210Pは、トップセルモジュール2の負極のうち、トップセル T_1 の正電極206Pに接続されている。

トップセルモジュール2に入射光Lが入射することによって、トップセルモジュール2の各トップセルストリング T_{s_j} が発電すると、第1負極端子210Nと第1正極端子210Pとの間に電圧が生じる。第1負極端子210Nと第1正極端子210Pとに外部負荷を接続すると、第1負極端子210Nと第1正極端子210Pとから、発電出力を外部に取り出すことができる。

[0036] 次に、ボトムセルモジュール3の構成を説明する。

図6は、第1の実施形態のタンデム太陽電池の例を示す裏面図である。図7は、図1におけるF7-F7線に沿う断面図である。

[0037] 図6に示すように、ボトムセルモジュール3は、 m 個（ただし、 m は2以上の整数）のボトムセルストリング B_{s_1} 、 \dots 、 B_{s_m} を有する。ボトムセルストリング B_{s_1} 、 \dots 、 B_{s_m} のそれぞれは、 n 個（ただし、 n は2以上の整数）のボトムセル B_1 、 \dots 、 B_n が互いに電氣的に接続されて構成されている。

ここで、ボトムセルモジュール3における個数 n 、 m は、トップセルモジュール2における個数 n 、 m とは相違していてもよいが、以下では、トップセルモジュール2における個数 n 、 m に等しい例で説明する。

以下では、ボトムセル B_1 、 \dots 、 B_n のうちの任意の1つを表す場合、 i が1から n のいずれかを表すとして、「ボトムセル B_i 」と記載する場合がある。ボトムセルストリング B_{s_1} 、 \dots 、 B_{s_m} のうちの任意の1つを表す場合、 j が1から m のいずれかを表すとして、「ボトムセルストリング B_{s_j} 」と記載する場合がある。

ボトムセル B_1 、 \dots 、 B_n の全体は「ボトムセル B_1-B_n 」と、ボトムセル

ストリング B_{s_1} 、 \dots 、 B_{s_m} の全体は、「ボトムセルストリング $B_{s_1}-B_{s_m}$ 」と、記載する場合がある。

[0038] ボトムセルストリング B_{s_j} を構成するボトムセル B_1-B_n の各定格出力は、同一であることがより好ましいが、同一でなくてもよい。以下では、簡単のため、1つのボトムセルストリング B_{s_j} におけるボトムセル B_1-B_n のそれぞれの定格出力は、互いに同一である例で説明する。

ボトムセルストリング $B_{s_1}-B_{s_m}$ において、 j が異なる場合、それぞれに含まれる同一の添字 i のボトムセル B_i 同士の各定格出力は、同一でもよいし、同一でなくてもよい。以下では、簡単のため、添字 j が異なるボトムセルストリング B_{s_j} 同士における各ボトムセル B_i の定格出力は、互いに同一である例で説明する。

すなわち、以下の説明では、各ボトムセル B_i の定格出力と、各ボトムセルストリング B_{s_j} の定格出力は、それぞれ同一である。

[0039] 図7に示す例では、ボトムセルモジュール3における各ボトムセル B_i においては、平面視の外形状および外形の大きさが各トップセル T_i の外形状および外形の大きさと同じである。各ボトムセル B_i は、添字 i に対応するトップセル T_i と平面視において互いに重なっている。このため、ボトムセルストリング B_{s_j} は、厚さ方向において、添字 j が等しいトップセルストリング T_{s_j} と互いに重なっている。重なっているとき、トップセルストリング T_{s_j} とボトムセルストリング B_{s_j} が完全に重なっている必要はない。

ボトムセル B_i の外形状および外形の大きさは、トップセル T_i とは異なってもよい。ボトムセル B_i とトップセル T_i とは、 X 軸方向および Y 軸方向の少なくとも一方にずれていてもよい。

[0040] ボトムセルモジュール3において各ボトムセル B_i の構成は同一なので、主に、図7に示すボトムセルストリング B_{s_1} のボトムセル B_2 の例で説明する。

ボトムセル B_2 は、入射光 L のうち、トップセル T_2 および絶縁層4を透過した入射光 L' を受光することによって発電する太陽電池セルである。ボト

ムセル B_2 の種類は、トップセル T_2 で吸収されにくい波長光で発電できれば特に限定されない。

例えば、長波長光の方が媒体の深部まで到達しやすいので、トップセル T_2 は短波長成分によって発電し、ボトムセル B_2 は長波長成分によって発電できることがより好ましい。例えば、亜酸化銅太陽電池は、短波長光を吸収し長波長光を透過しやすいので、トップセル T_2 として好適である。トップセル T_2 が亜酸化銅太陽電池の場合には、ボトムセル B_2 としては、亜酸化銅太陽電池を透過しやすい約600nmから長波長側に分光感度を有する太陽電池が用いられることがより好ましい。

[0041] ボトムセル B_2 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、ボトムセル B_2 は、セル本体301と、正電極306Pと、負電極306Nと、を有する。

図8Aは、バックコンタクト型太陽電池セルの例を示す裏面図である。図8Bは、図8AにおけるF8B-F8B線に沿う断面図である。

図8Aに示すセル本体301の配置は、ボトムセルストリング B_{s1} のボトムセル B_2 に用いる場合の例である。図8AにおけるF8B-F8B線は、図1におけるF7-F7線に対応している。

図8Bに示すように、セル本体301は、Z軸負方向において、反射防止膜302、n型半導体303、および拡散層304がこの順に積層されている。図8Bに示す構成は一例である。例えば、セル本体301には、保護フィルム、封止材などが適宜追加されてもよい。

[0042] 反射防止膜302は、絶縁層4の下面に接合されている。反射防止膜302は、セル本体301の上面において、トップセルモジュール2および絶縁層4を透過した入射光 L' の反射を抑制するために設けられている。

n型半導体303は、入射光 L' を受光してキャリアを発生させる。例えば、n型半導体303は、n型の結晶Si基板である。

拡散層304には、p+拡散層304Pとn+拡散層304NとがY軸方向において交互に配置されている。各p+拡散層304PのX軸正方向の端

部は、Y軸方向に延びるp+拡散層304Pに接続している。各n+拡散層304NのX軸負方向の端部は、Y軸方向に延びるn+拡散層304Nに接続している。これにより、拡散層304においては、平面視楕歯状のp+拡散層304Pおよびn+拡散層304Nが嵌合して平面視矩形状の層状部が形成されている。

n型半導体303で発生するキャリアは、p+拡散層304Pには正孔が、n+拡散層304Nには電子がそれぞれ引きつけられるので、p+拡散層304Pとn+拡散層304Nとの間に電圧が発生する。

[0043] 各p+拡散層304Pの下面には、正電極306Pが接合されている。各n+拡散層304Nの下面には、負電極306Nが接合されている。

図8Aに示すように、Z軸正方向から見た正電極306Pは、p+拡散層304Pと同様の楕歯状の導電パターンを形成している。正電極306Pは、セル本体301で発生した正電圧を取り出す正電極として用いられる。

正電極306PにおいてX軸正方向の端部は、Y軸方向に長い帯状の導電部である。正電極306PにおけるX軸正方向の端部は、ボトムセルB₁との電気的な接続に使用される。

Z軸正方向から見た負電極306Nは、n+拡散層304Nと同様の楕歯状の導電パターンを形成している。負電極306Nの楕歯部は、正電極306Pの楕歯部の凹所に入り込んでいる。

負電極306Nは、セル本体301で発生した負電圧を取り出す負電極として用いられる。

負電極306NにおいてX軸負方向の端部は、Y軸方向に長い帯状の導電部である。負電極306NにおけるX軸負方向の端部は、ボトムセルB₃との電気的な接続に使用される。

負電極306Nと正電極306Pとの間には、Z軸正方向から見て隙間があいており、直接的には接触していない。

[0044] 図8Bに示すように、正電極306Pおよび負電極306Nは、ボトムセルB₂のセル本体301において、入射光L'が入射する表面側と反対側の裏

面側に設けられている。正電極 306P および負電極 306N は、各トップセル T_i と対向する面の反対側の面側に設けられた第 2 セル電極の例である。

例えば、模式的に表された図 6、7 などでは、ボトムセル B_i の第 2 セル電極を代表して、X 軸方向の端部において Y 軸方向に長い正電極 306P と、X 軸方向の端部において Y 軸方向に長い負電極 306N と、を記載している。

以下では、特に断らない限り、正電極 306P と負電極 306N とは、それぞれ、X 軸方向の端部において Y 軸方向に延びる正電極 306P の部位と負電極 306N の部位と、を意味する。

[0045] セル本体 301 は、ボトムセル B_2 の平面視の外形を規定している。平面視におけるボトムセル B_2 の外側とは、平面視において、セル本体 301 の外周部よりも外の領域を指す。

図 3 にボトムセルストリング B_{s1} におけるボトムセル B_1 の例で示すように、セル本体 301 の平面視形状は、X 軸方向に延びる 2 辺と、Y 軸方向に延びる 2 辺と、を有する矩形である。

[0046] ボトムセルモジュール 3 における各ボトムセル B_i は、上述したボトムセル B_2 と同様の構成を有する。

図 6 に示すように、ボトムセルストリング B_{s1} 、 B_{s3} では、各ボトムセル B_i は、正電極 306P が X 軸正方向、負電極 306N が X 軸負方向に位置した状態で、X 軸方向に並んで配置されている。

ボトムセルストリング B_{s2} 、 B_{s4} では、各ボトムセル B_i は、正電極 306P が X 軸負方向、負電極 306N が X 軸正方向に位置した状態で、X 軸方向に並んで配置されている。

各ボトムセルストリング B_{sj} において、X 軸方向に互いに隣り合うボトムセル B_i は、それぞれ第 2 セルコネクタ 311 によって電氣的に接続されている。

第 2 セルコネクタ 311 は、X 軸方向に互いに隣り合うボトムセル B_i 同士において、互いに隣り合う負電極 306N と正電極 306P とを電氣的に接続

する導体である。

第2セルコネクタ311の構成は、負電極306Nと正電極306Pとを電氣的に接続できれば、特に限定されない。図6に示す例では、第2セルコネクタ311は、正電極306Pおよび負電極306Nを下方から覆い、X軸方向に延びるリボン状の導体である。第2セルコネクタ311のY軸方向の幅は、特に限定されない。図6に示す例では、正電極306Pおよび負電極306Nの長さの約5分の1程度であるが、この長さも特に限定されない。

第2セルコネクタ311のY軸方向の位置は特に限定されないが、図6に示す例では、Y軸方向における正電極306Pおよび負電極306Nの中央部である。例えば、第2セルコネクタ311のY軸方向における中心線は、ボトムセル B_j の外形のY軸方向の幅 y_0 を二等分する位置にある。

[0047] 第2セルコネクタ311は、第1セルコネクタ211と同様、導電性ペーストや半田材などによって正電極306Pおよび負電極306Nに接合されている。

第2セルコネクタ311によって電氣的に接続された各ボトムセルストリング B_{s_j} の各正電極306Pと各負電極306Nとは、入射光Lの一部である入射光L'が入射する裏面側に設けられている。各ボトムセルストリング B_{s_j} の各正電極306Pと各負電極306Nとは、トップセルストリング T_{s_j} と対向する面と反対側の面側に設けられた第2電極部の例である。

[0048] 図6に示すように、ボトムセルストリング B_{s_1} におけるX軸負方向の端部（ボトムセル B_n ）の負電極306Nは、第2ストリングコネクタ312によって、ボトムセルストリング B_{s_2} におけるX軸負方向の端部の正電極306Pと電氣的に接続されている。

ボトムセルストリング B_{s_2} におけるX軸正方向の端部（ボトムセル B_1 ）の負電極306Nは、第2ストリングコネクタ312によって、ボトムセルストリング B_{s_3} におけるX軸正方向の端部の正電極306Pと電氣的に接続されている。

ボトムセルストリング B_{s_3} におけるX軸負方向の端部の負電極306Nは、第2ストリングコネクタ312によって、ボトムセルストリング B_{s_4} におけるX軸負方向の端部の正電極306Pと電氣的に接続されている。

[0049] 各第2ストリングコネクタ312の構成は、負電極306Nおよび正電極306Pを電氣的に接続できれば、特に限定されない。

図6に示す例では、第2ストリングコネクタ312はいずれも同じ形状を有する。各第2ストリングコネクタ312は、平面視においてX軸方向に開口するU字状に形成されたリボン状の導体である。

図4に示すように、第2ストリングコネクタ312は、負電極306Nと正電極306Pとに、それぞれ下側から接続する接続部312aと、平面視においてボトムセルモジュール3の外側に延びる第2延出部312bと、を有する。

[0050] 各接続部312aは、Y軸方向において互いに隣り合う負電極306Nと正電極306Pとの下側にそれぞれ配置されており、例えば、導電ペーストや半田材などによって負電極306Nと正電極306Pとに接合されている。

Y軸方向における各接続部312aの配置位置は特に限定されない。図4に示す例では、各接続部312aは、負電極306Nおよび正電極306PにおけるY軸方向の中央部にそれぞれ配置されている。

各接続部312aにおけるY軸方向の幅は、負電極306Nおよび正電極306PのY軸方向の長さよりも短い。図6に示す例では、各接続部312aにおけるY軸方向の幅は、第2セルコネクタ311の幅と同様、正電極306Pおよび負電極306Nの長さの約5分の1程度である。

各接続部312aのY軸方向における配置位置は、特に限定されない。図6に示す例では、各接続部312aのY軸方向における中心線は、第2セルコネクタ311と同様、ボトムセル B_i の外形のY軸方向の幅 y_0 を二等分する位置にある。

[0051] 図4に示すように、第2延出部312bは、各接続部212aからX軸正

方向に延在し、平面視U字状に屈曲または湾曲する経路に沿って、セル本体301の外形で規定される各ボトムセル B_1 の外形の外側に延びている。

第2延出部312bの幅は、特に限定されない。図4に示す例では、接続部312aと同幅でX軸正方向に延びた後、縮幅し、略同幅で屈曲または湾曲する経路を形成している。

図1、6に示すように、平面視では、各第2延出部312bは、第1ストリングコネクタ212の第1延出部212bをトップセルモジュール2およびボトムセルモジュール3の外側から挟んでいる。これにより、平面視において、各第2延出部312bと各第1延出部212bとは、重なっておらず、互いに離れている。また、第2延出部312bの長さは第1延出部212bの長さよりも短いほうが好ましい。平面視で各第2延出部312bは、第1ストリングコネクタ212の第1延出部212bをトップセルモジュール2およびボトムセルモジュール3の外側から囲んでいてもよい。

例えば、図4に示す例では、第2延出部312bの延出方向の最も先端部には、各ボトムセル B_1 の外方においてY軸方向に延びる線状部312cが形成されている。線状部312cと各ボトムセル B_1 の間には、X軸方向の幅が、第1延出部212bの延出長 d_1 よりも大きい d_2 の隙間が形成されている。

[0052] 図4に示す例では、第2ストリングコネクタ312は、各接続部312aおよび第2延出部312bが平面視U字状の単一部材によって形成されているが、第2ストリングコネクタ312の構成はこれには限定されない。

第2ストリングコネクタ312は、複数の導体が互いに接合されて構成されてもよい。例えば、第2ストリングコネクタ312は、第2セルコネクタ311と同様な第1導体と、第1導体同士を接合する第2導体と、を有していてもよい。

各第1導体は、正電極306Pと負電極306Nとの下側に接合される。

第2導体としては、第1導体をY軸方向に接合するリボン状の導体、または線状部312cと同様な平面視U字形を有しU字形の先端部が各第1導体

上に接合された導体、などを用いることができる。

この場合、第2ストリングコネクタ312は、各第1導体と第2導体とが接合された平面視U字形を有する。正電極306Pおよび負電極306N上の各第1導体は、接続部312aと同様の接続部を形成する。各ボトムセル B_1 の外形の外側に位置する、各第1導体と第2導体とは、第2延出部312bと同様の第2延出部を形成する。

具体的には、このような第2ストリングコネクタ312の構成は以下のようにして形成できる。例えば、第1導体として、第2セルコネクタ311を正電極306Pおよび負電極306N上からボトムセル B_1 の外側に向かって延びるように、正電極306Pおよび負電極306Nを取り付ける。この後、リボン状の導体で形成された線状部312cに相当する第2導体を、各第2セルコネクタ311に結合する。

なお、第2導体の平面視形状は、第2ストリングコネクタ312のような平面視U字状には限定されない。第2導体の平面視形状は、各ボトムセル B_1 の外側において、第2セルコネクタ311からなる第1導体同士を繋げられれば形状は問わない。

[0053] 図6に示すように、ボトムセルストリング B_{s1} におけるボトムセル B_1 の正電極306Pには、下側から第2正極端子310Pが接続されている。

第2正極端子310P構成は、正電極306Pと電氣的に接続でき、ボトムセルモジュール3の正極の出力を外部に取り出す外部配線を接続できれば、特に限定されない。

図3に示す例では、第2正極端子310Pは、正電極306Pに下側から接続する接続部310aと、平面視においてボトムセルモジュール3の外側に延びる第3延出部310bと、を有する。

接続部310aは、X軸方向において正電極306Pの短手幅以下の幅を有し、Y軸方向において正電極306Pの長手幅以下の幅を有する。例えば、接続部310aのY軸方向の幅は、第2セルコネクタ311のY軸方向の幅と同程度でもよい。

第3延出部310bの延出方向の先端部には、外部配線を接続する目的で、端子電極310cが形成されている。第3延出部310bのX軸方向の延出長およびY軸方向の幅は、特に限定されない。図3に示す例では、延出長は、第3延出部210bの延出長に等しく、Y軸方向の幅は、接続部310aの幅に等しい。

例えば、第2正極端子310Pは、第1負極端子210Nと同様の導体で形成される。

Y軸方向における第2正極端子310Pの配置位置は、平面視において、第1負極端子210N、第1ストリングコネクタ212、および第2ストリングコネクタ312と重ならない位置であれば、特に限定されない。図6に示す例では、第2正極端子310Pは、Y軸方向において、第2正極端子310Pが設けられたボトムセル B_1 における第2セルコネクタ311と同様の位置に設けられている。

[0054] ボトムセルストリング B_{s_4} におけるボトムセル B_i の負電極306Nには、下側から第2負極端子310Nが接続されている。

第2負極端子310Nの構成は、負電極306Nと電氣的に接続でき、ボトムセルモジュール3の負極の出力を外部に取り出す外部配線を接続できれば、特に限定されない。

第2負極端子310Nは、第2正極端子310Pと同様、負電極306Nに下側から接続する接続部310aと、平面視においてボトムセルモジュール3の外側に延びる第3延出部310bと、を有する。

