

(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
2013年12月5日(05.12.2013)



(10) 国際公開番号
WO 2013/179564 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 31/052 (2006.01) H01L 31/042 (2006.01)
H01L 31/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/002784
- (22) 国際出願日: 2013年4月24日(24.04.2013)
- (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 2012-121000 2012年5月28日(28.05.2012) JP
- (71) 出願人: パナソニック株式会社 (PANASONIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 登 一博 (NOBORI, Kazuhiro).
- (74) 代理人: 鷲田 公一 (WASHIDA, Kimihito); 〒1600023 東京都新宿区西新宿1-23-7 新宿ファーストウエスト8階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,

BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, 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, PA, 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.

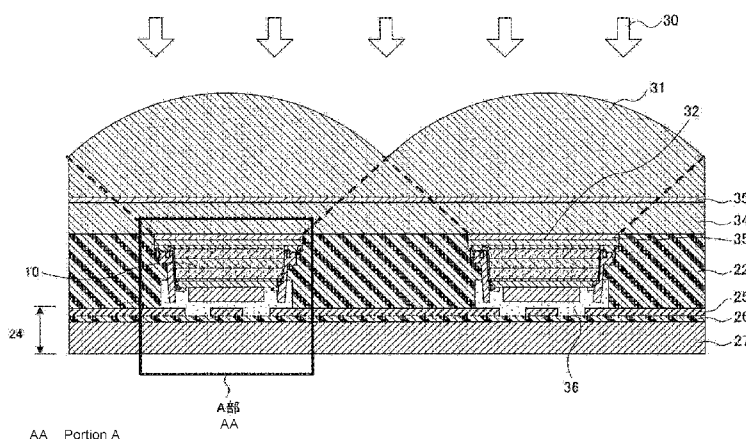
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 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: 太陽電池及びその製造方法



(57) Abstract: Provided is a solar cell, which has excellent heat dissipating characteristics, excellent manufacturing qualities, and a shorter production lead time. This solar cell has: a substrate having a board-like base, and a first conductive line and a second conductive line, which are disposed on the board-like base; a plurality of multi-junction solar cells, each of which has a lower electrode bonded on and electrically connected to the first conductive line, a cell laminate, which is disposed on the lower electrode, and which includes a bottom cell layer and a top cell layer, a transparent electrode disposed on the upper surface of the top cell layer, and a conductor that connects the transparent electrode to the second conductive line; a glass plate, which has upper portions of the transparent electrodes of the multi-junction solar cells bonded to one surface thereof using an adhesive; and a collecting lens, which is disposed on the other glass plate surface with a transparent adhesive therebetween.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2013/179564 A1



放熱性や生産品質に優れ、生産リードタイムがより短い太陽電池を提供する。板状ベースと、板上ベース上に配置された第一導電線および第二導電線とを有する基板と；第一導電線上に接合されて電気接続した下部電極と、下部電極上に配置された、ボトムセル層およびトップセル層を含むセル積層体と、トップセル層の表面上に配置された透明電極と、透明電極を第二導電線に接続する導体と、を有する、複数の多接合型太陽電池セルと；複数の多接合型太陽電池セルの透明電極上を、接着剤を介して一方の面に接着されたガラス板と；前記ガラス板の他方の面に透明接着剤を介して配置された集光レンズとを有する、太陽電池を提供する。

明 細 書

発明の名称：太陽電池及びその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は太陽電池及びその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 太陽電池の中で最も効率が高く、集光型太陽電池に適している太陽電池として多接合型 III-V 族化合物太陽電池セルがある。そのような多接合型 III-V 族化合物太陽電池セルを有する太陽電池も幾つか知られている（例えば、特許文献 1 及び 2 参照）。多接合型 III-V 族化合物太陽電池セルを有する従来の太陽電池の断面構造の模式図を図 19～図 22 に示す。

[0003] 図 19 は、従来の太陽電池の第 1 の例である（特許文献 1 参照）。図 19 に示される太陽電池 100 は、太陽光を集光する光学部品 110 とバックシート 140 とを有する。光学部品 110 はカセグレタイプガラス製のレンズで構成されている。このガラス製レンズの一部には、太陽電池セル 120 を入れるための凹部 113 が形成されている。

[0004] バックシート 140 は、光学部品 110 と接着されている。バックシート 140 は回路基板 150 と接着層 155 で構成されている。回路基板 150 は、絶縁体 153 と導電体 154 から構成されている。導電体 154 の電極部分 154A 及び 154B には、第 1 接続部 124A と第 2 接続部 124B とによって、太陽電池セル 120 が電氣的及び物理的に接続されている。

[0005] 図 20 は、従来の太陽電池の第 2 の例である（特許文献 2 参照）。図 20 に示される太陽電池 200 は、太陽光を集光する光学部品と、光学部品 210 と一体化している一次鏡 230 と、を有する。光学部品 210 はカセグレタイプガラス製のレンズで構成されている。

[0006] 一次鏡 230 は、隙間 237 を挟んで並んだ二枚の金属膜 231 及び 234 で構成されている。一次鏡 230 は、椀状に形成されている。一次鏡 230 の底の平坦部は開口 239 を有している。開口 239 は集光された太陽光

の通路である。一次鏡 230 の底の外側に、開口 239 を通過した太陽光を受ける太陽電池セル 220 が固定される。太陽電池セル 220 は、両面電極のうちの一方向の電極はダイボンディング工法によって配線に接続され、もう一方の電極はワイヤボンディング工法によって配線に接続されている。

[0007] 図 21 は、図 20 に示す太陽電池 200 の集合体である固体透明光学パネル 300 を示す。太陽電池 200 の光学部品 210 は六角形の形状をしている。複数の光学部品 210 (210-1~210-7) が互いに隣接して一枚のパネル状の集合体を構成している。

[0008] 図 22 は、図 20 に示す太陽電池 200 の集合体である集光型光エネルギー収集ユニット 400C を示す。集光型光エネルギー収集ユニット 400C において、太陽電池 200 は、金属膜 900-11~900-87 によって互いに連結されている。つまり、隣り合う二つの太陽電池 200 のうちの一方向の P 側電極と他方の N 側電極とが電氣的に接続されている。集光型光エネルギー収集ユニット 400C は、複数の太陽電池 200 を直列に接続することで構成されている。集光型光エネルギー収集ユニット 400C で発生した電力は、ソケットコネクタ 420 により、外部に取り出される。

[0009] 上述の技術の他にも、多接合型化合物太陽電池に関連する技術として、種々の技術が開示されている（例えば、特許文献 3~6 を参照）。例えば特許文献 3 には、積層帯の内部に設けた導通溝を介して第一電極と第二電極とが電氣的に接続された、薄膜太陽電池の取り出し電極構造が開示されている。この発明によれば、取り出し電極部の面積を小さくすることができる。しかし、この電極構造は、直列に接続された複数の太陽電池セルの接続終端部から延設された第一電極上に設けられたものであり、各太陽電池セルの太陽光の受光面積を向上させるまでには至っていなかった。

[0010] 例えば特許文献 4 には、各太陽電池セル（ダンデム型光電変換セル）の下部電極（裏面電極）と、それに隣接する太陽電池セルの透明電極（受光面電極）とが、格子電極を介して電氣的に接合された、複数の太陽電池セルを備える太陽電池モジュールが開示されている。この発明によれば、格子電極に

より、複数の太陽電池セルを直列接合することができる。しかし、各太陽電池セルの太陽光の受光面積を向上させるまでには至っていなかった。

[0011] 特許文献5には、集光レンズと、太陽電池素子と、柱状光学部材と、を含む太陽電池が記載されている。集光レンズで集光された光は、柱状光学部材を経て太陽電池素子へ導光されるとしている。

[0012] 特許文献6には、薄膜シリコン光電変換ユニットと化合物半導体系光電変換ユニットとが積層された複数の単位セルを、直列に接続することで集積化した太陽電池モジュールが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0013] 特許文献1：米国特許出願公開第2007/0256726号明細書

特許文献2：特開2006-303494号公報

特許文献3：特開2006-13403号公報

特許文献4：特開2008-34592号公報

特許文献5：特開2009-187971号公報

特許文献6：国際公開第2010/101030号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0014] 従来の多接合型化合物太陽電池は、曲面形状をしたレンズに太陽電池セルを接着する工程において、1つ1つの太陽電池セルを個別に接着していた。つまり、複数の太陽電池セルを一括して接着することができなかった。そのため、生産リードタイムが長くなっていた。

[0015] また、従来の多接合型化合物太陽電池の太陽電池セルは、トップセルの表面に、太陽光を透過しないAuやNiやGeなどの金属材料からなる表面電極を有していた。そのため、太陽電池セルに入光する太陽光の量が減少していた。そのため、太陽電池セルの太陽光の発電効率が低下することがあった。

- [0016] さらに、従来の多接合型化合物太陽電池は、集光用レンズが、太陽電池セルと離間して設けられていた。そのため、太陽光によって発生した集光用レンズの熱が放散しにくく、集光用レンズが熱劣化する恐れが高かった。そのため、集光用レンズを光耐熱性物質とする必要があったり、放熱用ヒートシンクなどを設ける必要があったりした。
- [0017] 本発明は、生産リードタイムが短かく、放熱性に優れ、かつ発電効率が高い太陽電池を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0018] 本発明の第1の態様は、放熱性を有する板状ベースと、前記ベース上に配置され、電気的に分離して配置された第一導電線および第二導電線と、を有する基板と；前記第一導電線上に接合されて電気接続した下部電極と、前記下部電極の上面上に配置されたボトムセル層および前記ボトムセル層の上面上に配置されたトップセル層を含むセル積層体と、前記トップセル層の上面上に配置された透明電極と、前記透明電極を前記第二導電線に接続する導体と、を有する、複数の多接合型太陽電池セルと；前記複数の多接合型太陽電池セルの透明電極上を、接着剤を介して一方の面に接着されたガラス板と；前記ガラス板の他方の面に透明接着剤を介して配置された集光レンズと、を有する、太陽電池に関する。
- [0019] 本発明の第2の態様は、放熱性を有する板状ベースと、前記ベース上に配置され、電気的に分離して配置された第一導電線及び第二導電線と、を有する基板を準備する工程と；下部電極と、前記下部電極の上面上に配置されたボトムセル層および前記ボトムセル層の上面上に配置されたトップセル層を含むセル積層体と、前記トップセル層の上面上に配置された透明電極と、前記透明電極を前記第二導電線に接続する導体と、を有する、多接合型太陽電池セルを複数準備する工程と；ガラス板を準備する工程と；前記ガラス板の一方の面に前記複数の太陽電池セルの透明電極の上を接着して、前記ガラス板に前記複数の多接合型太陽電池セルを固定する工程と；前記第一導電線に前記下部電極が電気接続され、前記第二導電線に前記導体が電気接続され

るように、前記基板上に前記複数の多接合型太陽電池セルを実装する工程と；複数の集光点を有するシート状の集光レンズを準備する工程と；前記ガラス板の他方の面に前記集光レンズを接着する工程と；を含む、太陽電池の製造方法に関する。

発明の効果

[0020] 本発明によれば、生産リードタイムが短かく、放熱性に優れ、かつ発電効率が高い太陽電池が提供される。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]図1は実施形態に係る太陽電池の概略断面図である。

[図2]図2は実施形態に係る太陽電池の概略断面図の拡大図である。

[図3]図3は実施形態に係る太陽電池セルの構成を概略的に示す図である。

[図4]図4は実施形態に係るセル積層体の概略構成と、各セル層における吸収波長を示す図である。

[図5]図5A、図5B、図5C、図5Dは実施形態に係る太陽電池セルの製造方法における太陽電池セルを準備する工程を示す図である。

[図6]図6A、図6B、図6Cは実施形態に係る太陽電池セルの製造方法における太陽電池セルを準備する工程を示す図である。

[図7]図7A、図7B、図7Cは実施形態に係る太陽電池セルの製造方法における太陽電池セルを準備する工程を示す図である。

[図8]図8A、図8B、図8Cは実施形態に係る太陽電池セルの製造方法における太陽電池セルを準備する工程を示す図である。

[図9]図9A、図9B、図9C、図9Dは実施形態に係る太陽電池セルの製造方法における（ロー5）太陽電池セルを準備する工程を示す図である。

[図10]図10は実施形態に係る太陽電池セルの製造方法におけるガラス板を準備する工程を示す図である。

[図11]図11は実施形態に係る太陽電池セルの製造方法におけるガラス板と太陽電池セルとを接着する工程を示す図である。

[図12]図12は実施形態に係る太陽電池セルの製造方法における基板に太陽

電池セルを実装する工程を示す図である。

[図13]図 1 3 は実施形態に係る太陽電池セルの製造方法における基板に太陽電池セルを実装する工程を示す図である。

[図14]図 1 4 は実施形態に係る太陽電池セルの製造方法における基板に太陽電池セルを実装する工程を示す図である。

[図15]図 1 5 は実施形態に係る太陽電池セルの製造方法における基板に太陽電池セルを実装する工程を示す図である。

[図16]図 1 6 は実施形態に係る太陽電池セルの製造方法における複眼レンズをガラス板に接着する工程を示す図である。

[図17]図 1 7 は実施形態に係る太陽電池セルの製造方法における複眼レンズをガラス板に接着する工程を示す図である。

[図18]図 1 8 は実施形態に係る太陽電池の設置状態を示す図である。

[図19]従来の太陽電池の第 1 の例の構成を概略的に示す図である。

[図20]従来の太陽電池の構造の第 2 の例の構成を概略的に示す図である。

[図21]従来の太陽電池の構造の第 3 の例の構成を概略的に示す図である。

[図22]従来の太陽電池の構造の第 4 の例の構成を概略的に示す図である。

発明を実施するための形態

[0022] 以下に、実施形態を挙げて本発明の説明を行うが、本発明は以下の実施形態に限定されるものではない。図中同一の機能又は類似の機能を有するものについては、同一又は類似の符号を付して説明を省略する。図面は模式的なものである。したがって、具体的な寸法などは図面によって限定されない。

[0023] <太陽電池>

図 1 は、実施形態に係る太陽電池の概略断面図である。図 2 は、実施形態に係る太陽電池の部分断面図である。図 1 および図 2 に示されるように、実施形態に係る太陽電池は、(1) 基板 24 と、(2) 基板 24 に実装された、複数の(2つの)多接合型太陽電池セル 10 と、(3) 太陽電池セル 10 の透明電極 12 上に、透明接着剤を介して配置されたガラス板 34 と、(4) ガラス板 34 上に透明接着剤 35 を介して配置された集光レンズ 31 とを

有する。

[0024] (1) 基板について

図2に示されるように、基板24は、放熱性を有する板状のベース27と、ベース27上に配置された第一絶縁層26と、第一絶縁層26上に配置された電氣的に絶縁された第一導電線25a及び第二導電線25bと、を有する。ベース27の放熱性は、例えば熱伝導率によって表される。ベース27の熱伝導率は、レンズの熱を効果的に放出する観点から、 $1.0\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 以上であることが好ましく、 $2.0\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 以上であることがより好ましい。ベース27の熱伝導率は、例えば $2\sim 8\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ が好ましい。

[0025] ベース27の例には、金属板や放熱性を有するセラミック板が挙げられる。具体的にはベース27は、アルミベース基板又は鉄ベース基板でありうる。ベース27の厚さは、例えば $1.0\sim 1.5\text{ mm}$ が好ましい。

[0026] 第一導電線25aと第二導電線25bは、互いに電氣的に独立している。第一導電線25a及び第二導電線25bは、ベース27上に、金属層等の導電層を所望の形状に形成する通常の方法によって形成することができる。第一導電線25a及び第二導電線25bの厚さは、耐電圧性の観点から、 $18\sim 36\ \mu\text{m}$ が好ましい。

