

(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
2012 年 12 月 20 日(20.12.2012)



(10) 国際公開番号

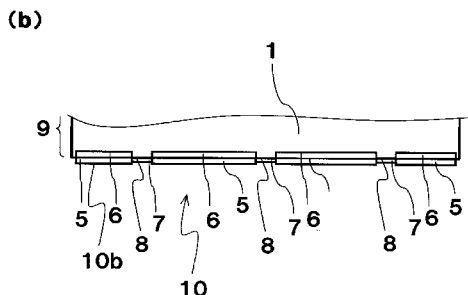
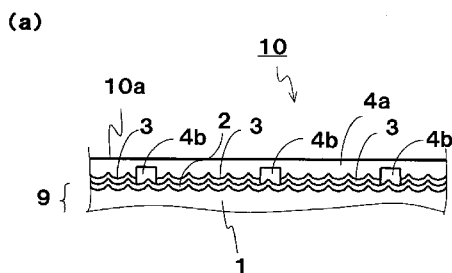
WO 2012/173203 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 31/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/065274
- (22) 国際出願日: 2012 年 6 月 14 日(14.06.2012)
- (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 2011-132504 2011 年 6 月 14 日(14.06.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 京セラ株式会社 (KYOCERA CORPORATION) [JP/JP]; 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 梅田 耕太郎 (UMEDA, Kotaro) [JP/JP]; 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地 京セラ株式会社内 Kyoto (JP). 手島 良太 (TESHIMA, Ryota) [JP/JP]; 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地 京セラ株式会社内 Kyoto (JP). 菅原 信 (SUGAWARA, Shin) [JP/JP]; 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地 京セラ株式会社内 Kyoto (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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (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, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: SOLAR CELL AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 発明の名称: 太陽電池およびその製造方法

[図3]



(57) Abstract: In order to provide a highly reliable excellent solar cell, wherein a use quantity of an electrode material is reduced as much as possible, and a method for manufacturing the solar cell, a solar cell (10) of the present invention has: a semiconductor base body (9); a finger electrode (4b), which is disposed on the semiconductor base body (9), and has a plurality of linear conducting bodies; reflection preventing layers (3), which are disposed at least at regions between the adjacent linear conducting bodies of the finger electrode (4b), said regions being on the semiconductor base body (9); and a bus bar electrode (4a), which is disposed over the reflection preventing layers (3) at a plurality of regions such that the bus bar electrode intersects the linear conducting bodies of the finger electrode (4b), is connected to the linear conducting bodies that the bus bar electrode intersects, and is composed of a solder.

(57) 要約: 電極材料の使用量を極力減らすことができ、信頼性の高い優れた太陽電池およびその製造方法を提供するために、本発明に係る太陽電池 10 は、半導体基体 9 と、半導体基体 9 の上に配置されている、複数の線状導体を有するフィンガー電極 4b と、半導体基体 9 の上の少なくともフィンガー電極 4b の隣り合う線状導体の間に配置されている反射防止層 3 と、複数箇所の反射防止層 3 に渡ってフィンガー電極 4b の線状導体に交差して配置されて、交差している線状導体に接続されている、はんだからなるバスバー電極 4a とを有する。

明 細 書

発明の名称：太陽電池およびその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は太陽電池素子等の太陽電池およびその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 太陽電池の電極に用いる銀等の高価な材料の使用量を減らして、電極と半導体基板との接着力を高めるために、例えば、太陽電池を構成するシリコン基板の裏面周辺部のリードフレームの接続予定領域に銀ペーストを塗布乾燥する工程と、リードフレームの接続予定領域の銀ペーストの一部に重なるように、裏面にアルミペーストを塗布乾燥する工程と、焼成によってB S F (Back Surface Field) 層およびパッド銀電極を形成する工程とを有する太陽電池の製造方法が提案されている（例えば、特開平5-326990号公報等を参照）。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0003] しかしながら、従来の製造方法では信頼性の高い太陽電池を得るには不十分であったので、さらに、銀等の電極材料の使用量を低減しつつ、電極と半導体基板との接着力を確実に向上させることができる優れた太陽電池が望まれている。

[0004] そこで、本発明では銀等の電極材料の使用量を確実に減らすことができ、信頼性等に優れた太陽電池およびその製造方法を提供することを目的の一つとする。

課題を解決するための手段

[0005] 本発明の一形態に係る太陽電池は、半導体基体と、該半導体基体の上に配置されている、複数の線状導体を有するフィンガー電極と、前記半導体基体の上の少なくとも前記フィンガー電極の隣り合う前記線状導体の間に配置されている反射防止層と、複数の前記反射防止層に渡って前記フィンガー電極

の前記線状導体に交差して配置されて、交差している前記線状導体に接続されている、はんだからなるバスバー電極とを有する。

[0006] 本発明の一形態に係る太陽電池の製造方法は、半導体基体の上に複数の線状導体を有するフィンガー電極を形成するフィンガー電極形成工程と、隣り合う前記線状導体の間に反射防止層を形成する反射防止層形成工程と、前記フィンガー電極の前記線状導体に交差して接続されるように、複数の前記反射防止層に渡って、はんだからなるバスバー電極を形成するバスバー電極形成工程とを有する。

発明の効果

[0007] 上記構成の太陽電池およびその製造方法によれば、バスバー電極をはんだによって直接反射防止層に接合させることができる。これにより、従来使用してきた電極材料の使用量を確実に低減することができて、さらに、はんだと反射防止層との密着性を高めることができるので、信頼性の高い太陽電池を提供することができる。また、はんだの上に配線導体を設ける場合にも、配線導体とはんだとの密着性を高めることができて、信頼性の高い太陽電池を提供できる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]図1は、本発明の一形態に係る太陽電池の一例を受光面側からみた平面模式図である。

[図2]図2は、本発明の一形態に係る太陽電池の一例を非受光面側からみた平面模式図である。

[図3]図3は、本発明の一形態に係る太陽電池の一例を示す図であり、図3（a）は図1におけるA－A線方向で切断した断面模式図であり、図3（b）は図1におけるB－B線方向で切断した断面模式図である。

[図4]図4（a），（b）は、それぞれ本発明の一形態に係る太陽電池の製造方法の一例を模式的に説明する斜視図である。

[図5]図5は、本発明の一形態に係る太陽電池の一例を模式的に説明する斜視図である。

[図6]図6 (a) ~ (c) は、それぞれ本発明の一形態に係る太陽電池の製造方法の一例を模式的に説明する斜視図である。

[図7]図7 (a), (b) は、それぞれ本発明の一形態に係る太陽電池の一部分の例を拡大して示す図であり、バスバー電極の上に配線導体を配置する場合の一例を示す断面模式図である。

[図8]図8 (a) ~ (c) は、それぞれ本発明の一形態に係る太陽電池の製造方法の一例を模式的に説明する斜視図である。

[図9]図9 (a) ~ (c) は、それぞれ本発明の一形態に係る太陽電池の一部分の例を拡大して示す断面模式図である。

[図10]図10は、バスバー電極を配置する箇所におけるフィンガー電極の変形例を示す図であり、図10 (a) は平面模式図であり、図10 (b) は図10 (a) のC部における拡大平面模式図である。

[図11]図11 (a), (b) は、それぞれバスバー電極を配置する箇所におけるフィンガー電極の変形例を示す図であり、図10 (a) のC部と同様な箇所における拡大平面模式図である。

[図12]図12は、バスバー電極を配置する箇所におけるフィンガー電極の変形例を示す図であり、図12 (a) は平面模式図であり、図12 (b) は図12 (a) のD部における拡大平面模式図である。

[図13]図13 (a), (b) は、それぞれバスバー電極を配置する箇所におけるフィンガー電極の変形例を示す拡大断面模式図である。

[図14]図14は、本発明の一形態に係る太陽電池の変形例を説明する図であり、図14 (a) は平面模式図であり、図14 (b) は図14 (a) におけるE-E線方向で切断した断面模式図である。

[図15]図15は、本発明の一形態に係る太陽電池の変形例を説明する平面模式図である。

[図16]図16は、本発明の一形態に係る太陽電池の導体配置領域の変形例を説明する平面模式図である。

[図17]図17は、本発明の一形態に係る太陽電池の導体配置領域の変形例を

説明する平面模式図である。

[図18]図 1 8 は、本発明の一形態に係る太陽電池の導体配置領域の変形例を説明する平面模式図である。

[図19]図 1 9 (a), (b) は、それぞれ本発明の一形態に係る太陽電池の配線導体の変形例を模式的に説明する斜視図である。

[図20]図 2 0 は、本発明の一形態に係る太陽電池の配線導体の変形例を説明する断面模式図である。

[図21]図 2 1 は、本発明の一形態に係る太陽電池の配線導体の変形例を模式的に説明する斜視図である。

[図22]図 2 2 は、本発明の一形態に係る太陽電池の一例を模式的に説明する分解斜視図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、本発明の一形態に係る太陽電池およびその製造方法について図面を参照しつつ詳細に説明する。なお、図面は模式的に示したものであるので、図面における各構成の寸法比および位置関係等は必ずしも正確ではない。

[0010] <太陽電池の基本的構成>

太陽電池の基本的構成の一例について説明する。図 1 乃至 3 に示すように、太陽電池素子である太陽電池 1 0 は、光が入射する受光面（以下、第 1 面という）1 0 a と、第 1 面 1 0 a の反対側に位置する非受光面（以下、第 2 面という）1 0 b とを有する。また、太陽電池 1 0 は、例えば板状の半導体基体 9 を備えている。

[0011] 半導体基体 9 は、例えば、一導電型の半導体領域である基板状の第 1 半導体部 1 と、第 1 半導体部 1 における第 1 面 1 0 a 側に設けられた逆導電型の半導体領域である逆導電型層の第 2 半導体部 2 とから構成される。

[0012] また、太陽電池 1 0 は、半導体基体 9 の上に配置されている反射防止層 3 と第 1 電極 4 とを備えている。第 1 電極 4 は、複数の線状導体を有するフィンガー電極 4 b と、フィンガー電極 4 b の線状導体の幅よりも太い、はんだからなるバスバー電極 4 a とを有する。

[0013] 反射防止層 3 は、半導体基体 9 の上に配置されているとともに、フィンガー電極 4 b の隣り合う線状導体の間に配置されている。また、バスバー電極 4 a は、複数の反射防止層 3 に渡って、これら反射防止層 3 の上に、フィンガー電極 4 b の線状導体に交差して配置されている。そして、バスバー電極 4 a はフィンガー電極 4 b の線状電極に接続されている。フィンガー電極 4 b とバスバー電極 4 a とは、互いに異なる材料からなるものとしてもよい。例えば、フィンガー電極 4 b を導電性に優れた例えば銀材料で構成してもよい。

[0014] 半導体基体 9 の第 2 面 10 b 上には、導体配置領域 8 を有する裏面電極である第 2 電極 5 と、導体配置領域 8 に設けられているとともに、半導体基体 9 および第 2 電極 5 のそれぞれに付着しているはんだ 7 とを少なくとも有している構成としてもよい。ここで、導体配置領域 8 とは、太陽電池 10 の第 2 面 10 b 側において、少なくとも導体であるはんだ 7 が半導体基体 9 に接している部分をいうものとし、その領域においてリードフレーム等の配線導体が配置され得る箇所をいうものとする。

[0015] バスバー電極 4 a と反射防止層 3 とは、例えば超音波振動を利用した超音波はんだ付によって強固に接合されている。また、はんだ 7 と半導体基体 9 とにおいても、例えば超音波振動を利用した超音波はんだ付によって、はんだ 7 が半導体基体 9 に強固に接合されている。特にフラックスを不要とする超音波はんだ付によって、反射防止層 3 および半導体基体 9 の表面に存在していた酸化物の除去が促進される。これにより、バスバー電極 4 a が反射防止層 3 に直接強固に付着して、また、はんだ 7 が半導体基体 9 に直接強固に付着する。このように、超音波はんだ付を用いることによって、腐食等の原因となるフラックスを用いることなく、バスバー電極 4 と反射防止層 3 とを、また、はんだ 7 と半導体基体 9 とをそれぞれ強固に接合することができる。

[0016] 第 1 半導体部 1 には、例えば所定のドーパント元素（導電型制御用の不純物）を有して一導電型（例えば p 型）を呈する単結晶シリコン基板または多

結晶シリコン基板等の結晶シリコン基板が好適に用いられる。第1半導体部1の厚みは、例えば、 $250\mu\text{m}$ 以下であるのが好ましく、 $150\mu\text{m}$ 以下とするのがさらに好ましい。第1半導体部1の形状は、特に限定されないが、図示されているように、平面視して四角形状であれば製法上および多数の太陽電池素子を配列して太陽電池モジュールを構成する際の観点等から好適である。なお、半導体基体9としては、シリコンが50質量%以上含まれたシリコンが主成分の結晶質シリコン系の材料を使用すると好適であるが、結晶質シリコン系以外の半導体材料を用いてもよい。半導体基体9は、例えば、薄膜シリコン系（アモルファスシリコンおよび微結晶シリコンのうち少なくとも一方を含む）の半導体材料またはシリコンゲルマニウム等の半導体材料が使用可能である。ただし、半導体基体9として結晶質シリコンを用いると作製が容易であり、製造コストおよび光電変換効率等の点で好適である。

[0017] 太陽電池10は、上記構成に加えて、バスバー電極4aおよびはんだ7の少なくとも一方の上に、後述する配線導体を少なくとも設けた構成であってもよい。この場合においても、超音波はんだ付等を用いることによって、バスバー電極4aと配線導体11との密着性を高めることができ、また、配線導体11とはんだ7と半導体基体9との密着性を高めることができるので、信頼性の高い太陽電池を提供できる。

[0018] なお、太陽電池10は前述したように単に太陽電池素子のみを指すのではなく、後述するように1以上の太陽電池素子を適当な材料を用いて支持基板上に封止した構成の太陽電池モジュール等を含むものとする。

[0019] <太陽電池の具体的構成>

次に、太陽電池10のより具体的構成の例について説明する。p型の導電型を呈する結晶シリコン基板を用いる例を説明する。結晶シリコンからなる第1半導体部1がp型を呈するようにする場合、ドーパント元素としては、例えばボロンまたはガリウムを用いるのが好適である。

[0020] 第2半導体部2は、第1半導体部1と逆の導電型を呈する層であり、第1半導体部1における第1面10a側に設けられている。すなわち、第2半導

体部 2 は半導体基体 9 の表層内に形成されている。第 1 半導体部 1 として p 型の導電性を呈するシリコン基板を使用する場合、第 2 半導体部 2 は n 型の導電性を呈するように形成される。一方、第 1 半導体部 1 として n 型の導電性を呈するシリコン基板を使用する場合、第 2 半導体部 2 は、p 型の導電性を呈するように形成される。また、p 型の導電性の領域と n 型の導電性の領域との間には p n 接合部が形成される。このような第 2 半導体部 2 は、p 型の導電性を呈するシリコン基板を用いる場合、例えば、このシリコン基板における第 1 面 10 a となる側にリン等の不純物を拡散させることによって形成できる。

[0021] 反射防止層 3 は、所望の波長領域の光の反射率を低減させて、光生成キャリア量を増大させる役割を果たすので、太陽電池素子 10 の光電流密度 J_{sc} を向上させることができる。反射防止層 3 は、例えば窒化シリコン膜、酸化チタン膜、酸化シリコン膜、酸化マグネシウム膜、酸化インジウムスズ膜、酸化スズ膜または酸化亜鉛膜などを含む。反射防止層 3 の厚みは、用いる材料によって適宜選択されて、入射光に対して無反射条件を実現できる厚みであればよい。例えばシリコンからなる半導体基体 9 を用いる場合には、反射防止層 3 の屈折率は 1.8 ~ 2.3 程度であって、その厚みは 500 ~ 1200 Å 程度であることが好ましい。また、反射防止層 3 に窒化シリコン膜を用いた場合は、パッシベーション効果も有するので好適である。

[0022] 第 1 半導体部 1 の第 2 面 10 b 側において、第 2 電極 5 が形成される部位には B S F 領域 6 が設けられている。B S F 領域 6 は第 1 半導体部 1 における第 2 面 10 b の近傍で少数キャリアの再結合による効率の低下を低減させる役割を有しており、第 1 半導体部 1 における第 2 面 10 b 側に内部電界を形成するものである。B S F 領域 6 は第 1 半導体部 1 と同一の導電性を呈しているが、B S F 領域 6 は、第 1 半導体部 1 が p 型を呈するのであれば、不純物濃度がより高い p⁺半導体領域となっている。B S F 領域 6 は、例えば第 2 面 10 b 側にボロンまたはアルミニウムなどのドーパント元素を拡散させることによって、これらドーパント元素の濃度が $1 \times 10^{18} \sim 5 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ 程度とすることが好ましい。

ms/c m³程度となるように形成されるとよい。

[0023] 図1に示すように、第1電極4は出力取出電極であるバスバー電極4aと複数の線状導体を有した集電電極であるフィンガー電極4bとを有する。バスバー電極4aの一部は、フィンガー電極4bと交差して接続している。

