

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年10月1日(01.10.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/196288 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 51/44 (2006.01) H01L 31/0747 (2012.01)
H01L 31/0725 (2012.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/012359

(22) 国際出願日: 2020年3月19日(19.03.2020)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2019-054982 2019年3月22日(22.03.2019) JP

(71) 出願人: 株式会社カネカ (KANEKA CORPORATION) [JP/JP]; 〒5308288 大阪府大阪市北区中之島二丁目3番18号 Osaka (JP).

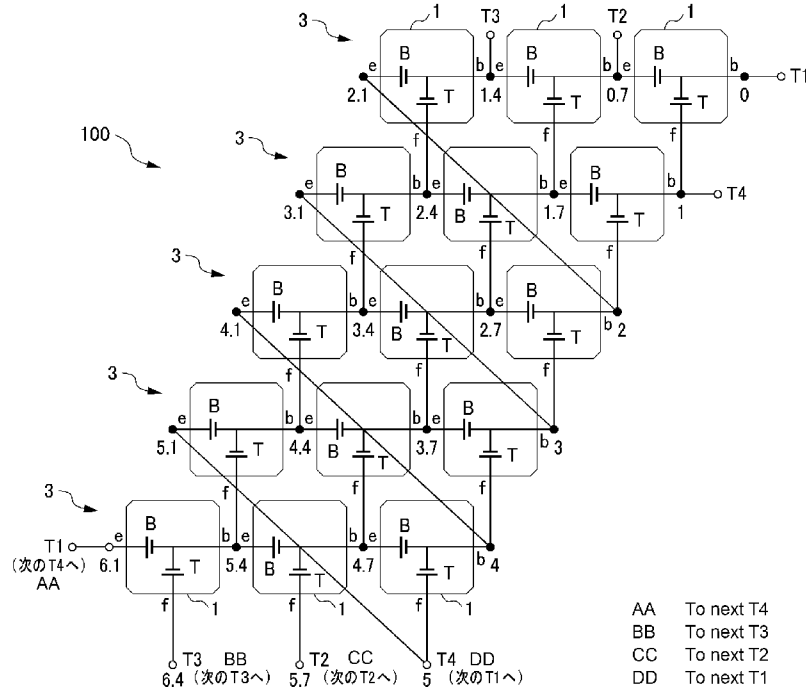
(72) 発明者: 宇津 恒(UZU Hisashi); 〒5660072 大阪府摂津市鳥飼西5-1-1 株式会社カネカ内 Osaka (JP). 小泉 玄介(KOIZUMI Gensuke); 〒5660072 大阪府摂津市鳥飼西5-1-1 株式会社カネカ内 Osaka (JP).

(74) 代理人: 新山 雄一, 外(NIIYAMA Yuichi et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内1-7-12 サピアタワー Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH,

(54) Title: SOLAR CELL MODULE

(54) 発明の名称: 太陽電池モジュール



(57) Abstract: Provided is a solar cell module that enables the modularization of various three-terminal type tandem solar cells. A solar cell module 100 comprises cell groups 3 each containing solar cells 1, and each solar cell 1 includes photoelectric conversion parts B, T, first and second terminals b, e for the photoelectric conversion part B, and first and third terminals b, f for the photoelectric conversion part T. N number of the photoelectric conversion parts B of the cell group 3 are connected in series. When the first terminal b on one end side of

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))

a first cell group 3 is configured to have a reference potential, the second terminal e on the other end side of the m^{th} cell group 3 is connected to the first terminal b on one end side of another cell group 3, and N number of the third terminals f of the m^{th} cell group 3 are respectively connected to N number of the first terminals b of an $m+1^{\text{th}}$ cell group 3. The difference in potential between the second terminal e on the other end side of the m^{th} cell group 3 and the first terminal b on one end side of the other cell group 3, such terminals being connected together, is 10% or less of the difference in potential between the second terminal e and the first terminal b of the m^{th} cell group 3.

(57) 要約: 様々な3端子型タンデム型太陽電池セルのモジュール化を可能とする太陽電池モジュールを提供する。太陽電池モジュール100は、太陽電池セル1を含むセル群3を備え、太陽電池セル1は、光電変換部B、Tを含み、光電変換部Bのための第1および第2端子b、eと、光電変換部Tのための第1および第3端子b、fとを含み、セル群3のN個の光電変換部Bは直列に接続され、1番目のセル群3の一方端側の第1端子bが基準電位を有するとした場合に、m番目のセル群3の他方端側の第2端子eは、他のセル群3の一方端側の第1端子bに接続され、m番目のセル群3のN個の第3端子fは、m+1番目のセル群3のN個の第1端子bにそれぞれ接続され、互いに接続されるm番目のセル群3の他方端側の第2端子eと、他のセル群3の一方端側の第1端子bとの電位差は、m番目のセル群3の第2端子eと第1端子bとの電位差の10%以下である。

明 細 書

発明の名称：太陽電池モジュール

技術分野

[0001] 本発明は、太陽電池モジュールに関する。

背景技術

[0002] 広波長範囲の光を有効に利用して太陽電池の変換効率を高める目的で、バンドギャップが異なる光電変換層を含む2つの光電変換部を積層した多接合（タンデム）太陽電池セルがある（例えば、特許文献1および2参照）。

[0003] 多接合太陽電池セルとして、トップセルとボトムセルが直列に接続された2端子型、トップセルとボトムセルから別々に電気取出しを行う4端子型がある。また、これらの2端子型および4端子型の長所を利用でき、更なる光電変換効率の向上の可能性を有する3端子型の多接合太陽電池セルが考案されている（例えば、特許文献3参照）。

[0004] また、非特許文献1には、3端子型の多接合太陽電池セルに関し、トップセルとボトムセルの電圧が2：1の場合の3端子タンデム太陽電池をモジュール化する際における配線接続方法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2001-168355号公報

特許文献2：国際公開2014/045021号

特許文献3：特許第3368825号公報

非特許文献

[0006] 非特許文献1：JAMES M. GEE, “A COMPARISON OF DIFFERENT MODULE CONFIGURATIONS FOR MULTI-BAND-GAP SOLAR CELLS”, Solar Cells, Volume 24, 1988, Pages 147-155

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 非特許文献 1 に開示の配線接続方法では、トップセルとボトムセルの電圧が 2 : 1 の場合における 3 端子タンデム太陽電池セルのモジュール化に限定されてしまう。

[0008] 本発明は、様々な 3 端子型タンデム型太陽電池セルのモジュール化を可能とする太陽電池モジュールを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明に係る太陽電池モジュールは、N 個の太陽電池セルを含むセル群を M 個備える太陽電池モジュールであって、N は 3 以上の整数であり、M は 2 以上の整数であり、太陽電池セルは、第 1 光電変換部および第 2 光電変換部を含むタンデム型であり、第 1 光電変換部のための第 1 セル端子および第 2 セル端子と、第 2 光電変換部のための第 1 セル端子および第 3 セル端子とを含む 3 端子型であり、セル群における N 個の第 1 光電変換部は、直列に接続され、セル群のうち 1 番目のセル群における直列接続された第 1 光電変換部の一方端側の第 1 セル端子が基準電位を有するとした場合に、セル群のうち m 番目のセル群における直列接続された第 1 光電変換部の他方端側の第 2 セル端子は、他のセル群における直列接続された第 1 光電変換部の一方端側の第 1 セル端子に接続され、m は 1 から M までの整数であり、m 番目のセル群における N 個の第 3 セル端子は、セル群のうち m + 1 番目のセル群における N 個の第 1 セル端子にそれぞれ接続され、互いに接続される m 番目のセル群における他方端側の第 2 セル端子と、他のセル群における一方端側の第 1 セル端子との電位差の絶対値は、これらの端子が互いに接続されない状態において、m 番目のセル群における他方端側の第 2 セル端子と m 番目のセル群における一方端側の第 1 セル端子との電位差の絶対値の 10 % 以下である。

[0010] 本発明に係る他の太陽電池モジュールは、N 個の太陽電池セルを含むセル群を M 個備える太陽電池モジュールであって、N は 3 以上の整数であり、M は 2 以上の整数であり、太陽電池セルは、第 1 光電変換部および第 2 光電変換部を含むタンデム型であり、第 1 光電変換部のための第 1 セル端子および第 2 セル端子と、第 2 光電変換部のための第 2 セル端子および第 3 セル端子

とを含む3端子型であり、セル群におけるN個の第1光電変換部は、直列に接続され、セル群のうち1番目のセル群における直列接続された第1光電変換部の一方端側の第1セル端子が基準電位を有するとした場合に、セル群のうちm番目のセル群における直列接続された第1光電変換部の他方端側の第2セル端子は、他のセル群における直列接続された第1光電変換部の一方端側の第1セル端子に接続され、mは1からMまでの整数であり、m番目のセル群におけるN個の第3セル端子は、セル群のうちm+1番目のセル群におけるN個の第1セル端子にそれぞれ接続され、互いに接続されるm番目のセル群における他方端側の第2セル端子と、他のセル群における一方端側の第1セル端子との電位差の絶対値は、これらの端子が互いに接続されない状態において、m番目のセル群における他方端側の第2セル端子とm番目のセル群における一方端側の第1セル端子との電位差の絶対値の10%以下である。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、様々な3端子型タンデム型太陽電池セルのモジュール化を可能とする。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本実施形態に係る太陽電池セルを模式的に示す断面図である。

[図2A] p-n-np接合型太陽電池セルを模式的に示す断面図である。

[図2B] p-n-np接合型太陽電池セルの等価回路を簡略化して示した模式図である。

[図3A] n-p-np接合型太陽電池セルを模式的に示す断面図である。

[図3B] n-p-np接合型太陽電池セルの等価回路を簡略化して示した模式図である。

[図4A] p-n-pn接合型太陽電池セルを模式的に示す断面図である。

[図4B] p-n-pn接合型太陽電池セルの等価回路を簡略化して示した模式図である。

[図5A] n-p-pn接合型太陽電池セルを模式的に示す断面図である。

[図5B] n p - p n 接合型太陽電池セルの等価回路を簡略化して示した模式図である。

[図6A]図 2 A に示す p n - n p 接合型太陽電池セルにおけるキャリア移動を示す模式図である。

[図6B]図 3 A に示す n p - p n 接合型太陽電池セルにおけるキャリア移動を示す模式図である。

[図7]本実施形態に係る太陽電池セルを備える太陽電池モジュールを模式的に示す等価回路図である。

[図8]本実施形態の変形例に係る太陽電池セルを備える太陽電池モジュールを模式的に示す等価回路図である。

[図9]本実施形態の変形例に係る太陽電池セルを備える太陽電池モジュールを模式的に示す等価回路図である。

[図10A]従来の 2 端子型のタンデム太陽電池セルを示す模式図である。

[図10B]従来の 4 端子型のタンデム太陽電池セルを示す模式図である。

[図11]本実施形態に係る太陽電池セルを備える太陽電池モジュールのレイアウト構成の一例を等価回路を用いて模式的に示す図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、添付の図面を参照して本発明の実施形態の一例について説明する。
なお、各図面において同一または相当の部分に対しては同一の符号を附すこととする。また、便宜上、ハッチングや部材符号等を省略する場合もあるが、かかる場合、他の図面を参照するものとする。

[0014] (概要)

薄膜太陽電池は、光キャリアを発生させるための光電変換層として、非晶質シリコンや微結晶シリコン等の薄膜シリコン系半導体、C I S や C I G S 等の化合物半導体、有機半導体等を備える。また、近年、光電変換層として有機金属のペロブスカイト結晶を利用したペロブスカイト薄膜太陽電池の変換効率向上に関する多数の報告がなされ、高変換効率の薄膜太陽電池として注目されている。

- [0015] 広波長範囲の光を有効に利用して太陽電池の変換効率を高める目的で、薄膜の光電変換層を含む光電変換ユニットを、バンドギャップの異なる光電変換層を含む光電変換ユニットと直列に積層した多接合太陽電池が知られている。例えば、特許文献1では、非晶質シリコン薄膜を光電変換層とする非晶質光電変換部（トップセル）と、微結晶シリコン薄膜を光電変換層とする光電変換部（ボトムセル）とを積層した多接合薄膜太陽電池が開示されている。微結晶シリコンは非晶質シリコンよりもバンドギャップが狭く、長波長光を吸収可能であるため、これらを積層することにより、広波長範囲の光を光電変換に寄与させ、太陽電池の変換効率を高めることができる。
- [0016] また、特許文献2には、結晶シリコン基板等を用いたボトムセルの受光面側に、トップセルとしてペロブスカイト光電変換ユニットを積層した2端子タンデム太陽電池が開示されている。ペロブスカイト光電変換層は、波長800nmよりも短波長の光に対する分光感度が高く、光電流量が大きい。一方、ペロブスカイト光電変換層は800nmよりも長波長の光をほとんど吸収しない。そのため、ペロブスカイト光電変換部をトップセル、結晶シリコン基板等の半導体基板を用いた大電流の光電変換部をボトムセルとして直列に接続すれば、トップセルとボトムセルとの電流マッチングが可能となる。
- [0017] 更に、特許文献3には、このような電流マッチングの制約を受けず、トップセルとボトムセルの電流を自由に設定できる構造である3端子タンデム太陽電池が開示されている。3端子タンデム太陽電池は、トップセルの受光面側に一つの端子を有し、更にボトムセルの裏面側に二つの端子を有することからタンデム太陽電池として三つの取出し端子を有する。また、電流マッチングの制約を受けないため、各光電変換部におけるバンドギャップの最適化を行うことができ、更なる変換効率の向上が期待でき、このような3端子タンデム太陽電池において、上述のペロブスカイト型太陽電池と結晶シリコン太陽電池を組み合わせることで、高効率な太陽電池を実現することが期待できる。
- [0018] 図10Aおよび図10Bに、従来のタンデム太陽電池セルの構造例を示す