[0027] 第一導電線25a及び第二導電線25bは、例えば、所期の平面形状を有する銅層と、NiやAuメッキ処理によるNi-Au層とからなる。銅層は、例えば $10\sim 50\ \mu\text{m}$ の厚さを有する。Ni-Au層は、フラッシュAuメッキや、電解Auメッキ工法によって形成される。Ni-Au層の厚さは、例えば最大 $0.5\ \mu\text{m}$ である。

[0028] 第一導電線25a及び第二導電線25bは、互いに電氣的に独立している。第一導電線25aは、太陽電池セル10における後述の中央電極16bと電氣的に接続されている。第二導電線25bは、太陽電池セル10における後述の側面電極16と電氣的に接続されている。

[0029] 基板24は、ベース27が導電性を有する場合は、ベース27の表面に絶

縁層（以下、「第一絶縁層 26」とも言う）をさらに有していてもよい。第一絶縁層 26 は、ベース 27 の表面の全面に形成されていてもよいし、放熱性を高める観点から第一導電線 25 a 及び第二導電線 25 b の周囲にのみ形成されていてもよい。第一絶縁層 26 は、板状部材上に所望の平面形状の層を形成する通常の方法によって形成することができる。第一絶縁層 26 の材料の例には、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、フッ素系樹脂、ポリイミド樹脂、シリコン樹脂、及びアクリル樹脂が挙げられる。第一絶縁層の材料が樹脂材料である場合には、第一絶縁層 26 の厚さは、上述の導電線とベース 27 との絶縁性と伝熱性を十分に確保する観点から、 $15\ \mu\text{m}\sim 300\ \mu\text{m}$ であることが好ましい。

[0030] 第一絶縁層 26 は、絶縁層材料塗料のベース 27 への塗布によって形成されている。第一絶縁層 26 は、電気的な絶縁を保つために、空気が入らないように、またピンホール不良などの不良が生じないように形成されている。

[0031] (2) 太陽電池セルについて

図 2 に示すように、太陽電池セル 10 は、第一導電線 25 a に接合されて電気接続した下部電極 9 a と；下部電極 9 a の上面上に配置されたボトムセル層 B、ボトムセル層 B の上面上に配置されたミドルセル層 M、およびミドルセル層 M の上面上に配置されたトップセル層 T を含むセル積層体 50 と；トップセル層 T の上面上に配置された透明電極 12 と；セル積層体 50 の側面に配置された絶縁層 17 と；透明電極 12 と第二導電線 25 b とを電気接続するように、絶縁層 17 を介してセル積層体 50 の側面に配置された側面電極 16 a と、を有する。

[0032] セル積層体 50 はボトムセル層 B とトップセル層 T とを有していればよい。つまり、セル積層体 50 におけるミドル層 M は省略されていてもよい。また、太陽電池セル 10 は、側面電極 16 a の代わりに、透明電極 12 を第二導電線 25 b に接続する導体を有していてもよい。当該導体は、例えばワイヤボンディング用のワイヤである。

[0033] 太陽電池セル 10 によれば、太陽光の受光面に透明電極 12 以外の電極を

配置しないため、太陽光の利用効率が向上する。

[0034] 下部電極 9 a は、第一導電線 2 5 a に電氣的に接続されるが、第一導電線 2 5 a に接触されても、導電性部材を介して第一導電線 2 5 a と接続されても構わない。また、側面電極 1 6 a も、第二導電線 2 5 b に電氣的に接続されるが、第二導電線 2 5 b に接触されても、導電性部材を介して第二導電線 2 5 b に接続されても構わない。

[0035] 太陽電池セル 1 0 は、本発明の効果が得られる範囲において、さらなる部材を有していてもよい。例えば、下部電極 9 a と第一導電線 2 5 a との電氣的な接触性を高めるために、下部電極 9 a の下面に中央電極 1 6 b を有してもよい。

[0036] また、ボトムセル層 B と下部電極 9 a との電氣的な接触性を高めるために、下部電極 9 a とボトムセル層 B との間に、下部コンタクト層 2 b を有してもよい。また、トップセル層 T と透明電極 1 2 との電氣的な接触性を高めるために、トップセル層 T と透明電極 1 2 との間に、上部コンタクト層 2 a を有してもよい。コンタクト層の材料は、トップセル層 T やボトムセル層の材料に応じて適宜に選ぶことができる

[0037] さらに、第二絶縁層 1 7 と側面電極 1 6 a との間に、Au/Ti 積層膜（図示せず）を有してもよい。また、透明電極 1 2 と側面電極 1 6 a とを電気接続する上部電極 9 b を有してもよい。

[0038] セル積層体 5 0 の上部コンタクト層 2 a の上面に設けられた透明電極（ZnO）1 2 は、トップセル層 T の電位を引き出す。透明電極 1 2 には、上部電極 9 b が接続されている。上部電極 9 b に、側面電極 1 6 a が接続される。側面電極 1 6 a とセル積層体との間には絶縁層 1 7 があり、両者は絶縁されている。絶縁層 1 7 は、窒化シリコン膜などである。

[0039] 側面電極 1 6 a の下面は、下部電極 9 a の下面よりも下方に配置されていることが好ましい。側面電極 1 6 a の下面と、中央電極 1 6 b の下面とが、破線ライン LL にて一致していることがより好ましい。つまり、外部との電気接続部（トップセルの電位を有する電気接続部と、ボトムセルの電位を有

する電気接続部)が1つの面に引き出されていることが好ましい。

[0040] それにより、太陽電池セル10を基板24に実装する際に(図12および図13を参照)、太陽電池セル10に均等に圧力が加えても、太陽電池セル10の破損を防止できる。つまり、トップセル層Tで発電した電位を有する側面電極16aと、ボトムセル層Bで発電した電位を有する中央電極16bとが、同一面に配置されていると、外部電極と実装する生産工程が1回ですむ。そのため、生産リードタイムが短くなる。

[0041] 同一面に配置された側面電極16aの下面と中央電極16bの下面はそれぞれ、基板24の第一導電線25aと第二導電線25bに、導電部材を介してまたは介さずに電気接続される。側面電極16aと中央電極16bは互いに電氣的に独立して配置されている。

[0042] 実施形態に係る太陽電池は、下部電極9aと第一導電線25aとの電気接続、及び、側面電極16aと第二導電線25bとの電気接続は、異方性導電材料36を介して行われている。異方性導電材料36を用いることで、基板24と太陽電池セル10との電氣的接続と接着とを同時に、かつ容易に行うことができる。異方性導電材料36は、例えば、導電性微粒子が分散された熱硬化性樹脂のフィルム(ACF)や異方性導電ペースト(ACP)である。

[0043] 図1及び図2に示されるように、基板24とガラス板34との隙間は、封止樹脂22で封止されていることが好ましい。機械的強度の補強と耐薬品性の向上が図れるからである。また日射下のレンズの加熱による応力の集中を抑制できるからである。封止樹脂22は、基板24、太陽電池セル10及びガラス板34からなる構造物の構造強度を高める。封止樹脂22の例には、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、フッ素系樹脂、ポリイミド樹脂、シリコーン樹脂、及びアクリル樹脂が挙げられる。

[0044] 下部電極9a及び上部電極9bは、金属などの導電性部材である。下部電極9a及び上部電極9bは、例えば、それぞれ厚さ約10 μ mのAuメッキ膜である。中央電極16b及び側面電極16は、例えば、厚さ約10~50

μm のAuメッキ膜である。中央電極16b及び側面電極16は、下部電極9aや上部電極9bよりも、厚く形成される。第二絶縁層17は、例えば厚さ約 $1\mu\text{m}$ のSiN膜である。透明電極12は、例えば厚さ約 $0.5\mu\text{m}$ のZnO層である。Au/Ti積層膜の厚さは約 $0.5\mu\text{m}$ である。

[0045] 図3に示すように、透明電極12の幅Aは、例えば $500\mu\text{m}$ である。上部コンタクト層2aの幅Bは、例えば $470\mu\text{m}$ である。透明電極12の周縁部の幅Cは、例えば $15\mu\text{m}$ である。周縁部の中央に配置されている上部電極9bの幅は、例えば $5\mu\text{m}$ である。上部電極9bとセル積層体50との間の隙間の幅は、例えば $5\mu\text{m}$ である。上部電極9bと透明電極12の縁との間の幅は、例えば $5\mu\text{m}$ である。セル積層体50の厚さは、例えば $10\mu\text{m}$ である。太陽電池セル10の厚さDは、例えば $25\mu\text{m}$ である。

[0046] 図4に示すように、セル積層体50は、上部コンタクト層2a、トップセル層T、トンネル層19a、ミドルセル層M、トンネル層19b、グリッド層20、バッファ層21、ボトムセル層B、および下部コンタクト層2bとから形成される。前述の通り、ミドルセル層Mは省略されてもよい。

[0047] トップセル層Tの禁制帯幅は 1.87eV であり、太陽光スペクトルの中で吸収できる波長は 650nm 以下の領域である。ミドルセル層Mの禁制帯幅は 1.41eV 、太陽光スペクトルの中で吸収できる波長は $650\text{nm}\sim 900\text{nm}$ の領域である。ボトムセル層Bの禁制帯幅は 1.0eV 、太陽光スペクトルの中で吸収できる波長は $900\text{nm}\sim 1,200\text{nm}$ の領域である。このように、太陽電池セルのセル積層体を、トップセル層T、ミドルセル層Mおよびボトムセル層Bを含む3層構造とすることにより、太陽光スペクトルを有効に利用できる。そのため、高効率の太陽電池を実現できる。

[0048] 透明電極12は、セル積層体50のトップセル層T上に形成される。透明電極12は、所望の位置に透明電極12を形成する通常の方法によって形成することができる。透明電極12の材料としては、例えば、酸化亜鉛(ZnO)、ITO、IZO、及びグラフェン透明導電膜が挙げられる。

[0049] 太陽電池セル10における絶縁層17（以下、「第二絶縁層」とも言う）

は、セル積層体50の側面に形成される。第二絶縁層17は、セル積層体50の側面から下部電極9aの側面まで形成されてもよい。第二絶縁層17の材料としては、例えばSiN、BN、SiO₂、及び第一絶縁層26と同じ材料、が挙げられる。

[0050] 側面電極16aは、セル積層体50の側方の第二絶縁層17上に形成される。側面電極16aは、第二絶縁層17から離れて形成されてもよい。側面電極16aの材料には、下部電極9aの材料を用いることができる。側面電極16aは、下部電極9aの側方まで（ただし下部電極とは離れて）形成されていることが、基板表面の導電線と、より容易に電氣的に接続される観点から好ましい。

[0051] (3) ガラス板について

太陽電池セル10は、透明接着剤を介して、ガラス板34の太陽光の集光点である所定の位置に接着される。所定の位置に確実に太陽電池セル10を固定するためには、後述のように、ガラス板34表面に透明接着剤が濡れる「親水領域」と、透明接着剤をはじく「撥水領域」を形成した後に、太陽電池セル10を接着することが好ましい。

[0052] 「撥水領域」にはポリテトラフルオロエチレン（PTFE）層を形成し；「親水領域」には、ヒドロキシ基（-OH）を有するようにガラス板表面を改質することが好ましい。「親水領域と撥水領域」の形成には、フォトリソグラフィ法を用いてもよい。例えば、感光性レジストを用いてパターンニングして、パターンニングされた領域をウェットエッチングすることで、「親水領域と撥水領域」を形成することができる。

[0053] ガラス板34は、太陽電池用として一般に販売されているソーダ石灰ガラス、アルカリ硼珪酸塩ガラス、無アルカリガラス、石英ガラス、低膨張ガラス、ゼロ膨張ガラス、結晶化ガラス等のガラス材料などでありうる。また、ガラス板34は、TFT用ガラス、PDP用ガラス、光学フィルター用基材ガラス、型板ガラス、化学強化ガラス等の各種強化ガラス等でありうる。

[0054] (4) レンズについて

レンズ31は、ガラス板34に接着剤を介して接着されている。レンズ31は、集光点を有する。集光点は、セル積層体50のいずれかにあるか、またはセル積層体50以外の任意の位置にあってもよい。例えば、集光点は透明電極の表面にあってもよいし、レンズの入射面の反対側の表面にあってもよい。

[0055] レンズ31は、通常、受光面を曲面とする平凸レンズである。レンズ31は、好ましくは複眼レンズであり、複眼レンズは、受光面とは反対側に複数の集光点を有する。

[0056] レンズ31は、透明材料によって形成される。レンズ31の材料の例には、ガラス及び透明樹脂が挙げられる。透明樹脂は、例えばアクリル樹脂、シリコン樹脂、ポリカーボネート樹脂でありうる。耐熱性の観点からは、ガラスのような無機材料が好ましい。一方、軽量化の観点からは、透明樹脂が好ましい。中でも、生産性及び経済性の観点から、アクリル樹脂がより好ましい。

[0057] レンズ31は、例えば、平面上に配列する複数の平凸レンズ部からなる複眼レンズである。各平凸レンズは、例えば光の入射面とは反対側の表面に、太陽電池セル10の透明電極12に集光点を有することが好ましい。レンズ31の平面形状は一辺の長さが約50mmの正方形である。レンズ31の厚さは例えば7mmである。

[0058] レンズ31（複眼レンズ）における各レンズの大きさ及び集光点の数は、各レンズの集光倍率により設定される。例えば、各レンズの集光倍率が400倍である場合は、各レンズの大きさは10mm角となる。よってレンズ31は25個（5個×5個）のレンズを有する。各レンズの集光倍率が1,000倍である場合は、各レンズの大きさは16mm角となる。よってレンズ31は9個（3個×3個）のレンズを有する。

[0059] 透明樹脂は、例えば紫外線吸収剤を含有している。このためレンズ31は、長期間、日射下に置かれても、黄色に変色することがなく、透明性を確保することが可能である。

[0060] レンズ31は、光の屈折を利用した、曲面を有するレンズ形状、又はフレネルレンズであることが好ましい。複数の多接合型太陽電池セルが一枚の基板に配置し、前記複数の多接合型太陽電池セルの透明電極のそれぞれに集光点を有する複眼レンズをレンズ31とすることが好ましい。

[0061] レンズ31が、透明接着剤との境界領域の一部に凹部を有することが好ましい。凹部は、光が透過する領域以外に設けられていることが好ましい。凹部は、透明接着剤中の気泡を確保し、レンズの光透過部に気泡が流れることを防止することができる。

[0062] (5) 透明接着剤について

透明接着剤35は、レンズ31とガラス板34との接着と、ガラス板34と太陽電池セル10との接着とに用いられる。具体的には、太陽電池セル10の透明電極12が、ガラス板34の一方の面に透明接着剤35によって接着されており；レンズ31の受光面に対する反対面が、ガラス板34の他方の面に接着されている。

[0063] 透明接着剤35は、エポキシ系の材料やシリコン系の材料で構成されている。透明接着剤35には、例えば、樹脂材料からなる主剤と、樹脂材料からなり、主剤に混合される硬化剤と、からなる二液性の接着剤や、紫外線で硬化する樹脂材料が用いられる。

[0064] (6) その他

さらに実施形態に係る太陽電池は、前述した単体の構造の複数の一体化した構成を有していてもよい。例えば、実施形態に係る太陽電池は、複数の太陽電池セル10が一枚の基板24に実装され、複数の透明電極12のそれぞれに集光点を有する複眼レンズをレンズ31としてもよい。複数の太陽電池セル10が実装される基板24は、各太陽電池セル10の配置位置に、第一導電線25aと第二導電性とを有する。

[0065] 複眼レンズは、例えば、複数の筒状の枠体を束ねた枠集合体と、各枠体中に配置される平凸レンズとによって構成することができる。或いは、複眼レンズは、例えば、複数の平凸レンズが並列した形状に成形されてなるレンズ

によって構成することができる。

[0066] 実施形態に係る太陽電池は、側面電極及びベースを有する。太陽電池セルの入射面側（例えばレンズ）の熱は、側面電極を介してベースに伝達される。ベースは放熱性を有するため、伝達された熱が速やかに外部に放出される。よって、実施形態に係る太陽電池は優れた放熱性を有する。

