

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-199284

(P2012-199284A)

(43) 公開日 平成24年10月18日(2012.10.18)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 31/042 (2006.01)	HO 1 L 31/04 R	5 F 1 5 1
HO 1 L 31/04 (2006.01)	HO 1 L 31/04 E	

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2011-60721 (P2011-60721)
 (22) 出願日 平成23年3月18日 (2011. 3. 18)

(71) 出願人 306037311
 富士フイルム株式会社
 東京都港区西麻布2丁目26番30号
 (74) 代理人 100080159
 弁理士 渡辺 望稔
 (74) 代理人 100090217
 弁理士 三和 晴子
 (74) 代理人 100152984
 弁理士 伊東 秀明
 (74) 代理人 100148080
 弁理士 三橋 史生
 (72) 発明者 東 昭男
 神奈川県足柄上郡開成町牛島577番地
 富士フイルム株式会社内
 Fターム(参考) 5F151 AA10 BA18 JA04

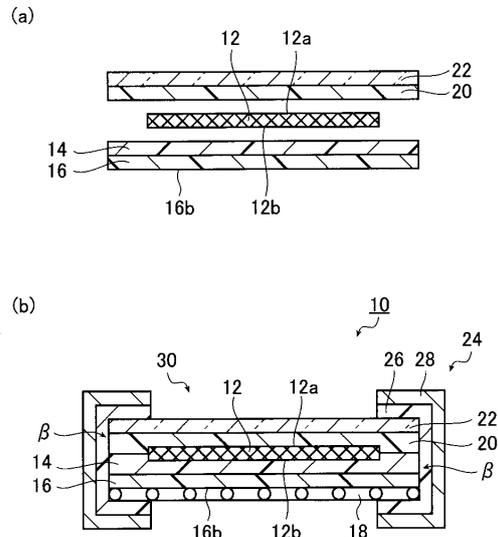
(54) 【発明の名称】 太陽電池モジュールおよびその製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】長期間にわたって、所定の性能を発揮し、安定して用いることができ、軽量で機械的強度が高く、かつコストを低くできる太陽電池モジュールおよびその製造方法を提供する。

【解決手段】太陽電池モジュール10は、太陽電池サブモジュール12の表面側に第1の接着充填層20を介して表面保護層が設けられ、前記太陽電池サブモジュール12の裏面側に第2の接着充填層14を介して裏面保護層が設けられたものである。表面保護層は厚さが0.6~2.0mmのガラスで構成されている。太陽電池サブモジュールは金属シートの表面にアルミニウムの陽極酸化皮膜が形成された基板にCIGS膜で構成された光吸収層が形成されたものである。第1の接着充填層20はアイオノマー樹脂を含むものであり、さらに裏面保護層側に金網状支持体が設けられている。また、太陽電池モジュールの曲げ応力が100MPa以上である。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

太陽電池サブモジュールの表面側に第 1 の接着充填層を介して表面保護層が設けられ、前記太陽電池サブモジュールの裏面側に第 2 の接着充填層を介して裏面保護層が設けられた太陽電池モジュールであって、

前記第 1 の接着充填層は、アイオノマー樹脂を含むものであり、

前記表面保護層は、厚さが 0.6 ~ 2.0 mm のガラスで構成されており、

前記太陽電池サブモジュールは、金属シートの表面にアルミニウムの陽極酸化皮膜が形成された基板に、CIGS 膜で構成された光吸収層が形成されたものであり、

さらに、前記裏面保護層側に金網状支持体が設けられており、

前記太陽電池モジュールの曲げ応力が 100 MPa 以上であることを特徴とする太陽電池モジュール。

10

【請求項 2】

前記表面保護層を構成するガラスは、青板ガラスまたは白板ガラスである請求項 1 に記載の太陽電池モジュール。

【請求項 3】

周縁部に設けられた枠部材を有し、前記枠部材は、内側に設けられるシール材と外側に設けられる外枠材とを備え、前記シール材は、ブチルゴムまたはシリコン樹脂からなるものであり、外枠材はアルミフレームまたは金属箔テープで構成されるものである請求項 1 または 2 に記載の太陽電池モジュール。

20

【請求項 4】

前記金網状支持体は、金網または金網状シートであり、前記金網状支持体は、ステンレス線、亜鉛メッキ線、真鍮線、アルミニウム線、またはアルミニウム合金線で構成されるものである請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の太陽電池モジュール。

【請求項 5】

前記金網状支持体の金網は、平織網、溶接網、クリンブ網、亀甲金網、菱形金網である請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の太陽電池モジュール。

【請求項 6】

前記金網状支持体は、前記裏面保護層の表面に設けられている請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の太陽電池モジュール。

30

【請求項 7】

前記金網状支持体は、前記裏面保護層を覆うようにして前記枠部材に設けられている請求項 3 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の太陽電池モジュール。

【請求項 8】

前記第 2 の接着充填層は、エチレンビニルアセテート樹脂またはアイオノマー樹脂を含むものである請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の太陽電池モジュール。

【請求項 9】

太陽電池サブモジュールの表面側に第 1 の接着充填層を介して表面保護層が設けられ、前記太陽電池サブモジュールの裏面側に第 2 の接着充填層を介して裏面保護層が設けられた太陽電池モジュールの製造方法であって、