。図10Aは、従来の2端子型のタンデム太陽電池セルを示す模式図であり、図10Bは、従来の4端子型のタンデム太陽電池セルを示す模式図である。

図10Aに示す2端子型のタンデム太陽電池セルでは、トップセルとボトムセルが直列に接続されている。そのため、出力電流がトップセルまたはボトムセルのいずれか小さい方に制限されてしまう。

図10Bに示す4端子型のタンデム太陽電池セルは、トップセルとボトムセルから別々に電気取出しを行う。そのため、トップセルとボトムセルとの中間において面内方向に電気輸送を行う必要があり、TCOによる吸収ロスに起因して出力が低下してしまう。

[0019] これらの点に関し、3端子型のタンデム太陽電池セルが考案されている。3端子型のタンデム太陽電池セルでは、トップとボトムの電流は任意の値でよく、電流マッチングが不要な分、2端子型のタンデム太陽電池セルよりも高効率が期待できる。

また、3端子型のタンデム太陽電池セルでは、4端子型のタンデム太陽電池セルのように、トップセルとボトムセルの中間で面内方向に電気輸送を行う必要が無い場合、TCOによる吸収ロスが低減でき、4端子型のタンデム太陽電池セルよりも高効率が期待できる。

[0020] 非特許文献1には、3端子型のタンデム太陽電池セルに関し、トップセルとボトムセルの電圧が2:1の場合の3端子タンデム太陽電池をモジュール化する場合における配線接続方法が開示されている。

[0021] ところで、非特許文献1の配線接続方法では、トップセルとボトムセルの電圧が2:1の場合における3端子タンデム太陽電池に限定されており、バンドギャップを自由に設計し得るという3端子タンデム太陽電池の長所を生かし切れないという課題がある。また、近年その組み合わせが期待されているペロブスカイト型太陽電池と結晶シリコン太陽電池においても、一般的に高効率が得られているペロブスカイト型太陽電池の V_{oc} は約1.1V、結晶シリコン太陽電池の V_{oc} は0.7Vとなっており、そのまま組み合わせ

ることが難しいという課題があった。

[0022] 本実施形態では、様々な3端子型タンデム型太陽電池セルのモジュール化を可能とする太陽電池モジュールを提供することを目的とする。

[0023] (太陽電池セル)

図1は、本実施形態に係る太陽電池セルを模式的に示す断面図である。図1に示す太陽電池セルは、第1光電変換部(ボトムセル)10と、第1光電変換部10上に積層された第2光電変換部(トップセル)20とを含むタンデム型(多接合型)であって3端子型の太陽電池セルである。

[0024] 第2光電変換部20は、光電変換層21として薄膜の第2半導体層を含む。第2半導体層は光を吸収して、光キャリアを発生させる。第2半導体層を構成する薄膜としては、非晶質シリコンや微結晶シリコン等のシリコン系半導体薄膜、CISやCIGS等の化合物半導体薄膜、有機半導体薄膜、有機無機ハイブリッド半導体薄膜等が挙げられる。

[0025] 有機無機ハイブリッド半導体として、ペロブスカイト型結晶構造の感光性材料を含有するペロブスカイト薄膜が用いられてもよい。ペロブスカイト型結晶材料を構成する化合物は、一般式 $R^1NH_3M^1X_3$ または $HC(NH_2)_2M^1X_3$ で表される。式中、 R^1 はアルキル基であり、炭素数1~5のアルキル基が好ましく、特にメチル基が好ましい。 M^1 は2価の金属イオンであり、PbやSnが好ましい。Xはハロゲンであり、F、Cl、Br、Iが挙げられる。なお、3個のXは、全て同一のハロゲン元素であってもよく、複数のハロゲンが混在していてもよい。

[0026] ペロブスカイト型結晶材料を構成する化合物の好ましい例として、式 $CH_3NH_3Pb(I_{1-x}Br_x)_3$ で(ただし、 $0 \leq x \leq 1$)表される化合物が挙げられる。ペロブスカイト材料は、ハロゲンの種類や比率を変更することにより、分光感度特性を変化させることができる。ペロブスカイト半導体薄膜は、各種のドライプロセスや、スピンコート等の溶液製膜により形成できる。

[0027] 光電変換層21がペロブスカイト半導体薄膜を含む場合、第2光電変換部20は、電荷輸送層24、25を有する。電荷輸送層24、25は、一方が

正孔輸送層であり、他方が電子輸送層である。

[0028] 正孔輸送層の材料としては、例えば、ポリ－３－ヘキシルチオフェン（P3HT）、ポリ（３，４－エチレンジオキシチオフェン）（PEDOT）等のポリチオフェン誘導体、２，２’，７，７’－テトラキス－（N，N－ジ－p－メトキシフェニルアミン）－９，９’－スピロビフルオレン（Spiro-OMeTAD）等のフルオレン誘導体、ポリビニルカルバゾール等のカルバゾール誘導体、トリフェニルアミン誘導体、ジフェニルアミン誘導体、ポリシラン誘導体、ポリアニリン誘導体等が挙げられる。

電子輸送層の材料としては、例えば、酸化チタン、酸化亜鉛、酸化ニオブ、酸化ジルコニウム、酸化アルミニウム等の金属酸化物が挙げられる。

[0029] 第２光電変換部２０が、pin接合を含むシリコン系薄膜光電変換部である場合、光電変換層２１としての第２半導体層は真性（i型）シリコン系薄膜である。シリコン系薄膜としては、非晶質シリコン、非晶質シリコン合金、微結晶シリコン、微結晶シリコン合金等が挙げられる。シリコン合金としては、シリコンカーバイド、シリコンオキサイド、シリコンナイトライド、シリコンゲルマニウム等が挙げられる。

第２光電変換部２０がpin接合を含む場合、電荷輸送層２４，２５に代えて導電型半導体層２４，２５を有する。導電型半導体層２４，２５は、一方がp型であり他方がn型である。

[0030] 第２半導体層は、ペロブスカイト結晶材料やシリコン系材料に限定されず、光電変換層として使用可能な各種の半導体薄膜を使用できる。第２半導体層に隣接する電荷輸送層や導電型半導体層２４，２５は、光電変換層の材料等に応じて適宜に選択できる。

[0031] 第１光電変換部１０は、光電変換層１１として第１半導体層を含む。第１半導体層は光を吸収して、光キャリアを発生させる。第１半導体層は、上述した第２半導体層と異なるバンドギャップを有する。そのため、第１半導体層と上述した第２半導体層とは、異なる波長範囲に分光感度特性を有する。したがって、光電変換層１１として第１半導体層を含む第１光電変換部１０

と、光電変換層 21 として第 2 半導体層を含む第 2 光電変換部 20 とが積層された積層光電変換部では、より広い波長の光を光電変換に寄与させることができる。上述した第 2 半導体層が第 1 半導体層よりも広いバンドギャップを有する場合、第 2 光電変換部 20 側が受光面となる。

[0032] 光電変換層 11 としての第 1 半導体層は、半導体薄膜でも半導体基板でもよい。半導体薄膜の例は前述した真性（i 型）シリコン系薄膜である。半導体基板としては、単結晶シリコン、多結晶シリコン等のシリコン基板や、ゲルマニウム、窒化ガリウム等の結晶半導体基板が挙げられる。

[0033] 光電変換層 11 としての第 1 半導体層が単結晶シリコン基板である場合、第 1 光電変換部 10 としては、第 1 導電型単結晶シリコン基板の受光面側に第 2 導電型の拡散層を設けた拡散型セルや、第 1 導電型単結晶シリコン基板の両面にシリコン系薄膜を設けたヘテロ接合セル等が挙げられる。

[0034] 光電変換層 11 としての第 1 半導体層が単結晶シリコン基板であり、単結晶シリコン基板の表裏にシリコン系薄膜を備えるヘテロ接合セルの場合、第 1 光電変換部 10 は、光電変換層 11 における第 2 光電変換部 20 側の一方主面に形成された導電型シリコン系薄膜 14 と、光電変換層 11 における一方主面と反対側の他方主面に形成された導電型シリコン系薄膜 15, 16 を有する（いわゆる、バックコンタクト型の光電変換部）。

単結晶シリコン基板は、p 型でも n 型でもよい。正孔と電子とを比較した場合、電子の方が移動度が大きいため、n 型単結晶シリコン基板を用いた場合は、特に変換特性に優れる。

[0035] 導電型シリコン系薄膜 14, 15, 16 は、p 型シリコン系薄膜または n 型シリコン系薄膜である。

第 1 光電変換部 10 は、第 2 光電変換部 20 と直列接続されている。接合構造の詳細な後述する。

[0036] 光電変換層 11 としての単結晶シリコン基板と導電型シリコン系薄膜 14, 15, 16 との間には、真性シリコン系薄膜 12, 13 が設けられていることが好ましい。単結晶シリコン基板の表面に真性シリコン系薄膜が設けら

れることにより、単結晶シリコン基板への不純物の拡散を抑えつつ表面パッシベーションを有効に行うことができる。単結晶シリコン基板の表面に真性シリコン系薄膜 12, 13 として真性非晶質シリコン薄膜が設けられることにより、単結晶シリコン基板の表面に対する高いパッシベーション効果が得られる。

[0037] 第1光電変換部10と第2光電変換部20との間には中間層（図示省略）が設けられてもよい。中間層は、積層された2つの光電変換部間のバンドギャップ調整や、キャリアの選択的移動、トンネル接合の形成、波長選択反射等の目的で設けられる。中間層の構成は、光電変換部10, 20の種類や組み合わせ等に応じて選択される。第1光電変換部10と第2光電変換部20との界面に設けられた導電型半導体層（または電荷輸送層）14, 25に中間層としての機能を持たせることにより、中間層を省略することもできる。

[0038] 第2光電変換部20における第1光電変換部10と反対側の主面には、光生成キャリアを取り出すための電極31が形成されている。第1光電変換部10における第2光電変換部20と反対側の主面における導電型半導体層15, 16上には、光生成キャリアを取り出すための電極32, 33がそれぞれ形成されている。

電極31, 32, 33は、透明電極層と金属電極層とを含んでもよいし、金属電極層のみを含んでもよい。透明電極層の材料としては、ITO、酸化亜鉛、酸化スズ等の金属酸化物が好ましく用いられる。金属電極の材料としては、銀、銅、アルミニウム等が好ましく用いられる。以下では、電極32, 33を、第1セル端子または第2セル端子ともいい、更にベース端子またはエミッタ端子ともいう。また、電極31を第3セル端子ともいい、更にフロント端子ともいう。

[0039] 以下、第1光電変換部10がヘテロ接合型光電変換部、すなわち受光面側にも導電型半導体層を有するバックコンタクト型の結晶シリコン光電変換部であり、第2光電変換部20がペロブスカイト型光電変換部である太陽電池セル1について例示する。このような構成では、第1光電変換部10の接合

構造と第2光電変換部の接合構造との組み合わせにより、図2～図5に示すように、4種の太陽電池セルが得られる。

図2Aは、 $p-n-n-p$ 接合型太陽電池セルを模式的に示す断面図であり、図2Bは、 $p-n-n-p$ 接合型太陽電池セルの等価回路を簡略化して示した模式図である。図3Aは、 $n-p-n-p$ 接合型太陽電池セルを模式的に示す断面図であり、図3Bは、 $n-p-n-p$ 接合型太陽電池セルの等価回路を簡略化して示した模式図である。図4Aは、 $p-n-p-n$ 接合型太陽電池セルを模式的に示す断面図であり、図4Bは、 $p-n-p-n$ 接合型太陽電池セルの等価回路を簡略化して示した模式図である。図5Aは、 $n-p-p-n$ 接合型太陽電池セルを模式的に示す断面図であり、図5Bは、 $n-p-p-n$ 接合型太陽電池セルの等価回路を簡略化して示した模式図である。