第2負極端子310Nの形状は、第2正極端子310Pと異なってもよいが、図6に示す例では、第2正極端子310Pと同様である。

第2負極端子310Nにおける第3延出部310bの延出方向の先端部には、第2正極端子310Pと同様の端子電極310cが形成されている。

例えば、第2負極端子310Nは、第2正極端子310Pと同じ材質のリボン状の金属線のような導体で形成されるが、導通がとれれば材質や形状は特に限定されない。

Y軸方向における第2負極端子310Nの配置位置は、平面視において、第1正極端子210P、第1ストリングコネクタ212、および第2ストリングコネクタ312と重ならない位置であれば、特に限定されない。図6に示す例では、第2負極端子310Nは、Y軸方向において、第2負極端子310Nが設けられたボトムセル B_1 における第2セルコネクタ311と同様の位置に設けられている。

[0055] 以上説明したボトムセルモジュール3の等価回路を説明する。

図9は、第1の実施形態のタンデム太陽電池におけるボトムセルモジュールの等価回路図である。

図9に示すように、各ボトムセルストリング B_{s_j} におけるボトムセル $B_1 - B_n$ は、第2セルコネクタ311によって直列接続されている。

ボトムセルストリング $B_{s_1} - B_{s_m}$ は、第2ストリングコネクタ312によって直列接続されている。

ボトムセルモジュール3は、 $n \times m$ 個のボトムセル B_j が直列で接続された回路構成を有する。

[0056] ボトムセルストリング B_{s_1} におけるボトムセル B_1 の正電極306Pは、ボトムセルモジュール3の正極である。ボトムセルストリング B_{s_m} におけるボトムセル B_1 の負電極306Nは、ボトムセルモジュール3の負極である。

第2正極端子310Pは、ボトムセルモジュール3の正極である正電極306Pに接続されている。

第2負極端子310Nは、ボトムセルモジュール3の負極である負電極306Nに接続されている。

ボトムセルモジュール3に入射光 L' が入射することによって、ボトムセルモジュール3の各ボトムセルストリング B_{s_j} が発電すると、第2正極端子310Pと第2負極端子310Nとの間に電圧が生じる。第2正極端子310Pと第2負極端子310Nとに外部負荷を接続すると、第2正極端子310Pと第2負極端子310Nとから、発電出力を外部に取り出すことができる。

[0057] 以上説明したように、タンデム太陽電池1は、入射光Lの一部により発電するトップセルモジュール2と、トップセルモジュール2および絶縁層4を透過した入射光L'により発電するボトムセルモジュール3とが、Z軸方向に積層して配置されている。

特に、ボトムセルモジュール3における各ボトムセル B_i としては、バックコンタクト型太陽電池セルを使用しているため、セルコンタクトおよび電極による入射光L'の反射および吸収による光量損失が抑制される。これにより、ボトムセルモジュール3による発電量を増大させることができる。

[0058] トップセルモジュール2は、外部出力端子として、第1負極端子210Nと第1正極端子210Pとを有する。ボトムセルモジュール3は、外部出力端子として、第2正極端子310Pと第2負極端子310Nとを有する。すなわち、タンデム太陽電池1は、トップセルモジュール2およびボトムセルモジュール3のそれぞれの発電出力を独立して外部に取り出すことができる4端子として、第1負極端子210N、第1正極端子210P、第2正極端子310P、および第2負極端子310Nを有する。

[0059] 例えば、タンデム電池内のトップセルモジュールとボトムセルモジュールとが、タンデム電池内で互いに電氣的に接続され、タンデム太陽電池全体としての発電出力を正極端子および負極端子の2端子から取り出す構成も考えられる。この場合、複数のトップセルの接続形態と複数のボトムセルの接続形態とは、トップセルとボトムセルの電流比率に整合するように設定される必要がある。電流比率とは、想定される成分の光が入射したときに、トップセルとボトムセルのそれぞれが発電する電力の比率である。例えば、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 $1:\alpha$ で表すと、通常、ボトムセルの方が多くの電流を出力するため、 $\alpha > 1$ となる。

本実施形態のタンデム太陽電池1は、トップセルモジュール2の発電出力とボトムセルモジュール3の発電出力とを、それぞれ独立の回路を通して取り出すことができるので、各トップセル T_i の接続形態と各ボトムセル B_i の接続形態とを、トップセル T_i とボトムセル B_i との電流比率に整合するよう

に設定する必要がない。

このため、各トップセル T_i の接続形態と、各ボトムセル B_i の接続形態と、を自由に設定することができる。

[0060] ただし、同サイズのトップセル T_i とボトムセル B_i の各定格出力電圧を比べると、トップセル T_i の定格出力電圧は、ボトムセル B_i の定格出力電圧に比べて格段に大きい。例えば、トップセル T_i の定格出力電圧はボトムセル B_i の定格出力電圧の約40倍である。ここで、定格出力電圧とは、AM1.5の太陽光が垂直入射した場合における、第1負極端子210Nと第1正極端子210Pとの間に生じたトップセル T_i の電圧と、第2負極端子310Nと第2正極端子310Pとの間に生じたボトムセル B_i の電圧とである。

タンデム太陽電池1としては、トップセル T_i で効率10%、ボトムセル B_i で効率20%を出して、トータル効率30%の発電を得る。トップセルモジュール2の効率と発電量とは、それぞれボトムセルモジュール3の効率と発電量との半分である。定格出力電圧が約40倍高いということは、定格出力電流がボトムセルモジュール3と比べて約80分の1と低いため、電力を取り出す外部回路はトップセル用とボトムセル用に電流と電圧の仕様が大きく異なることを意味する。このため、トップセルモジュール2の定格出力電圧は、ボトムセルモジュール3の定格電圧・定格電流に近づけることがより好ましい。

例えば、トップセルモジュール2において、並列接続のトップセル T_i を増やせば、トップセルモジュール2の定格出力電圧を低減できる。

[0061] 並列接続のトップセル T_i を増やす場合の問題点について、比較例のタンデム太陽電池で説明する。

図10は、比較例のタンデム太陽電池の例を示す平面図である。

図10に示すように、比較例のタンデム太陽電池100は、タンデム太陽電池1のトップセルモジュール2に代えて、トップセルモジュール102を有する。以下、本実施形態のタンデム太陽電池1と異なる点を中心に説明する。ただし、 $n=6$ 、 $m=4$ である。

[0062] トップセルモジュール102は、3つの第1ストリングコネクタ212に代えて、トップセルストリング T_{s_1} – T_{s_4} を並列接続するストリングコネクタ112P、112Nを有する以外は、トップセルモジュール2と同様である。トップセルモジュール102では、すべてのトップセル T_i が並列接続されている。

[0063] ストリングコネクタ112Pは、各トップセルストリング T_{s_j} の正極同士を電氣的に接続する。ストリングコネクタ112Pは、第1線状部112aと、第2線状部112bと、を有する。

第1線状部112aは、各トップセル T_n の正電極206Pに接続し、平面視において各トップセル T_n からX軸負方向に延出する導体である。

[0064] 第2線状部112bは、各第1線状部112aの延出方向の先端と導通する線状の導体である。第2線状部112bは、各トップセル T_n のX軸負方向の端部から、X軸負方向に離れた位置においてY軸方向に延びている。平面視において、第2線状部112bは、ボトムセルモジュール3のX軸負方向の外側に配置された第2ストリングコネクタ312よりもX軸負方向に位置している。

最もY軸負方向に位置する第1線状部112aと、Y軸正方向における第2線状部112bの端部と、の接続部には、第1正極端子210Pが接続している。

例えば、第1線状部112aおよび第2線状部112bは、第1ストリングコネクタ212と同様の導体で形成される。

[0065] ストリングコネクタ112Nは、各トップセルストリング T_{s_j} の負極同士を電氣的に接続する。ストリングコネクタ112Nは、第1線状部112aと、第2線状部112bと、を有する。

ストリングコネクタ112Nにおける第1線状部112aは、各トップセル T_1 の負電極206Nに接続し、平面視において各トップセル T_1 からX軸正方向に延出することを除くと、ストリングコネクタ112Pの第1線状部112aと同様である。

[0066] スtringコネクT 1 1 2 Nにおける第2線状部 1 1 2 bは、StringコネクT 1 1 2 Nの各第1線状部 1 1 2 aの延出方向の先端と導通する線状の導体である。StringコネクT 1 1 2 Nにおける第2線状部 1 1 2 bは、各トッセル T_1 のX軸正方向の端部から、X軸正方向に離れた位置でY軸方向に延びていることを除くとStringコネクT 1 1 2 Pの第2線状部 1 1 2 bと同様である。StringコネクT 1 1 2 Nにおける第2線状部 1 1 2 bは、平面視において、ボトムセルモジュール3のX軸正方向の外側に配置された各第2StringコネクT 3 1 2よりもX軸正方向に位置している。

StringコネクT 1 1 2 Nにおいて、最もY軸正方向に位置する第1線状部 1 1 2 aと、Y軸負方向における第2線状部 1 1 2 bの端部と、の接続部には、第1負極端子 2 1 0 Nが接続している。

[0067] タンデム太陽電池 1 0 0では、各トッセルString T_{s_j} を並列接続するために、少なくともX軸方向の両端部における各負電極 2 0 6 Nおよび各正電極 2 0 6 Pから外側に第1線状部 1 1 2 aを延出させ、両端部の各第1線状部 1 1 2 aをそれぞれ第2線状部 1 1 2 bで導通させる必要がある。

この結果、各第2StringコネクT 3 1 2の線状部 3 1 2 cは、平面視において第1線状部 1 1 2 aと交差する位置関係にある。第2正極端子 3 1 0 Pに配線 1 1 3 Pを接続する場合には、平面視において配線 1 1 3 Pと第1線状部 1 1 2 aと交差する位置関係にある。第2正極端子 3 1 0 Pの延出長が第1線状部 1 1 2 aよりも長い場合には、平面視において第2正極端子 3 1 0 Pと第1線状部 1 1 2 aと交差する位置関係にある。

平面視において、第1線状部 1 1 2 aと交差する位置関係にある、線状部 3 1 2 c、配線 1 1 3 P、または第2正極端子 3 1 0 Pは、Z軸方向には離れているが、Z軸方向の外力が作用すると、互いに接触し、短絡するおそれがある。

短絡を防止するため、第1線状部 1 1 2 aと、線状部 3 1 2 c、配線 1 1 3 P、または第2正極端子 3 1 0 Pとの間には、絶縁物を挟む必要がある。

このため、トップセルモジュール102およびボトムセルモジュール3の外側の構成が複雑になり、平面視の大きさも大型化する。

[0068] これに対して、第1の実施形態に係るタンデム太陽電池1では、第1ストリングコネクタ212が平面視において第2ストリングコネクタ312とが交差しない位置関係に配置される。このため、第1ストリングコネクタ212と、第2ストリングコネクタ312との間に短絡防止用の絶縁物を配置しなくてもよい。第1ストリングコネクタ212と、第2正極端子310Pおよび第2負極端子310Nとの関係も同様である。

この結果、タンデム太陽電池1では、トップセルモジュール2およびボトムセルモジュール3の外側の構成が簡素になる。

例えば、タンデム太陽電池1では、タンデム太陽電池1の上面および下面にそれぞれ保護フィルムを積層配置して、タンデム太陽電池1を上下方向に封止する場合、第1ストリングコネクタ212と第2ストリングコネクタ312との間に短絡防止用の絶縁物を配置することなく、各保護フィルムで、各第1ストリングコネクタ212および各第2ストリングコネクタ312を挟持することができる。

[0069] さらに、比較例のタンデム太陽電池100は、第2線状部112bを線状部312cよりも外側に配置する必要がある。これに対して、本実施形態のタンデム太陽電池1では、第1ストリングコネクタ212を線状部312cよりも内側に配置できるので、X軸方向の両端部における外形を小型化できる。

比較例のタンデム太陽電池100において、第2線状部112bを線状部312cよりも内側に配置することも考えられる。しかし、この場合、平面視において、第2線状部112bが線状部312cと交差する箇所が増えるので、短絡防止用の縁物をより広範囲に配置する必要がある。

[0070] 本実施形態のタンデム太陽電池1によれば、個数 n を適宜設定することによって、 n 個のトップセル T_i が並列接続されたトップセルストリング T_{s_j} における定格出力電圧と、 n 個のボトムセル B_i が直列接続された各ボトムセ

ルストリング B_{s_j} における定格出力電圧と、を近づけることができる。これにより、トップセル T_i とボトムセル B_i との電流比率に整合する接続形態が得られる。

[0071] 以上説明した第1の実施形態によれば、簡素な構成によってトップセルモジュールとボトムセルモジュールとの絶縁性を向上することができるタンデム太陽電池を提供することができる。

[0072] (第2の実施形態)

第2の実施形態のタンデム太陽電池を説明する。

図11は、第2の実施形態のタンデム太陽電池の例を示す平面図である。

図12は、図11におけるF12部の斜視図である。図13は、図11におけるF13部の斜視図である。

[0073] 図11に示すように、本実施形態のタンデム太陽電池1Aは、第1の実施形態のタンデム太陽電池1におけるトップセルモジュール2に代えて、トップセルモジュール2Aを有する。トップセルモジュール2Aは、第1セルコネクタ211に代えて、第1セルコネクタ211Aを有する。タンデム太陽電池1Aは、第1の実施形態と同様のボトムセルモジュール3を有する。

以下、第1の実施形態と異なる点を中心に説明する。

[0074] 第1セルコネクタ211Aは、第1セルコネクタ211と長さが異なることを除いて、第1セルコネクタ211と同様である。第1セルコネクタ211Aは、各トップセルストリング T_{s_j} のX軸方向の長さと同様の長さを有する。

各第1セルコネクタ211Aは、各トップセルストリング T_{s_j} において、異なるトップセル T_i に跨がって、X軸方向における各負電極206Nの全体と、各正電極206Pの全体と、の上側に、それぞれ配置されている。各第1セルコネクタ211Aは、第1セルコネクタ211と同様にして、各負電極206Nおよび各正電極206Pに接合されている。

[0075] 図12に示すように、本実施形態における第1負極端子210Nは、第1セルコネクタ211Aの上側に接合されることを除いて、第1の実施形態と

同様に配置される。このため、図11に示すように、平面視における第1負極端子210Nの配置は、第1の実施形態と同様である。斜視の図示は省略するが、第1正極端子210Pに関しても、第1セルコネクタ211Aの上側に接合されることを除いて、第1の実施形態と同様に配置される。このため、図11に示すように、平面視における第1正極端子210Pの配置は、第1の実施形態と同様である。

[0076] 図13に一例を示すように、本実施形態における第1ストリングコネクタ212は、第1セルコネクタ211A上に接合されることを除いて、第1の実施形態と同様に配置される。このため、図11に示すように、平面視における第1ストリングコネクタ212の配置は、第1の実施形態と同様である。

[0077] 本実施形態において、第1セルコネクタ211Aは、各トップセルストリング T_{s_j} の各負電極206Nまたは各正電極206Pを互いに電氣的に接続している。このため、各第1セルコネクタ211Aは、各ボトムセルストリング B_{s_j} と対向する面の反対側の面側に設けられた第1電極部の例である。

[0078] 本実施形態のタンデム太陽電池1Aによれば、トップセルモジュール2Aは、第1の実施形態と同様、各トップセル T_i が n 並列 m 直列に配列されている。このため、タンデム太陽電池1Aは、タンデム太陽電池1と同様の回路構成を有する。

したがって、第2の実施形態によれば、第1の実施形態と同様、簡素な構成によってトップセルモジュールとボトムセルモジュールとの絶縁性を向上することができるタンデム太陽電池を提供することができる。

特に本実施形態によれば、第1セルコネクタ211Aは、 n 個の負電極206Nまたは n 個の正電極206P上に配置された後、 n 個の負電極206Nまたは n 個の正電極206Pに接合することができる。このため、第1セルコネクタ211Aは、第1セルコネクタ211を n 個配置する場合に比べて、より容易かつ迅速に配置できる。

[0079] (第3の実施形態)

第3の実施形態のタンデム太陽電池を説明する。

図14は、第3の実施形態のタンデム太陽電池の例を示す平面図である。

[0080] 図14に示すように、本実施形態のタンデム太陽電池10は、第1の実施形態のタンデム太陽電池1を複数接続して形成される。以下、第1の実施形態と異なる点を中心に説明する。

タンデム太陽電池1の個数は特に限定されないが、図14に示す例では、タンデム太陽電池1が6個接続されている。各タンデム太陽電池1を互いに区別する場合、それぞれタンデム太陽電池 Sb_1 、 Sb_2 、 Sb_3 、 Sb_4 、 Sb_5 、 Sb_6 と記載する。タンデム太陽電池 Sb_1 、 Sb_2 、 Sb_3 、 Sb_4 、 Sb_5 、 Sb_6 を総称する場合には、「タンデム太陽電池 Sb_1-Sb_6 」と記載する場合がある。

[0081] タンデム太陽電池 Sb_1-Sb_6 のそれぞれは、第1の実施形態と同様、トップセルモジュール2およびボトムセルモジュール3を有している。タンデム太陽電池 Sb_1-Sb_6 では、各トップセルモジュール2同士と、各ボトムセルモジュール3同士と、が、それぞれ直列接続されている。

図14に示す例では、タンデム太陽電池 Sb_1 、 Sb_2 、 Sb_3 がX軸負方向にこの順に配置されている。タンデム太陽電池 Sb_1 、 Sb_2 、 Sb_3 のY軸正方向には、それぞれタンデム太陽電池 Sb_4 、 Sb_5 、 Sb_6 が配置されている。

タンデム太陽電池 Sb_1 の第1正極端子210Pおよび第2負極端子310Nは、それぞれ、配線を介在して、タンデム太陽電池 Sb_2 の第1負極端子210Nおよび第2正極端子310Pに電氣的に接続されている。タンデム太陽電池 Sb_2 、 Sb_3 の間、タンデム太陽電池 Sb_3 、 Sb_4 の間、タンデム太陽電池 Sb_4 、 Sb_5 の間、およびタンデム太陽電池 Sb_5 、 Sb_6 の間も、それぞれ配線を介して同様に電氣的に接続されている。

[0082] このような接続により、タンデム太陽電池 Sb_1 における第1負極端子210Nは、直列接続されたトップセルモジュール2の全体の発電出力を取り出す負極端子である第1負極端子20Nである。同様に、タンデム太陽電池 S

b₆における第1正極端子210Pは、直列接続されたトップセルモジュール2の全体の発電出力を取り出す正極端子である第1正極端子20Pである。

タンデム太陽電池S_{b₁}における第2正極端子310Pは、直列接続されたボトムセルモジュール3の全体の発電出力を取り出す正極端子である第2正極端子30Pである。同様に、タンデム太陽電池S_{b₆}における第2負極端子310Nは、直列接続されたボトムセルモジュール3の全体の発電出力を取り出す負極端子である第2負極端子30Nである。

第1正極端子20Pおよび第1負極端子20Nは、それぞれ、PCS (Power Conditioning System) 11の入力端子12P、12Nに配線される。