[0024] 図3(a)に示すように、バスバー電極4aは、半導体基体9の上の少なくともフィンガー電極4bの隣り合う線状導体の間に配置されている複数箇所の反射防止層3に渡って、フィンガー電極4bの複数の線状導体に交差して、これらの線状導体に接続されている。このバスバー電極4aは、例えば、1.3～2.5mm程度の幅を有している。

[0025] 一方、フィンガー電極4bは線状であり、その幅が50～200μm程度であるため、バスバー電極4aよりも幅が小さい。また、フィンガー電極4bは、複数の線状電極が互いに1.5～3mm程度の間隔を空けて設けられている。フィンガー電極4bは、さらにこれらを電氣的に接続する複数の線状電極を有していてもよい。また、このような第1電極4の厚みは10～40μm程度である。

[0026] フィンガー電極4bは、例えば銀のように導電性が良好な金属材料を含む導電ペーストを、スクリーン印刷等によって所望の形状に塗布した後、焼成することによって形成することができる。また、バスバー電極4aははんだを反射防止層3に接触させてフィンガー電極4bの線状導体に交差するように超音波はんだ付にて形成する。

[0027] 第2電極5の厚みは1～40μm程度であり、第1半導体部1における第2面10b側の面の略全面に形成される。この第2電極5は、例えば銀またはアルミニウムを主成分とする導電ペーストを塗布した後に焼成する、または、スパッタリング法もしくは蒸着法を用いて製膜することによって形成することができる。導電層を有する第2電極5はBSF領域6を通じて第1半導体部1と電氣的に接続される。

[0028] また、図3(b)に示すように、太陽電池10の第2面10b側にはんだ7を有する構成としてよい。このように第2面10b側を構成すれば、従来

のように配線導体 11 と太陽電池とを接続するための銀等の電極材料を使用しないので、封止材を使用した場合の封止材からの酸による腐食を抑制することができる上に、電極材料による反りも抑制できる。また、第 2 電極 5 としてアルミニウムを使用すればアルミニウムの形成領域を広くすることによって、BSF 領域 6 を広く形成することができる。従来、はんだ 7 を設ける領域に銀等の電極材料を配する場合、電極材料と半導体基板 9 との密着強度を確保するために、例えば 2 ～ 4 mm 程度の横幅の導体配置領域 8 を設けて、この導体配置領域 8 に銀等の電極材料を配置するようにすると、アルミニウムの形成領域を増やすことは困難であった。一方、本実施形態では、半導体基体 9 とはんだとの密着強度は半導体基体 9 と銀等の電極材料との密着強度よりも大きいので、同等の密着強度を必要とする場合、導体配置領域 8 の横幅を小さくして、つまり導体配置領域 8 の領域を小さくして、アルミニウムの形成領域を増やすことができる。

[0029] また、例えば、はんだ 7 は第 2 電極 5 の上面に接合しない状態で導体配置領域 8 に面した第 2 電極 5 の側面に接合してもよい。この場合、第 2 電極 5 の上面がはんだ 7 で覆われていないので、はんだ 7 の体積を少なくして、はんだ 7 の熱収縮による太陽電池 10 への影響を少なくすることができる。これにより、太陽電池 10 の反りを少なくすることが可能であり、信頼性の高い太陽電池 10 を提供できる。

[0030] また、例えば、はんだ 7 は第 2 電極 5 の上面と導体配置領域 8 に面した第 2 電極 5 の側面との双方に付着していてもよい。この場合、はんだ 7 が第 2 電極 5 の上面を覆っているので、第 2 電極 2 と半導体基体 9 との接触面積を広くすることができて太陽電池特性に有利である。

[0031] また、バスバー電極 4a およびはんだ 7 の組成は特に限定されないが、例えばスズと鉛との合金またはスズと亜鉛との合金を含むものとするのがよい。はんだ 7 がスズと鉛との合金の場合、スズ：鉛の質量比は 60 ～ 80 : 20 ～ 40 とするとよく、さらにアンチモンを合金全体（100 質量%）に対して 1 ～ 20 質量%程度含ませるのがよい。また、はんだ 7 がスズと亜鉛と

の合金の場合、スズ：亜鉛の質量比は80～99.9：0.1～20とする
とよい。

[0032] また、バスバー電極4 aおよびはんだ7の組成は、スズと銀とビスマスとの合金を含むものであってもよい。はんだ7がスズと銀とビスマスとの合金の場合、スズ：銀：ビスマスの質量比は78～99：0.1～20：0.1～10とするのがよい。

[0033] また、バスバー電極4 aおよびはんだ7の組成は、スズと銀と銅との合金を含むものであってもよい。はんだ7がスズと銀と銅との合金の場合、スズ：銀：銅の質量比は78～99：0.1～10：0.1～10とするのがよい。

[0034] また、バスバー電極4 aおよびはんだ7の組成は、スズとアルミニウム、またはガリウム、またはインジウムを含むものであってもよい。はんだ7をこれらの組成とすると、第1半導体部1に上記p型のドーパント元素が拡散することによって、第1半導体部1における第2面10 bの近傍で少数キャリアの再結合による効率の低下を低減させることができる。

[0035] また、バスバー電極4 aおよびはんだ7は、環境面への配慮から鉛を含まないもの、例えばスズー亜鉛ーアンチモン系のはんだを用いることが好ましい。

[0036] 第2電極5としてアルミニウムを主成分（60質量%以上）として含み、はんだ7と第2電極5との接合部にははんだ成分とアルミニウムを含む合金層が存在している。この合金層によって、はんだ7と第2電極5とのコンタクト抵抗を低減でき好適である。また、超音波はんだ付によって、はんだ7と第2電極5の表面に形成されている酸化膜が除去され、合金層が形成されやすくなる。

[0037] 導体配置領域8は半導体基体9を複数箇所で露出させる複数の貫通孔であってもよい。また、導体配置領域8は平面視して半導体基体9の一端部から所定位置まで半導体基体9を露出させる長尺領域を含むものであってもよい。また、導体配置領域8は平面視して第2電極5の一端部から他端部まで半

導体基体 9 を露出させる長尺領域であってもよい。ここで、特に導体配置領域 8 の第 2 電極 5 の一端側に位置している部位の幅が他の部位よりも広いと、この広い箇所においてこの箇所に設ける後記する配線導体 11 と半導体基体 9 との密着性が向上するため好適である。

[0038] 図 4 に示すように、太陽電池 10 の第 1 面 10 a 側において、バスバー電極 4 a の上に長尺のリードフレーム等の配線導体 11 を設けたものである場合、または図 5 に示すように、太陽電池 10 の第 2 面 10 b の側においても、はんだ 7 の上に配線導体 11 を設けたものである場合、配線導体 11 の表面は上記した組成のはんだで厚さ 5 ～ 100 μm 程度に被覆されていてもよい。この場合、被覆するはんだの組成は特に限定されないが、上述した組成とすることによって、配線導体 11 はバスバー電極 4 a の上に、または配線導体 11 ははんだ 7 の上に、それぞれ強固に接着することが可能となる。これにより、配線導体 11 とバスバー電極 4 a との密着性、および配線導体 11 とはんだ 7 との密着性が向上する。また、配線導体 11 は厚さ 0.1 ～ 0.8 mm 程度の銅箔またはアルミ箔等の金属箔であってもよい。

[0039] また、バスバー電極 4 a およびはんだ 7 を構成するはんだの融点は、配線導体 11 の表面を被覆するはんだの融点よりも高くするとよい。これにより、配線導体 11 をバスバー電極 4 a およびはんだ 7 に接着する際の温度を、例えば 255℃以上 305℃以下の高温で接着した場合であっても、半導体基体 9 側のはんだ 7 が溶融しないことから、配線導体 11 と半導体基体 9 側との密着性が向上する。

[0040] <太陽電池の製造方法>

次に、太陽電池 10 の製造方法の例について説明する。

[0041] まず、本実施形態の太陽電池の基本的な製造方法の一例について説明する。上記構成の太陽電池の製造方法において、図 3 (a) に示すように、半導体基体 9 上に複数の線状導体を有するフィンガー電極 4 b および隣り合う線状導体の間に反射防止層 3 を形成する（反射防止層形成工程）。その後、フィンガー電極 4 b の線状導体に交差して接続されるように、複数箇所の反射

防止層 3 に渡ってバスバー電極 4 a を形成するバスバー電極形成工程を行なう。

[0042] このバスバー電極形成工程において、反射防止層 3 の上に上記組成のはんだを接触させて超音波はんだ付にてはんだからなるバスバー電極 4 a を形成する。また、バスバー電極形成工程の後に、バスバー電極 4 a の上に配線導体 1 1 を接続する配線導体接続工程を行なうこともできる。また、配線導体 1 1 として銅箔またはアルミ箔等の金属箔を用いてもよい。または、配線導体 1 1 として表面が上述した組成を含むはんだで被覆された銅箔等の金属箔を用いてもよい。なお、はんだで配線導体 1 1 の表面を被覆する方法としては、はんだディップ法またははんだメッキ法がある。

[0043] 次に、太陽電池 1 0 の製造方法の具体例について説明する。まず、半導体基体 9 の基体準備工程について説明する。半導体基体 9 を主に構成する第 1 半導体部 1 に単結晶シリコン基板を使用する場合は、例えば引き上げ法などによって作製される。一方、第 1 半導体部 1 に多結晶シリコン基板を使用する場合は、例えば鋳造法などによって作製される。なお、以下では、最初に用意する基体として p 型の多結晶シリコンを使用する例について説明する。

[0044] 最初に、例えば鋳造法によって p 型の多結晶シリコンのインゴットを作製する。次いで、そのインゴットを例えば $250\text{ }\mu\text{m}$ 以下の厚みにスライスして基板を得る。その後、この基板の切断面の機械的ダメージ層および汚染層を清浄化するために、表面を NaOH、KOH、フッ酸またはフッ硝酸などを用いた溶液によってごく微量エッチングするのが望ましい。なお、このエッチング工程の後に、ウェットエッチング方法を用いて、基板の表面に微小な凹凸構造を形成するのがさらに望ましい。また、ウェットエッチング法において、前述のダメージ層の除去工程を省略することも可能である。このようにして、第 1 半導体部 1 を有する半導体基体 9 を用意することができる。

[0045] 次に、第 1 半導体部 1 における第 1 面 1 0 a 側に n 型の第 2 半導体部 2 を形成する。このような第 2 半導体部 2 は、ペースト状態にした P_2O_5 を第 1 半導体部 1 の表面に塗布して熱拡散させる塗布熱拡散法、ガス状態にしたオ

キシ塩化リン (POCl_3) を拡散源とした気相熱拡散法、またはリンイオンを直接拡散させるイオン打ち込み法などによって形成される。この第2半導体部2は0.2~2 μm 程度の深さ、60~150 $\Omega/\square$ 程度のシート抵抗に形成される。なお、第2半導体部2の形成方法は上記方法に限定されるものではなく、例えば薄膜技術を用いて、水素化アモルファスシリコン膜または微結晶シリコン膜を含む結晶質シリコン膜などを形成してもよい。さらに、第1半導体部1と第2半導体部2との間にi型シリコン領域を形成してもよい。

[0046] 次に、第1半導体部1の第2面10b側に第2半導体部2が形成された場合には、第2面10b側のみをエッチングして除去することによって、p型の導電型領域を露出させてもよい。例えば、フッ硝酸溶液に第1半導体部1における第2面10b側のみを浸して第2半導体部2を除去する。その後、第2半導体部2を形成する際に、第1半導体部1の表面に付着した燐ガラスをエッチングして除去する。このように、燐ガラスを残存させて第2面10b側に形成された第2半導体部2を除去することによって、燐ガラスがエッチングマスクの役割を果たす。これにより、第1面10a側の第2半導体部2が除去されたり、ダメージを受けるのを低減することができる。

[0047] 以上により、p型半導体領域を有する第1半導体部1と第2半導体部2とを備えた半導体基体9を準備することができる。

[0048] 次に、図6(a)に示すように、半導体基体9上に反射防止層3を形成する。反射防止層3は、例えば、PECVD (plasma enhanced chemical vapor deposition) 法、蒸着法またはスパッタリング法などを用いて形成される。例えば、窒化シリコン膜からなる反射防止層3をPECVD法で形成する場合、反応室内を500℃程度にして、シラン (SiH_4) とアンモニア (NH_3) との混合ガスを窒素 (N_2) ガスで希釈し、グロー放電分解でプラズマ化させて堆積させることで反射防止層3が形成される。

[0049] 次に、第1電極4 (バスバー電極4a、フィンガー電極4b) と第2電極5とを以下のようにして形成する。

[0050] 次に、図6（b）に示すように、第1面10a側に形成するフィンガー電極4bは、例えば銀等からなる金属粉末と、有機ビヒクルと、ガラスフリットとを含有する銀ペーストを用いて作製される。この銀ペーストを半導体基体9の第1面10a側に塗布して、その後、最高温度600～850℃で数十秒～数十分程度焼成する。ファイヤースルー法によって反射防止層3を突き破ったフィンガー電極4bが半導体基体9の上に形成される。上記銀ペーストの塗布法としてはスクリーン印刷法などを用いることができる。なお、銀ペーストの塗布後に、所定の温度で銀ペースト中の溶剤を蒸散させて乾燥させるとよい。

[0051] 次に、図3（b）に示す第2面10b側のBSF領域6の形成について説明する。所定領域に例えばアルミニウム粉末と有機ビヒクルとを含有するアルミニウムペーストを塗布する。この塗布法としては、スクリーン印刷法などを用いることができる。ここで、アルミニウムペーストを塗布した後、所定の温度でアルミニウムペースト中の溶剤を蒸散させて乾燥させると、作業時にアルミニウムペーストがその他の部分に付着しにくいのでよい。

[0052] 次に、半導体基体9を焼成炉内にて最高温度が600～850℃で数十秒～数十分程度焼成することによって、図3（b）に示すように、BSF領域6が第1半導体部1の第2面10b側に形成されて、第2電極5となるアルミニウム層が形成される。このとき、第2面10b側に第2半導体部2が形成された場合であっても、第2面10b側の第2半導体部2を除去する必要はない。pn接合部の連続領域を分離するpn分離の方法としては、第1面10a側または第2面10b側の周辺部のみレーザー等を用いてpn分離を行えばよい。また、このとき、アルミニウムペーストの非形成領域において同時に導体配置領域8が形成される。

[0053] 次に、図6（c）に示すように、第1面10a側の反射防止層3の上に、はんだ線60を接触させて超音波はんだ付にてフィンガー電極4bに交差させたバスバー電極4aを形成する。この超音波はんだ付の装置は従来の鋳式はんだ付装置に超音波発振器を設けたはんだ鋳50を備えたものであり、は

んだ鍔50をXYZ軸方向に移動可能である。はんだ線60からの適当量のはんだを反射防止層3上に付着させる。この際の超音波発振周波数は例えば40～100kHz程度、超音波発振出力は1～15W程度、温度調整は180～450℃程度とするとよい。なお、半導体基体9を載置するテーブルを50～100℃程度加熱してもよい。また、この超音波はんだ付によって、反射防止層3表面を清浄にすることができて、バスバー電極4aを反射防止層3に対して強固に接合させることが可能となる。また、はんだ鍔50と反射防止層3との間隔、はんだ鍔50の移動速度、および、はんだ線60の投入量を各々調整することによって、はんだの厚みを調整することができる。はんだは例えば5～40μm程度の厚みに形成される。

[0054] 次に、図7(a)に示すように、バスバー電極4a上に後記する方法と同様な方法にて配線導体11を配置してもよいし、図7(b)に示すように、バスバー電極4a上にはんだ12を被覆した配線導体11を配置してもよい。なお、図中では配線導体11の上部および側面にもはんだを配したが、接着面積および電気抵抗において支障がなければ配線導体11の下部にのみはんだを配するものとしてもよい。

[0055] 次に、導体配置領域8にはんだ7を付着させて、このはんだ7の上に配線導体11を配置する方法について説明する。導体配置領域8は平面視して第2電極5の一端部5aから他端部5bまで半導体基体9を露出させる長尺領域とした場合を例にとり説明する。

[0056] 図8(a)に示すように、第2面10b側に上述した組成を含むはんだ線60を導体配置領域8に置いて、その上から超音波はんだ付を行なう。この超音波はんだ付においても、XYZ軸方向に移動可能で従来の鍔式はんだ付装置に超音波発振器を設けたはんだ鍔を用いて、導体配置領域8において、はんだ線60からの適当量のはんだを導体配置領域8内に付着させる。この際の超音波発振周波数は例えば40～100kHz程度、超音波発振出力は1～15W程度、温度調整は180～450℃程度とする。なお、半導体基体9を載置するテーブルを50～100℃程度加熱してもよい。また、はん