また、図6Aは、図2Aに示す $p-n-n-p$ 接合型太陽電池セルにおけるキャリア移動を示す模式図であり、図6Bは、図3Aに示す $n-p-n-p$ 接合型太陽電池セルにおけるキャリア移動を示す模式図である。

[0040] なお、図2A～図6Bでは、上述した電極32、33をそれぞれ、ベース端子（第1セル端子または第2セル端子）b、エミッタ端子（第2セル端子または第1セル端子）e、フロント端子（第3セル端子）fとして示す。また、第1光電変換部10および第2光電変換部20をそれぞれ、ボトムセルB、トップセルTと置き換える。

[0041] まず、図2Aに示すように、 $p-n-n-p$ 接合型太陽電池セル1では、第2光電変換部Tがペロブスカイト型光電変換部であり、第1光電変換部Bと反対側の電荷輸送層24が正孔輸送層であり、第1光電変換部B側の電荷輸送層25が電子輸送層である。また、第1光電変換部Bは結晶シリコン光電変換部であり、第2光電変換部T側の導電型シリコン系薄膜14がn型シリコン系薄膜であり、第2光電変換部Tと反対側の導電型シリコン系薄膜15、16がそれぞれn型シリコン系薄膜、p型シリコン系薄膜である。光電変換層11は、n型シリコン系基板であればよい。

これにより、図2Aおよび図2Bに示すように、 $p-n-n-p$ 接合型太陽電

池セル1では、フロント端子fとベース端子bとの間に第2光電変換部Tによりpn接合が形成され、ベース端子bとエミッタ端子eとの間に第1光電変換部Bによりnp接合が形成される。なお、第1光電変換部Bのためのベース端子bおよびエミッタ端子eは、以下に詳説するように、第2光電変換部Tのpn接合を介さずにキャリアを取り出すことが可能な端子である。

[0042] このpn-np接合型太陽電池セル1では、図6Aに示すように、第2光電変換部Tにおいて、入射する光に応じてキャリアが発生し、正孔はフロント端子fに回収され、電子は第1光電変換部Bを介してベース端子bに回収される。一方、第1光電変換部Bにおいても、入射する光に応じてキャリアが発生し、正孔はエミッタ端子eに回収され、電子はベース端子bに回収される。

これにより、このpn-np接合型太陽電池セル1では、フロント端子fおよびエミッタ端子eの2つの陽極端子と、ベース端子bの1つの陰極端子を有する。

[0043] 次に、図3Aに示すように、np-np接合型太陽電池セル1では、第2光電変換部Tがペロブスカイト型光電変換部であり、第1光電変換部Bと反対側の電荷輸送層24が電子輸送層であり、第1光電変換部B側の電荷輸送層25が正孔輸送層である。また、第1光電変換部Bは結晶シリコン光電変換部であり、第2光電変換部T側の導電型シリコン系薄膜14がn型シリコン系薄膜であり、第2光電変換部Tと反対側の導電型シリコン系薄膜15、16がそれぞれn型シリコン系薄膜、p型シリコン系薄膜である。光電変換層11は、n型シリコン系基板であってもよいし、p型シリコン系基板であってもよい。

これにより、図3Aおよび図3Bに示すように、np-np接合型太陽電池セル1では、フロント端子fとベース端子bとの間に第2光電変換部Tによりnp接合が形成され、ベース端子bとエミッタ端子eとの間に第1光電変換部Bによりnp接合が形成される。なお、第1光電変換部Bのためのベース端子bおよびエミッタ端子eは、以下に詳説するように、第2光電変換

部Tのnp接合を介さずにキャリアを取り出すことが可能な端子である。

[0044] このnp-np接合型太陽電池セル1では、図6Bに示すように、第2光電変換部Tにおいて、入射する光に応じてキャリアが発生し、例えば、第2光電変換部Tに関して、フロント端子fとベース端子bの間で回路が形成され外部で仕事をするとした場合は、電子はフロント端子fに回収され、正孔は第1光電変換部Bを介してベース端子b方向へ流れることとなる。一方、第1光電変換部Bに関して、エミッタ端子eとベース端子bの間で回路が形成され外部で仕事をするとした場合は、第1光電変換部Bにおいても、入射する光に応じてキャリアが発生し、正孔はエミッタ端子eに回収され、電子はベース端子b方向へ流れる。

ここで、上述のように第2光電変換部Tに関して、フロント端子fとベース端子bの間で回路が形成され、第1光電変換部Bに関して、エミッタ端子eとベース端子bの間で回路が形成され外部で仕事をする場合を考える。この場合、このnp-np接合型太陽電池セル1では、第2光電変換部Tの回路に対しては、フロント端子fは陰極端子となりベース端子bが陽極端子となり、一方で、第1光電変換部Bの回路に対しては、ベース端子bが陰極端子となり、エミッタ端子eが陽極端子となる。このように、ベース端子bは回路に応じて陽極端子と陰極端子の両方の役割を果たす。

また、図6Bに表されているように、第1光電変換部Bの電流密度 $J_{si} >$ 第2光電変換部Tの電流密度 J_{per} の場合と、第1光電変換部Bの電流密度 $J_{si} <$ 第2光電変換部Tの電流密度 J_{per} の場合でベース端子bにおける電流の向きが逆向きとなることとなる。

また、np-np接合型太陽電池セル1の場合、第2光電変換部Tに関して、フロント端子fとエミッタ端子eの間で回路を形成し、第1光電変換部Bに関して、エミッタ端子eとベース端子bの間で回路が形成され外部で仕事をしてよい。

[0045] 次に、図4Aに示すように、pn-pn接合型太陽電池セル1では、第2光電変換部Tがペロブスカイト型光電変換部であり、第1光電変換部Bと反

対側の電荷輸送層 24 が正孔輸送層であり、第 1 光電変換部 B 側の電荷輸送層 25 が電子輸送層である。また、第 1 光電変換部 B は結晶シリコン光電変換部であり、第 2 光電変換部 T 側の導電型シリコン系薄膜 14 が p 型シリコン系薄膜であり、第 2 光電変換部 T と反対側の導電型シリコン系薄膜 15, 16 がそれぞれ n 型シリコン系薄膜、p 型シリコン系薄膜である。光電変換層 11 は、n 型シリコン系基板であってもよいし、p 型シリコン系基板であってもよい。

これにより、図 4 A および図 4 B に示すように、pn-pn 接合型太陽電池セル 1 では、フロント端子 f とベース端子 b との間に第 2 光電変換部 T により pn 接合が形成され、エミッタ端子 e とベース端子 b との間に第 1 光電変換部 B により pn 接合が形成される。なお、第 1 光電変換部 B のためのエミッタ端子 e およびベース端子 b は、上述同様に、第 2 光電変換部 T の pn 接合を介さずにキャリアを取り出すことが可能な端子である。

[0046] この pn-pn 接合型太陽電池セル 1 でも、図 3 A および図 3 B に示す np-pn 接合型太陽電池セル 1 と同様に、第 2 光電変換部 T に関して、フロント端子 f とベース端子 b の間で回路を形成し、第 1 光電変換部 B に関して、エミッタ端子 e とベース端子 b の間で回路が形成する場合、エミッタ端子 e は第 1 光電変換部 B の回路と第 2 光電変換部 T の回路とにおいてそれぞれ陰極端子および陽極端子として振る舞い、第 1 光電変換部 B の電流密度 J_{si} > 第 2 光電変換部 T の電流密度 J_{per} の場合と第 1 光電変換部 B の電流密度 J_{si} < 第 2 光電変換部 T の電流密度 J_{per} の場合において、エミッタ端子 e における電流の向きが逆向きとなることとなる。

また、pn-pn 接合型また、pn-pn 接合型太陽電池セル 1 は、第 2 光電変換部 T に関して、フロント端子 f とエミッタ端子 e の間で回路を形成し、第 1 光電変換部 B に関して、エミッタ端子 e とベース端子 b の間で回路が形成され外部で仕事をしてよい。

[0047] 次に、図 5 A に示すように、np-pn 接合型太陽電池セル 1 では、第 2 光電変換部 T がペロブスカイト型光電変換部であり、第 1 光電変換部 B と反

対側の電荷輸送層 24 が電子輸送層であり、第 1 光電変換部 B 側の電荷輸送層 25 が正孔輸送層である。また、第 1 光電変換部 B は結晶シリコン光電変換部であり、第 2 光電変換部 T 側の導電型シリコン系薄膜 14 が p 型シリコン系薄膜であり、第 2 光電変換部 T と反対側の導電型シリコン系薄膜 15, 16 がそれぞれ n 型シリコン系薄膜、p 型シリコン系薄膜である。光電変換層 11 は、p 型シリコン系基板であればよい。

これにより、図 5 A および図 5 B に示すように、np-pn 接合型太陽電池セル 1 では、フロント端子 f とエミッタ端子 e との間に第 2 光電変換部 T により np 接合が形成され、エミッタ端子 e とベース端子 b との間に第 1 光電変換部 B により pn 接合が形成される。なお、第 1 光電変換部 B のためのエミッタ端子 e およびベース端子 b は、上述同様に、第 2 光電変換部 T の np 接合を介さずにキャリアを取り出すことが可能な端子である。

[0048] この np-pn 接合型太陽電池セル 1 でも、図 2 A および図 2 B に示す pn-np 接合型太陽電池セル 1 と同様に、エミッタ端子 e の 1 つの陽極端子と、フロント端子 f およびベース端子 b の 2 つの陰極端子を有する。

[0049] (太陽電池モジュール)

次に、図 2 B に示す太陽電池セル 1 の簡略化した等価回路を用いて、本実施形態の太陽電池モジュールについて説明する。

図 7 は、本実施形態に係る太陽電池セルを備える太陽電池モジュールを示す等価回路図である。図 7 に示す太陽電池モジュール 100 は、3 個の pn-np 接合型太陽電池セル 1 を含むセル群 3 を 5 個備える ($N=3$ 、 $M=5$)。

また、太陽電池モジュール 100 は、電流取出し電極として、4 対のモジュール端子 T1, T2, T3, T4 を有する (後述する V_{CM13} , V_{13} を用いて表すと、 $N-1+V_{CM13}/V_{13}$ 対)。

なお、図 7 において、数値は基準電位 (0 V) に対する電位を示す。

[0050] 太陽電池セル 1 は、上述したように、第 1 光電変換部 (ボトムセル) B および第 2 光電変換部 (トップセル) T を含むタンデム型であり、第 1 光電変

換部Bのためのベース端子（第1セル端子）bおよびエミッタ端子（第2セル端子）eと、第2光電変換部20のためのベース端子（第1セル端子）bおよびフロント端子（第3セル端子）fとを含む3端子型である。

[0051] セル群3における3個の第1光電変換部Bは、直列に接続されている。

1番目（最上段）のセル群3における直列接続された第1光電変換部Bの一方端側（右端側）のベース端子bは、モジュール端子対T1の一方側に接続されており、基準電位（0V）を有する。

[0052] セル群のうちm番目（mは1～5のうち任意の整数、具体的には、後述する V_{CM13} 、 V_{13} を用いて表すと、mは1から $M - V_{CM13} / V_{13}$ までの整数）のセル群3における直列接続された第1光電変換部Bの他方端側（左端側）のエミッタ端子eは、他のセル群3における直列接続された第1光電変換部Bの一方端側のベース端子bに接続される。なお、mが3（ $M - V_{CM13} / V_{13}$ ）よりも大きい場合、このm番目のセル群3の接続先となる他のセル群3が存在しないため、このm番目のセル群3における直列接続された第1光電変換部Bの他方端側のエミッタ端子eは、他のセル群3に接続されず、モジュール端子T1、T2、T3、T4のいずれかに接続される。

[0053] 具体的には、1番目のセル群3における他方端側のエミッタ端子eは、3番目のセル群3における一方端側のベース端子bに接続されており、3番目のセル群3における他方端側のエミッタ端子eは、5番目のセル群3における一方端側のベース端子bに接続されている。5番目のセル群3における他方端側のエミッタ端子eは、モジュール端子対T1の他方側に接続されている。

[0054] また、2番目のセル群3における一方端側のベース端子bは、モジュール端子対T4の一方側に接続されており、2番目のセル群3における他方端側のエミッタ端子eは、4番目のセル群3における一方端側のベース端子bに接続されている。4番目のセル群3における他方端側のエミッタ端子eは、モジュール端子対T4の他方側に接続されている。

[0055] 次に、 m 番目のセル群3における3個のフロント端子 f は、セル群のうち $m+1$ 番目のセル群3における3個のベース端子 b にそれぞれ接続されている。なお、 m が5 (M)である場合、この m 番目のセル群3の接続先となる $m+1$ 番目のセル群3が存在しないため、この m 番目のセル群3における3個のフロント端子 f は、他のセル群に接続されず、モジュール端子 T_1 , T_2 , T_3 , T_4 のいずれかに接続される。