40

前記第 1 の接着充填層は、アイオノマー樹脂を含むものであり、

前記表面保護層は、厚さが 0.6 ~ 2.0 mm のガラスで構成されており、

前記太陽電池サブモジュールは、金属シートの表面にアルミニウムの陽極酸化皮膜が形成された基板に、CIGS 膜で構成された光吸収層が形成されたものであり、

前記太陽電池サブモジュールの表面側に、前記第 1 の接着充填層および前記表面保護層を積層して配置するとともに、前記太陽電池サブモジュールの裏面側に第 2 の接着充填層および前記裏面保護層を積層して配置する工程と、

前記複数層、積層して配置された状態で真空ラミネートする工程と、

前記真空ラミネート工程の後、前記裏面保護層上に金網状支持体を配置し、外枠材の内側にシール材が設けられた枠部材を前記真空ラミネートしたものの周縁部に設ける工程を

50

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 10】

太陽電池サブモジュールの表面側に第 1 の接着充填層を介して表面保護層が設けられ、前記太陽電池サブモジュールの裏面側に第 2 の接着充填層を介して裏面保護層が設けられた太陽電池モジュールの製造方法であって、

前記第 1 の接着充填層は、アイオノマー樹脂を含むものであり、

前記表面保護層は、厚さが 0.6 ~ 2.0 mm のガラスで構成されており、

前記太陽電池サブモジュールは、金属シートの表面にアルミニウムの陽極酸化皮膜が形成された基板に、CIGS 膜で構成された光吸収層が形成されたものであり、

前記太陽電池サブモジュールの表面側に、前記第 1 の接着充填層および前記表面保護層を積層して配置するとともに、前記太陽電池サブモジュールの裏面側に第 2 の接着充填層および前記裏面保護層を積層して配置する工程と、

前記複数層、積層して配置された状態で真空ラミネートする工程と、

前記真空ラミネート工程の後、外枠材の内側にシール材が設けられた枠部材を前記真空ラミネートしたものの周縁部に設ける工程と、

前記裏面保護層を覆うようにして前記枠部材に前記金網状支持体を設ける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。

10

【請求項 11】

前記第 2 の接着充填層は、エチレンビニルアセテート樹脂またはアイオノマー樹脂を含むものである請求項 9 または 10 に記載の太陽電池モジュールの製造方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光電変換層に CIGS を用いた薄膜太陽電池モジュール及びその製造方法に関し、特に、表面保護層を薄いガラスとし、裏面保護層上に金網状支持体を配置して軽量で機械的強度が高く、かつ低コストな薄膜太陽電池モジュールおよびその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

太陽電池は、光吸収により電流を発生する半導体の光吸収層を下部電極（裏面電極）と上部電極（透明電極）とで挟んだ積層構造の太陽電池セルを多数直列に接続して半導体回路を構成し、これを基板の上に形成したものである。このような構成を有する太陽電池は、クリーンなエネルギーとして注目されている。そのため、太陽電池の研究が盛んに行われるようになり、種々の観点から改良が試みられている。

30

【0003】

一例として、太陽電池セルは、水分に弱く、水分が進入すると、変換効率等の特性が劣化してしまう。特に、Ib 族、IIb 族、VIb 元素からなるカルコパイライト構造を有する CIS ($CuInSe_2$) や、CIS に、さらに Ga を固溶させた CIGS ($Cu(In, Ga)Se_2$) 等を、光吸収層として用いるカルコパイライト型の太陽電池セルは、透明電極として ZnO 膜等が用いられるため、水分の進入によって透明電極が変質してしまふ。これにより、透明電極の抵抗値が上昇し、変換効率が大幅に低下してしまう。

40

しかしながら、周知のように、太陽電池は、屋外に設置された架台、屋根または屋上など、屋外に設置される場合が多い。そのため、太陽電池モジュールの防水性を向上するための種々の提案がなされている（特許文献 1 ~ 5 等）。

【0004】

特許文献 1 には、ガラス基板上に、アルカリバリア層、金属裏面電極層、光吸収層、バッファ層、窓層の順に積層された複数の CIS 系薄膜太陽電池デバイス部が導電パターンにより電氣的に接続された CIS 系薄膜太陽電池サーキット（又はサブモジュール）に、加熱して重合反応を起こさせて架橋したエチレンビニルアセテート（以下、EVA という）樹脂フィルム（又はシート）を接着剤として、白板半強化ガラス等からなるカバーガラ

50

スを貼着した構造からなるCIS系薄膜太陽電池モジュールが記載されている。

【0005】

特許文献2には、太陽電池素子と上部透明保護材及び下部基板保護材とを封止して太陽電池モジュールを形成させる封止材料が記載されている。

この封止材料として用いられるエチレン・不飽和カルボン酸共重合体又はそのアイオノマーは、不飽和カルボン酸含量が4重量%以上、好ましくは5～20重量%で、DSCによる融点が85以上、好ましくは90～110のものである。

また、特許文献2には、太陽電池素子として、単結晶シリコン、多結晶シリコン、アモルファスシリコンなどのシリコン系、ガリウム・砒素、銅・インジウム・セレン、カドミウム・テルルなどのIII-V族やII-VI族化合物半導体系等の各種太陽電池素子を用いることができることが記載されている。

10

【0006】

特許文献3には、電等の衝撃荷重応力を吸収し、耐久性保持するため、太陽電池パネルの裏面側に太陽電池パネルを回転自在に支持する断面が略山形とされた弾性体を有する支持棧が備えられている太陽電池モジュールが記載されている。また、特許文献3の太陽電池モジュールは、太陽電池パネルの端部を把持する把持部に、この太陽電池パネルの端部を回転可能に支持する回転支持部材、または太陽電池パネルの端部を略上下方向に移動可能に支持するとともに移動量を吸収する弾力支持部材を備えている。

