

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5971936号  
(P5971936)

(45) 発行日 平成28年8月17日 (2016. 8. 17)

(24) 登録日 平成28年7月22日 (2016. 7. 22)

(51) Int. Cl. F I  
**H O 2 S 40/22 (2014. 01)** H O 2 S 40/22  
**H O 2 S 40/42 (2014. 01)** H O 2 S 40/42

請求項の数 3 (全 17 頁)

|              |                               |           |                         |
|--------------|-------------------------------|-----------|-------------------------|
| (21) 出願番号    | 特願2011-275301 (P2011-275301)  | (73) 特許権者 | 000153878               |
| (22) 出願日     | 平成23年12月16日 (2011. 12. 16)    |           | 株式会社半導体エネルギー研究所         |
| (65) 公開番号    | 特開2012-142570 (P2012-142570A) |           | 神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地      |
| (43) 公開日     | 平成24年7月26日 (2012. 7. 26)      | (72) 発明者  | 田中 幸一郎                  |
| 審査請求日        | 平成26年11月20日 (2014. 11. 20)    |           | 神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社 |
| (31) 優先権主張番号 | 特願2010-281758 (P2010-281758)  |           | 半導体エネルギー研究所内            |
| (32) 優先日     | 平成22年12月17日 (2010. 12. 17)    | (72) 発明者  | 有田 祐                    |
| (33) 優先権主張国  | 日本国 (JP)                      |           | 神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社 |
|              |                               |           | 半導体エネルギー研究所内            |
|              |                               | 審査官       | 山本 元彦                   |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光電変換装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 の光電変換素子を備える第 1 の基板と、  
 第 2 の光電変換素子を備える第 2 の基板と、  
 第 3 の光電変換素子を備える第 3 の基板と、  
 第 1 の分光デバイスと、  
 第 2 の分光デバイスと、  
 を有し、

前記第 1 の光電変換素子は、前記第 2 の光電変換素子と対向して配置され、

前記第 1 の基板と、前記第 2 の基板と、前記第 3 の基板とは、略コの字状に配置され、

前記第 1 の基板と、前記第 3 の基板とは、前記第 1 の分光デバイスにより筋交い状に固定され、

前記第 2 の基板と、前記第 3 の基板とは、前記第 2 の分光デバイスにより筋交い状に固定され、

前記第 1 の分光デバイスは、入射光の一部の波長帯域の光を前記第 2 の光電変換素子に向けて反射する機能を有し、

前記第 2 の分光デバイスは、入射光の一部の波長帯域の光を前記第 1 の光電変換素子に向けて反射する機能を有し、

前記第 3 の光電変換素子は、前記第 1 の分光デバイス及び前記第 2 の分光デバイスの透過光を受光する機能を有し、

10

20

前記第 1 の基板と前記第 1 の分光デバイスと前記第 2 の分光デバイスに囲まれた第 1 の中空部と、

前記第 2 の基板と前記第 1 の分光デバイスと前記第 2 の分光デバイスに囲まれた第 2 の中空部と、

前記第 3 の基板と前記第 1 の分光デバイスと前記第 2 の分光デバイスに囲まれた第 3 の中空部と、を有し、

前記第 1 乃至第 3 の中空部のいずれか一以上に温度調整材料が導入されることにより、前記第 1 乃至第 3 の光電変換素子のいずれか一以上を冷却する機能を有する光電変換装置を複数有し、

前記複数の光電変換装置は、

複数の前記第 1 の中空部が連結された第 1 の貫通穴と、複数の前記第 2 の中空部が連結された第 2 の貫通穴と、複数の前記第 3 の中空部が連結された第 3 の貫通穴と、を有するように前記第 1 の分光デバイス又は前記第 2 の分光デバイスが同じ向きに並んで隣接して設置されており、

前記第 1 乃至第 3 の貫通穴のいずれか一以上に温度調整材料が導入されることにより、前記第 1 乃至第 3 の光電変換素子のいずれか一以上を冷却する機能を有することを特徴とする光電変換装置。

#### 【請求項 2】

請求項 1 において、

前記第 1 の光電変換素子は、第 1 の材料を用いた光電変換層を有し、

前記第 2 の光電変換素子は、前記第 1 の材料とは異なる第 2 の材料を用いた光電変換層を有し、

前記第 3 の光電変換素子は、前記第 1 の材料及び前記第 2 の材料とは異なる第 3 の材料を用いた光電変換層を有することを特徴とする光電変換装置。

#### 【請求項 3】

請求項 1 又は 2 において、

前記第 1 の分光デバイスと、前記第 2 の分光デバイスとは、350 nm 以上 2000 nm 以下の波長帯域において、反射率が 80 % 以上となる波長帯域が異なることを特徴とする光電変換装置。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【技術分野】

#### 【0001】

本発明は、光電変換装置に関する。

#### 【背景技術】

#### 【0002】

近年、地球温暖化防止の観点から、発電時に二酸化炭素の排出の無い太陽電池が注目されている。最近では、国からの補助金制度が開始され、また、太陽電池自体の価格も低下しているため、大規模な太陽光発電施設だけでなく、住宅の屋根や屋外に設けて発電するというように、一般家庭にも広く普及している。

#### 【0003】

そのため、太陽電池の発電量を増加させる様々な方法が提案されている。その中の 1 つとして、入射光を電気エネルギーに変換する層（以下、光電変換層と略記する）を積層させた光電変換装置が開発されている。例えば特許文献 1 のように、p 層と n 層を含む単結晶シリコン光電変換層を下部に、p 層と i 層と n 層を含むアモルファスシリコン光電変換層を上部に形成して直列に接続した構造などが知られている。

#### 【0004】

しかし、このような積層構造では、入射光はまず上部の光電変換層にて光電変換され、その後、下部の光電変換層に到達する。このため、上部の光電変換層による光の吸収や反射といった光の損失が生じるため、下部の光電変換層では入射光が弱くなり、発電量が低下する。また、各光電変換層により生み出された電流をマッチングする必要がある。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 5 】

そこで、複数の光電変換層から高い発電量を得るため、特許文献2のように特定の波長の光を反射し、且つその他の波長の光を透過する機能を有する層（以下、分光層と略記する）を備える構造体（以下、分光デバイスと略記する）及び光電変換層を備える構造体（以下、光電変換素子と略記する）を用いた光電変換装置が提案されている。

## 【 0 0 0 6 】

上記光電変換装置では、分光デバイスにより入射光を複数の波長帯域に分割し、分割した光の反射位置及び透過位置に、各々の波長帯域に応じた光電変換素子を設けて光電変換を行う。このため、特許文献1のような積層型の構造により生じる光の損失を無くすることができる。したがって、高い発電量を備えることが可能となる。