だ線60の幅およびはんだ鋺の鋺先の幅を導体配置領域8の幅よりも小さくすることによって、はんだ7は第2電極5の上面5cに接合しない状態で導体配置領域8の内壁に強固に接合させることができる。また、超音波はんだ付によって、半導体基体9の表面を清浄にすることができて、自然酸化膜等の酸化物の除去などが促進される。これにより、はんだ7が半導体基体9に対して強固に付着させることが可能になる。また、第2電極5が導電性ペーストを焼成して形成した場合には、超音波はんだ付によって溶融したはんだが第2電極5の金属粒子間に入りこみ、また、表面の酸化物の除去が促進されて、はんだ7と第2電極5とのコンタクト抵抗を低減できることになり好適である。また、超音波はんだ付によって金属粒子の表面にはんだ成分との合金層が形成される。また、はんだ鋺と半導体基体9との間隔、はんだ鋺の移動速度、また、はんだ線60の投入量を各々調整することによって、はんだ7の厚みを調整することができる。例えば、はんだ7の厚みは5～40 μ m程度に形成される。

[0057] 次に、図8(b)に示すように、導体配置領域8に付着されたはんだ7の上に長尺の配線導体11を配置して、図8(c)に示すように、通常のはんだ鋺または超音波はんだ付によって、配線導体11をはんだ7に対して付着させる。このときの半導体基体9の一端部側からみた側面図は、図9(a)に示すとおりである。なお、配線導体11とはんだ7との接合は、周知のはんだ付方法であればよく、リフロー炉またはホットエアーを使用してもよい。

[0058] ここで、図9(b)に示すように、はんだ7は第2電極5の上面にも付着するようにしてもよい。この場合には、図8(a)に示す作業または図8(c)に示す作業の際に、はんだ7が第2電極5の上面を覆うように形成されるとよい。例えば、はんだの鋺先における幅を導体配置領域8の幅よりも大きくすることによって、はんだ線60から溶けたはんだが、導体配置領域8の近傍の第2電極5の上面を覆い、はんだ7が形成される。例えば、はんだの鋺先における幅は1～5mm程度のものを使用してよい。また、第2電極

5が導電性ペーストを焼成して形成された場合、超音波はんだ付によって溶融したはんだが第2電極5の金属粒子間に入り込んでもよく、はんだが入り込む量を第2電極5の表面から厚み方向の途中までとしてもよい。超音波はんだ付の時間を適宜調整することによってはんだの第2電極5中への入り込む量を調整することができる。

[0059] また、図9(c)に示すように、はんだ7の上に銅箔等の導体の表面をはんだ7と同様な材質のはんだ12がはんだメッキによって被覆された配線導体11を配置するようにしてもよい。

[0060] 以上のようにして、太陽電池素子10を作製することができる。本実施形態によれば、配線導体11と太陽電池とを接続するための銀等の電極材料の使用量を低減することができて、バスバー電極4aと反射防止層3との密着力、および、はんだ7と半導体基体9との密着力を高めることができて、ひいては信頼性の高い太陽電池を提供することができる。また、バスバー電極4aおよびはんだ7の上に配線導体11を設ける場合には、配線導体11とはんだ7と半導体基体9との密着性を高めることができて、ひいては信頼性の高い太陽電池を提供できる。

[0061] <変形例>

なお、本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の範囲内で多くの修正および変更を加えることができる。

[0062] まず、第1面10a側における種々の変形例について説明する。

[0063] バスバー電極4aおよびその配置箇所における変形例について説明する。

例えば図10(a)、(b)に示すように、バスバー電極4aを配置させるフィンガー電極4bの箇所において、フィンガー電極4bの線状電極の一部を他の箇所よりも3倍程度太くしてもよい。これにより、バスバー電極4aを配置する際の位置決めを容易にすることができる。さらに、バスバー電極4aとフィンガー電極4bとの接触面積を広くすることができて、はんだ濡れ性を向上させて電氣的接続を良好にすることができる。

[0064] また、図11(a)に示すように、バスバー電極4aを配置させるフィン

ガー電極 4 b の箇所において、フィンガー電極 4 b の線状電極の一部を他の箇所よりも 3 倍程度太くした平面視で円形状にしてもよい。この場合、幅広部を 2 以上設けてもよく、これによって、バスバー電極 4 a との接触面積を増やすことができ、図 10 に示す例よりもはんだの付着の際の熱伝達を良好として、加熱時間を短縮することができる。

[0065] また、図 11 (b) に示すように、バスバー電極 4 a を配置させるフィンガー電極 4 b の箇所において、フィンガー電極 4 b の線状電極の一部を他の箇所よりも 3 倍程長くして、バスバー電極 4 a を形成する際のはんだ鍍の進行方向に長い凸部を設けるようにしてもよい。これにより、同一タクトタイムでも加熱時間を長くとれるようにして、超音波はんだ付の信頼性を向上させることができる。

[0066] また、図 12 (a), (b) に示すように、フィンガー電極 4 b の線状導体をバスバー電極 4 a の配置箇所において分断して、分断した端部を太くしてもよい。これにより、フィンガー電極 4 b の線状導体の熱伸縮による影響を抑制できる上に、バスバー電極 4 a を形成する際のはんだの濡れ性が低下することを抑制できる。

[0067] また、図 13 (a), (b) に示すように、バスバー電極 4 a を配置させるフィンガー電極 4 b の箇所において、フィンガー電極 4 b をスクリーン印刷する際のマスクの厚みを変えるなどして、フィンガー電極 4 b の線状電極の一部を他の箇所よりも厚くしたり (図 13 (a))、薄くしたり (図 13 (b)) してもよい。または、バスバー電極 4 a を配置させるフィンガー電極 4 b の箇所において、フィンガー電極 4 b の線状電極の一部を他の箇所の表面よりも粗くしてもよい。さらには、フィンガー電極 4 b の複数の線状導体において、上記述べた態様を組み合わせてもよい。これらの態様により、バスバー電極 4 a とフィンガー電極 4 b との接触面積を広くすることができ、バスバー電極 4 a とフィンガー電極 4 b との接触抵抗を小さくすることができる。

[0068] また、図 14 (a), (b) に示すように、フィンガー電極 4 b の隣り合

う線状導体の間を電氣的に接続する補助細線 15 を設けて、この上にバスバー電極 4 a を配置してもよい。このように、バスバー電極 4 a とフィンガー電極 4 b との間に補助細線 15 を介在させることによって、バスバー電極 4 a とフィンガー電極 4 b との電氣的接続を良好とすることができて、線抵抗も小さくすることができる。なお、補助細線 15 の材質、幅および高さはフィンガー電極 4 b と同一にするとよい。

[0069] また、図 15 に示すように、補助細線 15 を各バスバー電極 4 a の配置方向の複数領域に設けて、補助細線 15 の使用量を減らすようにしてもよい。

[0070] 次に、第 2 面 10 b 側における変形例について説明する。上記実施形態では、第 2 面 10 b 側の導体配置領域 8 の態様として、平面視して第 2 電極 5 の一端部から他端部まで半導体基体 9 を露出させる長尺領域とした例について説明したが、例えば、図 16 に示すように、導体配置領域 8 は平面視して第 2 電極 5 の一端部 5 a から一点鎖線で示す所定位置 5 d まで半導体基体 9 を露出させる長尺領域を含むものであってもよい。図 16 に示すように、導体配置領域 8 は平面視して第 2 電極 5 の一端部 5 a から所定位置 5 d まで半導体基体 9 を露出させる長尺領域と、第 2 電極 5 の他端部 5 b から一点鎖線で示す所定位置 5 e まで半導体基体 9 を露出させる長尺領域とを有するものとしてもよい。これにより、所定位置 5 d から所定位置 5 e 間に第 2 電極 5 の形成領域を増やすことができるので好適である。

[0071] また、図 17 に示すように、導体配置領域 8 は半導体基体 9 を複数箇所露出させる複数の貫通部を有していてもよい。特に、これら複数の貫通部は第 2 電極 5 の一端部から他端部へ一列に並ぶようにするとよい。これにより、図 5 に示す例よりもさらに第 2 電極 5 の形成領域を増やすことができるので好適である。また、はんだ 7 を導体配置領域 8 のみ、または導体配置領域 8 に面した第 2 電極 5 の側面とその近傍の第 2 電極 5 の上面とに設け、配線導体 11 とのはんだ付け箇所を島状に点在させることによって、配線導体 11 の熱伸縮を逃がすことが容易となり、太陽電池 10 の反りを軽減させることができる。また、はんだ 7 を列状に並ぶ貫通部どうしの間に位置している

第2電極5の上面、つまり、配線導体11と接する第2電極5の上面にはんだ7を形成することによって、はんだ7と第2電極5とのコンタクト抵抗が低減して、太陽電池特性を向上させることができる。

[0072] また、図18に示すように、導体配置領域8が複数の貫通部等である場合に、例えば導体配置領域8の第2電極5における一端側に位置している部位8aにおいて、その幅が他の部位の幅よりも広いと、特に配線導体11の剥がれが生じやすい領域に配置させるはんだ7と半導体基体9との密着性が向上するので好適である。

[0073] 配線導体11は、図19(a)に示すように、例えば、長尺の配線導体11の長手方向に貫通孔11aを複数設けたものを用いてもよい。図19(b)に示すように、貫通孔11aを導体配置領域8の位置に合わせて、配線導体11を太陽電池10に設置し、はんだ線60(不図示)を供給しながら超音波はんだ付けする。このように簡便な方法によって、貫通孔11aを通してはんだが導体配置領域8に供給され第2電極に付着して、さらに配線導体11にも付着するので好適である。また、配線導体11がはんだで被覆されていてもよい。このとき、貫通孔11aにはんだが存在することによって、はんだ線60を用いることがない。また、超音波はんだ付によってはんだ付けすることによって、貫通孔11aに存在するはんだが導体配置領域8に供給されて第2電極5に付着して、このはんだがさらに配線導体11とも付着することができて、簡易な方法によって強固な接合が実現されるので好適である。

[0074] また、図20に示すように、配線導体11の幅(または短手方向の長さ)は導体配置領域8の幅(または短手方向の長さ)よりも広い部分を有するか、または配線導体11が導体配置領域8を完全に覆う(または第2電極5の導体配置領域8近傍の上面を覆う)ようにしてもよい。この場合は、はんだ7は第2電極5の上面を覆うようにしてもよいし、第2電極5の上面を覆わない状態で導体配置領域8の内壁に接合させるようにしてもよい。特に、配線導体11が導体配置領域8を完全に覆うようにした場合には、配線導体1

1 が第2電極5と電氣的に接触して、電気抵抗が低減して発電効率を向上させることができるので好適である。また、はんだ7の幅が配線導体11の幅よりも大きくてもよく、上記構成によって電気抵抗が低減して発電効率を向上させることができるので好適である。

[0075] また、配線導体11は、図21に示すように、複数の細い導線13の集合体からなるようにして、この集合体の表面をはんだディップ技術によってはんだ14で覆うようにしたものを用いてもよい。これにより、複数の細い導線がばらばらになることがなく、また配線導体11の横方向への曲がりの抵抗を少なくして太陽電池へのストレスを減らして、クラック等が生じ難くすることができるので好適である。

[0076] また、本実施形態の太陽電池は、図22に示すような太陽電池モジュール20にも適用可能である。図22に示すように、例えば、ガラスまたは樹脂等の透光性の支持基板21上に、上述した1つの太陽電池（太陽電池素子）10、または、図示されているように、複数の太陽電池（太陽電池素子）10を配線導体11によって電氣的に直列接続等させた太陽電池素子ストリング23の複数を、耐湿性に優れた例えばエチレンビニルアセテート（EVA）等の第1充填材22および第2充填材24によって封止して、さらにポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリフッ化ビニル樹脂（PVF）等からなる裏面シート25をその上に設けた構成とすることが可能である。なおこの場合、金属または樹脂等の枠体を支持基板21の周囲に設けてもよい。

実施例

[0077] 次に、本実施形態の実施例について説明する。まず、厚さ $260\mu\text{m}$ 、外形 $156\text{mm}\times 156\text{mm}$ および比抵抗 $1.5\Omega\cdot\text{cm}$ の多結晶からなるシリコン基板であるp型の第1半導体部1を有する半導体基体9を用意して、半導体基体9の表面のダメージ層をNaOH溶液でエッチングして洗浄した。

[0078] 次に、フッ酸と硝酸とを使用したウェットエッチング法で半導体基体9の第1面10a側にテクスチャを形成した。そして、 POCl_3 を拡散源とした

気相熱拡散法で第2半導体部2を形成した。このようにして半導体基体9を準備した後に、フッ酸溶液による燐ガラスのエッチング除去とレーザーによるp n分離とを行なった。その後、半導体基体9の第1面10a側に、PECVD法によって反射防止層3となる窒化シリコン膜を形成した。

[0079] さらに、第1面10aに銀ペースト（銀粉末の含有質量100%に対してガラスフリットの含有質量が5%）を塗布・焼成して第1電極4を形成した。図3（a）に示すように、バスバー電極4aは、半導体基体9の上の少なくともフィンガー電極4bの隣り合う線状導体の間に配置されている複数箇所の反射防止層3に渡って、フィンガー電極4bの複数の線状導体に交差して、これらの線状導体に接続されるように形成した。バスバー電極4aは、2mmの幅とした。フィンガー電極4bの線状導体の幅は100 μ mとした。フィンガー電極4bは、複数の線状電極が互いに2mmの間隔を空けて設けた。また、第1電極4の厚みは30 μ mとした。

[0080] 試料1においては、超音波はんだ付で形成したバスバー電極4aは、スズと亜鉛との合金組成比（質量比）が96：4からなるものを用いた。また、上記超音波はんだ付の条件は超音波発振周波数を60kHz、超音波発振出力を3W、加熱温度を350℃とした。そして、バスバー電極4aの上に、銅箔の全面に上記合金組成と同一のはんだを被覆した配線導体11をはんだ鋳で溶着した。

[0081] 一方、比較対象の試料2においては、上記と同じ形状・大きさの第1電極4（バスバー電極4aおよびフィンガー電極4b）を上記と同一組成の銀ペーストを塗布・焼成して、試料1と同様にして配線導体11に接続するための電極を形成した。そして、この電極に、銅箔の全面に上記合金組成と同一のはんだを被覆した配線導体11をはんだ鋳で溶着した。

[0082] 次に、試料1，2に対して引張強度試験機を用いて、配線導体11の密着強度の測定を任意の等間隔位置の6箇所に対して行なった。

[0083] その結果、試料2においては平均密着強度が2.16Nであったのに対して、試料1においては平均密着強度が5.31Nであった。この結果から、

密着強度が大幅に改善されたことを確認した。

符号の説明

- [0084] 1 : 第1半導体部
- 2 : 第2半導体部
- 3 : 反射防止層
- 4 : 第1電極
- 4 a : バスバー電極
- 4 b : フィンガー電極
- 5 : 第2電極
- 6 : B S F 領域
- 7 : はんだ
- 8 : 導体配置領域
- 9 : 半導体基体
- 1 0 : 太陽電池（太陽電池素子）
- 1 0 a : 第1面
- 1 0 b : 第2面
- 1 1 : 配線導体
- 2 0 : 太陽電池（太陽電池モジュール）
- 5 0 : はんだ鍍
- 6 0 : はんだ線