【0007】

特許文献4は、金属からなる基板上に光変換部材としての半導体層を有する光起電力素子と金属からなる裏面材との間にかかる交流成分の影響を減少させ、交流成分からダメージを受けない太陽電池モジュールを提供するものである。

20

特許文献4においては、金属からなる基板上に光変換部材としての半導体層を少なくとも一層有する光起電力素子と、金属からなる裏面材と、裏面材と光起電力素子との間に配される封止材とを有する太陽電池モジュールにおいて、裏面材が複数の開口部を有する。

また、特許文献4では、裏面材の開口率を10%以上とすることにより、キャパシタンスを十分小さくすることができ、起電圧特性に関しより信頼性の高いものとなる。

特許文献4において、裏面材は、太陽電池モジュールの機械的強度を増すために、あるいは、温度変化による歪、ソリを防止するためのものである。裏面材の材質としては、長期間の屋外使用に耐え得る十分な耐腐食性と剛性を持った材料が望ましいことが記載されている。例えば、溶融亜鉛メッキ鋼板、ガルバリウム鋼板、ガルバナイズド鋼板、ステンレス鋼板、アルミニウム板、FRP(ガラス繊維強化プラスチック)が好ましく、これらの中でも溶融亜鉛メッキ鋼板、ガルバリウム鋼板(溶融亜鉛-アルミ合金メッキ鋼板)、ガルバナイズド鋼板(溶融亜鉛-アルミ合金メッキ鋼板)、ステンレス鋼板がより好ましいことが記載されている。

30

【0008】

特許文献5は、太陽電池モジュールの所定の位置に所定の形状や間隔に透光部が形成でき、しかも自重が軽減されて装着する構築物のコスト低減が図れ、あるいは電位の影響を防止して太陽電池モジュールの発電効率を確保可能とすることを目的とするものである。

特許文献5には、透光性のガラス板を設け、透光性の封止材料に内包させた太陽電池セルをその太陽光を受ける側をガラス板に向け、かつガラス板に透光部を残して接合させ、さらに少なくとも封止材料を透光性フィルムで覆った透光部を有するシースルー型の太陽電池モジュールが記載されている。この透光性フィルムの裏面側を覆うように、透光性を備えた不燃性のバックカバーが設けられている。このバックカバーは、例えば、パンチングメタル、金網やガラス繊維系による織布からなる。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開2007-123725号公報

【特許文献2】特開2000-186114号公報

50

【特許文献3】特開2004 165556号公報

【特許文献4】特開2001 - 085708号公報

【特許文献5】特開2001 - 358356号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

上述のように、特許文献1は、表面保護層として、最も一般的な白板強化ガラスを設けることにより、衝撃強度、防水性を保持している。しかしながら、一般的に使われている厚さが3.2mmの強化ガラスでは、その重量は7.5kg/m²となる。このため、特許文献1において、軽量化することが難しい。

10

また、特許文献2においては、アイオノマー樹脂封止材料を用いるものの、軽量化及び高強度の両方を同時に実現できるものではない。

【0011】

特許文献3の太陽電池モジュールは、太陽電池パネルの周縁部を回転支持部材を備えた構造になっており、太陽電池パネルの周縁部が固定されていないため、防水性等の信頼性に欠ける。

また、特許文献4は、交流成分からダメージを受けない太陽電池モジュールを提供することを目的としており、軽量化及び高強度の両方を同時に実現できるものではない。

なお、特許文献5においては、バックカバーとして透光性をもつようにパンチングメタル、金網、ガラス繊維を設けているが、太陽電池モジュールの変換効率が大幅に低下してしまう可能性がある。

20

【0012】

ここで、20～30年の長期信頼性を有する太陽電池モジュールに必要とされる特性としては、太陽電池自体の変換効率が高いことは勿論であるが、耐候性、耐熱性、難燃性、耐水性、耐湿性、耐風圧性、耐降雹性、その他の諸特性に優れていることである。また、太陽電池モジュール、パネル自体の低価格化とともに設置するための工事費の低減も必要である。従来強化ガラスを表面保護層に使った重量の重い太陽電池パネル、太陽電池モジュールでは、一般住宅やスレート屋根等に固定するためには補強工事等のコストもかかり、全体コストを低減するためには軽量化され、性能の優れた太陽電池モジュールの実現が望まれている。

30

【0013】

本発明の目的は、前記従来技術に基づく問題点を解消し、長期間にわたって、所定の性能を発揮し、安定して用いることができ、軽量で機械的強度が高く、かつコストを低くできる太陽電池モジュールおよびその製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0014】

上記目的を達成するために、本発明の第1の態様は、太陽電池サブモジュールの表面側に第1の接着充填層を介して表面保護層が設けられ、前記太陽電池サブモジュールの裏面側に第2の接着充填層を介して裏面保護層が設けられた太陽電池モジュールであって、

40

前記第1の接着充填層は、アイオノマー樹脂を含むものであり、前記表面保護層は、厚さが0.6～2.0mmのガラスで構成されており、前記太陽電池サブモジュールは、金属シートの表面にアルミニウムの陽極酸化皮膜が形成された基板に、CIGS膜で構成された光吸収層が形成されたものであり、さらに、前記裏面保護層側に金網状支持体が設けられており、前記太陽電池モジュールの曲げ応力が100MPa以上であることを特徴とする太陽電池モジュールを提供するものである。