10

## 【 0 0 0 7 】

一方、光電変換装置は主として屋外に設置されるため、風雨による圧力や飛来物による衝撃が加わることを想定する必要がある。

## 【 先行技術文献 】

## 【 特許文献 】

## 【 0 0 0 8 】

【 特許文献 1 】 特開昭 5 9 - 0 9 6 7 7 7

【 特許文献 2 】 特表 2 0 0 9 - 5 4 5 1 8 3

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

20

## 【 0 0 0 9 】

上記のような環境下において、光電変換装置を安定して動作させるためには、装置自体の強度を高くする必要がある。

## 【 0 0 1 0 】

本発明は、このような技術的背景のもとでなされたものである。したがって、本発明は、入射光を複数の波長帯域に分割して用いることにより高い発電量を備え、かつ、圧力や衝撃に対する耐性を備えた光電変換装置を提供することを課題とする。

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 1 1 】

上記目的を達成するために、本発明は、分光デバイスの構造に着目した。具体的には、本発明の光電変換装置は、底面に設けた光電変換素子を備える基板及び側面に設けた光電変換素子を備える基板を、分光デバイスにより筋交い状に固定する構造とした。

30

## 【 0 0 1 2 】

上記構造を形成することにより、入射光は分光デバイスにより複数の波長帯域に分割され、底面及び側面に設けた光電変換素子に入射される。したがって、高い発電量を備えた光電変換装置を提供できる。また、分光デバイスが、底面及び側面の基板に加わる圧力や衝撃を分散するため、圧力や衝撃に対する耐性を備えた光電変換装置を提供できる。

## 【 0 0 1 3 】

すなわち、本発明の一態様は、第1の光電変換素子を備える第1の基板と、第2の光電変換素子を備える第2の基板と、第3の光電変換素子を備える第3の基板が、略コの字状に配置され、第1の基板及び第3の基板は、第3の基板と重畳する面状の第1の分光デバイスにより筋交い状に固定され、第2の基板及び第3の基板は、第3の基板と重畳する面状の第2の分光デバイスにより筋交い状に固定され、第1の光電変換素子は、第2の光電変換素子と対向して配置され、第1の分光デバイスは、入射光の一部の波長帯域の光を第2の光電変換素子に向けて反射し、第2の分光デバイスは、入射光の一部の波長帯域の光を第1の光電変換素子に向けて反射し、第3の光電変換素子は、第1の分光デバイス及び第2の分光デバイスの透過光を受光することの特徴とする光電変換装置である。

40

## 【 0 0 1 4 】

上記本発明の一態様によれば、入射光は分光デバイスにより複数の波長帯域に分割され、第1乃至第3の基板に設けた光電変換素子に入射されるため、高い発電量を備えた光電変

50

換装置を提供できる。また、分光デバイスが筋交いとしての機能を果たすため、第1の基板又は/及び第2の基板に加わる圧力や衝撃を第3の基板に分散し、第3の基板に加わる圧力や衝撃を第1及び第2の基板に分散できるため、圧力や衝撃に対する耐性を備えた光電変換装置を提供できる。さらに、これらの効果を、第1乃至第3の基板を略コの字状に配置した状態において効果的に得られるため、装置面積の増加を抑制できる。

【0015】

また、本発明の一態様は、上記構成の光電変換装置において、第1の分光デバイス及び第2の分光デバイスは、350nm以上2000nm以下の波長帯域において、反射率が80%以上となる波長帯域が異なることを特徴とする光電変換装置である。

【0016】

上記本発明の一態様によれば、第1及び第2の分光デバイスの両方に反射され、第1乃至第3の光電変換素子に到達できない光の発生を抑制できる。したがって、高い発電量を有する光電変換装置を提供できる。

【0017】

また、本発明の一態様は、上記構成の光電変換装置において、第3の基板と重畳する領域に保護基板が設けられ、保護基板が第1の基板及び第2の基板の上端部または上端部近傍に固定されることを特徴とする光電変換装置である。

【0018】

上記本発明の一態様によれば、第1の基板や第2の基板に加わる衝撃を、保護基板により対向する基板に分散できるため、圧力や衝撃に対する耐性を備えた光電変換装置を提供できる。また、保護基板は、飛来物による衝撃などから分光デバイスや光電変換素子を保護できるため、長期に渡って高い発電量を有する光電変換装置を提供できる。

【0019】

また、本発明の一態様は、上記構成の光電変換装置の第1の基板及び第2の基板の端面が、隣接する光電変換装置の一部に固定されていることを特徴とする、光電変換装置である。

【0020】

上記本発明の一態様によれば、一部の光電変換装置に加わる圧力や衝撃を、隣接する光電変換装置に分散することができる。したがって、上記構成の光電変換装置を複数設置した光電変換装置においても、圧力や衝撃に対する耐性を備えることができる。

【0021】

また、本発明の一態様は、上記構成の光電変換装置において、第1の基板と第1の分光デバイスと第2の分光デバイスに囲まれた第1の中空部と、第2の基板と第1の分光デバイスと第2の分光デバイスに囲まれた第2の中空部と、第3の基板と第1の分光デバイスと第2の分光デバイスに囲まれた第3の中空部と、を有し、第1乃至第3の中空部の少なくとも一以上に温度調整材料を導入することにより、第1乃至第3の光電変換素子のいずれか一以上を温度調整することを特徴とする光電変換装置である。

【0022】

上記本発明の一態様によれば、温度変化により発電能力の低下した光電変換素子の接する中空部に、温度調整材料を導入することができる。また、温度調整の必要がない光電変換素子においては、温度調整材料の導入による入射光の吸収や反射を抑制できる。したがって、光電変換素子の温度変化による発電量の低下や、温度調整材料による発電量の損失が抑制された光電変換装置を提供できる。

【0023】

また、本発明の一態様は、上記構成の光電変換装置を隣接して複数設置することで、光電変換装置の第1の中空部が連結された第1の貫通穴と、光電変換装置の第2の中空部が連結された第2の貫通穴と、光電変換装置の第3の中空部が連結された第3の貫通穴を形成し、第1乃至第3の貫通穴の少なくとも一以上に温度調整材料を導入することにより、第1乃至第3の光電変換素子のいずれか一以上を温度調整することを特徴とする光電変換装置である。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 4 】

上記本発明の一態様によれば、温度変化により発電能力の低下した光電変換素子の接する貫通穴に、温度調整材料を導入することができる。また、温度調整の必要がない光電変換素子においては、温度調整材料の導入による入射光の吸収や反射を抑制できる。したがって、光電変換素子の温度変化による発電量の低下や、温度調整材料による発電量の損失が抑制された光電変換装置を提供できる。

## 【 0 0 2 5 】

なお、本明細書等において、「Aの上にBが形成されている」、あるいは、「A上にBが形成されている」、と明示的に記載する場合は、Aの上にBが直接接して形成されていることに限定されない。直接接してはいない場合、つまり、AとBとの間に別の対象物が介在する場合も含むものとする。ここで、A、Bは、対象物（例えば装置、素子、回路、配線、電極、端子、膜、又は層など）であるとする。