[0067] 実施形態に係る太陽電池は、厚みバラツキの少ない平板のガラス板に接着された複数の太陽電池セルを、基板に実装している。つまり、複数の太陽電池セルを一括して実装することができ、1つ1つの太陽電池セルを、個別に実装する必要がない。そのため、生産リードタイムを短縮することができる。

[0068] さらに、実施形態に係る太陽電池セルは、トップセルの表面に表面電極を有さない。そのため、本発明によれば太陽電池セルの太陽光の受光面積を高めることができる。

[0069] <太陽電池の製造方法>

太陽電池の製造方法は、（１）基板を準備する工程と、（２）複数の多接合型太陽電池セルを準備する工程と、（３）ガラス板を準備する工程と、（４）ガラス板に、複数の太陽電池セルを接着する工程と、（５）ガラス板に接着された複数の太陽電池セルを、基板上に実装する工程と、（６）複数の集光点を有するシート状の集光レンズを準備する工程と、（７）集光レンズをガラス板に接着する工程とを含む。

[0070] （１）基板を準備する工程について

基板24は、例えば、ベース27と、ベース27に配置され、互いに電氣的に独立する第一導電線25a及び第二導電線25bを有する。各導電線の形成は、所望の平面形状の金属層を形成する通常の方法によって行うことができる。また、ベース27が導電性を有する場合には、ベース27と導電線との間に第一絶縁層26が成膜される。

[0071] （２）太陽電池セルを準備する工程について

まず図5Aに示す、円板状のGaAs基板1（ウェハ）を用意する。Ga

A s 基板 1 のサイズは、例えば、直径が 4 インチ (1 0 . 1 6 c m) 、厚さが 5 0 0 μ m である。通常、 1 つの G a A s 基板 1 に複数の太陽電池セル 1 0 を形成する。

[0072] セル積層体の製造

図 5 B に示すように、 G a A s 基板 1 上に、犠牲層 4 を介してセル積層体 5 0 を形成する。セル積層体 5 0 は、図 4 を用いて先に説明したように、例えば上部コンタクト層 2 a 、トップセル層 T 、トンネル層 1 9 a 、 1 9 b 、ミドルセル層 M 、グリッド層 2 0 、バッファ層 2 1 、ボトムセル層 B 、及び下部コンタクト層 2 b を、エピタキシャル成長によって犠牲層 4 上に形成することで得られる。得られるセル積層体 5 0 の高さは、例えば 1 0 μ m である。セル積層体 5 0 は、 G a A s 基板 1 の上に、各金属層を形成することで得られる。各金属層は、縦型 M O C V D (Metal Organic Chemical Vapor Deposition) 装置に投入し、各金属層をエピタキシャル成長法によって形成されうる。

[0073] 各金属層のエピタキシャル成長は、通常的手法を用いて行われうる。例えば、環境温度を約 7 0 0 $^{\circ}$ C として行う。 G a A s 層を成長させるための原料として、 T M G (トリメチルガリウム) と A s H 3 (アルシン) が用いられうる。 I n G a P 層を成長させるための原料として、 T M I (トリメチルインジウム) 、 T M G および P H 3 (ホスフィン) が用いられうる。また、 n 型 G a A s 層、 n 型 I n G a P 層および n 型 I n G a A s 層を形成するための不純物として、 S i H 4 (モノシラン) が用いられうる。一方、 p 型 G a A s 層、 p 型 I n G a P 層および p 型 I n G a A s 層を形成するための不純物として、 D E Z n (ジエチル亜鉛) が用いられうる。

[0074] 具体的には以下の工程により製造することができる。 G a A s 基板 1 の上に、犠牲層 4 として、約 1 0 0 n m 厚みの A l A s 層をエピタキシャル成長させる。次に、上部コンタクト層 2 a として、約 0 . 1 μ m 厚みの n 型 I n G a P 層を成長させる。

[0075] 次に、トップセル層 T を形成する。ウィンドウとしての約 2 5 n m 厚の n

型 InAlP 層と、エミッターとしての約 0.1 μm 厚の n 型 InGaP 層と、ベースとしての約 0.9 μm 厚の p 型 InGaP 層と、BSF としての約 0.1 μm の p 型 InGaP 層とを、それぞれエピタキシャル成長法によって形成する。その結果、約 1 μm 厚のトップセル層 T が形成される。

[0076] トップセル層 T を形成した後、トンネル層 19 として、約 12 nm 厚の p 型 AlGaAs 層と、約 20 nm 厚の n 型 GaAs 層とを成長させる。その結果、約 30 nm 厚のトンネル層 19 が形成される。

[0077] 次に、ミドルセル層 M を形成する。ウィンドウとしての、約 0.1 μm 厚の n 型 InGaP 層と；エミッターとしての、約 0.1 μm 厚の n 型 GaAs 層と；ベースとしての、約 2.5 μm 厚の p 型 GaAs 層と；BSF としての、約 50 nm 厚みの p 型 InGaP 層とを、それぞれエピタキシャル成長法によって形成する。その結果、約 3 μm 厚のミドルセル層 M が形成される。

[0078] ミドルセル層 M を形成した後、トンネル層 19 として、約 12 nm 厚の p 型 AlGaAs 層と、約 20 nm 厚の n 型 GaAs 層とを成長させる。その結果、約 30 nm 厚のトンネル層 19 が形成される。

[0079] 次に、グリッド層 20 を形成する。グリッド層 20 は、格子定数のミスマッチによる転位や欠陥の発生を抑制する。約 0.25 μm 厚の n 型 InGaP 層を 8 層を形成し、約 2 μm 厚みのグリッド層 20 を形成する。さらに、バッファ層 21 として、約 1 μm 厚の n 型 InGaP 層を形成する。

[0080] 次に、ボトムセル層 B を形成する。パッシベーション膜としての約 50 nm 厚の n 型 InGaP 層と、エミッターとしての約 0.1 μm 厚の n 型 InGaAs 層と、ベースとしての約 2.9 μm 厚の p 型 InGaAs 層と、パッシベーション膜としての約 50 nm 厚みの p 型 InGaP 層とを、それぞれエピタキシャル成長法によって形成する。その結果、約 3 μm 厚みのボトムセル層 B が形成される。最後に、下部コンタクト層 2b として、約 0.1 μm 厚みの p 型 InGaAs 層を成長させる。

[0081] 図 5C に示すように、厚み約 0.1 μm の下部コンタクト層 2b を、所定

の大きさにパターニングする。パターニングは、ドライエッチング処理により行いうる。

[0082] 図5Dに示すように、厚み $10\mu\text{m}$ のセル積層体50を、所定の平面形状にパターニングする。パターニングによる平面形状の大きさ（例えば円形な直径、矩形なら長さ）は、例えば $500\mu\text{m}$ である。パターニングは、ドライエッチング処理により行うことが好ましい。セル積層体50が、GaAs基板1の外縁よりも内側に配置されることで、太陽電池部分の周辺で発生するキャリアの消失が抑制され、変換効率が向上することが確認されている。このように、エッジ部分のセル積層体をエッチングした構造を、“Ledge構造”と称することがある。「J. Vac. Sci. Technol. B, Vol. 11, No.1, Jan/Feb 1993」や「電子情報通信学会 信学技報 IEICE Technical Report ED2007-217, MW2007-148(2008-1)」などに示されるように、PNジャンクションの端部でのキャリアの消失が起こりやすいことが知られている。これに対して、“Ledge構造”とすることで、キャリアを基板の内部に集中させて、端部でのキャリア消失を抑制する。

[0083] 図6Aに示すように、上部電極9bと下部電極9aとしてのAuメッキ電極を形成する。具体的には、まず、図5Dのセル積層体50の上部全面に、電界メッキ法によって、膜厚約 $10\mu\text{m}$ 以下のAuメッキ膜を形成する。Auメッキ膜をパターニングして、上部電極9bと下部電極9aとする。パターニングは、フォトリソグラフィとウェットエッチングとを組み合わせで行う。

[0084] 図6Bに示すように、絶縁層17としてのSiN膜を形成する。例えばプラズマCVD工法を用いて、セル積層体の上部全面にSiN膜を形成する。

[0085] 図6Cに示すように、絶縁層17の不要な部分を除去して、絶縁層17の窓17aと17bを形成する。絶縁層17の窓17aと17bは、それぞれ、下部電極9aと上部電極9bを構成するAuメッキ面を露出させる。

[0086] 図7Aに示すように、図6Cで得られたセル積層体の上部全面に、金属スパッタ工法を用いてAu/Ti積層膜を形成する。Au/Ti積層膜は、次工

程において、電解Auメッキを行うための前処理膜となる。

[0087] 図7Bに示すように、電解Auメッキ膜を形成する必要がない部分を、レジスト18で被覆する。例えば、メサエッチング用のレジスト18を用いて、露光工程とアルカリ水溶液または酸溶液によりエッチングとを経て、メッキ膜を形成する必要がない部分を被覆する。その後、電解Auメッキ膜を形成する。

[0088] 電解Auメッキにより中央電極16bと側面電極16aが形成される。Auメッキ膜からなる中央電極16bと側面電極16aの厚みは、太陽電池セルのセル積層体の厚み10 μ mよりも厚く、10~50 μ m程度の厚みで形成する。

[0089] 図7Cに示すように、Auメッキを保護するTi膜を形成する。Ti膜は、金属スパッタで形成すればよく、図5Bで得られた積層体の上部全面に形成する。

[0090] 図8Aに示すように、レジスト18(図7C)を除去する。レジスト18の除去は、ウェット処理にて行う。アルカリ水溶液および酸溶液によるエッチングにより、レジスト18のみを除去することができる。

[0091] 図8Bに示すように、絶縁層17上のAu/Ti膜と、Auメッキ電極上のTi膜を除去する。これらの除去は、ドライエッジで行う。このようにして、Auメッキ電極の表面を、有機物汚染のない清浄面とする。

[0092] 図8Bに示すように、片面接合の多接合型化合物太陽電池セルの基本構造が得られる。しかしながら、図8Bに示される片面接合の多接合型化合物太陽電池セルでは、トップセル層TがGaAs基板1側にあり、ボトムセル層Bが中央電極16b側にある。トップセル層Tから太陽光を入射可能にするため、図8Bに示される太陽電池セルの基本構造からGaAs基板1を剥離しなければならない。また、その際に太陽電池セル10にダメージを与えてはならない。

[0093] 犠牲層への凹部形成

GaAs基板1を剥離するときに、太陽電池セル10にダメージを与えて

はならない。そこで、図8Cに示すように、GaAs基板1側が重力方向の上方になるように太陽電池セル10を上下反転させた後、太陽電池セル10をワックス28が設けられた保持板29上に配置する。その後、GaAs基板1を剥離させるために、犠牲層4の側面に犠牲層凹部4aを設ける。太陽電池セル10は非常に脆弱なため、GaAs基板1を剥離するときの応力で破壊されることがある。このため、犠牲層4を確実に内部破断させるための起点として、犠牲層凹部4aを設ける。犠牲層凹部4aは、ブレードで研削したり、ウォータージェットで研削したり、機械的な「ケガキ」をするなどして設ければよい。太陽電池セル10と基板24との隙間を封止樹脂22で封止することで、太陽電池セル10が機械的に補強されている。そのため、犠牲層凹部4aを形成するときに太陽電池セル10が破壊されない。

[0094] GaAs基板の剥離

図9Aに示すように、犠牲層4を内部破断させて、GaAs基板1を剥離する。犠牲層4の内部破断は、ダイシング、ローラー剥離、ウォータージェット、超音波破壊などのSOI (silicon on insulator) 関連の技術を利用する。

[0095] 基板1を構成するGaAsの格子定数は5.653オングストロームであり、犠牲層4を構成するAlAsの格子定数は5.661オングストロームであり、両者はほぼ一致している。そのため、犠牲層4は安定した膜であり、安定に内部破断させることができる。

[0096] 犠牲層のエッチング

図9Bに示すように、太陽電池セル10に残存した犠牲層4をウェットエッチングで除去する。例えば、犠牲層4をフッ酸に2~3分間接触させて、溶融除去することができる。太陽電池セル10が封止樹脂22で保護されているので、フッ酸が太陽電池セル10にダメージを与えない。

[0097] 透明電極の形成

図9Cに示すように、透明電極12を形成する。透明電極12は、太陽光の入射面を構成する。透明電極12は、ZnO層やITO層などであり、ス

パッタ工法で形成されうる。透明電極 12 は、太陽電池セル 10 の上部全面に形成され、上部コンタクト層 2a と上部電極 9b とを電氣的に接続する。ZnO 層に、Al や Ga を 0.1 質量% 以上添加することにより、導電性を向上させることもできる。

[0098] 図 9D に示すように、太陽電池セル 10 からワックス 28 を除去する。このようにして得られる太陽電池セル 10 は、太陽光の入射面に、太陽光を遮る電極を有さない。従って、太陽電池セル 10 への太陽光の入射量が高まり、太陽電池セル 10 の発電効率が向上する。

[0099] 本実施形態によれば、太陽電池セル 10 のセル積層体 50 が薄い（例えば $10\ \mu\text{m}$ 以下）にも係わらず、セル積層体 50 にダメージを与えることなく、GaAs 基板 1 を剥離して太陽電池とすることができる。

[0100] (3) ガラス板を準備する工程について

(3-1) ガラス板の表面の撥液処理と親液処理

図 10 に示すように、ガラス板 34 を用意する。ガラス板 34 は、厚み 2 ~ 10 mm の平面ガラス又は平面強化ガラスである。一般的な太陽電池に用いているガラス板でありうる。

[0101] 図 10 に示すように、ガラス板 34 の裏面の所定領域に撥液層 23 を設ける。所定領域とは、複数の（2 以上の）太陽電池セル 10 の透明電極が接着される領域（「集光点 32」ともいう）以外の領域である。撥液処理は、例えば、 $\text{CF}_3(\text{CF}_2)_7\text{C}_2\text{H}_4\text{SiCl}_3$ のようなフッ化炭素鎖、または $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{17}\text{SiCl}_3$ のような炭化水素鎖を有するシランカップリング剤による化学修飾によって行われる。また、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）の撥液材層を形成して撥液層 23 としてもよい。

[0102] その結果、複数の（2 以上の）太陽電池セル 10 の透明電極が接着される領域は、透明接着剤に対して相対的に親液性となる。さらに、透明電極が接着される領域（集光点 32）は、透明接着剤の濡れ性を高める親液処理を施されてもよい。

[0103] (3-2) 透明接着剤の塗布

図10に示すように、親液性を有する集光点32に透明接着剤35を塗布する。例えば、透明接着剤35をスクリーノズル式ディスペンサーにて塗布する。透明接着剤の粘度が変化しても、一定量の塗布を行う。素子サイズにより塗布量は異なるが、本実施例では樹脂塗布ヘッド43を用いて100～1000ナノリットルの透明接着剤を塗布する。透明接着剤は、集光点32に濡れ広がり、撥液層23は塗布されない。

[0104] (4) ガラス板に太陽電池セルを接着する工程について

図11に示すように、透明接着剤35を塗布されたガラス板34の集光点32に、太陽電池セル10の透明電極12を、位置合わせしながら接着する。

[0105] 太陽電池セル10の厚みは、5～50 μm と薄く、また太陽電池セル10には、GaAsやGeなどの化合物半導体を含む。このため、太陽電池セル10は非常に脆い。そこで、太陽電池セル10に負荷を与えないように、太陽電池セル10をガラス板34に接着する必要がある。太陽電池セル10を、平面形状のマウントヘッド41の吸着穴42に真空吸着し、集光点32にマウントする。マウント荷重は10～50gf ($9.81 \times 10^{-2} \sim 4.90 \times 10^{-1}\text{N}$)程度とする。