前記第2の接着充填層は、エチレンビニルアセテート樹脂またはアイオノマー樹脂を含むものであることが好ましい。

【0015】

この場合、前記表面保護層を構成するガラスは、青板ガラスまたは白板ガラスであることが好ましい。

50

また、周縁部に設けられた枠部材を有し、前記枠部材は、内側に設けられるシール材と外側に設けられる外枠材とを備え、前記シール材は、ブチルゴムまたはシリコン樹脂からなるものであり、外枠材はアルミフレームまたは金属箔テープで構成されるものであることが好ましい。

【0016】

また、前記金網状支持体は、例えば、金網または金網状シートであり、前記金網状支持体は、ステンレス線、亜鉛メッキ線、真鍮線、アルミニウム線、またはアルミニウム合金線で構成される。

さらに、前記金網状支持体の金網は、例えば、平織網、溶接網、クランプ網、亀甲金網、菱形金網である。

さらにまた、前記金網状支持体は、前記裏面保護層の表面に設けられていることが好ましい。

また、前記金網状支持体は、前記裏面保護層を覆うようにして前記枠部材に設けられていることが好ましい。

【0017】

本発明の第2の態様は、太陽電池サブモジュールの表面側に第1の接着充填層を介して表面保護層が設けられ、前記太陽電池サブモジュールの裏面側に第2の接着充填層を介して裏面保護層が設けられた太陽電池モジュールの製造方法であって、

前記第1の接着充填層は、アイオノマー樹脂を含むものであり、前記表面保護層は、厚さが0.6~2.0mmのガラスで構成されており、前記太陽電池サブモジュールは、金属シートの表面にアルミニウムの陽極酸化皮膜が形成された基板に、CIGS膜で構成された光吸収層が形成されたものであり、

前記太陽電池サブモジュールの表面側に、前記第1の接着充填層および前記表面保護層を積層して配置するとともに、前記太陽電池サブモジュールの裏面側に第2の接着充填層および前記裏面保護層を積層して配置する工程と、前記複数層、積層して配置された状態で真空ラミネートする工程と、前記真空ラミネート工程の後、前記裏面保護層上に金網状支持体を配置し、外枠材の内側にシール材が設けられた枠部材を前記真空ラミネートしたものの周縁部に設ける工程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を提供するものである。

前記第2の接着充填層は、エチレンビニルアセテート樹脂またはアイオノマー樹脂を含むものであることが好ましい。

【0018】

本発明の第3の態様は、太陽電池サブモジュールの表面側に第1の接着充填層を介して表面保護層が設けられ、前記太陽電池サブモジュールの裏面側に第2の接着充填層を介して裏面保護層が設けられた太陽電池モジュールの製造方法であって、

前記第1の接着充填層は、アイオノマー樹脂を含むものであり、前記表面保護層は、厚さが0.6~2.0mmのガラスで構成されており、前記太陽電池サブモジュールは、金属シートの表面にアルミニウムの陽極酸化皮膜が形成された基板に、CIGS膜で構成された光吸収層が形成されたものであり、

前記太陽電池サブモジュールの表面側に、前記第1の接着充填層および前記表面保護層を積層して配置するとともに、前記太陽電池サブモジュールの裏面側に第2の接着充填層および前記裏面保護層を積層して配置する工程と、前記複数層、積層して配置された状態で真空ラミネートする工程と、前記真空ラミネート工程の後、外枠材の内側にシール材が設けられた枠部材を前記真空ラミネートしたものの周縁部に設ける工程と、前記裏面保護層を覆うようにして前記枠部材に前記金網状支持体を設ける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を提供するものである。

前記第2の接着充填層は、エチレンビニルアセテート樹脂またはアイオノマー樹脂を含むものであることが好ましい。

【発明の効果】

【0019】

10

20

30

40

50

本発明によれば、耐風圧性、耐降雷性等の機械的強度、衝撃強度を白板強化ガラス並みかそれ以上にできる。また、表面保護層の重量を白板強化ガラス(3.2mm厚)の25~47%まで軽量化することが可能となり、さらに裏面保護層下に金網または金網状シート等の金網状支持体を設けることで太陽電池モジュールの重量を強化ガラスを用いたものに対して、40~60%の重量とすることができ、太陽電池モジュールの大幅な軽量化が実現できる。

また、太陽電池サブモジュールにガラス基板を用いることなく、陽極酸化膜が形成された金属シート基板を用い、ロールツーロール製造方式で、この金属シート基板上に光吸収層としてCIGS膜を形成するため、軽量、かつ低コストな太陽電池モジュールを実現できる。

10

【0020】

ここで、水分、水蒸気が太陽電池モジュールの端面(周縁部)から拡散してきて性能劣化、配線腐食等の不良を発生させるが、本発明によれば、端面(周縁部)に対しては、枠部材のシール材により確実に抑制することができる。また、仮に、裏面から水分が浸入しても、太陽電池セル等の透明電極に達することを防止できる。

このように本発明によれば、太陽電池モジュールへの水分の浸入を防止でき、長期間にわたって、安定した性能を発揮し、安定して用いることができる軽量、かつ機械的強度が高く、しかもコストが低い太陽電池モジュールを実現できる。

なお、本発明の太陽電池モジュールの製造方法によれば、上述の優れた特性を有する太陽電池モジュールを、好適に製造できる。

20

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】(a)は、本発明の第1の実施形態の太陽電池モジュールの真空ラミネート前の各部材の配置状態を示す模式的断面図であり、(b)は、本発明の第1の実施形態の太陽電池モジュールを示す模式的断面図である。