10

## 【 0 0 2 6 】

したがって、例えば、層Aの上又は層A上に層Bが形成されていると明示的に記載されている場合は、層Aの上に直接接して層Bが形成されている場合と、層Aの上に直接接して別の層（例えば層Cや層Dなど）が形成されていて、その上に直接接して層Bが形成されている場合とを含むものとする。なお、別の層（例えば層Cや層Dなど）は、単層でもよいし、複層でもよい。

## 【 0 0 2 7 】

また、本明細書等において用いられている「分光層」とは、特定の波長帯域の光を反射し、且つその他の波長帯域の光を透過する機能を持たせるように光学的計算を行い形成された、誘電体多層膜をいう。

20

## 【 0 0 2 8 】

また、本明細書等において用いられている「光電変換層」とは、光電効果（内部光電効果）を発現する半導体の層を含む他、内部電界や半導体接合を形成するために接合された不純物半導体層を含めたものをいう。すなわち、光電変換層とは、p n接合を代表とする、キャリア種類（正孔又は自由電子）及びキャリア濃度が異なる複数の半導体層接合した半導体層をいう。

## 【 0 0 2 9 】

また、本明細書等において用いられている「光電変換効率」とは、光電変換装置が太陽光のエネルギーを電力に変換する効率のことをいう。

30

## 【 0 0 3 0 】

また、本明細書等において用いられている「略コの字」とは、表現を変えると、第1の基板と第2の基板が対向する状態にあり、且つ、第1の基板及び第2の基板がそれぞれ、第3の基板と略L字を成すように設けられた状態のことをいう。

## 【 0 0 3 1 】

また、本明細書等において用いられている「第1」又は「第2」等の数詞の付く用語は、要素を区別するために便宜的に用いているものであり、数的に限定するものではなく、また配置及び段階の順序を限定するものでもない。

## 【 発明の効果 】

40

## 【 0 0 3 2 】

本発明によれば、入射光は分光デバイスにより複数の波長帯域の光に分割され、底面及び側面に設けた光電変換素子に入射される。したがって、高い発電量を備えた光電変換装置を提供できる。また、分光デバイスが、底面及び側面の基板に加わる圧力や衝撃を分散するため、圧力や衝撃に対する耐性を備えた光電変換装置を提供できる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 3 3 】

【図1】実施の形態1に記載の光電変換装置の構成を説明する図。

【図2】実施の形態1に記載の光電変換装置の作用原理を説明する図。

【図3】実施の形態1に記載の光電変換装置の作用原理を説明する図。

50

【図４】実施の形態２に記載の光電変換装置の構成及び作用原理を説明する図。

【図５】実施の形態３に記載の光電変換装置の構成及び作用原理を説明する図。

【図６】実施の形態３に記載の光電変換装置の構成及び作用原理を説明する図。

【図７】実施の形態４に記載の光電変換装置の構成及び作用原理を説明する図。

【発明を実施するための形態】

【００３４】

実施の形態について、図面を用いて詳細に説明する。但し、本発明は以下の説明に限定されず、本発明の趣旨及びその範囲から逸脱することなくその形態及び詳細を様々に変更し得ることは当業者であれば容易に理解される。従って、本発明は以下に示す実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。なお、以下に説明する発明の構成において、同一部分又は同様な機能を有する部分には同一の符号を異なる図面間で共通して用い、その繰り返しの説明は省略する。

10

【００３５】

（実施の形態１）

本実施の形態では、開示する発明の一態様に係る光電変換装置について、図１乃至図３を用いて説明する。

【００３６】

< 本実施の形態における光電変換装置の構成 >

図１に本実施の形態における光電変換装置の構成図を示す。図１（Ａ）は本実施の形態における光電変換装置の斜視図、図１（Ｂ）は図１（Ａ）の構成の一部抜粋図、図１（Ｃ）は図１（Ａ）の側面図である。

20

【００３７】

本実施の形態の光電変換装置は、図１（Ａ）に示すように、第１のベース基材１０１及び第１の光電変換素子１０２を有する第１の基板１００と、第２のベース基材１１１及び第２の光電変換素子１１２を有する第２の基板１１０と、第３のベース基材１２１と第３の光電変換素子１２２を有する第３の基板１２０とが、第１の光電変換素子１０２と第２の光電変換素子１１２が対向する状態に略コの字状に配置され、第１の分光デバイス１３０が第１の基板１００と第３の基板１２０を筋交い状に固定する状態に設けられ、第２の分光デバイス１４０が第２の基板１１０と第３の基板１２０を筋交い状に固定する状態に設けられている。

30

【００３８】

第１の光電変換素子１０２としては、光電変換層として単結晶シリコン、多結晶シリコン、微結晶シリコン又はアモルファスシリコンなどを単層又は積層して用いたシリコン型太陽電池、光電変換層としてInGaAs、GaAs、CdTe、CdS、カルコパイライト型三元化合物などを用いた化合物型太陽電池や、色素増感型太陽電池、有機薄膜太陽電池、量子ドット型太陽電池などを用いればよい。

【００３９】

なお、上記にて記載した第１の光電変換素子１０２は、既知の技術を用いて作製できる太陽電池の一例であり、光電変換素子が上記記載内容のみを用いることに限定されるものではない。

40

【００４０】

また、第２の光電変換素子１１２及び第３の光電変換素子１２２についても、上記と同様の材料及び構造を用いればよい。

【００４１】

本発明の一態様では、複数の光電変換素子を異なる位置に設置するため、分光デバイスにより波長分割されて各々の光電変換素子に入射される光は、ほとんど損失無しに光電変換層に到達する。この点に於いて、積層型の光電変換素子と比較して大きなメリットを有していると言える。

【００４２】

また、積層型の光電変換素子では、複数の光電変換層を直列に接続しており、光電変換素

50

子全体の出力電流は、最も出力電流の小さい光電変換層により制限されてしまうため、電流のマッチングを行う必要がある。しかし、本明細書の技術では、積層構造を成さずに複数の光電変換層を用いる事が可能であるため、積層型の光電変換素子のような電流マッチングが不要という点も大きなメリットと言える。

【 0 0 4 3 】

なお、本明細書等では、第 1 の基板 1 0 0 は、第 1 のベース基材 1 0 1 及び、第 1 の光電変換素子 1 0 2 から構成されているが、第 1 の光電変換素子 1 0 2 を第 1 の基板 1 0 0 として用い、第 1 のベース基材 1 0 1 を用いない構造としてもよい。