[0106] 集光点32にマウントされた太陽電池セル10は、透明接着剤35と濡れることにより、親液領域(すなわち集光点)に位置合わせされる。一例として、太陽電池セル10の透明電極表面が800 $\mu\text{m} \times 800\mu\text{m}$ の正方形である場合、集光点32を900 $\mu\text{m} \times 900\mu\text{m}$ の正方形に設定し、その他の領域を撥液領域とする。それにより、太陽電池セル10は、透明接着剤35の表面張力のバランスにより、ガラス面において位置合わせされ、集光点32の内部に配置される。

[0107] 太陽電池セル10は、平面形状のマウントヘッド41で1個1個マウントしてもよく、複数の集光点に対応する貫通孔を有するメタルマスクをガラス板に配置して、複数の太陽電池セル10を集光点に一括してマウントすることも可能である。また、太陽電池セル10を分散させた液体をガラス板34

上に塗布し、太陽電池セル10を集光点に配置することも可能である。

[0108] 集光点に太陽電池セル10が配置されたら、透明接着剤35を硬化する。透明接着剤35には、例えば二液混合性の常温硬化型樹脂が用いられる。常温硬化型樹脂を用いる場合には、例えば常温状態で放置すると、約90分後から硬化が始まり、24時間で硬化が完了する。透明接着剤35は、紫外線硬化型樹脂であってもよい。紫外線硬化型の樹脂を用いる場合は、太陽電池セル10の集光点への位置合わせ及びマウント後に紫外線を照射する。こうして、太陽電池セル10の透明電極12がガラス板34の集光点に適切に固定される。

[0109] 撥水層の除去

太陽電池セル10を接着後、ガラス基板34上の撥水層23を除去する。撥水層は、例えば、ドライエッジで除去することができる。ドライエッジにより、ガラス板34の表面は親液性となる。太陽電池セル10を接着したガラス基板34に撥水層23が残存すると、封止樹脂22（図15参照）との濡れ性が低下する。そのため、熱サイクルによる応力で、ガラス板34と封止樹脂22間で剥離不良が発生する。従って、ガラス基板34上の撥水層23を除去することが好ましい。

[0110] (5) 基板に太陽電池セルを実装する工程について

ガラス板34に接着された多接合型太陽電池セル10を基板24に実装する。具体的には、下部電極9aを第一導電線25aに電氣的に接続し、かつ側面電極16aを第二導電線25bに電氣的に接続することで、多接合型太陽電池セル10を基板24に実装する。ガラス板34に接着された多接合型太陽電池セル10の基板24への実装位置は、例えば、カメラによって撮影される接着位置の画像によって確認することができる。

[0111] (5-1) 基板上への異方性導電材料(ACF)の配置

多接合型太陽電池セル10の基板24への実装は、異方性導電材料を用いて行うことが好ましい。基板24上に異方性導電材料36を配置する。そして、異方性導電材料36を介して、第一導電線25aに下部電極9aを接続

し、第二導電線 25 b に側面電極 16 a を接続する。異方性導電材料を用いることで、基板 24 に多接合型太陽電池セル 10 を容易に実装することができる。

[0112] 異方性導電材料 36 はフィルム状又はペースト状でありうる。異方性導電材料 36 はエポキシ樹脂と、それに分散している導電粒子を含む。異方性導電材料 36 は、主に液晶ディスプレイの駆動用ドライバーの実装などに使用されている。

[0113] フィルム状の異方性導電材料 36 は、基板 24 における太陽電池セル 10 の配置領域よりも大きく、例えば第二導電線を囲む大きさを有することが好ましい。異方性導電材料 36 の厚みは、太陽電池セル 10 の電極と基板 24 上の導電線との間の隙間に比べて十分に大きいことが必要である。つまり、異方性導電材料 36 のフィルムは、第一導電線 25 a 及び第二導電線 25 b の厚みよりも厚い。例えば、第一導電線 25 a 及び第二導電線 25 b の厚みが $35 \mu\text{m}$ である場合は、異方性導電材料 36 の厚みは $40 \sim 60 \mu\text{m}$ でありうる。

[0114] まず、基板 24 の第一導電線 25 a 及び第二導電線 25 b を異方性導電フィルムで覆う。次に、異方性導電フィルムが配置された基板 24 に、ガラス板 34 に接着された多接合型太陽電池セル 10 を熱圧着することによって、実装を行う。導電線を異方性導電フィルムで覆うときに、異方性導電フィルムが一部硬化する程度に加熱加圧することによって、異方性導電フィルムを基板上に仮固定してもよい。より具体的に、図 12 に示すように、基板 24 に異方性導電材料 36 のフィルムを貼り付ける。上部から $60 \sim 100^\circ\text{C}$ に加熱した平面ツールで、異方性導電材料 36 全体を 5 秒以下で加熱、加圧して貼り付けることが好ましい。このとき、異方性導電材料 36 内部のエポキシ樹脂が硬化反応しない条件で異方性導電材料 36 を配置領域に貼り付けることが好ましい。

[0115] 太陽電池セルの基板への仮実装

図 12 に示すように、ガラス板 34 に接着された複数の（2 以上の）太陽

電池セル10を、異方性導電材料36が貼り付けられた基板24に、位置合わせしてマウントすることで仮圧着品を得る。ガラス板34に付された認識マークと、基板24上の認識マークをCCDカメラにより認識し、その位置情報を用いて、基板24の所定の位置に、太陽電池セル10が配置される。太陽電池セル10の仮圧着は、常温かつ低荷重で行う。そのため、太陽電池セル10の電極と基板24の導電線とは、電気導通しない。

[0116] 太陽電池セルの基板への本実装

次に、図13に示すように、太陽電池セル10を基板24に電気接続すると共に、太陽電池セル10を基板24に固定する。具体的には、まず金属ステージに、前述した仮圧着工程による仮圧着品を、基板24を下にして置く。次に、ガラス板34の上方からポリテトラフルオロエチレンやポリイミド材料のフィルム形状の保護シート39を置く。次に、180~220℃程度に加熱した金属の加熱加圧ヘッド40で、保護シート39を介して仮圧着品を加圧する。1つの太陽電池セル当たりの荷重を約50~200gf(0.49~1.96N)とし、加圧時間を5~20秒間とする。

[0117] この加圧によって、異方性導電材料36内部のエポキシ樹脂を溶融後、硬化させる。その結果、太陽電池セル10の中央電極16bを基板の第一導電線25aに、太陽電池セル10の側面電極16を基板24の第二導電線25bに電気接続させる。電気接続は、異方性導電材料36中の導電粒子を介する。こうして、太陽電池セル10と第一導電線25a及び第二導電線25bとを電氣的に接続し、かつ太陽電池セル10と基板とを物理的に固定する。

[0118] 図14には、本圧着工程後の太陽電池セルの構造物が示される。ガラス板34の厚みバラツキが10μm以下と少なく、基板24も厚みバラツキも少ない。そのため、厚みが10μm以下の複数の太陽電池セル10を、一括して基板24に安定に実装することができる。

[0119] 封止樹脂による補強

図15に示すように、図14に示される構造物における基板24とガラス板34との隙間50を封止樹脂22で封止する。隙間50を封止樹脂22で

封止することにより、パッケージの強度が保持され、耐薬品性が向上する。封止樹脂 22 は、通常は、エポキシ樹脂またはシリコン樹脂である。封止樹脂 22 の例には、主剤と硬化剤とを含む二液性接着剤、紫外線で硬化する樹脂材料、及び、加熱で硬化する樹脂材料が含まれる。

[0120] 太陽電池セル 10 が基板 24 に異方性導電材料 36 のみで固定されているだけでは、ガラス板 34 の線膨張係数と基板 24 との線膨張係数との差により、異方性導電材料 36 による接着部分に応力が集中する。基板 24 とガラス板 34 との間隙 50 に充填された封止樹脂 22 は、この応力集中を低減させることができる。隙間 50 への封止樹脂 22 の充填によって、太陽電池セル 10 を介して固定されている基板 24 とガラス板 34 とが一体化する。

[0121] 基板 24 とガラス板 34 の間の隙間 50 への封止樹脂 22 の充填は、通常、50～80℃に加熱した金属ステージの上に基板 24 を置き、隙間 50 に液体の封止樹脂 22 を、毛細管現象を用いて流し込む方法によって行われる。GaAs 基板 1 と基板 24 との隙間に封止樹脂 22 が充填されたら、約 150～200℃で、15分～1時間ほど加熱し、封止樹脂 22 を硬化させる。

[0122] 代替的方法として、仮圧着工程前に、基板 24 上に封止樹脂 22 を塗布し、本圧着工程における加熱加圧の加圧によって封止樹脂 22 を隙間 50 に充填させ、本圧着工程における加熱によって封止樹脂 22 を硬化させてもよい。この方法によれば、太陽電池セル 10 と第一導電線 25a 及び第二導電線 25b との電気的な接続と、封止樹脂 22 による隙間の封止とを同時に行うことができる。

[0123] 基板 24 とガラス板 34 との隙間 50 に封止樹脂 22 が充填されたら、80℃以下の温度（例えば常温（20±15℃））で封止樹脂 22 を自然硬化させる。又は、紫外線を照射して封止樹脂 22 を硬化させる。

[0124] (6) 集光レンズを準備する工程について

複数の集光点を有するシート状の集光レンズを準備する。集光レンズは、

光の入射面とは反対側の表面に複数の集光点を有する複眼レンズであることが好ましい。

[0125] (7) 集光レンズをガラス板に接着する工程について

図16に示すように、ガラス板34に透明接着剤35を塗布する。透明接着剤35は、ディスペンス工法、印刷工法、スピコート工法などを用いて塗布することができる。透明接着剤35は、太陽電池セル10をガラス板34に接着するための接着剤と同一でありうる。

[0126] 次に、図17に示すように、レンズ31を、ガラス板34に透明接着剤35により貼り合せて固定する。レンズ31の透明接着剤との境界領域の一部に、凹部31aを設けてもよい。凹部31aは、光透過部以外の領域に設けることが好ましい。凹部31aは、透明接着剤中に含まれていた気泡を取り込み、レンズ31の光透過部に気泡が流れることを防止する。このようにして、レンズ31を透過する光が、空気泡によって反射されて、太陽電池としての効率が低下することを抑制する。

[0127] また、透明接着剤35に空気が残存しないように、減圧下又は加圧下で、レンズ31とガラス板34とを貼り合せてもよい。また、ガラス板34の中央部に透明接着剤35を塗布し、レンズ31をガラス板34押しつけながら透明接着剤35を塗り広げて、透明接着剤35に空気が残存しないようにしてもよい。

[0128] このように、実施形態に係る太陽電池の製造方法は、複数の太陽電池セル10をガラス板34の他方の面に貼り付け、複眼レンズであるレンズ31をガラス板34の一方の面に貼り付ける工程を含む。そして、複眼レンズの集光点はそれぞれ、太陽電池セル10に設定され、好ましくは透明電極12に設定される。

[0129] <太陽電池の設置状態>

図18には、ガラス板の一方の面に貼り付けられた複数の太陽電池セル10と、ガラス板の多様の面に貼り付けられた複眼レンズ31とを含む、実施形態に係る太陽電池を示す。太陽電池の基板24の下面には、放熱用樹脂4

4を介して放熱部材37が配置されている。

[0130] 図18の太陽電池が日射下に配置されると、太陽光30は、矢印方向に沿ってレンズ31に照射される。レンズ31に入射した太陽光は、透明接着剤35とガラス板34を透過して、透明電極12で集光し、セル積層体50に入射することが好ましい。透明電極12を通過した光は、セル積層体におけるトップセル層T、ミドルセル層M、及びボトムセル層Bを通過する。そして太陽光中の各セル層の吸収波長に応じた光が、各セル層において起電力に変換される。例えば太陽電池セル10における変換効率は、約30~50%である。

[0131] 一般的に、太陽光に含まれる赤外線によってレンズ31が加熱される恐れがある。ところが、実施形態に係る太陽電池では、レンズ31の熱が、ガラス板34、透明電極12、上部電極9b、側面電極16を介して基板24へ速やかに伝達される。そして基板24から外部へ放出される。そのため、レンズ31が加熱されにくい。

[0132] また、実施形態に係る太陽電池は、ガラス板34およびレンズ31が太陽電池セル10に密着している。また、太陽電池セル10が側面電極16を有する。このため、レンズ31の熱が、側面電極16を経て基板24に伝導することができる。基板24のベース27は大きな表面積を有している。このため、基板24に伝導した熱は、ベース27から外部に放出される。よって、レンズ31の熱を放散しやすい。従って、レンズ31を、耐熱性の低い透明樹脂で成型することができる。

[0133] このため、レンズ31を透明樹脂とすることで、ガラスとする場合に比べて、レンズ31の材料コストを低下させることができる。また、レンズ31を透明樹脂とすることで、ガラスとする場合に比べて、太陽電池を軽くすることができる。それにより、例えば、太陽電池の日射下への設置における作業性をより向上させることができる。

[0134] また、一般的に、レンズ31からの熱によって、太陽電池内に応力が発生しうる。ところが、実施形態に係る太陽電池で発生した応力は、基板24と

レンズ31との間の隙間に充填されている封止樹脂22によって分散する。よって、透明接着剤35や異方性導電材料36への応力集中によるセル積層体や太陽電池セル10の破損が抑制される。

[0135] 実施形態に係る太陽電池は、受光面に配置される電極が透明である太陽電池セルを有するため、太陽電池セルに、効率的に太陽光を取り込むことができる。また実施形態に係る太陽電池は、トップセル層T、ミドルセル層Mおよびボトムセル層Bを含む3層の積層構造を有するセル積層体を有する太陽電池セル10を具備する。そのため、太陽光に含まれる種々の波長領域の光を有効に光電変換できる。そのため、高効率の太陽電池を実現できる。

[0136] また実施形態に係る太陽電池は、ガラス板34およびレンズ31が、太陽電池セル10と密着している。そのため、太陽電池の厚さ（基板24の底面からレンズ31の頂部までの距離）を約20mmに設計できる。レンズ31が、太陽電池セル10から離間して配置される従来の太陽電池の厚みに対して、実施形態に係る太陽電池の厚みは、10%程度となり得る。

[0137] 実施形態に係る太陽電池は、トップセル層Tの電位を有する電極と、ボトムセル層Bの電位を有する電極とが、共に、太陽光の入射面とは反対側に配置されている太陽電池セル10を具備する。太陽電池セル10を基板24に、一工程で実装することができる。そのため、太陽電池の生産リードタイムが短くなる。

[0138] 一方で、従来の多接合型化合物太陽電池における太陽電池セルは、表面電極と裏面電極とを有する両面電極構造を有する。このため、裏面電極の実装はダイボンディング工程で行われ、表面電極の実装はワイヤボンディング工程などで行うことが多い。つまり、従来の太陽電池では、外部との電気的接続を図るために、裏面電極の実装と表面電極の実装との、2つの実装工程が必要とされる。その結果、生産リードタイムが長くなる。

[0139] このように、本実施の形態では、高い耐温度サイクル性、高い耐湿度性、及び高い耐衝撃性を有し、軽薄短小の太陽電池を簡単に製造することができる。さらに、太陽光の受光部側の電極を、太陽電池セル10の側部を通して

、放熱性の基板 24 上の第二導電線 25 b に電氣的に接続することから、導電路を伝熱路に利用することができる。このため、太陽電池の高放熱を実現できる。

産業上の利用可能性

[0140] 本発明の太陽電池は、宇宙での発電用途から、地球上での集光型太陽電池の用途で用いることができる。そして、太陽光の変換効率を、従来のシリコン太陽電池よりも飛躍的に高めることができる。そのため、日照量の多い地域での大規模発電システムとして使用され得る。

符号の説明

- [0141] 1 GaAs 基板
2 a 上部コンタクト層
2 b 下部コンタクト層
4 犠牲層
4 a 犠牲層凹部
9 a 下部電極
9 b 上部電極
10、120、220 太陽電池セル
12 透明電極
15 表面電極
16 a 側面電極
16 b 中央電極
16 c Au/Ti 積層膜
16 d Ti 膜
17 第二絶縁層
17 a、17 b 第二絶縁層の窓
18 レジスト
19 a、19 b トンネル層
20 グリッド層

