



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

導電性基板と、

前記導電性基板上に順に積層された第 1 電極層と、発電層及び第 2 電極層と、を少なくとも有し、

前記導電性基板の裏面の一部分に形成された導電性接着材層と、当該裏面の当該導電性接着材層が形成されない他の部分に形成された絶縁性接着材層と、を有することを特徴とする太陽電池素子。

## 【請求項 2】

前記導電性接着材層は、前記導電性基板の前記裏面において、当該裏面の端部から当該導電性基板の幅の 5 分の 1 以下の長さに相当する部分に形成されることを特徴とする請求項 1 に記載の太陽電池素子。

10

## 【請求項 3】

前記絶縁性接着材層は、前記導電性接着材層に隣接し、且つ、前記導電性基板の前記裏面において、当該裏面の端部から当該導電性基板の幅の 5 分の 1 以下の長さに相当する部分を除く他の部分に形成されることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の太陽電池素子。

## 【請求項 4】

前記発電層は、I B 族元素、I I I B 族元素、V I B 族元素から選ばれるいずれか 1 種を含むことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の太陽電池素子。

## 【請求項 5】

前記発電層は、カルコパイライト構造を有する C u - I n - S e 系半導体を含むことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の太陽電池素子。

20

## 【請求項 6】

可撓性フィルムの表面に圧着固定され、且つ直列に接続した複数の帯状太陽電池素子から構成される太陽電池モジュールであって、

前記帯状太陽電池素子は、導電性基板と、当該導電性基板上に順に成膜された少なくとも第 1 電極層、発電層、第 2 電極層と、当該導電性基板の裏面の一部分に形成された導電性接着材層と、当該裏面の当該導電性接着材層が形成されない他の部分に形成された絶縁性接着材層とを備え、

隣接する 2 個の前記帯状太陽電池素子は、第 1 の帯状太陽電池素子の前記第 2 電極層の表面の端部と、第 2 の帯状太陽電池素子の前記導電性基板の裏面側に設けた前記導電性接着材層と前記絶縁性接着材層の一部とが重なる接続部において、当該導電性接着材層を介して直列に接続していることを特徴とする太陽電池モジュール。

30

## 【請求項 7】

前記導電性接着材層は、前記導電性基板の前記裏面において、当該裏面の端部から当該導電性基板の幅の 5 分の 1 以下の長さに相当する部分に形成され、前記絶縁性接着材層は、当該導電性接着材層に隣接し、且つ前記導電性基板の当該裏面において、当該裏面の端部から当該導電性基板の幅の 5 分の 1 以下の長さに相当する部分を除く他の部分に形成されることを特徴とする請求項 6 に記載の太陽電池モジュール。

40

## 【請求項 8】

前記絶縁性接着材層の前記導電性接着材層側と反対側の端部は、前記可撓性フィルムの表面に圧着固定されていることを特徴とする請求項 6 又は 7 に記載の太陽電池モジュール。

## 【請求項 9】

導電性基板上に成膜された発電層及び上部電極層を有する薄膜系太陽電池がロール状に巻回された巻出口から当該薄膜系太陽電池を引き出し供給する供給手段と、

前記供給手段から供給された前記薄膜系太陽電池を刃物部により当該薄膜系太陽電池の搬送方向と略平行に裁断し複数の帯状太陽電池素子を形成する裁断手段と、

前記裁断手段により裁断された複数の前記帯状太陽電池素子において、前記導電性基板

50

の裏面の端部に導電性接着材層を形成し、且つ当該導電性接着材層に隣接させて当該裏面の他の部分に絶縁性接着材層を形成する接着材層形成手段と、

前記接着材層形成手段により形成された前記導電性接着材層と前記絶縁性接着材層の一部と、隣接する他の帯状太陽電池素子の前記上部電極層の表面端部とを重ねつつ、当該導電性接着材層及び当該絶縁性接着材層側から可撓性フィルムを圧着し一体成形する圧着手段と、

前記圧着手段により一体成形された複数の前記帯状太陽電池素子の接続体を巻き取りロールに連続的に巻き取る巻き取り手段と、

を有することを特徴とする太陽電池モジュールの製造装置。

【請求項 10】

10

前記接着材層形成手段は、前記導電性基板の前記発電層側と反対側の面に、導電性接着材と絶縁性接着材とを連続的又は間欠的に印刷する接着材印刷ユニットを有することを特徴とする請求項 9 に記載の太陽電池モジュールの製造装置。

【請求項 11】

前記圧着手段は、前記裁断手段により形成された複数の前記帯状太陽電池素子の各々を搬送方向に対し所定の角度で傾斜させる傾斜ガイドロール群と、可撓性フィルムを供給するシートロールと、複数の当該帯状太陽電池素子を当該可撓性フィルムに圧着する一対の加圧ロールと、を有することを特徴とする請求項 9 又は 10 に記載の太陽電池モジュールの製造装置。

【請求項 12】

20

複数の帯状太陽電池素子が直列に接続された太陽電池モジュールの製造方法であって、導電性基板上に成膜された発電層及び上部電極層を有する薄膜系太陽電池を巻出口ロールから繰り出し供給する供給工程と、

前記供給工程により供給された前記薄膜系太陽電池を搬送方向と略平行に裁断し複数の帯状太陽電池素子を形成する裁断工程と、

前記裁断工程により裁断された複数の前記帯状太陽電池素子において、前記導電性基板の裏面の端部に導電性接着材層を形成し、且つ当該導電性接着材層に隣接させて当該裏面の他の部分に絶縁性接着材層を形成する接着材層形成工程と、

前記複数の前記帯状太陽電池素子を搬送方向に対し傾斜させ、且つ前記接着材層形成工程により形成された前記導電性接着材層と前記絶縁性接着材層の一部と、隣接する他の帯状太陽電池素子の前記上部電極層の表面端部とを重ねつつ、当該導電性接着材層及び当該絶縁性接着材層側から可撓性フィルムを圧着し一体成形する圧着工程と、

30

前記圧着工程により一体成形された複数の前記帯状太陽電池素子の接続体を巻き取りロールに連続的に巻き取る巻き取り工程と、

を有することを特徴とする太陽電池モジュールの製造方法。

【請求項 13】

請求項 12 に記載の太陽電池モジュールの製造方法により製造された太陽電池モジュールが、巻き取りロールに巻回されたことを特徴とするロール状太陽電池モジュール。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