[0056] 具体的には、1番目のセル群3における3個のベース端子 b は、モジュール端子対 T_1 , T_2 , T_3 の一方側にそれぞれ接続されている。

1番目のセル群3における3個のフロント端子 f は、2番目のセル群3における3個のベース端子 b にそれぞれ接続されており、2番目のセル群3における3個のフロント端子 f は、3番目のセル群3における3個のベース端子 b にそれぞれ接続されている。3番目のセル群3における3個のフロント端子 f は、4番目のセル群3における3個のベース端子 b にそれぞれ接続されており、4番目のセル群3における3個のフロント端子 f は、5番目のセル群3における3個のベース端子 b にそれぞれ接続されている。

5番目のセル群3における3個のフロント端子 f は、モジュール端子対 T_4 , T_2 , T_3 の他方側にそれぞれ接続されている。

[0057] 次に、互いに接続される m 番目のセル群3における他方端側のエミッタ端子 e と、他のセル群3における一方端側のベース端子 b との電位差（絶対値）は、これらの端子が互いに接続されない状態において、 m 番目のセル群3における他方端側のエミッタ端子 e と m 番目のセル群3における一方端側のベース端子 b との電位差（すなわち、 N 個の直列接続された第1光電変換部 B からなるセル群3の両端の電位差）（絶対値）の10%以下である。このように、互いに接続する端子の電位は多少異なってもよい。

ここで、電位とは、例えば、仮想的に単独の第1光電変換部 B および第2光電変換部 T を配置していき、 m 番目のセル群3における他方端側のエミッタ端子 e と、他のセル群3における一方端側のベース端子 b とを接続する前の状態について考えている。この場合、各端子における電位としては、開放電

圧 (V_{OC}) または最大動作点電圧 (V_{Pmax}) を用いればよい。

[0058] 具体的には、1番目のセル群3における他方端側のエミッタ端子eの電位2.1Vと、3番目のセル群3における一方端側のベース端子bの電位2.0Vとの電位差（絶対値）は、1番目のセル群3における他方端側のエミッタ端子eの電位2.1Vと1番目のセル群3における一方端側のベース端子bの電位0V（基準電位）との電位差（絶対値）2.1Vの10%以下である。3番目のセル群3における他方端側のエミッタ端子eの電位4.1Vと、5番目のセル群3における一方端側のベース端子bの電位4.0Vとの電位差（絶対値）は、3番目のセル群3における他方端側のエミッタ端子eの電位4.1Vと3番目のセル群3における一方端側のベース端子bの電位2.0Vとの電位差（絶対値）2.1Vの10%以下である。

[0059] また、2番目のセル群3における他方端側のエミッタ端子eの電位3.1Vと、4番目のセル群3における一方端側のベース端子bの電位3.0Vとの電位差（絶対値）は、2番目のセル群3における他方端側のエミッタ端子eの電位3.1Vと2番目のセル群3における一方端側のベース端子bの電位1.0Vとの電位差（絶対値）2.1Vの10%以下である。4番目のセル群3における他方端側のエミッタ端子eの電位5.1Vと、モジュール端子対T4の他方側の電位5.0Vとの電位差（絶対値）は、4番目のセル群3における他方端側のエミッタ端子eの電位5.1Vと4番目のセル群3における一方端側のベース端子bの電位3.0Vとの電位差（絶対値）2.1Vの10%以下である。

[0060] 第1光電変換部Bの電流密度と第2光電変換部Tの電流密度とは異なる。また、第1光電変換部Bの電圧、すなわちベース端子bとエミッタ端子bとの電位差 $V_{12} = 0.7V$ と、第2光電変換部Tの電圧、すなわちベース端子bとフロント端子fとの電位差 $V_{13} = 1.0V$ とは異なる。

[0061] 電位差 $V_{12} = 0.7V$ の倍数を $V_{CM12} = 2.1V$ とし、電位差 $V_{13} = 1.0V$ の倍数を $V_{CM13} = 2.0V$ とすると、セル群3における直列接続された第1光電変換部Bの個数は、 $V_{CM12} / V_{12} = 3$ 個である

。また、 m 番目のセル群3における他方端側のエミッタ端子 e は、 m 番目のセル群3に対して $V_{CM13}/V_{13}=2$ 番目のセル群、すなわち $m+V_{CM13}/V_{13}=m+2$ 番目のセル群3における一方端側のベース端子 b に接続される。

ここで、上述したように、互いに接続する端子の電位は多少異なってもよい。そのため、 V_{CM12} と V_{CM13} との差の絶対値は、 V_{CM12} の絶対値の10%以下であればよい。

[0062] 換言すれば、電位差 $V_{12}=0.7V$ と電位差 $V_{13}=1.0V$ との最小公倍数である電位差を $V_{CM}=2.0V\sim 2.1V$ とすると、セル群3における直列接続された第1光電変換部Bの個数は、 $V_{CM}/V_{12}=\text{約}3$ 個である。また、 m 番目のセル群3における他方端側のエミッタ端子 e は、 m 番目のセル群3に対して $V_{CM}/V_{13}=\text{約}2$ 番目のセル群、すなわち $m+V_{CM}/V_{13}=\text{約}m+2$ 番目のセル群3における一方端側のベース端子 b に接続される。

なお、電位差 V_{CM} は、電位差 V_{12} と電位差 V_{13} との最小公倍数に限定されず、公倍数であってもよい。

ここで、上述したように、互いに接続する端子の電位は多少異なってもよい。そのため、電位差 V_{12} と電位差 V_{13} との公倍数は、電位差 V_{13} の倍数が電位差 V_{12} の倍数の $\pm 5\%$ の範囲内であるときの電位差 V_{13} の倍数または電位差 V_{12} の倍数に相当すればよい。これにより、本実施形態では、 $V_{12}=0.7V$ と $V_{13}=1.0V$ との最小公倍数である電位差を $V_{CM}=2.0V\sim 2.1V$ とする。

[0063] これにより、接続される配線をまとめていくことが可能となり、モジュールにおける取出し端子の本数を減らすことが可能となる。

一对のモジュール端子T1では、1番目、3番目および5番目のセル群における直列接続された第1光電変換部Bの発電電力に相当する電力が得られる。また、一对のモジュール端子T4では、2番目および4番目のセル群における直列接続された第1光電変換部Bの発電電力に相当する電力が得られ

る。

また、一对のモジュール端子 T 1, T 4 では、セル群における一方端側（右端側）から 1 番目の第 2 光電変換部 T が直列接続された第 2 光電変換部 T の発電電力に相当する電力が得られる。また、一对のモジュール端子 T 2 では、セル群における一方端側から 2 番目の第 2 光電変換部 T が直列接続された第 2 光電変換部 T の発電電力に相当する電力が得られる。また、一对のモジュール端子 T 3 では、セル群における一方端側から 3 番目の第 2 光電変換部 T が直列接続された第 2 光電変換部 T の発電電力に相当する電力が得られる。

[0064] 以上説明したように、本実施形態の太陽電池モジュール 100 によれば、3 端子型タンデム型太陽電池セルを含むので、2 端子型および 4 端子型のタンデム型太陽電池セルを用いた太陽電池モジュールと比較して、高効率（高い変換効率）である。

更に、本実施形態の太陽電池モジュール 100 によれば、タンデム型太陽電池セルにおける 2 つの光電変換部の開放電圧 V_{oc} に依存することなく配線が可能となる、すなわち配線や使用する太陽電池セルの自由度が高い。これにより、様々な 3 端子型タンデム型太陽電池セルのモジュール化を可能とする。

[0065] なお、本実施形態では、N 個の太陽電池セルを含むセル群を M 個備える太陽電池モジュールについて、すなわち回路構成として左右方向のセル数が N 個、上下方向のセル数が M 個の太陽電池モジュールについて説明した。しかし、太陽電池モジュールのレイアウト構成としては、左右方向のセル数が N 個、上下方向のセル数が M 個に限定されず、左右方向のセル数および上下方向のセル数は任意であってよい。例えば、図 11 に示すように、3 (N) 個の太陽電池セルを含むセル群を 10 (M) 個備える太陽電池モジュールにおいて、左右方向のセル数が 6 (2N) 個、上下方向のセル数が 5 (M/2) 個となるようにレイアウトしてもよい。この場合、回路的には上下方向に折り返すように接続すると、配線接続が簡易となる。

なお、図 11 は、太陽電池モジュールのレイアウト構成の一例を、等価回路を用いて模式的に示す図であり、太陽電池モジュールのレイアウト構成を正確に示す図ではない。例えば、太陽電池モジュールのレイアウト構成としては、複数の太陽電池セルが 2 次元状に規則的に配列されるのが一般的である。

[0066] (変形例 1)

次に、図 5 B に示す太陽電池セル 1 の簡略化した等価回路を用いて、本実施形態の変形例 1 に係る太陽電池モジュールについて説明する。

図 8 は、本実施形態の変形例 1 に係る太陽電池セルを備える太陽電池モジュールを示す等価回路図である。図 8 に示す太陽電池モジュール 100 は、3 個の $n-p-n$ 接合型太陽電池セル 1 を含むセル群 3 を 5 個備える ($N=3$ 、 $M=5$)。

また、太陽電池モジュール 100 は、電流取り出し電極として、4 対のモジュール端子 T_1 、 T_2 、 T_3 、 T_4 を有する ($N-1+V_{CM13}/V_{13}$ 対)。

なお、図 8 において、数値は基準電位 ($0V$) に対する電位を示す。

[0067] 太陽電池セル 1 は、第 1 光電変換部 (ボトムセル) B および第 2 光電変換部 (トップセル) T を含むタンデム型であり、第 1 光電変換部 B のためのエミッタ端子 (第 1 セル端子) e およびベース端子 (第 2 セル端子) b と、第 2 光電変換部 20 のためのエミッタ端子 (第 1 セル端子) e およびフロント端子 (第 3 セル端子) f とを含む 3 端子型である。

[0068] セル群 3 における 3 個の第 1 光電変換部 B は、直列に接続されている。

1 番目 (最下段) のセル群 3 における直列接続された第 1 光電変換部 B の一方端側 (左端側) のエミッタ端子 e は、モジュール端子対 T_1 の一方側に接続されており、基準電位 ($0V$) を有する。

[0069] セル群のうち m 番目 (m は $1 \sim 5$ のうち任意の整数、具体的には、 m は 1 から $M-V_{CM13}/V_{13}$ までの整数) のセル群 3 における直列接続された第 1 光電変換部 B の他方端側 (右端側) のベース端子 b は、他のセル群 3

における直列接続された第1光電変換部Bの一方端側のエミッタ端子eに接続される。なお、mが3 ($M - VCM13 / V13$) よりも大きい場合、このm番目のセル群3の接続先となる他のセル群3が存在しないため、このm番目のセル群3における直列接続された第1光電変換部Bの他方端側のベース端子bは、他のセル群3に接続されず、モジュール端子T1, T2, T3, T4のいずれかに接続される。

[0070] 具体的には、1番目のセル群3における他方端側のベース端子bは、3番目のセル群3における一方端側のエミッタ端子eに接続されており、3番目のセル群3における他方端側のベース端子bは、5番目のセル群3における一方端側のエミッタ端子eに接続されている。5番目のセル群3における他方端側のベース端子bは、モジュール端子対T1の他方側に接続されている。

[0071] また、2番目のセル群3における一方端側のエミッタ端子eは、モジュール端子対T4の一方側に接続されており、2番目のセル群3における他方端側のベース端子bは、4番目のセル群3における一方端側のエミッタ端子eに接続されている。4番目のセル群3における他方端側のベース端子bは、モジュール端子対T4の他方側に接続されている。

[0072] 次に、m番目のセル群3における3個のフロント端子fは、セル群のうちm+1番目のセル群3における3個のエミッタ端子eにそれぞれ接続されている。なお、mが5 (M) である場合、このm番目のセル群3の接続先となるm+1番目のセル群3が存在しないため、このm番目のセル群3における3個のフロント端子fは、他のセル群に接続されず、モジュール端子T1, T2, T3, T4のいずれかに接続される。

[0073] 具体的には、1番目のセル群3における3個のエミッタ端子eは、モジュール端子対T1, T2, T3の一方側にそれぞれ接続されている。

1番目のセル群3における3個のフロント端子fは、2番目のセル群3における3個のエミッタ端子eにそれぞれ接続されており、2番目のセル群3における3個のフロント端子fは、3番目のセル群3における3個のエミッタ端子eにそれぞれ接続されている。

タ端子 e にそれぞれ接続されている。3 番目のセル群 3 における 3 個のフロント端子 f は、4 番目のセル群 3 における 3 個のエミッタ端子 e にそれぞれ接続されており、4 番目のセル群 3 における 3 個のフロント端子 f は、5 番目のセル群 3 における 3 個のエミッタ端子 e にそれぞれ接続されている。