第2正極端子30Pおよび第2負極端子30Nは、それぞれ、PCS 11の入力端子13P、13Nに配線される。

PCS 11は、入力端子12P、12N、13P、13Nに入力されたタンデム太陽電池10の発電出力を直流出力として、出力端子14P、14Nから出力する。

[0083] 本実施形態のタンデム太陽電池10は、トップセルモジュールとボトムセルモジュールとが、厚さ方向に重なったタンデムモジュールの例であるタンデム太陽電池S_{b₁}–S_{b₆}を有している。各タンデムモジュールにおける各トップセルモジュール2同士は電氣的に接続されており、各ボトムセルモジュール3同士は電氣的に接続されている。

タンデム太陽電池10は、第1正極端子20P、第1負極端子20N、第2正極端子30P、および第2負極端子30Nを有している。

第1正極端子20Pは、複数のタンデムモジュールのいずれか1つであるタンデム太陽電池S_{b₁}におけるトップセルモジュール2の正極（第1正極端子210P）に電氣的に接続されている。

第1負極端子20Nは、複数のタンデムモジュールのいずれか1つであるタンデム太陽電池S_{b₆}におけるトップセルモジュール2の負極（第1負極端子210N）に電氣的に接続されている。

第2正極端子30Pは、複数のタンデムモジュールのいずれか1つである

タンデム太陽電池 $S b_1$ におけるボトムセルモジュール 3 の正極（第 2 正極端子 3 1 0 P）に電氣的に接続されている。

第 2 負極端子 3 0 N は、複数のタンデムモジュールのいずれか 1 つであるタンデム太陽電池 $S b_0$ におけるボトムセルモジュール 3 の負極（第 2 負極端子 3 1 0 N）に電氣的に接続されている。

[0084] 本実施形態のタンデム太陽電池 1 0 によれば、トップセルモジュール 2 およびボトムセルモジュール 3 が複数のタンデムモジュールに分かれている以外は、第 1 の実施形態と同様である。このため、第 1 の実施形態と同様、それぞれのタンデムモジュールにおいて、簡素な構成によってトップセルモジュールとボトムセルモジュールとの絶縁性を向上することができるタンデム太陽電池を提供することができる。

[0085] 以下、上述した各実施形態に関する変形例を説明する。

特に後述する第 1 ～ 第 6 変形例は、第 1 または第 2 の実施形態におけるトップセルモジュール 2、2 A における第 1 スtring コネクト 2 1 2 および第 1 負極端子 2 1 0 N の配置に関する変形例である。第 1 ～ 第 6 変形例は、タンデム太陽電池 1、1 A とトップセルモジュール 2、2 A の構成のみが異なる。ただし、それぞれのトップセルモジュールの接続構成は、いずれも 6 並列 4 直列の例で説明する。

後述の第 7、第 8 変形例は、ボトムセルモジュールのセルコネクトの配置の変形例を含む。

[0086] （第 1 変形例）

図 1 5 は、第 1 変形例のタンデム太陽電池の例を示す平面図である。

図 1 5 に示すように、本変形例のタンデム太陽電池 1 B は、第 1 の実施形態のタンデム太陽電池 1 のトップセルモジュール 2 に代えてトップセルモジュール 2 B を有する。以下、第 1 の実施形態と異なる点を中心に説明する。

[0087] トップセルモジュール 2 B は、各第 1 スtring コネクト 2 1 2 の X 軸方向の配置位置がトップセルモジュール 2 における各第 1 スtring コネクト 2 1 2 の配置位置と反対である。さらに、トップセルモジュール 2 B は、第

1負極端子210NがトップセルistringT_{s1}におけるX軸負方向の端部の負電極206Nに上側から接合され、第1正極端子210PがトップセルistringT_{s4}におけるX軸負方向の端部の正電極206Pに上側から接合されている。

トップセルモジュール2Bは、上述の2点を除くと、第1の実施形態におけるトップセルモジュール2と同様である。

[0088] 本変形例では、トップセルistringT_{s1}、T_{s2}は、X軸正方向の端部における負電極206Nと正電極206Pとに上側から接合された第1stringコネクタ212によって電氣的に接続されている。トップセルistringT_{s3}、T_{s4}も同様である。トップセルistringT_{s2}、T_{s3}は、X軸負方向の端部における負電極206Nと正電極206Pとに上側から接合された第1stringコネクタ212によって電氣的に接続されている。

[0089] 本変形例において、第2stringコネクタ312の第2延出部312bは、平面視において、第1stringコネクタ212の第1延出部212bとY軸方向に隣り合っている。隣り合っているとは、平面視において、第1延出部212bと第2延出部312bとが互いに重なっていないことである。このため、本変形例では、第1延出部212bと第2延出部312bとは、平面視において互いに離れて配置されている。

本変形例では、第1の実施形態とは異なり、平面視において、第2延出部312bは、いずれの第1延出部212bも外側から囲んでいない。このため、例えば、第2延出部312bのX軸方向への延出長を、第1の実施形態に比べて短くすることが可能である。さらに、平面視における、第1stringコネクタ212と第2stringコネクタ312との間の離間距離を長く取ることもできる。これにより、本変形例では、第1stringコネクタ212と第2stringコネクタ312とのさらなる絶縁性の向上を図ることができる。

[0090] さらに本変形例では、X軸方向において、第1負極端子210Nおよび第1正極端子210Pが、第2正極端子310Pおよび第2負極端子310N

と反対側に設けられている。

これにより、トップセルモジュール2Bの出力と、ボトムセルモジュール3の発電出力とを、X軸方向において異なる方向から取り出すことができる。

[0091] 本変形例によれば、簡素な構成によってトップセルモジュールとボトムセルモジュールとの絶縁性を向上することができるタンデム太陽電池を提供することができる。

特に本変形例によれば、Y軸方向に隣り合うトップセルistring T_{s_j} 同士を接続する第1 stringコネクタ212と、このトップセルistring T_{s_j} にそれぞれ重なるボトムセルistring B_{s_j} 同士を接続する第2 stringコネクタ312とを、X軸方向における反対位置で接続することができる。これにより、第1 stringコネクタ212と第2 stringコネクタ312とを互いに離すことができる。

[0092] なお、本変形例において、第1負極端子210Nおよび第1正極端子210Pの一方を第2変形例と同様の位置に設ける変形が施されてもよい。

[0093] (第2変形例)

図16は、第2変形例のタンデム太陽電池の例を示す平面図である。

図16に示すように、本変形例のタンデム太陽電池1Cは、第1の実施形態のタンデム太陽電池1のトップセルモジュール2に代えてトップセルモジュール2Cを有する。以下、第1の実施形態と異なる点を中心に説明する。

[0094] トップセルモジュール2Cは、第1の実施形態と同様の第1 stringコネクタ212の他に、さらに3個の第1 stringコネクタ212が追加されている。

追加された第1 stringコネクタ212は、第1変形例における各第1 stringコネクタ212と同様の位置に配置されている。

これにより、本変形例では、トップセルistring T_{s_1} - T_{s_4} は、X軸方向の両端部における負電極206Nと正電極206Pとが第1 stringコネクタ212によって、それぞれ電氣的に接続されている。

[0095] 本変形例によれば、簡素な構成によってトップセルモジュールとボトムセルモジュールとの絶縁性を向上することができるタンデム太陽電池を提供することができる。

[0096] (第3変形例)

図17は、第3変形例のタンデム太陽電池の例を示す平面図である。

図17に示すように、本変形例のタンデム太陽電池1Dは、第2変形例のタンデム太陽電池1Cのトップセルモジュール2Cに代えてトップセルモジュール2Dを有する。以下、第2変形例と異なる点を中心に説明する。

[0097] トップセルモジュール2Dは、第1変形例と同様に、X軸方向において、第1負極端子210Nおよび第1正極端子210Pが、第2正極端子310Pおよび第2負極端子310Nと反対側に設けられていることを除くと、第2変形例と同様である。

[0098] 本変形例によれば、簡素な構成によってトップセルモジュールとボトムセルモジュールとの絶縁性を向上することができるタンデム太陽電池を提供することができる。

[0099] (第4変形例)

図18は、第4変形例のタンデム太陽電池の例を示す平面図である。

図18に示すように、本変形例のタンデム太陽電池1Eは、第2の実施形態のタンデム太陽電池1Aのトップセルモジュール2Aに代えてトップセルモジュール2Eを有する。以下、第2の実施形態と異なる点を中心に説明する。

[0100] トップセルモジュール2Eは、各第1ストリングコネクタ212のX軸方向の配置位置がトップセルモジュール2Aにおける各第1ストリングコネクタ212の配置位置と反対である。さらに、トップセルモジュール2Eは、第1負極端子210Nがトップセルストリング T_{s_1} におけるX軸負方向の端部の第1セルコネクタ211Aに上側から接合され、第1正極端子210Pがトップセルストリング T_{s_4} におけるX軸負方向の端部の第1セルコネクタ211Aに上側から接合されている。

トップセルモジュール 2 E は、上述の 2 点を除くと、第 2 の実施形態におけるトップセルモジュール 2 A と同様である。すなわち、本変形例は、第 2 の実施形態のタンデム太陽電池 1 A に、第 1 変形例と同様の変形を施した例になっている。

[0101] 本変形例によれば、簡素な構成によってトップセルモジュールとボトムセルモジュールとの絶縁性を向上することができるタンデム太陽電池を提供することができる。

[0102] (第 5 変形例)

図 19 は、第 5 変形例のタンデム太陽電池の例を示す平面図である。

図 19 に示すように、本変形例のタンデム太陽電池 1 F は、第 2 の実施形態のタンデム太陽電池 1 A のトップセルモジュール 2 A に代えてトップセルモジュール 2 F を有する。以下、第 2 の実施形態と異なる点を中心に説明する。

[0103] トップセルモジュール 2 F は、第 2 の実施形態と同様の第 1 スtring コネクト 2 1 2 の他に、さらに 3 個の第 1 スtring コネクト 2 1 2 が追加されている。

追加された第 1 スtring コネクト 2 1 2 は、第 4 変形例における各第 1 スtring コネクト 2 1 2 と同様の位置に配置されている。

これにより、本変形例では、トップセルスiring $T_{s_1} - T_{s_4}$ は、X 軸方向の両端部における各第 1 セルコネクト 2 1 1 A が第 1 スtring コネクト 2 1 2 によって、それぞれ電氣的に接続されている。

すなわち、本変形例は、第 2 の実施形態のタンデム太陽電池 1 A に、第 2 変形例と同様の変形を施した例になっている。

[0104] 本変形例によれば、簡素な構成によってトップセルモジュールとボトムセルモジュールとの絶縁性を向上することができるタンデム太陽電池を提供することができる。

[0105] (第 6 変形例)

図 20 は、第 6 変形例のタンデム太陽電池の例を示す平面図である。

図20に示すように、本変形例のタンデム太陽電池1Gは、第5変形例のタンデム太陽電池1Fのトップセルモジュール2Fに代えてトップセルモジュール2Gを有する。以下、第5変形例と異なる点を中心に説明する。

[0106] トップセルモジュール2Gは、第4変形例と同様に、X軸方向において、第1負極端子210Nおよび第1正極端子210Pが、第2正極端子310Pおよび第2負極端子310Nと反対側に設けられていることを除くと、第5変形例と同様である。

[0107] 本変形例によれば、簡素な構成によってトップセルモジュールとボトムセルモジュールとの絶縁性を向上することができるタンデム太陽電池を提供することができる。

[0108] (第7変形例)

図21は、第7変形例のタンデム太陽電池の例を示す裏面図である。

図21に示すように、本変形例のタンデム太陽電池1Hは、第1の実施形態のタンデム太陽電池1のボトムセルモジュール3に代えてボトムセルモジュール3Hを有する。以下、第1の実施形態と異なる点を中心に説明する。

[0109] ボトムセルモジュール3Hは、3個の第2ストリングコネクタ312に代えて、2個の第2ストリングコネクタ313Hと、1個の第2ストリングコネクタ314Hと、を有する。

[0110] 各第2ストリングコネクタ313Hは、Y軸方向の長さが短いことを除いて第2ストリングコネクタ312と同様である。すなわち、各第2ストリングコネクタ313Hは、線状部312cに代えて、線状部312cよりも短い線状部313cを有する。

各第2ストリングコネクタ313Hは、X軸負方向の端部において、ボトムセルストリングBs₁、Bs₂と、ボトムセルストリングBs₃、Bs₄と、をそれぞれ直列に接続している。

[0111] 第2ストリングコネクタ314Hは、Y軸方向の長さが長いことを除いて第2ストリングコネクタ312と同様である。すなわち、第2ストリングコネクタ314Hは、線状部312cに代えて、線状部312cよりも長い線

状部 3 1 4 c を有する。

第 2 スtringコネクト 3 1 4 H は、X 軸正方向の端部において、ボトムセルString B_{s_2} 、 B_{s_3} を直列に接続している。

- [0112] 本変形例におけるボトムセルString B_{s_1} では、第 2 Stringコネクト 3 1 3 H の Y 軸正方向側の接続部 3 1 2 a、各第 2 セルコネクト 3 1 1、および第 2 正極端子 3 1 0 P の Y 軸方向における中心線は、ボトムセルString B_{s_1} の Y 軸方向正方向の端部から距離 y_1 (ただし、 $y_1 > y_0 / 2$) の位置で X 軸方向に延びている。これらの中心線とボトムセルString B_{s_1} の Y 軸負方向の端部との距離は $y_2 = y_0 - y_1 < y_0 / 2$ である。

本変形例におけるボトムセルString B_{s_2} では、第 2 Stringコネクト 3 1 3 H の Y 軸負方向側の接続部 3 1 2 a、各第 2 セルコネクト 3 1 1、および第 2 Stringコネクト 3 1 4 H の Y 軸正方向の接続部 3 1 2 a の Y 軸方向における中心線は、ボトムセルString B_{s_2} の Y 軸正方向の端部から距離 y_2 の位置で X 軸方向に延びている。

- [0113] 本変形例におけるボトムセルString B_{s_3} では、第 2 Stringコネクト 3 1 3 H の Y 軸正方向側の接続部 3 1 2 a、各第 2 セルコネクト 3 1 1、および第 2 Stringコネクト 3 1 4 H の Y 軸負方向の接続部 3 1 2 a の Y 軸方向における中心線が、ボトムセルString B_{s_1} と同様の位置関係にある。

本変形例におけるボトムセルString B_{s_4} では、第 2 Stringコネクト 3 1 3 H の Y 軸負方向側の接続部 3 1 2 a、各第 2 セルコネクト 3 1 1、および第 2 負極端子 3 1 0 N の Y 軸方向における中心線が、ボトムセルString B_{s_2} と同様の位置関係にある。

- [0114] 本変形例は、ボトムセル B_i 同士の各正電極 3 0 6 P、各負電極 3 0 6 N における接続位置が、すべて、Y 軸方向において各正電極 3 0 6 P、各負電極 3 0 6 N の中心からずれている例である。

特に、本変形例によれば、平面視において、第 1 負極端子 2 1 0 N と第 2 正極端子 3 1 0 P との距離と、第 1 正極端子 2 1 0 P と第 2 負極端子 3 1 0

Nとの距離とを、第1の実施形態よりも離すことができる。

[0115] 本変形例によれば、簡素な構成によってトップセルモジュールとボトムセルモジュールとの絶縁性を向上することができるタンデム太陽電池を提供することができる。

[0116] (第8変形例)

図22は、第8変形例のタンデム太陽電池の例を示す裏面図である。

図22に示すように、本変形例のタンデム太陽電池11は、第1の実施形態のタンデム太陽電池1のボトムセルモジュール3に代えてボトムセルモジュール31を有する。以下、第1の実施形態と異なる点を中心に説明する。

[0117] ボトムセルモジュール31は、2個の第2ストリングコネクタ312に代えて、第2ストリングコネクタ3131、3141と、を有する。

本変形例におけるボトムセルストリング B_{s1} 、 B_{s2} は、第1の実施形態と同様、第2ストリングコネクタ312によって直列に接続されている。

[0118] 第2ストリングコネクタ3131は、Y軸方向の長さが短いことを除いて第2ストリングコネクタ312と同様である。すなわち、第2ストリングコネクタ3131は、線状部312cに代えて、線状部312cよりも短い線状部313dを有する。

第2ストリングコネクタ3131は、X軸負方向の端部において、ボトムセルストリング B_{s3} 、 B_{s4} を直列に接続している。

[0119] 第2ストリングコネクタ3141は、Y軸方向の長さが長いことを除いて第2ストリングコネクタ312と同様である。すなわち、第2ストリングコネクタ3141は、線状部312cに代えて、線状部312cよりも長い線状部314dを有する。

第2ストリングコネクタ3141は、X軸正方向の端部において、ボトムセルストリング B_{s2} 、 B_{s3} を直列に接続している。

第2ストリングコネクタ3141におけるY軸正方向の接続部312aは、ボトムセル B_1 における負電極306NのY軸方向の中心において負電極306Nと電氣的に接続している。

[0120] 本変形例におけるボトムセルストリング B_{s_3} では、第2ストリングコネクタ3131のY軸正方向側の接続部312a、各第2セルコネクタ311、および第2ストリングコネクタ3141のY軸負方向の接続部312aのY軸方向における中心線は、ボトムセルストリング B_{s_3} のY軸正方向の端部から距離 y_4 （ただし、 $y_4 > y_0 / 2$ ）の位置でX軸方向に延びている。これらの中心線とボトムセルストリング B_{s_3} のY軸負方向の端部との距離は $y_5 = y_0 - y_4 < y_0 / 2$ である。

本変形例におけるボトムセルストリング B_{s_4} では、第2ストリングコネクタ3131のY軸負方向側の接続部312a、各第2セルコネクタ311、および第2負極端子310NのY軸方向における中心線が、ボトムセルストリング B_{s_4} のY軸方向の中心においてX軸方向に延びている。

[0121] 本変形例は、ボトムセル B_i 同士の各正電極306P、各負電極306Nにおける接続位置が、ボトムセルストリング B_{s_3} のみで、Y軸方向において各正電極306P、各負電極306Nの中心からずれている例である。

[0122] 本変形例によれば、簡素な構成によってトップセルモジュールとボトムセルモジュールとの絶縁性を向上することができるタンデム太陽電池を提供することができる。

[0123] 以下、上述の各実施形態および各変形例に適用可能ないくつかの変形例を説明する。

[0124] 上述の各実施形態および各変形例では、ボトムセル B_i がバックコンタクト型太陽電池セルの例で説明した。しかし、ボトムセル B_i はバックコンタクト型太陽電池セルには限定されない。例えば、ボトムセル B_i は、結晶系シリコン太陽電池、単結晶、多結晶、アモルファス等のシリコン系太陽電池、CIS系、CIGS系の化合物太陽電池などであってもよい。以下、結晶系シリコン太陽電池の例を説明する。