- 2 1 バッファ層
- 2 2 封止樹脂
- 2 3 撥水層
- 2 4 基板
- 2 5 a 第一導電線
- 2 5 b 第二導電線
- 2 6 第一絶縁層
- 2 7 ベース（金属板）
- 2 8 ワックス
- 2 9 保持板
- 3 0 太陽光
- 3 1 レンズ
- 3 2 集光点
- 3 4 ガラス板
- 3 5 透明接着剤
- 3 6 異方性導電材料
- 3 7 放熱部材
- 3 8 ステージ
- 3 9 保護シート
- 4 0 加熱加圧ヘッド
- 4 1 マウンドヘッド
- 4 2 吸着穴
- 4 3 樹脂塗布ヘッド
- 4 4 放熱用樹脂
- 5 0 セル積層体
- 1 0 0、2 0 0 太陽電池
- 1 1 0 光学部品
- 1 1 3 凹部

- 1 2 4 A 第 1 接続部
- 1 2 4 B 第 2 接続部
- 1 4 0 バックシート
- 1 5 0 回路基板
- 1 5 3 絶縁体
- 1 5 4 導電体
- 1 5 4 A、1 5 4 B 電極部分
- 1 5 5 接着層
- 2 1 0 光学部品
- 2 3 0 一次鏡
- 2 3 1、2 3 4 金属膜
- 2 3 7 隙間
- 2 3 9 開口
- 3 0 0 固体透明光学パネル
- 4 0 0 C 集光型光エネルギー収集ユニット
- 4 2 0 ソケットコネクタ
- A 図 1 の太陽電池における太陽電池セル 1 0 の周辺を囲む線
- B ボトムセル層
- M ミドルセル層
- T トップセル層

請求の範囲

- [請求項1] 放熱性を有する板状ベースと、前記ベース上に配置され、電氣的に分離して配置された第一導電線および第二導電線と、を有する基板と、
- 、
- 前記第一導電線上に接合されて電気接続した下部電極と、前記下部電極の上面上に配置されたボトムセル層および前記ボトムセル層の上面上に配置されたトップセル層を含むセル積層体と、前記トップセル層の上面上に配置された透明電極と、前記透明電極を前記第二導電線に接続する導体と、を有する、複数の多接合型太陽電池セルと、
- 前記複数の多接合型太陽電池セルの透明電極上を、接着剤を介して一方の面に接着されたガラス板と、
- 前記ガラス板の他方の面に透明接着剤を介して配置された集光レンズと、を有する、太陽電池。
- [請求項2] 前記基板と前記多接合型太陽電池セルとの間に配置された異方性導電材料をさらに有する、請求項1に記載の太陽電池。
- [請求項3] 前記複数の多接合型太陽電池セルが一枚の前記基板に配置され、前記集光レンズが、複眼レンズであり、
- 前記集光レンズは、前記複数の多接合型太陽電池セルの透明電極のそれぞれに集光点を有する、請求項1に記載の太陽電池。
- [請求項4] 前記集光レンズが、光透過部を除いた前記透明接着剤との境界領域の一部に、前記透明接着剤中の気泡を確保し、前記レンズの光透過部に気泡が流れることを防止するための凹部を有する、請求項1に記載の太陽電池。
- [請求項5] 前記集光レンズが、光の屈折を利用した、曲面を有するレンズ形状を有するか、又はフレネルレンズである、請求項1に記載の太陽電池。
- 。
- [請求項6] 前記多接合型太陽電池セルは、
- 前記セル積層体の側面に配置された絶縁層と、

前記透明電極と前記第二導電線とを電気接続するように、前記絶縁層を介して前記セル積層体の側面に配置された側面電極と、

をさらに有する、請求項1に記載の太陽電池。

[請求項7] 前記側面電極の下面は、前記下部電極の下面よりも下方に配置されている、請求項6に記載の太陽電池。

[請求項8] 前記太陽電池は、前記下部電極の下面側にさらに中央電極を有し、前記側面電極の下面と前記中央電極の下面とが同一面に配置されている、請求項6に記載の太陽電池。

[請求項9] 放熱性を有する板状ベースと、前記ベース上に配置され、電氣的に分離して配置された第一導電線及び第二導電線と、を有する基板を準備する工程と、

下部電極と、前記下部電極の上面上に配置されたボトムセル層および前記ボトムセル層の上面上に配置されたトップセル層を含むセル積層体と、前記トップセル層の上面上に配置された透明電極と、前記透明電極を前記第二導電線に接続する導体と、を有する、多接合型太陽電池セルを複数準備する工程と、

ガラス板を準備する工程と、

前記ガラス板の一方の面に前記複数の太陽電池セルの透明電極の上面を接着して、前記ガラス板に前記複数の多接合型太陽電池セルを固定する工程と、

前記第一導電線に前記下部電極が電気接続され、前記第二導電線に前記導体が電気接続されるように、前記基板上に前記複数の多接合型太陽電池セルを実装する工程と、

複数の集光点を有するシート状の集光レンズを準備する工程と、

前記ガラス板の他方の面に前記集光レンズを接着する工程と、

を含む、太陽電池の製造方法。

[請求項10] 前記基板上に前記多接合型太陽電池セルを実装する工程において、前記基板上に異方性導電材を配置し、前記第一導電線と前記下部電

極との電気接続と、前記第二導電線と前記導体との間の電気接続を、前記異方性導電材を介して行う、請求項 9 に記載の太陽電池の製造方法。

[請求項11] 前記集光レンズが、光の入射面とは反対側の表面に複数の集光点を有する複眼レンズであり、

前記ガラス板に接着された複眼レンズの集光点が、前記ガラス板に接着された複数の多接合型太陽電池セルの透明電極のそれぞれにある、

請求項 9 に記載の太陽電池の製造方法。

[請求項12] 前記集光レンズは、光透過部を除いた前記ガラス板への接着面の一部に、前記透明接着剤中の気泡を確保し、前記複眼レンズの光透過部に気泡が流れることを防止するための凹部を有する、請求項 9 に記載の太陽電池の製造方法。

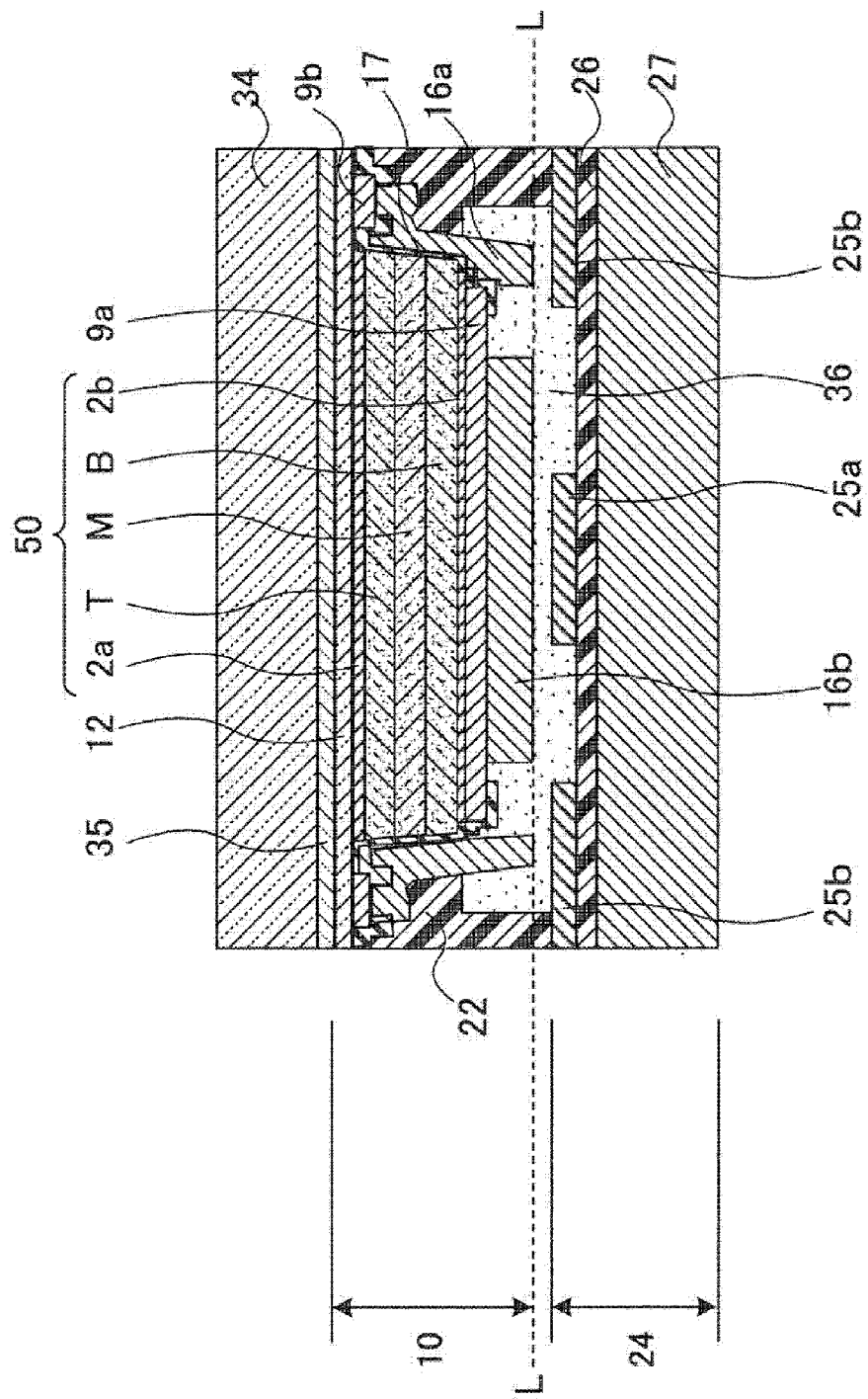
[請求項13] 前記多接合型太陽電池セルは、
前記セル積層体の側面に配置された絶縁層と、
前記透明電極と前記第二導電線とを電気接続するように、前記絶縁層を介して前記セル積層体の側面に配置された側面電極と、
をさらに有する、請求項 9 に記載の太陽電池の製造方法。

[請求項14] 前記太陽電池セルにおいて、前記側面電極の下面が、前記下部電極の下面よりも下方に配置している、請求項 1 3 に記載の太陽電池の製造方法。

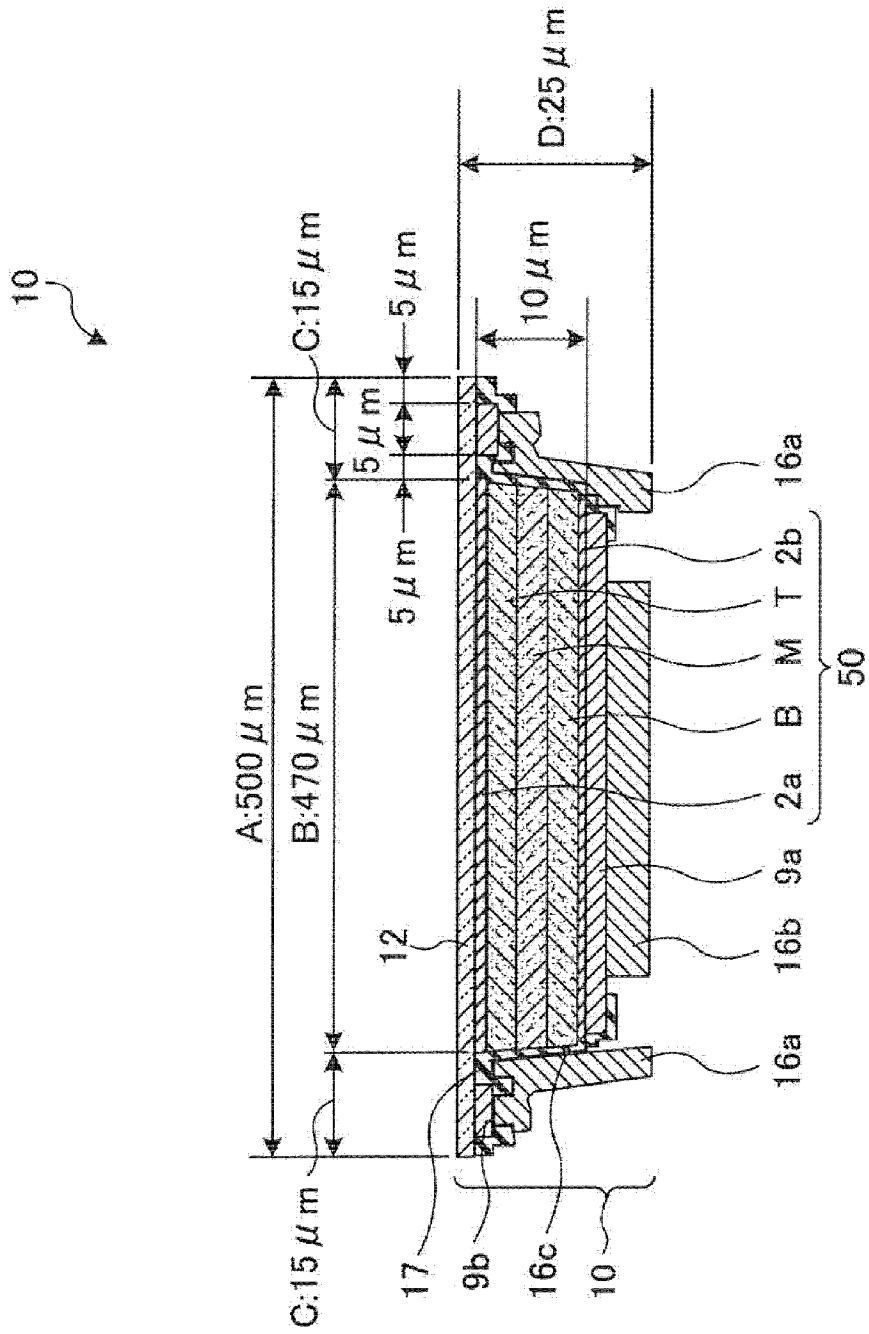
[請求項15] 前記太陽電池セルは、前記下部電極の下面側にさらに中央電極を有し、

