

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2007年4月19日 (19.04.2007)

PCT

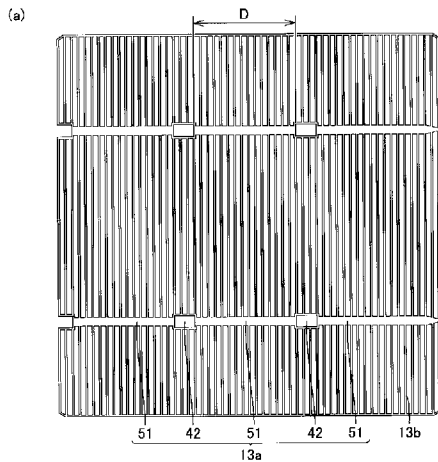
(10) 国際公開番号  
WO 2007/043428 A1

- (51) 国際特許分類:  
H01L 31/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2006/319938
- (22) 国際出願日: 2006年10月5日 (05.10.2006)
- (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 2005-300488  
2005年10月14日 (14.10.2005) JP  
特願 2005-363606  
2005年12月16日 (16.12.2005) JP  
特願 2005-364690  
2005年12月19日 (19.12.2005) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): シャープ株式会社 (SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 中村 京太郎 (NAKAMURA, Kyotaro). 内田 安紀子 (UCHIDA, Akiko). 金子 昌弘 (KANeko, Masahiro). 竹岡 貞哉 (TAKEOKA, Sadaya). 佐賀 達男 (SAGA, Tatsuo). 高木 明英 (TAKAKI, Akihide). 宮澤 彰 (MIYAZAWA, Akira). 日置 正臣 (HIOKI, Masaomi). 大狭 正寛 (OHBASAMI, Masahiro).
- (74) 代理人: 深見 久郎, 外 (FUKAMI, Hisao et al.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島二丁目2番7号中之島セントラルタワー2階 深見特許事務所 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK,

[ 続葉有 ]

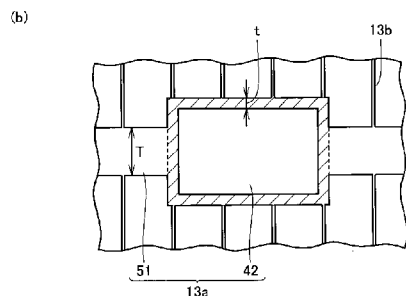
(54) Title: SOLAR CELL, SOLAR CELL PROVIDED WITH INTERCONNECTOR, SOLAR CELL STRING AND SOLAR CELL MODULE

(54) 発明の名称: 太陽電池、インターコネクタ付き太陽電池、太陽電池ストリングおよび太陽電池モジュール



(57) Abstract: In a solar cell, a bus bar electrode (13a) and a plurality of linear finger electrodes (13b) extending from the bus bar electrode (13a) are provided on a first main plane of a semiconductor substrate. The bus bar electrode (13a) includes a first connecting section (51) for connecting with an interconnector, and a first noncontact section (42) not to be connected with the interconnector. The first connecting sections (51) and the first noncontact sections (42) are alternately arranged. A solar cell which uses such solar cell and has an interconnector, a solar cell string and a solar cell module are also provided.

(57) 要約: 半導体基板の第1主面上に、バスバー電極(13a)と、バスバー電極(13a)から伸びる複数の線状のフィンガー電極(13b)と、が備えられており、バスバー電極(13a)は、インターコネクタに接続するための第1接続部(51)と、インターコネクタに接続されない第1非接続部(42)と、を含み、第1接続部(51)と第1非接続部(42)とが交互に配列されている太陽電池である。また、その太陽電池を用いたインターコネクタ付き太陽電池、太陽電池ストリングおよび太陽電池モジュールである。



WO 2007/043428 A1



MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明 細 書

太陽電池、インターコネクタ付き太陽電池、太陽電池ストリングおよび太陽電池モジュール

### 技術分野

[0001] 本発明は、太陽電池、インターコネクタ付き太陽電池、太陽電池ストリングおよび太陽電池モジュールに関する。

### 背景技術

[0002] 太陽光エネルギーを電気エネルギーに変換する太陽電池は、近年、特に地球環境問題の観点から、次世代のエネルギー源としての期待が急激に高まっている。太陽電池としては、化合物半導体を用いたものまたは有機材料を用いたものなど様々な種類があるが、現在、主流となっているのは、シリコン結晶を用いたものである。

[0003] 図34に、従来の太陽電池の一例の模式的な断面図を示す。ここで、太陽電池においては、単結晶シリコンまたは多結晶シリコンからなるp型シリコン基板10の受光面にn+層11が形成されることによって、p型シリコン基板10とn+層11とによりpn接合が形成されており、p型シリコン基板10の受光面上には反射防止膜12および銀電極13がそれぞれ形成されている。また、p型シリコン基板10の受光面と反対側の裏面にはp+層15が形成されている。そして、p型シリコン基板10の裏面上にはアルミニウム電極14および銀電極16がそれぞれ形成されている。

[0004] 図35(a)～(i)に、従来の太陽電池の製造方法の一例を示す。まず、図35(a)に示すように、p型シリコン結晶の原料を坩堝で溶解した後に再結晶化して得られたシリコンインゴット17をシリコンブロック18に切断する。次に、図35(b)に示すように、シリコンブロック18をワイヤソーで切断することにより、p型シリコン基板10が得られる。

[0005] 次いで、アルカリまたは酸によってp型シリコン基板10の表面をエッチングすることによって、図35(c)に示すp型シリコン基板10のスライス時のダメージ層19を除去する。このとき、エッチング条件を調整すると、p型シリコン基板10の表面に微小な凹凸(図示せず)を形成することができる。この凹凸により、p型シリコン基板10の表面に入射する太陽光の反射が低減されて、太陽電池の変換効率を高めることができる。

- [0006] 続いて、図35(d)に示すように、p型シリコン基板10の一方の主面(以下、「第1主面」という)上にリンを含む化合物を含有したドーパント液20を塗布する。そして、ドーパント液20の塗布後のp型シリコン基板10を800℃～950℃の温度で5～30分間熱処理することによりp型シリコン基板10の第1主面にn型ドーパントであるリンが拡散して、図35(e)に示すように、p型シリコン基板10の第1主面にn+層11が形成される。なお、n+層11の形成方法としては、ドーパント液を塗布する方法以外にも、 $P_2O_5$ や $POCl_3$ を用いた気相拡散による方法がある。
- [0007] 次いで、リンの拡散時にp型シリコン基板10の第1主面に形成されるガラス層を酸処理により除去した後、図35(f)に示すように、p型シリコン基板10の第1主面上に反射防止膜12を形成する。反射防止膜12の形成方法としては、常圧CVD法を用いて酸化チタン膜を形成する方法やプラズマCVD法を用いて窒化シリコン膜を形成する方法などが知られている。また、ドーパント液を塗布する方法によりリンを拡散する場合には、リンに加えて反射防止膜12の材料も含ませたドーパント液を用いることによって、n+層11と反射防止膜12とを同時に形成することもできる。また、反射防止膜12の形成は、銀電極の形成後に行なう場合もある。
- [0008] そして、図35(g)に示すように、p型シリコン基板10の他方の主面(以下、「第2主面」という)上にアルミニウム電極14を形成するとともにp型シリコン基板10の第2主面にp+層15を形成する。アルミニウム電極14およびp+層15は、たとえば、アルミニウム粉末、ガラスフリット、樹脂および有機溶剤からなるアルミニウムペーストをスクリーン印刷などによりp型シリコン基板10の第2主面に印刷した後に、p型シリコン基板10を熱処理することによって、アルミニウムが溶融してシリコンと合金化することにより形成されたアルミニウム-シリコン合金層下にp+層15が形成されるとともに、p型シリコン基板10の第2主面上にアルミニウム電極14が形成される。また、p型シリコン基板10とp+層15のドーパント濃度差が、p型シリコン基板10とp+層15の界面に電位差(電位障壁として働く)をもたらし、光生成されたキャリアがp型シリコン基板10の第2主面付近で再結合するのを防いでいる。これにより、太陽電池の短絡電流( $I_{sc}$ : short circuit current)および開放電圧( $V_{oc}$ : open circuit voltage)が共に向上する。
- [0009] その後、図35(h)に示すように、p型シリコン基板10の第2主面上に銀電極16を形

成する。銀電極16は、たとえば、銀粉末、ガラスフリット、樹脂および有機溶剤からなる銀ペーストをスクリーン印刷などにより印刷した後に、p型シリコン基板10を熱処理することによって得ることができる。

[0010] そして、図35(i)に示すように、p型シリコン基板10の第1主面上に銀電極13を形成する。銀電極13は、p型シリコン基板10との接触抵抗を含む直列抵抗を低く抑えらるとともに銀電極13の形成面積を少なくして太陽光の入射量を減少させないようにするため、銀電極13の線幅、ピッチおよび厚さなどのパターン設計が重要である。銀電極13の形成方法としては、たとえば、反射防止膜12の表面上に銀粉末、ガラスフリット、樹脂および有機溶剤からなる銀ペーストをスクリーン印刷などにより印刷した後に、p型シリコン基板10を熱処理することによって、銀ペーストが反射防止膜12を貫通してp型シリコン基板10の第1主面と良好な電氣的接触が可能なファイアスルー方式が量産ラインで用いられている。

[0011] 以上のようにして、図34に示す構成の太陽電池を製造することができる。なお、銀電極13および銀電極16の形成後のp型シリコン基板10を溶融半田槽に浸漬することによって銀電極13および銀電極16の表面に半田をコーティングすることもできる。この半田のコーティングは、プロセスによっては省略される場合もある。また、上記のようにして製造された太陽電池にソーラシミュレータを用いて擬似太陽光を照射し、太陽電池の電流－電圧(IV)特性を測定してIV特性を検査することもできる。

[0012] 太陽電池は、その複数が直列に接続されて太陽電池ストリングとされた後、太陽電池ストリングを封止材によって封止して太陽電池モジュールとして販売および使用されることが多い。

[0013] 図36(a)～(e)に、従来の太陽電池モジュールの製造方法の一例を示す。まず、図36(a)に示すように、太陽電池30の第1主面の銀電極上に導電性部材であるインターコネクタ31を接続して、インターコネクタ付き太陽電池30を作製する。

[0014] 次に、図36(b)に示すように、インターコネクタ31が接続されたインターコネクタ付き太陽電池30を一行に配列し、太陽電池30の第1主面の銀電極に接続されているインターコネクタ31の他端を他の太陽電池30の第2主面の銀電極に接続して、太陽電池ストリング34を作製する。

- [0015] 次いで、図36(c)に示すように、太陽電池ストリング34を並べて、太陽電池ストリング34の両端から突出しているインターコネクタ31と、他の太陽電池ストリング34の両端から突出しているインターコネクタ31とを導電性部材である配線材33を用いて直列に接続することによって、太陽電池ストリング34同士を互いに接続する。
- [0016] 続いて、図36(d)に示すように、接続された太陽電池ストリング34を封止材としてのEVA(エチレンビニルアセテート)フィルム36で挟み込み、その後、ガラス板35とバックフィルム37との間に挟む。そして、EVAフィルム36間に入った気泡を減圧して抜き、加熱すると、EVAフィルム36が硬化して、太陽電池ストリングがEVA中に封止される。これにより、太陽電池モジュールが作製される。
- [0017] その後、図36(e)に示すように、太陽電池モジュールは、アルミニウム枠40内に配置され、ケーブル39を備えた端子ボックス38が太陽電池モジュールに取り付けられる。そして、上記のようにして製造された太陽電池モジュールにソーラシミュレータを用いて擬似太陽光を照射し、太陽電池の電流－電圧(IV)特性を測定してIV特性が検査される。
- [0018] 図37に、図34に示す太陽電池の受光面に形成されている電極の模式的な平面図を示す。ここで、太陽電池の受光面となるp型シリコン基板10の第1主面には銀電極13が形成されており、銀電極13は、比較的幅の大きい1本の線状のバスバー電極13aと、バスバー電極13aから伸びる複数の比較的幅の小さい線状のフィンガー電極13bと、から構成されている。
- [0019] 図38に、図34に示す太陽電池の裏面に形成されている電極の模式的な平面図を示す。ここで、太陽電池の裏面となるp型シリコン基板10の第2主面のほぼ全面にアルミニウム電極14が形成されており、銀電極16はp型シリコン基板10の第2主面の一部のみに形成されている。これは、アルミニウム電極14に半田をコーティングをすることは困難であるため、半田をコーティングすることが可能な銀電極16が必要となることがあるためである。
- [0020] 図39に、図34に示す構成の太陽電池を直列に接続した太陽電池ストリングの模式的な断面図を示す。ここで、太陽電池の受光面のバスバー電極13aに半田などによって固定されたインターコネクタ31は、隣接する他の太陽電池の裏面の銀電極16に

半田などによって固定されている。なお、図39においては、n+層とp+層の記載は省略されている。

特許文献1:特開2005-142282号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0021] 太陽光発電システムが急速に普及するにつれ、太陽電池の製造コストの低減は必要不可欠となっている。太陽電池の製造コストの低減において、半導体基板であるシリコン基板の大型化および薄型化は非常に有効な手段である。しかしながら、シリコン基板の大型化および薄型化に伴い、インターコネクタ付き太陽電池または太陽電池ストリングを形成する際、太陽電池の電極(バスバー電極、銀電極)と銅からなるインターコネクタとを半田などによって固定して接続する加熱工程後の冷却工程において、太陽電池のシリコン基板とインターコネクタとの熱膨張係数差(シリコンの熱膨張係数 $3.5 \times 10^{-6}/K$ に対し、銅は $17.6 \times 10^{-6}/K$ であり5倍程度の差がある)により、シリコン基板とインターコネクタとの間に大きな内部応力が発生し、太陽電池が大きく反るといった問題が生じていた。

[0022] これは、上記の加熱工程において太陽電池の電極とインターコネクタとを固定した後、加熱状態にあった太陽電池の電極とインターコネクタを室温まで冷却すると、インターコネクタが太陽電池よりも大きく収縮するため、太陽電池に凹状の反りが発生する。太陽電池に生じた反りは、自動化された太陽電池モジュールの作製ラインの搬送系において搬送エラーや太陽電池の割れを引き起こす原因となる。また、太陽電池に反りが生じている場合には、太陽電池モジュールの作製のための封止材による封止工程において太陽電池ストリングを構成する各太陽電池に局部的に強い力が加わり、太陽電池に割れが生じる原因となる。

[0023] たとえば、特開2005-142282号公報(特許文献1)には、隣接する太陽電池を接続するインターコネクタに断面積が局部的に縮小された小断面積部を設ける方法が開示されている。上述したように、上記の加熱工程により加熱状態にあったインターコネクタおよび太陽電池は室温まで冷却する際に太陽電池に凹状の反りが発生する。その際、太陽電池には元の形状に戻ろうとする力(復元力)が発生し、この復元力は

インターコネクタに対して引張り応力を加える。特許文献1に開示された方法によれば、インターコネクタに引張り応力が加えられたときに他の部分と比べて比較的強度の弱い小断面積部が延伸して、太陽電池の反りが低減されるが、さらなる改善が望まれる。

[0024] そこで、本発明の目的は、インターコネクタの接続後に生じる太陽電池の反りを低減することができる太陽電池、ならびに、その太陽電池を用いたインターコネクタ付き太陽電池、太陽電池ストリングおよび太陽電池モジュールを提供することにある。

#### 課題を解決するための手段

[0025] 本発明は、半導体基板の第1主面上に、バスバー電極と、バスバー電極から伸びる複数の線状のフィンガー電極と、が備えられており、バスバー電極は、インターコネクタに接続するための第1接続部と、インターコネクタに接続されない第1非接続部と、を含み、第1接続部と第1非接続部とが交互に配列されている太陽電池である。

[0026] ここで、本発明の太陽電池においては、半導体基板の第1主面と反対側の第2主面上に、インターコネクタに接続するための第2接続部と、インターコネクタに接続されない第2非接続部と、が交互に配列されていてもよい。

[0027] また、本発明の太陽電池においては、第1接続部および第2接続部はそれぞれ半導体基板に関して互いに対称となる位置に配置されていることが好ましい。

[0028] また、本発明の太陽電池においては、隣接する第1接続部の間に位置する第1非接続部の長さが隣接する第2接続部の間に位置する第2非接続部の長さよりも長い、または、隣接する第2接続部の間に位置する第2非接続部の長さが隣接する第1接続部の間に位置する第1非接続部の長さよりも長いことが好ましい。なお、本発明において、「長さ」とは、第1接続部と第1非接続部とが交互に配列されている方向の長さのことをいう。

[0029] また、本発明の太陽電池においては、第1接続部が線状に形成されていてもよい。

また、本発明の太陽電池においては、バスバー電極は、第1非接続部を含む中空パターン部を有していてもよい。

[0030] また、本発明の太陽電池においては、中空パターン部におけるバスバー電極の幅は、第1接続部におけるバスバー電極の幅よりも狭くなってもよい。



- [0031] また、本発明の太陽電池においては、バスバー電極は中空パターン部を複数有しており、互いに隣接する中空パターン部の間隔が等間隔であることが好ましい。
- [0032] また、本発明の太陽電池においては、第1主面の端部と第1主面の端部に隣接する中空パターン部との間隔のうち少なくとも1つの間隔が、互いに隣接する中空パターン部の間隔よりも狭くなっているもよい。
- [0033] また、本発明の太陽電池において、第1主面の端部に隣接する第1接続部の少なくとも1つが、第1主面の端部から離れて設置されているもよい。
- [0034] また、本発明は、上記の太陽電池の第1接続部にインターコネクタが接続されたインターコネクタ付き太陽電池である。
- [0035] ここで、本発明のインターコネクタ付き太陽電池において、インターコネクタは、その長手方向に垂直な断面の断面積が局所的に小さくなっている小断面積部を有しており、小断面積部が第1非接続部に配置されていることが好ましい。
- [0036] また、本発明のインターコネクタ付き太陽電池において、インターコネクタは、複数の小断面積部と、小断面積部の間に位置する非小断面積部と、を有しており、非小断面積部が第1非接続部に配置されているもよい。
- [0037] また、本発明のインターコネクタ付き太陽電池においては、半導体基板の第1主面と反対側の第2主面上に、インターコネクタに接続するための第2接続部と、インターコネクタに接続されない第2非接続部と、が交互に配列されているもよい。
- [0038] また、本発明は、半導体基板の第1主面上に交互に配列されたインターコネクタに接続するための第1接続部とインターコネクタに接続されない第1非接続部とを備えたバスバー電極と、バスバー電極から伸びる複数の線状のフィンガー電極と、半導体基板の第1主面と反対側の第2主面上に交互に配列されたインターコネクタに接続するための第2接続部とインターコネクタに接続されない第2非接続部とを含む太陽電池の複数が接続されており、互いに隣接する太陽電池において、第1の太陽電池の第1接続部と第2の太陽電池の第2接続部とがインターコネクタに接続されている太陽電池ストリングである。
- [0039] ここで、本発明の太陽電池ストリングにおいて、インターコネクタは、第1の太陽電池の端部および第2の太陽電池の端部において屈曲しているもよい。

- [0040] また、本発明の太陽電池ストリングにおいて、インターコネクタは、その長手方向に垂直な断面の断面積が局所的に小さくなっている小断面積部を有しており、第1の太陽電池の第1非接続部に対応する箇所および第2の太陽電池の第2非接続部に対応する箇所の少なくとも1箇所に、小断面積部が配置されていることが好ましい。
- [0041] また、本発明の太陽電池ストリングにおいて、インターコネクタは、その長手方向に垂直な断面の断面積が局所的に小さくなっている小断面積部を有しており、第1の太陽電池の第1非接続部に対応する箇所および第2の太陽電池の第2非接続部に対応する箇所のすべての箇所に、小断面積部が配置されていることが好ましい。
- [0042] また、本発明は、半導体基板の第1主面上に交互に配列されたインターコネクタに接続するための第1接続部とインターコネクタに接続されない第1非接続部を有する中空パターン部とを備えたバスバー電極と、バスバー電極から伸びる複数の線状のフィンガー電極と、半導体基板の第1主面と反対側の第2主面上に交互に配列されたインターコネクタに接続するための第2接続部とインターコネクタに接続されない第2非接続部とを含む太陽電池の複数が接続されており、互いに隣接する太陽電池において、第1の太陽電池の第1接続部と第2の太陽電池の第2接続部とがインターコネクタに接続されている太陽電池ストリングである。
- [0043] ここで、本発明の太陽電池ストリングにおいて、インターコネクタは、その長手方向に垂直な断面の断面積が局所的に小さくなっている小断面積部を有しており、第1の太陽電池の中空パターン部に対応する箇所および第2の太陽電池の第2非接続部に対応する箇所の少なくとも1箇所に、小断面積部が配置されていることが好ましい。
- [0044] また、本発明の太陽電池ストリングにおいて、インターコネクタは、その長手方向に垂直な断面の断面積が局所的に小さくなっている小断面積部を有しており、第1の太陽電池の中空パターン部に対応する箇所および第2の太陽電池の第2非接続部に対応する箇所のすべての箇所に、小断面積部が配置されていることが好ましい。
- [0045] さらに、本発明は、上記のいずれかの太陽電池ストリングが封止材によって封止されてなる太陽電池モジュールである。