5 番目のセル群 3 における 3 個のフロント端子 f は、モジュール端子対 T 4, T 2, T 3 の他方側にそれぞれ接続されている。

[0074] 次に、互いに接続される m 番目のセル群 3 における他方端側のベース端子 b と、他のセル群 3 における一方端側のエミッタ端子 e との電位差（絶対値）は、これらの端子が互いに接続されない状態において、m 番目のセル群 3 における他方端側のベース端子 b と m 番目のセル群 3 における一方端側のエミッタ端子 e との電位差（すなわち、N 個の直列接続された第 1 光電変換部 B からなるセル群 3 の両端の電位差）（絶対値）の 10% 以下である。このように、互いに接続する端子の電位は多少異なってもよい。

[0075] 具体的には、1 番目のセル群 3 における他方端側のベース端子 b の電位 -2.1 V と、3 番目のセル群 3 における一方端側のエミッタ端子 e の電位 -2.0 V との電位差（絶対値）は、1 番目のセル群 3 における他方端側のベース端子 b の電位 -2.1 V と 1 番目のセル群 3 における一方端側のエミッタ端子 e の電位 0 V （基準電位）との電位差（絶対値） 2.1 V の 10% 以下である。3 番目のセル群 3 における他方端側のベース端子 b の電位 -4.1 V と、5 番目のセル群 3 における一方端側のエミッタ端子 e の電位 -4.0 V との電位差（絶対値）は、3 番目のセル群 3 における他方端側のベース端子 b の電位 -4.1 V と 3 番目のセル群 3 における一方端側のエミッタ端子 e の電位 -2.0 V との電位差（絶対値） 2.1 V の 10% 以下である。

[0076] また、2 番目のセル群 3 における他方端側のベース端子 b の電位 -3.1 V と、4 番目のセル群 3 における一方端側のエミッタ端子 e の電位 -3.0 V との電位差（絶対値）は、2 番目のセル群 3 における他方端側のベース端子 b の電位 -3.1 V と 2 番目のセル群 3 における一方端側のエミッタ端子 e の電位 -1.0 V との電位差（絶対値） 2.1 V の 10% 以下である。4

番目のセル群3における他方端側のベース端子bの電位 -5.1 V と、モジュール端子対T4の他方側の電位 -5.0 V との電位差（絶対値）は、4番目のセル群3における他方端側のベース端子bの電位 -5.1 V と4番目のセル群3における一方端側のエミッタ端子eの電位 -3.0 V との電位差（絶対値） 2.1 V の10%以下である。

[0077] 第1光電変換部Bの電流密度と第2光電変換部Tの電流密度とは異なる。
また、第1光電変換部Bの電圧、すなわちエミッタ端子bとベース端子bとの電位差 $V_{12} = -0.7\text{ V}$ と、第2光電変換部Tの電圧、すなわちベース端子bとフロント端子fとの電位差 $V_{13} = -1.0\text{ V}$ とは異なる。

[0078] 電位差 $V_{12} = 0.7\text{ V}$ の倍数を $V_{CM12} = 2.1\text{ V}$ とし、電位差 $V_{13} = 1.0\text{ V}$ の倍数を $V_{CM13} = 2.0\text{ V}$ とすると、セル群3における直列接続された第1光電変換部Bの個数は、 $V_{CM12} / V_{12} = 3$ 個である。
また、m番目のセル群3における他方端側のベース端子bは、m番目のセル群3に対して $V_{CM13} / V_{13} = 2$ 番目のセル群、すなわち $m + V_{CM13} / V_{13} = m + 2$ 番目のセル群3における一方端側のエミッタ端子eに接続される。

ここで、上述したように、互いに接続する端子の電位は多少異なってもよい。そのため、 V_{CM12} と V_{CM13} との差の絶対値は、 V_{CM12} の絶対値の10%以下であればよい。

[0079] 換言すれば、電位差 $V_{12} = -0.7\text{ V}$ と電位差 $V_{13} = -1.0\text{ V}$ との最小公倍数である電位差を $V_{CM} = -2.0\text{ V} \sim -2.1\text{ V}$ とすると、セル群3における直列接続された第1光電変換部Bの個数は、 $V_{CM} / V_{12} =$ 約3個である。また、m番目のセル群3における他方端側のベース端子bは、m番目のセル群3に対して $V_{CM} / V_{13} =$ 約2番目のセル群、すなわち $m + V_{CM} / V_{13} =$ 約 $m + 2$ 番目のセル群3における一方端側のエミッタ端子eに接続される。

なお、電位差 V_{CM} は、電位差 V_{12} と電位差 V_{13} との最小公倍数に限定されず、公倍数であってもよい。

ここで、上述同様に、電位差 V_{12} と電位差 V_{13} との公倍数は、電位差 V_{13} の倍数が電位差 V_{12} の倍数の $\pm 5\%$ の範囲内であるときの電位差 V_{13} の倍数または電位差 V_{12} の倍数に相当すればよい。これにより、本実施形態でも、 $V_{12} = 0.7\text{ V}$ と $V_{13} = 1.0\text{ V}$ との最小公倍数である電位差を $V_{CM} = 2.0\text{ V} \sim 2.1\text{ V}$ とする。

[0080] この変形例1の太陽電池モジュール100でも、図7に示す上述した実施形態の太陽電池モジュール100と同様の利点を得られる。

[0081] なお、この変形例1でも、太陽電池モジュールのレイアウト構成としては、左右方向のセル数が N 個、上下方向のセル数が M 個に限定されず、左右方向のセル数および上下方向のセル数は任意であってよい。例えば、図11同様に、3 (N) 個の太陽電池セルを含むセル群を10 (M) 個備える太陽電池モジュールにおいて、左右方向のセル数が6 ($2N$) 個、上下方向のセル数が5 ($M/2$) 個となるようにレイアウトしてもよい。この場合、回路的には上下方向に折り返すように接続すると、配線接続が簡易となる。

[0082] (変形例2)

次に、図4Bに示す太陽電池セル1の簡略化した等価回路を用いて、本実施形態の変形例2に係る太陽電池モジュールについて説明する。

図9は、本実施形態の変形例2に係る太陽電池セルを備える太陽電池モジュールを示す等価回路図である。図9に示す太陽電池モジュール100は、5個の $p-n-p$ 接合型太陽電池セル1を含むセル群3を5個備える ($N = 5$ 、 $M = 5$)。

また、太陽電池モジュール100は、電流取出し電極として、6対のモジュール端子 T_1 、 T_2 、 T_3 、 T_4 、 T_5 、 T_6 を有する (後述する V_{CM13} 、 $(V_{12} + V_{13})$ を用いて表すと、 $N - 1 + V_{CM13} / (V_{12} + V_{13})$ 対)。

なお、図9において、数値は基準電位 (0 V) に対する電位を示す。

[0083] 太陽電池セル1は、上述したように、第1光電変換部 (ボトムセル) Bおよび第2光電変換部 (トップセル) Tを含むタンデム型であり、第1光電変

換部Bのためのベース端子（第1セル端子）bおよびエミッタ端子（第2セル端子）eと、第2光電変換部20のためのエミッタ端子（第2セル端子）bおよびフロント端子（第3セル端子）fとを含む3端子型である。

[0084] セル群3における5個の第1光電変換部Bは、直列に接続されている。

1番目（最上段）のセル群3における直列接続された第1光電変換部Bの一方端側（右端側）のベース端子bは、モジュール端子対T1の一方側に接続されており、基準電位（0V）を有する。

[0085] セル群のうちm番目（mは1～5のうち任意の整数、具体的には、後述する V_{CM13} 、 $(V_{12} + V_{13})$ を用いて表すと、mは1から $M - V_{CM13} / (V_{12} + V_{13})$ までの整数）のセル群3における直列接続された第1光電変換部Bの他方端側（左端側）のエミッタ端子eは、他のセル群3における直列接続された第1光電変換部Bの一方端側のベース端子bに接続される。なお、mが3（ $M - V_{CM13} / (V_{12} + V_{13})$ ）よりも大きい場合、このm番目のセル群3の接続先となる他のセル群3が存在しないため、このm番目のセル群3における直列接続された第1光電変換部Bの他方端側のエミッタ端子eは、他のセル群3に接続されず、モジュール端子T1、T2、T3、T4、T5、T6のいずれかに接続される。

[0086] 具体的には、1番目のセル群3における他方端側のエミッタ端子eは、3番目のセル群3における一方端側のベース端子bに接続されており、3番目のセル群3における他方端側のエミッタ端子eは、5番目のセル群3における一方端側のベース端子bに接続されている。5番目のセル群3における他方端側のエミッタ端子eは、モジュール端子対T1の他方側に接続されている。

[0087] また、2番目のセル群3における一方端側のベース端子bは、モジュール端子対T6の一方側に接続されており、2番目のセル群3における他方端側のエミッタ端子eは、4番目のセル群3における一方端側のベース端子bに接続されている。4番目のセル群3における他方端側のエミッタ端子eは、モジュール端子対T6の他方側に接続されている。

[0088] 次に、 m 番目のセル群3における5個のフロント端子 f は、セル群のうち $m+1$ 番目のセル群3における5個のベース端子 b にそれぞれ接続されている。なお、 m が5（ M ）である場合、この m 番目のセル群3の接続先となる $m+1$ 番目のセル群3が存在しないため、この m 番目のセル群3における5個のフロント端子 f は、他のセル群に接続されず、モジュール端子 $T1$ ， $T2$ ， $T3$ ， $T4$ ， $T5$ ， $T6$ のいずれかに接続される。

[0089] 具体的には、1番目のセル群3における5個のベース端子 b は、モジュール端子対 $T1$ ， $T2$ ， $T3$ ， $T4$ ， $T5$ ， $T6$ の一方側にそれぞれ接続されている。

1番目のセル群3における5個のフロント端子 f は、2番目のセル群3における5個のベース端子 b にそれぞれ接続されており、2番目のセル群3における5個のフロント端子 f は、3番目のセル群3における5個のベース端子 b にそれぞれ接続されている。3番目のセル群3における5個のフロント端子 f は、4番目のセル群3における5個のベース端子 b にそれぞれ接続されており、4番目のセル群3における5個のフロント端子 f は、5番目のセル群3における5個のベース端子 b にそれぞれ接続されている。

5番目のセル群3における5個のフロント端子 f は、モジュール端子対 $T6$ ， $T2$ ， $T3$ ， $T4$ ， $T5$ の他方側にそれぞれ接続されている。

[0090] 次に、互いに接続される m 番目のセル群3における他方端側のエミッタ端子 e と、他のセル群3における一方端側のベース端子 b との電位差（絶対値）は、これらの端子が互いに接続されない状態において、 m 番目のセル群3における他方端側のエミッタ端子 e と m 番目のセル群3における一方端側のベース端子 b との電位差（すなわち、 N 個の直列接続された第1光電変換部 B からなるセル群3の両端の電位差）（絶対値）の10%以下である。このように、互いに接続する端子の電位は多少異なってもよい。

[0091] 具体的には、1番目のセル群3における他方端側のエミッタ端子 e の電位3.5Vと、3番目のセル群3における一方端側のベース端子 b の電位3.4Vとの電位差（絶対値）は、1番目のセル群3における他方端側のエミッ

タ端子 e の電位 3.5 V と 1 番目のセル群 3 における一方端側のベース端子 b の電位 0 V（基準電位）との電位差（絶対値）3.5 V の 10% 以下である。3 番目のセル群 3 における他方端側のエミッタ端子 e の電位 6.9 V と、5 番目のセル群 3 における一方端側のベース端子 b の電位 6.8 V との電位差（絶対値）は、3 番目のセル群 3 における他方端側のエミッタ端子 e の電位 6.9 V と 3 番目のセル群 3 における一方端側のベース端子 b の電位 3.4 V との電位差（絶対値）3.5 V の 10% 以下である。

[0092] また、2 番目のセル群 3 における他方端側のエミッタ端子 e の電位 5.2 V と、4 番目のセル群 3 における一方端側のベース端子 b の電位 5.1 V との電位差（絶対値）は、2 番目のセル群 3 における他方端側のエミッタ端子 e の電位 5.2 V と 2 番目のセル群 3 における一方端側のベース端子 b の電位 1.7 V との電位差（絶対値）3.5 V の 10% 以下である。4 番目のセル群 3 における他方端側のエミッタ端子 e の電位 8.6 V と、モジュール端子対 T 6 の他方側の電位 8.5 V との電位差（絶対値）は、4 番目のセル群 3 における他方端側のエミッタ端子 e の電位 8.6 V と 2 番目のセル群 3 における一方端側のベース端子 b の電位 5.1 V との電位差（絶対値）3.5 V の 10% 以下である。