[0125] 図23は、各実施形態および各変形例に用いることができる結晶系シリコン太陽電池の例を示す断面図である。

図23に示すように、ボトムセルストリング500は、複数のボトムセル

510が直列接続されている。

各ボトムセル510は、Z軸負方向において、n電極511、反射防止膜512、n型半導体513、p型半導体514、およびp電極515がこの順に積層されている。

ボトムセル510は、入射光L'を受光すると、p型半導体514とn型半導体513との間に電圧を発生させる。発生した電圧は、p電極515とn電極511との間の電圧となる。

互いに隣接するボトムセル510同士のp電極515とn電極511とは、導体で形成されるセルインターコネクタ520によって互いに電氣的に接続されている。これにより、ボトムセルストリング500の各ボトムセル510が直列に接続されている。なお、図23では、セルインターコネクタ520は模式的に表されているため、ボトムセル510の厚さ方向（Z軸方向）における上方および下方に突出している。各セルインターコネクタ520は、ボトムセル510の厚さ方向（Z軸方向）のいずれかの位置に配置される。

[0126] 上述の各実施形態および各変形例では、トップセルモジュールにおいて、表面透明電極層205、裏面透明電極層202が用いられた例で説明した。しかし、トップセルモジュールにおける電極は、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構成でもよい。

ボトムセル510におけるp電極515も同様の電極構造を採用できる。

[0127] 上述の各実施形態および各変形例では、トップセル T_i およびボトムセル B_i の平面視の外形が矩形の例で説明した。しかし、トップセル T_i およびボトムセル B_i の外形は、矩形には限定されない。例えば、矩形の角が落とされたり丸められた形状、矩形以外の多角形などでもよい。

[0128] 上述の各実施形態および各変形例では、トップセルモジュールおよびボトムセルモジュールの外形が、矩形の例で説明した。しかし、トップセルモジュールおよびボトムセルモジュールの外形は、矩形には限定されない。例えば、トップセルストリング T_{s_j} およびボトムセルストリング B_{s_j} のX軸方

向の長さを変えて接続することによって、例えば、略台形状、略多角形状などの矩形以外の形状が形成できる。

[0129] 上述の各実施形態および各変形例では、タンデム太陽電池において、第1正極端子、第1負極端子、第2正極端子、および第2負極端子がすべて第3延出部を形成している例で説明した。しかし、第1正極端子、第1負極端子、第2正極端子、および第2負極端子は第3延出部を形成しなくてもよい。第1正極端子、第1負極端子、第2正極端子、もしくは第2負極端子、またはそれらの組合せが第3延出部を形成していてもよい。

[0130] 上述の各実施形態および各変形例では、バイパスダイオードを有しない例で説明した。しかし、タンデム太陽電池は、バイパスダイオードを含んでもよい。

[0131] 上述の第3の実施形態では、複数のタンデムモジュールが直列接続されたタンデム太陽電池の例で説明した。しかし、複数のタンデムモジュールの接続は、直列接続には限定されない。例えば、複数のタンデムモジュールの接続は、並列接続のみでもよいし、直列接続と並列接続とが混在してもよい。

第3の実施形態では、第1負極端子20Nおよび第2正極端子30Pがタンデム太陽電池S_{b1}に、第1正極端子20Pおよび第2負極端子30Nがタンデム太陽電池S_{b2}に設けられた例で説明した。しかし、第1負極端子20N、第1正極端子20P、第2正極端子30P、および第2負極端子30Nは、複数のタンデムモジュールの接続構成に応じて、複数のタンデムモジュールのどれに設けられていてもよい。

[0132] 上述の第3の実施形態では、複数のタンデムモジュールが、いずれもタンデム太陽電池1と同様の構成を有する例で説明した。しかし、複数のタンデムモジュールは、異なる構成のタンデムモジュールが含まれていてもよい。例えば、タンデムモジュールとして、上述した第2の実施形態のタンデム太陽電池、第1～第8変形例のタンデム太陽電池が含まれていてもよいし、これ以外のタンデム太陽電池が含まれてもよい。

[0133] 上述の第3の実施形態では、複数のタンデムモジュールが、それぞれ、4

つの外部出力端子を有しており、第1正極端子20P、第1負極端子20N、第2正極端子30P、および第2負極端子30N以外の外部出力端子同士が電氣的に接続されている例で説明した。すなわち、第3の実施形態では、複数のタンデムモジュールとして、それぞれ独立使用可能なタンデム太陽電池を構成している。しかし、複数のタンデムモジュールは、それぞれを単独使用可能な4つの外部出力端子を有しない構成でもよい。すなわち、複数のタンデムモジュールは、第1正極端子20P、第1負極端子20N、第2正極端子30P、および第2負極端子30N以外の外部出力端子を有しなくてもよい。

[0134] 以上説明した少なくとも一つの実施形態によれば、複数のトップセルが電氣的に接続されたトップセルストリングと、前記トップセルの厚さ方向から見た平面視において前記トップセルストリングと重なるように配置され、複数のボトムセルが電氣的に接続されたボトムセルストリングと、複数の前記トップセルストリングが電氣的に接続されたトップセルモジュールと、前記平面視において前記トップセルモジュールの外側に延びる第1延出部を有する第1ストリングコネクタと、複数の前記ボトムセルストリングが電氣的に接続されたボトムセルモジュールと、前記平面視において前記ボトムセルモジュールの外側に延びる第2延出部を有する第2ストリングコネクタと、を備え、前記第1延出部と前記第2延出部とは、前記平面視において互いに離れて配置されているので、簡素な構成によってトップセルモジュールとボトムセルモジュールとの絶縁性を向上することができるタンデム太陽電池を提供することができる。

[0135] 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]

複数のトップセルが電氣的に接続されたトップセルストリングと、
前記トップセルの厚さ方向から見た平面視において前記トップセルストリングと重なるように配置され、複数のボトムセルが電氣的に接続されたボトムセルストリングと、

複数の前記トップセルストリングが電氣的に接続されたトップセルモジュールと、

前記平面視において前記トップセルモジュールの外側に延びる第1延出部を有する第1ストリングコネクタと、

複数の前記ボトムセルストリングが電氣的に接続されたボトムセルモジュールと、

前記平面視において前記ボトムセルモジュールの外側に延びる第2延出部を有する第2ストリングコネクタと、

を備え、

前記第1延出部と前記第2延出部とは、前記平面視において互いに離れて配置されている、

タンデム太陽電池。

[請求項2]

前記トップセルモジュールの正極に電氣的に接続された第1正極端子と、

前記トップセルモジュールの負極に電氣的に接続された第1負極端子と、

前記ボトムセルモジュールの正極に電氣的に接続された第2正極端子と、

前記ボトムセルモジュールの負極に電氣的に接続された第2負極端子と、

をさらに備え、

前記第1正極端子、前記第1負極端子、前記第2正極端子、もしくは前記第2負極端子、またはそれらの組合せは、前記平面視において

前記トップセルモジュールの外側または前記ボトムセルモジュールの外側に延出する第3延出部を有し、

前記第3延出部は、前記平面視において、前記第1延出部および前記第2延出部のいずれとも離れて配置されている、
請求項1に記載のタンデム太陽電池。

[請求項3] 前記複数のトップセルと前記複数のボトムセルとは、同数ずつ設けられ、前記複数のトップセルのそれぞれは、前記厚さ方向において、前記複数のボトムセルの1つと互いに対向して配置されている、
請求項1または2に記載のタンデム太陽電池。

[請求項4] 前記トップセルストリングは、前記ボトムセルストリングと対向する面の反対側の面側に設けられた第1電極部を有しており、複数の前記トップセルストリングは前記第1電極部により電氣的に接続される、
請求項1～3のいずれか1項に記載のタンデム太陽電池。

[請求項5] 前記複数のトップセルのそれぞれは、複数の前記ボトムセルと対向する面の反対側の面側に設けられた第1セル電極を有しており、
前記複数のトップストリングのそれぞれにおける前記複数のトップセルは、前記第1セル電極において、互いに電氣的に接続される、
請求項1～4のいずれか1項に記載のタンデム太陽電池。

[請求項6] 複数の前記トップセルストリングのそれぞれにおける前記複数のトップセルの前記第1セル電極を電氣的に接続する第1セルコネクタをさらに備え、
複数の前記トップセルストリングのそれぞれにおける前記複数のトップセルは、前記第1セルコネクタによって並列接続されており、
複数の前記トップセルストリングは、複数の前記トップセルストリングのうち前記平面視において互いに隣り合って配置された前記トップセルストリング同士が前記第1ストリングコネクタによって電氣的に接続されることによって、直列接続される、

請求項5に記載のタンデム太陽電池。

[請求項7] 前記ボトムセルストリングは、複数の前記トップセルストリングと対向する面と反対側の面側に設けられた第2電極部を有しており、複数の前記ボトムセルストリングは前記第2電極部により電氣的に接続される、

請求項1～6のいずれか1項に記載のタンデム太陽電池。

[請求項8] 前記複数のボトムセルのそれぞれは、複数の前記トップセルと対向する面の反対側の面側に設けられた第2セル電極を有しており、

前記複数のボトムストリングのそれぞれにおける前記複数のボトムセルは、前記第2セル電極において、互いに電氣的に接続されている、

請求項1～7のいずれか1項に記載のタンデム太陽電池。

[請求項9] 複数の前記ボトムセルストリングのそれぞれにおける前記複数のボトムセルの前記第2セル電極を電氣的に接続する第2セルコネクトをさらに備え、

複数の前記ボトムセルストリングのそれぞれにおける前記複数のボトムセルは、前記第2セルコネクトによって直列接続されており、

複数の前記ボトムセルストリングは、複数の前記ボトムセルストリングのうち前記平面視において互いに隣り合って配置された前記ボトムセルストリング同士が前記第2ストリングコネクトによって電氣的に接続されることによって、直列接続されている、

請求項8に記載のタンデム太陽電池。

[請求項10] 前記第2延出部は、前記第1延出部よりも長い、

請求項1～9のいずれか1項に記載のタンデム太陽電池。

[請求項11] 前記平面視において前記第1延出部と前記第2延出部とは、前記平面視において重なることなく、かつ前記平面視において複数の前記トップセルストリングの配列方向で互いに隣り合って配置されている、請求項1～10のいずれか1項に記載のタンデム太陽電池。

[請求項12] 前記平面視において前記第2延出部は、前記第1延出部を外側から挟んで配置されている、

請求項1～11のいずれか1項に記載のタンデム太陽電池。

[請求項13] 前記トップセルモジュールと前記ボトムセルモジュールとが、前記厚さ方向に重なったタンデムモジュールを複数有し、

複数の前記タンデムモジュールにおける前記トップセルモジュール同士が電氣的に接続されており、

複数の前記タンデムモジュールにおける前記ボトムセルモジュール同士が電氣的に接続されており、

前記トップセルモジュールの全体の発電出力を取り出す正極端子は、複数の前記タンデムモジュールのいずれか1つにおける前記トップセルモジュールの正極に電氣的に接続された第1正極端子であり、

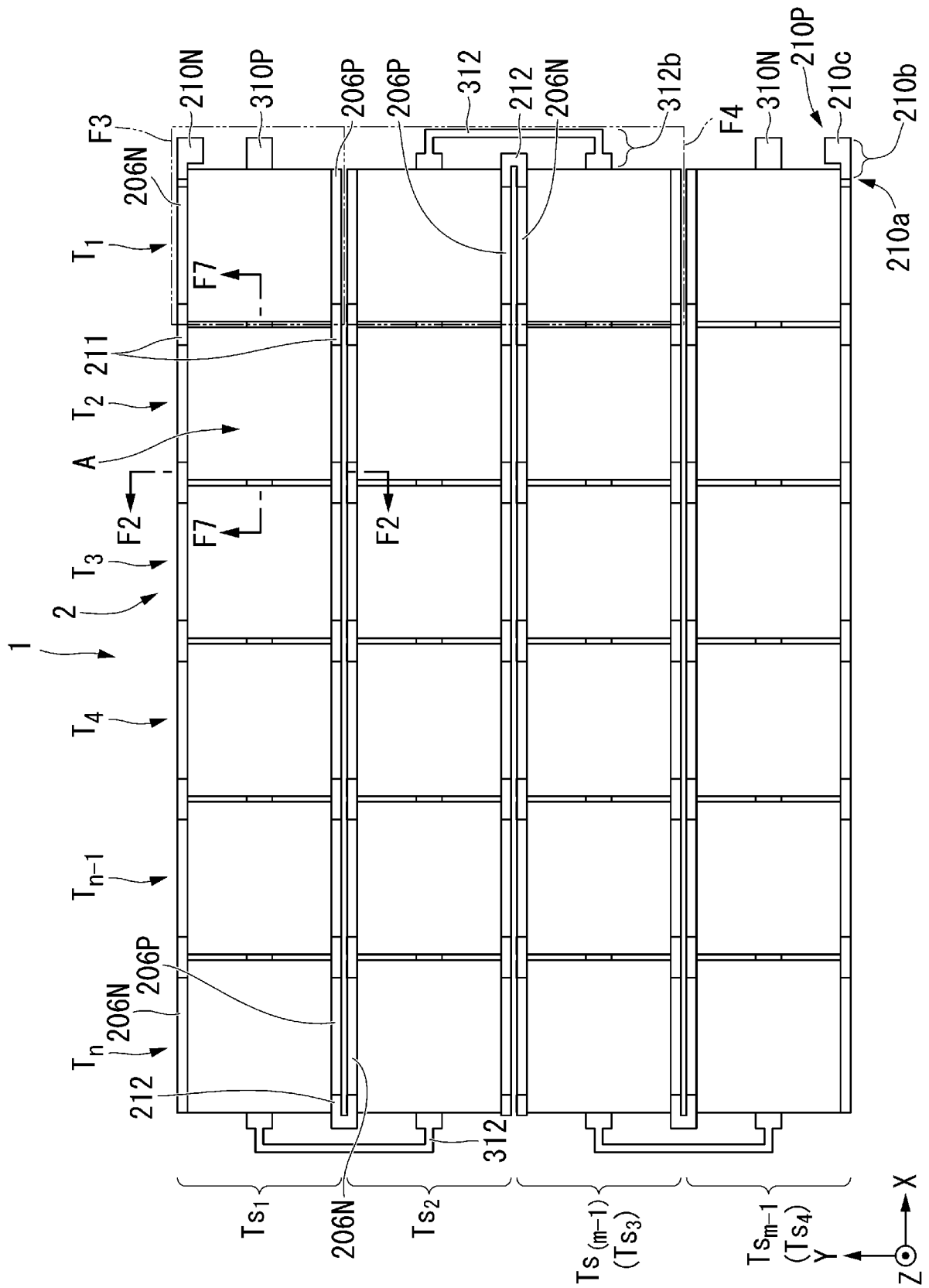
前記トップセルモジュールの全体の発電出力を取り出す負極端子は、複数の前記タンデムモジュールのいずれか1つにおける前記トップセルモジュールの負極に電氣的に接続された第1負極端子であり、

前記ボトムセルモジュールの全体の発電出力を取り出す正極端子は、複数の前記タンデムモジュールのいずれか1つにおける前記ボトムセルモジュールの正極に電氣的に接続された第2正極端子であり、

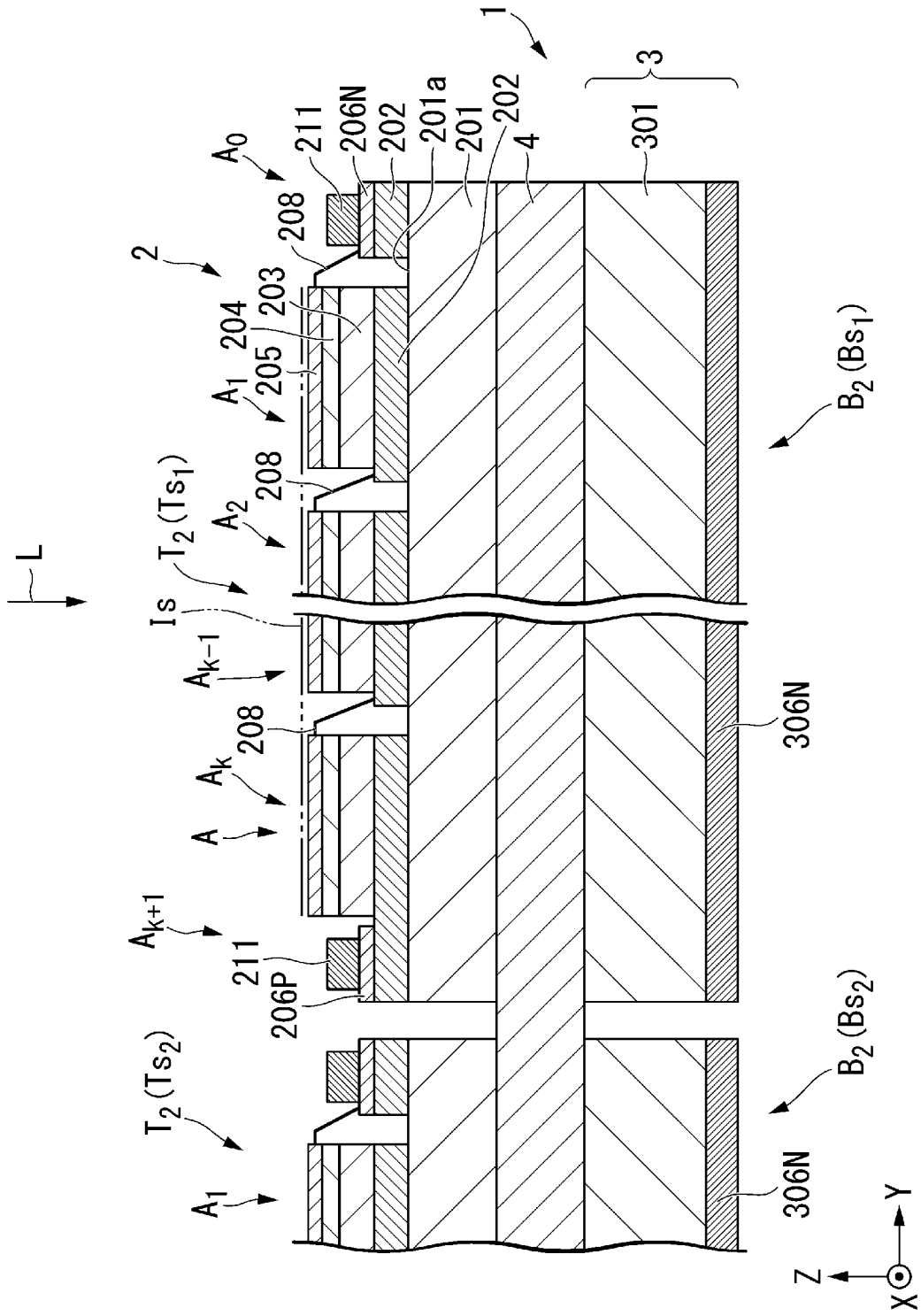
前記ボトムセルモジュールの全体の発電出力を取り出す負極端子は、複数の前記タンデムモジュールのいずれか1つにおける前記ボトムセルモジュールの負極に電氣的に接続された第2負極端子である、