【図2】(a)は、図1の第1の実施形態の太陽電池モジュールに用いられる金網状支持体を示す模式図であり、(b)~(d)は、金網状支持体の他の例を示す模式図である。

【図3】本発明の第1の実施形態の太陽電池モジュールに用いられる太陽電池サブモジュールの一例を示す模式的断面図である。

【図4】(a)は、本発明の第2の実施形態の太陽電池モジュールの真空ラミネート前の各部材の配置状態を示す模式的断面図であり、(b)は、本発明の第2の実施形態の太陽電池モジュールを示す模式的断面図である。

30

【図5】太陽電池モジュールの表面保護層が青板ガラスの場合の降伏時の変位を説明するための模式図である。

【図6】従来の太陽電池モジュールを示す模式的断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下に、添付の図面に示す好適実施形態に基づいて、本発明の太陽電池モジュールおよびその製造方法を詳細に説明する。

図1(a)は、本発明の第1の実施形態の太陽電池モジュールの真空ラミネート前の各部材の配置状態を示す模式的断面図であり、(b)は、本発明の第1の実施形態の太陽電池モジュールを示す模式的断面図である。

40

【0023】

図1(b)に示すように、太陽電池モジュール10においては、太陽電池サブモジュール12の表面12aに、太陽電池サブモジュール12を覆うようにして第1の接着充填層20が設けられている。この第1の接着充填層20上に表面保護層22が設けられている。このように、第1の接着充填層20を介して表面保護層22が設けられている。

また、太陽電池サブモジュール12の裏面12bに、太陽電池サブモジュール12を覆うようにして第2の接着充填層14が設けられている。この第2の接着充填層14下にバックシート(裏面保護層)16が設けられている。このように、第2の接着充填層14を

50

介してバックシート（裏面保護層）16が設けられている。

さらに、バックシート（裏面保護層）16の表面16bに金網状支持体18が設けられている。

太陽電池モジュール10においては、第2の接着充填層14、バックシート16、金網状支持体18、第1の接着充填層20および表面保護層22を積層してなる太陽電池積層体30の周縁部に、枠部材24が設けられている。

【0024】

第1の接着充填層20は、太陽電池サブモジュール12を封止するとともに、表面保護層22を接着するためのものである。この第1の接着充填層20は、アイオノマー樹脂を含むものである。このアイオノマー樹脂は、エチレン・不飽和カルボン酸共重合体との混合物である。アイオノマー樹脂として、具体的には三井・デュボンポリケミカル社の製品名ハイミラン（登録商標）-ESを好適に用いることができる。

また、第1の接着層20の厚さは、例えば、100～1500 μm であり、望ましくは400～1000 μm である。

【0025】

表面保護層22は、太陽電池モジュール10を屋外に設置した場合、雨、雹、あられ、雪、石等がぶつかることがあるが、これらによって外部から加わる外力、衝撃等から太陽電池サブモジュール12を保護するものであり、耐風圧性、耐降雹性等の機械的強度、衝撃強度が高いものが用いられる。

これ以外にも、表面保護層22は、透明性、耐候性、耐熱性、難燃性、耐水性、耐湿性、耐薬品性その他の諸特性に優れていることが必要である。

さらには、表面保護層22は、汚れ等から太陽電池モジュール10を保護するとともに、汚れ等による太陽電池サブモジュール12への入射光量の低下を抑制するものである。

【0026】

表面保護層22はガラスで構成される。ガラスとしては、例えば、低コストの青板ガラス（フロートガラス、ソーダライムガラス）または白板ガラスが用いられ、厚さは0.6～2.0mmであり、厚さとしては1.0～1.5mmが好適である。

表面保護層22の厚さ（ガラスの厚さ）が0.6mm未満では、外部から加わる外力、衝撃等から太陽電池サブモジュール12を十分に保護することができない。一方、表面保護層22の厚さが2.0mmを超えると、軽量化の効果が得られない。

なお、白板ガラスの方が青板ガラスよりも透過率が1～2%高く、白板ガラスの方が太陽電池モジュールへの入射光量を多くすることができる。

【0027】

第2の接着充填層14は、第1の接着充填層20とともに太陽電池サブモジュール12を封止するものである。また、この第2の接着充填層14は、バックシート16を接着するためのものである。第2の接着充填層14は、第1の接着充填層20と同じく、例えば、アイオノマー樹脂を含むものである。このアイオノマー樹脂は、エチレン・不飽和カルボン酸共重合体との混合物である。アイオノマー樹脂として、具体的には三井・デュボンポリケミカル社の製品名ハイミラン（登録商標）-ESを好適に用いることができる。

また、第2の接着層14の厚さは、第1の接着充填層20と同じく、例えば、100～1500 μm であり、望ましくは400～1000 μm である。

【0028】

本実施形態において、バックシート（裏面保護層）16と太陽電池サブモジュール12間の第2の接着充填層14に関して、太陽電池モジュール10全体の機械的強度としての曲げ剛性率を上げるにはアイオノマー樹脂を用いることが望ましい。しかしながら、第1の接着充填層20にアイオノマー樹脂を用い、太陽電池サブモジュール12に金属基板を使用する等によりモジュール積層体の機械的強度が満たされている場合、すなわち、曲げ応力が100MPa以上である場合には、第2の接着充填層14に、通常のEVA（エチレンビニルアセテート）樹脂を用いることもできる。