[0093] 第 1 光電変換部 B の電流密度と第 2 光電変換部 T の電流密度とは異なる。また、第 1 光電変換部 B の電圧、すなわちベース端子 b とエミッタ端子 b との電位差 $V_{12} = 0.7 \text{ V}$ と、第 2 光電変換部 T の電圧、すなわちエミッタ端子 e とフロント端子 f との電位差 $V_{13} = 1.0 \text{ V}$ とは異なる。

[0094] ベース端子 b とエミッタ端子 b との電位差 $V_{12} = 0.7 \text{ V}$ の倍数を $V_{CM12} = 3.5 \text{ V}$ とし、ベース端子 b とフロント端子 f との電位差 $(V_{12} + V_{13}) = 1.7 \text{ V}$ の倍数を $V_{CM13} = 3.4 \text{ V}$ とすると、セル群 3 における直列接続された第 1 光電変換部 B の個数は、 $V_{CM12} / V_{12} = 5$ 個である。また、m 番目のセル群 3 における他方端側のエミッタ端子 e は、m 番目のセル群 3 に対して $V_{CM13} / (V_{12} + V_{13}) = 2$ 番目のセル群、すなわち $m + V_{CM13} / (V_{12} + V_{13}) = m + 2$ 番目のセル群 3

における一方端側のベース端子bに接続される。

ここで、上述したように、互いに接続する端子の電位は多少異なってもよい。そのため、 V_{CM12} と V_{CM13} との差の絶対値は、 V_{CM12} の絶対値の10%以下であればよい。

[0095] 換言すれば、ベース端子bとエミッタ端子bとの電位差 $V_{12} = 0.7V$ と、ベース端子bとフロント端子fとの電位差 $(V_{12} + V_{13}) = 1.7V$ との最小公倍数である電位差を $V_{CM} = 3.4V \sim 3.5V$ とすると、セル群3における直列接続された第1光電変換部Bの個数は、 $V_{CM} / V_{12} = \text{約}5$ 個である。また、m番目のセル群3における他方端側のエミッタ端子eは、m番目のセル群3に対して $V_{CM} / (V_{12} + V_{13}) = \text{約}2$ 番目のセル群、すなわち $m + V_{CM} / (V_{12} + V_{13}) = \text{約}m + 2$ 番目のセル群3における一方端側のベース端子bに接続される。

なお、電位差 V_{CM} は、電位差 V_{12} と電位差 $(V_{12} + V_{13})$ との最小公倍数に限定されず、公倍数であってもよい。

ここで、上述したように、互いに接続する端子の電位は多少異なってもよい。そのため、電位差 V_{12} と電位差 $(V_{12} + V_{13})$ との公倍数は、電位差 $(V_{12} + V_{13})$ の倍数が電位差 V_{12} の倍数の $\pm 5\%$ の範囲内であるときの電位差 $(V_{12} + V_{13})$ の倍数または電位差 V_{12} の倍数に相当すればよい。これにより、本実施形態では、 $V_{12} = 0.7V$ と $(V_{12} + V_{13}) = 1.7V$ との最小公倍数である電位差を $V_{CM} = 3.4V \sim 3.5V$ とする。

[0096] この変形例2の太陽電池モジュール100でも、図7に示す上述した実施形態の太陽電池モジュール100と同様の利点が得られる。

[0097] なお、この変形例2でも、太陽電池モジュールのレイアウト構成としては、左右方向のセル数がN個、上下方向のセル数がM個に限定されず、左右方向のセル数および上下方向のセル数は任意であってよい。

[0098] また、この変形例2では、N個のpn-pn接合型太陽電池セル1（図4B参照）を含むセル群3をM個備える太陽電池モジュール100について説

明したが、N個のnp-np接合型太陽電池セル（図3B参照）を含むセル群をM個備える太陽電池モジュールについてもこの変形例2と同様に構成可能である。

この構成でも、変形例2と同様に、太陽電池モジュールのレイアウト構成としては、左右方向のセル数がN個、上下方向のセル数がM個に限定されず、左右方向のセル数および上下方向のセル数は任意であってよい。

[0099] 以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は上述した実施形態に限定されることなく、種々の変更および変形が可能である。例えば、上述した実施形態および変形例1では、3個の太陽電池セルを含むセル群を5個備える太陽電池モジュールを例示し、上述した変形例2では、5個の太陽電池セルを含むセル群を5個備える太陽電池モジュールを例示した。しかし、本発明はこれに限定されず、N個（Nは3以上の整数）の太陽電池セルを含むセル群をM個（Mは2以上の整数）備える太陽電池モジュールに適用可能である。

[0100] また、上述した実施形態および変形例では、ヘテロ接合型光電変換部、すなわち結晶シリコン光電変換部を含む第1光電変換部と、ペロブスカイト型光電変換部を含む第2光電変換部を有するタンデム型太陽電池セルを備える太陽電池モジュールを例示した。しかし、本発明はこれに限定されず、種々の光電変換部を含む第1光電変換部と、種々の光電変換部を備える第2光電変換部を有するタンデム型太陽電池セルを備える太陽電池モジュールに適用可能である。

符号の説明

- [0101] 1 太陽電池セル
- 10, B 第1光電変換部（ボトムセル）
 - 11 光電変換層（第1半導体層）
 - 12, 13 真性半導体層（真性シリコン系薄膜）
 - 14, 15, 16 導電型半導体層（導電型シリコン系薄膜）
 - 20, T 第2光電変換部（トップセル）

2 1 光電変換層（第 2 半導体層）

2 4, 2 5 電荷輸送層

3 1, f 電極（フロント端子）（第 3 セル端子）

3 2, b 電極（ベース端子）（第 1 セル端子または第 2 セル端子）

3 3, e 電極（エミッタ端子）（第 2 セル端子または第 1 セル端子）

1 0 0 太陽電池モジュール

請求の範囲

[請求項1]

N個の太陽電池セルを含むセル群をM個備える太陽電池モジュールであって、Nは3以上の整数であり、Mは2以上の整数であり、

前記太陽電池セルは、第1光電変換部および第2光電変換部を含むタンデム型であり、前記第1光電変換部のための第1セル端子および第2セル端子と、前記第2光電変換部のための前記第1セル端子および第3セル端子とを含む3端子型であり、

前記セル群におけるN個の前記第1光電変換部は、直列に接続され、

前記セル群のうち1番目のセル群における直列接続された前記第1光電変換部の一方端側の前記第1セル端子が基準電位を有するとした場合に、

前記セル群のうちm番目のセル群における直列接続された前記第1光電変換部の他方端側の第2セル端子は、他の前記セル群における直列接続された前記第1光電変換部の一方端側の前記第1セル端子に接続され、mは1からMまでの整数であり、

前記m番目のセル群におけるN個の前記第3セル端子は、前記セル群のうちm+1番目のセル群におけるN個の前記第1セル端子にそれぞれ接続され、

互いに接続される前記m番目のセル群における前記他方端側の第2セル端子と、前記他のセル群における前記一方端側の第1セル端子との電位差の絶対値は、これらの端子が互いに接続されない状態において、前記m番目のセル群における前記他方端側の第2セル端子と前記m番目のセル群における一方端側の第1セル端子との電位差の絶対値の10%以下である、
太陽電池モジュール。

[請求項2]

前記第1光電変換部のための前記第1セル端子と前記第2セル端子との電位差 V_{12} と、前記第2光電変換部のための前記第1セル端子

と前記第3セル端子との電位差 V_{13} とは異なる、請求項1に記載の太陽電池モジュール。

[請求項3] 前記電位差 V_{12} の倍数を V_{CM12} とし、前記電位差 V_{13} の倍数を V_{CM13} とすると、

前記 N は V_{CM12} / V_{12} に相当し、

前記 m 番目のセル群に接続される前記他のセル群は、前記 m 番目のセル群に対して V_{CM13} / V_{13} 番目のセル群に相当し、

前記 V_{CM12} と前記 V_{CM13} との差の絶対値は、前記 V_{CM12} の絶対値の10%以下である、

請求項2に記載の太陽電池モジュール。

[請求項4] 前記 m は1から $M - V_{CM13} / V_{13}$ までの整数であり、

前記 $M - V_{CM13} / V_{13}$ よりも大きい前記 m である前記 m 番目のセル群における直列接続された前記第1光電変換部の他方端側の第2セル端子は、前記他のセル群に接続されず、

前記 m が前記 M である前記 m 番目のセル群における N 個の前記第3セル端子は、他の前記セル群に接続されない、

請求項3に記載の太陽電池モジュール。

[請求項5] N 個の太陽電池セルを含むセル群を M 個備える太陽電池モジュールであって、 N は3以上の整数であり、 M は2以上の整数であり、

前記太陽電池セルは、第1光電変換部および第2光電変換部を含むタンデム型であり、前記第1光電変換部のための第1セル端子および第2セル端子と、前記第2光電変換部のための前記第2セル端子および第3セル端子とを含む3端子型であり、

前記セル群における N 個の前記第1光電変換部は、直列に接続され、

前記セル群のうち1番目のセル群における直列接続された前記第1光電変換部の一方端側の前記第1セル端子が基準電位を有するとした場合に、

前記セル群のうち m 番目のセル群における直列接続された前記第 1 光電変換部の他方端側の第 2 セル端子は、他の前記セル群における直列接続された前記第 1 光電変換部の一方端側の第 1 セル端子に接続され、 m は 1 から M までの整数であり、

前記 m 番目のセル群における N 個の第 3 セル端子は、前記セル群のうち $m + 1$ 番目のセル群における N 個の前記第 1 セル端子にそれぞれ接続され、

互いに接続される前記 m 番目のセル群における前記他方端側の第 2 セル端子と、前記他のセル群における前記一方端側の第 1 セル端子との電位差の絶対値は、これらの端子が互いに接続されない状態において、前記 m 番目のセル群における前記他方端側の第 2 セル端子と前記 m 番目のセル群における一方端側の第 1 セル端子との電位差の絶対値の 10% 以下である、
太陽電池モジュール。

[請求項6] 前記第 1 光電変換部のための前記第 1 セル端子と前記第 2 セル端子との電位差 V_{12} と、前記第 2 光電変換部のための前記第 2 セル端子と前記第 3 セル端子との電位差 V_{13} とは異なる、請求項 5 に記載の太陽電池モジュール。

[請求項7] 前記電位差 V_{12} の倍数を V_{CM12} とし、前記電位差 ($V_{12} + V_{13}$) の倍数を V_{CM13} とすると、

前記 N は V_{CM12} / V_{12} に相当し、

前記 m 番目のセル群に接続される前記他のセル群は、前記 m 番目のセル群に対して $V_{CM13} / (V_{12} + V_{13})$ 番目のセル群に相当し、

前記 V_{CM12} と前記 V_{CM13} との差の絶対値は、前記 V_{CM12} の絶対値の 10% 以下である、

請求項 6 に記載の太陽電池モジュール。

[請求項8] 前記 m は 1 から $M - V_{CM13} / (V_{12} + V_{13})$ までの整数で

あり、

前記 $M - VCM13 / (V12 + V13)$ よりも大きい前記 m である前記 m 番目のセル群における直列接続された前記第 1 光電変換部の他方端側の第 2 セル端子は、前記他のセル群に接続されず、

前記 m が前記 M である前記 m 番目のセル群における N 個の前記第 3 セル端子は、他の前記セル群に接続されない、

請求項 7 に記載の太陽電池モジュール。

[請求項 9] 前記第 1 光電変換部の電流密度と前記第 2 光電変換部の電流密度とは異なる、請求項 1 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の太陽電池モジュール。

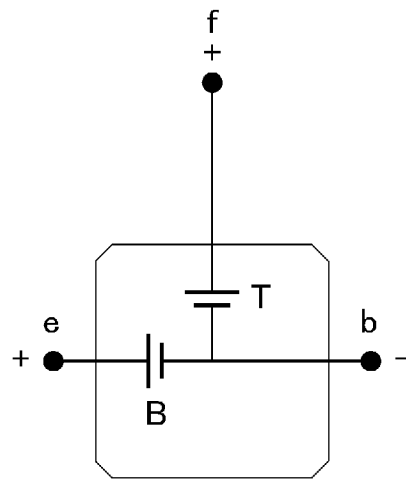
[請求項 10] 前記第 1 光電変換部は、バックコンタクト型の結晶シリコン光電変換部であり、

前記第 2 光電変換部は、ペロブスカイト型の光電変換部である、
請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 項に記載の太陽電池モジュール。

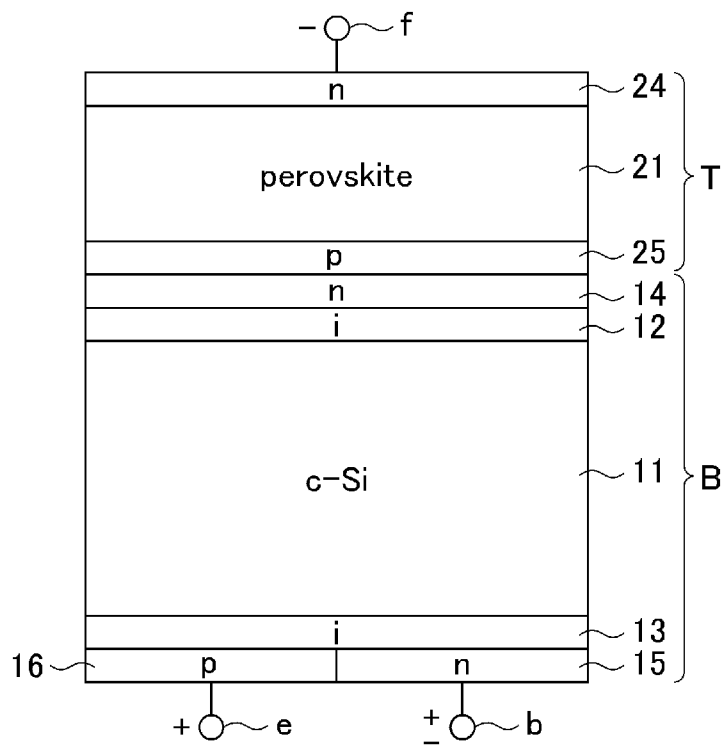
[請求項 11] 電流取出し電極として、3 対以上のモジュール端子を有する、請求項 1 ～ 10 のいずれか 1 項に記載の太陽電池モジュール。

A cross-sectional view of a semiconductor device 1. The device consists of a substrate 32 with a base layer 33. A large central region is labeled 11. Above this region is a stack of layers: 12, 14, 25, and 21. The topmost layer is 31. A bracket labeled 20 groups layers 21, 25, 14, and 12. Another bracket labeled 10 groups layers 11, 13, and 15. A layer 16 is shown on the left side of the base layer 32. A layer 15 is shown on the right side of the base layer 32. A layer 13 is shown on the right side of the base layer 32. A layer 32 is shown on the right side of the base layer 33.