請求の範囲

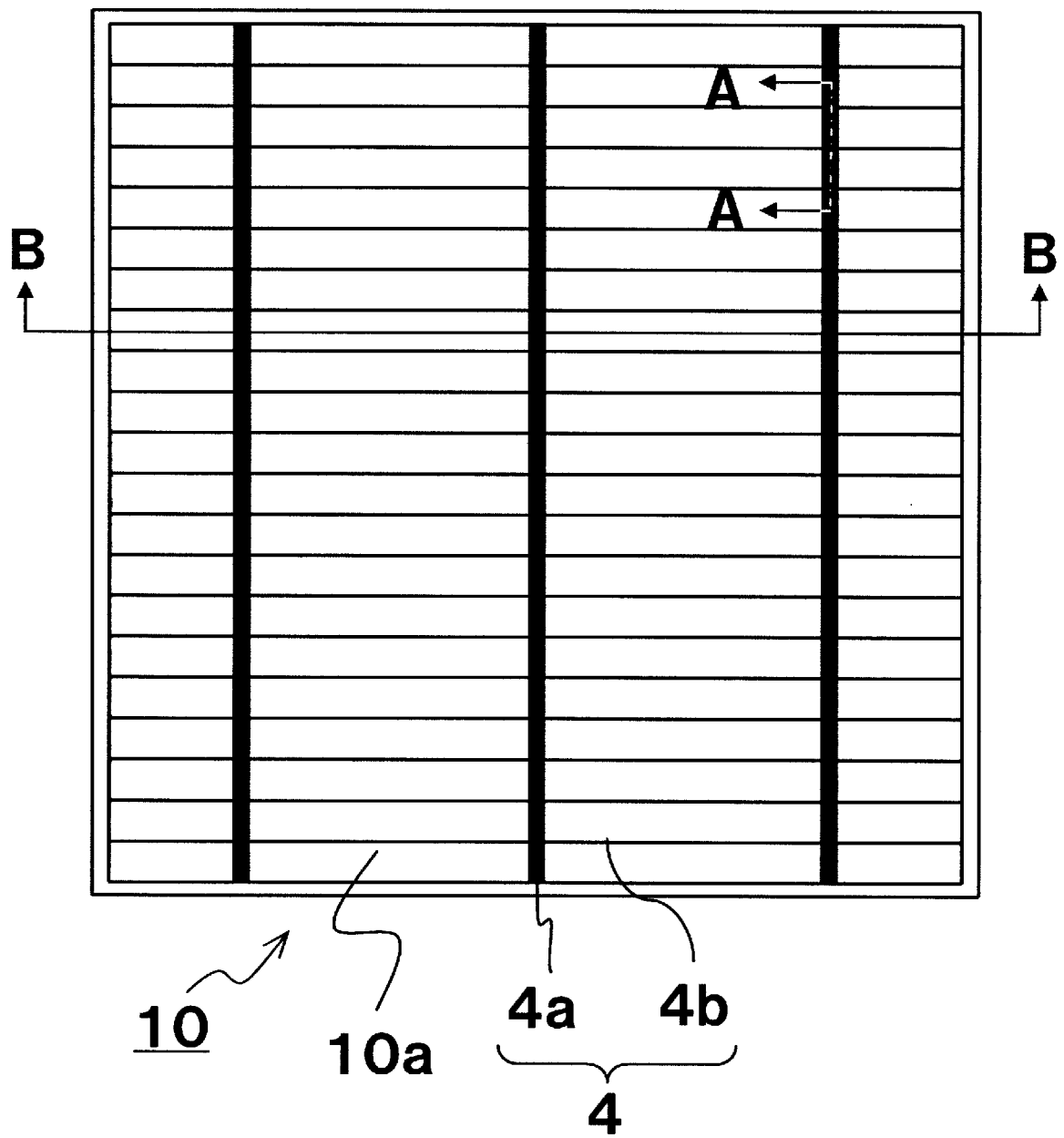
- [請求項1] 半導体基体と、
該半導体基体の上に配置されている、複数の線状導体を有するフィン
ガー電極と、
前記半導体基体の上の少なくとも前記フィンガー電極の隣り合う前記
線状導体の間に配置されている反射防止層と、
複数の前記反射防止層に渡って前記フィンガー電極の前記線状導体に
交差して配置されて、交差している前記線状導体に接続されている、
はんだからなるバスバー電極とを有する太陽電池。
- [請求項2] 前記フィンガー電極と前記バスバー電極とは互いに異なる材料から
なる請求項 1 に記載の太陽電池。
- [請求項3] 前記はんだは錫と鉛との合金または錫と亜鉛との合金を含む請求項
1 または 2 に記載の太陽電池。
- [請求項4] 前記はんだはアンチモンをさらに含む請求項 3 に記載の太陽電池。
- [請求項5] 前記はんだは錫と銀とビスマスとの合金を含む請求項 1 または 2 に
記載の太陽電池。
- [請求項6] 前記半導体基体はシリコンを主成分として含む請求項 1 乃至 5 のい
ずれかの項に記載の太陽電池。
- [請求項7] 前記バスバー電極の上に設けられている配線導体をさらに有する請
求項 1 乃至 6 のいずれかの項に記載の太陽電池。
- [請求項8] 前記配線導体は表面がはんだで被覆されている請求項 7 に記載の太
陽電池。
- [請求項9] 前記配線導体は金属箔である請求項 7 または 8 に記載の太陽電池。
- [請求項10] 半導体基体の上に複数の線状導体を有するフィンガー電極を形成す
るフィンガー電極形成工程と、
隣り合う前記線状導体の間に反射防止層を形成する反射防止層形成工
程と、
前記フィンガー電極の前記線状導体に交差して接続されるように、複

数の前記反射防止層に渡って、はんだからなるバスバー電極を形成するバスバー電極形成工程とを有する太陽電池の製造方法。

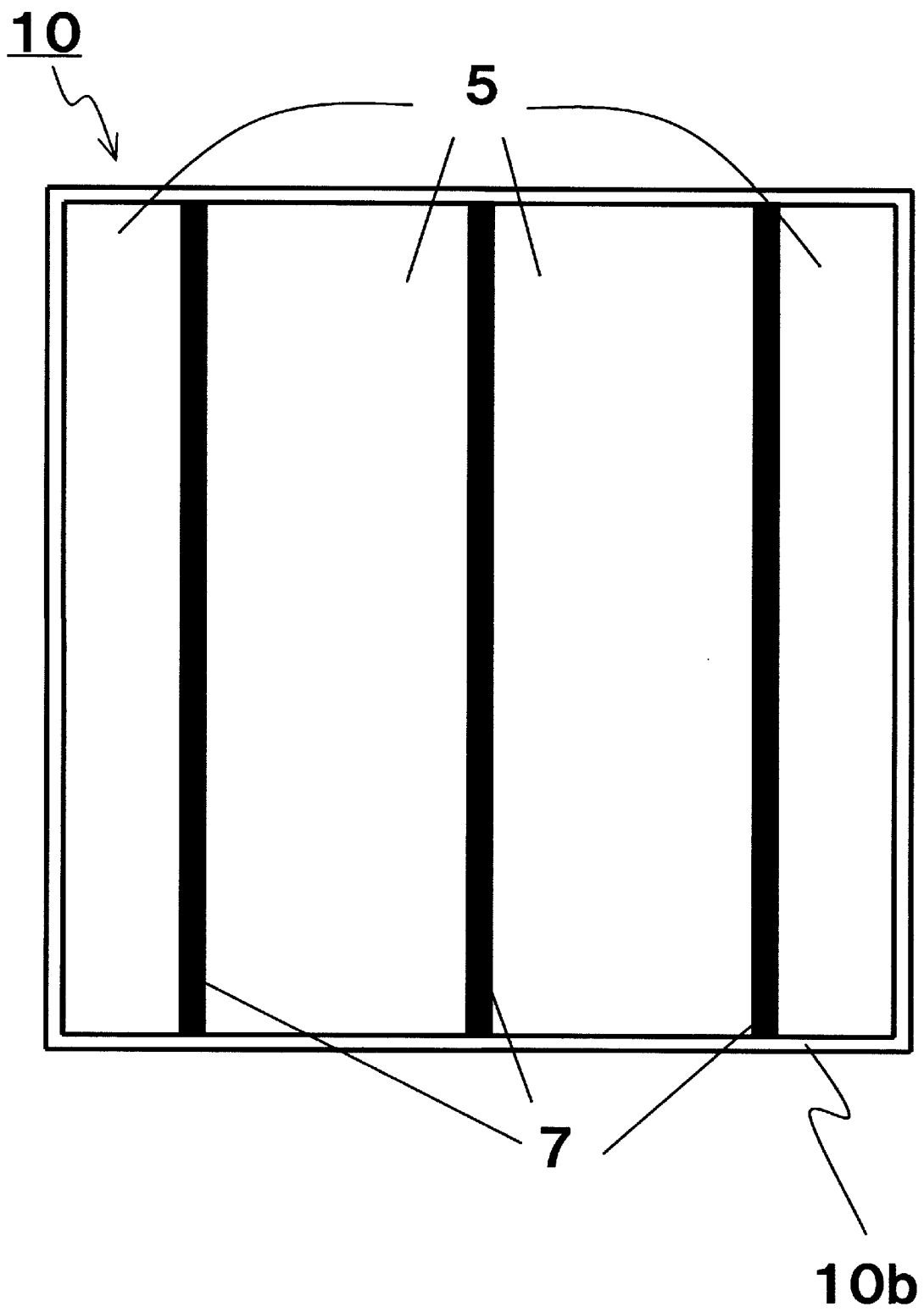
[請求項11] 前記バスバー電極形成工程において、前記反射防止層の上にはんだを接触させて超音波はんだ付けにてはんだからなる前記バスバー電極を形成する請求項10に記載の太陽電池の製造方法。

[請求項12] 前記バスバー電極形成工程の後に、前記バスバー電極に配線導体を接続する配線導体接続工程を行なう請求項10または11に記載の太陽電池の製造方法。

[図1]

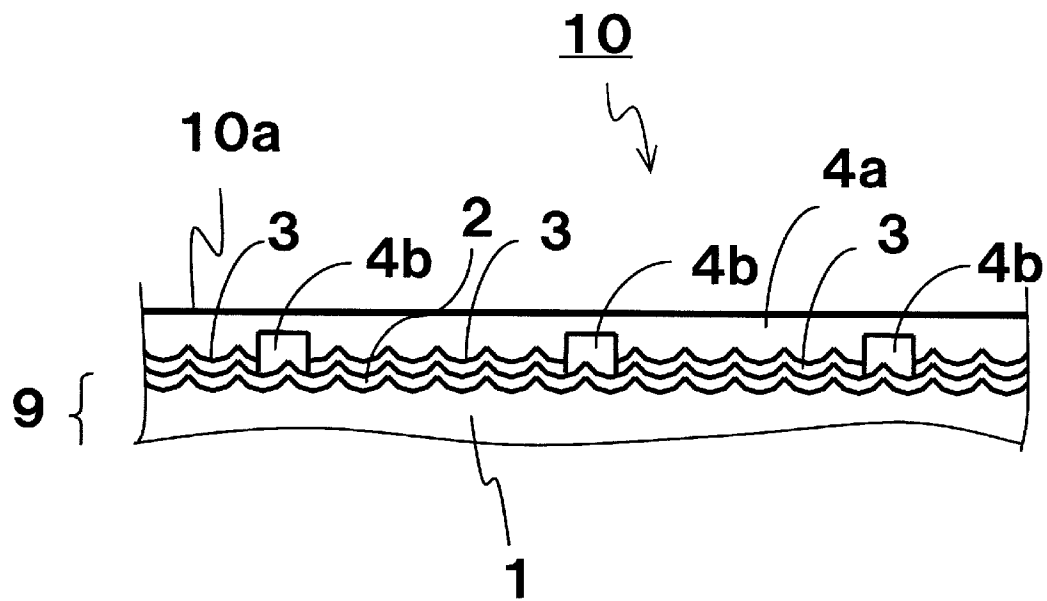


[図2]

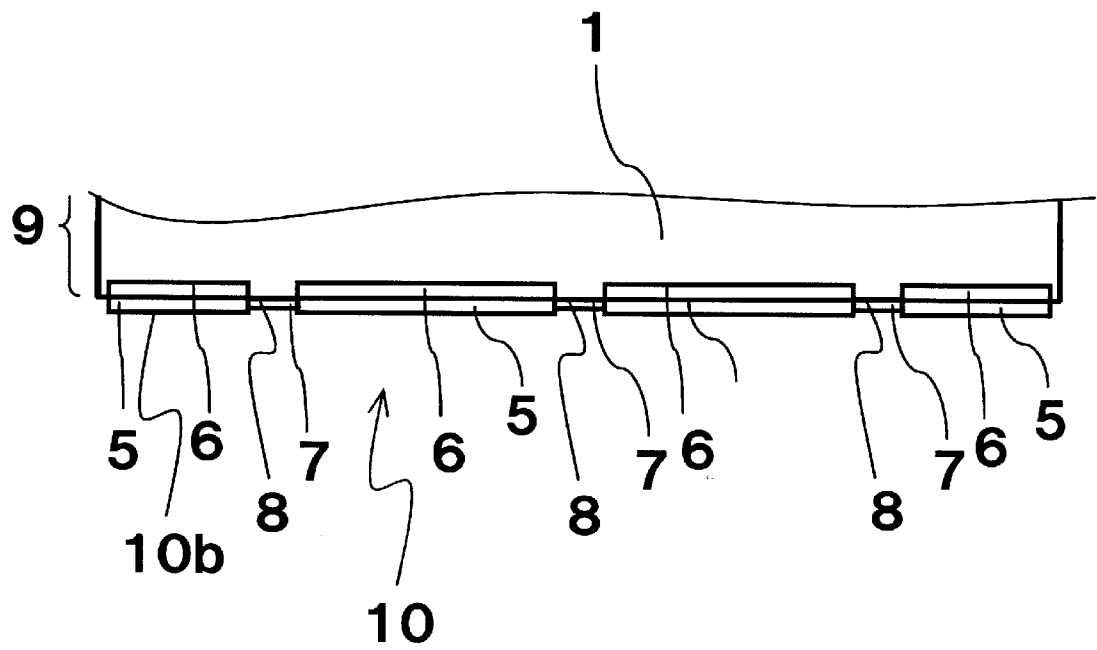


[図3]

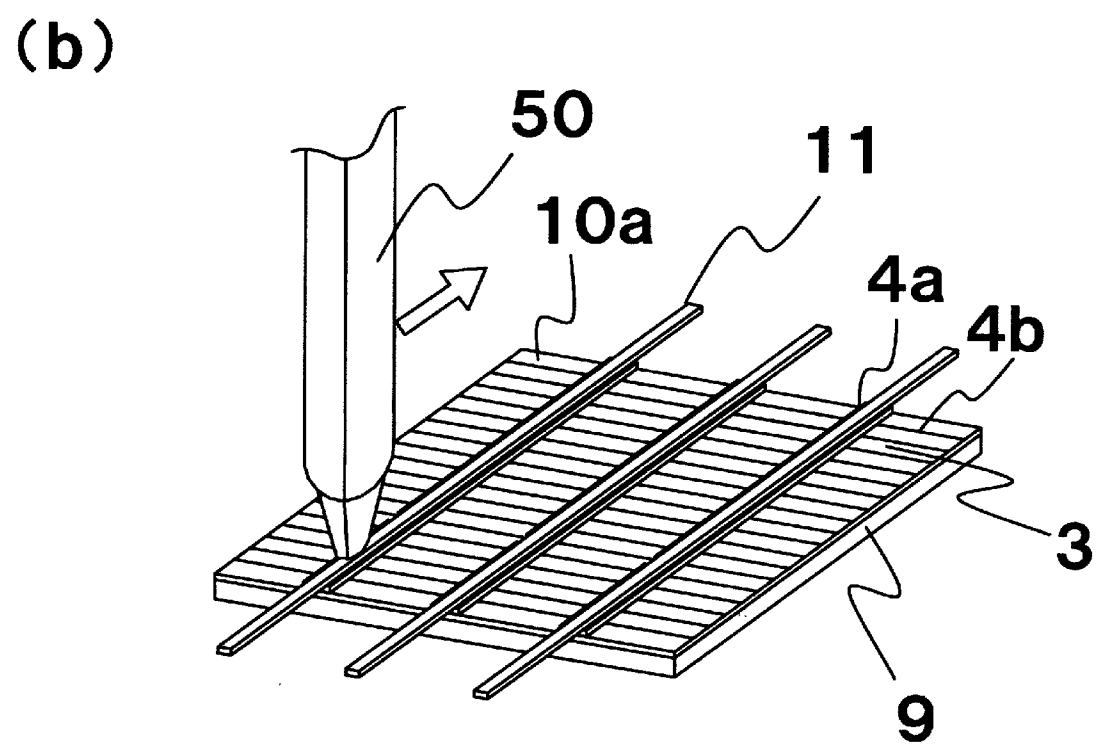
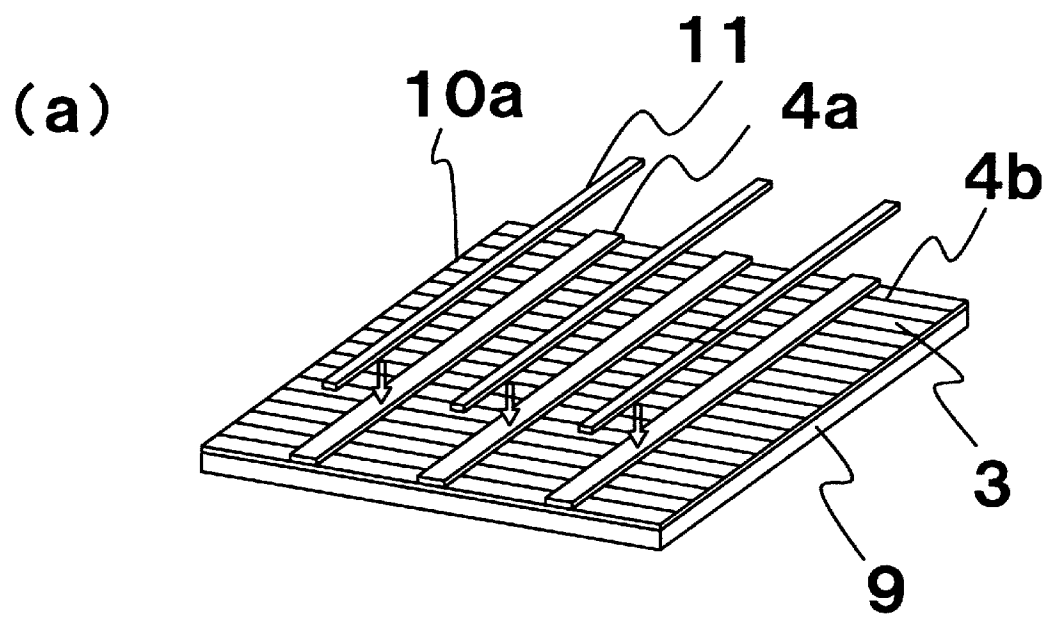
(a)