【 0 0 4 4 】

例えば、第 1 の光電変換素子 1 0 2 が耐衝撃性の弱い材質（例えば薄いシリコン基板や薄いガラス基板など）を用いて作製されている場合、第 1 の光電変換素子 1 0 2 を第 1 の基板 1 0 0 として用いると、外部から衝撃が加わった際に、筋交いとして機能する第 1 の分光デバイス 1 3 0 に衝撃力を分散する前に破壊されてしまう可能性がある。このような場合は、本明細書に記載するように、第 1 の光電変換素子 1 0 2 に第 1 のベース基材 1 0 1 を設けることが好ましい。しかし、第 1 の光電変換素子 1 0 2 が外部からの衝撃で破壊されない程度の強度を有している場合は、第 1 のベース基材 1 0 1 を必ずしも設ける必要はない。

【 0 0 4 5 】

第 2 の基板 1 1 0 及び第 3 の基板 1 2 0 についても、第 1 の基板 1 0 0 と同様である。

【 0 0 4 6 】

したがって、第 1 のベース基材 1 0 1、第 2 のベース基材 1 1 1 及び第 3 のベース基材 1 2 1 を用いるか否かは、光電変換素子の強度や光電変換装置の使用環境を考慮して実施者が適宜選択すればよい。

【 0 0 4 7 】

このような観点から考え、第 1 のベース基材 1 0 1、第 2 のベース基材 1 1 1 及び第 3 のベース基材 1 2 1 としては、金属基板、プラスチック基板、木製基板などの外部からの衝撃に対して耐性を有する材質を基材として用いることが好ましい。

【 0 0 4 8 】

第 1 の分光デバイス 1 3 0 は、外部からの入射光の一部の波長帯域の光を第 2 の光電変換素子 1 1 2 に向けて反射する機能を有すると共に、第 1 の基板 1 0 0 と第 3 の基板 1 2 0 を固定し、第 1 の基板 1 0 0 に加わる圧力や衝撃を第 3 の基板 1 2 0 に、第 3 の基板 1 2 0 に加わる圧力や衝撃を第 1 の基板 1 0 0 に分散する機能を有している。

【 0 0 4 9 】

第 2 の分光デバイス 1 4 0 も同様に、外部からの入射光の一部の波長帯域の光を第 1 の光電変換素子 1 0 2 に向けて反射する機能を有すると共に、第 2 の基板 1 1 0 と第 3 の基板 1 2 0 を固定し、第 2 の基板 1 1 0 に加わる圧力や衝撃を第 3 の基板 1 2 0 に、第 3 の基板 1 2 0 に加わる圧力や衝撃を第 2 の基板 1 1 0 に分散する機能を有している。

【 0 0 5 0 】

このように、第 1 の分光デバイス 1 3 0 と第 2 の分光デバイス 1 4 0 は、入射光を複数の波長帯域の光に分割する「分光デバイス」としての機能と、底面と側面の基板を固定して装置の強度を高める「筋交い」としての機能を有している。

【 0 0 5 1 】

なお、図 1 ( A ) のように、第 1 の分光デバイス 1 3 0 と第 2 の分光デバイス 1 4 0 から構成される十字形状の分光デバイスを形成する方法としては、例えば、図 1 ( B ) に示すように、第 1 の分光デバイス 1 3 0 及び第 2 の分光デバイス 1 4 0 の一部に溝を設け、第 1 の分光デバイス 1 3 0 の溝に第 2 の分光デバイス 1 4 0 の溝を差し込み、十字形状を形成すればよい。

【 0 0 5 2 】

第 1 の分光デバイス 1 3 0 及び第 2 の分光デバイス 1 4 0 として、350 nm から 2000 nm の波長帯域の光透過率が 80 % 以上の基板（例えば、白板ガラス基板や石英基板や

10

20

30

40

50

プラスチック基板)上に誘電体膜を積層させた、ダイクロイックミラーなどを用いればよい。

#### 【0053】

なお、第1の分光デバイス130と第3の基板120との固定部分角度(図1(C)の部分)を調整することにより、第1の分光デバイス130により反射された光を第2の光電変換素子112に向けて効率良く反射でき、第2の光電変換素子112の発電量を高めることができる。具体的には、第1の分光デバイス130と第3の基板120との固定部分角度は35°以上65°以下、より望ましくは40°以上55°以下となるように設置することが好ましい。例えば、図1(C)のように第1の基板100、第2の基板110及び第3の基板120が略コの字状に配置されている場合、光電変換装置への入射光(図2(B)の入射光150を参照)を第2の基板110に向けて効率良く反射するには、第1の分光デバイス130と第3の基板120との固定角度を、理想的には45°程度にすることが好ましい。

10

#### 【0054】

第2の分光デバイス140も同様に、第2の分光デバイス140と第3の基板120との固定部分の角度(図2(A)の部分)を、35°以上65°以下、より望ましくは40°以上55°以下となるように設置することが好ましい。

#### 【0055】

なお、第1の分光デバイス130の反射波長帯域と第2の分光デバイスの反射波長帯域が重なり合うと、波長帯域の重なり合った光は、第1の分光デバイス130で反射した後、更に第2の分光デバイス140で反射されてしまい、光電変換素子に入射されない(図2(B)の光160参照。)。このため、第1の分光デバイス130と第2の分光デバイス140の反射波長領域は、極力重ならないことが望ましく、具体的には、第1の分光デバイス130及び第2の分光デバイス140は、350nm以上2000nm以下の波長帯域において、反射率が80%以上となる波長帯域が、それぞれ異なっていることが好ましい。

20

#### 【0056】

<本実施の形態における光電変換装置の作用原理及び効果>

本実施の形態の構成を有する光電変換装置に対して、外部から光が入射された際の入射光の進行経路及び、外部から圧力や衝撃などの力が加わった際の力の分散状態についての作用原理を図2及び図3を用いて説明すると共に、その効果を記述する。

30

#### 【0057】

<外部から光が入射された際の入射光の進行経路>

図2(A)は、図1(A)で示した、本実施の形態の光電変換装置の側面図であり、図2(A)のa部分への入射光の進行経路を図2(B)に、図2(A)のb部分への入射光の進行経路を図2(C)に示す。

#### 【0058】

図2(B)に示すように、図2(A)のa部分への入射光150(太い実線)は、まず第1の分光デバイス130により、一部の波長帯域の光152(二点鎖線)が第2の光電変換素子112に向かって反射され、第2の光電変換素子112にて光電変換が行われる。

40

#### 【0059】

このため、第2の光電変換素子112は、光152の波長帯域において高い光電変換効率を示す光電変換素子を用いることが好ましい。具体的には、光152の波長帯域において、光電変換効率が最大値の80%以上となる波長帯域が合計300nm以上存在する光電変換素子を用いることが好ましく、更に望ましくは、上記内容に加えて、光152の波長帯域において光電変換効率が最大となる光電変換素子を用いることが好ましい。