#### 発明の効果

- [0046] 本発明によれば、インターコネクタの接続により生じる反りを低減することができる太

陽電池、インターコネクタ付き太陽電池、太陽電池ストリングおよび太陽電池モジュールを提供することができる。

#### 図面の簡単な説明

[0047] [図1] (a) は本発明の太陽電池の受光面に形成されている電極の一例の模式的な平面図であり、(b) は(a) に示す第1非接続部近傍の模式的な拡大平面図である。

[図2] 本発明の太陽電池の裏面に形成されている電極の一例の模式的な平面図である。

[図3] 図1 (a) に示す受光面側の電極および図2に示す裏面側の電極を有する太陽電池を直列に接続した太陽電池ストリングの一例の模式的な断面図である。

[図4] 図3に示す太陽電池ストリングを受光面側から見たときの模式的な拡大平面図である。

[図5] 本発明の太陽電池ストリングの一例を太陽電池の受光面側から見たときの模式的な平面図である。

[図6] 図5に示す太陽電池ストリングの模式的な断面図である。

[図7] 本発明に用いられるインターコネクタの一例を接続した状態の模式的な拡大平面図である。

[図8] 本発明に用いられるインターコネクタの他の一例を接続した状態の模式的な拡大平面図である。

[図9] 本発明に用いられるインターコネクタの一例の模式的な平面図である。

[図10] (a) は本発明に用いられるインターコネクタの他の一例の模式的な平面図であり、(b) は(a) に示すインターコネクタの模式的な側面図であり、(c) は(a) に示すインターコネクタの模式的な正面図である。

[図11] (a) は本発明に用いられるインターコネクタの他の一例の模式的な平面図であり、(b) は(a) に示すインターコネクタの模式的な側面図であり、(c) は(a) に示すインターコネクタの模式的な正面図である。

[図12] (a) は本発明に用いられるインターコネクタの他の一例の模式的な平面図であり、(b) は(a) に示すインターコネクタの模式的な側面図であり、(c) は(a) に示すインターコネクタの模式的な正面図である。

[図13]図9に示すインターコネクタを用いて構成された太陽電池ストリングの一例の模式的な断面図である。

[図14]図13に示す太陽電池ストリングを太陽電池の受光面側から見たときの模式的な拡大平面図である。

[図15]本発明に用いられるインターコネクタの一例の模式的な平面図である。

[図16]図15に示すインターコネクタを用いて太陽電池ストリングを形成するのに用いられる太陽電池の受光面に形成されている電極の一例の模式的な平面図である。

[図17]図15に示すインターコネクタを用いて太陽電池ストリングを形成するのに用いられる太陽電池の裏面に形成されている電極の一例の模式的な平面図である。

[図18]図16に示す受光面側の電極および図17に示す裏面側の電極を有する太陽電池を図15に示すインターコネクタを用いて直列に接続した太陽電池ストリングの一例の模式的な断面図である。

[図19]図18に示す太陽電池ストリングを太陽電池の受光面から見たときの模式的な拡大平面図である。

[図20]本発明のインターコネクタ付き太陽電池に用いられる太陽電池の受光面に形成されている電極の一例の模式的な平面図である。

[図21]本発明のインターコネクタ付き太陽電池に用いられる太陽電池の裏面に形成されている電極の一例の模式的な平面図である。

[図22]本発明のインターコネクタ付き太陽電池に用いられるインターコネクタの好ましい一例の模式的な平面図である。

[図23]本発明のインターコネクタ付き太陽電池の好ましい一例の受光面の模式的な拡大平面図である。

[図24]図23に示す本発明のインターコネクタ付き太陽電池の模式的な断面図である。

[図25]本発明の太陽電池ストリングの好ましい一例の模式的な断面図である。

[図26]図25に示す本発明の太陽電池ストリングの受光面の模式的な拡大平面図である。

[図27]本発明の太陽電池の受光面に形成されている電極の一例の模式的な平面図

である。

[図28]本発明の太陽電池の裏面に形成されている電極の一例の模式的な平面図である。

[図29]図27に示す受光面側の電極および図28に示す裏面側の電極を有する太陽電池をインターコネクタを用いて直列に接続した太陽電池ストリングの一例の模式的な断面図である。

[図30]本発明に用いられるインターコネクタの一例の模式的な平面図である。

[図31]本発明の太陽電池ストリングの他の一例の模式的な断面図である。

[図32]本発明の太陽電池ストリングの他の一例の模式的な断面図である。

[図33]図32に示す太陽電池ストリングの模式的な拡大断面図である。

[図34]従来の太陽電池の一例の模式的な断面図である。

[図35] (a) ~ (i) は、従来の太陽電池の製造方法の一例を示す模式図である。

[図36] (a) ~ (e) は、従来の太陽電池モジュールの製造方法の一例を示す模式図である。

[図37]図34に示す太陽電池の受光面に形成されている銀電極のパターンを示す図である。

[図38]図34に示す太陽電池の裏面に形成されている電極の模式的な平面図である。

[図39]図34に示す構成の太陽電池を直列に接続した太陽電池ストリングの模式的な断面図である。

## 符号の説明

- [0048] 10 p型シリコン基板、11 n+層、12 反射防止膜、13, 16 銀電極、13a バスバー電極、13b フィンガー電極、14 アルミニウム電極、15 p+層、17 シリコンインゴット、18 シリコンブロック、19 ダメージ層、20 ドーパント液、23 第2バスバー電極、30 太陽電池、31 インターコネクタ、33 配線材、34 太陽電池ストリング、35 ガラス板、36 EVAフィルム、37 バックフィルム、38 端子ボックス、39 ケーブル、40 アルミニウム枠、41 小断面積部、42 第1非接続部、51 第1接続部、60 第1のインターコネクタ付き太陽電池、62 第2のインターコネクタ

付き太陽電池、80 第1の太陽電池、81 第2の太陽電池。

発明を実施するための最良の形態

[0049] 以下、本発明の実施の形態について説明する。なお、本発明において、同一の参照符号は、同一部分または相当部分を表わすものとする。

[0050] (実施の形態1)

図1(a)に本発明の太陽電池の受光面に形成されている電極の一例の模式的な平面図を示す。図1(a)に示すように、本発明の太陽電池の受光面としてのp型シリコン基板の第1主面には、紙面の横方向に伸びる比較的幅の広い線状のバスバー電極13aと、バスバー電極13aから紙面の縦方向に伸びる複数の比較的幅の狭い線状のフィンガー電極13bと、が備えられている。

[0051] ここで、バスバー電極13aは、インターコネクタに固定して接続するための線状の第1接続部51と、インターコネクタに接続されない空隙である第1非接続部42とを含んでおり、第1接続部51と第1非接続部42とは、交互に配列されている。具体的には、図1(a)に示す1本のバスバー電極13aは、3つの第1接続部51を有しており、隣接する第1接続部51の間にそれぞれ第1非接続部42が配置されている。

[0052] 図1(b)に、図1(a)に示す第1非接続部42の近傍の模式的な拡大平面図を示す。バスバー電極13aは、空隙である第1非接続部42がバスバー電極13aによってその周縁を取り囲まれた中空パターン部(空隙である第1非接続部42と、第1非接続部42を取り囲むバスバー電極13aの一部(図1(b)の斜線部)と、から構成される部分)を有している。第1接続部51におけるバスバー電極13aの幅は一定の幅で連続しているが、第1非接続部42の空隙の幅が第1接続部51におけるバスバー電極13aの幅よりも広くなるように形成されているため、中空パターン部におけるバスバー電極13aの幅 $t$ は、第1接続部51におけるバスバー電極13aの幅 $T$ よりも狭くなっている。

[0053] また、バスバー電極13aが上記の中空パターン部を複数有している場合には、互いに隣接する中空パターン部の間隔は等間隔となっていることが好ましい。ここで、互いに隣接する中空パターン部の間隔とは、たとえば図1(a)に示すように、互いに隣接する中空パターン部の第1非接続部42の端部間の最短距離 $D$ のことである。また、等間隔とは、互いに隣接する中空パターン部のすべての間隔のうち最大の間隔と

最小の間隔との差の絶対値が0.5mm以下であることをいう。

- [0054] また、p型シリコン基板の第1主面の端部とp型シリコン基板の第1主面の端部に隣接する中空パターン部との間隔のうち少なくとも一方の間隔が、互いに隣接する中空パターン部の間隔よりも狭くなっていることが好ましい。ここで、端部とは、第1接続部と第1非接続部とが交互に配列されている方向の端部のことである。また、p型シリコン基板の第1主面の端部とp型シリコン基板の第1主面の端部に隣接する中空パターン部との間隔とは、p型シリコン基板の第1主面の端部と、それに隣接する中空パターン部の第1非接続部42の端部との最短距離のことである。
- [0055] また、p型シリコン基板の第1主面の端部に隣接する第1接続部51は、p型シリコン基板の第1主面の端部から離れて設置されてもよい。
- [0056] 図2に、本発明の太陽電池の裏面に形成されている電極の一例の模式的な平面図を示す。図2に示すように、本発明の太陽電池の裏面としてのp型シリコン基板の第2主面には、インターコネクタに接続するための第2接続部としての銀電極16と、インターコネクタに接続されない第2非接続部としてのアルミニウム電極14とが、交互に配列されている。ここで、第2非接続部は、隣接する銀電極16の間のアルミニウム電極14からなる。
- [0057] 図3に、図1(a)に示す受光面側の電極および図2に示す裏面側の電極を有する太陽電池を直列に接続した本発明の太陽電池ストリングの一例の模式的な断面図を示し、図4に、図3に示す太陽電池ストリングを受光面側から見たときの模式的な拡大平面図を示す。ここで、互いに隣接する第1の太陽電池80と第2の太陽電池81において、第1の太陽電池80の第1接続部51および第2の太陽電池81の第2接続部である銀電極16がそれぞれ半田等により1本の導電性部材からなる同じインターコネクタ31に固定されて接続されている。また、太陽電池の第1非接続部42および第2非接続部となるアルミニウム電極14はそれぞれインターコネクタ31に固定されておらず、インターコネクタ31に接続されていない。なお、インターコネクタ31は、太陽電池の端部(ここでは、第1の太陽電池80の端部および第2の太陽電池81の端部)において屈曲している。また、図3においては、n+層とp+層の記載は省略されている。また、第2接続部としての銀電極16は、p型シリコン基板の第1主面上の第1接続部51とp

型シリコン基板10に関して互いに対称となる位置に形成されている。また、本発明において、インターコネクタとしては、たとえば導電性の部材を用いることができる。

[0058] このような構成の本発明の太陽電池ストリングにおいては、従来の太陽電池ストリングと比べて、インターコネクタと太陽電池の第1接続部との接続長さを低減することができる。このようにインターコネクタと太陽電池の第1接続部との接続長さを低減した場合には、インターコネクタと太陽電池を構成するp型シリコン基板との熱膨張係数差による応力を低減することができる。さらに、インターコネクタと太陽電池との接続部が太陽電池の受光面および裏面でそれぞれp型シリコン基板に関して対称な位置となるため、インターコネクタと太陽電池のp型シリコン基板との熱膨張係数差に起因して発生する応力が、太陽電池の受光面と裏面とでほぼ等しくなる。これにより、本発明の太陽電池ストリングにおいては、太陽電池の受光面および裏面のそれぞれから等しい力が太陽電池に働くことになる。これらの効果によって、太陽電池ストリングを構成する太陽電池において、インターコネクタの接続により生じる太陽電池の反りを低減することができる。

[0059] このような本発明の太陽電池ストリングを従来から公知の方法によりEVAなどの封止材で封止することによって、本発明の太陽電池モジュールを得ることができる。

[0060] (実施の形態2)

図5に本発明の太陽電池ストリングの一例を太陽電池の受光面側から見たときの模式的な平面図を示す。ここで、太陽電池の受光面となるp型シリコン基板10の第1主面上に、島状の第1接続部51および互いに隣接する第1接続部51の間の空隙である第1非接続部42を有するバスバー電極13aと、バスバー電極13aから放射状に伸びる複数の幅の狭い線状のフィンガー電極13bと、が備えられている。

[0061] そして、図6の模式的断面図に示すように、互いに隣接する第1の太陽電池80と第2の太陽電池81において、第1の太陽電池80の第1接続部51と第2の太陽電池81の第2接続部である銀電極16とがそれぞれ半田等により1本の導電性部材からなる同じインターコネクタ31に固定されて接続されている。

[0062] ここで、第1接続部51を島状とすることによって、インターコネクタと太陽電池との接続長さをより低減できることから、インターコネクタと太陽電池を構成するp型シリコン



基板10との熱膨張係数差による応力をさらに低減することができる傾向にある。また、図6に示すように、第2接続部としての銀電極16は、p型シリコン基板10の第1主面上の第1接続部51とp型シリコン基板10に関して互いに対称となる位置に形成されていることから、インターコネクタと太陽電池のp型シリコン基板10との熱膨張係数差に起因して発生する応力が太陽電池の受光面と裏面とでほぼ等しくなり、太陽電池の受光面および裏面のそれぞれから等しい力が太陽電池に働くことになる。これらの効果によって、太陽電池ストリングを構成する太陽電池において、インターコネクタの接続により生じる太陽電池の反りを低減することができる。また、インターコネクタ31は、太陽電池の端部(ここでは、第1の太陽電池80の端部および第2の太陽電池81の端部)において屈曲している。なお、図6においては、n+層とp+層の記載は省略されている。

[0063] このような本発明の太陽電池ストリングを従来から公知の方法によりEVAなどの封止材で封止することによって、本発明の太陽電池モジュールを得ることができる。

[0064] (実施の形態3)

図7に、本発明に用いられるインターコネクタの一例を接続した状態の模式的な拡大平面図を示す。図7に示すインターコネクタ31の断面積が局所的に小さくなっている小断面積部41は、第1非接続部42に対応する箇所に配置されている。ここで、インターコネクタ31の小断面積部41は、インターコネクタ31の一部に形成された切れ込みにより構成されている。なお、本発明において、インターコネクタの断面積とは、インターコネクタの長手方向に直交する断面の面積のことをいう。

[0065] 図8に、本発明に用いられるインターコネクタの他の一例を接続した状態の模式的な拡大平面図を示す。図8に示すインターコネクタ31の断面積が局所的に小さくなっている小断面積部41は、第1非接続部42に対応する箇所に配置されている。ここで、インターコネクタ31の小断面積部41は、インターコネクタ31の一部に形成されたくびれにより構成されている。

[0066] 図9に、本発明に用いられるインターコネクタの一例の模式的な平面図を示す。また、図10(a)に本発明に用いられるインターコネクタの他の一例の模式的な平面図を示し、図10(b)に図10(a)に示すインターコネクタの模式的な側面図を示し、図10

(c)に図10(a)に示すインターコネクタの模式的な正面図を示す。また、図11(a)に本発明に用いられるインターコネクタの他の一例の模式的な平面図を示し、図11(b)に図11(a)に示すインターコネクタの模式的な側面図を示し、図11(c)に図11(a)に示すインターコネクタの模式的な正面図を示す。また、図12(a)に本発明に用いられるインターコネクタの一例の模式的な平面図を示し、図12(b)に図12(a)に示すインターコネクタの模式的な側面図を示し、図12(c)に図12(a)に示すインターコネクタの模式的な正面図を示す。

[0067] また、図13に、図9に示すインターコネクタを用いて構成された太陽電池ストリングの一例の模式的な断面図を示す。さらに、図14に、図13に示す太陽電池ストリングを太陽電池の受光面側から見たときの模式的な平面図を示す。ここで、図9に示すインターコネクタ31は、図9および図13に示すように、接続された状態において、第1の太陽電池80の第1非接続部42に対応する箇所(または中空パターン部に対応する箇所)および第2の太陽電池81の第2非接続部となるアルミニウム電極14に対応する箇所にそれぞれ小断面積部41が配置されている。すなわち、インターコネクタ31は、インターコネクタ31の小断面積部41が第1非接続部42に対応する箇所(または中空パターン部に対応する箇所)および第2非接続部となるアルミニウム電極14に対応する箇所にそれぞれ配置されるように接続されている。

[0068] なお、インターコネクタの小断面積部が第1非接続部に対応する箇所(または中空パターン部に対応する箇所)に配置される態様としては、たとえば図7および図8に示すように、インターコネクタ31の小断面積部41の全体が第1非接続部42の領域内(または中空パターン部の領域内)に含まれるように配置される態様とすることが好ましいが、インターコネクタ31の小断面積部41の一部のみが第1非接続部42の領域内(または中空パターン部の領域内)に含まれるように配置される態様としてもよい。また、インターコネクタの小断面積部が第2非接続部に対応する箇所に配置される態様としては、上記と同様に、インターコネクタの小断面積部の全体が第2非接続部の領域内に含まれるように配置される態様とすることが好ましいが、インターコネクタの小断面積部の一部のみが第2非接続部の領域内に含まれるように配置される態様としてもよい。

- [0069] なお、インターコネクタ31は、図13に示すように、太陽電池の端部(ここでは、第1の太陽電池80の端部および第2の太陽電池81の端部)において屈曲している。また、図13においては、n+層とp+層の記載は省略されている。
- [0070] 図7～図12に示すような小断面積部を有するインターコネクタを用いて太陽電池ストリングを形成した場合には、実施の形態1および実施の形態2で述べたように、インターコネクタと太陽電池との接続長さを低減する効果および太陽電池の受光面および裏面のそれぞれから等しい力が太陽電池に働く効果に加えて、上記の太陽電池の復元力が発生する際に、インターコネクタの他の部分と比べて比較的強度が弱い小断面積部が延伸して内部応力を緩和する効果が加わることになる。しかも、インターコネクタの小断面積部が第1非接続部および第2非接続部にそれぞれ配置されるので、小断面積部は固定されていないフリーな状態となっているため、自由に変形することができ、延伸による応力緩和効果を十分に発揮することができる。これらの効果により、太陽電池ストリングを構成する太陽電池において、インターコネクタの接続により生じる太陽電池の反りを低減することができる。なお、本発明においては、図7～図12に示すインターコネクタを使用することに限定されないことは言うまでもない。
- [0071] また、本発明において、応力緩和効果を発揮させる観点からは、インターコネクタの小断面積部は、第1非接続部に対応する箇所および第2非接続部に対応する箇所の少なくとも1箇所に有することが好ましく、第1非接続部に対応する箇所および第2非接続部に対応する箇所のすべての箇所に有することが最も好ましい。
- [0072] すなわち、上記の例においては、第1の太陽電池80の第1非接続部51に対応する箇所および第2の太陽電池81の第2非接続部となるアルミニウム電極14に対応する箇所の少なくとも1箇所にインターコネクタ31の小断面積部41が配置されるようにインターコネクタ31が接続されることが好ましく、第1の太陽電池80の第1非接続部51に対応する箇所および第2の太陽電池81の第2非接続部となるアルミニウム電極14に対応する箇所のすべての箇所にインターコネクタ31の小断面積部41が配置されるようにインターコネクタ31が接続されることが最も好ましい。
- [0073] このような本発明の太陽電池ストリングを従来から公知の方法によりEVAなどの封止材で封止することによって、本発明の太陽電池モジュールを得ることができる。

## [0074] (実施の形態4)

図15に、本発明に用いられるインターコネクタの一例の模式的な平面図を示す。ここで、図15に示すインターコネクタ31の互いに隣接する小断面積部41の間隔は等間隔となっている。

[0075] 図16に、図15に示すインターコネクタ31を用いて太陽電池ストリングを形成するのに用いられる太陽電池の受光面に形成されている電極の一例の模式的な平面図を示す。また、図17に、図15に示すインターコネクタ31を用いて太陽電池ストリングを形成するのに用いられる太陽電池の裏面に形成されている電極の一例の模式的な平面図を示す。また、図16に示す受光面側の電極および図17に示す裏面側の電極を有する太陽電池を図15に示すインターコネクタ31を用いて直列に接続した太陽電池ストリングを図18の模式的断面図に示し、図18に示す太陽電池ストリングを太陽電池の受光面から見たときの模式的な拡大平面図を図19に示す。ここで、図18に示すように、インターコネクタ31は、太陽電池の端部(ここでは、第1の太陽電池80の端部および第2の太陽電池81の端部)において屈曲している。なお、図18においては、n+層とp+層の記載は省略されている。