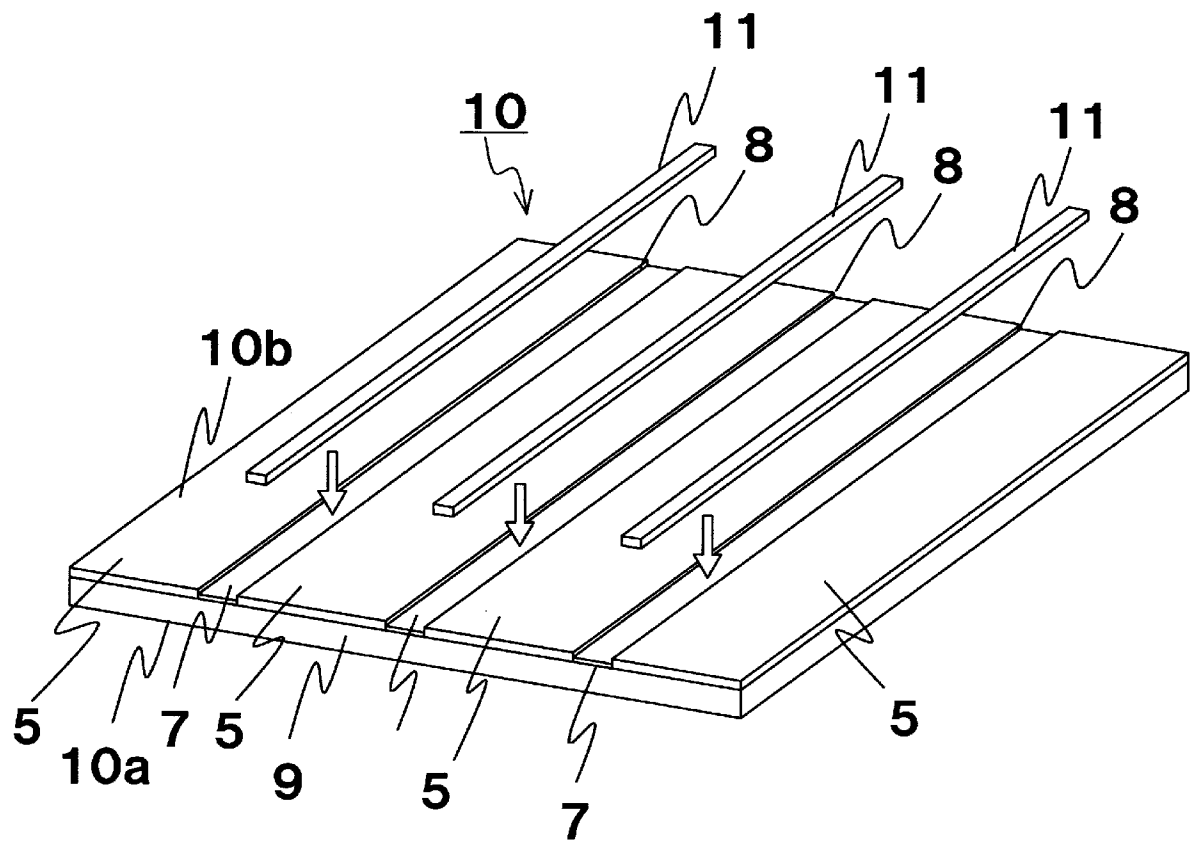
(b)



[図4]

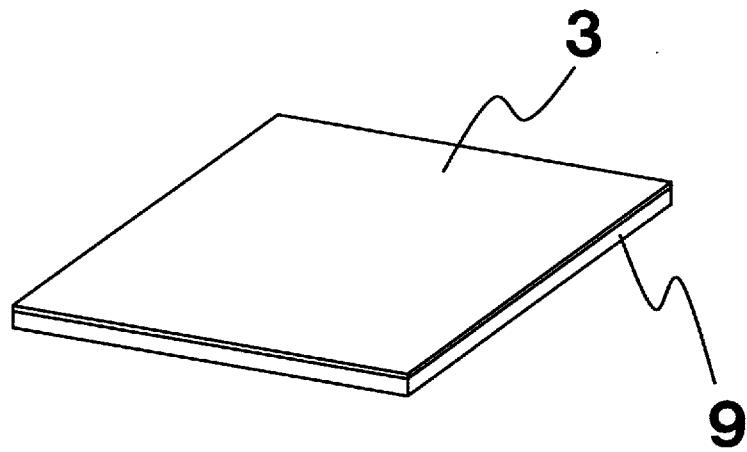


[図5]

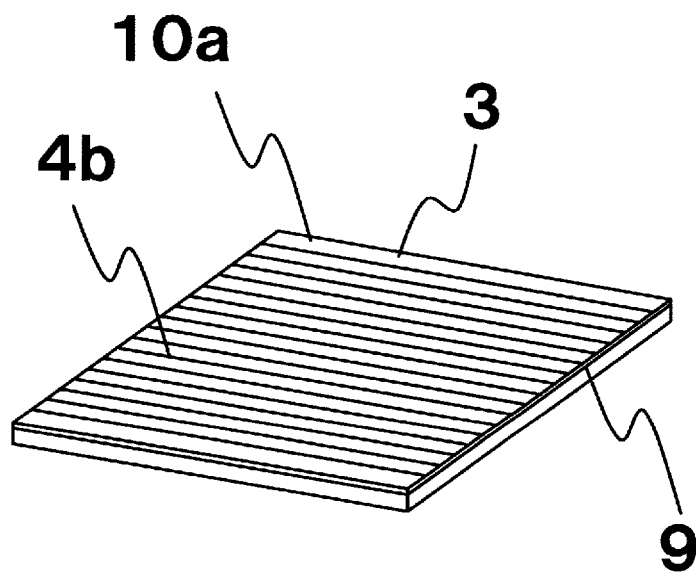


[図6]

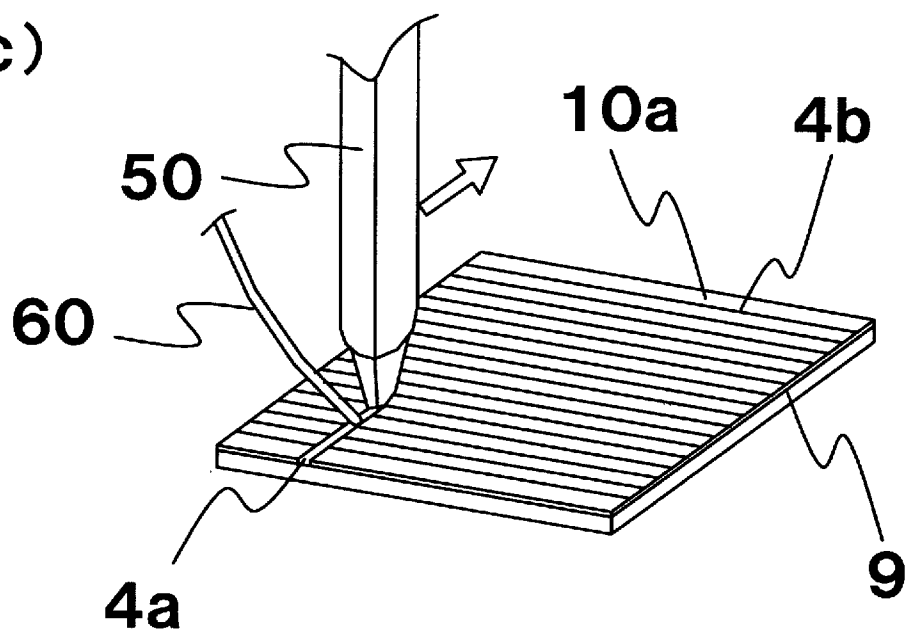
(a)



(b)

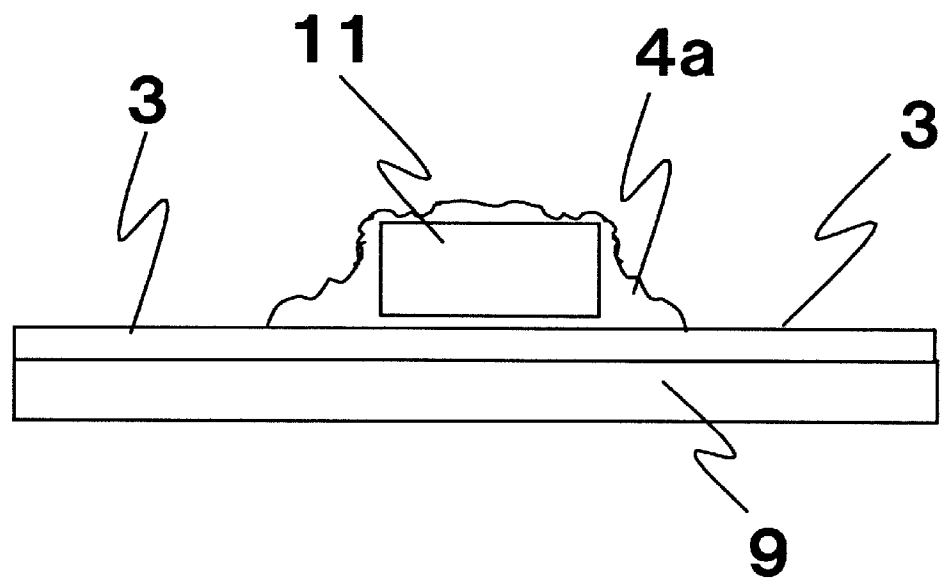


(c)

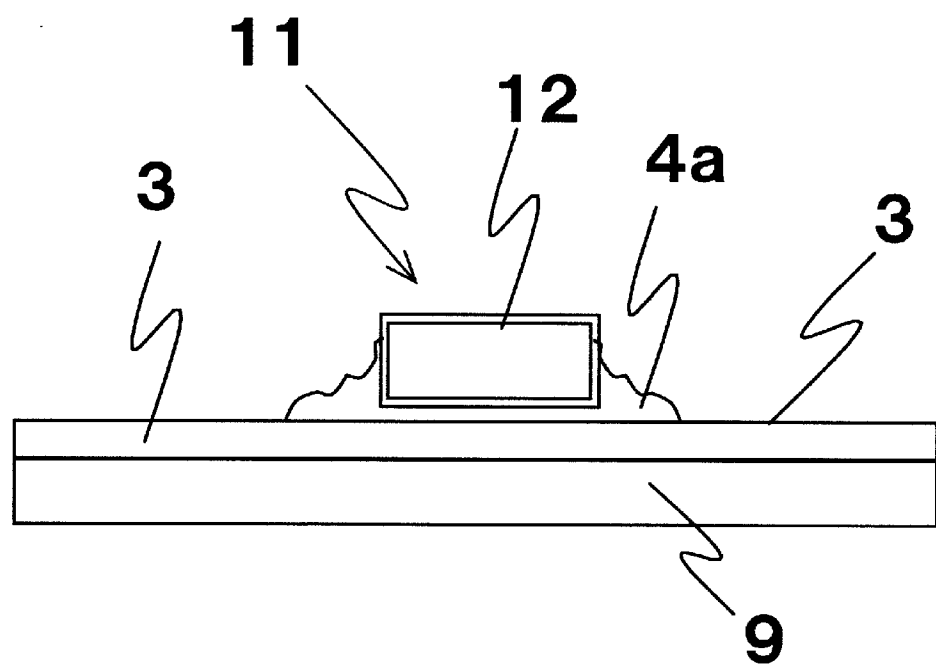


[図7]

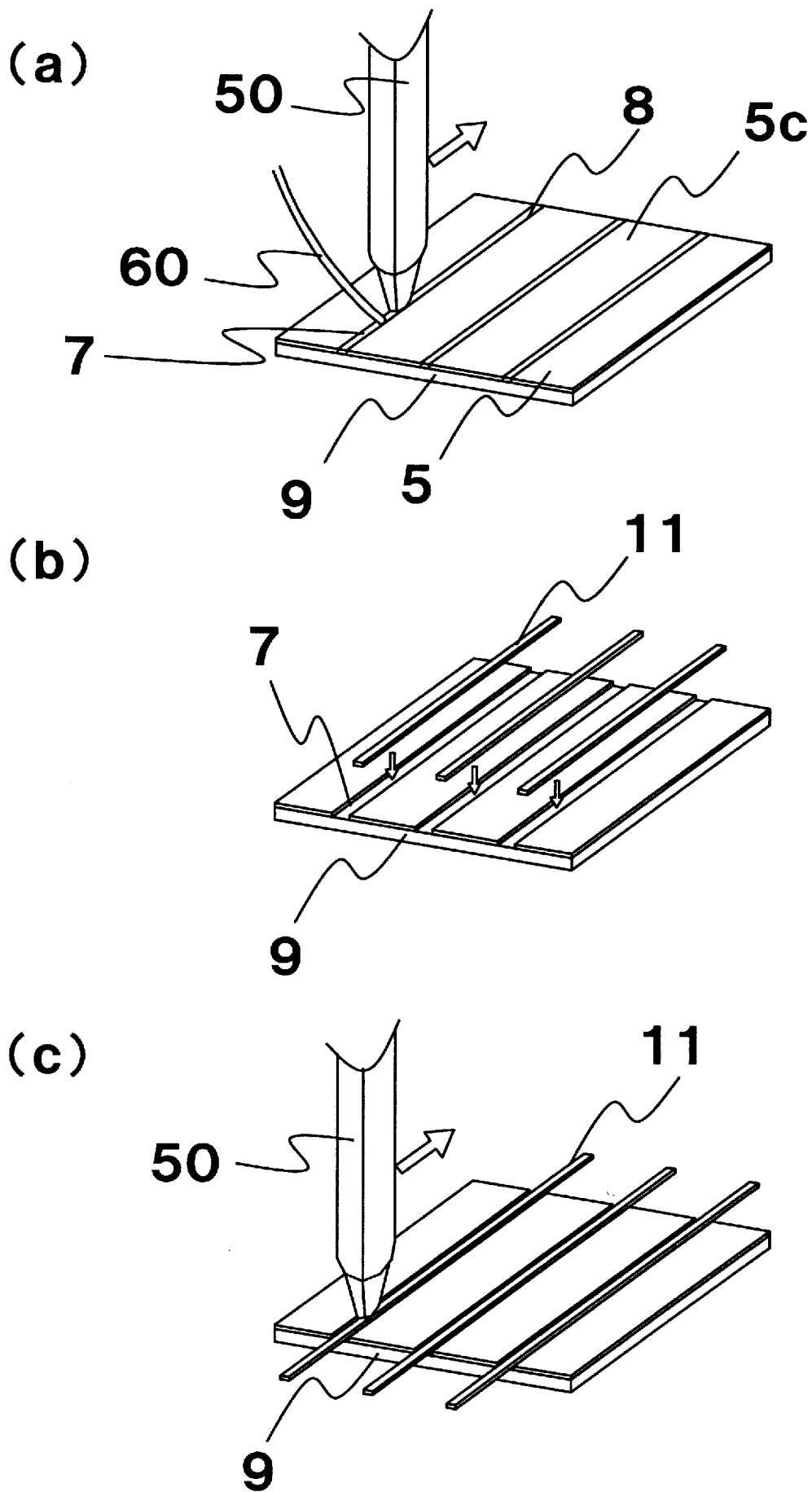
(a)



(b)

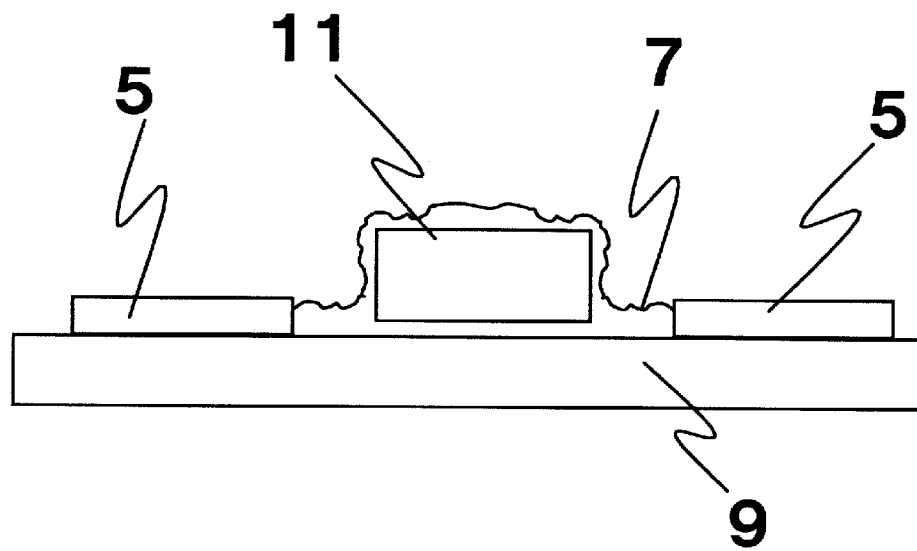


[図8]