請求項1～12のいずれか1項に記載のタンデム太陽電池。

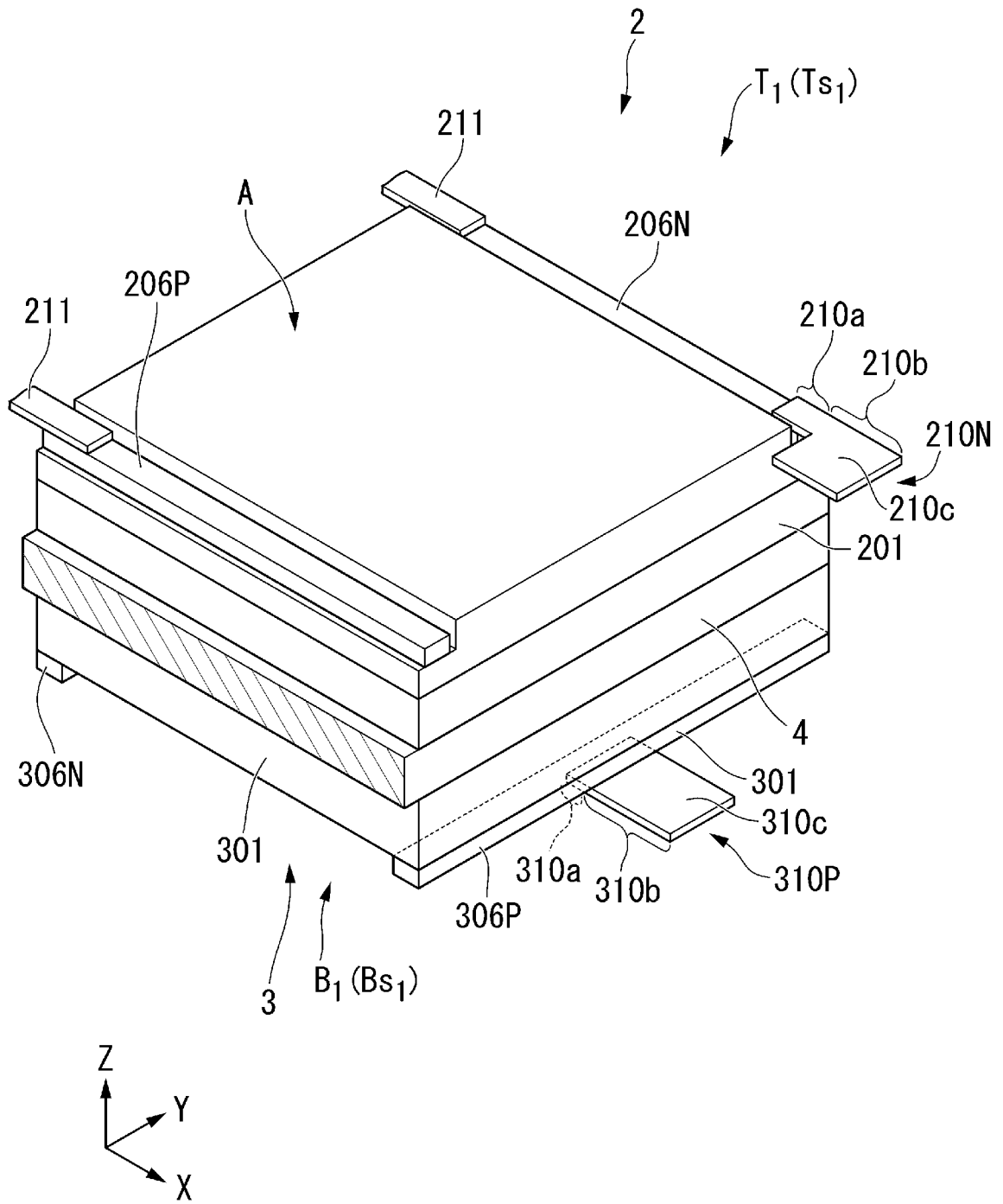
[図1]



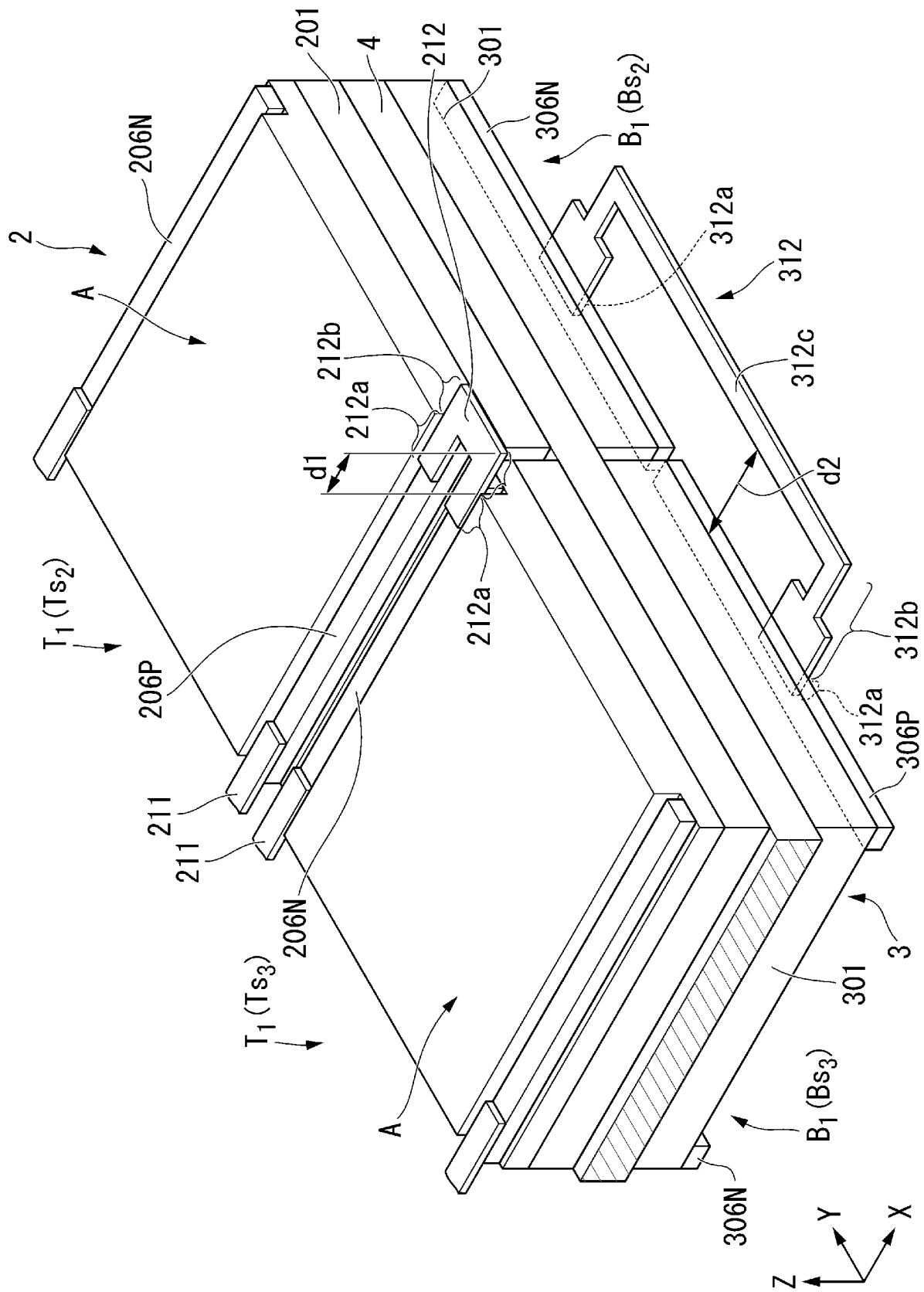
[図2]



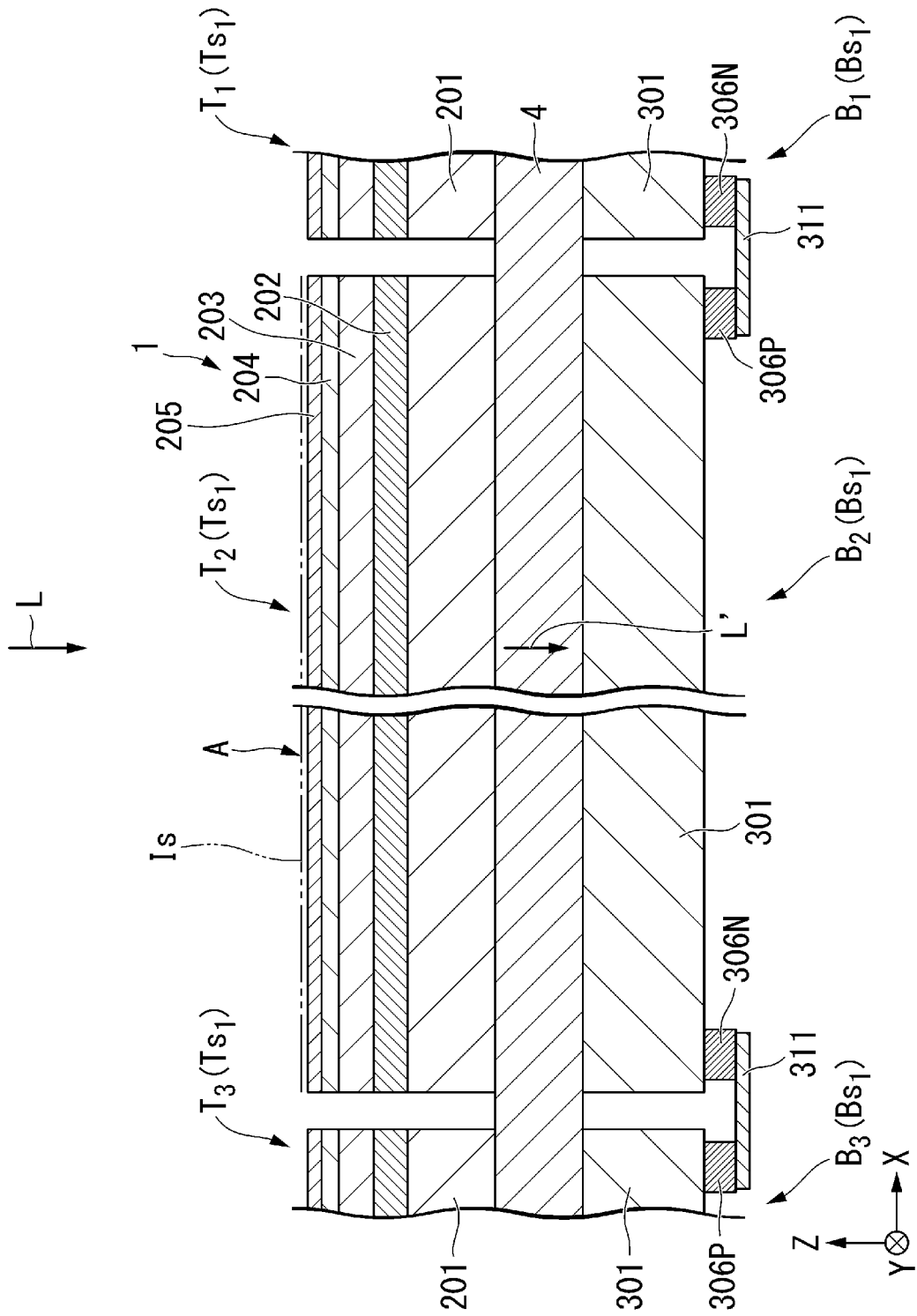
[図3]



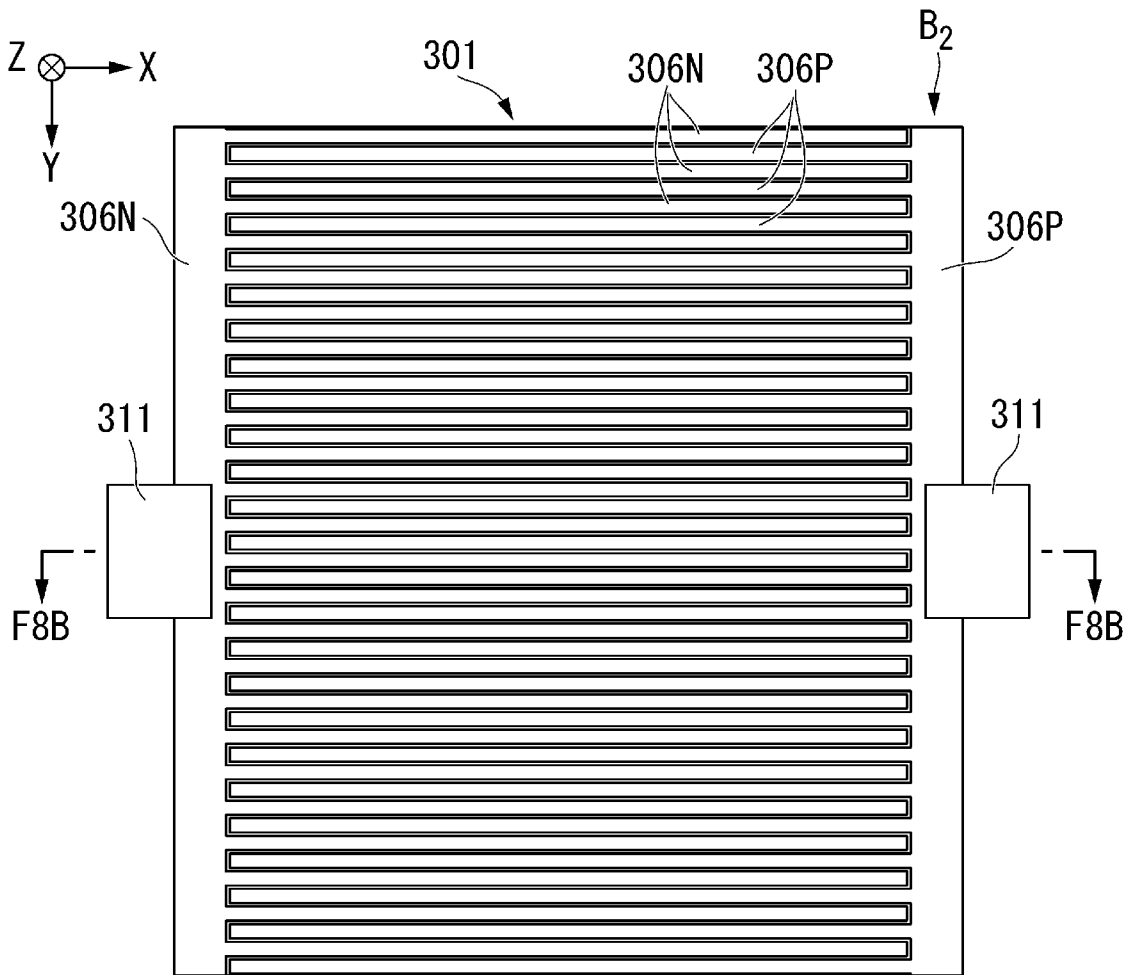
[図4]



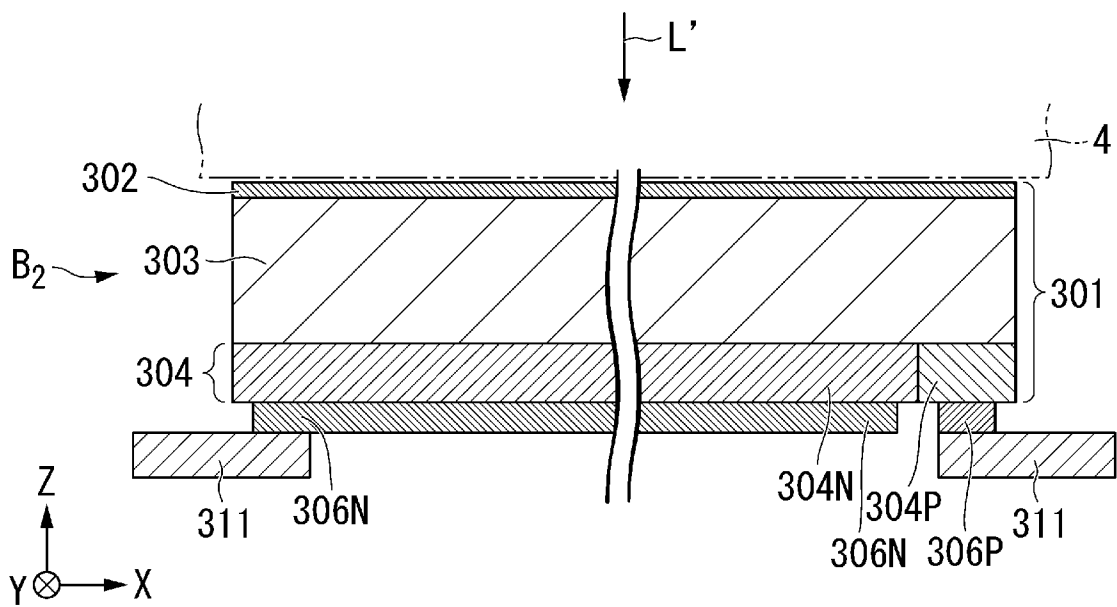
[図7]