#### 【0060】

そして、第1の分光デバイス130を透過した光(図2(B)の太点線)は、第2の分光デバイス140により、一部の波長帯域の光151(図2(B)の一点鎖線)が第1の光電変換素子102に向かって反射され、第1の光電変換素子102にて光電変換が行われ

50



る。

【 0 0 6 1 】

このため、第 1 の光電変換素子 1 0 2 は、光 1 5 1 の波長帯域において高い光電変換効率を示す光電変換素子を用いることが好ましい。具体的には、光 1 5 1 の波長帯域において、光電変換効率が最大値の 8 0 % 以上となる波長帯域が合計 3 0 0 n m 以上存在する光電変換素子を用いることが好ましく、更に望ましくは、上記内容に加えて、光 1 5 1 の波長帯域において光電変換効率が最大となる光電変換素子を用いることが好ましい。

【 0 0 6 2 】

さらに、第 2 の分光デバイス 1 4 0 を透過した一部の波長帯域の光 1 5 3 ( 図 2 ( B ) の細点線 ) が第 3 の光電変換素子 1 2 2 に入射し、第 3 の光電変換素子 1 2 2 にて光電変換が行われる。

10

【 0 0 6 3 】

このため、第 3 の光電変換素子 1 2 2 は、光 1 5 3 の波長帯域において高い光電変換効率を示す光電変換素子を用いることが好ましい。具体的には、光 1 5 3 の波長帯域において、光電変換効率が最大値の 8 0 % 以上となる波長帯域が合計 3 0 0 n m 以上存在する光電変換素子を用いることが好ましく、更に望ましくは、上記内容に加えて、光 1 5 3 の波長帯域において光電変換効率が最大となる光電変換素子を用いることが好ましい。

【 0 0 6 4 】

また、図 2 ( A ) の b 部分に入射される光については、図 2 ( C ) に示すように、b 部分への入射光 1 5 0 ( 図 2 ( C ) の太実線 ) は、まず第 2 の分光デバイス 1 4 0 により、一部の波長帯域の光 1 5 1 ( 図 2 ( C ) の一点鎖線 ) が第 1 の光電変換素子 1 0 2 に向かって反射され、第 1 の光電変換素子 1 0 2 にて光電変換が行われる。

20

【 0 0 6 5 】

そして、第 2 の分光デバイス 1 4 0 を透過した光 ( 図 2 ( C ) の太点線 ) は、第 1 の分光デバイス 1 3 0 により、一部の波長帯域の光 1 5 2 ( 図 2 ( C ) の二点鎖線 ) が第 2 の光電変換素子 1 1 2 に向かって反射され、第 2 の光電変換素子 1 1 2 にて光電変換が行われる。

【 0 0 6 6 】

さらに、第 1 の分光デバイス 1 3 0 を透過した一部の波長帯域の光 1 5 3 ( 図 2 ( C ) の細点線 ) が第 3 の光電変換素子 1 2 2 に入射し、第 3 の光電変換素子 1 2 2 にて光電変換が行われる。

30

【 0 0 6 7 】

入射光 1 5 0 は、以上の経路を経ることにより 3 つの波長帯域の光に分離され、それぞれの波長帯域に適した光電変換素子により光電変換が行われる。このため、本実施の形態に示す構成により、高い発電量を有する光電変換装置を提供できる。

【 0 0 6 8 】

なお、第 1 の光電変換素子 1 0 2、第 2 の光電変換素子 1 1 2 及び第 3 の光電変換素子 1 2 2 に用いる光電変換素子の種類については、第 1 の分光デバイス 1 3 0 および第 2 の分光デバイス 1 4 0 の反射波長帯域に応じて、実施者が適宜選択すればよい。

【 0 0 6 9 】

40

例えば、第 1 の分光デバイス 1 3 0 が 7 0 0 n m 以下の波長帯域の光を強く反射し、第 2 の分光デバイス 1 4 0 が 1 1 0 0 n m 以上の波長帯域の光を強く反射する場合、第 1 の光電変換素子 1 0 2 には、1 1 0 0 n m 以上の波長帯域において高い光電変換効率を有する光電変換素子 ( 例えば、単結晶ゲルマニウム太陽電池 ) を用い、第 2 の光電変換素子 1 1 2 には、7 0 0 n m 以下の波長帯域において高い光電変換効率を有する光電変換素子 ( 例えば、アモルファスシリコン太陽電池 ) を用い、第 3 の光電変換素子 1 2 2 には、7 0 0 n m 超 1 1 0 0 n m 未満の波長帯域において高い光電変換効率を有する光電変換素子 ( 例えば、単結晶シリコン太陽電池 ) を用いればよい。

【 0 0 7 0 】

< 外部から圧力や衝撃などの力が加わった際の力の分散状態 >

50

図3(A)は、側面基板である第1の基板100に外部からの圧力や衝撃が加わった際の力の分散状況を示す図であり、図3(B)は、底面基板である第3の基板120に外部からの圧力や衝撃が加わった際の力の分散状況を示す図である。

【0071】

図3(A)に示すように、第1の基板100に外部からの圧力や衝撃(図3(A)の白矢印)が加わった場合、第1の分光デバイス130は、第1の基板に加わった力の一部を、第1の基板100と第1の分光デバイス130の固定部(図3(A)の点線丸部分)を介して、底面である第3の基板120に分散することができる(図3(A)黒矢印参照)。

【0072】

また、本実施の形態の光電変換装置において、図1(B)に示すように、第1の分光デバイス130に設けた溝と第2の分光デバイス140に設けた溝が組み合わされて形成されている場合、第1の分光デバイス130に加わる力の一部は、第1の分光デバイス130と第2の分光デバイス140の組み合わせ部分(図3(A)点線四角部)を介して第2の分光デバイス140に分散され、第2の基板110にも分散することができる。この場合、第1の分光デバイス130及び第2の分光デバイス140の溝部分に強い力が加わっても、第1の分光デバイス130及び第2の分光デバイス140が破壊されないように、第1の分光デバイス130及び第2の分光デバイス140としては、プラスチック基板などの柔軟性を有する材料が好ましい。

【0073】

なお、本実施の形態では、第1の分光デバイス130は第1の光電変換素子102に接して固定されているが、これに限定されることはない。例えば、第1のベース基板101に接して分光デバイス130が固定されていてもよい。同様に、第1の分光デバイス130は第3の光電変換素子122上に接して固定されているが、第3のベース基材121に接して固定されていてもよい。

【0074】

また、第1の分光デバイス130は、第1の基板100と第3の基板120の端部に固定されているが、これに限定されることはなく端部近傍でもよい。

【0075】

なお、第1の基板100と第1の分光デバイス130、及び、第3の基板120と第1の分光デバイス130を固定する方法としては、例えば、各種接着剤、熱可塑性樹脂、固定部材(例えば、金属やプラスチックで作製されたL型の金具)などを用いればよい。また、第1の基板100と第1の分光デバイス130、及び、第3の基板120と第1の分光デバイス130が直接溶着することが可能な材質であれば、溶着にて固定してもよい。また、第2の基板110と第2の分光デバイス140、及び、第3の基板120と第2の分光デバイス140を固定する方法も、同様の方法で行えばよい。