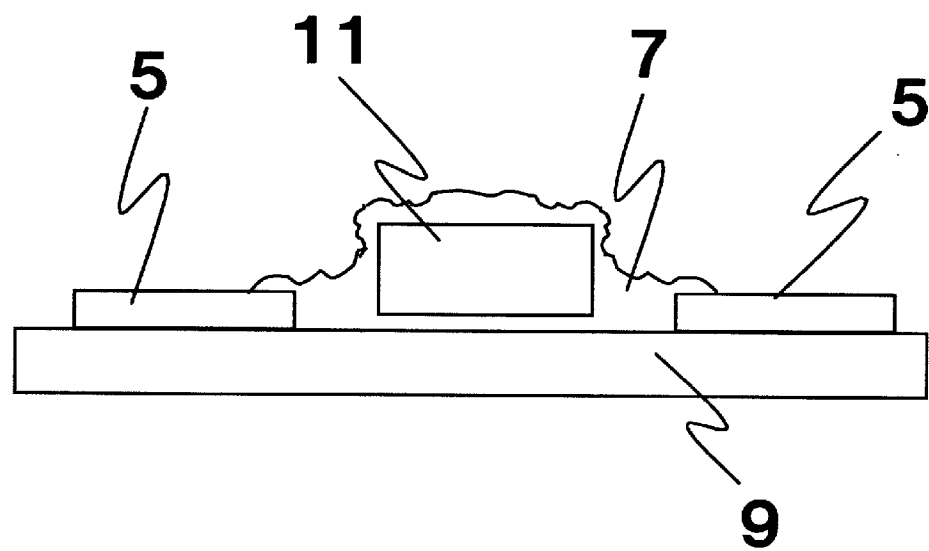


[図9]

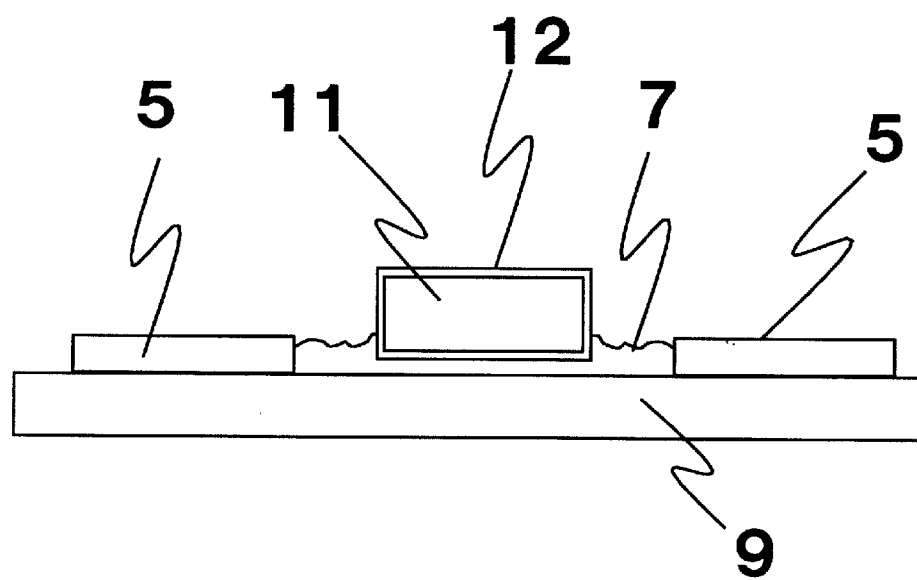
(a)



(b)

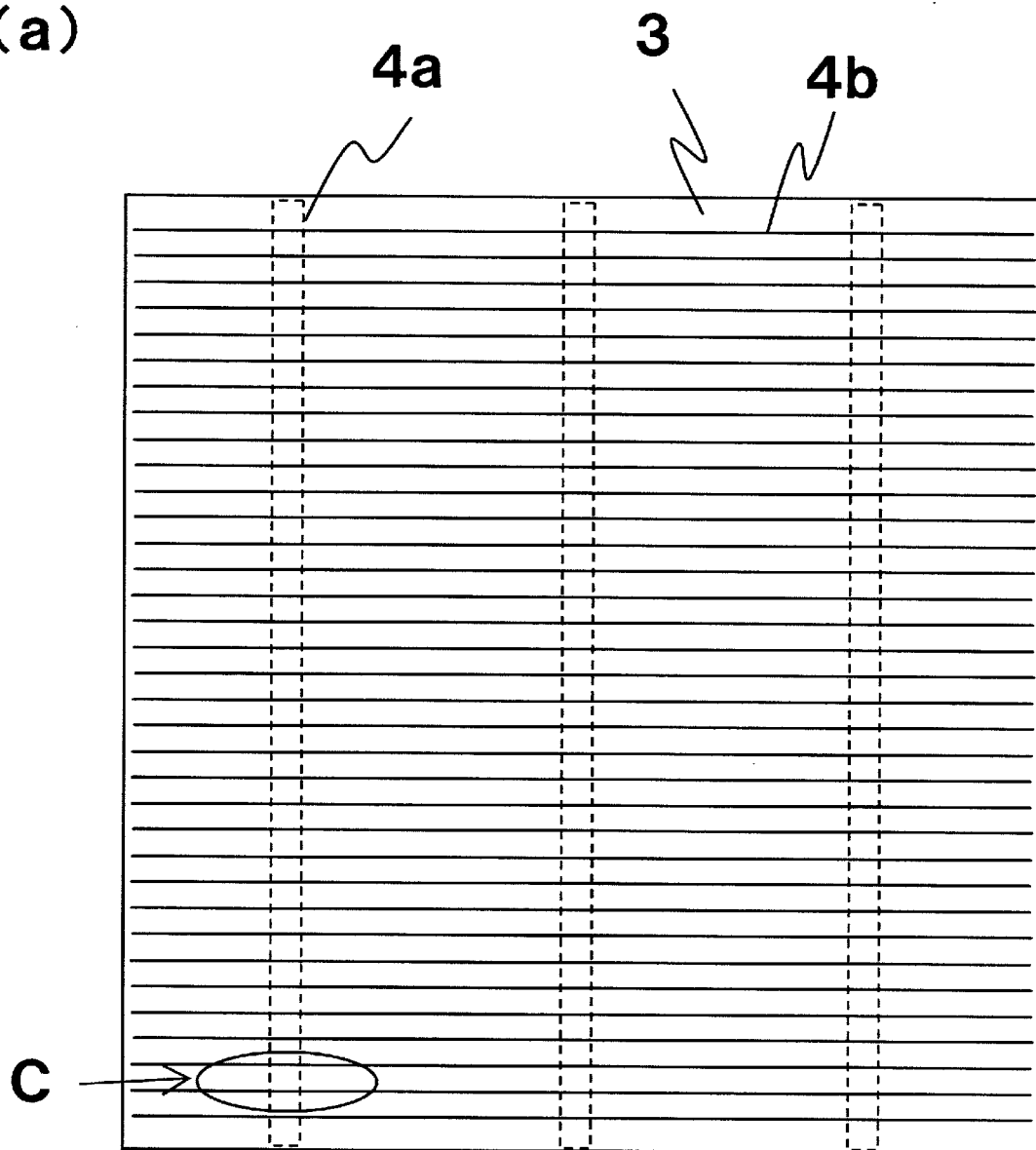


(c)

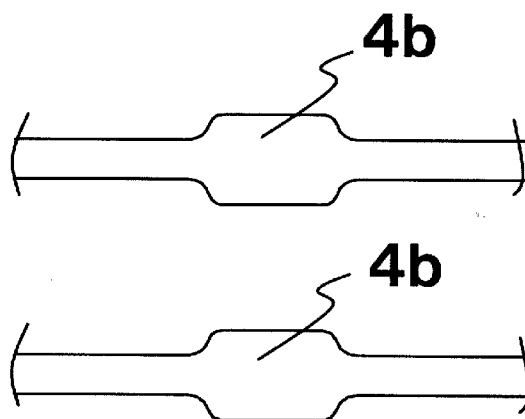


[図10]

(a)

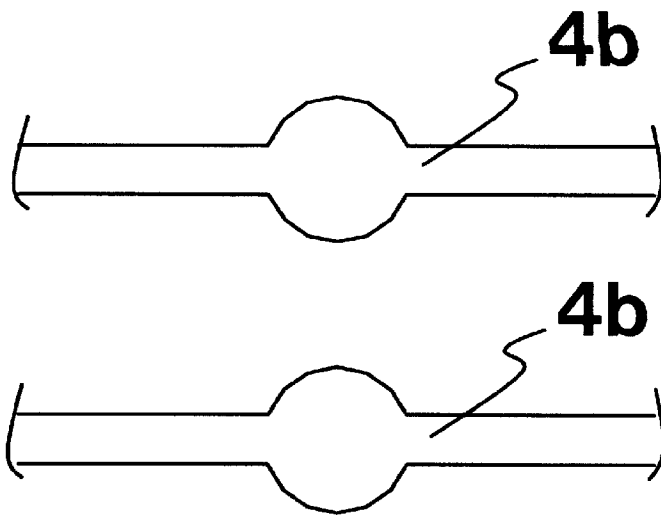


(b)

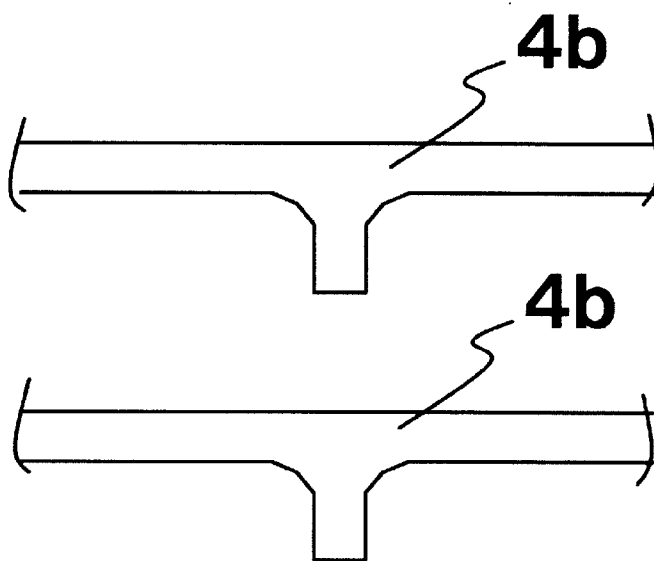


[図11]

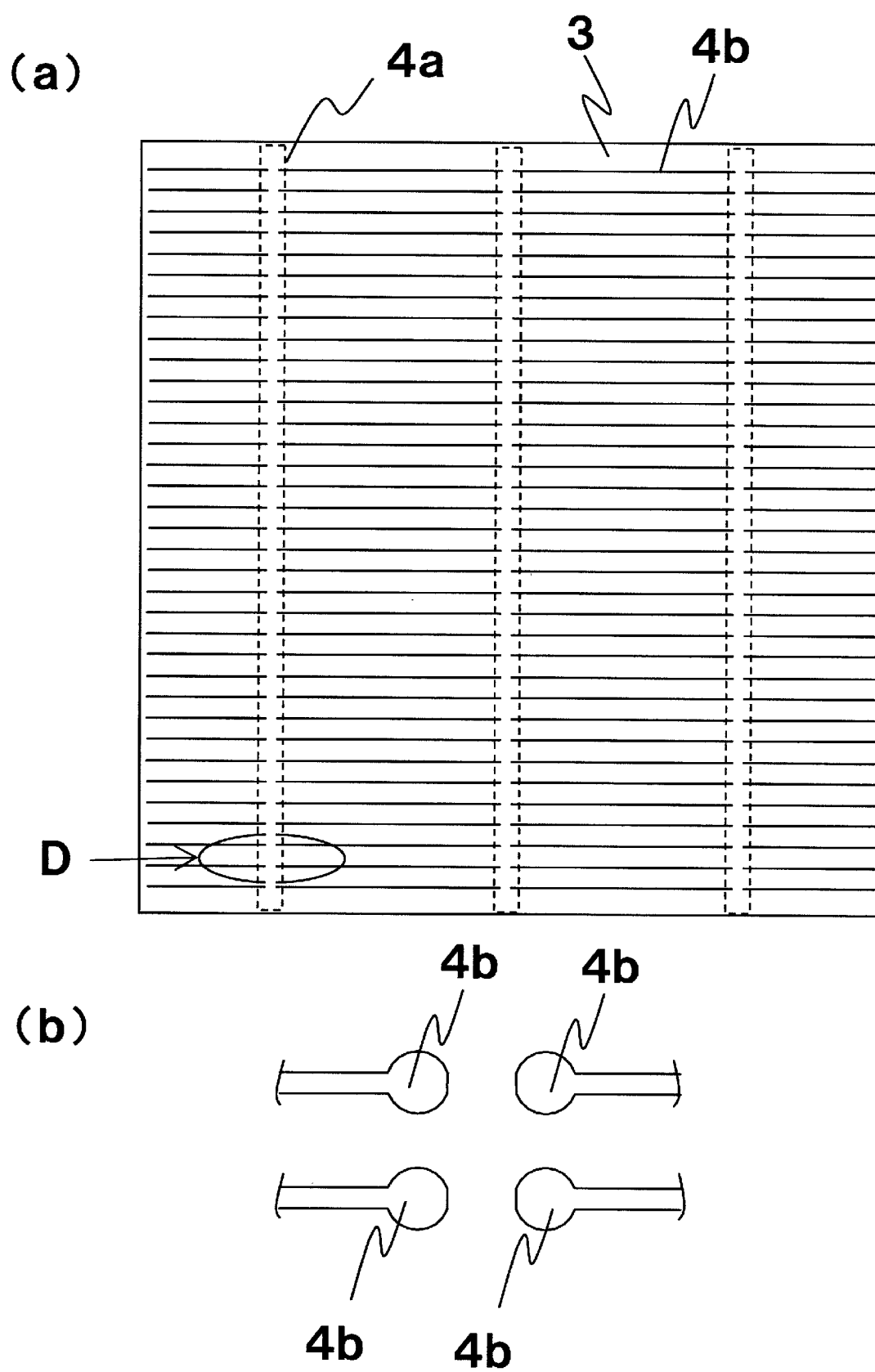
(a)



(b)

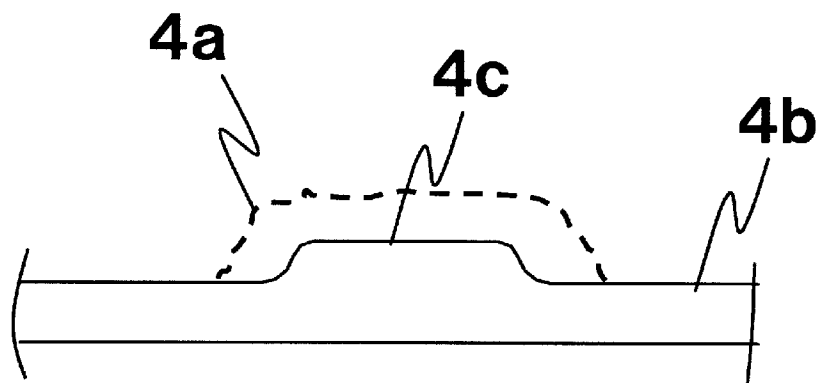


[図12]

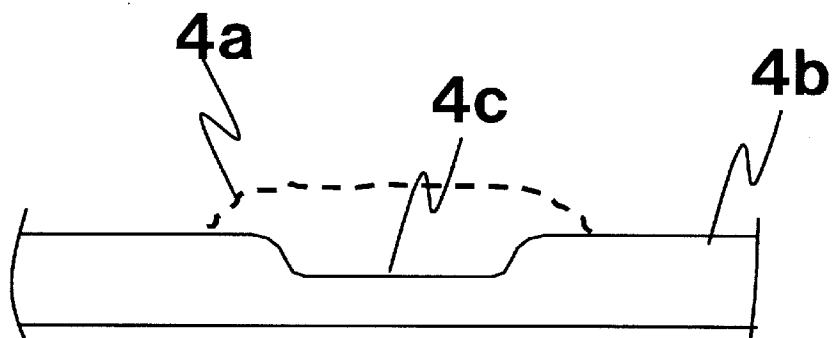


[図13]