本発明は、太陽電池素子、太陽電池モジュール、太陽電池モジュールの製造装置、太陽電池モジュールの製造方法及びロール状太陽電池モジュールに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、薄膜系太陽電池モジュールは、パターンニングにより基板上に複数の太陽電池素子が分割形成され、これらを直列に接続した集積型構造を形成する製造方法が採用されている。近年、複数の帯状太陽電池が直列接続されてなる薄膜系太陽電池モジュールが報告されている（特許文献 1 参照）。この薄膜系太陽電池モジュールは、一本の幅狭の帯状太陽電池を、円柱体表面に巻いた絶縁性薄膜の上に縁部が重なるように螺旋状に巻付け、重な

50

り部分に導電性樹脂が介在するようにした後、切開いて円柱体より離脱させることにより製造される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開平02-244772号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、薄膜系太陽電池モジュールの従来製造方法には、さらに改善すべき課題が挙げられる。例えば、1)幅狭な帯状太陽電池素子を形成した後、これを巻き取る工程が必要である。2)一本の帯状太陽電池素子を円柱体表面に巻き付ける工程に一定の時間を要し、生産性が低い。3)一枚の薄膜系太陽電池モジュールを製造するには、一定の長さの帯状太陽電池素子が必要となり、コストが増大する。4)一枚の薄膜系太陽電池モジュールを製造する毎に、切開いて円柱体より離脱させる工程が必要となる。5)薄膜系太陽電池モジュールは所定の長さに切断されるため、後工程における生産性が向上しない。6)帯状太陽電池素子同士の密着性を上げると、隣接する帯状太陽電池素子の金属基板同士が部分的に接し、短絡するため発電電力が低下する、等である。

本発明の目的は、薄膜系太陽電池モジュールの製造効率を改善し、且つ導電性基板間の短絡を防止することにある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

かくして、以下の[1]~[13]に係る発明が提供される。

[1]導電性基板と、前記導電性基板上に順に積層された第1電極層と、発電層及び第2電極層と、を少なくとも有し、前記導電性基板の裏面の一部分に形成された導電性接着材層と、当該裏面の当該導電性接着材層が形成されない他の部分に形成された絶縁性接着材層と、を有することを特徴とする太陽電池素子。

[2]前記導電性接着材層は、前記導電性基板の前記裏面において、当該裏面の端部から当該導電性基板の幅の5分の1以下の長さに相当する部分に形成されることを特徴とする前記[1]に記載の太陽電池素子。

[3]前記絶縁性接着材層は、前記導電性接着材層に隣接し、且つ、前記導電性基板の前記裏面において、当該裏面の端部から当該導電性基板の幅の5分の1以下の長さに相当する部分を除く他の部分に形成されることを特徴とする前記[1]又は[2]に記載の太陽電池素子。

[4]前記発電層は、I B族元素、I I I B族元素、V I B族元素から選ばれるいずれか1種を含むことを特徴とする前記[1]乃至[3]のいずれかに記載の太陽電池素子。

[5]前記発電層は、カルコパイライト構造を有するCu-In-Se系半導体を含むことを特徴とする前記[1]乃至[4]のいずれかに記載の太陽電池素子。

【0006】

[6]可撓性フィルムの表面に圧着固定され、且つ直列に接続した複数の帯状太陽電池素子から構成される太陽電池モジュールであって、前記帯状太陽電池素子は、導電性基板と、当該導電性基板上に順に成膜された少なくとも第1電極層、発電層、第2電極層と、当該導電性基板の裏面の一部分に形成された導電性接着材層と、当該裏面の当該導電性接着材層が形成されない他の部分に形成された絶縁性接着材層とを備え、隣接する2個の前記帯状太陽電池素子は、第1の帯状太陽電池素子の前記第2電極層の表面の端部と、第2の帯状太陽電池素子の前記導電性接着材層と前記絶縁性接着材層の一部とが重なる接続部において、当該導電性接着材層を介して直列に接続していることを特徴とする太陽電池モジュール。

[7]前記導電性接着材層は、前記導電性基板の前記裏面において、当該裏面の端部

10

20

30

40

50

から当該導電性基板の幅の5分の1以下の長さに相当する部分に形成され、前記絶縁性接着材層は、当該導電性接着材層に隣接し、且つ前記導電性基板の当該裏面において、当該裏面の端部から当該導電性基板の幅の5分の1以下の長さに相当する部分を除く他の部分に形成されることを特徴とする前記〔6〕に記載の太陽電池モジュール。

〔8〕前記絶縁性接着材層の前記導電性接着材層側と反対側の端部は、前記可撓性フィルムの表面に圧着固定されていることを特徴とする前記〔6〕又は〔7〕に記載の太陽電池モジュール。

【0007】

〔9〕導電性基板上に成膜された発電層及び上部電極層を有する薄膜系太陽電池がロール状に巻回された巻出口ロールから当該薄膜系太陽電池を引き出し供給する供給手段と、前記供給手段から供給された前記薄膜系太陽電池を刃物部により当該薄膜系太陽電池の搬送方向と略平行に裁断し複数の帯状太陽電池素子を形成する裁断手段と、前記裁断手段により裁断された複数の前記帯状太陽電池素子において、前記導電性基板の裏面の端部に導電性接着材層を形成し、且つ当該導電性接着材層に隣接させて当該裏面の他の部分に絶縁性接着材層を形成する接着材層形成手段と、前記接着材層形成手段により形成された前記導電性接着材層と前記絶縁性接着材層の一部と、隣接する他の帯状太陽電池素子の前記上部電極層の表面端部とを重ねつつ、当該導電性接着材層及び当該絶縁性接着材層側から可撓性フィルムを圧着し一体成形する圧着手段と、前記圧着手段により一体成形された複数の前記帯状太陽電池素子の接続体を巻き取りロールに連続的に巻き取る巻き取り手段と、を有することを特徴とする太陽電池モジュールの製造装置。

10

20

〔10〕前記接着材層形成手段は、前記導電性基板の前記発電層側と反対側の面に、導電性接着材と絶縁性接着材とを連続的又は間欠的に印刷する接着材印刷ユニットを有することを特徴とする前記〔9〕に記載の太陽電池モジュールの製造装置。

〔11〕前記圧着手段は、前記裁断手段により形成された複数の前記帯状太陽電池素子の各々を搬送方向に対し所定の角度で傾斜させる傾斜ガイドロール群と、可撓性フィルムを供給するシートロールと、複数の当該帯状太陽電池素子を当該可撓性フィルムに圧着する一对の加圧ロールと、を有することを特徴とする前記〔9〕又は〔10〕に記載の太陽電池モジュールの製造装置。