【0076】

以上のように、第1の基板100と第3の基板120を、第1の分光デバイス130により筋交い状に固定することにより、第1の基板100に加わった圧力や衝撃を、第1の分光デバイス130により、底面である第3の基板120に分散することができる。

【0077】

また、第1の基板100に対向する状態に設置された第2の基板110においても上述と同様に、外部からの圧力や衝撃が加わった際、その力を第2の基板110と第2の分光デバイス140の固定部を介して、第3の基板120に分散することができる。

【0078】

なお、第2の分光デバイス140は図3(A)のように、第2の光電変換素子112に接して固定されているが、これに限定されることはない。例えば、分光デバイス140が第2のベース基板111に接して固定されていてもよい。同様に、第2の分光デバイス140は第3の光電変換素子122に接して固定されているが、第3のベース基材121に接して固定されてもよい。

【0079】

また、第2の分光デバイス140は、第2の基板110と第3の基板120の端部に固定されているが、これに限定されることはなく端部近傍でもよい。

【0080】

以上のように、第2の基板110と第3の基板120を、第2の分光デバイス140により筋交い状に固定することにより、第2の基板110に加わった圧力や衝撃を、第2の分光デバイス140により、底面である第3の基板120に分散することができる。

【0081】

また、第3の基板120に外部からの圧力や衝撃が加わった場合においては、図3(B)に示すように、第3の基板120に加わった力(図3(B)白矢印)は第1の分光デバイス130および第2の分光デバイス140により、第1の基板100および第2の基板110に分散することができる(図3(B)黒矢印)。

10

【0082】

このように、第1の分光デバイス130及び第2の分光デバイス140は、図2(B)及び図2(C)に示すような分光デバイスとしての機能を果たすだけでなく、図3(A)及び図3(B)に示すような、外部からの圧力や衝撃を分散する機能を果たす。したがって、圧力や衝撃に対する耐性を備えた光電変換装置を提供できる。

【0083】

なお、本実施の形態に示す光電変換装置は、第1の光電変換素子102を備える第1の基板100と、第2の光電変換素子112を備える第2の基板110と、第3の光電変換素子122を備える第3の基板120を略コの字状に配置した状態において、(1)分光デバイスを用いて入射光を複数の波長帯域に分割することで高い発電量を得る、(2)外部から加わる圧力や衝撃に対する耐性を備える、という2つの長所を効果的に得ることができる。

20

【0084】

そして、上述のように第1の基板100、第2の基板110および第3の基板120を略コの字状に配置することにより、光電変換素子を備える基板を平面的に設置する(例えば、図3(A)において、底面基板である第3の基板120のみを設置する場合と同程度の面積で設置できるため、装置面積の増加を抑制できる。

【0085】

なお、前述した光電変換装置について、外部から加わる圧力や衝撃に対する耐性を更に高める方法としては、図3(C)に示すように、第3の基板120と重畳する領域において、第1の基板100及び第2の基板110の上端部または上端部近傍に保護基板310を固定する方法がある。

30

【0086】

図3(C)のように保護基板310を設置することにより、側面基板である第1の基板100及び第2の基板110に外部からの圧力や衝撃(図3(C)の白矢印)が加わった場合、第1の分光デバイス130及び第2の分光デバイス140だけでなく保護基板310を介して、力の一部(図3(C)の黒矢印)を対向する基板に分散することができる。

【0087】

また、保護基板310は、第1の分光デバイス130及び第2の分光デバイス140を覆うように設置されており、飛来物による衝撃から第1の分光デバイス130及び第2の分光デバイス140を保護する機能を有するため、長年に渡って高い発電量を有する光電変換装置を提供できる。

40

【0088】

(実施の形態2)

本実施の形態では、実施の形態1にて記載した本発明の一態様である光電変換装置とは異なる機能についての説明を、図4を用いて説明する。

【0089】

<本実施の形態における光電変換装置の構成>

図4(A)は、図2(A)と同じ光電変換装置の側面図である。本実施の形態に示す光電

50

変換装置は、図４（Ａ）に示すように、基板と分光デバイスの固定箇所（図４（Ａ）の丸点線部分）を固定することにより、第１の基板１００、第１の分光デバイス１３０及び第２の分光デバイス１４０に囲まれた第１の中空部５１０と、第２の基板１１０、第１の分光デバイス１３０及び第２の分光デバイス１４０に囲まれた第２の中空部５２０と、第３の基板１２０、第１の分光デバイス１３０及び第２の分光デバイス１４０に囲まれた第３の中空部５３０が形成された構造である。

#### 【００９０】

< 本実施の形態における光電変換装置の作用原理及び効果 >

光電変換装置を図４（Ａ）の構造とすることにより、第１の中空部５１０、第２の中空部５２０及び第３の中空部５３０の少なくとも１つ以上に温度調整材料を導入することで、第１の光電変換素子１０２、第２の光電変換素子１１２及び第３の光電変換素子１２２のいずれか一以上の温度調整を行うことができる。

10

#### 【００９１】

例えば、図４（Ａ）において、第１の光電変換素子１０２の温度が上昇して発電能力が低下し、第２の光電変換素子１１２及び第３の光電変換素子１２２では発電能力の低下が見られない場合、図４（Ｂ）に示すように、第１の中空部５１０のみに温度調整材料５５０として、例えば冷却液を流す、空気を強制的に通過させることにより、第１の光電変換素子１０２を選択的に冷却できる。これにより、光電変換素子１０２の温度は低下して発電能力が回復する。

#### 【００９２】

20

この際、第２の中空部５２０及び第３の中空部５３０には温度調整材料５５０が導入されないため、第２の光電変換素子１１２に入射される光は、温度調整材料５５０による光の吸収や反射による損失が無い。また、第３の光電変換素子１２２に入射される光も、温度調整材料５５０による光の吸収や反射による損失を抑制することができる。

#### 【００９３】

したがって、光電変換素子の温度変化による発電量の低下や、温度調整材料による発電量の損失が抑制された光電変換装置を提供できる。

#### 【００９４】

なお、温度調整材料５５０としては、第１の中空部５１０、第２の中空部５２０及び第３の中空部５３０を通過することのできる材料であれば、材料の様態（固体、液体、気体）、形状および材質などに特に限定はなく、光電変換装置の各構成要素に、化学反応による劣化、変形、破壊などのダメージを与えない材料であり、使用温度範囲が光電変換装置の各構成要素に変形を生じない範囲であれば、どのような材料を用いてもよい。温度調整材料５５０は、前述の一例のように光電変換素子を冷却できる材料だけでなく、光電変換装置を加熱できる材料を用いてもよい。