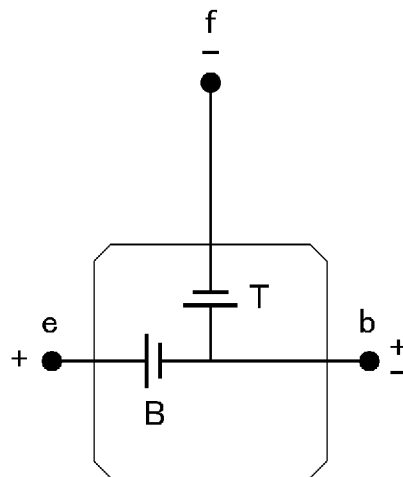
[図2B]



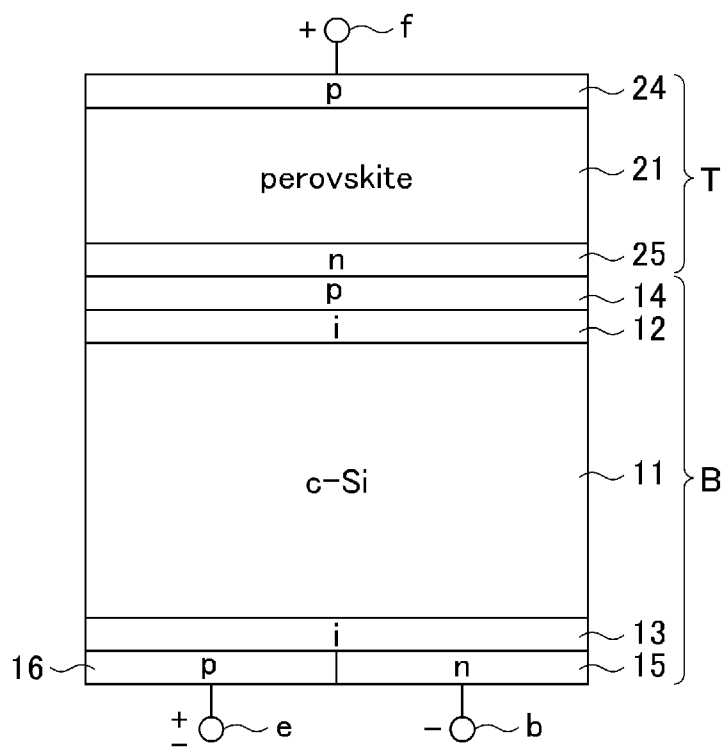
[図3A]



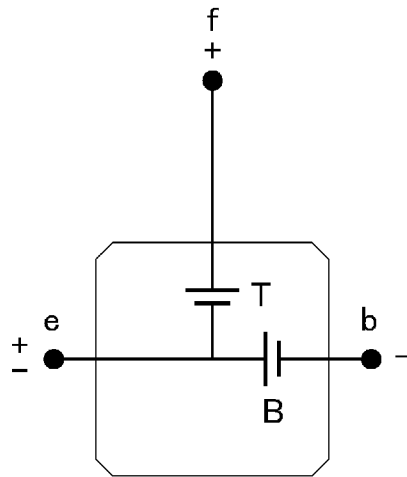
[図3B]



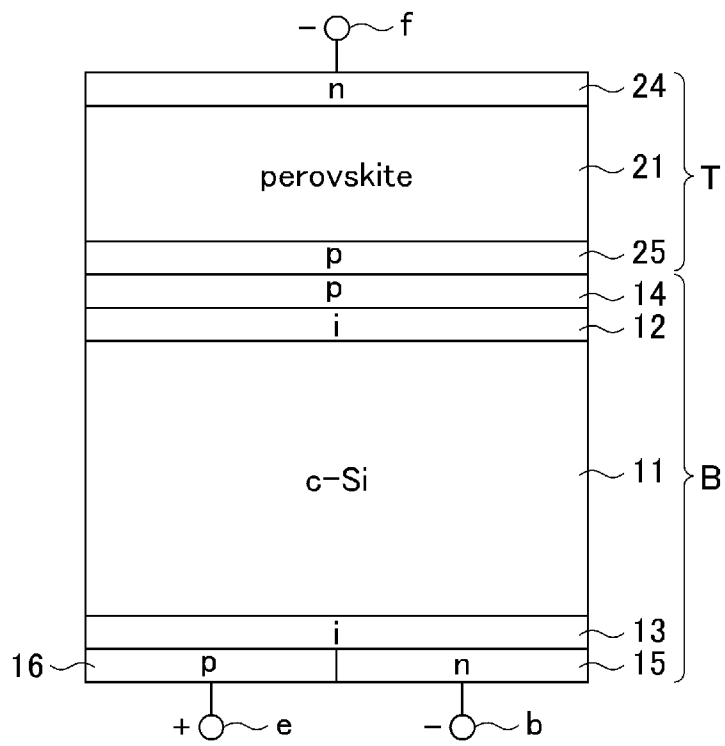
[図4A]



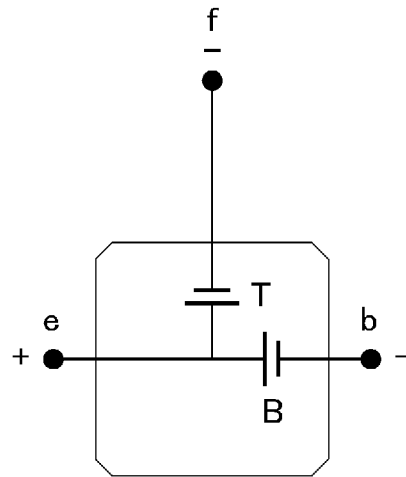
[図4B]



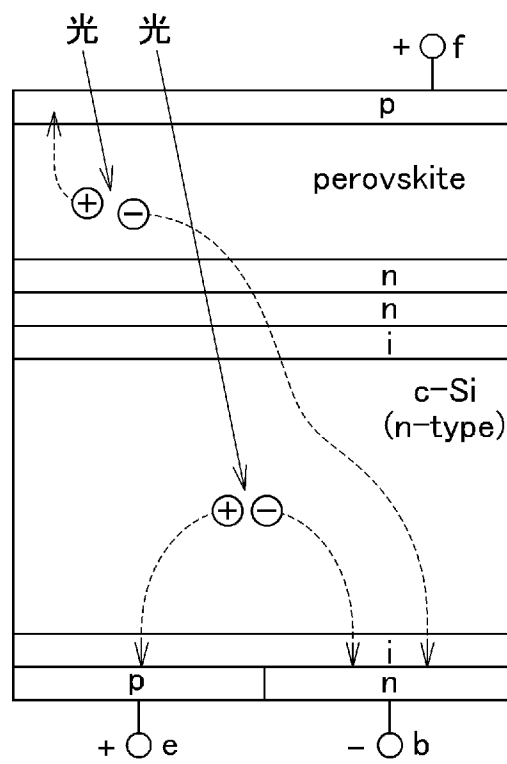
[図5A]



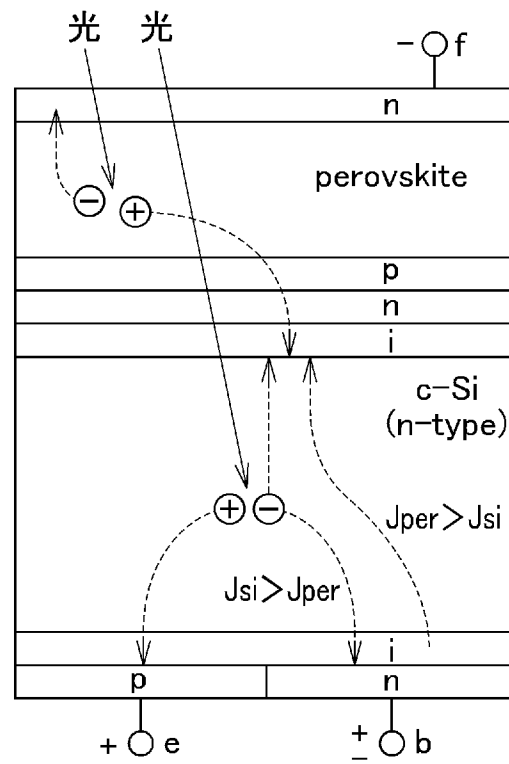
[図5B]



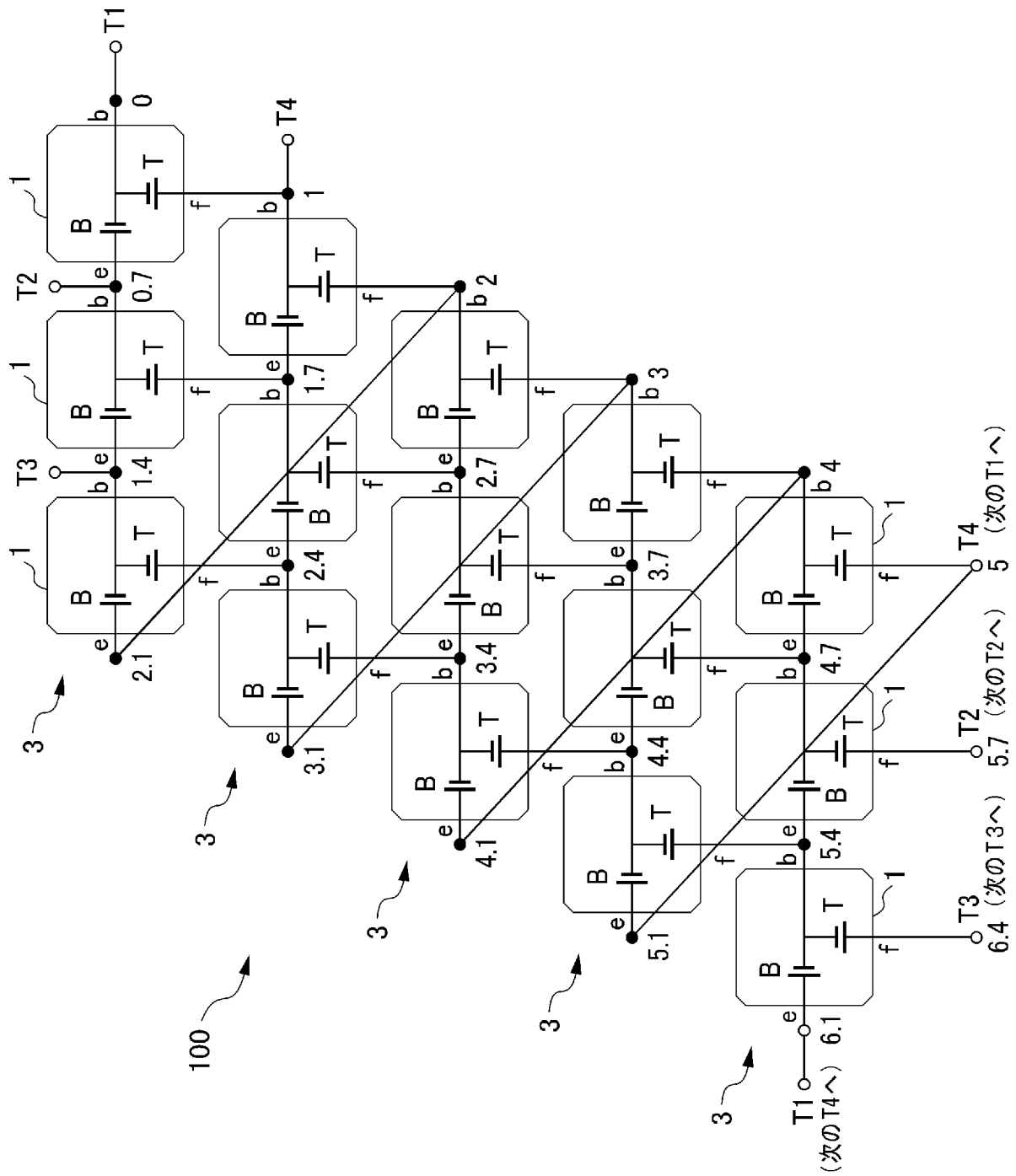
[図6A]