【0008】

〔12〕複数の帯状太陽電池素子が直列に接続された太陽電池モジュールの製造方法であって、導電性基板上に成膜された発電層及び上部電極層を有する薄膜系太陽電池を巻出口ロールから繰り出し供給する供給工程と、前記供給工程により供給された前記薄膜系太陽電池を搬送方向と略平行に裁断し複数の帯状太陽電池素子を形成する裁断工程と、前記裁断工程により裁断された複数の前記帯状太陽電池素子において、前記導電性基板の裏面の端部に導電性接着材層を形成し、且つ当該導電性接着材層に隣接させて当該裏面の他の部分に絶縁性接着材層を形成する接着材層形成工程と、前記複数の前記帯状太陽電池素子を搬送方向に対し傾斜させ、且つ前記接着材層形成工程により形成された前記導電性接着材層と前記絶縁性接着材層の一部と、隣接する他の帯状太陽電池素子の前記上部電極層の表面端部とを重ねつつ、当該導電性接着材層及び当該絶縁性接着材層側から可撓性フィルムを圧着し一体成形する圧着工程と、前記圧着工程により一体成形された複数の前記帯状太陽電池素子の接続体を巻き取りロールに連続的に巻き取る巻き取り工程と、を有することを特徴とする太陽電池モジュールの製造方法。

30

40

【0009】

〔13〕前記〔12〕に記載の太陽電池モジュールの製造方法により製造された太陽電池モジュールが、巻き取りロールに巻回されたことを特徴とするロール状太陽電池モジュール。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、従来の製造方法と比較して、薄膜系太陽電池モジュールの製造効率が改善される。

50

具体的には、1) 薄膜系太陽電池を幅狭の複数の帯状太陽電池素子に裁断後、幅方向の一部を重ね、これをリールに巻き取ることなく粘着シートに圧着することができる。2) 1本のテープ状太陽電池を用いる製造方法と比較して、100倍程度の速度で集積化モジュールの製造が可能となる。3) 1本のテープ状太陽電池を用いる製造方法と比較して、製造の際に不要となる端材の量が減少する。4) 1本のテープ状太陽電池を粘着シートが貼り付けられたロールに巻き取る製造方法と比較して、円柱体表面に巻き付けた集積化モジュールを円柱体から一旦剥がす工程が不要となり、長尺の薄膜系太陽電池モジュールの製造が可能となる。5) 本発明により得られる長尺の薄膜系太陽電池モジュールは、巻き取りロールに巻き取ったロール形状として取り扱うことができ、例えば、強化ガラスとの貼り合わせ等の後工程における操作性が改善される。6) 幅狭の帯状太陽電池同士の密着性が増大した場合においても、導電性基板間の短絡を防止できる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本実施の形態が適用される太陽電池素子の一例を説明する図である。

【図2】本実施の形態が適用される太陽電池モジュールの一例を説明する図である。

【図3】本実施の形態が適用される太陽電池モジュールの製造装置の一例を説明する概略断面図である。

【図4】ウェブ状の薄膜系太陽電池が裁断される様子を説明する概略斜視図である。

【図5】傾斜ガイドロール群を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。尚、本発明は、以下の実施の形態に限定されるものではなく、その要旨の範囲内で種々変形して実施することが出来る。また、使用する図面は本実施の形態を説明するためのものであり、実際の大きさを表すものではない。

【0013】

初めに、本実施の形態が適用される太陽電池素子、太陽電池モジュール及び太陽電池モジュールの製造方法は、一般に薄膜系太陽電池として分類される太陽電池を用いる場合に適用することができる。このような薄膜系太陽電池としては、例えば、水素化アモルファスシリコンを用いる薄膜シリコン型太陽電池、アモルファスと単結晶シリコンを組み合わせたHIT太陽電池、増感色素を担持した半導体層を有する色素増感太陽電池、化合物半導体を用いる化合物太陽電池等が挙げられる。

これらの中でも、化合物太陽電池としては、GaAs系太陽電池、CIS系(カルコパイライト系)太陽電池、 $Cu_2ZnSnS_4$ (CZTS)太陽電池、CdTe-CdS系太陽電池等が挙げられる。

【0014】

特に、CIS系(カルコパイライト系)太陽電池は、光吸収層の材料として、シリコンの代わりに、Cu、In、Ga、Al、Se、S等から成るカルコパイライト系と呼ばれるIB-III-B-VI族化合物を用いる。代表的なものとしては、 $Cu(In, Ga)Se_2$ 、 $Cu(In, Ga)(Se, S)_2$ 、 $CuInS_2$ 等が挙げられる。これらは、それぞれCIGS、CIGSS、CISと略称される。

CIS系(カルコパイライト系)太陽電池は、製造法や材料の組み合わせが豊富であり、また多結晶であるため、大面積化や量産化に好適であり、フレキシブルな製品が得られやすい。以下、CIS系(カルコパイライト系)太陽電池を例に挙げ、実施の形態を説明する。

【0015】

<帯状太陽電池素子>

図1は、本実施の形態が適用される太陽電池素子の一例を説明する図である。

図1に示す太陽電池素子の一例としての帯状太陽電池素子200は、幅 $W_0$ の導電性基板としての金属基板202と、この金属基板202上に順に積層された第1電極層として

10

20

30

40

50

の裏面電極層 203、発電層としての半導体層 204、第 2 電極層としての透明電極層 205 と、から構成されている。さらに、金属基板 202 の裏面電極層 203 が設けられた表面に対し裏面側には、接着材からなる接着材層 201 が形成されている。接着材層 201 は、後述する太陽電池モジュール 400 (図 2 参照)において、隣接する帯状太陽電池素子 200 の端部同士を接着し、併せて可撓性フィルム 300 (図 2 参照)と太陽電池モジュール 400 とを接着する際に用いられる。

以下、各構成について説明する。

#### 【0016】

(接着材層 201)

金属基板 202 の裏面側に形成された接着材層 201 は、導電性材料を含む導電性接着材層 201 a と絶縁性材料を含む絶縁性接着材層 201 b とから構成されている。図 1 に示すように、導電性接着材層 201 a は、金属基板 202 の裏面の端部側に、幅 W1 の部分に形成されている。絶縁性接着材層 201 b は、導電性接着材層 201 a に隣接し、且つ金属基板 202 の裏面の導電性接着材層 201 a が形成されていない他の部分に形成され、導電性接着材層 201 a と共に接着材層 201 を構成している。