前記側面電極の下面と前記中央電極の下面とが同一面に配置する、請求項 1 3 に記載の太陽電池の製造方法。

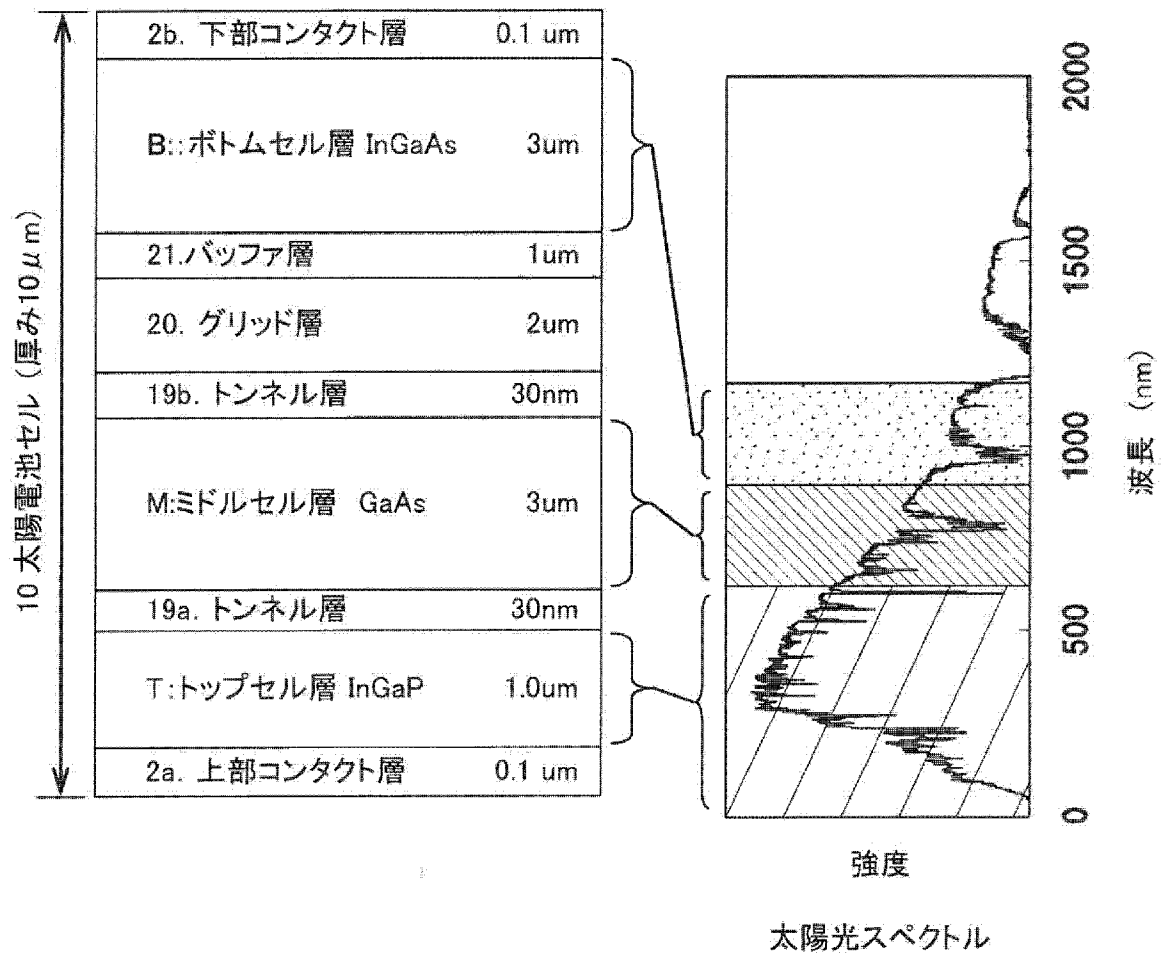
[図2]



[図3]



[図4]



[図5]

図5A

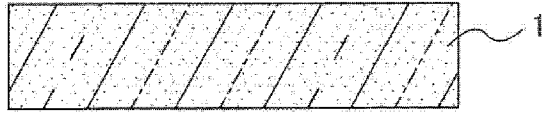


図5B

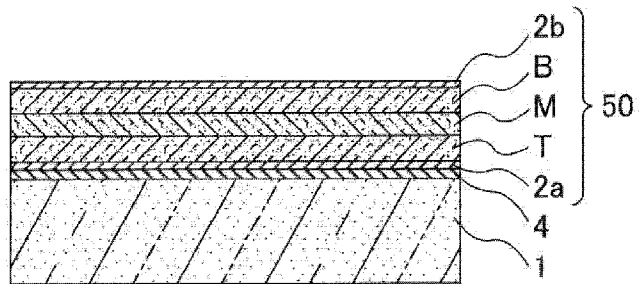


図5C

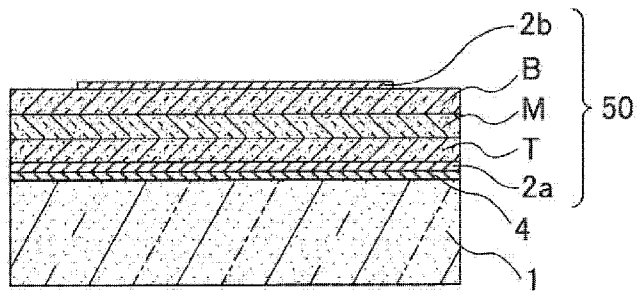
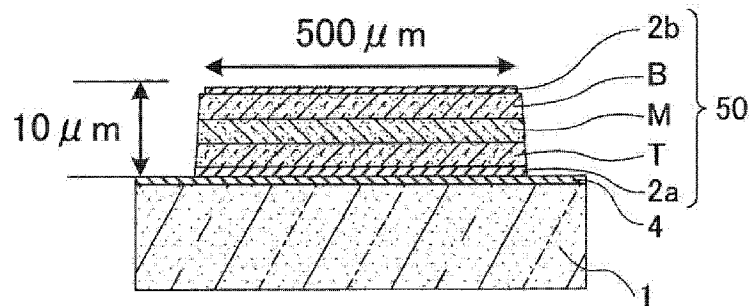


図5D



[図6]

図6A

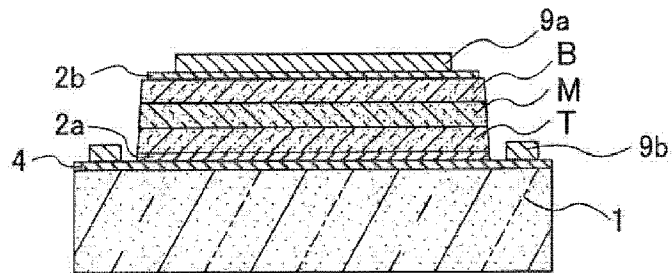


図6B

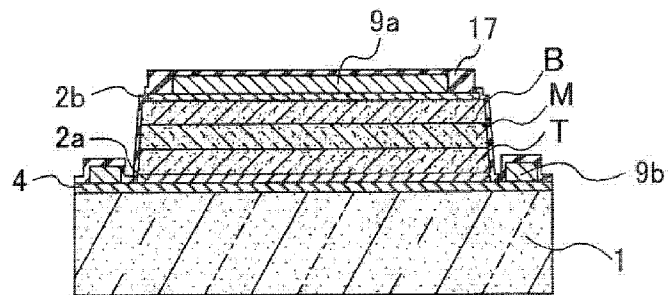
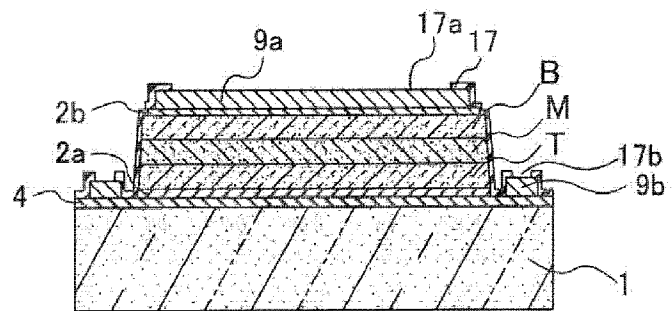


図6C



[図7]

図7A

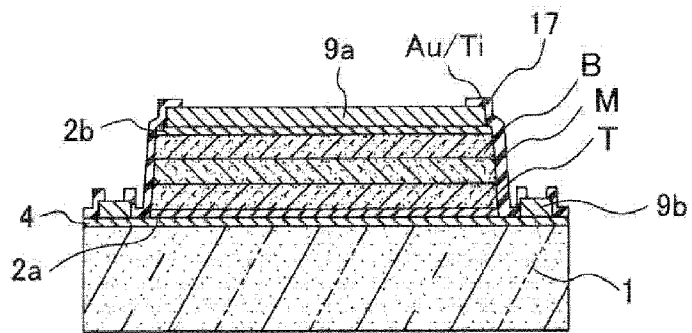


図7B

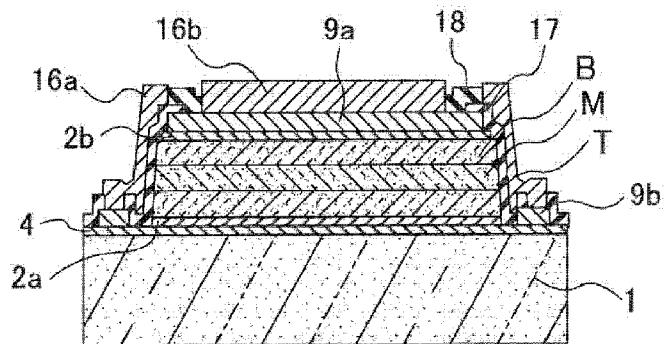
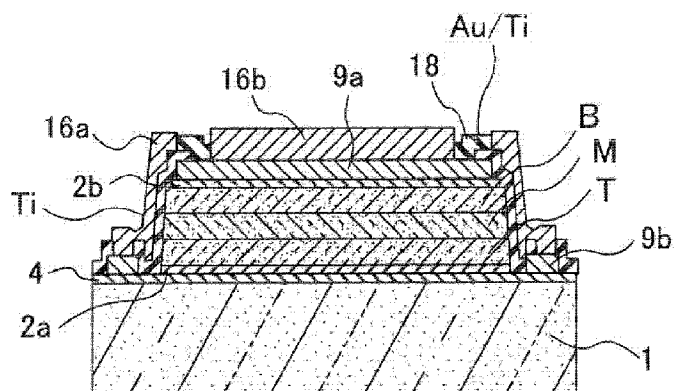


図7C



[図8]

図8A

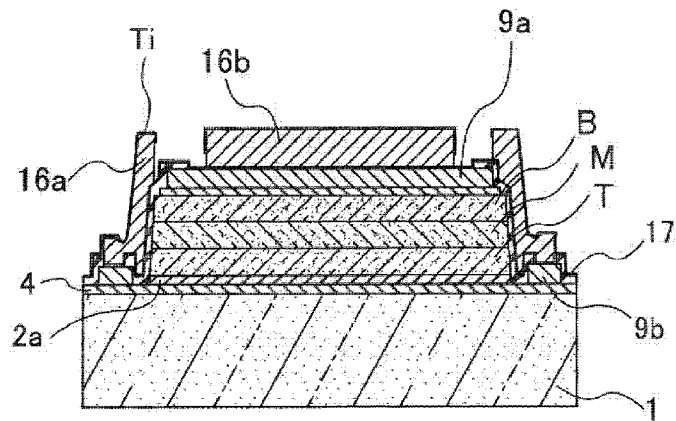


図8B

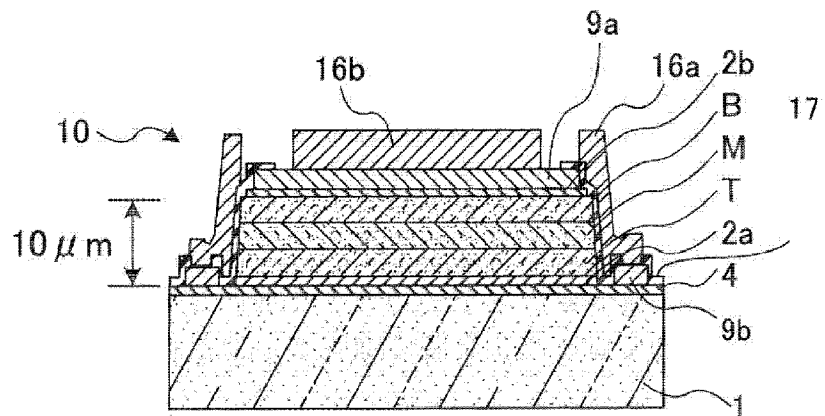
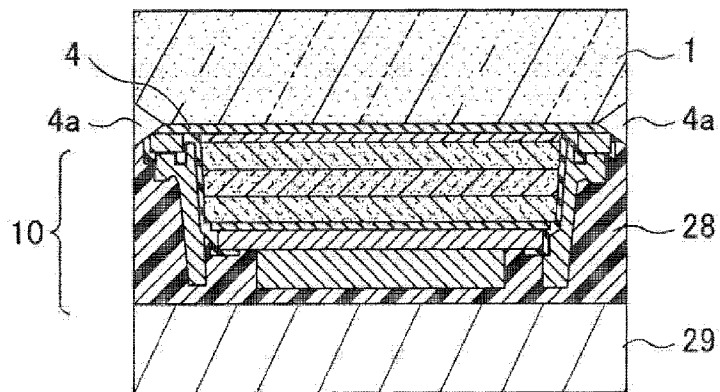


図8C



[図9]

図9A

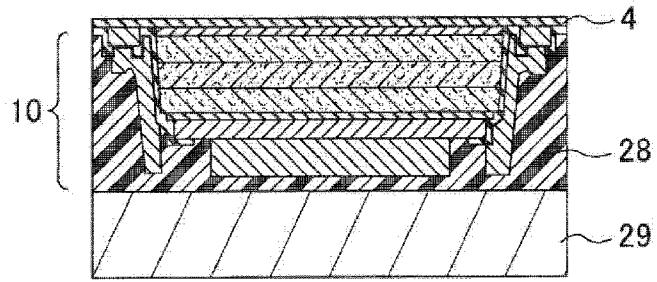


図9B

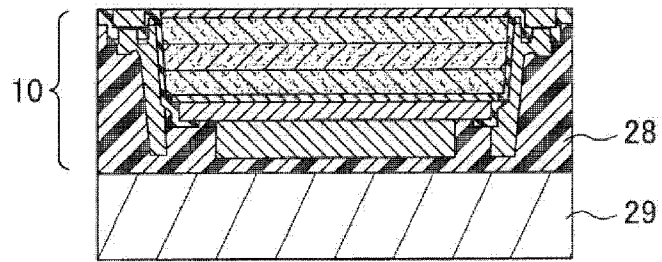


図9C

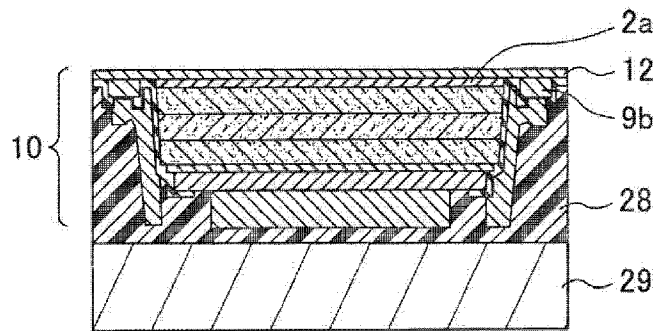
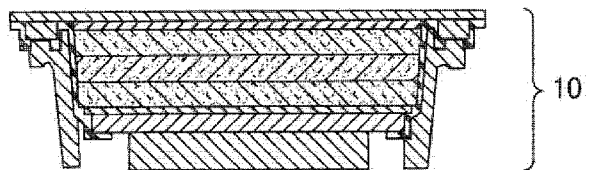
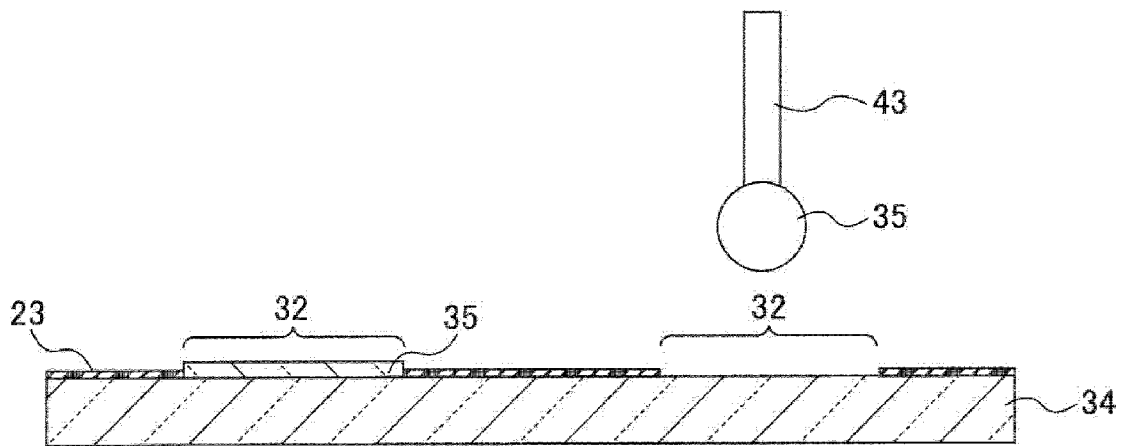