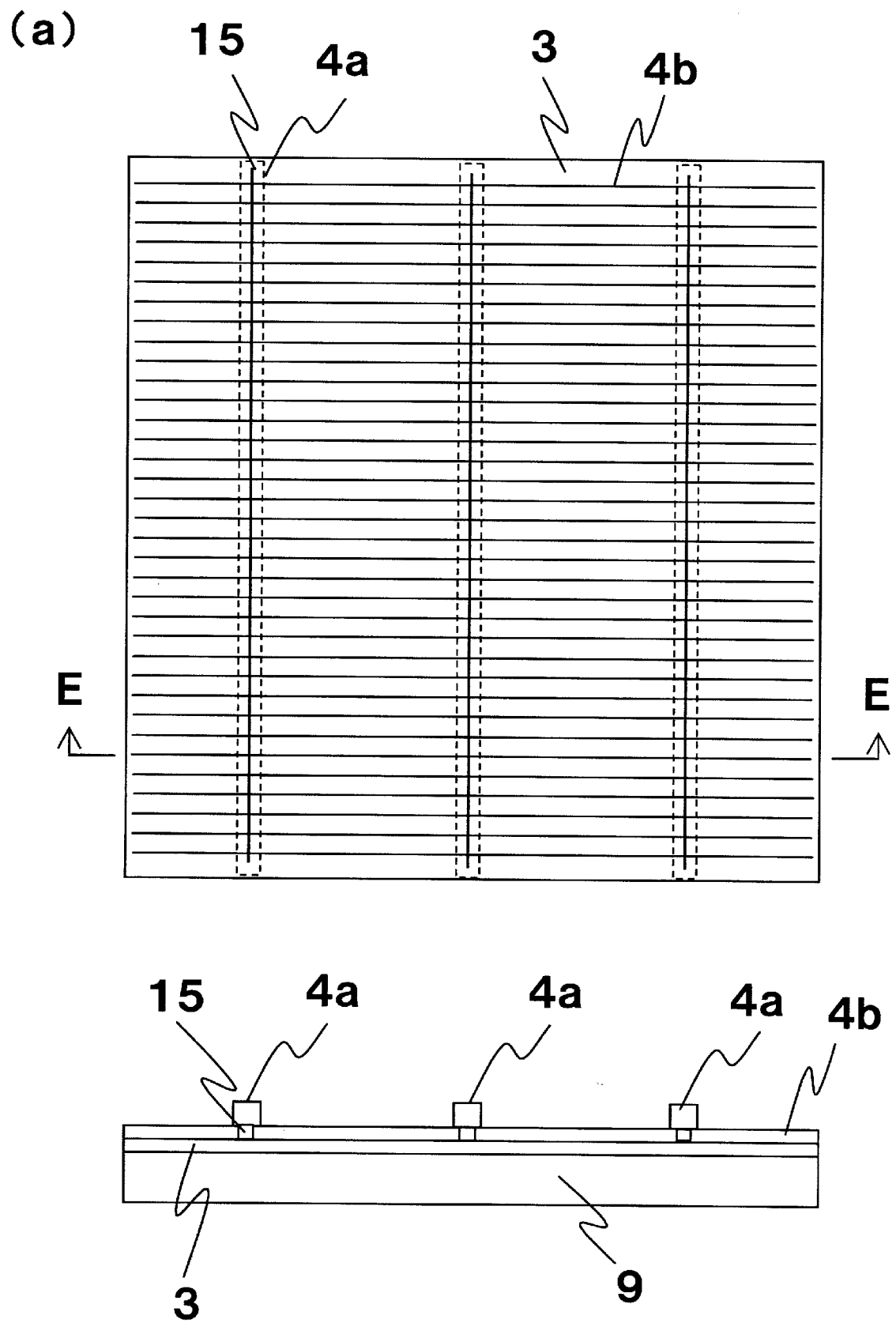
(a)



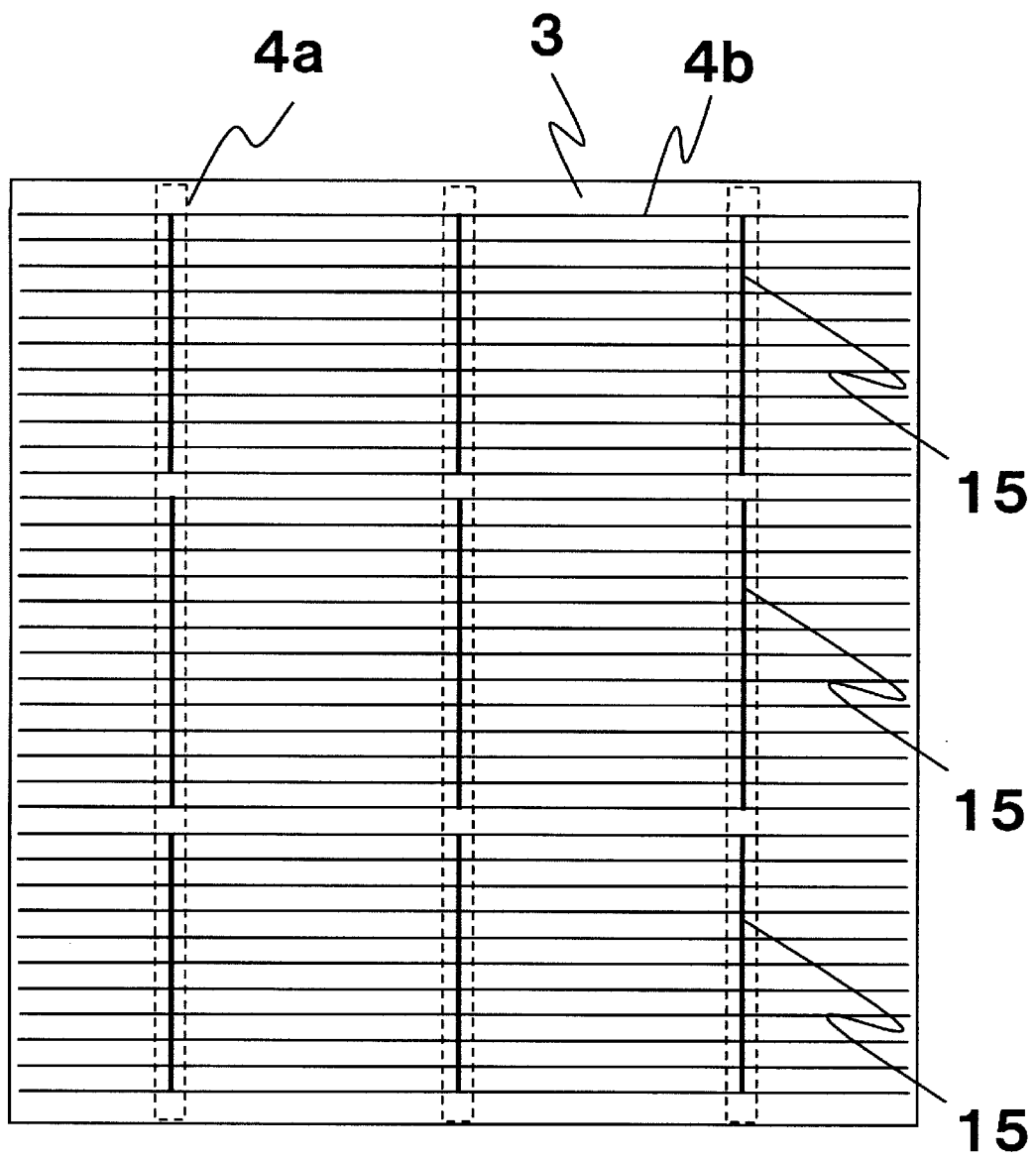
(b)



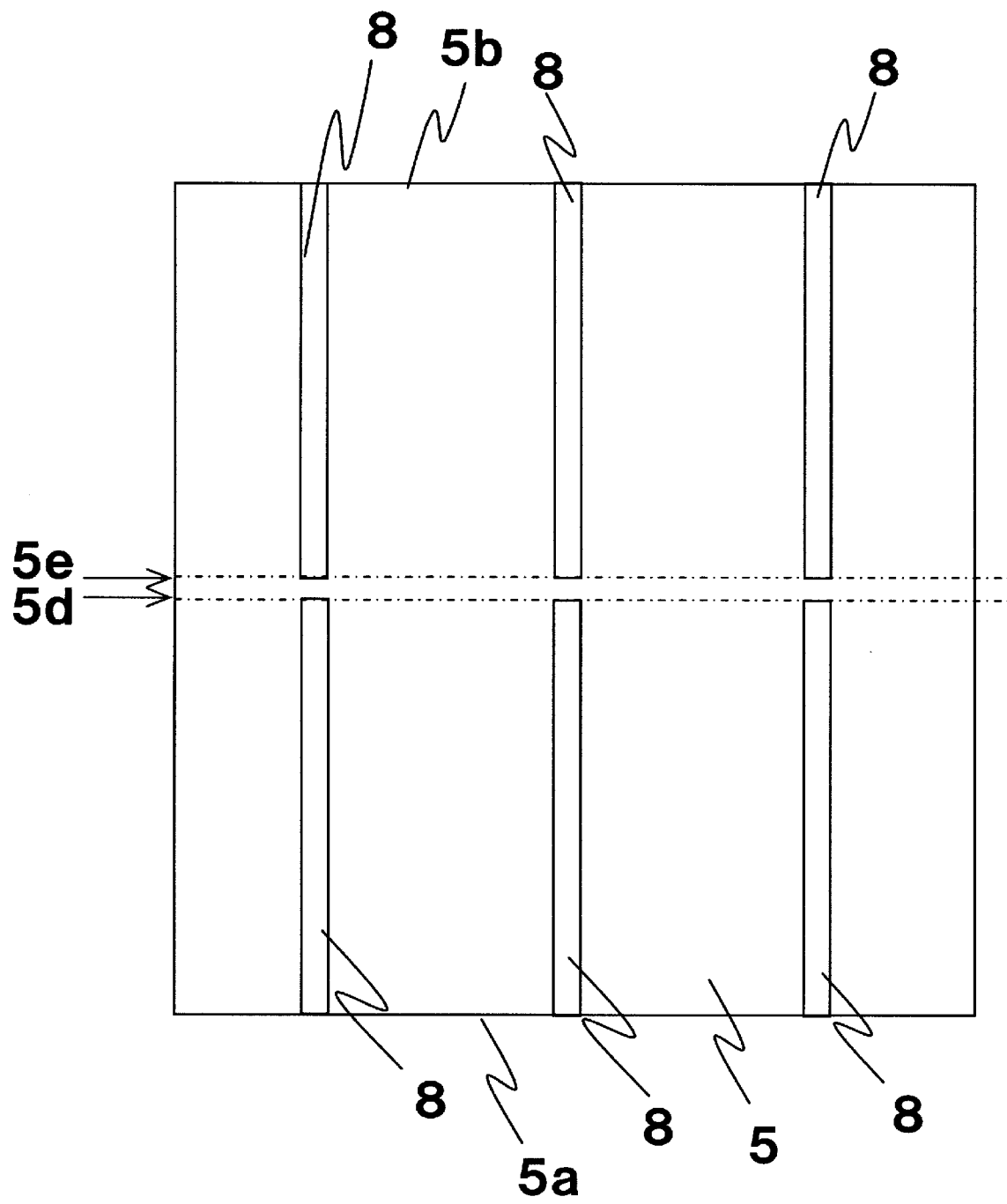
[図14]



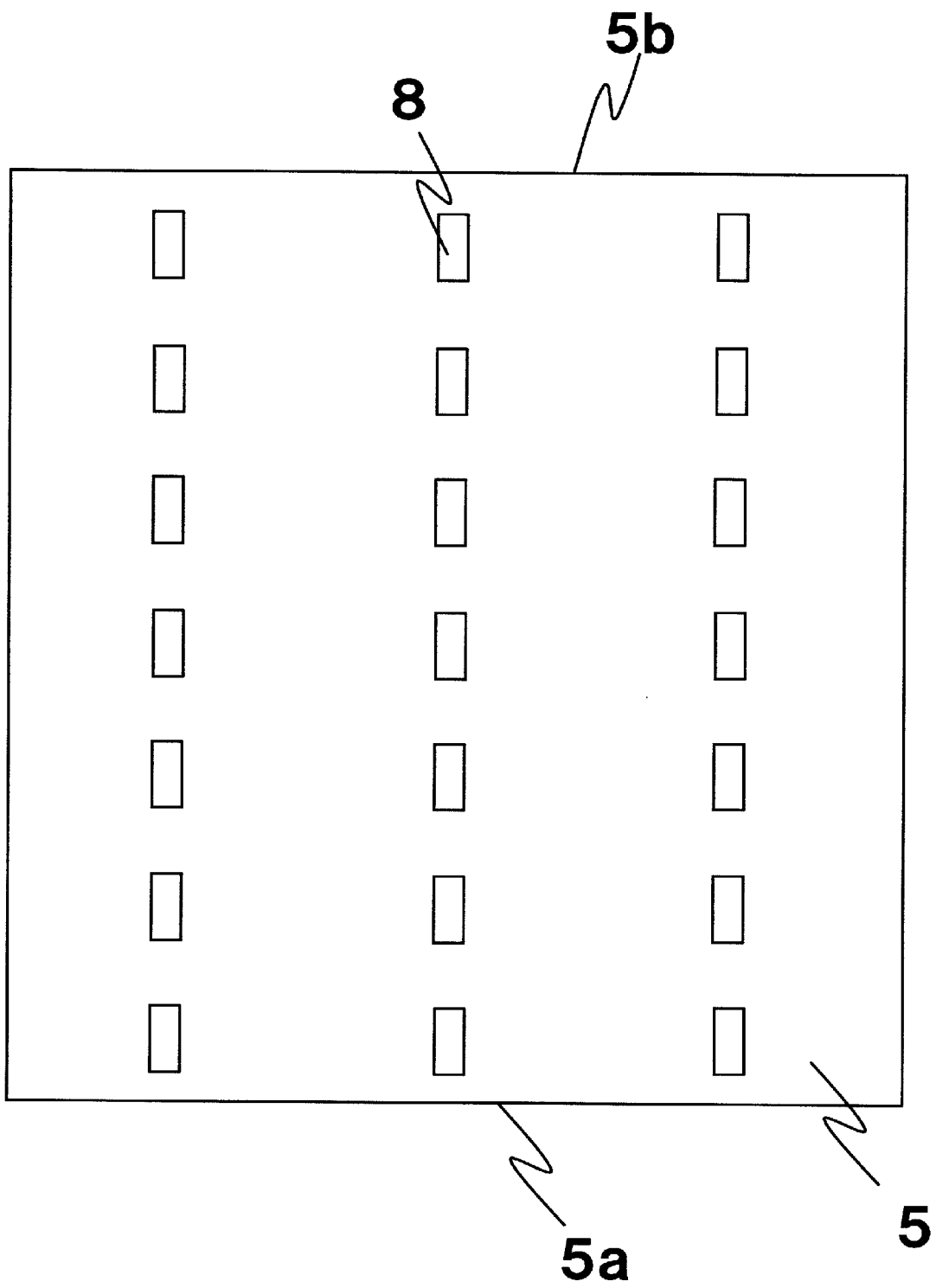
[図15]