10

#### 【0017】

図 1 において、金属基板 202 の裏面の端部側から幅 W2 の部分は、後述するように、太陽電池モジュール 400 (図 2 参照)において、隣接する帯状太陽電池素子 200 の透明電極層 205 の表面端部と金属基板 202 の裏面端部が重なり合って接合する接続部 210 (図 2 参照)である。図 1 に示すように、導電性接着材層 201 a が形成されている幅 W1 は接続部 210 の幅 W2 より狭くなっている。すなわち、接続部 210 には、導電性接着材層 201 a と絶縁性接着材層 201 b の一部とが存在するようになっている。

20

尚、金属基板 202 の幅 W0、導電性接着材層 201 a が形成されている幅 W1 及び接続部 210 の幅 W2 は後述する。

#### 【0018】

ここで、導電性接着材層 201 a を構成する接着材としては、例えば、導電性ペーストが挙げられる。導電性ペーストは、通常、熱可塑性ポリエステル樹脂、アクリル樹脂、エポキシ樹脂等の樹脂をバインダとし、これに銀、銅、アルミニウム等の金属の微粉末やカーボンブラック等の導電性微粉末を添加し、種々の有機溶媒に、これらのバインダ、導電性微粒子を溶解、分散させて調製されたものとして定義される。金属の微粉末としては、例えば、銅粒子、ニッケル粒子、アルミニウム粒子等の表面の一部が、例えば、銀、金等の他の金属で被覆された複合金属粉も使用される。また、中でも銀については、例えば、酸化第 1 銀、酸化第 2 銀、炭酸銀、酢酸銀、アセチルアセトン銀錯体等の粒子状銀化合物が好ましい。このような導電性ペーストとしては、市販されている従来公知のものを使用することができる。本実施の形態では、例えば、藤倉化成株式会社製ドータイト D-500 を使用している。

30

#### 【0019】

絶縁性接着材層 201 b を構成する接着材としては、例えば、絶縁性ペーストが挙げられる。絶縁性ペーストとしては、例えば、ガラス粉末と紫外線硬化樹脂等の有機バインダと溶剤を加えてなるガラスペースト；セラミック粉末と有機バインダと溶剤を加えてなるセラミックペースト等が挙げられる。ガラスペーストにおけるガラス粉末としては、例えば、 $SiO_2 - BaO - Al_2O_3$  系、 $SiO_2 - B_2O_3$  系、 $SiO_2 - B_2O_3 - Al_2O_3$  系、 $SiO_2 - Al_2O_3$  - アルカリ金属酸化物系、さらに、これらの系にアルカリ金属酸化物、 $ZnO$ 、 $PbO$ 、 $Pb$ 、 $ZrO_2$ 、 $TiO_2$  等を配合した組成物が挙げられる。また、 $Bi_2O_3$ 、 $SiO_2$ 、 $B_2O_3$ 、 $ZrO_2$ 、 $Al_2O_3$ 、 $ZnO$ 、 $TiO_2$ 、及び  $CaO$ 、 $MgO$ 、 $SrO$ 、 $BaO$  等が所定の組成比で混合されたピスマス系無鉛ガラス等が挙げられる。

40

#### 【0020】

セラミックペーストにおけるセラミック粉末としては、例えば、 $Al_2O_3$ 、 $SiO_2$ 、フォルステライト、コージェライト、ムライト、 $AlN$ 、 $Si_3N_4$ 、 $SiC$ 、 $MgT$

50

$\text{SiO}_3$ 、 $\text{CaTiO}_3$ 等が挙げられる。さらに、少なくとも $\text{SiO}_2$ 及び $\text{BaO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{SrO}$ 、 $\text{MgO}$ 等のアルカリ土類金属酸化物を含有する金属酸化物の混合物を1, 100以下で焼成して得られたセラミック材料等が挙げられる。

有機バインダとしては、例えば、少なくとも1個の不飽和結合を有するオリゴマー又はポリマーが挙げられる。具体的には、例えば、ポリエステルアクリレート、ポリエステルメタクリレート、エポキシアクリレート、エポキシメタクリレート等が挙げられる。

有機溶剤としては、エチルカルビトールアセテート、ブチルカルビトールアセテート、ブチルセルソルブ、3-メトキシブチルアセテート等が挙げられる。このような絶縁性ペーストとしては、市販されている従来公知のものを使用することができる。

#### 【0021】

(金属基板202)

帯状太陽電池素子200の金属基板202を構成する導電性材料は、例えば、 $\text{SUS304}$ 、 $\text{SUS430}$ 等のステンレス鋼板、炭素鋼等が挙げられる。尚、鉄( $\text{Fe}$ )元素を含む導電性材料として、ステンレス鋼板以外に、 $\text{Ni-Fe}$ 基合金板、 $\text{Ni-Cr-Fe}$ 基合金板、 $\text{Ni-Co-Fe}$ 基合金板等が挙げられる。本実施の形態では、金属基板202の厚さは、 $0.02\text{mm} \sim 0.1\text{mm}$ の範囲であり、好ましくは、 $0.03\text{mm} \sim 0.06\text{mm}$ の範囲から適宜選択される。

#### 【0022】

(裏面電極層203)

帯状太陽電池素子200の第1電極層としての裏面電極層203を構成する材料としては、金属が好ましく、例えば、 $\text{Mo}$ 、 $\text{Ti}$ 、 $\text{Cr}$ 、 $\text{Al}$ 、 $\text{Ag}$ 、 $\text{Au}$ 、 $\text{Cu}$ および $\text{Pt}$ から選択された少なくとも1つの金属またはこれらの合金が挙げられる。裏面電極層203は、本実施の形態では、厚さ $0.3\mu\text{m}$ 程度の金属薄膜である。裏面電極層203は、例えば、蒸着法、スパッタ法、 $\text{CVD}$ 法(化学気相成長法:  $\text{Chemical Vapor Deposition}$ )等によって所定の基板上に成膜された後、後述するようにパターニングにより分割形成される。

#### 【0023】

(半導体層204)