【0029】

10

20

30

40

50

バックシート 16 は、太陽電池モジュール 10 (太陽電池サブモジュール 12) を裏側から保護するものである。

バックシート 16 には、例えば、表面保護層 22 と同様に青板ガラスまたは白板ガラスを用いることができ、厚さについても表面保護層 22 と同様である。

なお、バックシート 16 には、樹脂フィルムを用いることもでき、例えば、PET (ポリエチレンテレフタレート)、PEN (ポリエチレンナフタレート)、PVF (ポリフッ化ビニル) 等の樹脂フィルムでアルミニウム箔を挟んだ構造のものを用いることができる。この樹脂フィルムの構成は、特に限定されるものではない。

【0030】

金網状支持体 18 は、太陽電池モジュール 10 を軽量化しつつ、その強度を所定の強度に保持するためのものである。この金網状支持体 18 は、金網または金網状シートからなるものである。

本実施形態の太陽電池モジュール 10 では、金網状支持体 18 は、例えば、図 2 (a) に示すように、井形状の網で構成される。金網状支持体 18 は、これに限定されるものではない。例えば、図 2 (b) ~ (d) に示す金網 18b ~ 18d に示す丸型金網、菱形金網、亀甲型金網を用いることもできる。また、これら以外のものであってもよい。

また、金網状支持体 18 は、平織網、溶接網、クランプ網等の各種の網の織り方、製法、種類の金網を用いることができる。金網状支持体 18 は、素材として、ステンレス線、亜鉛メッキ線、真鍮線、銅線、丹銅線、アルミニウム線、アルミニウム合金線、チタン線、ニッケル線、ニクロム線、ハステロイ線、インコネル線等を用いることができる。金網状支持体 18 において、線径は、例えば、0.1 ~ 5.0 mm であり、0.5 ~ 2 mm が好適である。また、ピッチまたは開き目は、例えば、5 ~ 200 mm であり、10 ~ 100 mm が好適である。なお、金網状支持体 18 において、網の形状及び製法、種類はこれらに限定されるものではない。

【0031】

また、金網状支持体 18 は、網以外にも、パンチングメタル、エキスパンドメタルを用いることができる。この場合、例えば、上述の網と同じ形状及び素材を用いて形成されたものを用いることができる。

【0032】

枠部材 24 は、太陽電池モジュール 10 の機械耐性を向上させるとともに、周縁部からの水分拡散耐性および耐湿性を向上させるためのものである。枠部材 24 は、周縁シール材 26 および溝部 (凹部) を有する外枠材 28 とからなり、内側に周縁シール材 26 が設けられ、外側に外枠材 28 が設けられる。

【0033】

周縁シール材 26 は、例えば、熱可塑性を示すブチルゴム、ポリイソプレン、イソプレン、ポリオレフィン等が用いられる。これ以外に、周縁シール材 26 として、シリコーンシール材を用いることもできる。

外枠材 28 は、箔状のもので構成しても、フレーム状のもので構成してもよい。外枠材 28 は、例えば、アルミニウム、アルミニウム合金、銅、銅合金を用いて形成することができる。更に耐蝕性保持のためアルマイト処理をした枠材であってもよい。また、外枠材 28 として、例えば、金属箔を用いた場合、アルミニウム、アルミニウム合金、銅、銅合金を用いることができる。金属箔の厚さは、例えば、50 ~ 300 μm である。金属箔は、粘着材が予め設けられたものであってもよい。

【0034】

なお、外枠材 28 には、太陽電池モジュール 10 a の美観、意匠性の観点から金属箔に黒色 PET フィルムが接着された金属箔テープを用いてもよい。

更に耐湿性が求められる場合、例えば、周縁シール材 26 にブチルゴムが用いられ、外枠材 28 に L 字状のアルミフレームが用いられる。

【0035】

本実施形態の太陽電池モジュール 10 は、その曲げ応力が 100 MPa 以上である。曲

10

20

30

40

50

げ応力が100MPa以上であれば、厚さが3.2mmの強化ガラスを用いた従来の太陽電池モジュールと同等以上の強度となる。

なお、太陽電池モジュール10の曲げ応力は、例えば、太陽電池モジュール10を2点支持し、中心に応力印加する方式の曲げ試験機により降伏応力を測定することにより得られるものである。

【0036】

本実施形態の太陽電池モジュール10は、以下のようにして作製することができる。

まず、図1(a)に示すように、太陽電池サブモジュール12の裏面12b側に、第2の接着充填層14、バックシート16を積層して配置する。次に、太陽電池サブモジュール12の表面12a側に、第1の接着充填層20および表面保護層22を積層して配置する。これにより、図1(a)に示すように各部材が積層して配置された状態になる。

その後、各部材が積層して配置された状態で、例えば、昇降手段、緩衝板、および加熱手段を有する真空ラミネーターを用いて、例えば、温度130~150で、真空/プレス/保持のトータル15~30分の条件で真空ラミネートし、図1(b)に示す太陽電池積層体30を得る。

次に、太陽電池積層体30のバックシート16の表面16bに、図1(b)に示すように金網状支持体18を設け、その後、枠部材24の周縁シール材26を、太陽電池積層体30の周縁部ならびに表面保護層22表面の一部および金網状支持体18の表面の一部を覆うように設ける。

そして、周縁シール材26上に外枠材28の溝部(凹部)を嵌め込んで、更に接着する。これにより、金網状支持体18が、外枠材28の溝部に周縁シール材26と共に挟み込まれ、図1(b)に示す本実施形態の太陽電池モジュール10が作製される。