[0076] このように互いに隣接する小断面積部41の間隔を等間隔としたインターコネクタ31を用いた場合には、インターコネクタ31の小断面積部41の形成がより容易となるため、太陽電池ストリングの製造コストが低下し、太陽電池ストリングの生産性を向上することができる。

[0077] このような本発明の太陽電池ストリングを従来から公知の方法によりEVAなどの封止材で封止することによって、本発明の太陽電池モジュールを得ることができる。

## [0078] (実施の形態5)

図20に、本発明のインターコネクタ付き太陽電池に用いられる太陽電池の受光面に形成されている電極の一例の模式的な平面図を示す。図20に示すように、この太陽電池の受光面となるp型シリコン基板の第1主面には、比較的幅の大きい1本の線状のバスバー電極13aとバスバー電極13aから伸びる複数の比較的幅の小さい線状のフィンガー電極13bとから構成される銀電極13が形成されている。また、バスバー電極13aは、インターコネクタに固定して接続するための線状の第1接続部51と、イ

ンターコネクタに接続されない空隙である第1非接続部42とからなっており、第1接続部51と第1非接続部42とは交互に配列されている。

[0079] 図21に、本発明のインターコネクタ付き太陽電池に用いられる太陽電池の裏面に形成される電極の一例の模式的な平面図を示す。図21に示すように、この太陽電池の裏面となるp型シリコン基板10の第2主面には、インターコネクタに接続するための第2接続部としての銀電極16と、インターコネクタに接続されない第2非接続部とが交互に配列されている。ここで、第2非接続部は、隣接する銀電極16の間のアルミニウム電極14からなる。なお、半導体基板の第2主面である裏面は、半導体基板の第1主面である受光面の反対側の主面となる。

[0080] 図22に、本発明のインターコネクタ付き太陽電池に用いられるインターコネクタの好ましい一例の模式的な平面図を示す。ここで、インターコネクタ31は、その長手方向に垂直な断面の断面積が局所的に小さくなっている複数の小断面積部41と、小断面積部41の間に位置する非小断面積部61と、を有している。なお、このインターコネクタ31の非小断面積部61は、インターコネクタ31の長手方向に垂直な断面の断面積が小断面積部41と比べて大きくなっている。

[0081] 図23に、本発明のインターコネクタ付き太陽電池の好ましい一例の受光面の模式的な拡大平面図を示す。図23に示す本発明のインターコネクタ付き太陽電池は、図20に示す受光面および図21に示す裏面を有する太陽電池の受光面の第1接続部に、図22に示すインターコネクタ31が接続されることにより形成されている。ここで、本発明のインターコネクタ付き太陽電池においては、インターコネクタ31の2つの小断面積部41は、太陽電池の受光面に配置されている第1非接続部42のうち両端の第1非接続部42に対応する箇所配置されており、インターコネクタ31の非小断面積部61は、両端の第1非接続部42の間にある1つの第1非接続部42に対応する箇所に配置されている。

[0082] 図23に示すように、本発明のインターコネクタ付き太陽電池においては、小断面積部41に対応する箇所に第1非接続部42が配置されているだけでなく、小断面積部41の間の非小断面積部61に対応する箇所にも第1非接続部42が配置されている。したがって、本発明のインターコネクタ付き太陽電池においては、太陽電池の第1接続

部51とインターコネクタ31とを半田などによって固定して接続する加熱工程後の冷却工程においてp型シリコン基板10とインターコネクタ31とにそれぞれ内部応力が発生した場合でも、インターコネクタ31の小断面積部41だけでなく、小断面積部41の間の非小断面積部61でもその内部応力を緩和することができるために、特許文献1のインターコネクタを用いたインターコネクタ付き太陽電池と比べて、インターコネクタの接続により生じる太陽電池の反りをさらに低減することができる。

[0083] 図24に、図23に示す本発明のインターコネクタ付き太陽電池の模式的な断面図を示す。ここで、本発明のインターコネクタ付き太陽電池においては、第2接続部としての銀電極16と、第1接続部51とはそれぞれ半導体基板としてのp型シリコン基板10に関して互いに対称となる位置に配置されている。太陽電池に反りが生じる原因の一つは、太陽電池とインターコネクタとの熱膨張差に起因して太陽電池に発生する内部応力は太陽電池の受光面と裏面とで異なっていることであるが、このような構成とすることによって、太陽電池とインターコネクタとの熱膨張差に起因して太陽電池に発生する内部応力は太陽電池の受光面と裏面とでほぼ等しくすることができる。

[0084] したがって、このインターコネクタ付き太陽電池において、太陽電池とインターコネクタとの熱膨張差に起因して太陽電池に内部応力が発生した場合には、特許文献1に記載のように太陽電池に接続されていない小断面積部の自由な延伸による緩和の効果に加えて、太陽電池に接続されていない非小断面積部の自由な変形による緩和の効果を得ることができる。さらには、太陽電池の受光面の第1接続部と裏面の第2接続部とが半導体基板に関して互いに対称となる位置に配置されることによって太陽電池の受光面と裏面とで内部応力がほぼ等しくなる効果が得られる。これらの効果により、インターコネクタの接続によって生じる太陽電池の反りの低減のさらなる改善を望むことができる。

[0085] (実施の形態6)

図25に、本発明の太陽電池ストリングの好ましい一例の模式的な断面図を示す。ここで、太陽電池ストリングは、図23および図24に示す構成の本発明のインターコネクタ付き太陽電池を複数接続することによって形成されている。すなわち、互いに隣接する本発明のインターコネクタ付き太陽電池において、第1のインターコネクタ付き太

陽電池60の受光面に接続されているインターコネクタ31の他端が、第2のインターコネクタ付き太陽電池62の裏面の第2接続部としての銀電極16に接続されることによって、本発明の太陽電池ストリングが構成される。

[0086] ここで、インターコネクタ31の2つの小断面積部41は、第1のインターコネクタ付き太陽電池60の受光面に配置されている第1非接続部42のうち両端の第1非接続部42に対応する箇所配置されており、インターコネクタ31の非小断面積部61は、両端の第1非接続部42の間にある1つの第1非接続部42に対応する箇所配置されている。また、インターコネクタ31の2つの小断面積部41は、第2のインターコネクタ付き太陽電池62の裏面に配置されている第2非接続部のうち両端の第2非接続部に対応する箇所配置されており、インターコネクタ31の非小断面積部61は、両端の第2非接続部の間にある1つの第2非接続部に対応する箇所配置されている。

[0087] また、第1のインターコネクタ付き太陽電池60および第2のインターコネクタ付き太陽電池62のそれぞれにおいては、第2接続部としての銀電極16と、第1接続部51と、がそれぞれ半導体基板としてのp型シリコン基板10に関して互いに対称となる位置に配置されていることが、太陽電池ストリングを構成する太陽電池の反りの低減の観点から好ましい。

[0088] 図26に、図25に示す本発明の太陽電池ストリングの受光面の模式的な平面図を示す。ここで、本発明の太陽電池ストリングにおいては、インターコネクタ31の小断面積部41が、第1のインターコネクタ付き太陽電池60の受光面に配置されている第1非接続部42のうち両端の第1非接続部42に対応する箇所および第2のインターコネクタ付き太陽電池62の受光面に配置されている第1非接続部42のうち両端の第1非接続部42に対応する箇所にそれぞれ配置されている。

[0089] そして、インターコネクタ31の非小断面積部61は、第1のインターコネクタ付き太陽電池60の受光面に配置されている両端の第1非接続部42の間の1つの第1非接続部42に対応する箇所および第2のインターコネクタ付き太陽電池62の受光面に配置されている両端の第1非接続部42の間の1つの第1非接続部42に対応する箇所にそれぞれ配置されている。

[0090] また、インターコネクタ31の小断面積部41は、第1のインターコネクタ付き太陽電池

60の裏面に配置されている第2非接続部のうち両端の第2非接続部に対応する箇所および第2のインターコネクタ付き太陽電池62の裏面に配置されている第2非接続部のうち両端の第2非接続部に対応する箇所にそれぞれ配置されている。

[0091] したがって、本発明の太陽電池ストリングにおいて、太陽電池とインターコネクタとの熱膨張差に起因して太陽電池に内部応力が発生した場合には、インターコネクタ付き太陽電池60およびインターコネクタ付き太陽電池62の双方の受光面および裏面のそれぞれについて、特許文献1に記載のように太陽電池に接続されていない小断面積部41の自由な延伸による緩和の効果に加えて、太陽電池に接続されていない非小断面積部61の自由な変形による緩和の効果を得ることができる。さらに、太陽電池の受光面の第1接続部と裏面の第2接続部とが半導体基板に関して互いに対称となる位置に配置されることによって太陽電池の受光面と裏面とで内部応力がほぼ等しくなる効果も得られることから、インターコネクタの接続によって生じる太陽電池の反りの低減のさらなる改善を望むことができる。

[0092] このような本発明の太陽電池ストリングを従来から公知の方法によりEVAなどの封止材で封止することによって、本発明の太陽電池モジュールを得ることができる。

[0093] (実施の形態7)

図27に、本発明の太陽電池の受光面に形成されている電極の一例の模式的な平面図を示す。ここで、本発明の太陽電池の受光面となるp型シリコン基板の第1主面においては、紙面の横方向に伸びる比較的幅の広い線状の第1バスバー電極13aと、第1バスバー電極13aから紙面の縦方向に伸びる複数の幅の狭い線状のフィンガー電極13bと、が備えられている。また、第1バスバー電極13aは、インターコネクタに固定して接続するための線状の第1接続部51と、インターコネクタに接続されない空隙である第1非接続部42とを含み、第1接続部51と第1非接続部42とが交互に配列されている。

[0094] ここで、第1バスバー電極13aは、隣接する第1接続部51の間隙である第1非接続部42が第1バスバー電極13aによってその周縁を取り囲まれた中空パターン部を有している。第1接続部51における第1バスバー電極13aの幅は一定の幅で連続しているが、第1非接続部42の幅が第1接続部51における第1バスバー電極13aの幅よ



りも広く形成されているため、中空パターン部における第1バスバー電極13aの幅は第1接続部51における第1バスバー電極13aの幅よりも狭くなっている。また、p型シリコン基板の第1主面の紙面の左側の端部に隣接する第1接続部51は、p型シリコン基板の第1主面の紙面の左側の端部から離れて設置されている。

[0095] 図28に、図27に示す太陽電池の裏面に形成されている電極の一例の模式的な平面図を示す。本発明の太陽電池の裏面となるp型シリコン基板の第2主面においては、インターコネクタに接続するための第2接続部としての銀電極16と、インターコネクタに接続されない第2非接続部としてのアルミニウム電極14とが紙面の横方向に交互に配列されている。そして、交互に配列された第2接続部としての銀電極16と第2非接続部としてのアルミニウム電極14とから第2バスバー電極23が形成されている。ここで、第2非接続部42は、隣接する銀電極16の間のアルミニウム電極14からなる。

[0096] また、p型シリコン基板の第2主面上の第2接続部としての銀電極16は、p型シリコン基板の第1主面上の第1接続部51とp型シリコン基板に関して互いにほぼ対称となる位置に形成されており、p型シリコン基板の第2主面上の銀電極16の長手方向に隣接している銀電極16の間に位置する第2非接続部としてのアルミニウム電極14の長さ(すなわち、銀電極16の長手方向に隣接している銀電極16の間の最短距離)よりも、p型シリコン基板の第1主面上の第1接続部51の長手方向に隣接している第1接続部51の間に位置する第1非接続部42の長さ(すなわち、第1接続部51の長手方向に隣接している第1接続部51の間の最短距離)の方が長くなっている。

[0097] 図29に、図27に示す受光面側の電極および図28に示す裏面側の電極を有する太陽電池を直列に接続した本発明の太陽電池ストリングの一例の模式的な断面図を示す。ここで、互いに隣接する第1の太陽電池80および第2の太陽電池81において、第1の太陽電池80の第1接続部51と第2の太陽電池81の第2接続部である銀電極16とがそれぞれ半田等により1本の導電性部材からなるインターコネクタ31に固定されて接続されている。また、太陽電池の第1非接続部42および第2非接続部としてのアルミニウム電極14はそれぞれインターコネクタ31に固定されておらず、インターコネクタ31に接続されていない。なお、インターコネクタ31は、太陽電池の端部(ここでは、第1の太陽電池80の端部および第2の太陽電池81の端部)において屈曲して

いる。また、図29においては、n+層とp+層の記載は省略されている。

[0098] また、図30に、本発明に用いられるインターコネクタの一例の模式的な平面図を示す。ここで、インターコネクタ31は、インターコネクタ31の長手方向に垂直な断面の断面積が局部的に縮小された小断面積部41を有している。ここで、インターコネクタ31は、図29に示す第1非接続部42に対応する箇所ならびに第2非接続部としてのアルミニウム電極14に対応する箇所の少なくとも1箇所、好ましくはそのすべての箇所に小断面積部41が配置されるように接続されることが好ましい。この場合には、比較的断面積の小さい小断面積部41が太陽電池に固定されておらず、自由に延伸することによって応力を緩和することができるため、小断面積部41を有しないインターコネクタを用いた場合と比べて太陽電池ストリングを構成する太陽電池の反りをより低減することができる傾向にある。なお、図示はしていないが、図29に示す本発明の太陽電池ストリングにおいて、インターコネクタ31の小断面積部41はそれぞれ、太陽電池の受光面の中空パターン部に対応するすべての箇所および第2非接続部としてのアルミニウム電極14に対応するすべての箇所に配置されている。

[0099] このような構成の本発明の太陽電池ストリングにおいては、従来の太陽電池ストリングと比べて、インターコネクタと太陽電池の第1接続部との接続長さを低減することができる。このようにインターコネクタと太陽電池の第1接続部との接続長さを低減した場合には、インターコネクタと太陽電池を構成するp型シリコン基板との熱膨張係数差による応力を低減することができる。これにより、太陽電池ストリングを構成する太陽電池において、インターコネクタの接続によって生じる太陽電池の反りの低減のさらなる改善を望むことができる。

[0100] さらに、図29に示す太陽電池ストリングにおいては、本発明の太陽電池ストリングを作製する際に太陽電池に発生する割れおよびクラックを大幅に低減することができる。このような効果は、太陽電池の裏面の第2非接続部としてのアルミニウム電極14の長さよりも太陽電池の受光面の第1非接続部42の長さの方が長くなっていることにより得られるものと考えられる。

[0101] このような本発明の太陽電池ストリングを従来から公知の方法によりEVAなどの封止材で封止することによって、本発明の太陽電池モジュールを得ることができる。

[0102] (実施の形態8)

図31に、本発明の太陽電池ストリングの他の一例の模式的な断面図を示す。ここで、図31に示す本発明の太陽電池ストリングにおいては、太陽電池の裏面の第2非接続部としてのアルミニウム電極14の長さよりも太陽電池の受光面の第1非接続部42の長さの方が短くなっていることに特徴がある。その他の説明は、実施の形態7の太陽電池ストリングの説明と同様である。

[0103] このような構成とすることによっても、実施の形態7の太陽電池ストリングと同様に、インターコネクタと太陽電池の第1接続部との接続長さが低減することによって、インターコネクタの接続によって生じる太陽電池の反りの低減のさらなる改善を望むことができる。

[0104] さらに、図31に示す太陽電池ストリングにおいても、本発明の太陽電池ストリングを作製する際に太陽電池に発生する割れおよびクラックを大幅に低減することができる。このような効果は、太陽電池の受光面の第1非接続部42の長さよりも太陽電池の裏面の第2非接続部としてのアルミニウム電極14の長さの方が長くなっていることにより得られるものと考えられる。

[0105] このような本発明の太陽電池ストリングを従来から公知の方法によりEVAなどの封止材で封止することによって、本発明の太陽電池モジュールを得ることができる。

[0106] なお、上記の実施の形態1～8におけるその他の説明は、上記の背景技術の欄における説明と同様であるが、その説明に限定されるものではない。たとえば、本発明においては、p型シリコン基板以外の半導体基板を用いてもよく、上記の背景技術の欄の説明のp型とn型の導電型を入れ替えてもよい。また、本発明においては、第1接続部および第2接続部は必ずしも銀電極である必要はない。また、本発明においては、第1非接続部は必ずしも空隙である必要はなく、第2非接続部は必ずしもアルミニウム電極である必要はない。

## 実施例

[0107] (実施例1)

図1(a)に示す受光面の電極と図2に示す裏面の電極とを有する太陽電池を作製した。この太陽電池の幅は156.5mmであり、長さは156.5mmであって、太陽電池

全体の厚みは120  $\mu$  mであった。

- [0108] ここで、図1(a)に示す受光面の第1接続部51の幅は3mmであり、長さは約40mmであって、中空パターン部の空隙である第1非接続部42の幅は4.4mmであり、長さは7mmであった。また、第1非接続部42の周囲を取り囲むバスバー電極13aの幅は600  $\mu$  mであった。また、2本のバスバー電極13a間の距離は74mmであった。なお、バスバー電極13aおよびフィンガー電極13bは銀からなっている。
- [0109] また、図2に示す裏面の銀電極16からなる第2接続部の幅は4mmであり、長さは約40mmであって、第2接続部の間に位置するアルミニウム電極14からなる第2非接続部の幅は4mmであり、長さは7mmであった。なお、図1(a)に示す第1接続部51と図2に示す第2接続部とはp型シリコン基板10に関して互いに対称となる位置に形成されており、図1(a)に示す第1非接続部42と図2に示す第2非接続部としてのアルミニウム電極14とはp型シリコン基板に関して互いに対称となる位置に形成されている。
- [0110] そして、上記の構成の太陽電池を2つ用意し、一方の太陽電池の受光面の第1接続部51と他方の太陽電池の裏面の第2接続部とをそれぞれ半田により図8に示すインターコネクタ31に接続して太陽電池ストリングを形成した。なお、インターコネクタ31は、それぞれの太陽電池の端部において屈曲している。
- [0111] ここで、図8に示すインターコネクタ31は、インターコネクタ31を接続したときに、図1(a)に示す第1非接続部42に対応する箇所すべての箇所および図2に示す第2接続部としてのアルミニウム電極14に対応する箇所すべての箇所に、図8に示すくびれからなる小断面積部41を有するように形成された。なお、図8に示すインターコネクタ31は銅から形成されており、その厚みは200  $\mu$  mであった。また、図8に示すインターコネクタ31の幅は2.5mmであって、小断面積部41において最も幅の狭い箇所の幅は1mmであった。
- [0112] そして、太陽電池ストリングの形成後における太陽電池の反りを測定した。その結果を表1に示す。
- [0113] (比較例1)
- 図37に示す受光面の電極と図38に示す裏面の電極とを有する太陽電池を作製し

た。この太陽電池の幅は156.5mmであり、長さは156.5mmであって、太陽電池全体の厚みは120 $\mu$ mであった。

[0114] ここで、図37に示す受光面のバスバー電極13aの幅は2mmであり、長さは150mmであった。また、2本のバスバー電極13aの間の距離は75mmであった。

[0115] また、図38に示す裏面の銀電極16の幅は4mmであり、長さは10mmであった。また、銀電極36の長手方向に互いに隣接する銀電極16の間の距離は15mmであり、銀電極16の長手方向と直交する方向に互いに隣接する銀電極16の間の距離は73mmであった。

[0116] 上記の構成の太陽電池を2つ用意し、一方の太陽電池の受光面の銀電極13と他方の太陽電池の裏面の銀電極16とをそれぞれ半田により図8に示すインターコネクタ31に接続して太陽電池ストリングを形成した。なお、比較例1においては、実施例1で用いられたインターコネクタと同一の形状、同一の寸法および同一の材質のものが用いられた。また、インターコネクタ31は、太陽電池の端部において屈曲していた。

[0117] そして、実施例1と同一の方法および同一の条件で、太陽電池ストリングの形成後における太陽電池の反りを測定した。その結果を表1に示す。

[0118] (比較例2)

小断面積部を有しない帯状のインターコネクタを用いたこと以外は比較例1と同様にして、太陽電池ストリングを形成した。

[0119] そして、実施例1と同一の方法および同一の条件で、太陽電池ストリングの形成後における太陽電池の反りを測定した。その結果を表1に示す。

[0120] [表1]

	受光面の電極パターン	裏面の電極パターン	インターコネクタ	太陽電池の厚み	太陽電池の反り
実施例 1	図 1 (a)	図 2	くびれ有り (図 8)	120 $\mu$ m	9.8mm
比較例 1	図 37	図 38	くびれ有り (図 8)	120 $\mu$ m	12.8mm
比較例 2	図 37	図 38	帯状	120 $\mu$ m	13.1mm

[0121] 表1に示すように、実施例1の太陽電池ストリングは、比較例1および比較例2の太陽電池ストリングと比べて、太陽電池ストリングを構成する太陽電池の反りが低減することが確認された。