帯状太陽電池素子200の発電層としての半導体層204を構成する半導体としては、例えば、周期表 $\text{IB}$ 族、 $\text{IIIB}$ 族、 $\text{VIB}$ 族の元素を含むカルコパイライト型化合物半導体が挙げられる。本実施の形態では、半導体層204は、銅( $\text{Cu}$ )、インジウム( $\text{In}$ )及びセレン( $\text{Se}$ )を含むカルコパイライト構造を有する $\text{Cu-In-Se}$ 系半導体材料により構成されることが好ましい。本実施の形態では、半導体層204の厚さは、 $0.3\mu\text{m} \sim 5\mu\text{m}$ の範囲内である。

#### 【0024】

(透明電極層205)

帯状太陽電池素子200の第2の電極層としての透明電極層205を構成する金属材料は特に限定されず、例えば、 $\text{In}_2\text{O}_3$ に $\text{Sn}$ をドーパントとして添加した $\text{ITO}$ ( $\text{Indium Tin Oxide}$ )等の酸化インジウム系金属材料;ドーパントを添加した $\text{SnO}_2$ 等の酸化スズ系金属材料; $\text{ZnO}$ に $\text{Al}$ をドーパントとして添加した $\text{AZO}$ 、 $\text{ZnO}$ に $\text{Ga}$ をドーパントとして添加した $\text{GZO}$ 、 $\text{ZnO}$ に $\text{In}$ をドーパントとして添加した $\text{IZO}$ 等の酸化亜鉛系金属材料等が挙げられる。本実施の形態では、 $\text{ITO}$ 、 $\text{SnO}_2$ 、 $\text{ZnO}$ から選択された少なくとも1つを含む金属材料を用い、スパッタリングまたは蒸着法により成膜することが好ましい。透明電極層205の厚さは、本実施の形態では、約 $0.6\mu\text{m}$ である。

#### 【0025】

尚、本実施の形態では、半導体層204と透明電極層205との間に誘電体層としてのバッファ層を設けることもできる。この場合、バッファ層を構成する材料は特に限定されないが、本実施の形態では、 $\text{InS}_3$ 、 $\text{ZnS}$ 等の硫化物を用いることが好ましい。半導体層204と透明電極層205の間にバッファ層を設けることにより、半導体層2

10

20

30

40

50



04と透明電極層205との界面で発生する欠陥が抑制される傾向がある。

#### 【0026】

裏面電極層203は、通常、例えば、金属フィルム等からなる金属基板202上にスパッタリングにより連続的に成膜し、続いて、裏面電極層203上に半導体層204を成膜した後、次に、半導体層204上に透明電極層205を成膜して調製する。

本実施の形態では、半導体層204は、複数のp型半導体形成用前駆体層とn型半導体形成用前駆体層とを積層させて成膜することが好ましい。即ち、本実施の形態では、化合物半導体としてCu-In-Se系半導体材料を採用し、裏面電極層203側にp型半導体を形成しやすいCuとSeとの混合物からなるp型半導体形成用前駆体層を成膜し、次に、透明電極層205側にn型半導体を形成しやすいInとSeとの混合物からなるn型半導体形成用前駆体層を成膜することが好ましい。p型半導体形成用前駆体層とn型半導体形成用前駆体層とは、加熱処理工程において相互に溶融拡散することにより、良好な結晶性を有する半導体からなる半導体層204が生成し、pn接合を形成させることができる。

#### 【0027】

<太陽電池モジュール>

図2は、本実施の形態が適用される太陽電池モジュールの一例を説明する図である。

図2は、後述する図4における2-2断面であり、太陽電池モジュール400の概略断面図である。図2に示すように、太陽電池モジュール400は、可撓性フィルム300と、可撓性フィルム300上に圧着固定され、且つ直列に接続した複数の帯状太陽電池素子200(200<sub>i</sub>, 200<sub>i+1</sub>, 200<sub>i+2</sub>, ...)とから構成されている。

前述の図1において説明したように、複数の帯状太陽電池素子200は、それぞれ金属基板202(202<sub>i</sub>, 202<sub>i+1</sub>, ...)上に順に成膜された裏面電極層203(203<sub>i</sub>, 203<sub>i+1</sub>, ...)と、半導体層204(204<sub>i</sub>, 204<sub>i+1</sub>, ...)及び透明電極層205(205<sub>i</sub>, 205<sub>i+1</sub>, ...)とから構成され、金属基板202の裏面には、導電性接着材層201a(201a<sub>i</sub>, 201a<sub>i+1</sub>, ...)及び絶縁性接着材層201b(201b<sub>i</sub>, 201b<sub>i+1</sub>, ...)が設けられている。

#### 【0028】

図2に示すように、複数の帯状太陽電池素子200は、隣接する2個の帯状太陽電池素子200<sub>i</sub>, 200<sub>i+1</sub>において、第1の帯状太陽電池素子200<sub>i</sub>の透明電極層205<sub>i</sub>の表面端部と、第2の帯状太陽電池素子200<sub>i+1</sub>の金属基板202<sub>i+1</sub>の裏面に設けた導電性接着材層201a<sub>i+1</sub>及び絶縁性接着材層201b<sub>i+1</sub>の一部とが重なり、この部分が幅W2の接続部210を形成している。これにより、隣接する2個の帯状太陽電池素子200<sub>i</sub>, 200<sub>i+1</sub>は接続部210の導電性接着材層201a<sub>i+1</sub>を介して直列に接続している。そして、幅狭な複数の帯状太陽電池素子200は、接続部210に存在する導電性接着材層201aを介して直列に接続し、幅広の太陽電池モジュール400が形成されている。

また、絶縁性接着材層201b<sub>i</sub>, 201b<sub>i+1</sub>は、それぞれ可撓性フィルム300の表面に圧着固定され、複数の帯状太陽電池素子200は、可撓性フィルム300上に固定されている。

#### 【0029】

太陽電池モジュール400を構成する1本の帯状太陽電池素子200の幅W<sub>0</sub>(本実施の形態では、金属基板202の幅に相当する。：図1参照)は特に限定されないが、本実施の形態では、4mm~30mmの範囲である。幅W<sub>0</sub>が過度に広いと、使用する帯状太陽電池素子200の数が減少するが、直列抵抗成分が増加する傾向がある。

#### 【0030】

図2に示すように、導電性接着材層201aは、金属基板202の裏面の端部から幅W1の範囲に形成されている。導電性接着材層201aの幅W1は特に限定されない。本実施の形態では、通常、0.5mm~2mmの範囲である。一般的に、導電性接着材は絶縁