30

#### 【００９５】

また、温度調整材料５５０として、例えば液体や気体、又は非常にサイズの小さな固体などを用いる場合は、第１の中空部５１０は、第１の基板１００と第１の分光デバイス１３０と第２の分光デバイス１４０に隙間無く囲まれることが好ましい。また、第２の中空部５２０及び第３の中空部５３０においても同様に、周囲を囲む基板および分光デバイスにより隙間無く囲まれることが好ましい。これにより、特定の中空部に導入した温度調整材料が他の中空部に流入することを抑制できる。

40

#### 【００９６】

（実施の形態３）

本実施の形態では、上述の実施の形態にて記載した光電変換装置を複数用いた光電変換装置について、図５及び図６を用いて説明する。

#### 【００９７】

なお、図５及び図６では、複数設置された光電変換装置の中から、１つの光電変換装置を指定する場合、座標を用いて表現する。例えば、図５（Ａ）の中心に設置された光電変換装置は、「Ｘ２及びＹ２の範囲にある光電変換装置」と表現し、図５（Ａ）の手前に設置

50

された3つの光電変換装置は「X1 - X2 - X3及びY1の範囲にある光電変換装置」と表現する。

【0098】

<本実施の形態における光電変換装置の構成>

図5(A)は、実施の形態1にて説明した図1(A)の構造を有する光電変換装置が、分光デバイスの向きが同方向となるように複数設置された光電変換装置を示す図であり、図5(B)は、図5(A)のX1 - X2 - X3及びY1の範囲にある3つの光電変換装置の側面図であり、図5(C)は、図5(A)のX3及びY1 - Y2 - Y3の範囲にある3つの光電変換装置の上面図である。

【0099】

また、図6(A)は、複数の光電変換装置が、図5とは異なる状態で設置された光電変換装置を示す図であり、図6(B)は、図6(A)のX3及びY1 - Y2 - Y3の範囲にある3つの光電変換装置の上面図である。

【0100】

本実施の形態に示す光電変換装置は、図5及び図6に示すように、光電変換装置の第1の基板100及び第2の基板110の端面が、隣接する光電変換装置の一部に固定されている構造である。

【0101】

なお、光電変換装置の第1の基板100及び第2の基板110の端面を、隣接する光電変換装置の一部に固定する方法としては、例えば、各種接着剤、熱可塑性樹脂などを用いればよい。また、直接溶着することが可能な材質であれば、溶着にて固定してもよい。

【0102】

<本実施の形態における光電変換装置の作用原理及び効果>

図5(A)のような構造を用いることにより、例えば、図5(A)のX3及びY2の範囲にある光電変換装置の第2の基板110に圧力や衝撃などの力が加わった場合においても(図5(A)及び図5(C)の白矢印)、固定部(図5(A)及び図5(C)の点線丸部)を介して、図5(A)のX3及びY1の範囲にある光電変換装置の第2の基板110、並びに図5(A)のX3及びY3の範囲にある光電変換装置の第2の基板110に、一部の力が分散される(図5(A)、図5(B)及び図5(C)の黒矢印)。分散された力の一部は、更に分光デバイス140を介して第3の基板120に分散される。

【0103】

また、図6(A)のような構造を用いることにより、例えば、図6(A)のX3及びY2の範囲にある光電変換装置の第1の基板100に圧力や衝撃などの力が加わった場合においても(図6(A)及び図6(B)の白矢印)、固定部(図6(A)及び図6(B)の点線丸部)を介して、図6(A)のX3及びY1の範囲にある光電変換装置の第1の基板100、及び図6(A)のX3及びY3の範囲にある光電変換装置の第2の基板110に、一部の力が分散される(図6(A)及び図6(B)の黒矢印)。

【0104】

したがって、実施の形態1にて説明した光電変換装置を複数設置した光電変換装置においても、圧力や衝撃に対する耐性を備えることができる。

【0105】

(実施の形態4)

本実施の形態では、実施の形態3にて記載した本発明の一態様である光電変換装置とは異なる機能についての説明を、図7を用いて説明する。

【0106】

なお、図7において、複数設置された光電変換装置の中から、1つの光電変換装置を指定する場合は、実施の形態3と同じ表現方法にて表す。

【0107】

<本実施の形態における光電変換装置の構成>

図7(A)は、実施の形態3にて記載した図5(A)と同様に、分光デバイスの向きが同

10

20

30

40

50

方向になるように複数設置された、光電変換装置図である。本実施の形態の光電変換装置は、図7(A)に示すように、図4(A)にて示した光電変換装置の第1の中空部510が連結された第1の貫通穴810と、第2の中空部520が連結された第2の貫通穴820と、第3の中空部530が連結された第3の貫通穴830を有する構造である。

#### 【0108】

<本実施の形態における光電変換装置の作用原理及び効果>

図7(A)のように、それぞれが独立した、第1の貫通穴810、第2の貫通穴820及び第3の貫通穴830を有する構造とすることにより、第1の貫通穴810、第2の貫通穴820及び第3の貫通穴830の少なくとも1つ以上に温度調整材料550を導入することで、第1の貫通穴810、第2の貫通穴820及び第3の貫通穴830に隣接する光

10

#### 【0109】

したがって、実施の形態2と同様に、光電変換素子の温度上昇による発電量の低下や、温度調整材料による発電量の損失が抑制された光電変換装置を提供できる。

#### 【符号の説明】

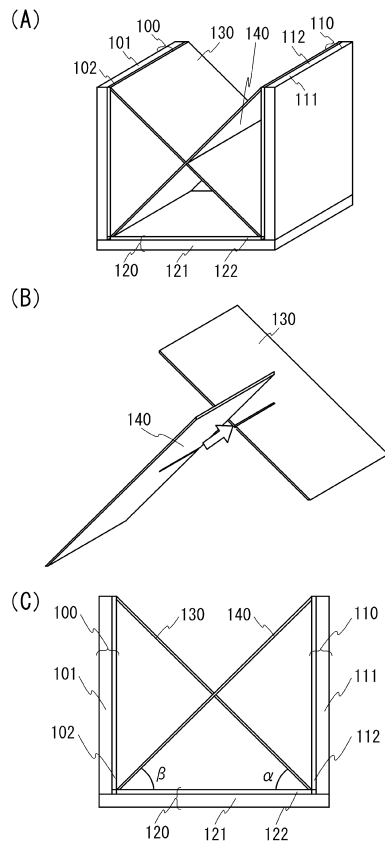
#### 【0110】

|     |           |
|-----|-----------|
| 100 | 第1の基板     |
| 101 | 第1のベース基材  |
| 102 | 第1の光電変換素子 |
| 110 | 第2の基板     |
| 111 | 第2のベース基材  |
| 112 | 第2の光電変換素子 |
| 120 | 第3の基板     |
| 121 | 第3のベース基材  |
| 122 | 第3の光電変換素子 |
| 130 | 第1の分光デバイス |
| 140 | 第2の分光デバイス |
| 150 | 入射光       |
| 151 | 光         |
| 152 | 光         |
| 153 | 光         |
| 160 | 光         |
| 510 | 第1の中空部    |
| 520 | 第2の中空部    |
| 530 | 第3の中空部    |
| 550 | 温度調整材料    |
| 810 | 第1の貫通穴    |
| 820 | 第2の貫通穴    |
| 830 | 第3の貫通穴    |