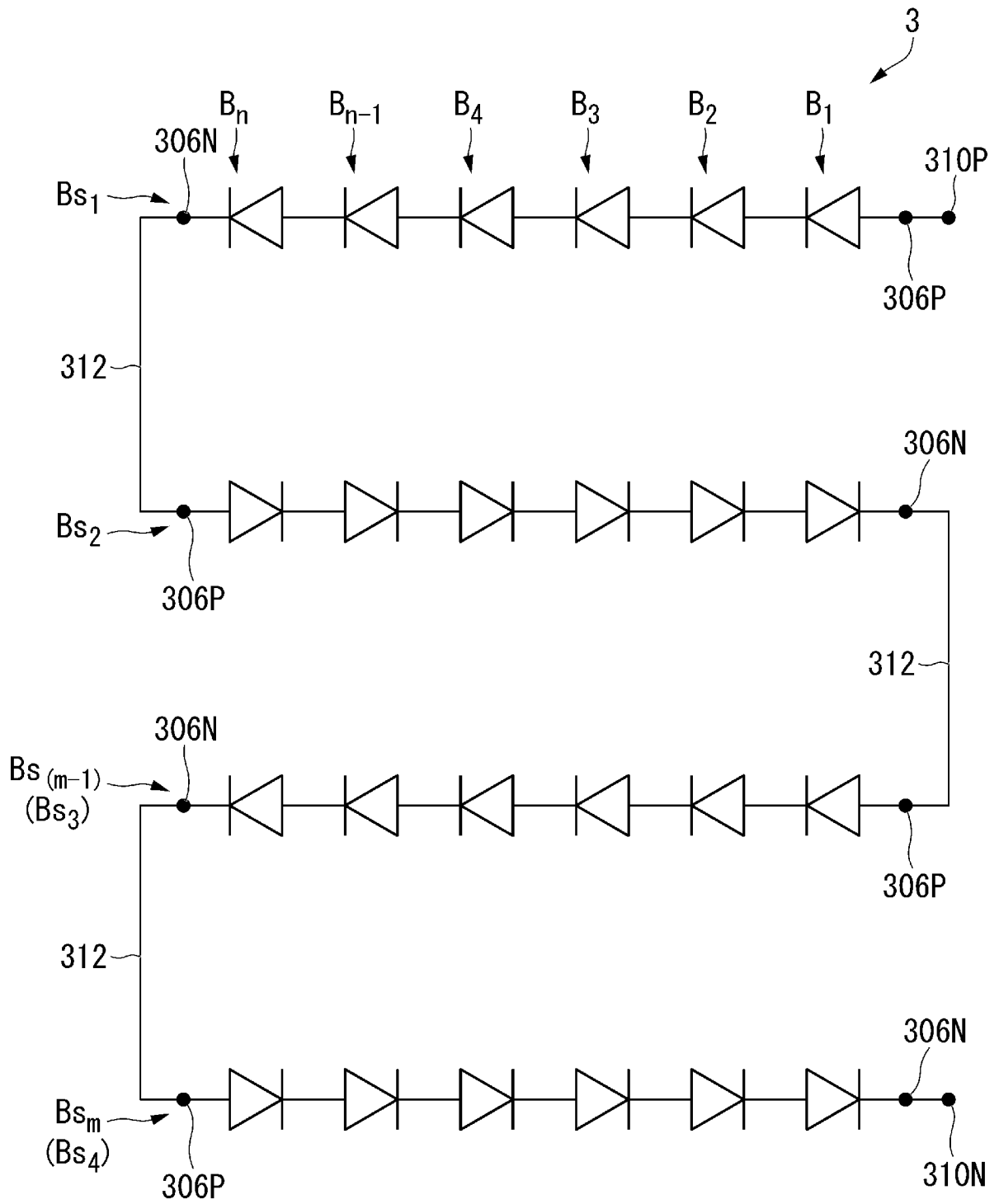
[図8A]



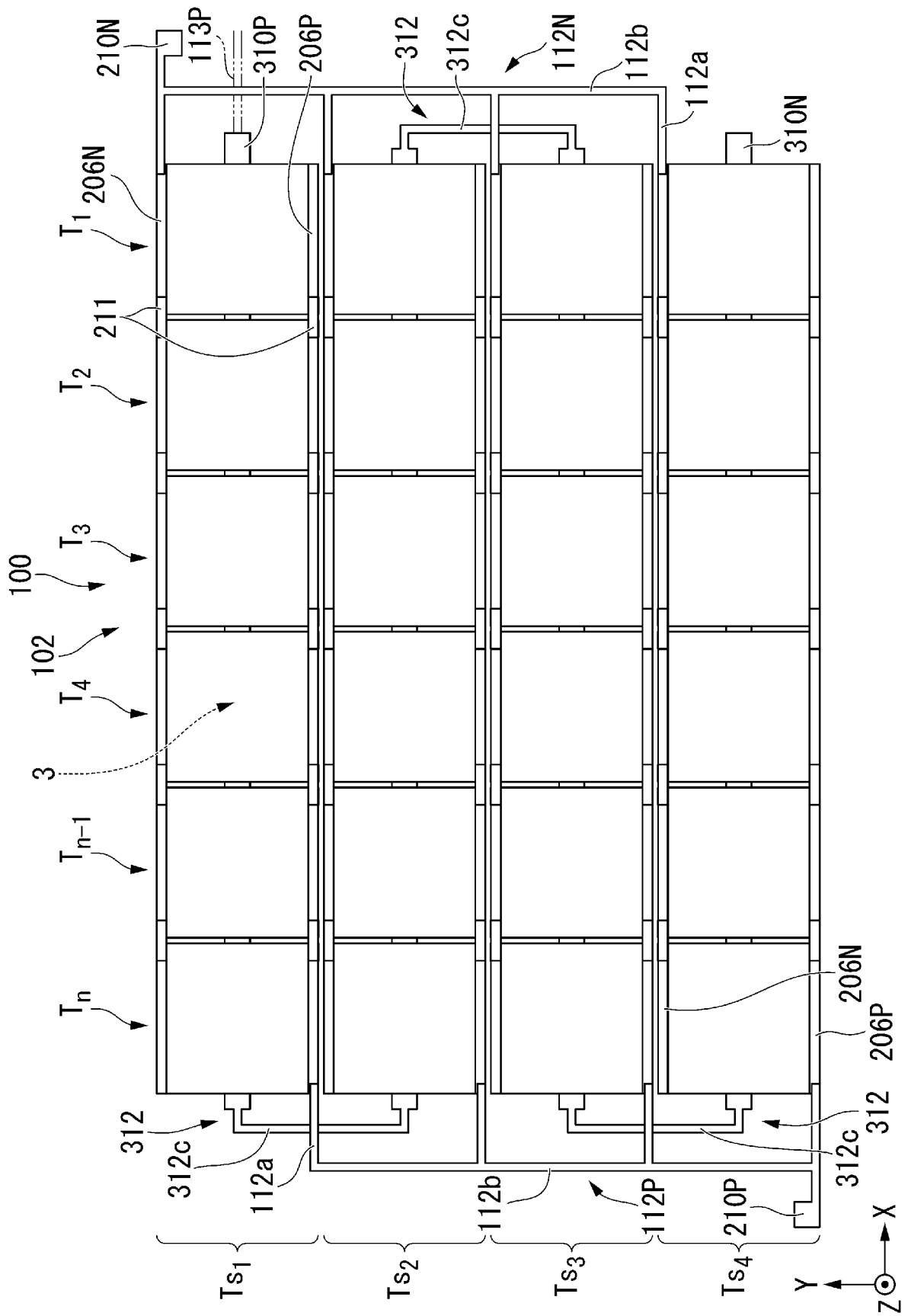
[図8B]



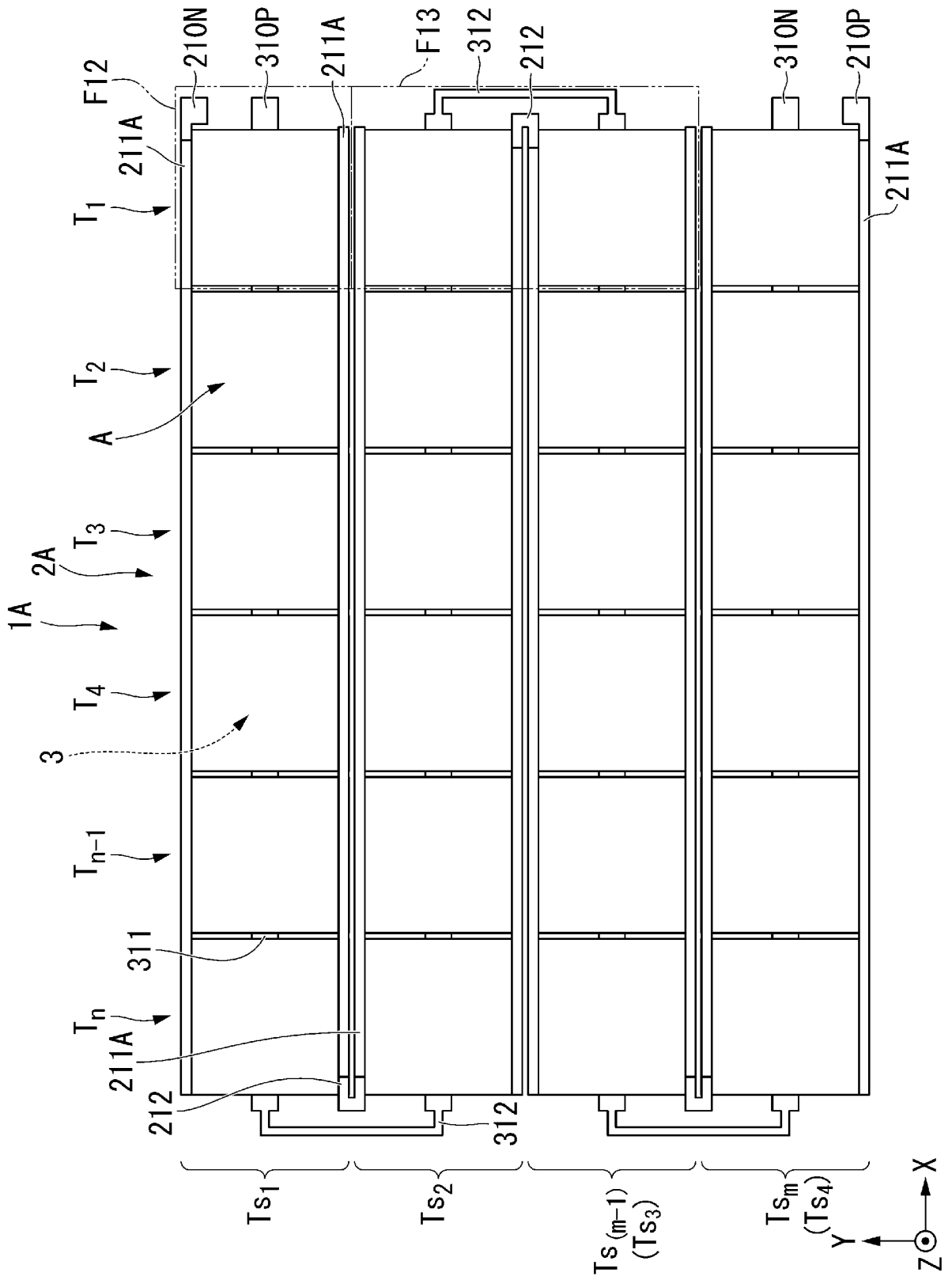
[図9]



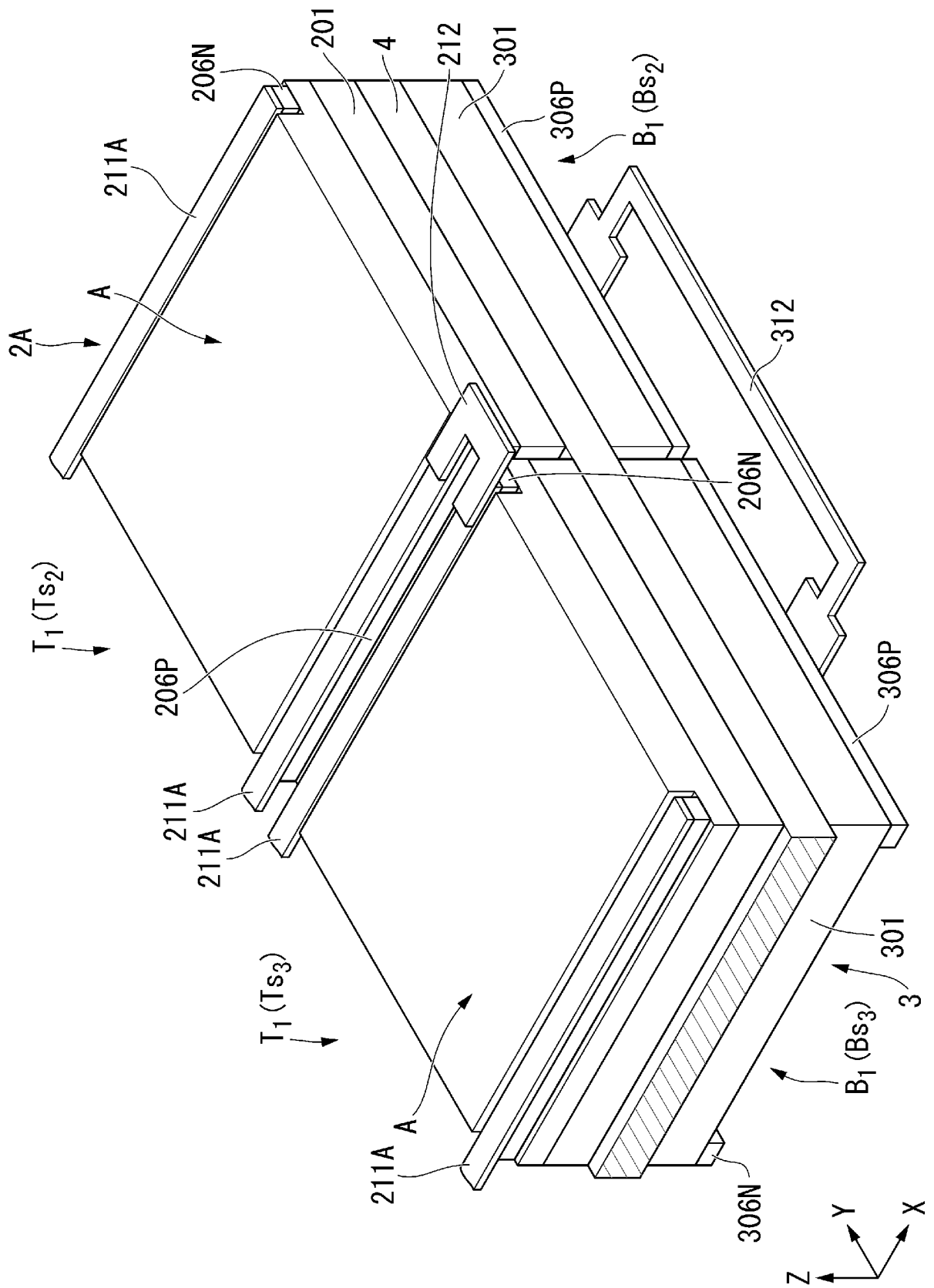
[図10]



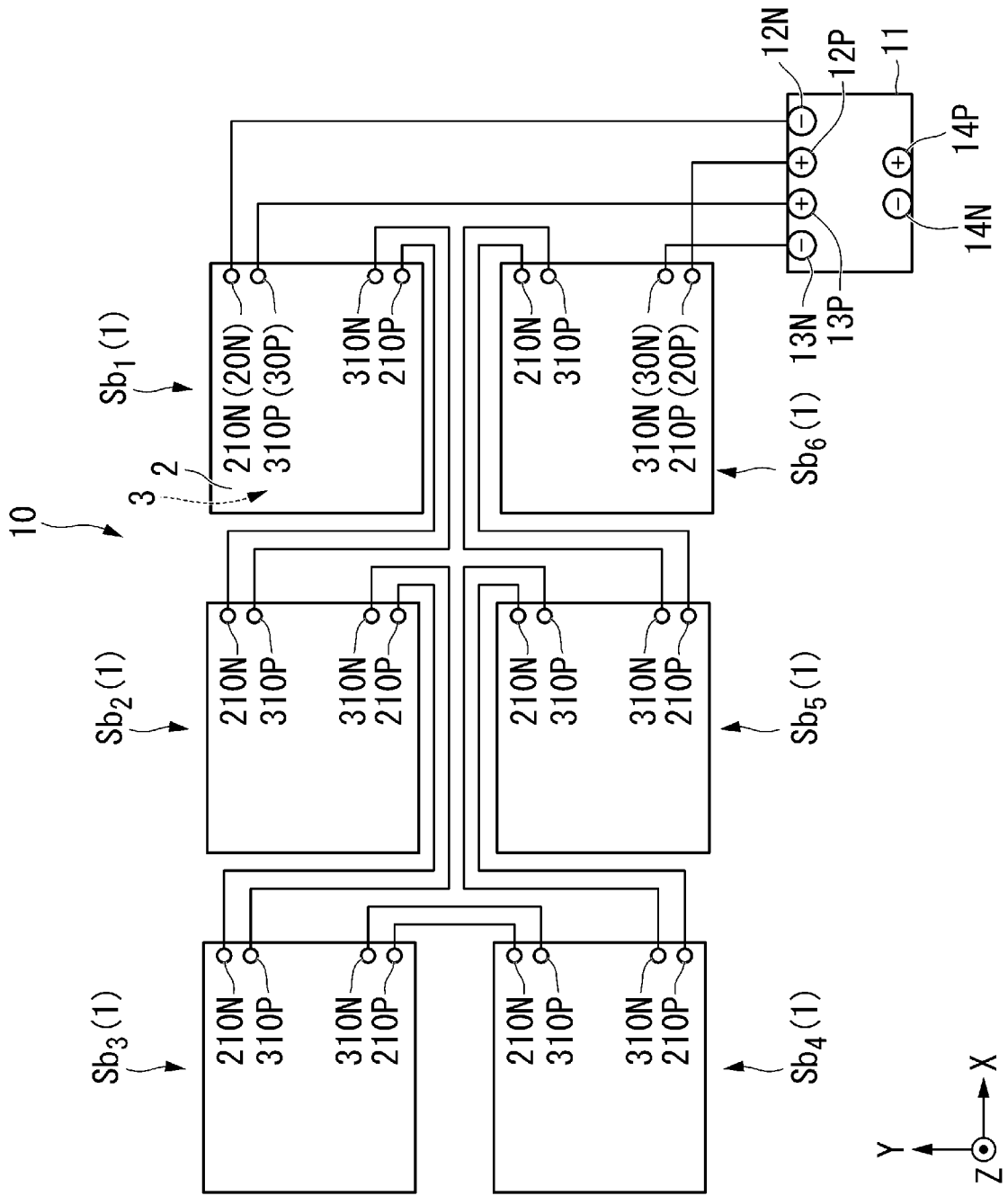
[図11]