10

20

30

40

50

性接着剤と比較して高価であるため、導電性接着剤層201aの幅W1が過度に大きいと、大幅なコスト増大要因となる。また、導電性接着材層201aの幅W1が過度に小さいと、帯状太陽電池素子間の電気抵抗が大きくなるため、太陽電池の発電性能を悪化させる傾向がある。本実施の形態では、導電性接着材層201aが形成されている幅W1は、金属基板202の幅W<sub>0</sub>の5分の1以下の長さに相当している。

本実施の形態では、隣接する2個の帯状太陽電池素子(200<sub>i</sub>, 200<sub>i+1</sub>)を直列に接続する接続部210において、第2の帯状太陽電池素子200<sub>i+1</sub>の導電性接着材層201a<sub>i+1</sub>は、金属基板202<sub>i+1</sub>の裏面において、隣接する第1の帯状太陽電池素子200<sub>i</sub>に最も近い端部に設けられていることが好ましい。

#### 【0031】

絶縁性接着材層201bは、金属基板202の裏面において、絶縁性接着材層201bが形成された金属基板202の端部から幅W1の部分を除く他の部分に形成されている。

図2に示すように、絶縁性接着材層201b<sub>i+1</sub>は、金属基板202<sub>i+1</sub>の裏面において、その一部が接続部201に存在し、導電性接着材層201a<sub>i+1</sub>と共に隣接する2個の帯状太陽電池素子(200<sub>i</sub>, 200<sub>i+1</sub>)を接合している。さらに、絶縁性接着材層201b<sub>i+1</sub>の残りの部分は、金属基板202<sub>i+1</sub>の裏面の他の部分を覆うように形成されており、第1の帯状太陽電池素子200<sub>i</sub>とは反対側の端部において、第2の帯状太陽電池素子200<sub>i+1</sub>と可撓性フィルム300とを接合している。

#### 【0032】

接続部210の幅W2は特に限定されないが、本実施の形態では、0.05mm~1mmの範囲である。幅W2が適度に広いほうが、接続部210におけるインターコネクト抵抗が低減し、また、帯状太陽電池素子200同士をオーバーラップさせる際に精度が要求されない。但し、接続部210の部分は発電に寄与しないため、単位発電量当りの材料費が上昇する傾向がある。また、太陽電池モジュール400全体の重量も上昇するため、軽量化を図るためには、接続部210の幅W2を可能な限り狭くすることが好ましい。

#### 【0033】

絶縁性接着材層201b<sub>i+1</sub>の一部が接続部210に存在し、且つ金属基板202<sub>i+1</sub>の裏面の他の部分を覆うように形成されていることにより、隣接する2個の帯状太陽電池素子(200<sub>i</sub>, 200<sub>i+1</sub>)において、第1の帯状太陽電池素子200<sub>i</sub>の金属基板202<sub>i</sub>と、第2の帯状太陽電池素子200<sub>i+1</sub>の金属基板202<sub>i+1</sub>との接触による生じる素子間の短絡が防止される。

#### 【0034】

可撓性フィルム300の材料は、本実施の形態では、耐候性、耐湿性に優れた可塑性フィルムが望ましく、特に限定されない。具体的には、例えば、基材であるポリエチレンテレフタレート(PET)にフッ素系樹脂材料がコーティングされている一般的な太陽電池用バックシート、複数のフィルムを積層したラミネート型フィルム等が挙げられる。ここで、ラミネート型フィルムに使用するフィルムとしては、例えば、PETフィルム、エチレン酢酸ビニル(EVA)フィルム、ポリビニルフルオライド(PVF)フィルム、ポリフッ化ビニリデン(PVDF)フィルム等が挙げられる。

#### 【0035】

本実施の形態では、太陽電池モジュール400の表面側(すなわち、透明電極層205側)に、透明なフロントシートを圧着することも可能である(図示せず)。この場合、フロントシートとしては、耐候性、耐湿性に優れた可塑性フィルムを用いることが重要である。さらに、フロントシートとして太陽電池モジュール400の表面に配置するため、透明性、耐衝撃性、防汚性が重要になる。フロントシートの具体例としては、例えば、これらの性能に優れた複数のフィルムを積層したラミネート型フィルム等が挙げられる。ここで、積層された複数のフィルムとしては、例えば、ポリビニルフルオライド(PVF)フィルム、ポリフッ化ビニリデン(PVDF)フィルム等が挙げられる。また、防湿性向上のため、SiO<sub>2</sub>あるいはガラス薄膜等の無機材料薄膜をラミネートフィルム内に真空製膜しておいても良い。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 6 】

帯状太陽電池素子 2 0 0 上の透明電極層 2 0 5 に存在する電子は、隣接する他の帯状太陽電池素子 2 0 0 の裏面電極層 2 0 3 と接することにより、隣接した帯状太陽電池素子 2 0 0 に伝送される。ここで、通常、透明電極層 2 0 5 の電気抵抗は、裏面電極層 2 0 3 の電気抵抗と比較して数桁高いため、隣接した帯状太陽電池素子 2 0 0 に電子が伝送される前に、透明電極層 2 0 5 内で損失してしまう可能性がある。このような場合、例えば、帯状太陽電池素子 2 0 0 に集電用の電極を設ける方法が有効である。

## 【 0 0 3 7 】

< 太陽電池モジュールの製造装置 >

図 3 は、本実施の形態が適用される太陽電池モジュールの製造装置の一例を説明する断面概略図である。 10

図 3 に示す太陽電池モジュールの製造装置は、ウェブ状の薄膜系太陽電池 1 0 0 を供給する供給部 I と、供給部 I から搬送された薄膜系太陽電池 1 0 0 を複数の幅狭の帯状太陽電池素子 2 0 0 に裁断する裁断部 II と、裁断部 II で裁断された複数の帯状太陽電池素子 2 0 0 の金属基板 2 0 2 ( 図 1 参照 ) の裏面に接着材層を形成する接着材層形成部 III と、接着材層が形成された複数の帯状太陽電池素子 2 0 0 の端部を重ね合わせ、且つ可撓性フィルム 3 0 0 を圧着し一体成形する圧着部 IV と、圧着部 IV で可撓性フィルム 3 0 0 と一体成形された太陽電池モジュール 4 0 0 を連続的に巻き取る巻き取り部 V とから構成されている。 20