[0122] このような結果が生じる第1の理由としては、実施例1の太陽電池ストリングにおいては受光面の第1接続部と第1非接続部とが交互に配列されているためインターコネクタと太陽電池との接続長さを低減したことが考えられる。また、第2の理由としては、実施例1の太陽電池ストリングにおいては第1接続部と第2接続部、第1非接続部と第2非接続部がそれぞれ半導体基板に関して対称となる位置に形成されているため太陽電池の受光面および裏面のそれぞれから等しい力が太陽電池に働くことが考えら

れる。さらに、第3の理由としては、太陽電池ストリングの形成時に太陽電池の復元力が発生する際にインターコネクタの他の部分と比べて比較的強度が弱い小断面積部が延伸して内部応力を緩和することが考えられる。

[0123] (実施例2)

図8に示すくびれを有するインターコネクタ31の代わりに、図7に示す切れ込みを有するインターコネクタ31を用いたこと以外は実施例1と同様にして太陽電池ストリングを形成した。このようにして形成した太陽電池ストリングを直列に接続することによって48個の太陽電池からなる太陽電池ストリングを形成した。

[0124] そして、この太陽電池ストリングのインターコネクタの接続不良数および接続不良発生率について調査した。その結果を表2に示す。

[0125] (比較例3)

比較例1と同様の構成の太陽電池を用いたこと以外は実施例2と同様にして48個の太陽電池からなる太陽電池ストリングを形成した。

[0126] そして、この太陽電池ストリングのインターコネクタの接続不良数および接続不良発生率について調査した。その結果を表2に示す。

[0127] (比較例4)

比較例1と同様の構成のインターコネクタを用いたこと以外は比較例3と同様にして96個の太陽電池からなる太陽電池ストリングを形成した。

[0128] そして、この太陽電池ストリングのインターコネクタの接続不良数および接続不良発生率について調査した。その結果を表2に示す。

[0129] [表2]

	受光面の 電極パターン	裏面の 電極パターン	インターコネクタ	太陽電池の厚み	接続不良数	接続不良発生率
実施例 2	図 1(a)	図 2	切れ込み有り (図 7)	120 μm	0 ヶ所/48 個	0%
比較例 3	図 37	図 38	切れ込み有り (図 7)	120 μm	6 ヶ所/48 個	12.5%
比較例 4	図 37	図 38	くびれ有り (図 8)	120 μm	24 ヶ所/96 個	25.0%

[0130] 表2に示すように、実施例2の太陽電池ストリングは、比較例3および比較例4の太陽電池ストリングと比べて、接続不良数および接続不良発生率がそれぞれ低減されていることが確認された。

[0131] これは、実施例2の太陽電池ストリングにおいては、比較例3および比較例4の太陽電池ストリングと比べて、太陽電池ストリングを構成する太陽電池の反りが低減できて



いることによるものと考えられる。

[0132] (実施例3)

図27に示す受光面の電極と図28に示す裏面の電極とを有する太陽電池を作製した。この太陽電池の幅は156.5mmであり、長さは156.5mmであって、太陽電池全体の厚みは120 $\mu$ mであった。

[0133] ここで、図27に示す受光面の第1接続部51の幅は3mmであり、長さは約40mmであって、中空パターン部の空隙である第1非接続部42の幅は4.4mmであり、長さは9mmであった。また、第1非接続部42の周囲を取り囲む第1バスバー電極13aの幅は600 $\mu$ mであった。また、2本の第1バスバー電極13a間の距離は74mmであった。なお、第1バスバー電極13aおよびフィンガー電極13bは銀からなっている。

[0134] また、図28に示す裏面の銀電極16からなる第2接続部の幅は4mmであり、長さは約40mmであって、第2接続部の間に位置するアルミニウム電極14からなる第2非接続部の幅は4mmであり、長さは7mmであった。なお、図27に示す第1接続部51と図28に示す第2接続部としてのアルミニウム電極とはp型シリコン基板に関して互いにほぼ対称となる位置に形成されている。また、第1非接続部42の長さの方が第2非接続部の長さよりも長く形成されている。

[0135] そして、上記の構成の太陽電池を2つ用意し、第1の太陽電池80の受光面の第1接続部51と第2の太陽電池81の裏面の第2接続部とをそれぞれ半田により図29に示すインターコネクタ31に接続して実施例1の太陽電池ストリングを形成した。なお、インターコネクタ31は、第1の太陽電池80の端部および第2の太陽電池81の端部において屈曲している。また、インターコネクタ31は銅から形成されており、その厚みは200 $\mu$ mであった。また、インターコネクタ31の幅は2.5mmであった。

[0136] そして、実施例3の太陽電池ストリングの作製に際してインターコネクタの接続時に太陽電池に発生する割れおよびクラックの発生率をカウントした。

[0137] その結果、実施例3の太陽電池ストリングの作製に際してインターコネクタの接続時に太陽電池に発生する割れおよびクラックの発生率は、後述する実施例4の太陽電池ストリングを作製する場合と比べて大幅に低減していた。

[0138] (実施例4)

図32に模式的断面図を示す構成の太陽電池ストリングを形成したこと以外は実施例3と同様にして太陽電池ストリングを作製した。そして、太陽電池ストリングの作製に際してインターコネクタの接続時に太陽電池に発生する割れおよびクラックの発生率をカウントした。

[0139] ここで、実施例4の太陽電池ストリングにおいては、図33の模式的な拡大断面図に示すように、第1非接続部42の長さ第2非接続部としてのアルミニウム電極14の長さ第1非接続部42の長さと第2非接続部としてのアルミニウム電極14の長さがともに7mmで等しくなっている。また、実施例4においては、実施例3と同一の形状のインターコネクタ31が用いられており、実施例3と同様に、インターコネクタ31の小断面積部41はそれぞれ、太陽電池の受光面の中空パターン部の空隙である第1非接続部42に対応するすべての箇所および第2非接続部としてのアルミニウム電極14に対応するすべての箇所に配置されている。

[0140] 今回開示された実施の形態および実施例はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

#### 産業上の利用可能性

[0141] 本発明によれば、インターコネクタと太陽電池との熱膨張係数差による応力が緩和されるので、その結果として、太陽電池ストリングを構成する太陽電池に生じる反りが低減されるとともに、インターコネクタと太陽電池との接続の信頼性も向上する。

[0142] また、本発明によれば、太陽電池ストリングを構成する太陽電池に生じる反りが低減されるので、太陽電池モジュールの作製ラインの搬送系における搬送エラーや太陽電池の割れも低減する。

[0143] さらに、本発明によれば、太陽電池モジュールの作製のため封止工程における太陽電池の割れも低減することができるので、太陽電池モジュールの歩留と生産性が向上する。

## 請求の範囲

- [1] 半導体基板(10)の第1主面上に、バスバー電極(13a)と、前記バスバー電極(13a)から伸びる複数の線状のフィンガー電極(13b)と、が備えられており、  
前記バスバー電極(13a)は、インターコネクタ(31)に接続するための第1接続部(51)と、インターコネクタ(31)に接続されない第1非接続部(42)と、を含み、  
前記第1接続部(51)と前記第1非接続部(42)とが交互に配列されている、太陽電池。
- [2] 前記半導体基板(10)の前記第1主面と反対側の第2主面上に、インターコネクタ(31)に接続するための第2接続部(16)と、インターコネクタに接続されない第2非接続部(14)と、が交互に配列されていることを特徴とする、請求項1に記載の太陽電池。
- [3] 前記第1接続部(51)および前記第2接続部(16)はそれぞれ前記半導体基板(10)に関して互いに対称となる位置に配置されていることを特徴とする、請求項2に記載の太陽電池。
- [4] 隣接する前記第1接続部(51)の間に位置する前記第1非接続部(42)の長さが隣接する前記第2接続部(16)の間に位置する前記第2非接続部(14)の長さよりも長い、または、隣接する前記第2接続部(16)の間に位置する前記第2非接続部(14)の長さが隣接する前記第1接続部(51)の間に位置する前記第1非接続部(42)の長さよりも長い、ことを特徴とする、請求項2に記載の太陽電池。
- [5] 前記第1接続部(51)が線状に形成されていることを特徴とする、請求項1に記載の太陽電池。
- [6] 前記バスバー電極(13a)は、前記第1非接続部(42)を含む中空パターン部を有することを特徴とする、請求項1に記載の太陽電池。
- [7] 前記中空パターン部における前記バスバー電極(13a)の幅は、前記第1接続部(51)における前記バスバー電極(13a)の幅よりも狭いことを特徴とする、請求項6に記載の太陽電池。
- [8] 前記バスバー電極(13a)は前記中空パターン部を複数有しており、互いに隣接する前記中空パターン部の間隔が等間隔であることを特徴とする、請求項6に記載の太陽電池。

陽電池。

- [9] 前記第1主面の端部と、前記第1主面の前記端部に隣接する前記中空パターン部と、の間隔のうち少なくとも1つの間隔が、互いに隣接する前記中空パターン部の間隔よりも狭いことを特徴とする、請求項6に記載の太陽電池。
- [10] 前記第1主面の端部に隣接する前記第1接続部(51)の少なくとも1つが、前記第1主面の端部から離れて設置されていることを特徴とする、請求項6に記載の太陽電池。
- [11] 請求項1に記載の太陽電池の前記第1接続部(51)にインターコネクタ(31)が接続されたインターコネクタ付き太陽電池。
- [12] 前記インターコネクタ(31)は、その長手方向に垂直な断面の断面積が局所的に小さくなっている小断面積部(41)を有しており、  
前記小断面積部(41)が前記第1非接続部(42)に配置されていることを特徴とする、請求項11に記載のインターコネクタ付き太陽電池。
- [13] 前記インターコネクタ(31)は、複数の前記小断面積部(41)と、前記小断面積部(41)の間に位置する非小断面積部(61)と、を有しており、前記非小断面積部(61)が前記第1非接続部(42)に配置されていることを特徴とする、請求項12に記載のインターコネクタ付き太陽電池。
- [14] 前記半導体基板(10)の前記第1主面と反対側の第2主面上に、インターコネクタ(31)に接続するための第2接続部(16)と、インターコネクタ(31)に接続されない第2非接続部(14)と、が交互に配列されていることを特徴とする、請求項11に記載のインターコネクタ付き太陽電池。
- [15] 半導体基板(10)の第1主面上に交互に配列されたインターコネクタ(31)に接続するための第1接続部(51)とインターコネクタ(31)に接続されない第1非接続部(42)とを備えたバスバー電極(13a)と、前記バスバー電極(13a)から伸びる複数の線状のフィンガー電極(13b)と、前記半導体基板(10)の前記第1主面と反対側の第2主面上に交互に配列されたインターコネクタ(31)に接続するための第2接続部(16)とインターコネクタに接続されない第2非接続部(14)とを含む太陽電池の複数が接続されており、

互いに隣接する太陽電池において、第1の太陽電池(80)の前記第1接続部(51)と第2の太陽電池(81)の前記第2接続部(16)とがインターコネクタ(31)に接続されている、太陽電池ストリング。

[16] 前記インターコネクタ(31)は、前記第1の太陽電池(80)の端部および前記第2の太陽電池(81)の端部において屈曲していることを特徴とする、請求項15に記載の太陽電池ストリング。

[17] 前記インターコネクタ(31)は、その長手方向に垂直な断面の断面積が局所的に小さくなっている小断面積部(41)を有しており、  
前記第1の太陽電池(80)の前記第1非接続部(42)に対応する箇所および前記第2の太陽電池(81)の前記第2非接続部(14)に対応する箇所の少なくとも1箇所に、前記小断面積部(41)が配置されていることを特徴とする、請求項15に記載の太陽電池ストリング。

[18] 前記インターコネクタ(31)は、その長手方向に垂直な断面の断面積が局所的に小さくなっている小断面積部(41)を有しており、  
前記第1の太陽電池(80)の前記第1非接続部(42)に対応する箇所および前記第2の太陽電池(81)の前記第2非接続部(14)に対応する箇所のすべての箇所に、前記小断面積部(41)が配置されていることを特徴とする、請求項15に記載の太陽電池ストリング。

[19] 請求項15に記載の太陽電池ストリングが封止材によって封止されてなる、太陽電池モジュール。

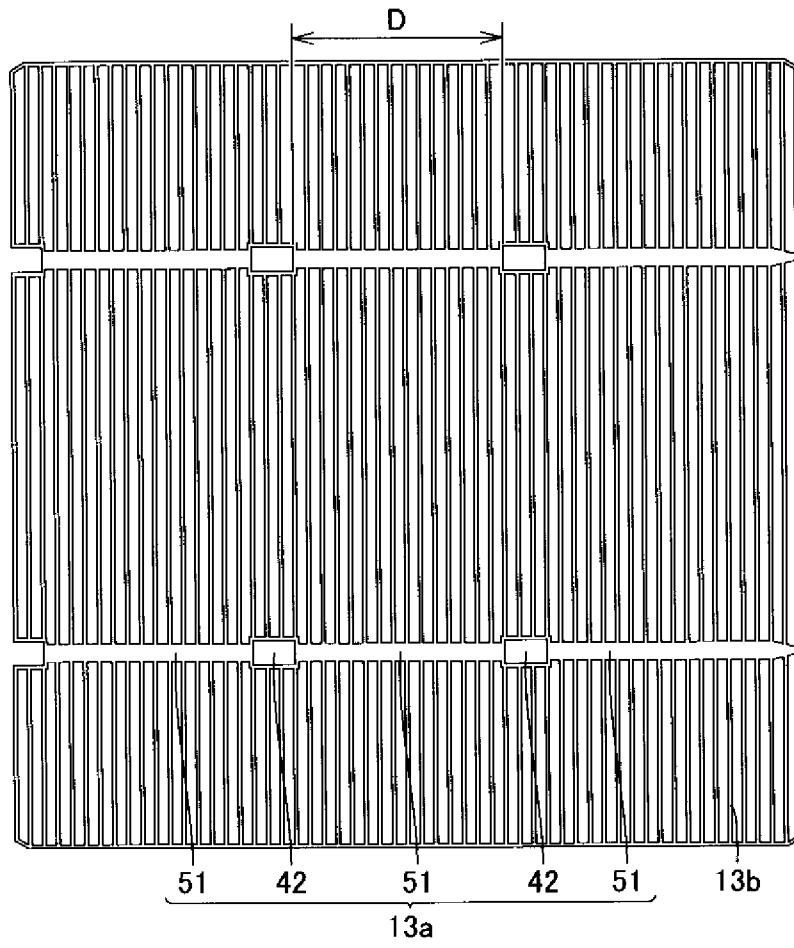
[20] 半導体基板(10)の第1主面上に交互に配列されたインターコネクタ(31)に接続するための第1接続部(51)とインターコネクタ(31)に接続されない第1非接続部(42)を有する中空パターン部とを備えたバスバー電極(13a)と、前記バスバー電極(13a)から伸びる複数の線状のフィンガー電極(13b)と、前記半導体基板(10)の前記第1主面と反対側の第2主面上に交互に配列されたインターコネクタ(31)に接続するための第2接続部(16)とインターコネクタに接続されない第2非接続部(14)とを含む太陽電池の複数の太陽電池が接続されており、互いに隣接する太陽電池において、第1の太陽電池(80)の前記第1接続部(51)と第2の太陽電池(81)の前記第2接続部(16)

とがインターコネクタ(31)に接続されている、太陽電池ストリング。

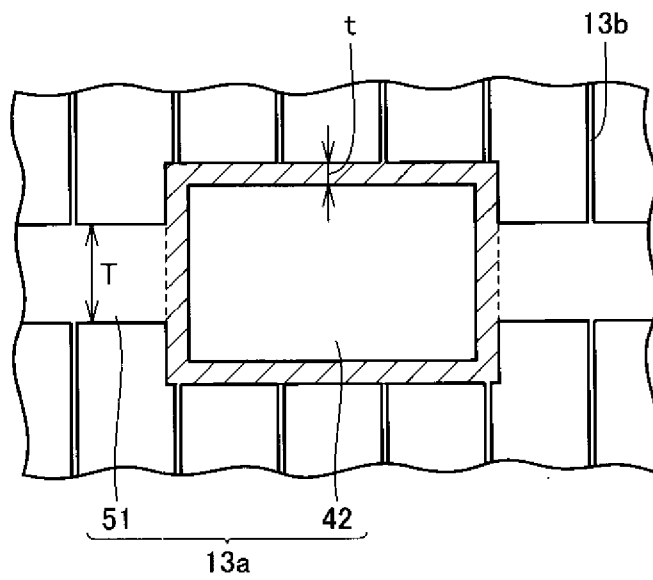
- [21] 前記インターコネクタ(31)は、その長手方向に垂直な断面の断面積が局所的に小さくなっている小断面積部(41)を有しており、  
前記第1の太陽電池(80)の前記中空パターン部に対応する箇所および前記第2の太陽電池(81)の前記第2非接続部(14)に対応する箇所の少なくとも1箇所に、前記小断面積部(41)が配置されていることを特徴とする、請求項20に記載の太陽電池ストリング。
- [22] 前記インターコネクタ(31)は、その長手方向に垂直な断面の断面積が局所的に小さくなっている小断面積部(41)を有しており、  
前記第1の太陽電池(80)の前記中空パターン部に対応する箇所および前記第2の太陽電池(81)の前記第2非接続部(14)に対応する箇所のすべての箇所に、前記小断面積部(41)が配置されていることを特徴とする、請求項20に記載の太陽電池ストリング。
- [23] 請求項20に記載の太陽電池ストリングが封止材によって封止されてなる、太陽電池モジュール。

[図1]

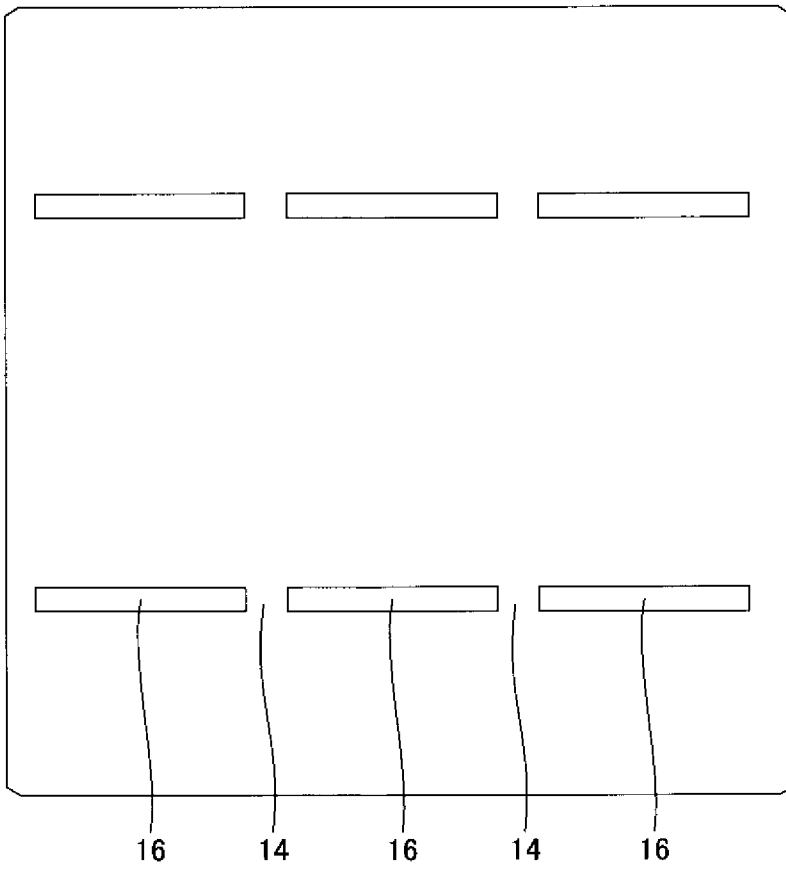
(a)



(b)