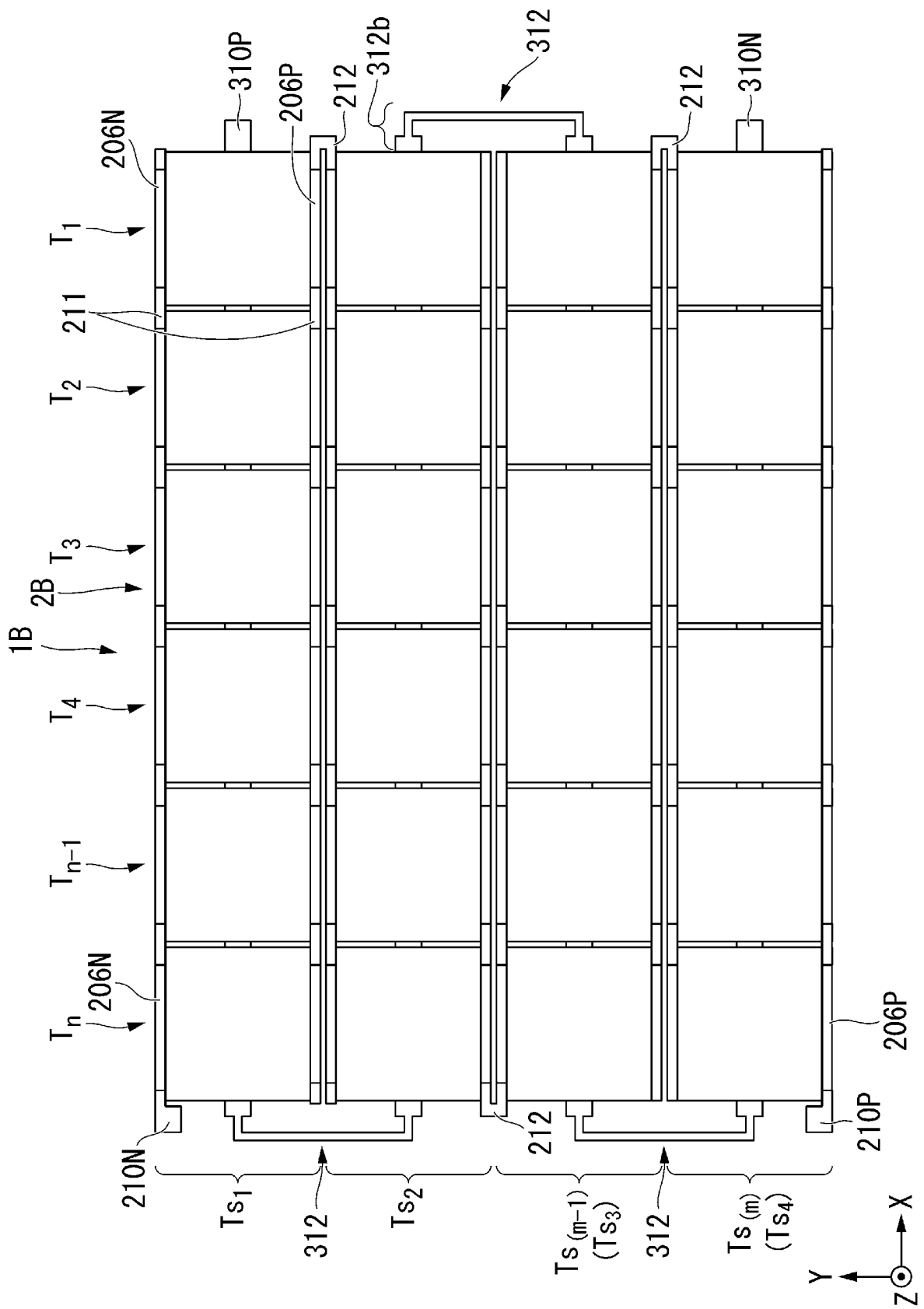
[図13]



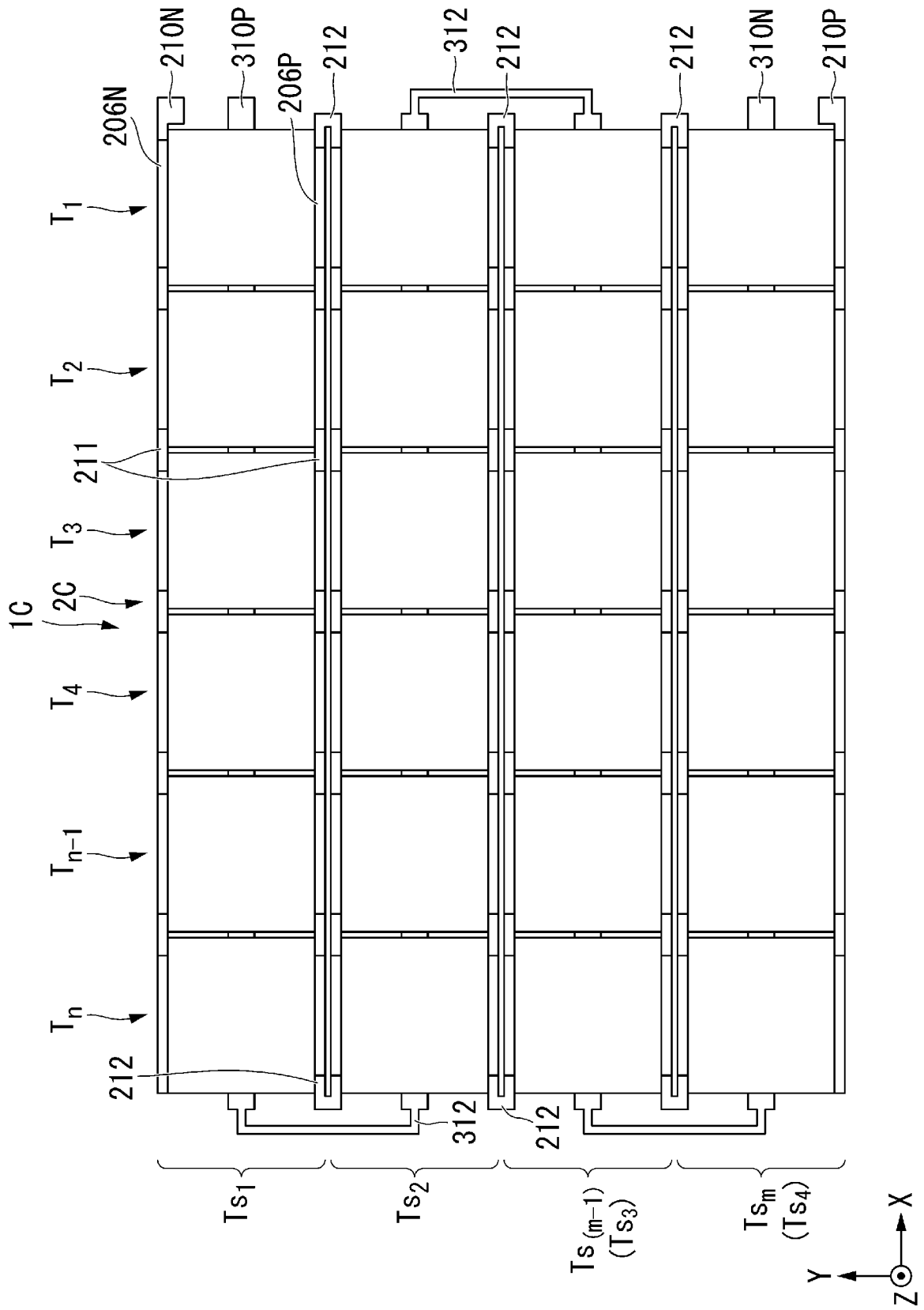
[図14]



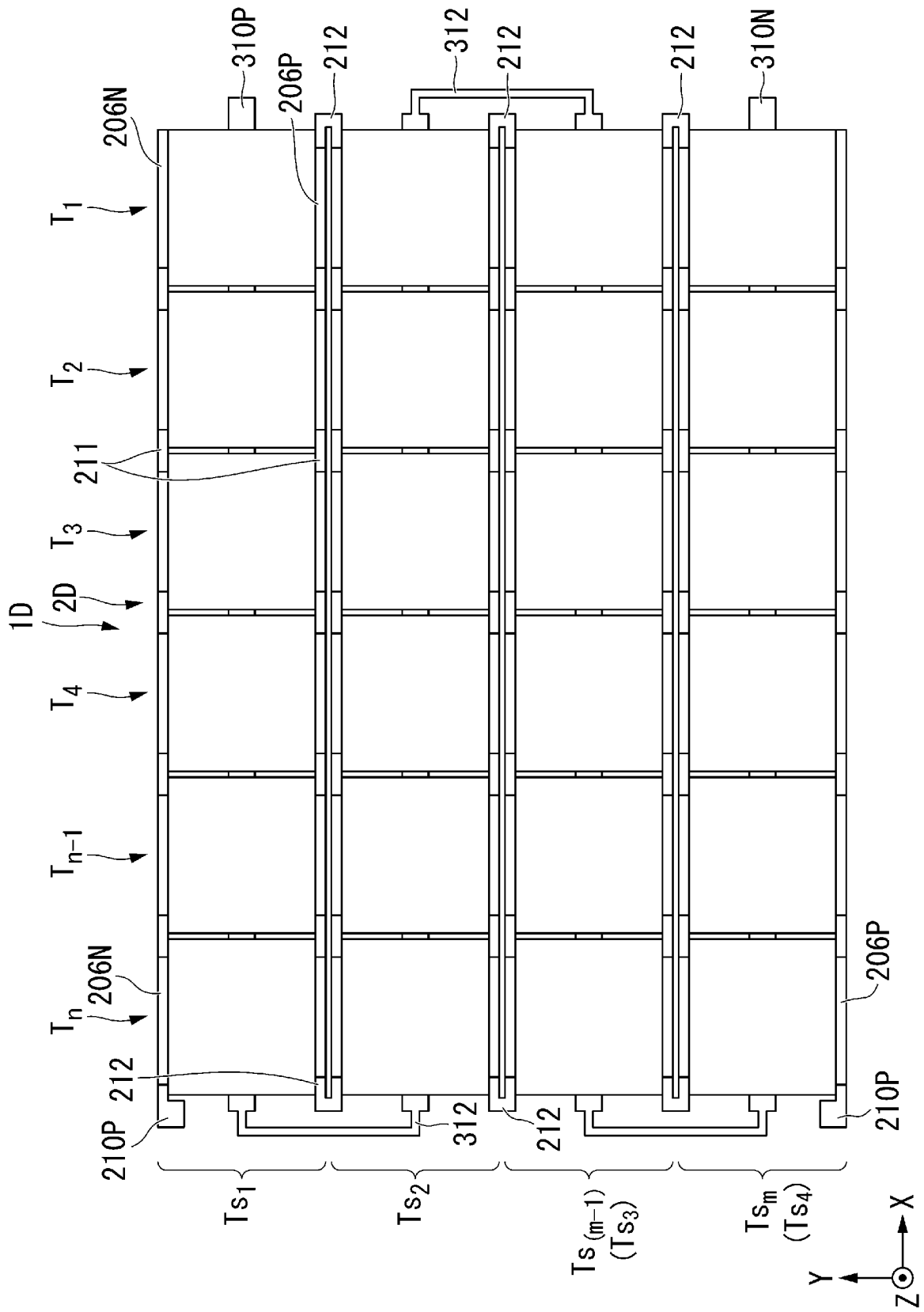
[図15]



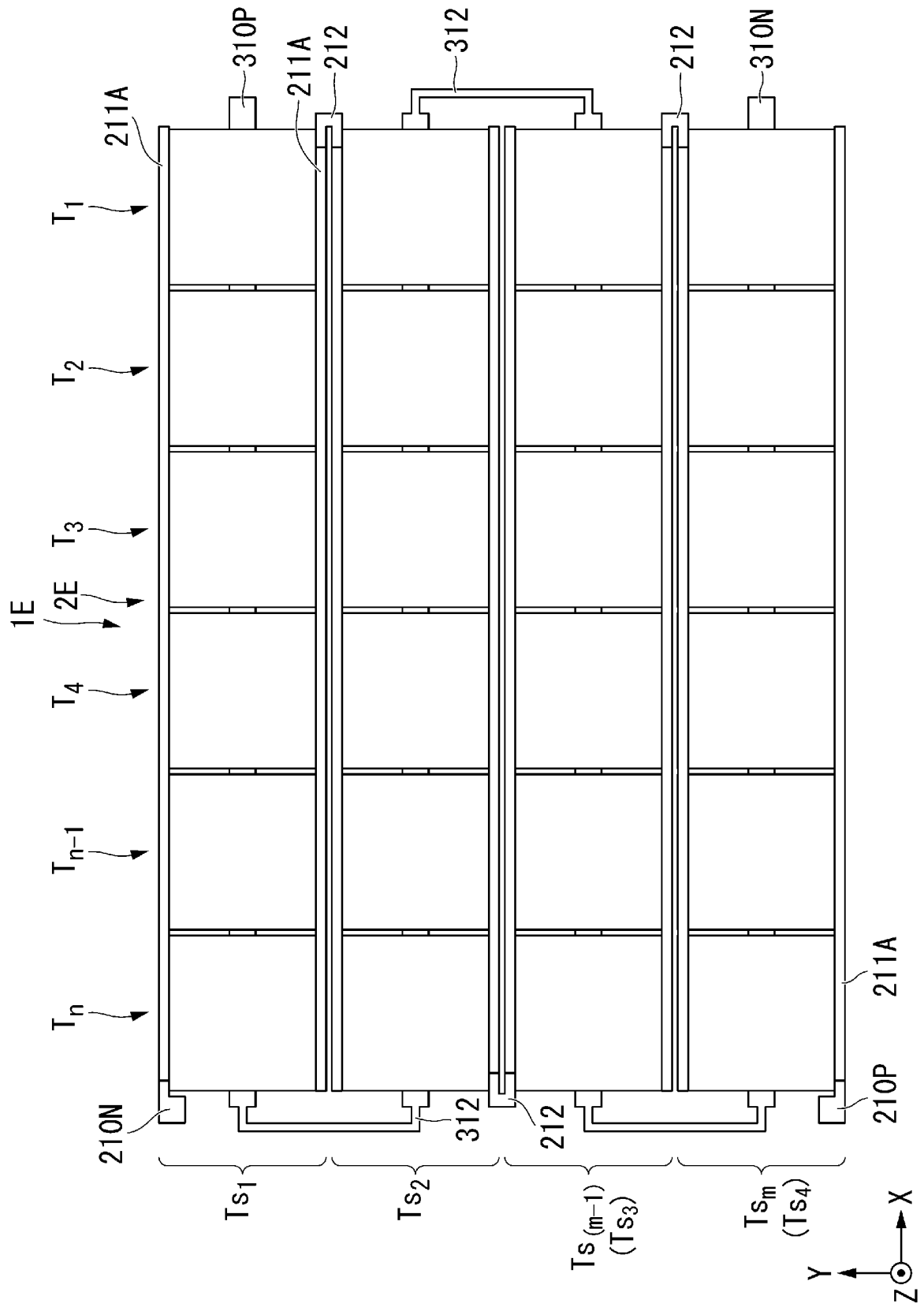
[図16]



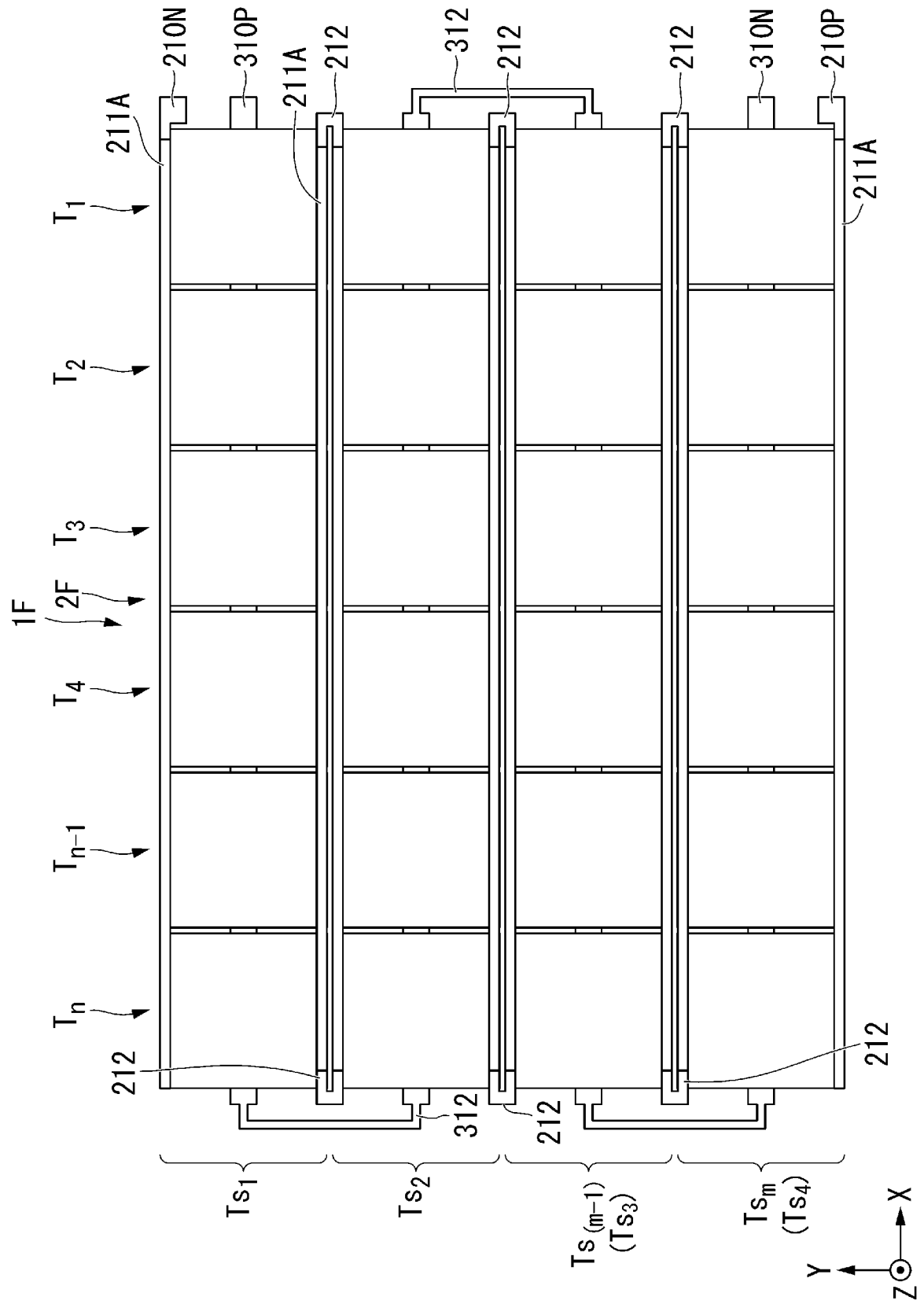
[図17]