## 【 0 0 3 8 】

ここで、本実施の形態で使用する薄膜系太陽電池 1 0 0 は、一般に、ステンレス基板等の導電性基板となるシート状の金属基板上に発電層を構成する半導体層を成膜し、この半導体層上に透明電極層等を成膜した広範なウェブである。ウェブ状の薄膜系太陽電池 1 0 0 の全幅寸法は 5 0 c m ~ 1 0 0 c m であり、長さは特に限定されないが、通常、1 0 , 0 0 0 m 以下である。 20

## 【 0 0 3 9 】

供給部 I は、供給手段として、ウェブ状の薄膜系太陽電池 1 0 0 がロール状に巻回された巻出口ロール 1 1 と、巻出口ロール 1 1 から薄膜系太陽電池 1 0 0 を引き出し搬送する搬送ロール 1 2 , 1 3 とを有している。本実施の形態では、ウェブ状の薄膜系太陽電池 1 0 0 は、その金属基板 2 0 2 ( 図 1 参照 ) の裏面が、図面の上方を向くように矢印 A 方向に回転する巻出口ロール 1 1 から引き出され、矢印 B 方向に搬送されて裁断部 II に供給されている。 30

## 【 0 0 4 0 】

裁断部 II は、薄膜系太陽電池 1 0 0 を複数の幅狭の帯状太陽電池素子 2 0 0 に裁断する。裁断手段としては、回転刃 2 1 と回転受刃 2 2 とから構成されている刃物部 ( スリッター ) 2 0 を有している。

## 【 0 0 4 1 】

接着材層形成部 III は、接着材印刷ユニット 5 0 を備えている。接着材印刷ユニット 5 0 は、裁断部 II で裁断された複数の帯状太陽電池素子 2 0 0 を搬送ロール 5 1 により搬送しつつ、それぞれの帯状太陽電池素子 2 0 0 の金属基板 2 0 2 ( 図 1 参照 ) の裏面に、搬送方向 ( 矢印 B 方向 ) と平行に、導電性接着材と絶縁性接着材とを、連続的又は間欠的に印刷している。 40

## 【 0 0 4 2 】

圧着部 IV は、圧着手段として、刃物部 2 0 により形成された複数の幅狭の帯状太陽電池素子 2 0 0 の各々を搬送方向に対し所定の角度で傾斜させる傾斜ガイドロール群 3 0 と、可撓性フィルム 3 0 0 を供給するシートロール 3 1 と、複数の幅狭の帯状太陽電池を可撓性フィルム 3 0 0 に圧着し一体成形する一对のロール 3 2 1 , 3 2 2 からなる圧着ロール 3 2 と、を有している。

## 【 0 0 4 3 】

巻き取り部 V は、巻き取り手段として圧着部 IV で可撓性フィルム 3 0 0 と一体成形さ 50

れた太陽電池モジュール400を連続的に巻き取る巻き取りロール40を有している。巻き取りロール40は、矢印C方向に回転し、搬送された太陽電池モジュール400を連続的に巻き取っている。

#### 【0044】

図4は、ウェブ状の薄膜系太陽電池100が裁断される様子を説明する概略斜視図である。尚、図4には、図3における接着材印刷ユニット50、シートロール31及び巻き取りロール40を図示していない。

図4に示すように、巻出ロール11から引き出されたウェブ状の薄膜系太陽電池100を裁断する裁断部IIの刃物部20（スリッター）は、回転駆動される薄円盤状の複数の回転刃21と受け刃としてローラ状に形成された複数の回転受刃22とから構成されている。幅広な薄膜系太陽電池100は、上下一対の回転刃21と回転受刃22との間を通過する際に、複数の幅狭の帯状太陽電池素子200に裁断される。回転刃21及び回転受刃22を構成する刃の間隔（ピッチ）は特に限定されないが、本実施の形態では、4mm～10mmの範囲内で適宜選択される。

#### 【0045】

圧着部IVの傾斜ガイドロール群30は、複数の幅狭の帯状太陽電池素子200を搬送方向に対し所定の角度で傾斜させるとともに、隣り合う帯状太陽電池素子200同士の幅方向の側縁部（エッジ）の一部が重なるように間隔を狭めている。

圧着ロール32は、傾斜ガイドロール群30により幅方向の端部（エッジ）の一部が重なった複数の帯状太陽電池素子200と、シートロール31（図示せず）から供給された可撓性フィルム300（図示せず）とを、一对のロール321, 322（図3参照）の間を通過させる際に圧着し、これらを一体化している。

#### 【0046】

（傾斜ガイドロール群30）

図5は、傾斜ガイドロール群30を説明する図である。図5（a）は、傾斜ガイドロール群30の概略図である。図5（b）は、図4中の傾斜ガイドロール群30の部分を矢印5bの方向から見た概略図である。

図5（a）に示すように、傾斜ガイドロール群30は、共通の支軸304と、支軸304に対し所定の角度をなすように形成された複数の回転軸303と、各回転軸303にそれぞれ取り付けられた複数の傾斜ガイドロール301（ $301_1, \dots, 301_i$ ）とから構成されている。傾斜ガイドロール301（ $301_1, \dots, 301_i$ ）に両端にはガイド302が設けられている。尚、傾斜ガイドロール301の内部にはベアリング等が設けられても良い。

#### 【0047】

図5（b）に示すように、刃物部20（図3参照）により裁断された複数の帯状太陽電池素子200（ $200_1, \dots, 200_i$ ）は、傾斜ガイドロール群30の傾斜ガイドロール301により、それぞれが搬送方向に対し所定の角度で傾斜するとともに、隣接する帯状太陽電池素子200同士の間隔が狭められる。そして、互いに側縁部の一部が重なる接続部210が形成される。

隣接する帯状太陽電池素子200の側縁部が重なる接続部210には、導電性接着材層201a及び絶縁性接着材層201bの一部が存在する。

隣接する帯状太陽電池素子200同士は、導電性接着材層201aにより直列に接続されると共に、導電性接着材層201a及び絶縁性接着材層201bの一部により接合される。

#### 【0048】

< 太陽電池モジュール400の製造方法 >

次に、本実施の形態が適用される太陽電池モジュールの製造装置（図3、図4及び図5参照）を用いて太陽電池モジュールを製造する方法について説明する。

まず、ロール状に巻回された巻出ロール11から薄膜系太陽電池100を繰り出し、刃物部20に供給する（供給工程）。前述したように、本実施の形態では、ウェブ状の薄膜

10

20

30

40

50

系太陽電池 100 は、その金属基板 202 ( 図 1 参照 ) の裏面が、図 3 において上方を向くように、矢印 A 方向に回転する巻出口ロール 11 から引き出され、矢印 B 方向に搬送されて裁断部 I I に供給されている。