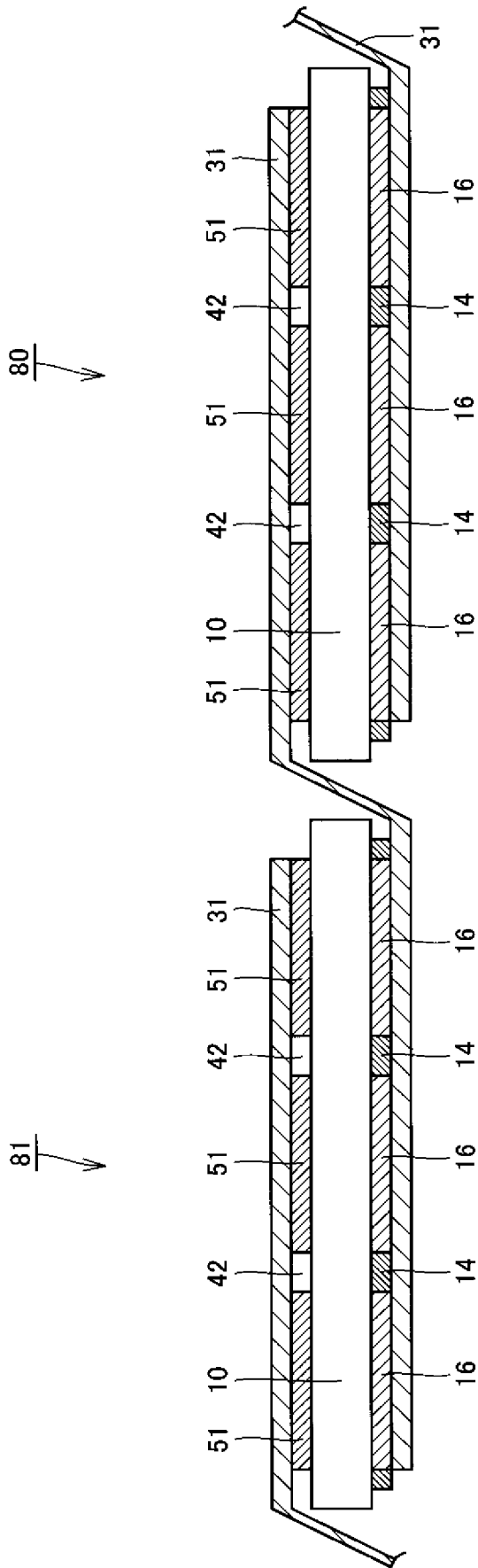


[図2]

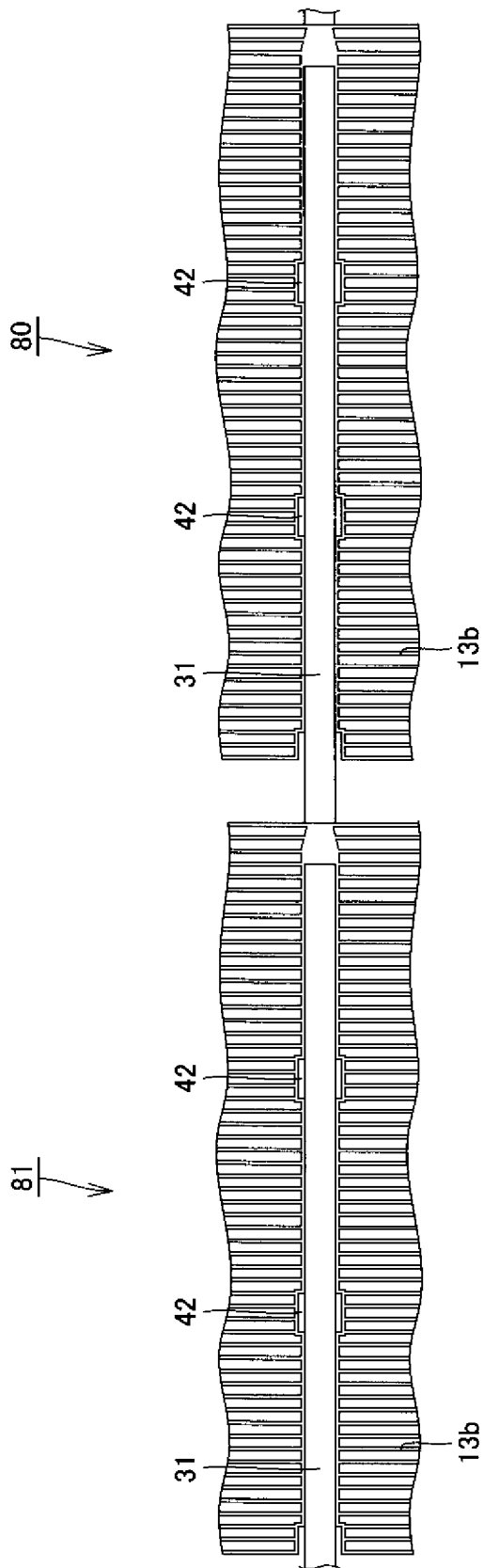




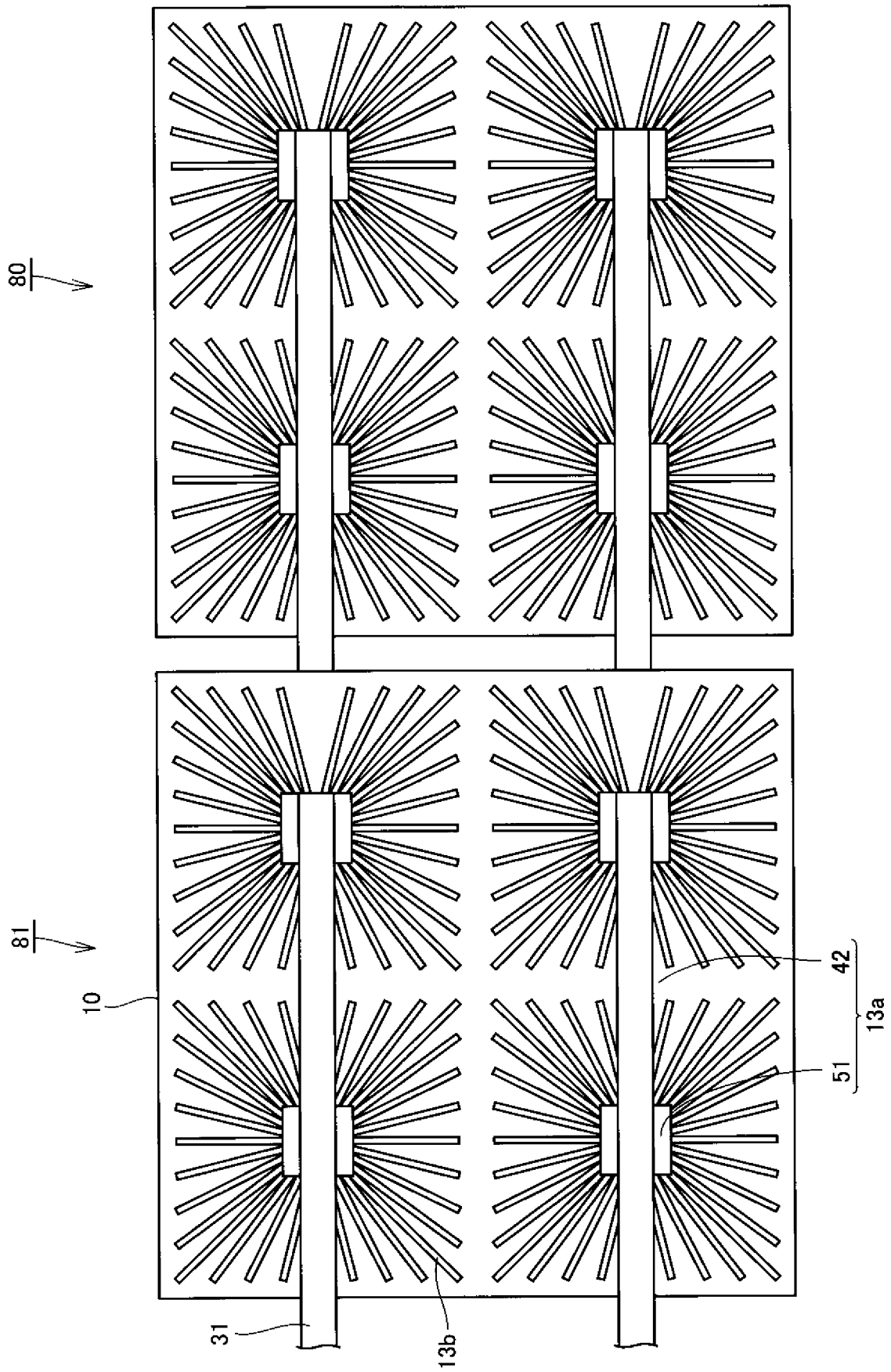
[図3]



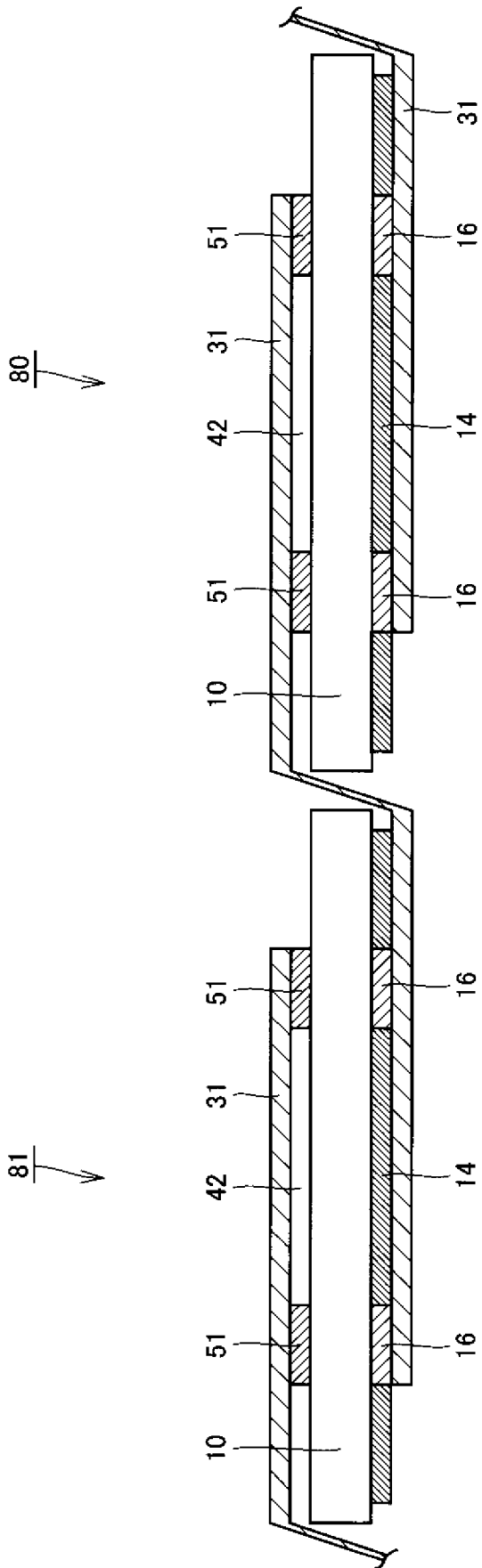
[図4]



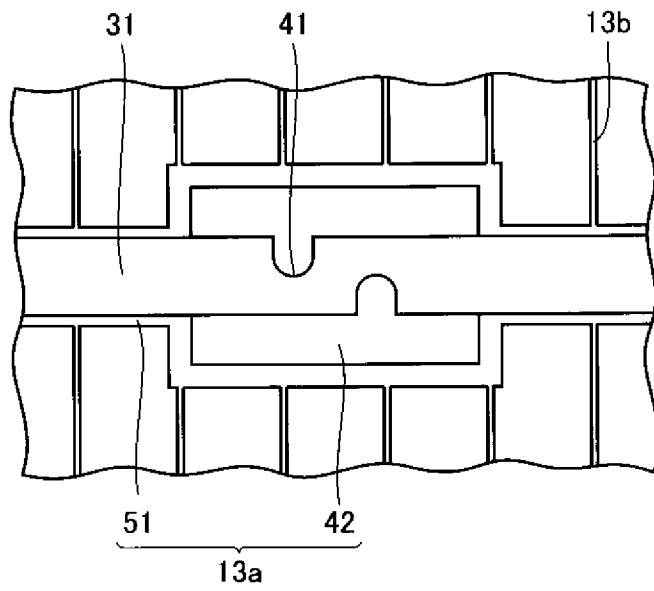
[図5]



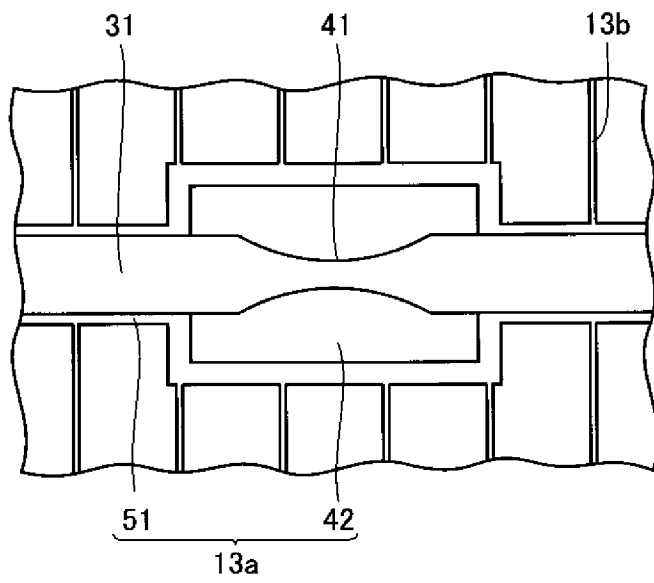
[図6]



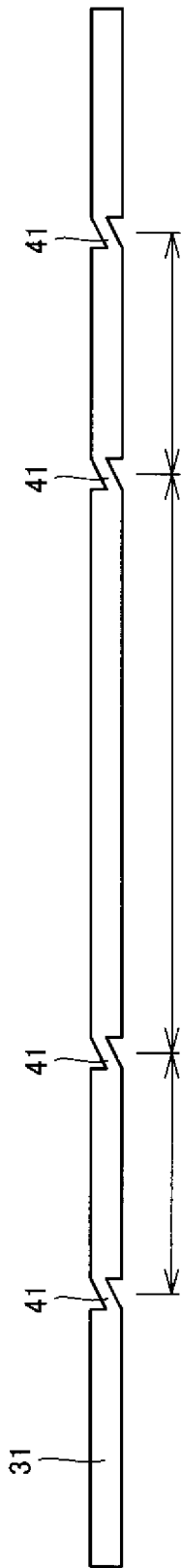
[図7]



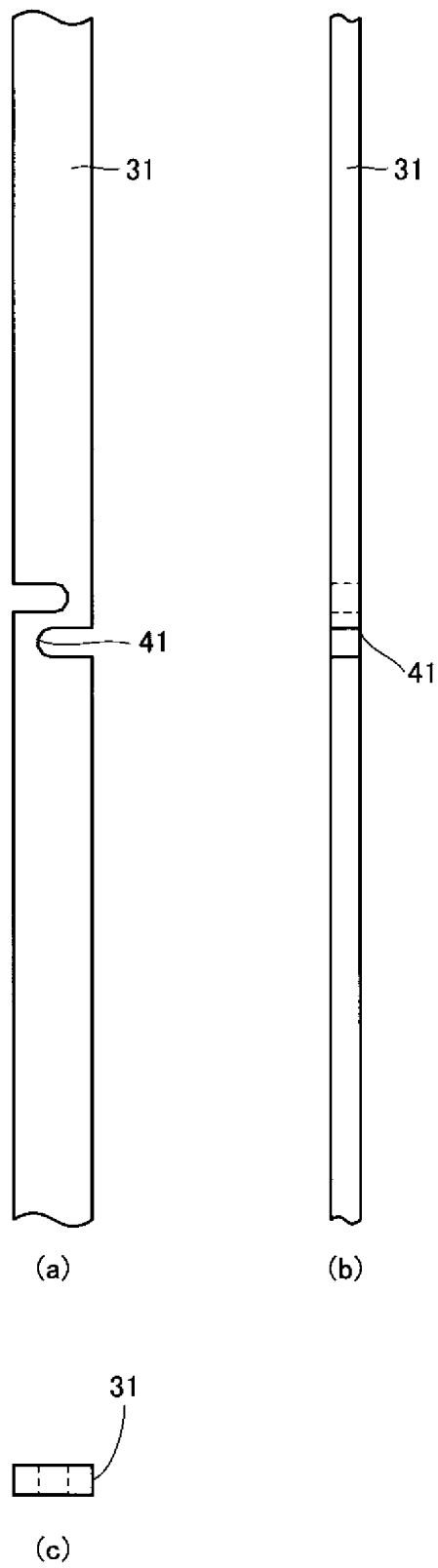
[図8]



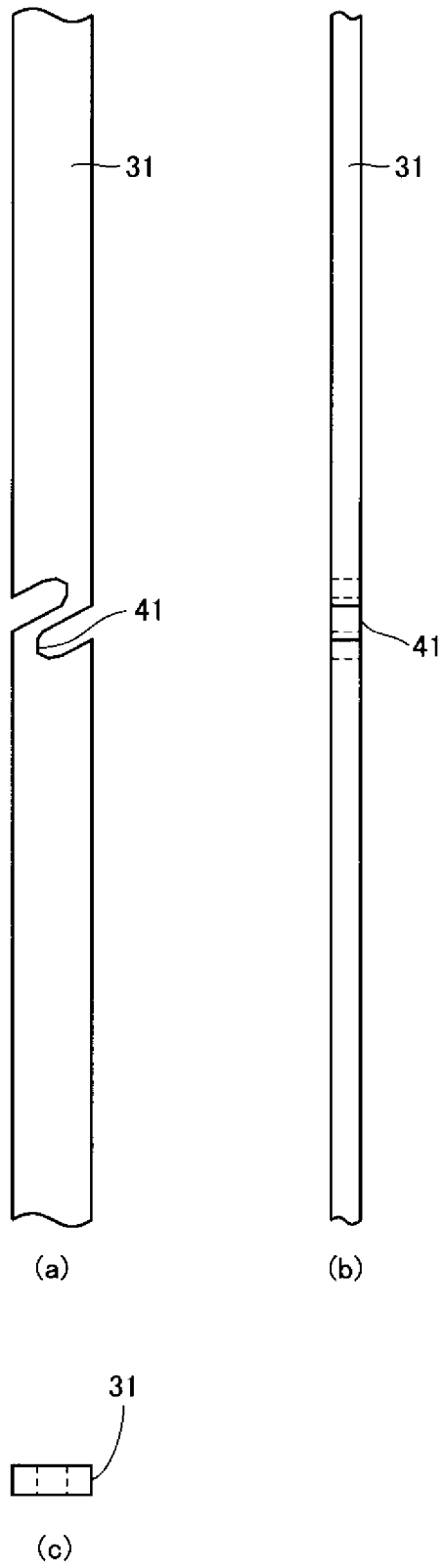
[図9]



[図10]

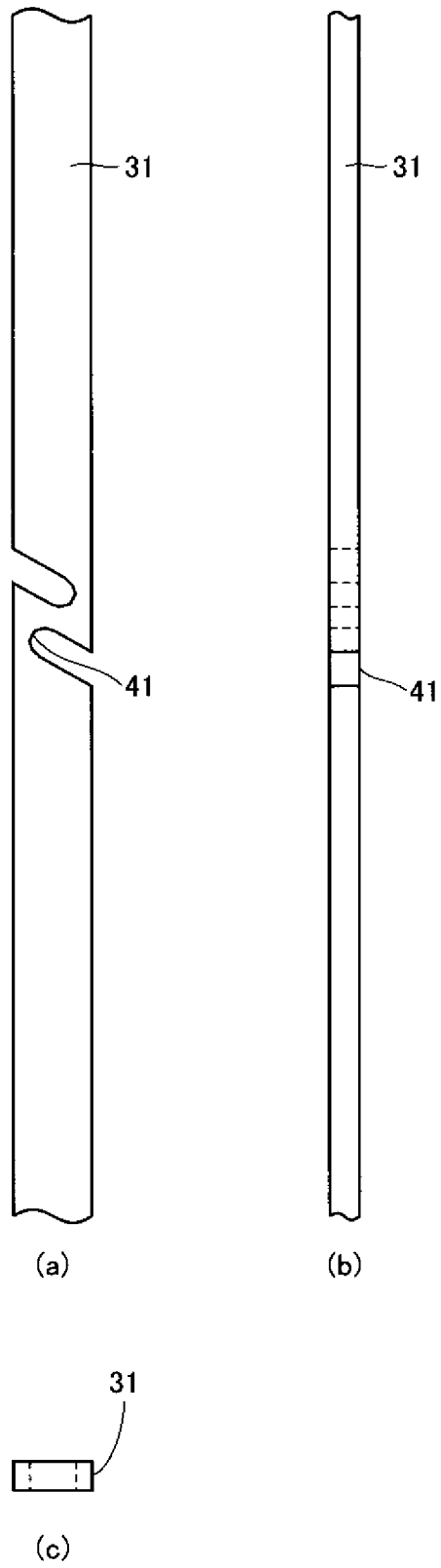


[図11]