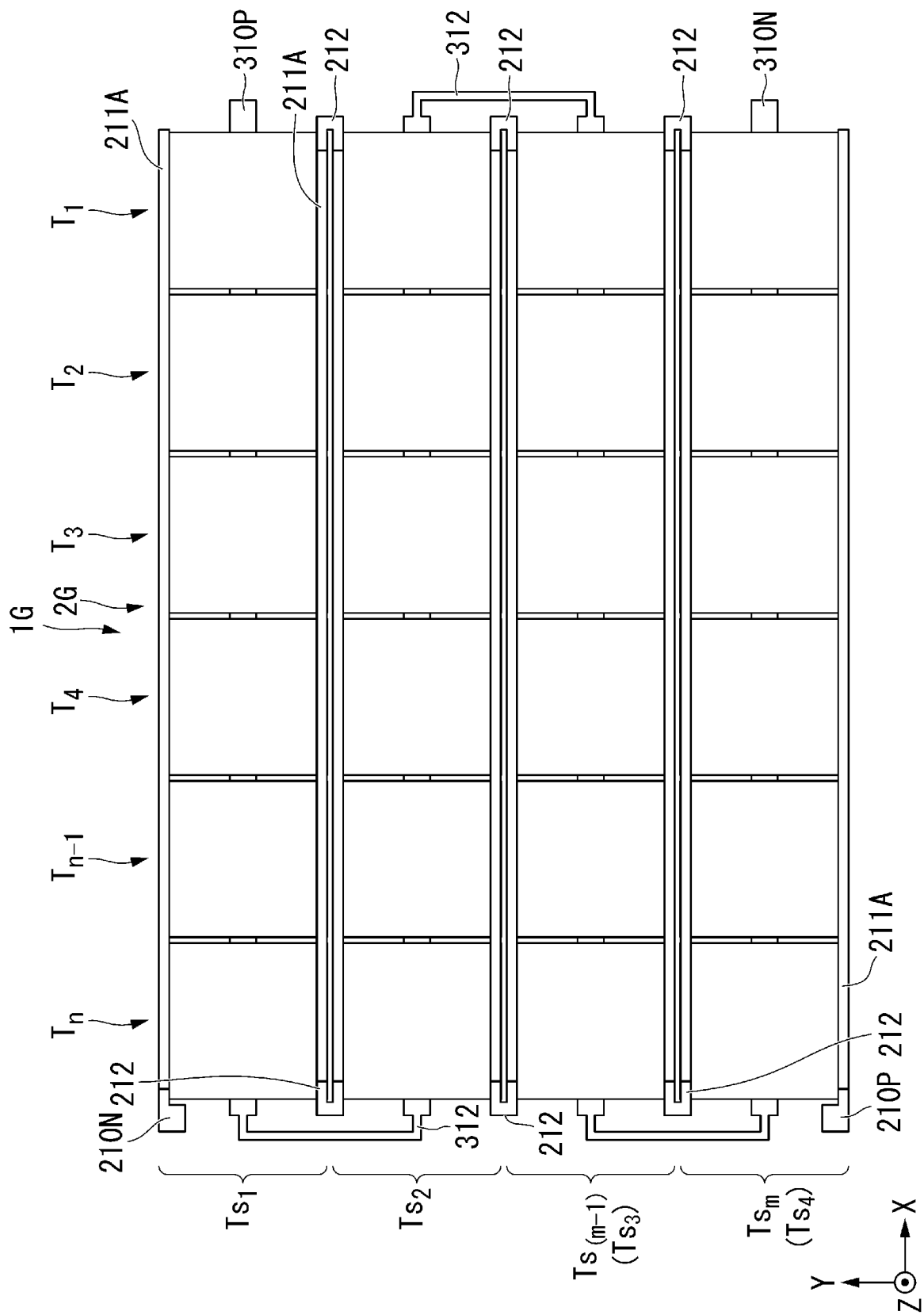
[図18]



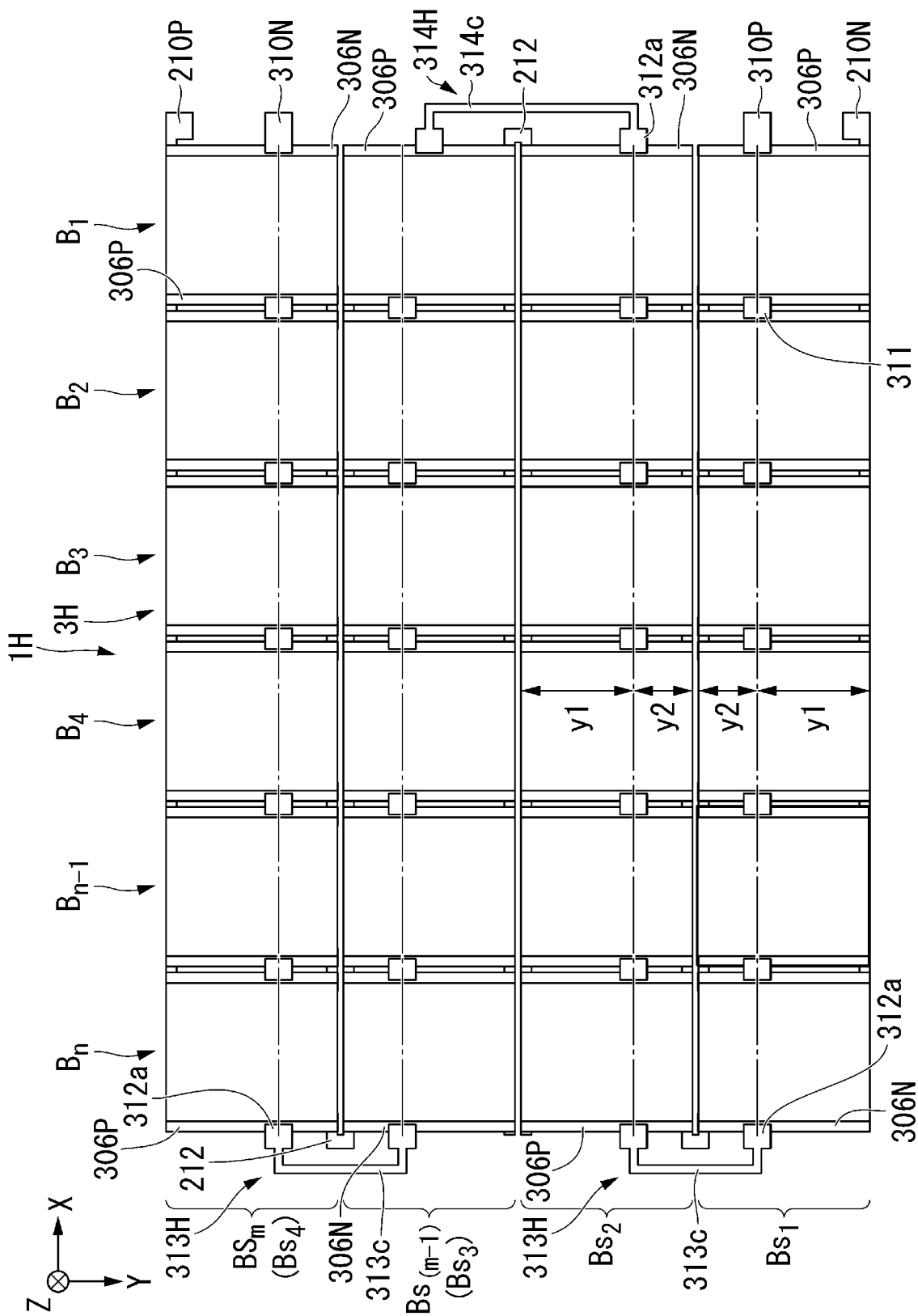
[図19]



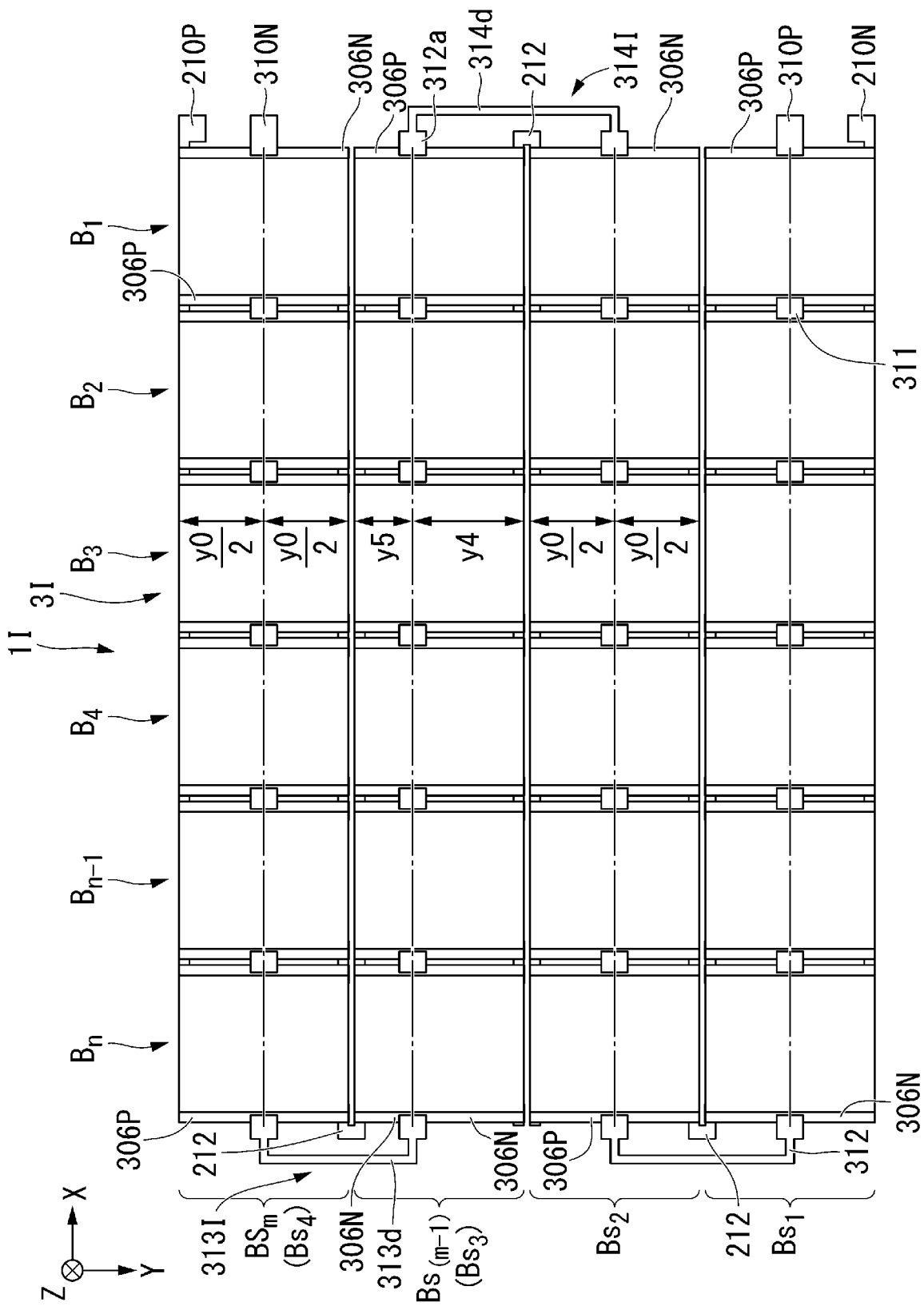
[図20]



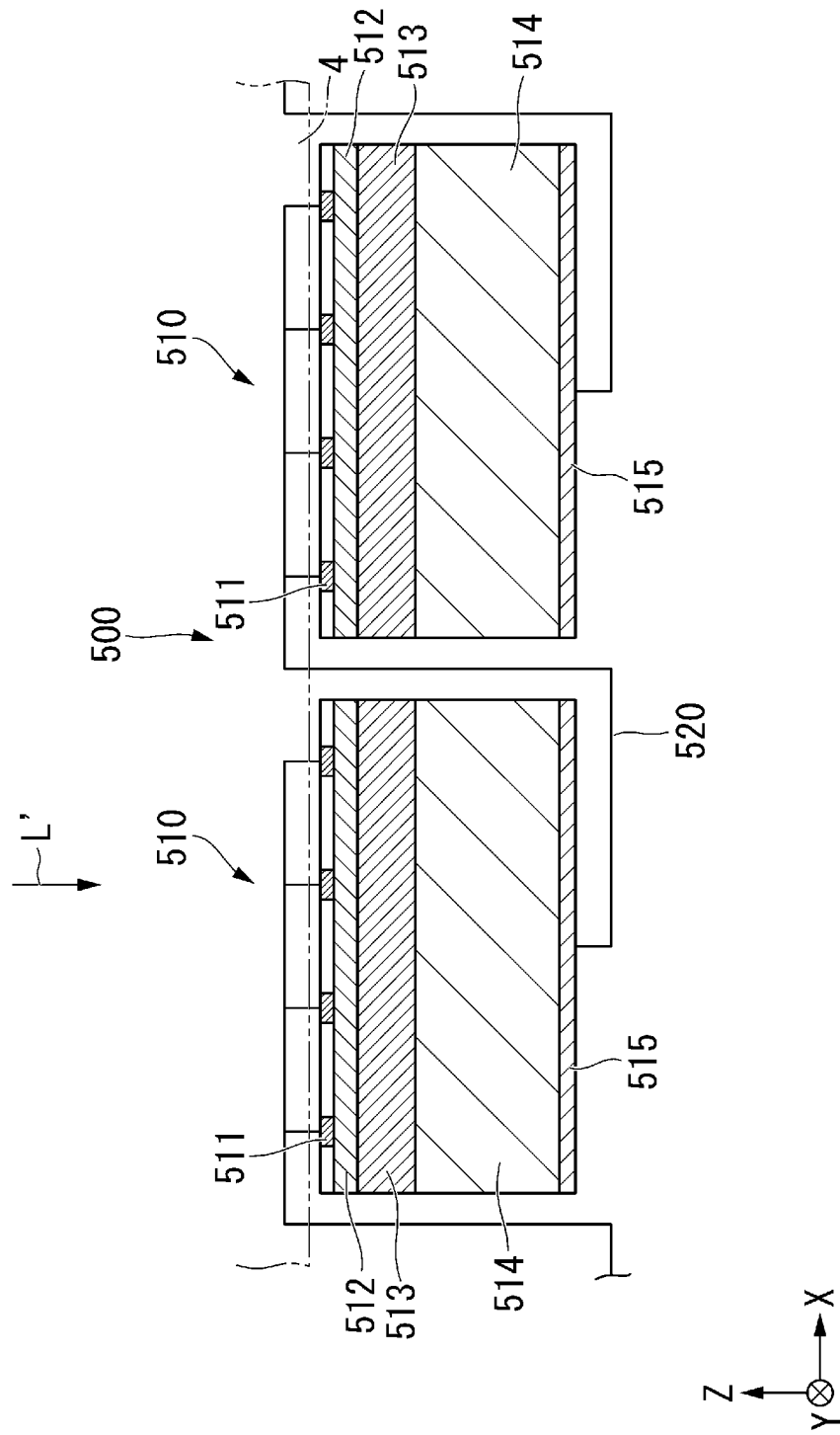
[図21]



[図22]



[図23]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2021/022107

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01L 31/043(2014.01)i; H01L 31/05(2014.01)i
FI: H01L31/04 510; H01L31/04 570
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

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.
A	WO 2019/180854 A1 (TOSHIBA KK) 26 September 2019 (2019-09-26) entire text, all drawings	1-13
A	JP 2019-102620 A (KYOCERA CORP) 24 June 2019 (2019-06-24) entire text, all drawings	1-13
A	WO 2019/003892 A1 (KYOCERA CORP) 03 January 2019 (2019-01-03) entire text, all drawings	1-13
A	JP 2017-534184 A (SOL VOLTAICS AB) 16 November 2017 (2017-11-16) entire text, all drawings	1-13
A	JP 2010-87504 A (INTERNATL BUSINESS MACH CORP) 15 April 2010 (2010-04-15) entire text, all drawings	1-13
A	WO 2017/057029 A1 (SHARP KK) 06 April 2017 (2017-04-06) entire text, all drawings	1-13

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&” document member of the same patent family
“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	

Date of the actual completion of the international search 18 August 2021 (18.08.2021)	Date of mailing of the international search report 31 August 2021 (31.08.2021)
--	---

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/JP2021/022107

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-157980 A (TOYOTA MOTOR CORP) 21 June 2007 (2007-06-21) entire text, all drawings	1-13
A	US 2003/0160251 A1 (WANLASS, Mark W.) 28 August 2003 (2003-08-28) entire text, all drawings	1-13
A	US 2006/0180197 A1 (GUI, John Yupeng) 17 August 2006 (2006-08-17) entire text, all drawings	1-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/022107

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 2019/180854 A1	26 Sep. 2019	US 2020/0035849 A1 entire text, all drawings	
JP 2019-102620 A	24 Jun. 2019	(Family: none)	
WO 2019/003892 A1	03 Jan. 2019	(Family: none)	
JP 2017-534184 A	16 Nov. 2017	US 2017/0323993 A1 entire text, all drawings	
		WO 2016/066630 A1 EP 3016148 A1 KR 10-2017-0076754 A CN 107112376 A	
JP 2010-87504 A	15 Apr. 2010	US 2010/0078056 A1 entire text, all drawings	
		CN 101714582 A TW 201027774 A	
WO 2017/057029 A1	06 Apr. 2017	US 2018/0233612 A1 entire text, all drawings	
		DE 112016004374 T5 CN 108140679 A	
JP 2007-157980 A	21 Jun. 2007	(Family: none)	
US 2003/0160251 A1	28 Aug. 2003	WO 2003/073518 A1	
US 2006/0180197 A1	17 Aug. 2006	(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; H01L 31/05(2014.01)i FI: H01L31/04 510; H01L31/04 570		
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）） H01L31/02-31/078 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 1971-2021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
A	WO 2019/180854 A1 (株式会社東芝) 26.09.2019 (2019-09-26) 全文, 全図	1-13
A	JP 2019-102620 A (京セラ株式会社) 24.06.2019 (2019-06-24) 全文, 全図	1-13
A	WO 2019/003892 A1 (京セラ株式会社) 03.01.2019 (2019-01-03) 全文, 全図	1-13
A	JP 2017-534184 A (ソル ヴォルタイクス アーベー) 16.11.2017 (2017-11-16) 全文, 全図	1-13
A	JP 2010-87504 A (インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション) 15.04.2010 (2010-04-15) 全文, 全図	1-13
A	WO 2017/057029 A1 (シャープ株式会社) 06.04.2017 (2017-04-06) 全文, 全図	1-13
A	JP 2007-157980 A (トヨタ自動車株式会社) 21.06.2007 (2007-06-21) 全文, 全図	1-13
<input checked="" 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 18.08.2021	国際調査報告の発送日 31.08.2021	
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） 原 俊文 2K 4078 電話番号 03-3581-1101 内線 3255	

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
A	US 2003/0160251 A1 (WANLASS, Mark W.) 28.08.2003 (2003 - 08 - 28) 全文, 全図	1-13
A	US 2006/0180197 A1 (GUI, John Yupeng) 17.08.2006 (2006 - 08 - 17) 全文, 全図	1-13

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/JP2021/022107

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2019/180854	A1	26.09.2019	US	2020/0035849	A1	
				全文, 全図			
JP	2019-102620	A	24.06.2019	(ファミリーなし)			
WO	2019/003892	A1	03.01.2019	(ファミリーなし)			
JP	2017-534184	A	16.11.2017	US	2017/0323993	A1	
				全文, 全図			
				WO	2016/066630	A1	
				EP	3016148	A1	
				KR	10-2017-0076754	A	
				CN	107112376	A	
JP	2010-87504	A	15.04.2010	US	2010/0078056	A1	
				全文, 全図			
				CN	101714582	A	
				TW	201027774	A	
WO	2017/057029	A1	06.04.2017	US	2018/0233612	A1	
				全文, 全図			
				DE	112016004374	T5	
				CN	108140679	A	
JP	2007-157980	A	21.06.2007	(ファミリーなし)			
US	2003/0160251	A1	28.08.2003	WO	2003/073518	A1	
US	2006/0180197	A1	17.08.2006	(ファミリーなし)			