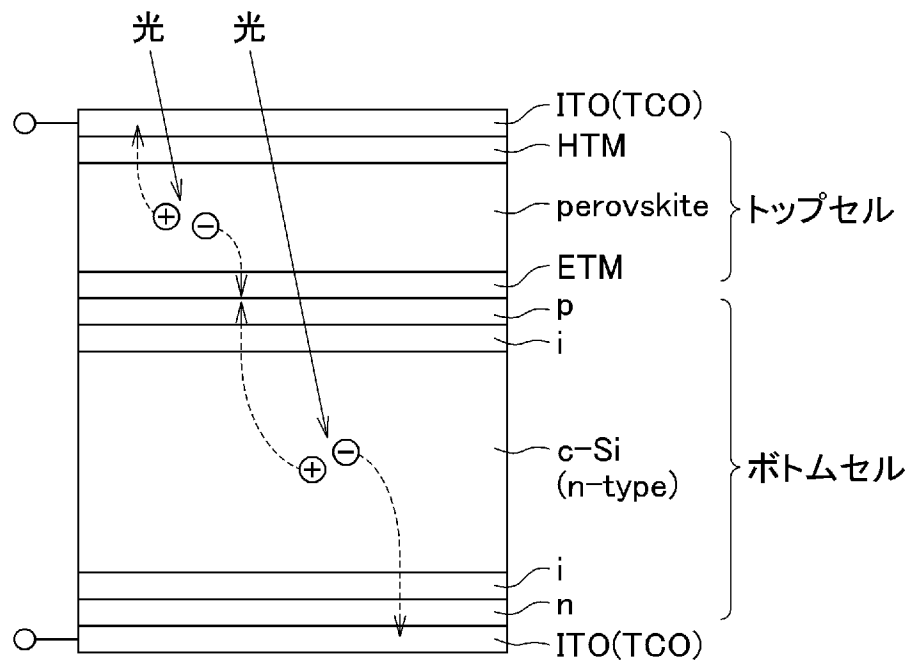
[図6B]



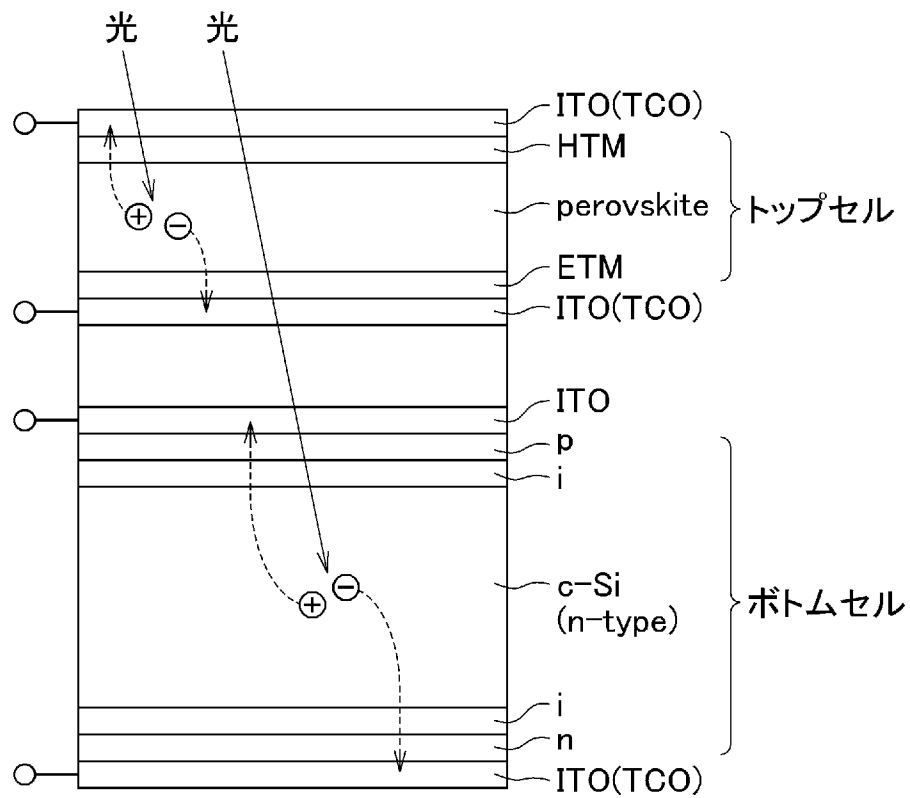
[図7]



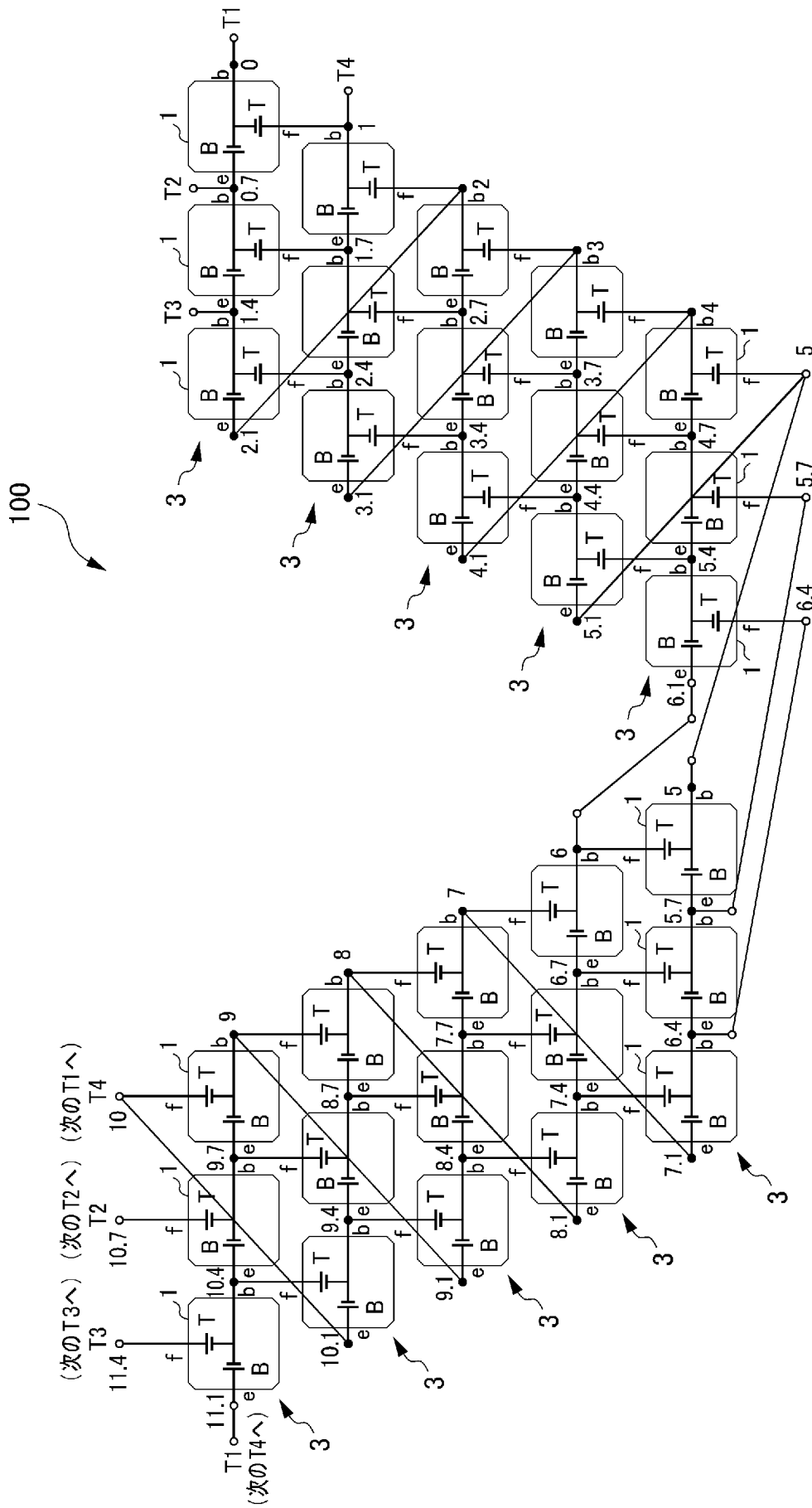
[図10A]



[図10B]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/012359

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 51/44(2006.01)i; H01L 31/0725(2012.01)i; H01L 31/0747(2012.01)i

FI: H01L31/04 122; H01L31/04 112Z; H01L31/06 455; H01L31/04 130;
H01L31/04 124; H01L31/06 410

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)

H01L31/00-31/20; H01L51/42-51/48; H01L27/142; H01L27/30

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	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JSTPlus/JST7580 (JDreamIII); IEEE Xplore

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 7-202233 A (JAPAN ENERGY CORP.) 04.08.1995 (1995-08-04) paragraphs [0001]-[0020], [0038]-[0041], fig. 3	1-9, 11 10
X Y	SCHULTE-HUXEL, Henning et al., "String-Level Modeling of Two, Three, and Four Terminal Si-Based Tandem Modules", IEEE JOURNAL OF PHOTOVOLTAICS, 2018, vol. 8, no. 5, pp. 1370-1375, in particular, page 1371, left column, lines 1-4, right column, paragraph [0003], fig. 1(b), 2	1-9, 11 10
Y	SANTBERGEN, Rudi et al., "Optimization of Three-Terminal Perovskite/Silicon Tandem Solar Cells", IEEE JOURNAL OF PHOTOVOLTAICS, 10 January 2019, vol. 9, no. 2, pp. 446-451, [online], [retrieved on 04 June 2020], Retrieved from the Internet: <URL:https://ieeexplore.ieee.org/document/8607100><DOI:10.1109/JPHOTOV.2018.2888832>, in particular, fig. 1	10



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
04 June 2020 (04.06.2020)Date of mailing of the international search report
16 June 2020 (16.06.2020)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
Information on patent family members

International application no.

PCT/JP2020/012359

Patent Documents
referred in the
Report

Publication
Date

Patent Family

Publication
Date

JP 7-202233 A

04 Aug. 1995

(Family: none)

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 51/44(2006.01)i; H01L 31/0725(2012.01)i; H01L 31/0747(2012.01)i FI: H01L31/04 122; H01L31/04 112Z; H01L31/06 455; H01L31/04 130; H01L31/04 124; H01L31/06 410		
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）） H01L31/00-31/20; H01L51/42-51/48; H01L27/142; H01L27/30 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 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020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） JSTPlus/JST7580 (JDreamIII); IEEE Xplore		
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	JP 7-202233 A (株式会社ジャパンエナジー) 04.08.1995 (1995-08-04) [0001] - [0020]、[0038] - [0041]、図3	1-9, 11
Y		10
X	SCHULTE-HUXEL, Henning et al., "String-Level Modeling of Two, Three, and Four Terminal Si-Based Tandem Modules", IEEE JOURNAL OF PHOTOVOLTAICS, 2018, Vol.8, No.5, pp.1370-1375 特に、第1371ページ左欄第1行～第4行、右欄第3段落、図1(b)、図2	1-9, 11
Y		10
Y	SANTBERGEN, Rudi et al., "Optimization of Three-Terminal Perovskite/Silicon Tandem Solar Cells", IEEE JOURNAL OF PHOTOVOLTAICS, 2019.01.10, Vol.9, No.2, pp.446-451, [online], [retrieved on 2020.06.04], Retrieved from the Internet: <URL:https://ieeexplore.ieee.org/document/8607100><DOI:10.1109/JPHOTOV.2018.2888832> 特に、図1	10
☐ 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、一般的な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 04.06.2020		国際調査報告の発送日 16.06.2020
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） 佐竹 政彦 2K 2911 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/JP2020/012359

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 7-202233 A	04.08.1995	(ファミリーなし)	