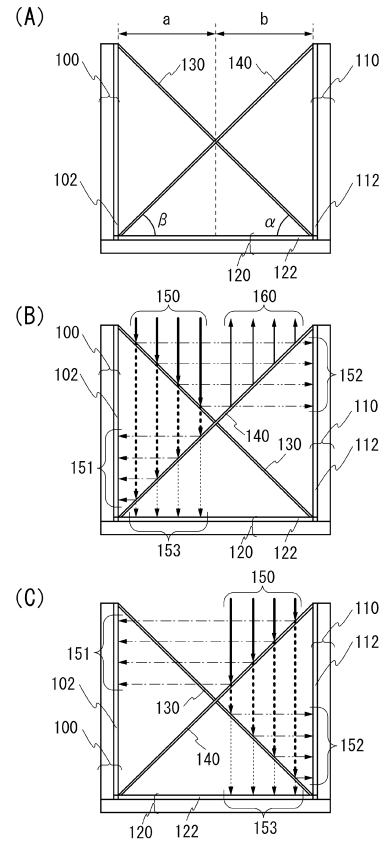
20

30

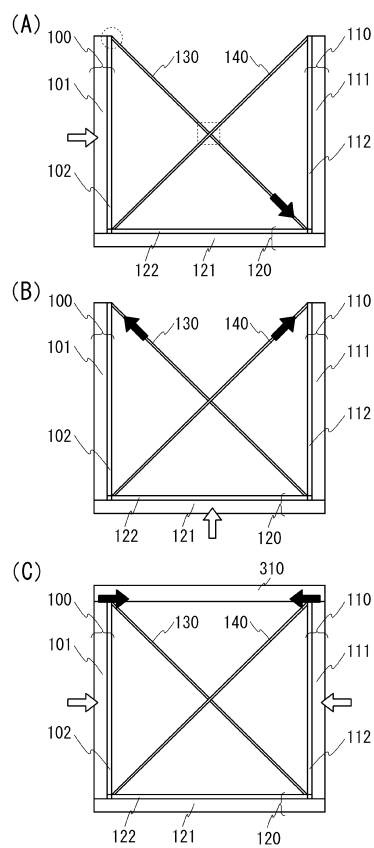
【図 1】



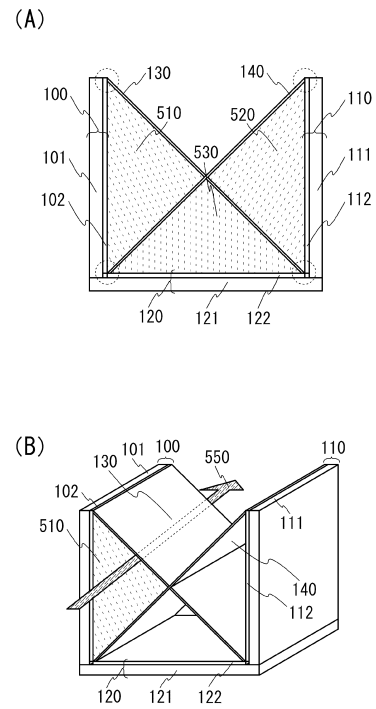
【図 2】



【図 3】

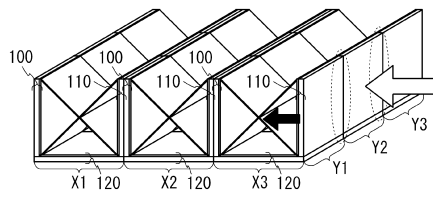


【図 4】

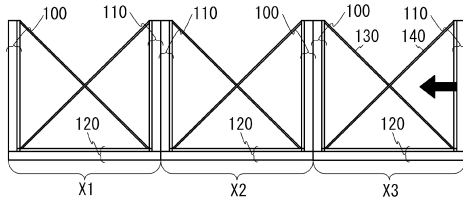


【図 5】

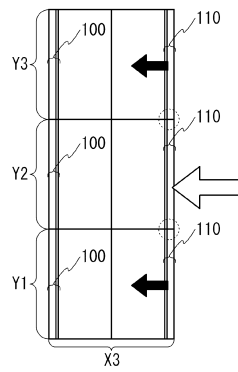
(A)



(B)

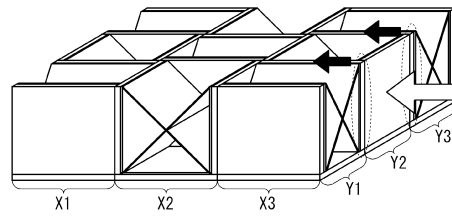


(C)

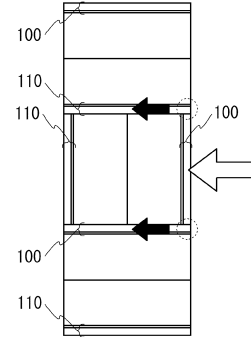


【図 6】

(A)

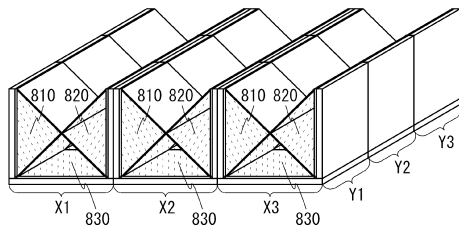


(B)

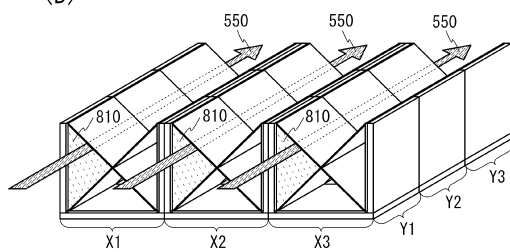


【図 7】

(A)



(B)





---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開昭51-003788(JP,A)  
国際公開第2009/041038(WO,A1)  
国際公開第00/021284(WO,A1)  
特開2002-170974(JP,A)  
国際公開第2008/038522(WO,A1)  
特表2009-545184(JP,A)  
米国特許第04023368(US,A)  
欧州特許出願公開第02141748(EP,A1)  
登録実用新案第3150376(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 31/02 - 31/078、31/18 - 31/20  
H02S 10/00 - 99/00