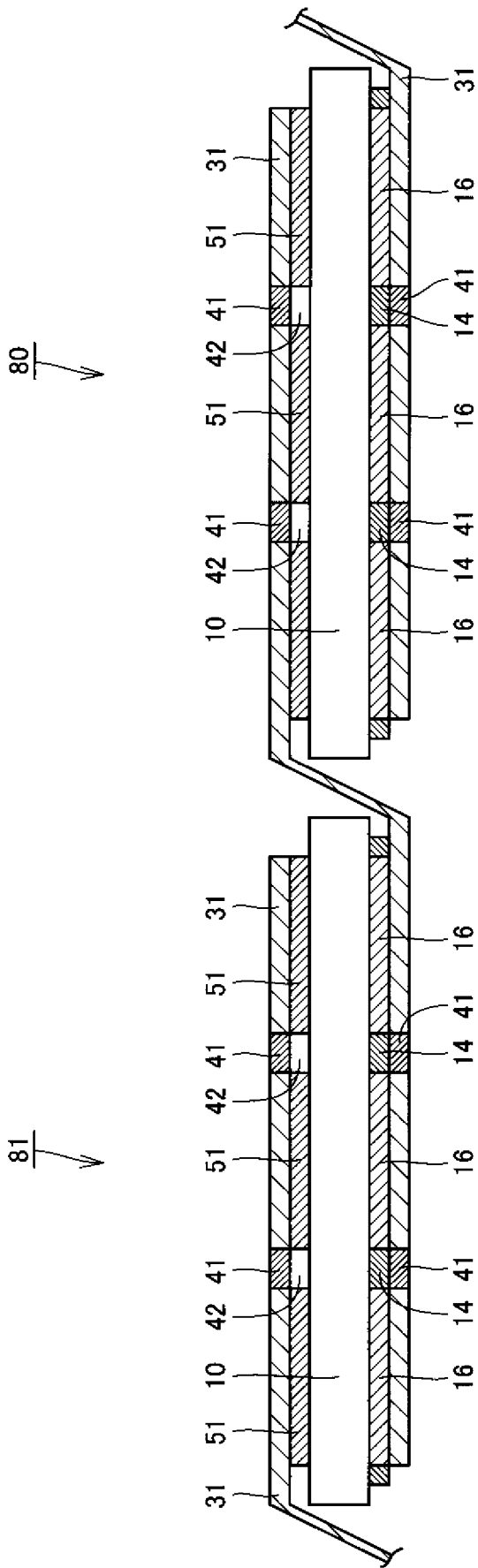




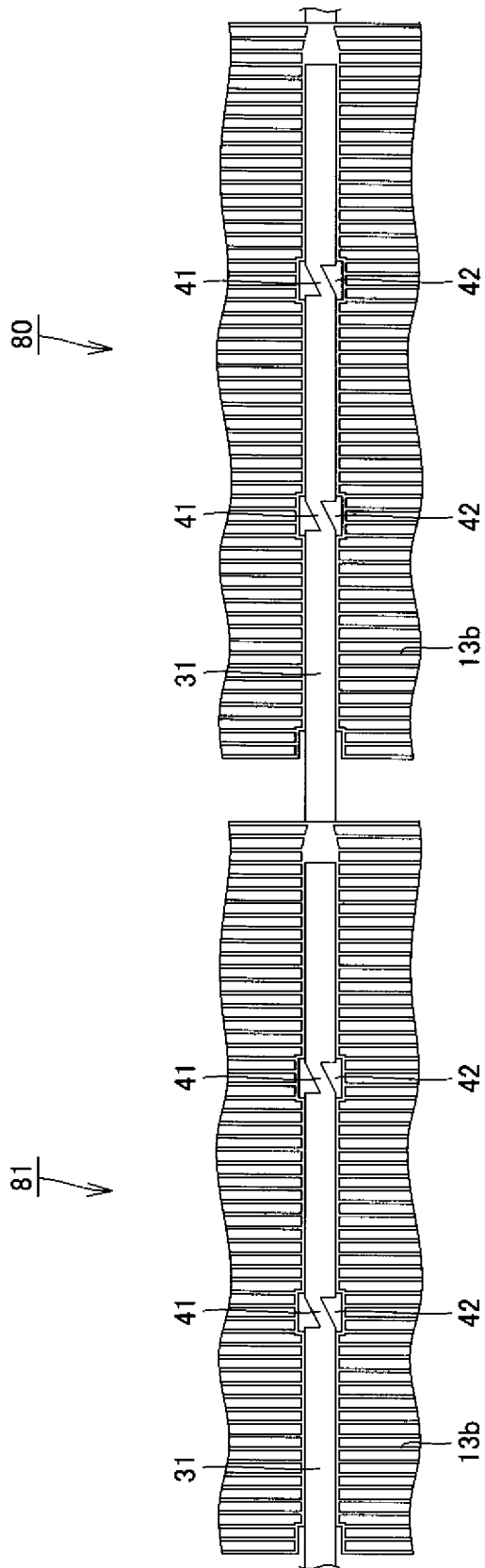
[図12]



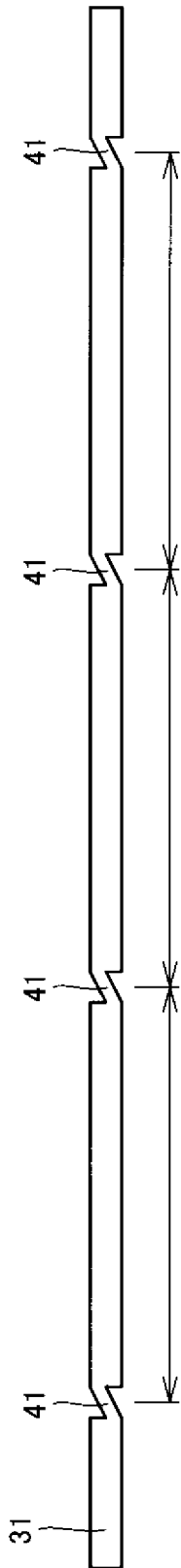
[図13]



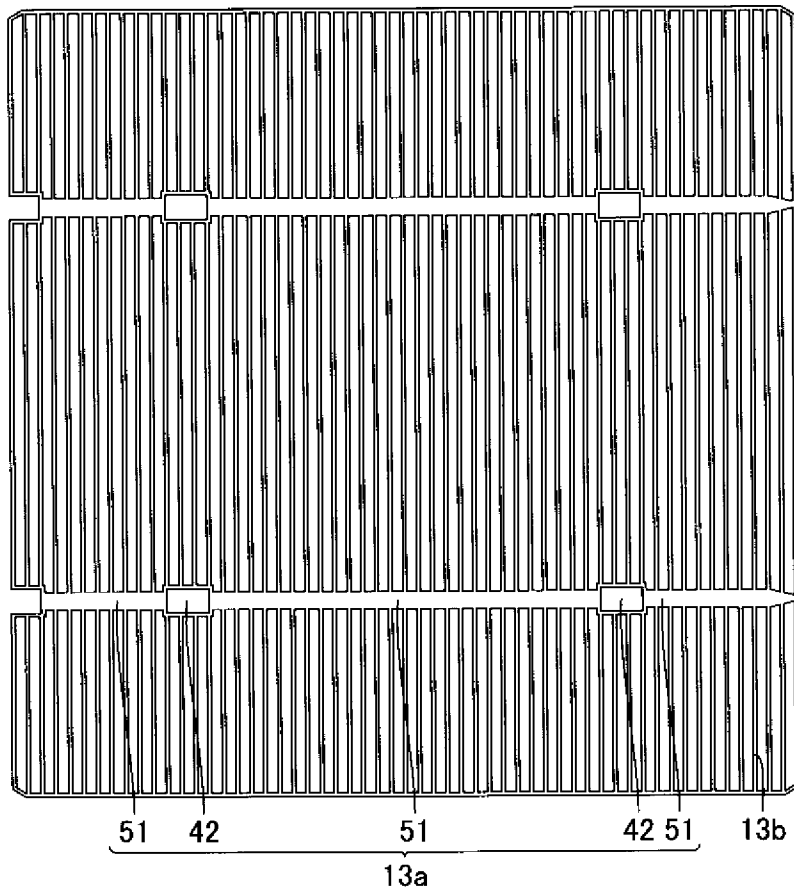
[図14]



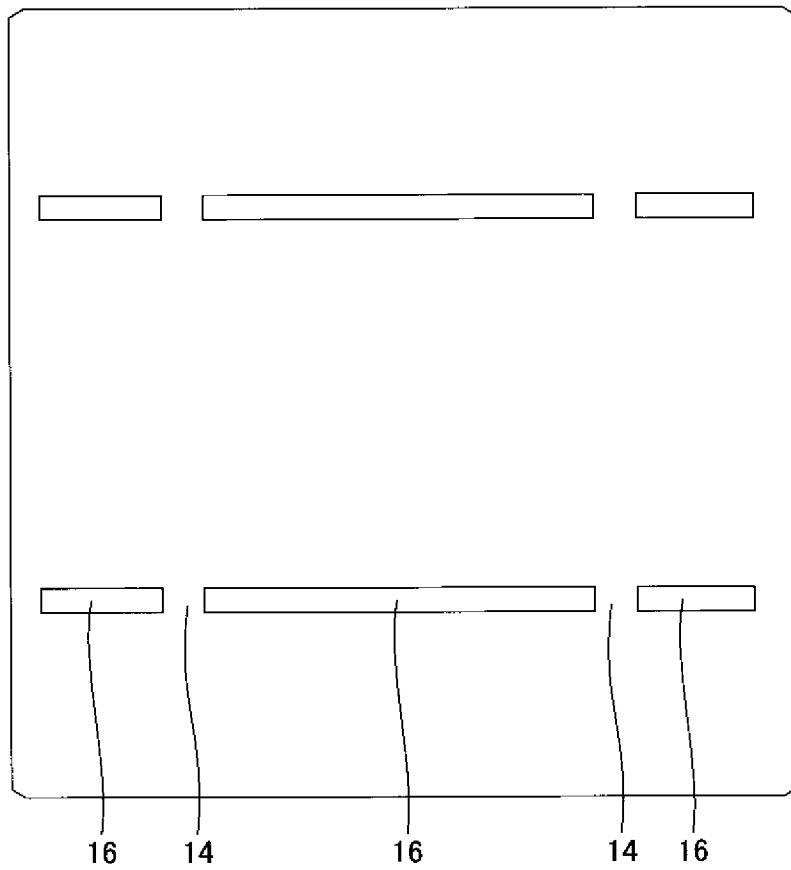
[図15]



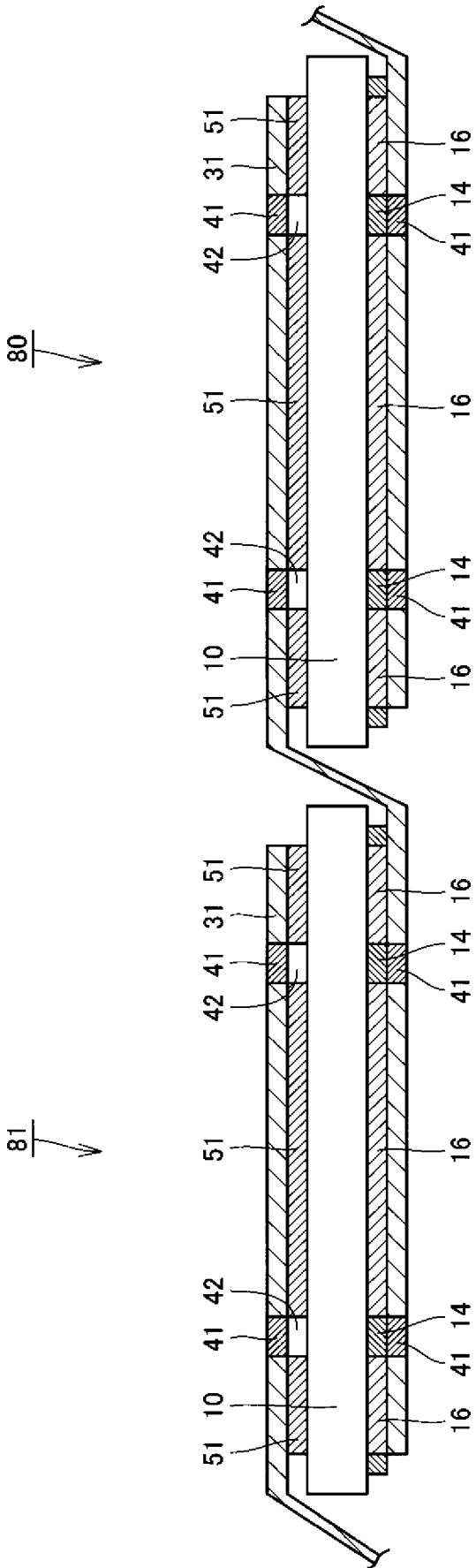
[図16]



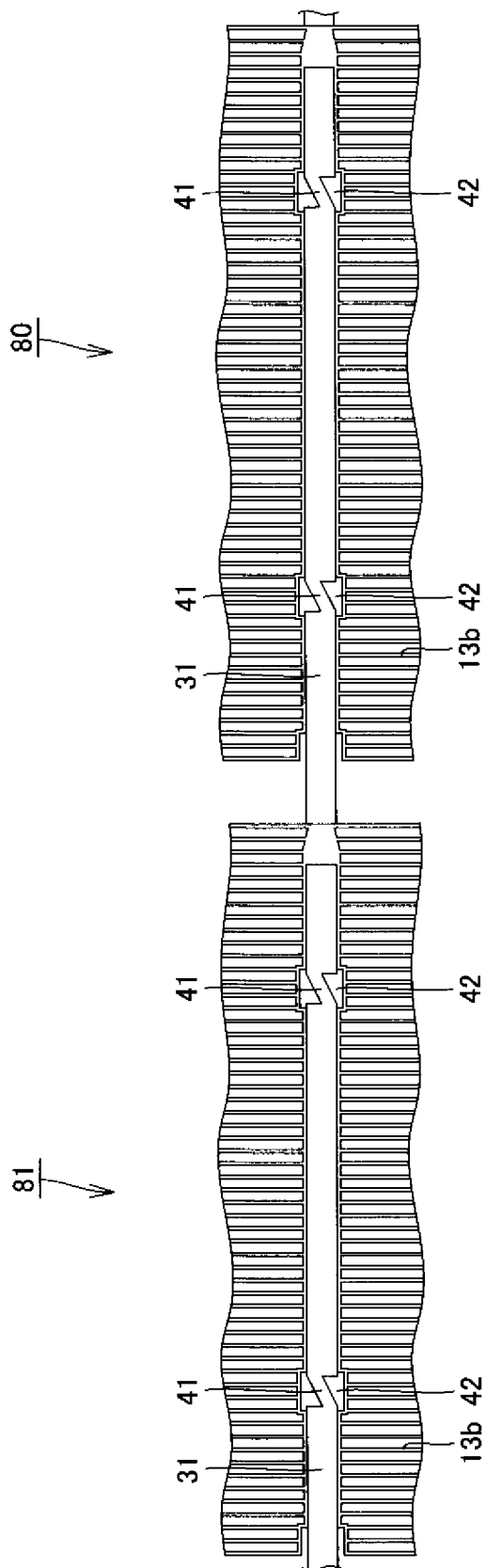
[図17]



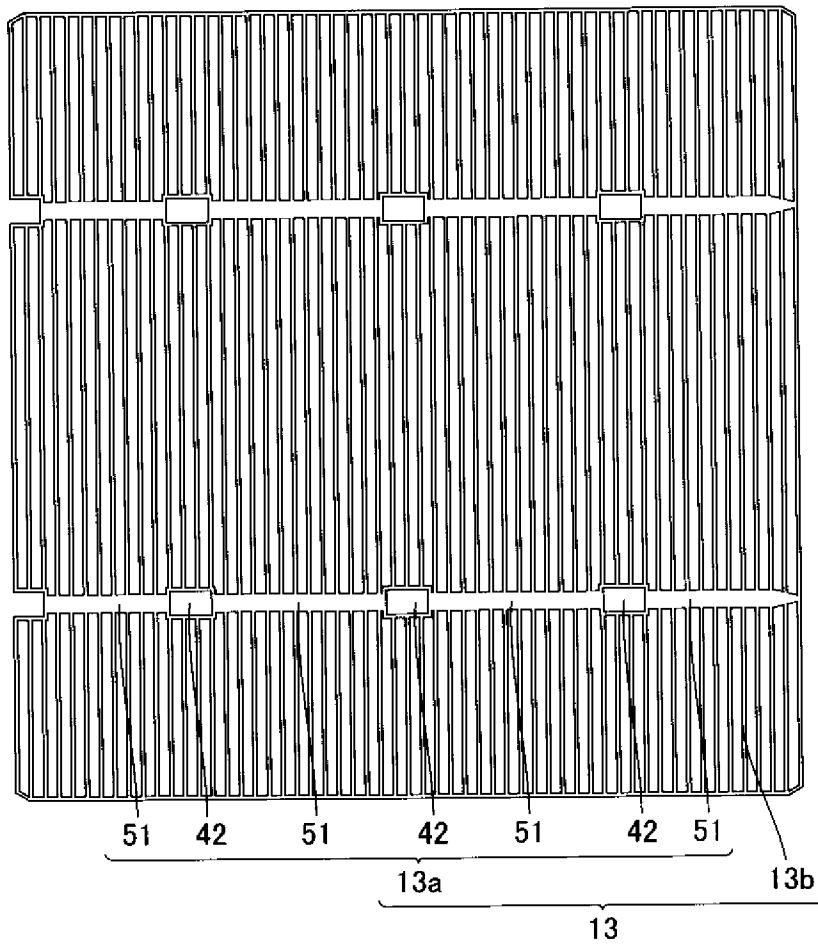
[図18]



[図19]

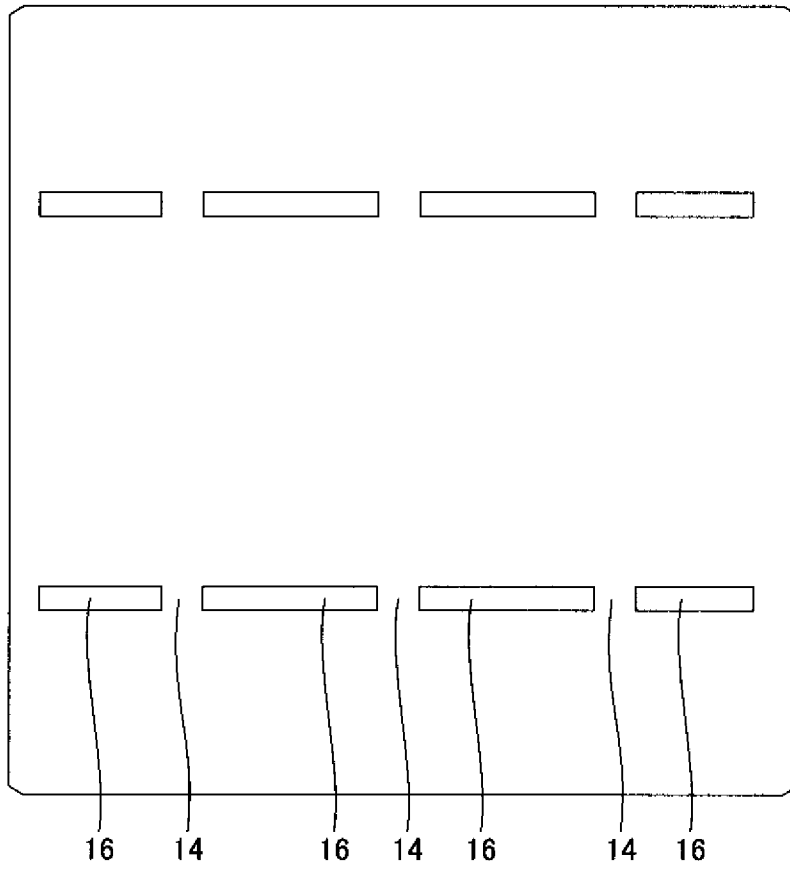


[図20]

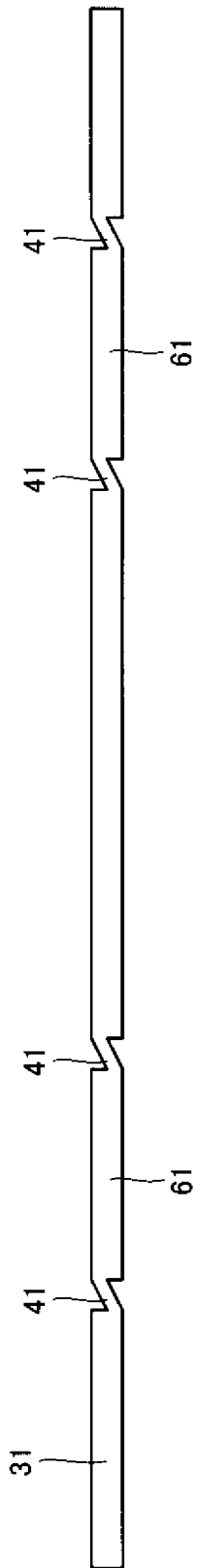




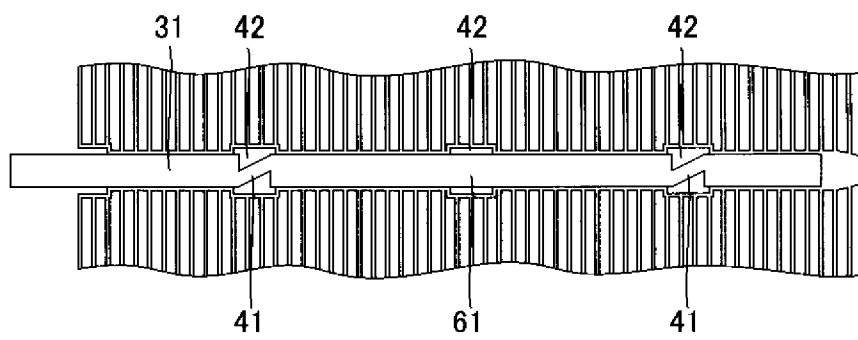
[図21]