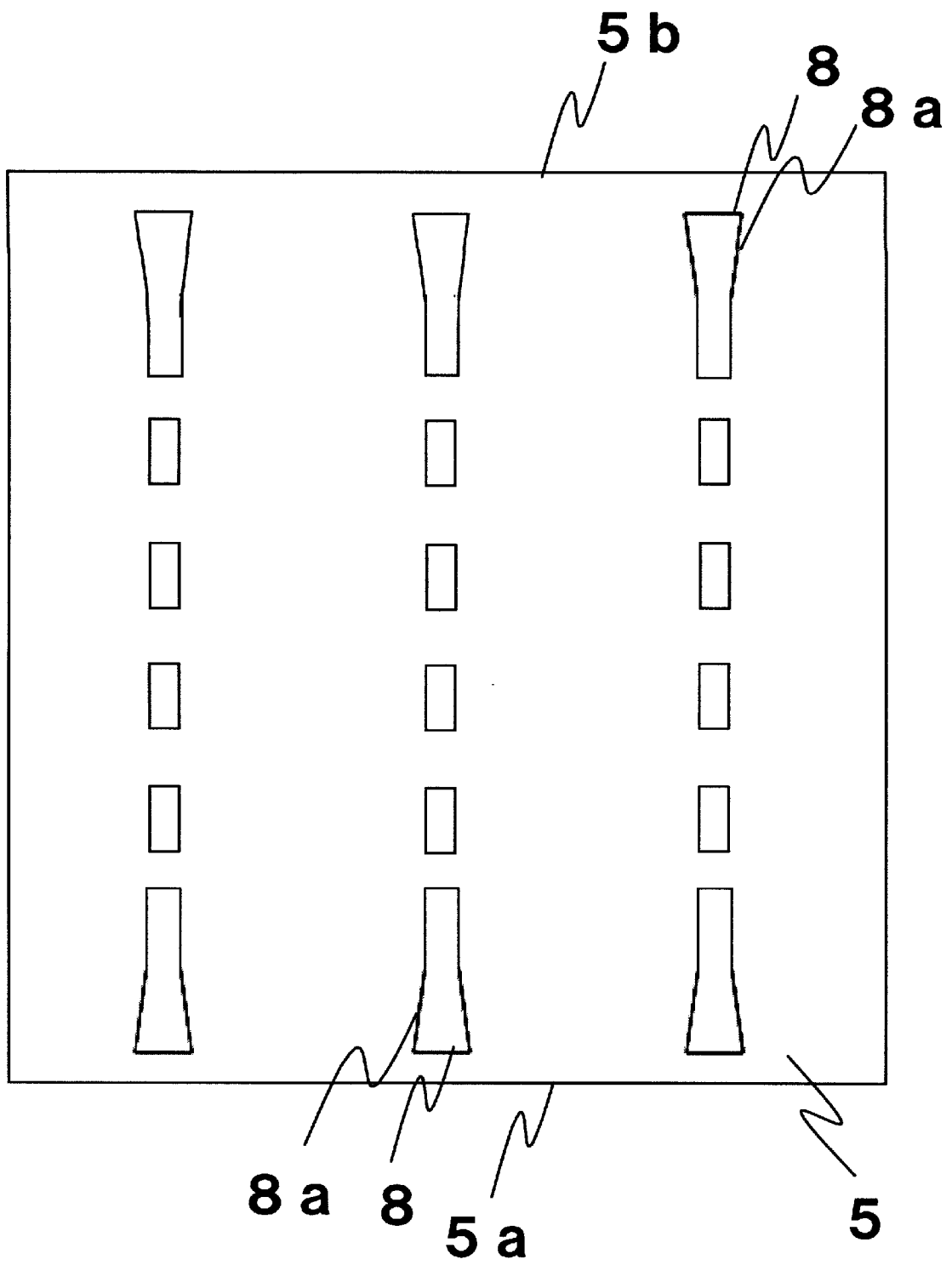
[図16]



[図17]

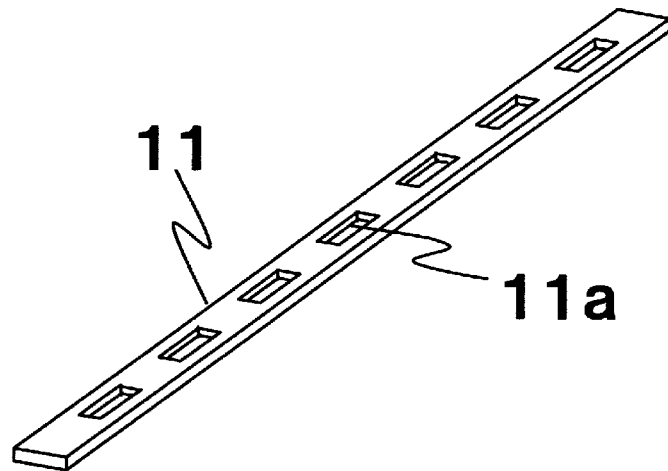


[図18]

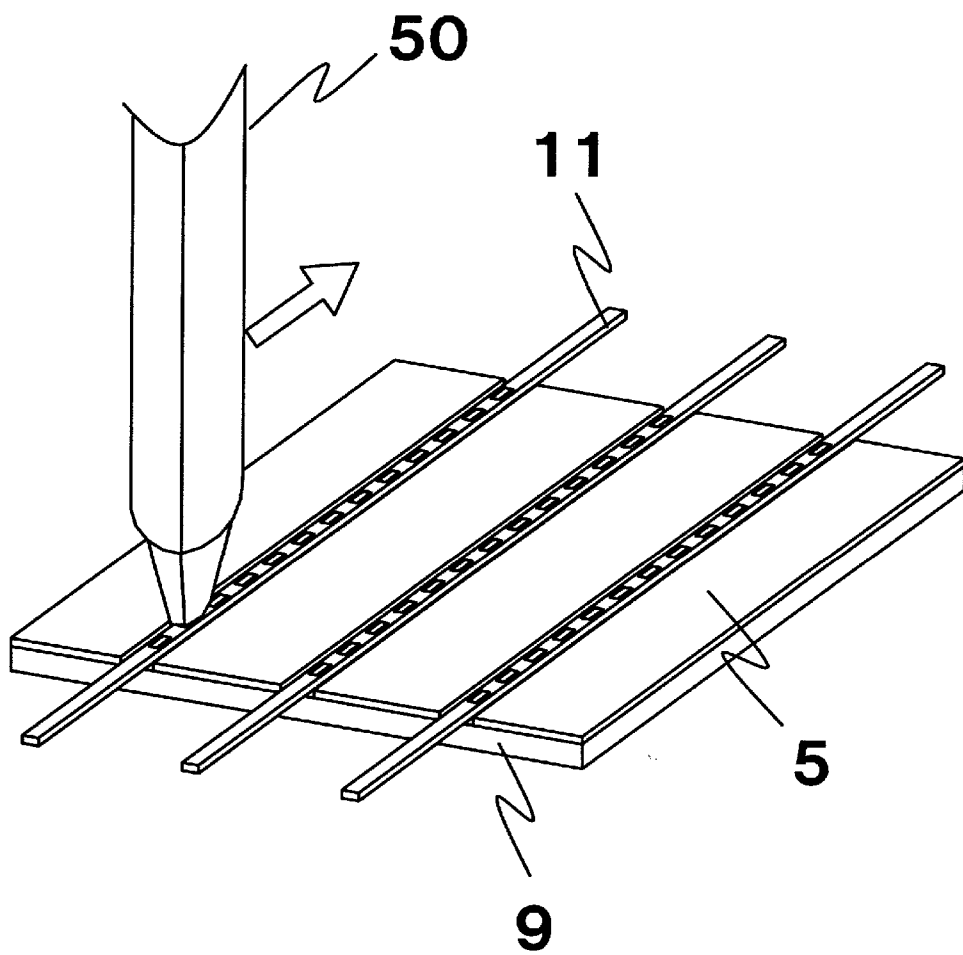


[図19]

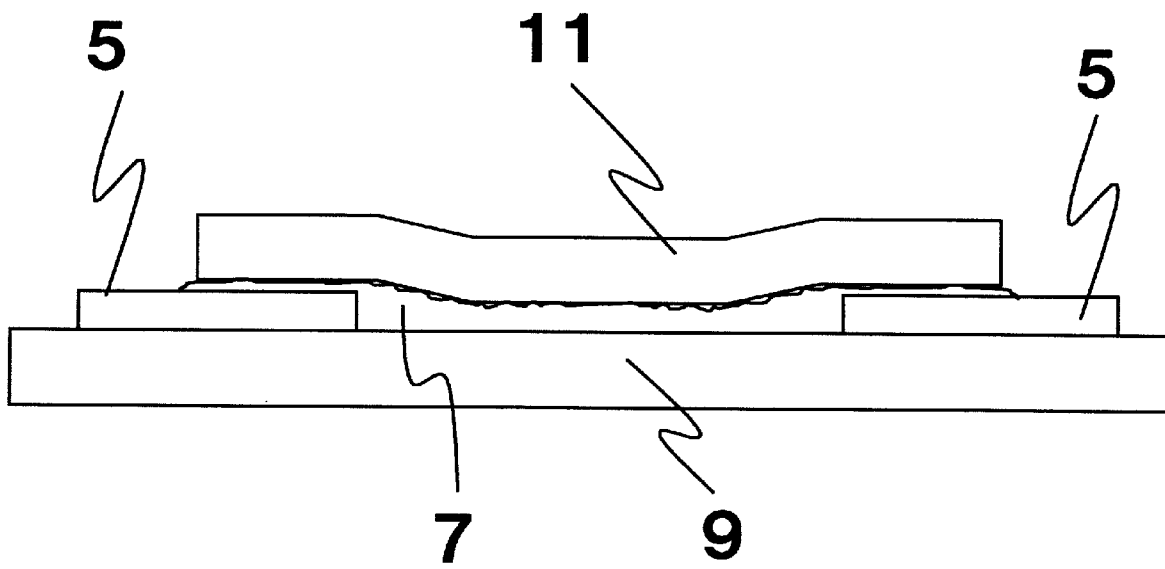
(a)



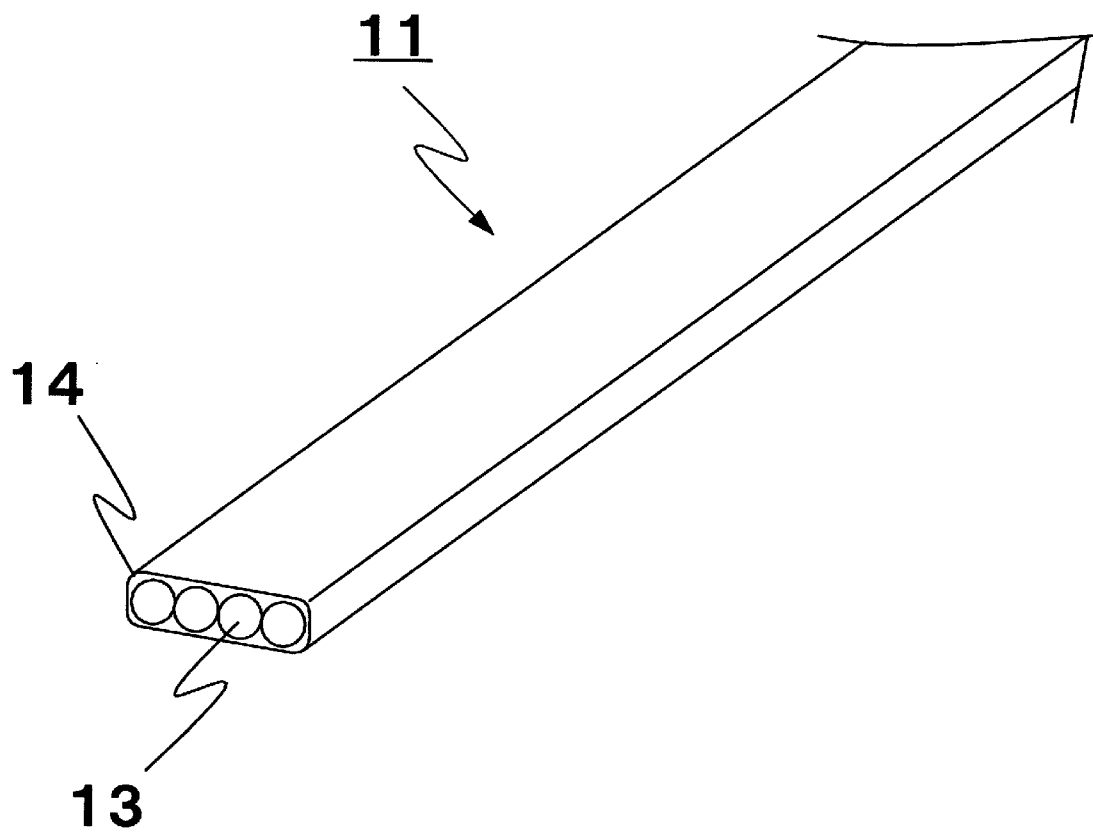
(b)



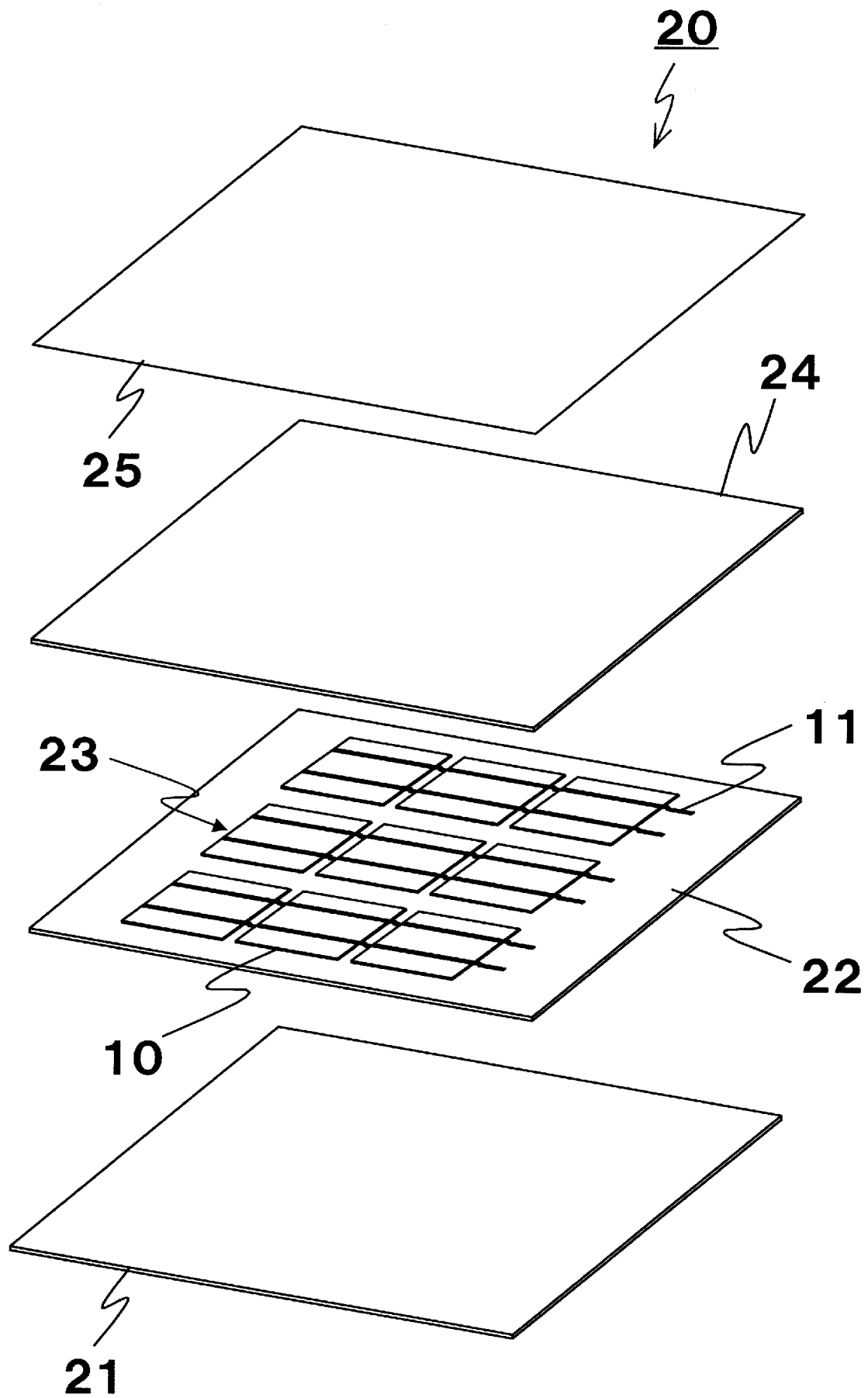
[図20]



[図21]



[図22]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/065274

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L31/04 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L31/04-31/078

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2012

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 5-259487 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 08 October 1993 (08.10.1993), paragraphs [0030] to [0060]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1, 2, 6-12 3-5
Y	JP 6-283735 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 07 October 1994 (07.10.1994), paragraphs [0012] to [0031]; fig. 1 to 11 (Family: none)	3
Y	JP 8-264819 A (Kaneka Corp.), 11 October 1996 (11.10.1996), paragraphs [0018] to [0019]; fig. 2 (Family: none)	4

☒ 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
26 July, 2012 (26.07.12)Date of mailing of the international search report
07 August, 2012 (07.08.12)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/065274

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 2005-216963 A (Kyocera Corp.), 11 August 2005 (11.08.2005), claims 1 to 3 (Family: none)	5
A	JP 2003-158279 A (Canon Inc.), 30 May 2003 (30.05.2003), paragraphs [0033] to [0035] (Family: none)	1-12

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

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 (I P C))

Int.Cl. H01L31/04-31/078

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 5-259487 A (三洋電機株式会社) 1993.10.08, 段落【0030】 - 【0060】, 第 1-3 図 (ファミリーなし)	1, 2, 6-12
Y		3-5
Y	JP 6-283735 A (三洋電機株式会社) 1994.10.07, 段落【0012】 - 【0031】, 第 1-11 図 (ファミリーなし)	3
Y	JP 8-264819 A (鐘淵化学工業株式会社) 1996.10.11, 段落【0018】 - 【0019】, 第 2 図 (ファミリーなし)	4

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 6 . 0 7 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

0 7 . 0 8 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
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)

山本 元彦

2 K

3 9 1 4

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 5

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2005-216963 A (京セラ株式会社) 2005. 08. 11, 【請求項 1】 - 【請求項 3】 (ファミリーなし)	5
A	JP 2003-158279 A (キヤノン株式会社) 2003. 05. 30, 段落【0033】 - 【0035】 (ファミリーなし)	1-12