【0037】

図1(b)に示す太陽電池モジュール10において、太陽電池サブモジュール12は、図3に示すように、光電変換素子である太陽電池セル40の集積構造体のことである。なお、太陽電池セル40が1つのディスクリット型のものも太陽電池サブモジュールに含まれる。

以下、太陽電池サブモジュール12の具体例を、図3を参照して詳細に説明する。

【0038】

図3に示すように、太陽電池サブモジュール12は、基板50の上に、下部電極32、光吸収層34、バッファ層36、および上部電極38からなる太陽電池セル40を、複数、直列接合してなるものである。この太陽電池セル(光電変換素子)40は、光吸収層34としてCIGSの半導体化合物を用いるものである。太陽電池サブモジュール12は、第1の導電部材42と、第2の導電部材44とを有する。

【0039】

太陽電池サブモジュール12において、基板50は、基材52と、Al(アルミニウム)層54と、絶縁層56とから構成されるフレキシブル基板である。

基材52とAl層54とは、一体的に形成されている。さらに、絶縁層56は、Al層54の表面を陽極酸化してなる、Alのポーラス構造の陽極酸化膜である。なお、基材52とAl層54とが積層されて一体化されたクラッド基板を金属基板55という。

【0040】

本発明の太陽電池サブモジュール12においては、基板50を構成する(金属)基材52として、軟鋼、耐熱鋼、またはステンレス鋼が用いられる。

また、基材52の厚さにも、特に限定はないが、可撓性と強度(剛性)とのバランス、ハンドリング性等を考慮すると、10~1000μmであるのが好ましい。

【0041】

Al層54は、Alを主成分とする層で、AlやAl合金が、各種、利用可能である。特に、不純物の少ない、99質量%以上の純度のAlであることが好ましい。純度としては、例えば、99.99質量%Al、99.96質量%Al、99.9質量%Al、99.85質量%Al、99.7質量%Al、99.5質量%Al等が好ましい。

また、高純度 Al ではなくても、工業用 Al も利用可能である。工業用 Al を用いることにより、コストの点で有利である。ただし、絶縁層 56 の絶縁性の点で、Al 中に Si が析出していないことが重要である。

【0042】

Al 層 54 の厚さは、特に限定はなく、適宜、選択できるが、太陽電池サブモジュール 12 となった状態において、0.1 μm 以上であり、かつ基材 52 の厚さ以下であるのが好ましい。

なお、Al 層 54 は、Al 表面の前処理、陽極酸化による絶縁層 56 の形成、光吸収層 34 の成膜時の Al 層 54 と基材 52 との面における金属間化合物の生成等によって、厚さが、減少する。従って、後述する Al 層 54 の形成時における厚さは、これらに起因する厚さ減少を加味して、太陽電池サブモジュール 12 となった状態で、基材 52 と絶縁層 56 との間に Al 層 54 が残存している厚さとするのが、重要である。このため、Al 層 54 の厚さとしては、陽極酸化による絶縁層を形成するため 10 ~ 50 μm 必要とされる。

【0043】

Al 層 54 の上（基材 52 と反対側面）には、絶縁層 56 が形成される。絶縁層 56 は、Al 層 54 の表面を陽極酸化してなる、Al の陽極酸化膜である。

ここで、絶縁層 56 は、Al を陽極酸化してなる各種の陽極酸化膜が利用可能であるが、ポーラス型の陽極酸化膜であることが好ましい。この陽極酸化膜は、数 10 nm の細孔を有する酸化アルミナ被膜であり、被膜ヤング率が低いことにより、曲げ耐性や高温時の熱膨張差により生じるクラック耐性が高いものとなる。

【0044】

絶縁層 56 の厚さは 2 μm 以上が好ましく、5 μm 以上が更に好ましい。絶縁層 56 の厚さが過度に厚い場合、可撓性が低下すること、および絶縁層 56 の形成に要するコスト、時間がかかるため好ましくない。現実的には、絶縁層 56 の厚さは、最大 50 μm 以下、好ましくは 30 μm 以下である。このため、絶縁層 56 の好ましい厚さは、2 ~ 50 μm である。

【0045】

本実施形態の太陽電池モジュール 10 はリジッド型であるが、太陽電池サブモジュール 12 にフレキシブル基板を用い、例えば、厚さ 50 ~ 200 μm の金属基板 55 上に、陽極酸化により複数の細孔を有する絶縁層 56（絶縁性酸化膜）が形成されたものであり、高い絶縁性が確保されている。

本実施形態の太陽電池サブモジュール 12 に用いられる基板 50 は、Al 層 54 を陽極酸化して絶縁層 56 を形成した後、特定の封孔処理をしてもよい。その製造工程には、必須の工程以外の各種の工程が含まれていてもよい。例えば、付着している圧延油を除く脱脂工程、Al 層 54 の表面のスマットを溶解するデスマット処理工程、Al 層 54 の表面を粗面化する粗面化処理工程、Al 層 54 の表面に陽極酸化皮膜を形成させる陽極酸化処理工程および陽極酸化皮膜のマイクロポアを封孔する封孔処理を経て基板 50 とすることが好ましい。

【0046】

なお、基板 50 は、基材 52、Al 層 54 および絶縁層 56 の全てを、可撓性を有するもの、すなわち、フレキシブルなものとするにより、基板 50 全体として、フレキシブルなものになる。これにより、例えば、ロールツーロール方式で、基板 50 の絶縁層 56 側に、後述するアルカリ供給層、下部電極、光吸収層、上部電極等を形成することができる。