【 0049 】

次に、巻出口ロール 11 から供給された薄膜系太陽電池は、刃物部 20 において、上下一対の回転刃 21 と回転受刃 22 との間を通過する際に、搬送方向と略平行に裁断され、複数の幅狭の帯状太陽電池素子 200 が形成される ( 裁断工程 ) 。

【 0050 】

続いて、刃物部 20 で搬送方向と略平行に裁断された複数の幅狭の帯状太陽電池素子 200 は、接着材印刷ユニット 50 により、帯状太陽電池素子 200 のそれぞれの金属基板 202 ( 図 1 参照 ) の裏面に、導電性接着材層 201 a ( 図 1 参照 ) と絶縁性接着材層 201 b ( 図 1 参照 ) とが形成される ( 接着材層形成工程 ) 。接着材は、接着材印刷ユニット 50 により、連続的又は間欠的に印刷される。

10

【 0051 】

続いて、形成された複数の帯状太陽電池素子 200 のそれぞれを、傾斜ガイドロール群 30 により搬送方向に対し所定の角度で傾斜させる。傾斜ガイドロール群 30 を通過した帯状太陽電池素子 200 は、隣接する帯状太陽電池素子 200 同士の間隔が狭められ、互いに側縁部の一部が重なる接続部 210 (  $210_1, \dots, 210_i$  ) が形成される。次いで、側縁部の一部が重なった複数の帯状太陽電池素子 200 とシートロール 31 から供給された可撓性フィルム 300 とを圧着ロール 32 により圧着することにより一体成形し、太陽電池モジュール 400 を形成する ( 圧着工程 ) 。太陽電池モジュール 400 は、複数の帯状太陽電池素子 200 が直列に接続された接続体として形成される。

20

【 0052 】

最後に、可撓性フィルム 300 と一体成形された太陽電池モジュール 400 は、巻き取りロールに連続的に巻き取られる ( 巻き取り工程 ) 。

尚、図示しないが、本実施の形態において製造された太陽電池モジュール 400 は、巻き取りロール 40 に巻回されたロール状太陽電池モジュールとして得られる。これにより、複数の幅狭な帯状太陽電池素子 200 が直列に接続することにより集積化した太陽電池モジュール 400 をロール製品として取り扱うことができる。ロール状太陽電池モジュールのロール幅は特に限定されないが、本実施の形態では、10cm ~ 100cm の範囲である。巻き取りロール 40 に巻回された太陽電池モジュール 400 の長さは特に限定されないが、本実施の形態では、100m ~ 10,000m の範囲である。

30

【 0053 】

尚、以上の説明は、本発明の実施の形態を説明するための一例に過ぎず、本発明は本実施の形態に限定されるものではない。

本発明は複数の元素から構成される半導体層と、これを挟む 2 つの電極層を備える光発電素子や、このような構造を有する光発電素子の製造方法に適用することができる。例えば、Cd - Te 系に代表される I I I - V 族半導体、Cu - In - Se 系に代表される I - I I I - V I 族半導体、Cu - Zn - Sn - S 系化合物に代表される I - I I - I V - V I 族半導体、I I - I V - V 族半導体、Si - Ge 系等の 2 種類以上の元素からなる I V 族半導体に適用することも可能である。

40

【 符号の説明 】

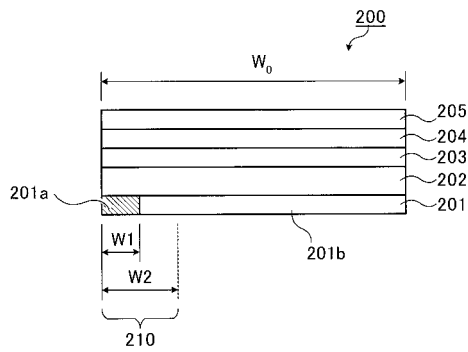
【 0054 】

11 ... 巻出口ロール、12, 13, 51 ... 搬送ロール、20 ... 刃物部 ( スリッター )、21 ... 回転刃、22 ... 回転受刃、30 ... 傾斜ガイドロール群、31 ... シートロール、32 ... 圧着ロール、40 ... 巻き取りロール、50 ... 接着材印刷ユニット、100 ... 薄膜系太陽電池、200 ... 帯状太陽電池素子、201 ... 接着材層、201 a ... 導電性接着材層、201 b ... 絶縁性接着材層、202 ... 金属基板、203 ... 裏面電極層、204 ... 半導体層、205 ... 透明電極層、210 ... 接続部、300 ... 可撓性フィルム、301 ... 傾斜ガイドロール、400 ... 太陽電池モジュール、I ... 供給部、I I ... 裁断部、I I I ... 接着材層形成部、I

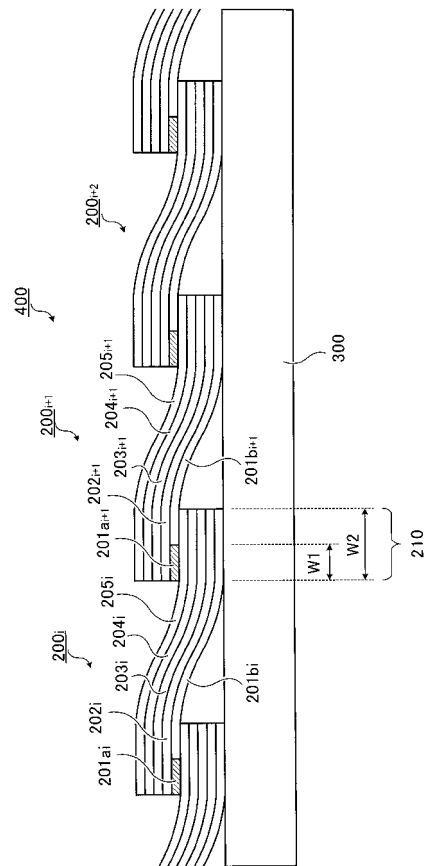
50

V ... 圧着部、V ... 巻き取り部

【 図 1 】



【 図 2 】





---

フロントページの続き

Fターム(参考) 5F151 AA02 AA05 AA08 AA09 AA10 AA14 CB27 CB30 FA04 FA06  
FA08 GA02 GA05 GA20