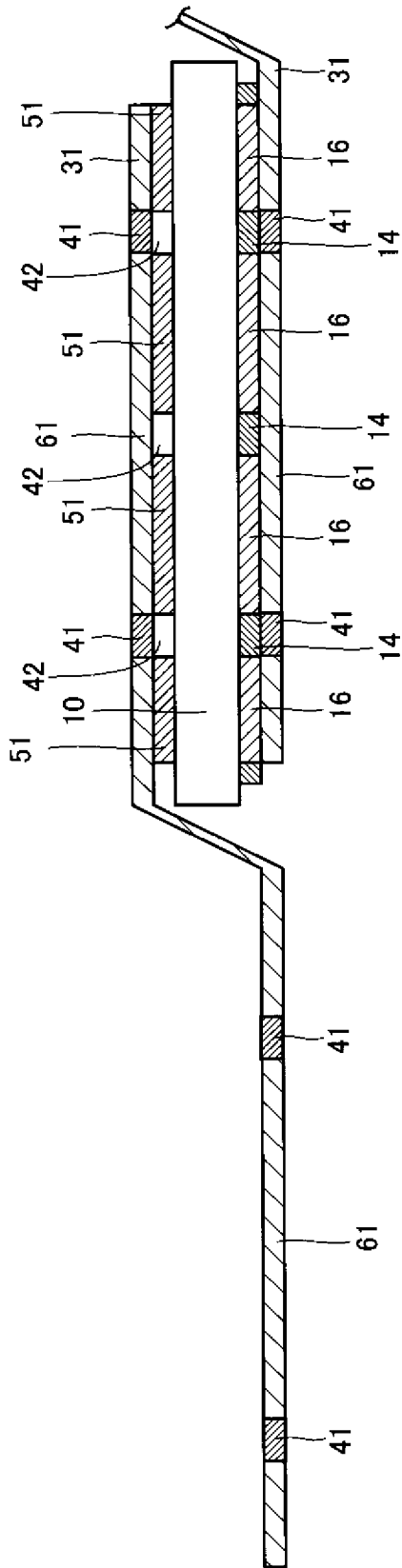
[図22]



[図23]

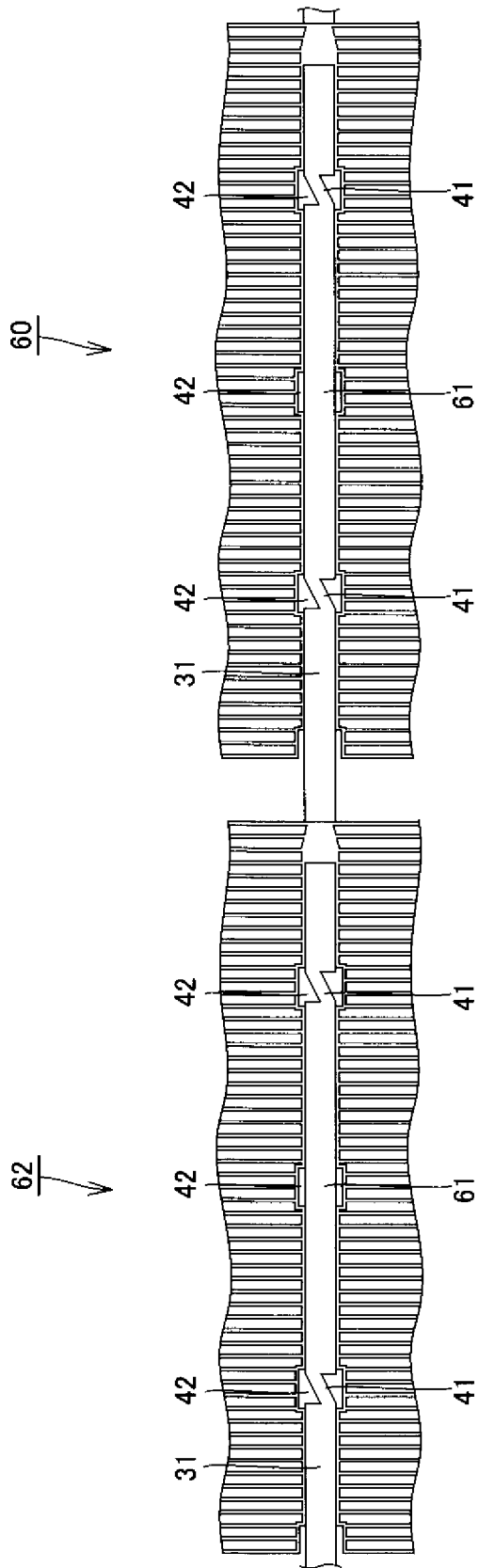


[図24]

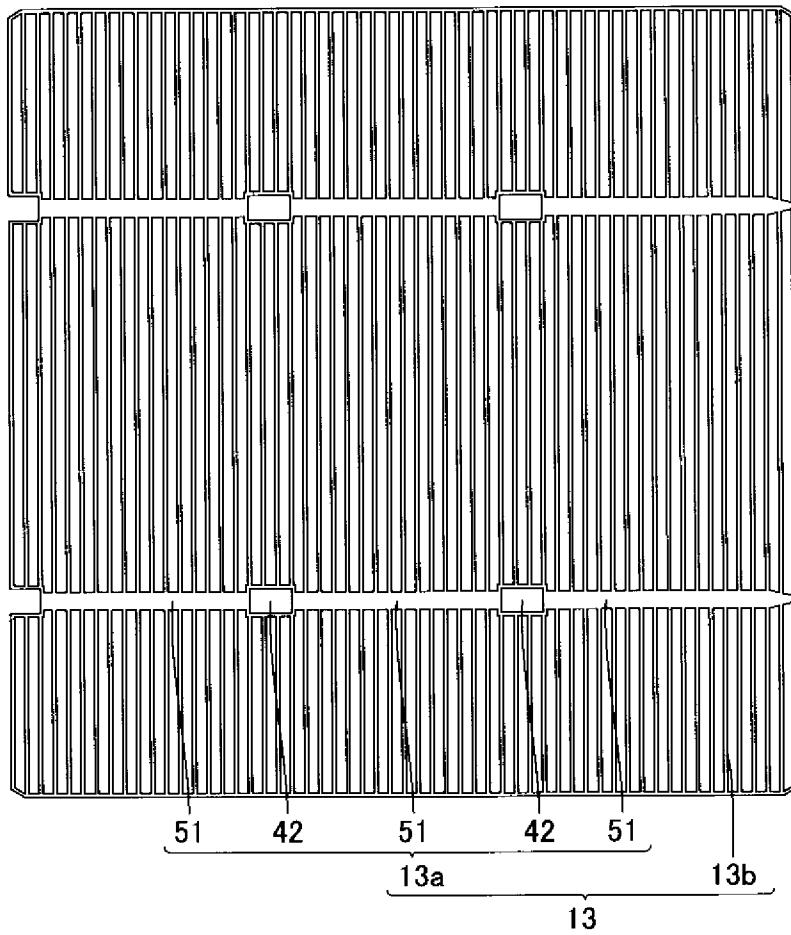




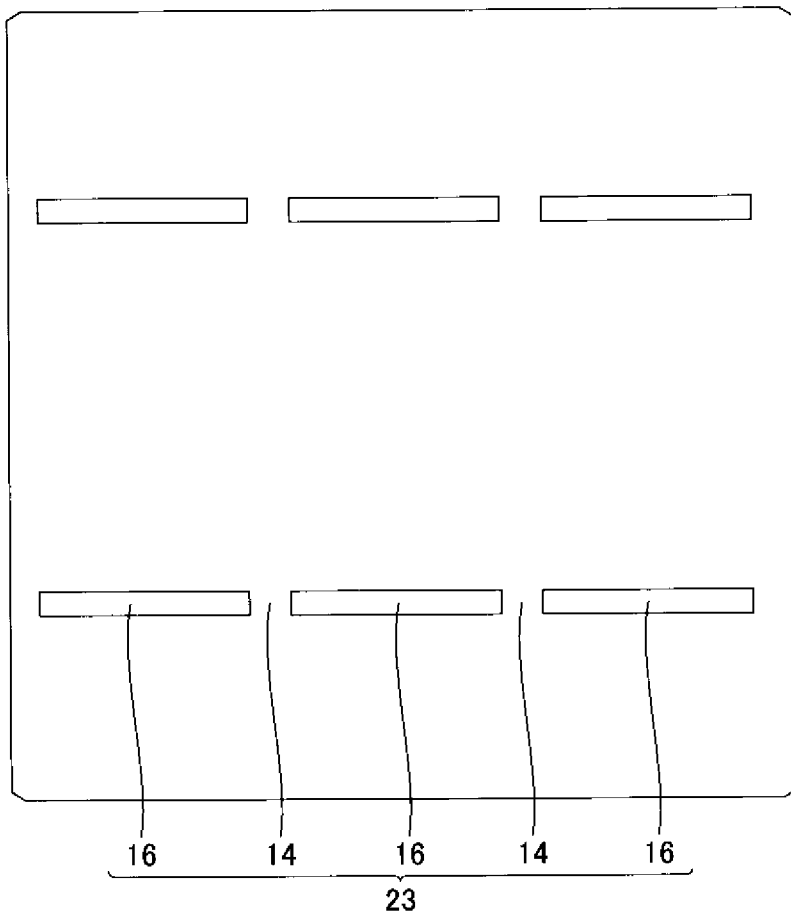
[図26]



[図27]

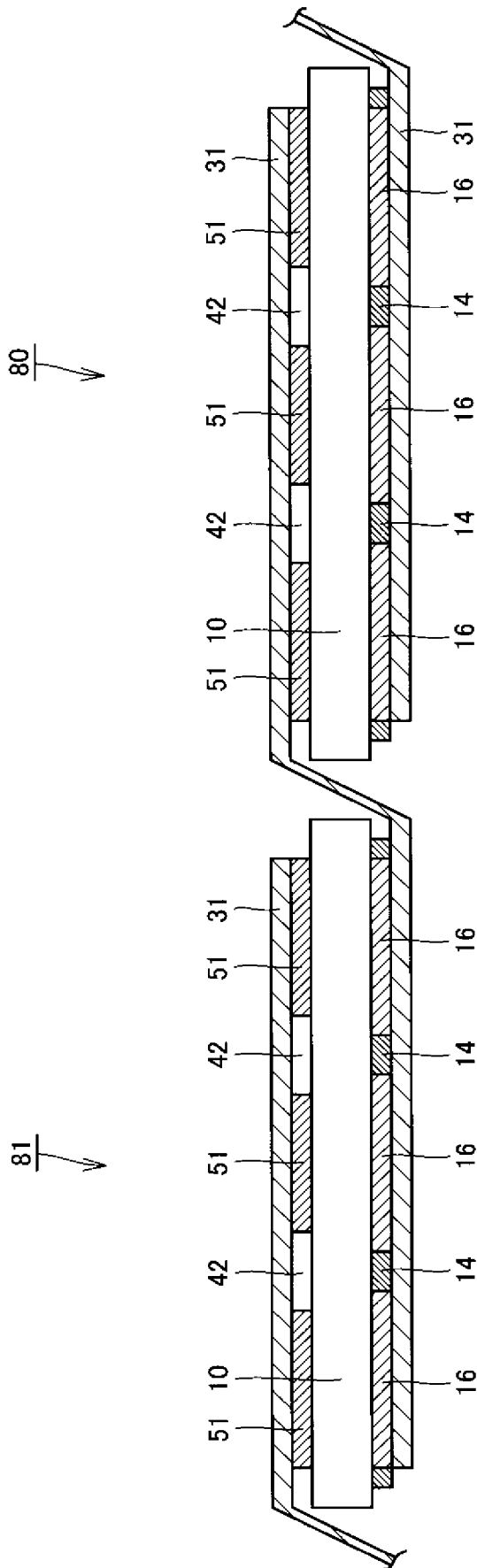


[図28]





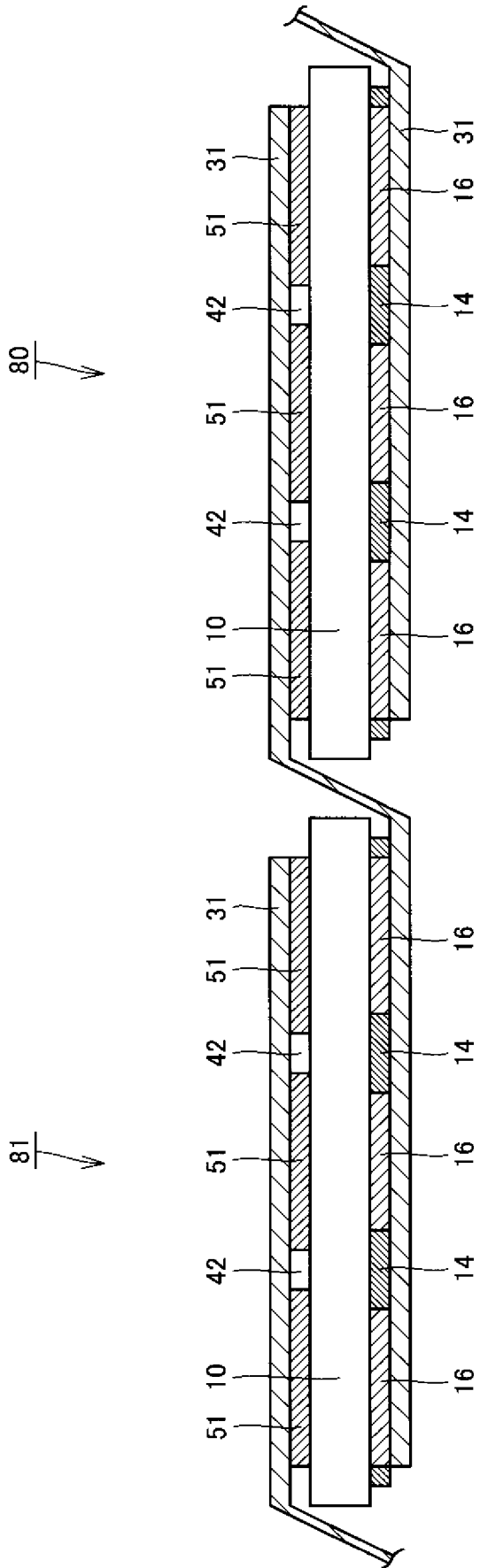
[図29]



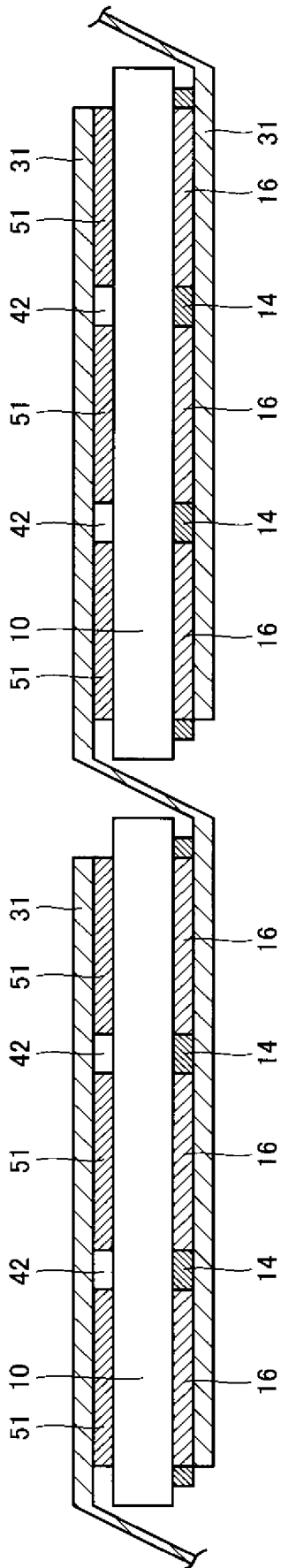
[図30]



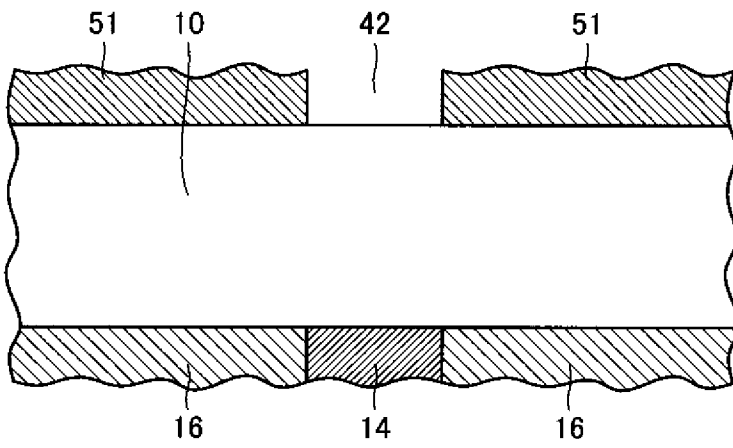
[図31]



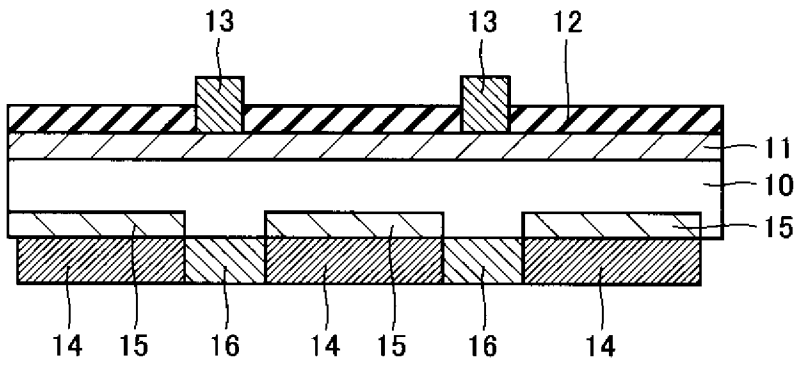
[図32]