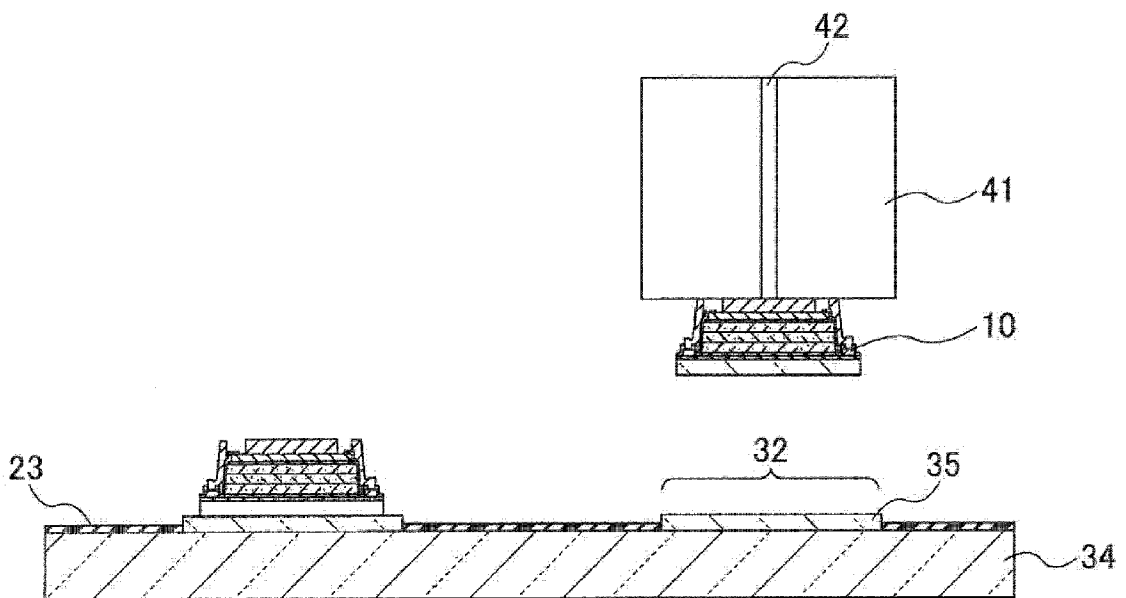
図9D



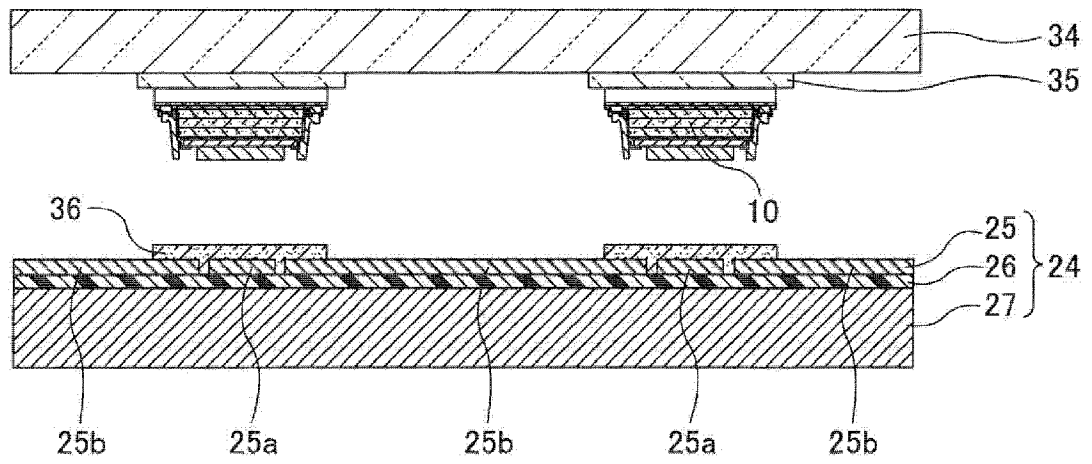
[図10]



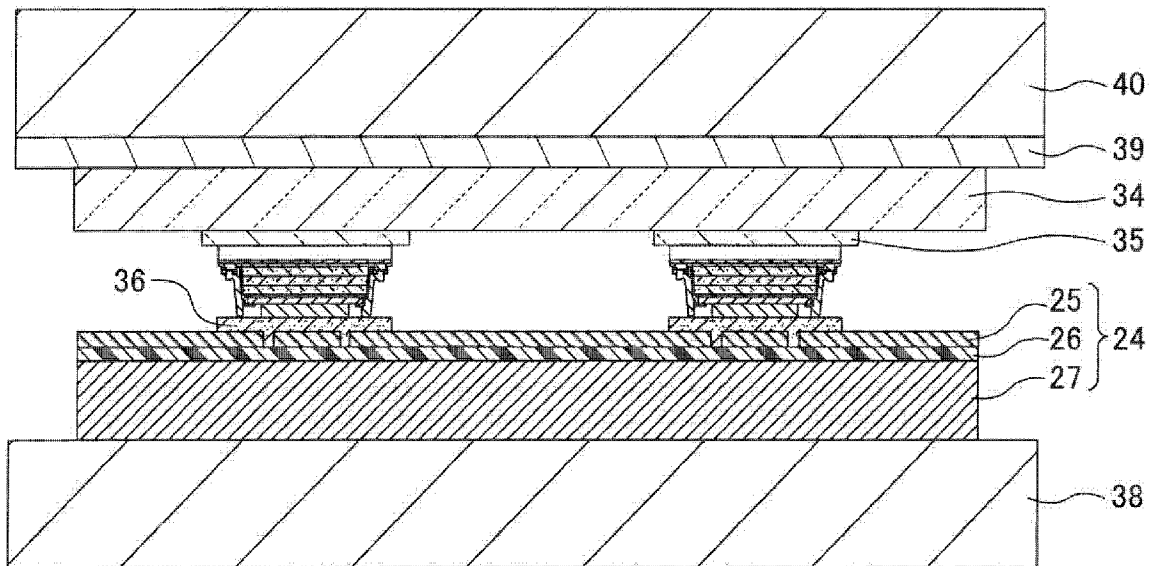
[図11]



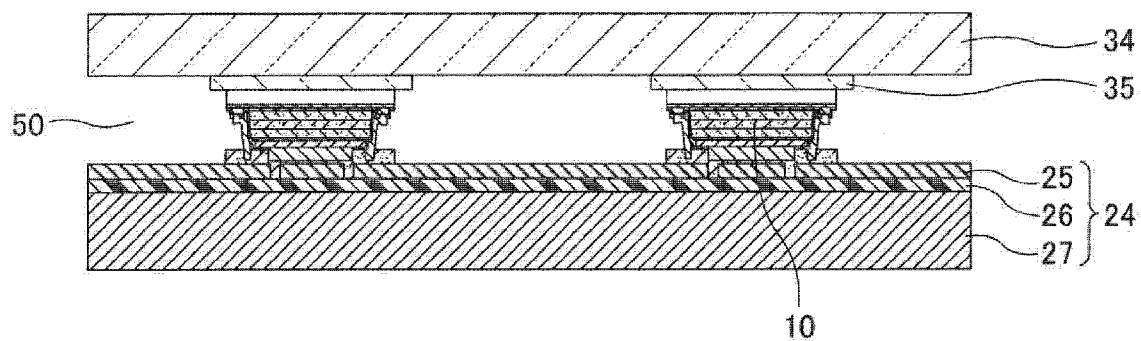
[図12]



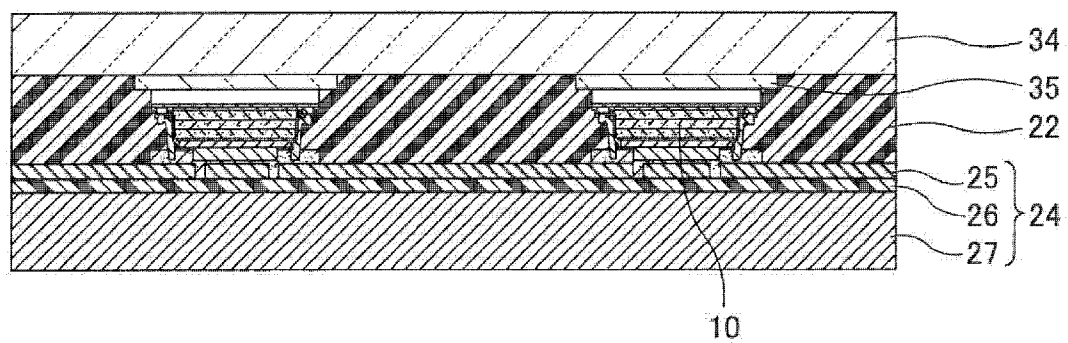
[図13]



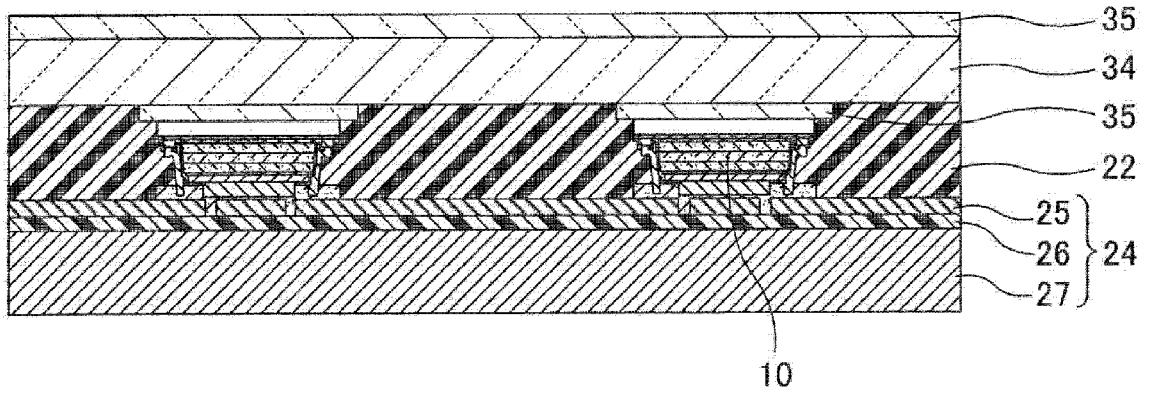
[図14]



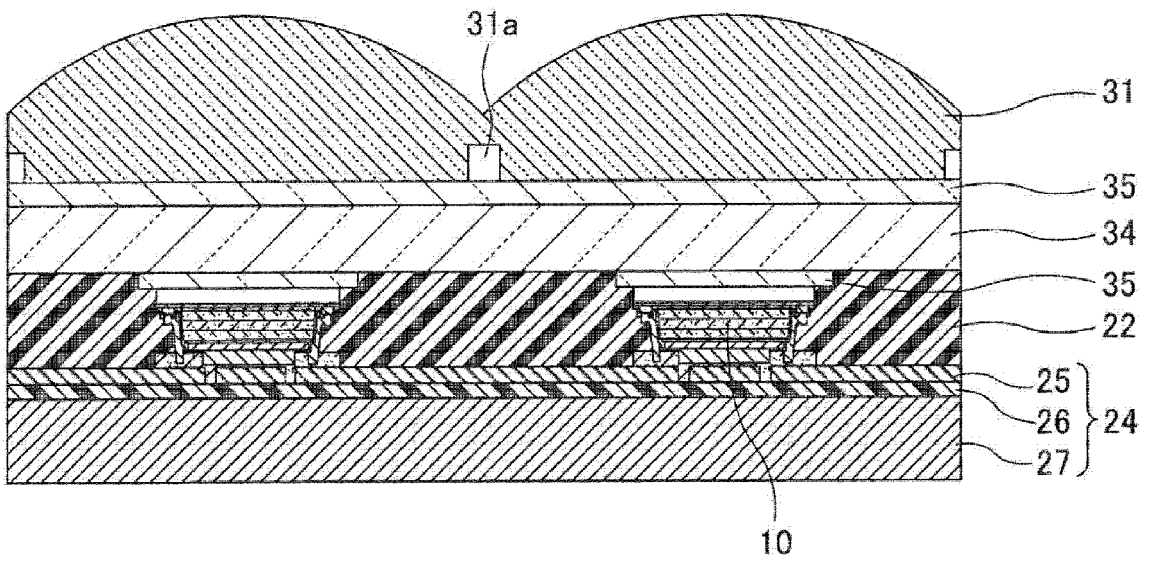
[図15]



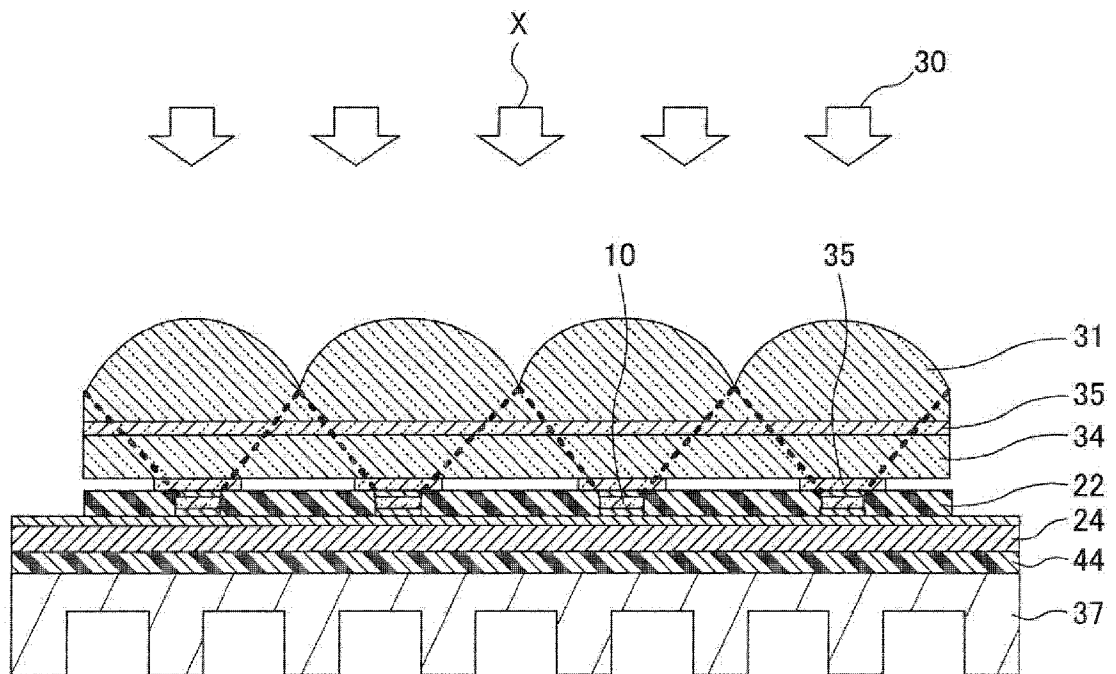
[図16]