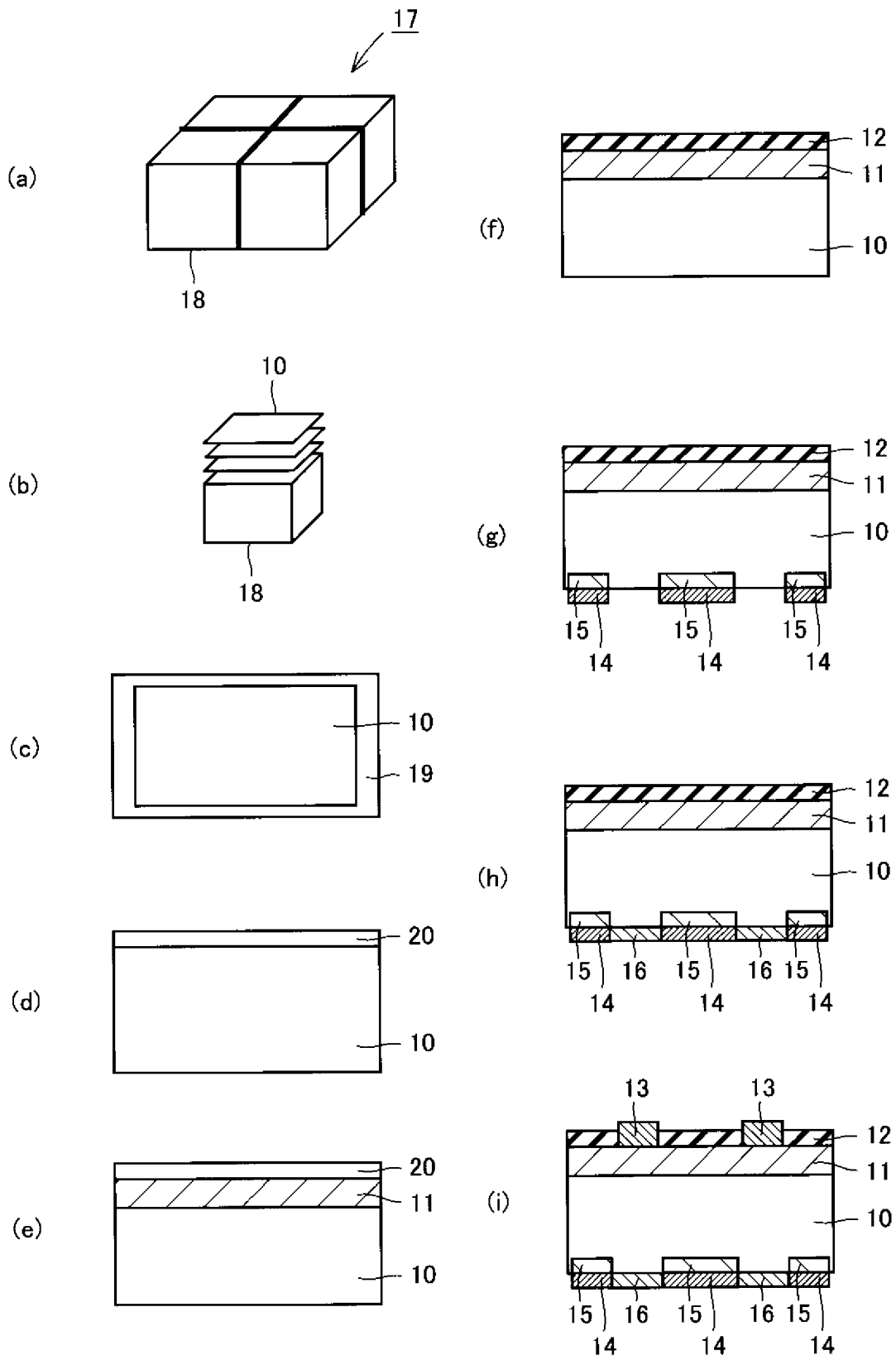
[図33]



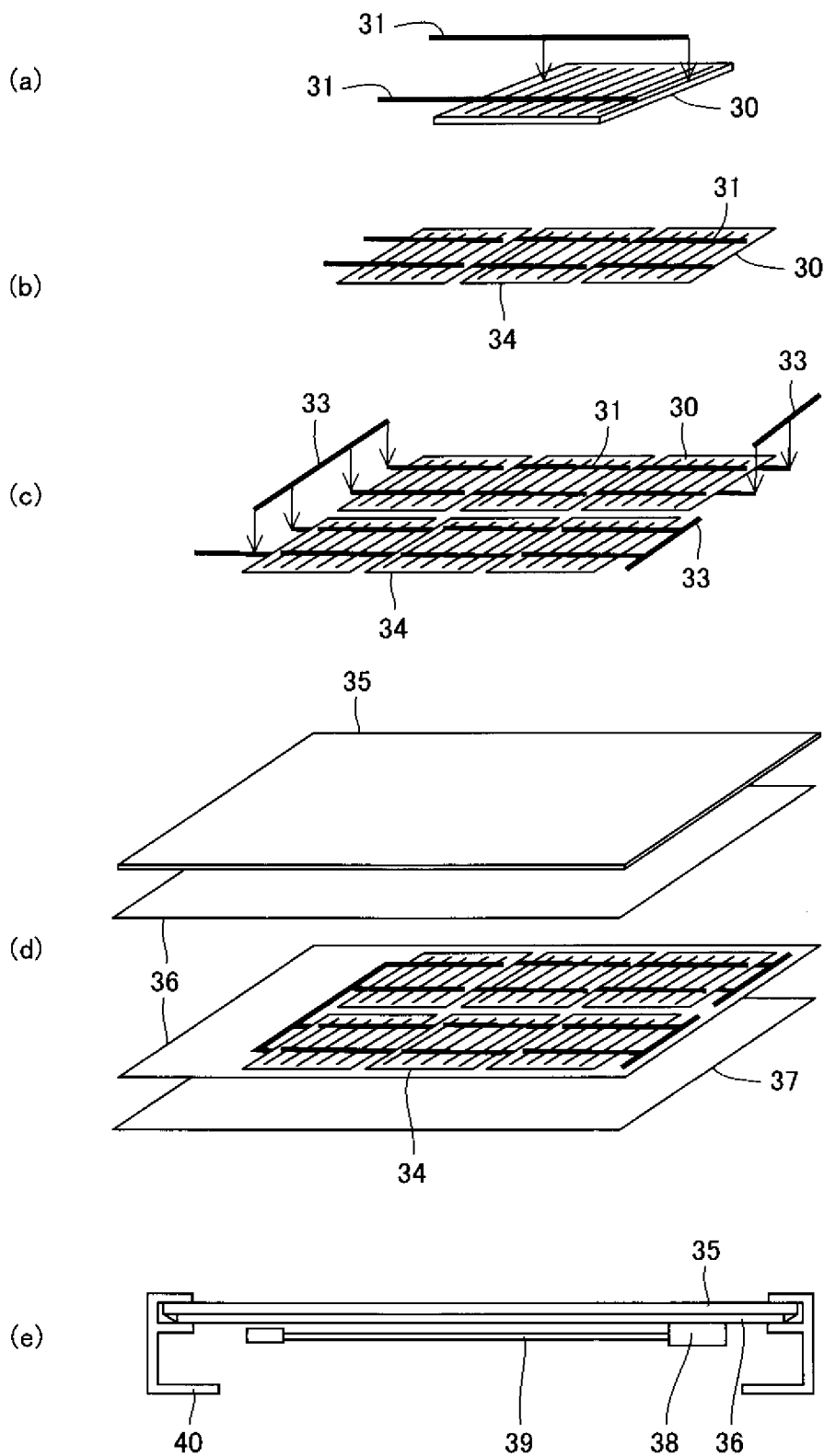
[図34]



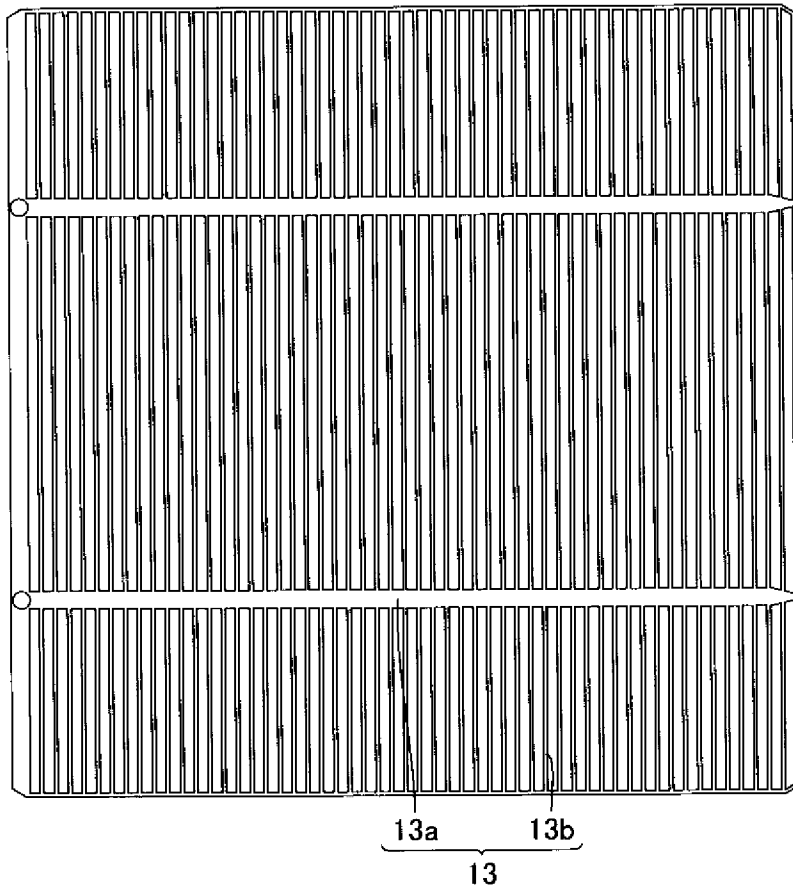
[図35]



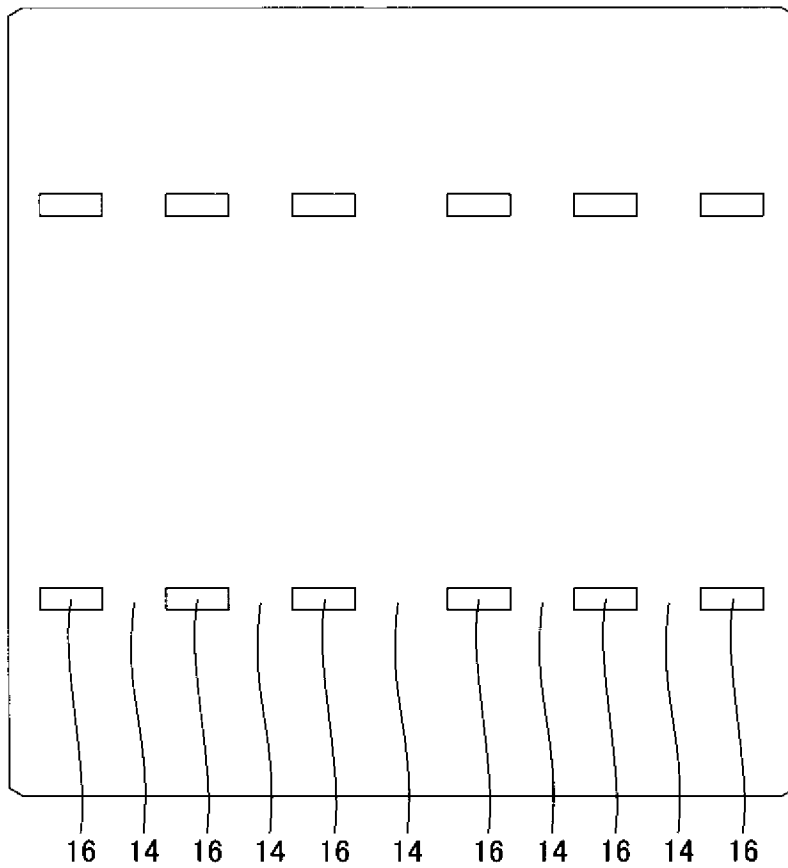
[図36]



[図37]

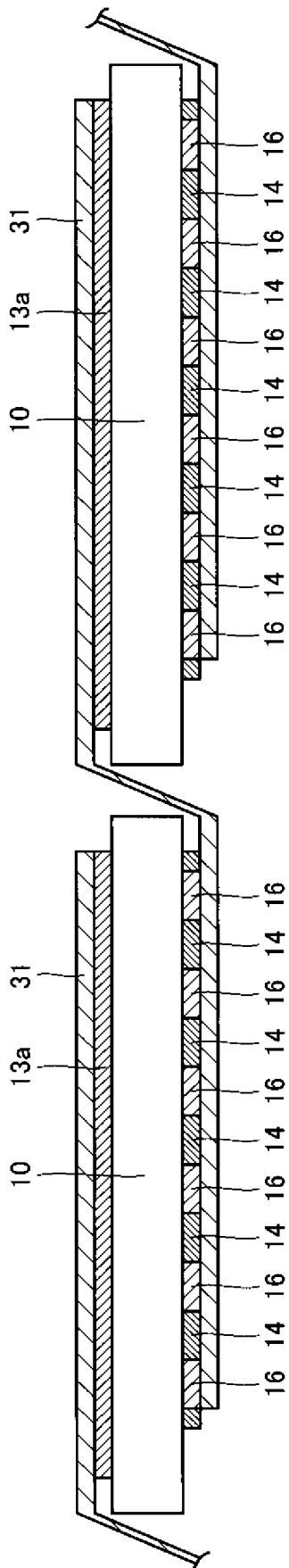


[図38]





[図39]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2006/319938

<p>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  <i>H01L31/04(2006.01) i</i></p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>														
<p>B. FIELDS SEARCHED</p> <p>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  <i>H01L31/04</i></p> <p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  <i>Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2006</i>  <i>Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2006 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2006</i></p> <p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)</p>														
<p>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width:10%;">Category*</th> <th style="width:70%;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="width:20%;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center">X</td> <td>JP 2005-252062 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 15 September, 2005 (15.09.05), Full text; all drawings (Family: none)</td> <td align="center">1-5, 11, 15, 16</td> </tr> <tr> <td align="center">Y</td> <td>JP 2005-142282 A (Sharp Corp.), 02 June, 2005 (02.06.05), Full text; all drawings (Family: none)</td> <td align="center">12-14, 17, 18</td> </tr> <tr> <td align="center">Y</td> <td>JP 1-125563 U (Toshiba Corp.), 28 August, 1989 (28.08.89), Full text; all drawings (Family: none)</td> <td align="center">12-14, 17, 18</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	JP 2005-252062 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 15 September, 2005 (15.09.05), Full text; all drawings (Family: none)	1-5, 11, 15, 16	Y	JP 2005-142282 A (Sharp Corp.), 02 June, 2005 (02.06.05), Full text; all drawings (Family: none)	12-14, 17, 18	Y	JP 1-125563 U (Toshiba Corp.), 28 August, 1989 (28.08.89), Full text; all drawings (Family: none)	12-14, 17, 18
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.												
X	JP 2005-252062 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 15 September, 2005 (15.09.05), Full text; all drawings (Family: none)	1-5, 11, 15, 16												
Y	JP 2005-142282 A (Sharp Corp.), 02 June, 2005 (02.06.05), Full text; all drawings (Family: none)	12-14, 17, 18												
Y	JP 1-125563 U (Toshiba Corp.), 28 August, 1989 (28.08.89), Full text; all drawings (Family: none)	12-14, 17, 18												
<p><input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.      <input type="checkbox"/> See patent family annex.</p>														
<p>* Special categories of cited documents:</p> <table style="width:100%;"> <tr> <td style="width:50%;"> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </td> <td style="width:50%;"> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p> </td> </tr> </table>			<p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>										
<p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>													
<p>Date of the actual completion of the international search                  30 November, 2006 (30.11.06)</p>		<p>Date of mailing of the international search report                  12 December, 2006 (12.12.06)</p>												
<p>Name and mailing address of the ISA/                  Japanese Patent Office</p>		<p>Authorized officer</p>												
<p>Facsimile No.</p>		<p>Telephone No.</p>												

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/319938

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2002-359388 A (Kyocera Corp.), 13 December, 2002 (13.12.02), Full text; all drawings (Family: none)	19
Y	JP 6-196744 A (Sharp Corp.), 15 July, 1994 (15.07.94), Full text; all drawings (Family: none)	11-14, 17, 18
Y	JP 2000-323208 A (Sharp Corp.), 24 November, 2000 (24.11.00), Full text; all drawings & EP 1037309 A2 & US 6315575 B1	11-14, 17, 18
A	JP 11-312820 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 09 November, 1999 (09.11.99), Full text; all drawings (Family: none)	1-23
A	JP 2004-134654 A (Sharp Corp.), 30 April, 2004 (30.04.04), Full text; all drawings (Family: none)	1-23
A	JP 11-251613 A (Kyocera Corp.), 17 September, 1999 (17.09.99), Full text; all drawings (Family: none)	1-23
A	JP 2000-114556 A (Sharp Corp.), 21 April, 2000 (21.04.00), Full text; all drawings (Family: none)	1-23
A	JP 10-144943 A (Sharp Corp.), 29 May, 1998 (29.05.98), Full text; all drawings (Family: none)	1-23
A	JP 6-275858 A (Taiyo Yuden Co., Ltd.), 30 September, 1994 (30.09.94), Full text; all drawings (Family: none)	1-23
A	JP 61-138256 U (Sharp Corp.), 27 August, 1986 (27.08.86), Full text; all drawings (Family: none)	1-23
A	JP 4-44166 U (Sharp Corp.), 15 April, 1992 (15.04.92), Full text; all drawings (Family: none)	1-23

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/319938

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 2003-69055 A (Sharp Corp.), 07 March, 2003 (07.03.03), Full text; all drawings & EP 1267419 A2 & US 2003/0000571 A1	1-23
A	JP 4-342172 A (Mitsubishi Electric Corp.), 27 November, 1992 (27.11.92), Full text; all drawings & US 5248347 A	1-23
A	JP 6-204510 A (Bio-Photonics, Inc.), 22 July, 1994 (22.07.94), Full text; all drawings & EP 440869 A1 & US 5158618 A	1-23
A	JP 2002-141496 A (Sharp Corp.), 17 May, 2002 (17.05.02), Full text; all drawings (Family: none)	1-23
A	JP 2002-353475 A (Kyocera Corp.), 06 December, 2002 (06.12.02), Full text; all drawings (Family: none)	1-23
A	JP 60-239067 A (Hitachi, Ltd.), 27 November, 1985 (27.11.85), Full text; all drawings (Family: none)	1-23
A	JP 2005-123445 A (Canon Inc.), 12 May, 2005 (12.05.05), Full text; all drawings & WO 2005/038934 A1	1-23

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2006/319938

**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1.  Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2.  Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3.  Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Since the feature section in claim 1 had been already publicly known when this international application is made, as disclosed in document 1, it is not a special technical feature.

Claim 2: A second noncontact section

Claim 5: A contact section being linear

Claims 6-10: A hollow pattern

Claims 11-14: Solar cell

Claims 15-23: Solar cell string/module

1.  As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2.  As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3.  As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4.  No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

**Remark on Protest**  
the

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, payment of a protest fee..
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H01L31/04(2006.01)i		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H01L31/04		
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 1971-2006年 日本国実用新案登録公報 1996-2006年 日本国登録実用新案公報 1994-2006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 請求の範囲の番号
X	JP 2005-252062 A(三洋電機株式会社)2005.09.15 全文,全図 (ファミリーなし)	1-5, 11, 15, 16
Y	JP 2005-142282 A(シャープ株式会社)2005.06.02 全部,全図 (ファミリーなし)	12-14, 17, 18
Y	JP 1-125563 U(株式会社東芝)1989.08.28 全文,全図 (ファミリーなし)	12-14, 17, 18
Y	JP 2002-359388 A(京セラ株式会社)2002.12.13, 全文,全図 (ファミリーなし)	19
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input 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日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 30.11.2006	国際調査報告の発送日 12.12.2006	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 道祖土 新吾 電話番号 03-3581-1101 内線 3255	2K 9814

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 6-196744 A(シャープ株式会社)1994. 07. 15, 全文, 全図 (ファミリーなし)	11-14, 17, 18
Y	JP 2000-323208 A(シャープ株式会社)2000. 11. 24, 全文, 全図 & EP 1037309 A2 & US 6315575 B1	11-14, 17, 18
A	JP 11-312820 A(三洋電機株式会社)1999. 11. 09, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-23
A	JP 2004-134654 A(シャープ株式会社)2004. 04. 30, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-23
A	JP 11-251613 A(京セラ株式会社)1999. 09. 17, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-23
A	JP 2000-114556 A(シャープ株式会社)2000. 04. 21, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-23
A	JP 10-144943 A(シャープ株式会社)1998. 05. 29, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-23
A	JP 6-275858 A(太陽誘電株式会社)1994. 09. 30, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-23
A	JP 61-138256 U(シャープ株式会社)1986. 08. 27, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-23
A	JP 4-44166 U(シャープ株式会社)1992. 04. 15, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-23
A	JP 2003-69055 A(シャープ株式会社)2003. 03. 07, 全文, 全図 & EP 1267419 A2 & US 2003/0000571 A1	1-23
A	JP 4-342172 A(三菱電機株式会社)1992. 11. 27, 全文, 全図 & US 5248347 A	1-23
A	JP 6-204510 A(バイオフォトニクス インコーポレイテ ド)1994. 07. 22, 全文, 全図 & EP 440869 A1 & US 5158618 A	1-23
A	JP 2002-141496 A(シャープ株式会社)2002. 05. 17, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-23
A	JP 2002-353475 A(京セラ株式会社)2002. 12. 06, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-23
A	JP 60-239067 A(株式会社日立製作所)1985. 11. 27, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-23
A	JP 2005-123445 A(キヤノン株式会社)2005. 05. 12, 全文, 全図 & WO 2005/038934 A1	1-23

## 第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1.  請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2.  請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3.  請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

## 第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところこの国際調査機関は認めた。  
請求の範囲1に記載される特徴部は、文献1に開示されるように、出願当時既に公知になっていたものと認められるから、特別な技術的特徴ではないものと認められる。  
請求の範囲2：第2非接触部  
請求の範囲5：接続部が線状  
請求の範囲6-10：中空パターン  
請求の範囲11-14：太陽電池  
請求の範囲15-23：太陽電池ストリング・モジュール

1.  出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2.  追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3.  出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4.  出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

## 追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- 追加調査手数料の納付を伴う異議申立てがなかった。