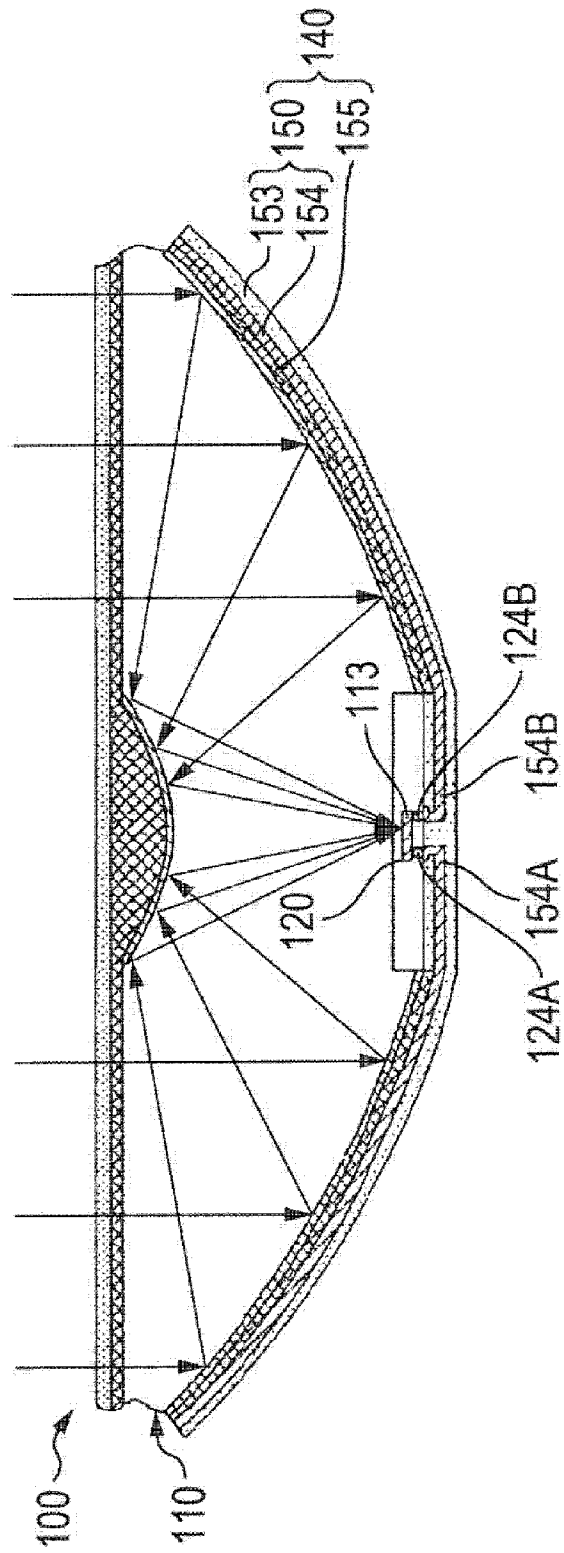
[図17]



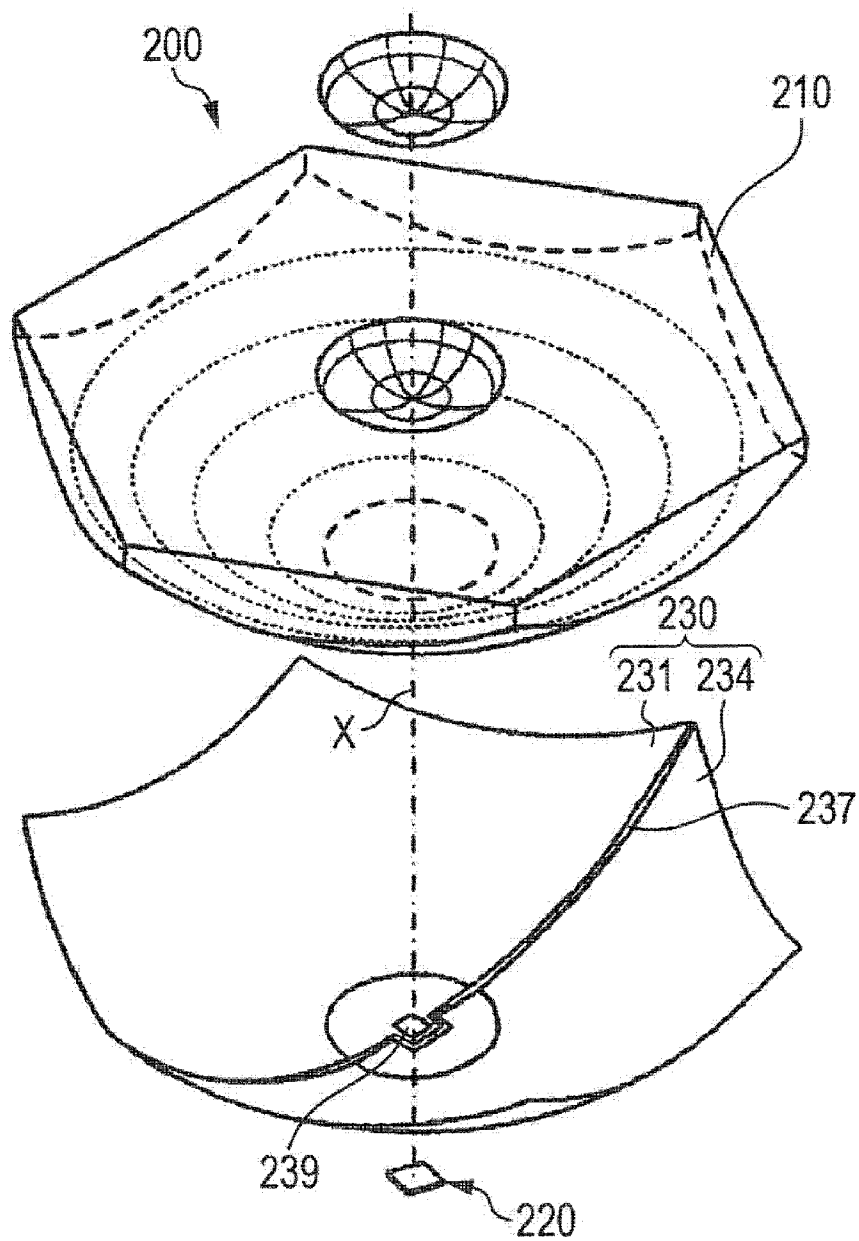
[図18]



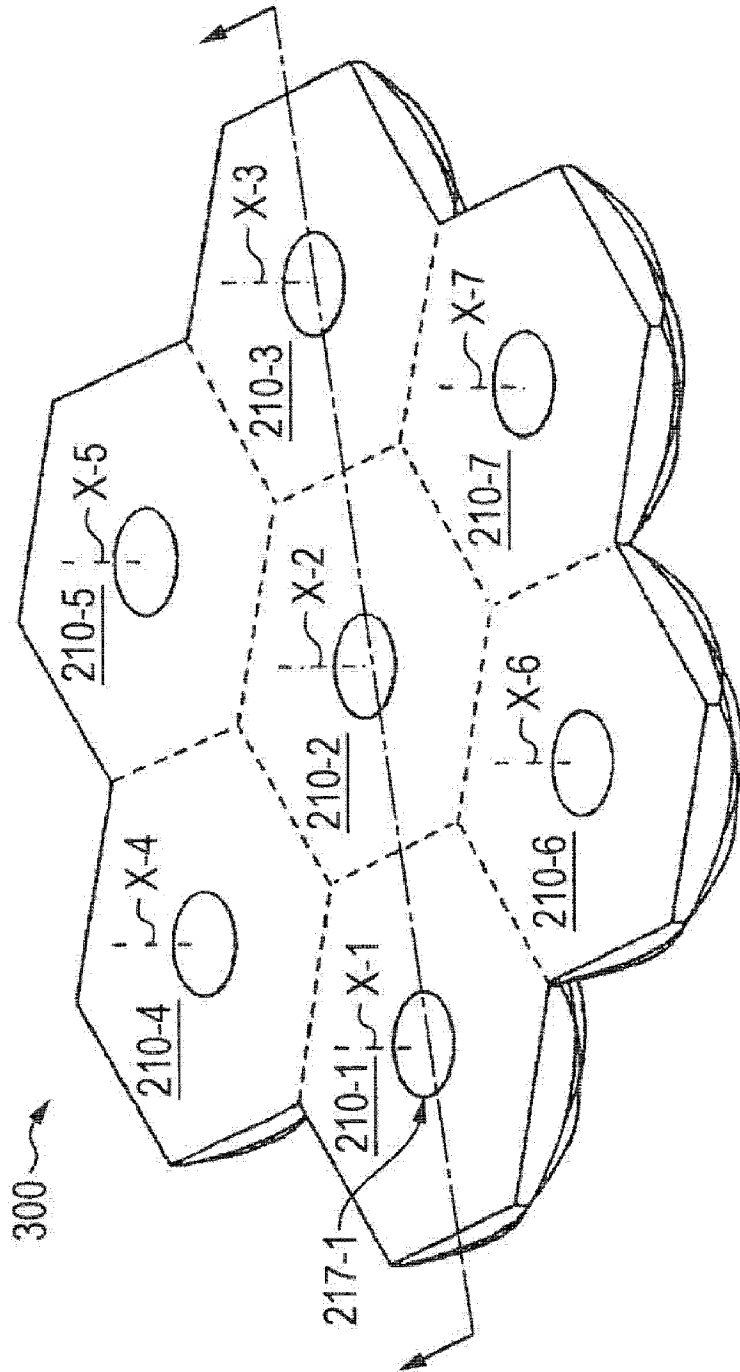
[図19]



[図20]

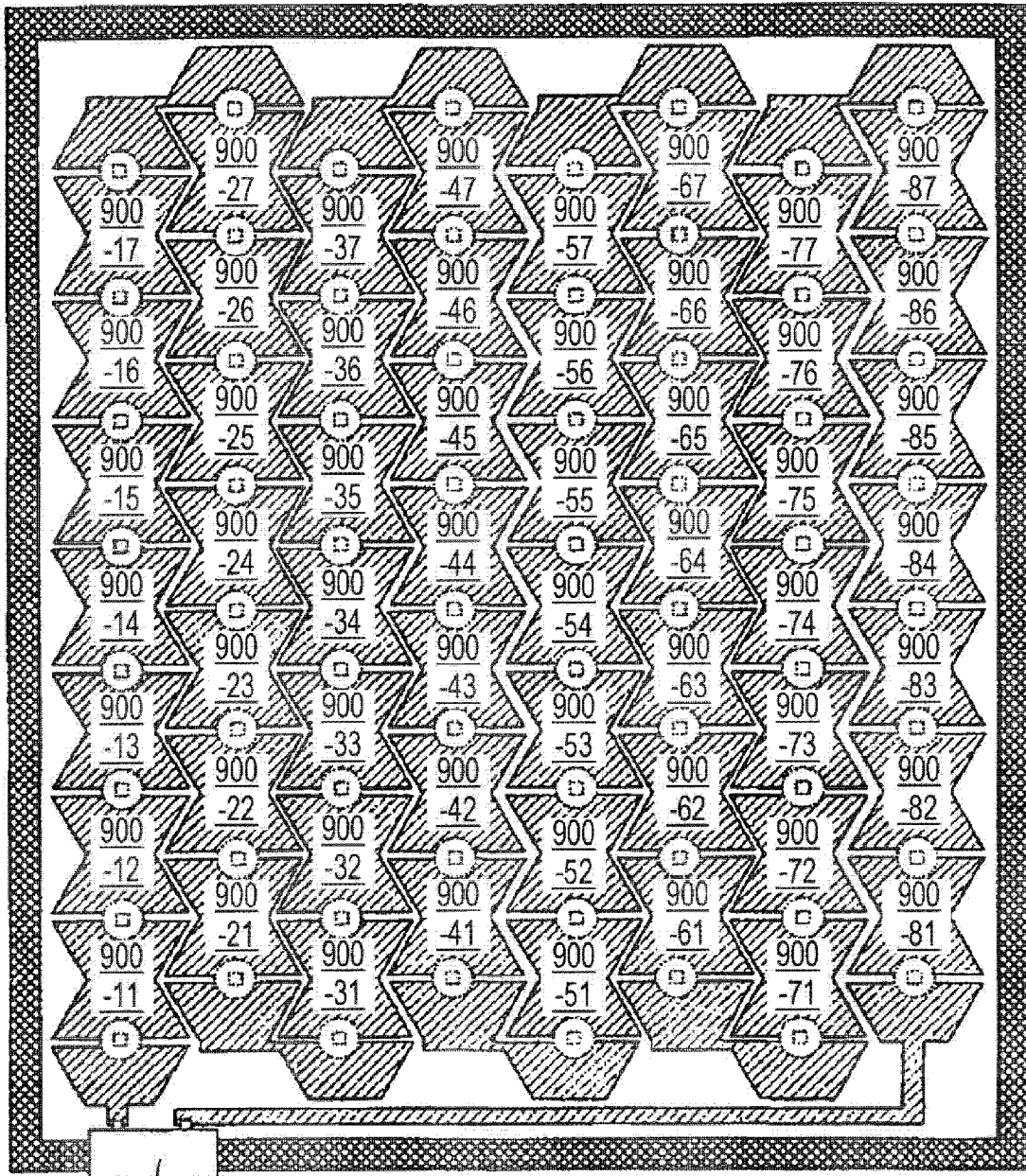


[図21]



[図22]

400C



420

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/002784

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L31/052(2006.01)i, H01L31/04(2006.01)i, H01L31/042(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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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.
Y A	WO 2010/140371 A1 (Sumitomo Chemical Co., Ltd.), 09 December 2010 (09.12.2010), paragraphs [0003], [0048] to [0091], [0118] to [0120], [0126]; fig. 2, 10 & JP 2011-14897 A & US 2012/0074463 A1 & WO 2010/140371 A1 & CN 102449775 A & TW 201108423 A & KR 10-2012-0018143 A	1-3, 5-11, 13-15 4, 12
Y	JP 10-51020 A (Hitachi, Ltd.), 20 February 1998 (20.02.1998), paragraphs [0018] to [0020]; fig. 1 (Family: none)	1-3, 5-11, 13-15

 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
08 May, 2013 (08.05.13)Date of mailing of the international search report
21 May, 2013 (21.05.13)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/002784

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 2010-50341 A (Sharp Corp.), 04 March 2010 (04.03.2010), paragraphs [0052] to [0058] & US 2011/0197951 A1 & US 2011/0204647 A1 & WO 2010/021235 A1	2
A	JP 9-83006 A (Hitachi, Ltd.), 28 March 1997 (28.03.1997), entire text; all drawings (Family: none)	1-15
A	US 4638110 A (Illuminated Data, Inc.), 20 January 1987 (20.01.1987), entire text; all drawings (Family: none)	1-15
A	JP 10-150213 A (Dainippon Printing Co., Ltd.), 02 June 1998 (02.06.1998), entire text; all drawings (Family: none)	1-15
A	JP 2004-221119 A (Sharp Corp.), 05 August 2004 (05.08.2004), entire text; all drawings (Family: none)	1-15
A	JP 56-169373 A (Mitsubishi Electric Corp.), 26 December 1981 (26.12.1981), entire text; all drawings (Family: none)	1-15

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. H01L31/052(2006.01)i, H01L31/04(2006.01)i, H01L31/042(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. H01L31/04-31/078

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの
 日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2013年
 日本国実用新案登録公報 1996-2013年
 日本国登録実用新案公報 1994-2013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
Y A	WO 2010/140371 A1 (住友化学株式会社) 2010.12.09, [0003], [0048-0091], [0118-0120], [0126], 図 2, 10 & JP 2011-14897 A & US 2012/0074463 A1 & WO 2010/140371 A1 & CN 102449775 A & TW 201108423 A & KR 10-2012-0018143 A	1-3, 5-11, 13-15 4, 12
Y	JP 10-51020 A (株式会社日立製作所) 1998.02.20, 【0018】-【0020】, 図 1 (ファミリーなし)	1-3, 5-11, 13-15

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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 08.05.2013	国際調査報告の発送日 21.05.2013
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

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 2010-50341 A (シャープ株式会社) 2010. 03. 04, 【0052】 - 【0058】 & US 2011/0197951 A1 & US 2011/0204647 A1 & WO 2010/021235 A1	2
A	JP 9-83006 A (株式会社日立製作所) 1997. 03. 28, 全文, 全図 (フ ァミリーなし)	1-15
A	US 4638110 A (Illuminated Data, Inc.) 1987. 01. 20, 全文, 全図 (フ ァミリーなし)	1-15
A	JP 10-150213 A (大日本印刷株式会社) 1998. 06. 02, 全文, 全図 (フ ァミリーなし)	1-15
A	JP 2004-221119 A (シャープ株式会社) 2004. 08. 05, 全文, 全図 (フ ァミリーなし)	1-15
A	JP 56-169373 A (三菱電機株式会社) 1981. 12. 26, 全文, 全図 (フ ァミリーなし)	1-15