本発明においては、1回のロール巻出から巻取までの間に、複数の層を連続して製膜することにより太陽電池構造を作製してもよいし、ロール巻出、製膜、巻取の工程を複数回行うことによって太陽電池構造を形成してもよい。また、後述するように各製膜工程の合間に素子を分離、集積させるためのスクライブ工程をロールツーロール方式での製造に加えることで複数の太陽電池セル 40 を電氣的に直列接続させた集積型太陽電池サブモジュール

10

20

30

40

50

ールを作製することができる。

【0047】

本発明においては、基材52の一面のみにAl層54および絶縁層56を形成するの
に限定はされず、基材52の両面に、Al層54および絶縁層56を形成したものを基板と
してもよく、Al層が単層、すなわち、Al基板に上述の陽極酸化膜により構成される絶
縁層が設けられたものであってもよい。

なお、金属基板としては、陽極酸化により金属基板表面上に生成する金属酸化膜が絶縁
体である材料を利用することができる。このため、アルミニウム(Al)以外にも、具体
的には、ジルコニウム(Zr)、チタン(Ti)、マグネシウム(Mg)、銅(Cu)、
ニオブ(Nb)及びタンタル(Ta)等、並びにそれらの合金を用いることができる。コ
ストや太陽電池モジュールに要求される特性の観点から、アルミニウムが最も好ましい。

また、耐熱性向上のために軟鋼、ステンレス鋼等の鉄鋼板上に上記金属の層を圧延また
は溶融メッキにより形成した所謂、クラッド材であっても良い。

【0048】

ここで、絶縁層56(基板50)と下部電極32との間、すなわち、絶縁層56の表面
56aにアルカリ供給層58(光吸収層34へのアルカリ金属の供給源)が形成されてい
る。

アルカリ金属(特にNa)が、CIGSからなる光吸収層34に拡散されると光電変換
効率が高くなることが知られている。

このアルカリ供給層58は、光吸収層34にアルカリ金属を供給するための層であり、
アルカリ金属を含む化合物の層である。本発明においては、絶縁層56と下部電極32と
の間に、このようなアルカリ供給層58を有することにより、光吸収層34の成膜時に、
下部電極32を通してアルカリ金属が光吸収層34に拡散し、光吸収層34の変換効率を
向上することができる。

【0049】

アルカリ供給層58には、限定はなく、 NaO_2 、 Na_2S 、 Na_2Se 、 NaCl 、 NaF 、
モリブデン酸ナトリウム塩など、アルカリ金属を含む化合物(アルカリ金属化合物
を含む組成物)を主成分とするものが、各種、利用可能である。特に、 SiO_2 (酸化ケ
イ素)を主成分として NaO_2 (酸化ナトリウム)を含む化合物であるのが好ましい。

なお、 SiO_2 と NaO_2 の化合物は、耐湿性に乏しく、Na成分が分離して炭酸塩に
なり易いので、Caを添加した金属成分はSi-Na-Caの3成分とした酸化物がより
好ましい。

【0050】

なお、本発明においては、光吸収層34へのアルカリ金属供給源は、アルカリ供給層5
8のみに限定はされない。

例えば、絶縁層56が、前述のポーラス型の陽極酸化膜である場合には、アルカリ供給
層58に加え、絶縁層56のポーラスの中にもアルカリ金属を含む化合物を導入して、光
吸収層34へのアルカリ金属供給源としてもよい。あるいは、特にアルカリ供給層58を
有さず、絶縁層56のポーラスの中のみアルカリ金属を含む化合物を導入して、光吸収
層34へのアルカリ金属供給源としてもよい。

一例として、スパッタリングによってアルカリ供給層58を成膜した場合には、絶縁層
56中にはアルカリ金属を含む化合物が存在しない、アルカリ供給層58のみを成膜する
ことができる。また、絶縁層56はポーラス型陽極酸化膜であり、かつ、アルカリ供給層
58をゾルゲル反応や珪酸Na水溶液の脱水乾燥によって成膜した場合には、アルカリ供
給層58のみならず、絶縁層56のポーラス層中にもアルカリ金属を含む化合物を導入し
て、絶縁層56およびアルカリ供給層58の両者を、光吸収層34へのアルカリ金属供給
源とすることができる。

【0051】

太陽電池サブモジュール12において、下部電極32は、隣り合う下部電極32と所定
の間隙33を設けて配列されて、アルカリ供給層58の上に形成されている。また、各下

10

20

30

40

50

部電極 3 2 の間隙 3 3 を埋めつつ、光吸収層 3 4 が下部電極 3 2 の上に形成されている。この光吸収層 3 4 の表面にバッファ層 3 6 が形成されている。

光吸収層 3 4 とバッファ層 3 6 とは、下部電極 3 2 の上で、所定の間隙 3 7 を設けて配列される。なお、下部電極 3 2 の間隙 3 3 と、光吸収層 3 4 (バッファ層 3 6) との間隙 3 7 は、太陽電池セル 4 0 の配列方向の異なる位置に形成される。

【 0 0 5 2 】

さらに、光吸収層 3 4 (バッファ層 3 6) の間隙 3 7 を埋めるように、バッファ層 3 6 の表面に上部電極 3 8 が形成されている。

上部電極 3 8、バッファ層 3 6 および光吸収層 3 4 は、所定の間隙 3 9 を設けて、配列される。また、この間隙 3 9 は、前記下部電極 3 2 の間隙と、光吸収層 3 4 (バッファ層 3 6) との間隙とは異なる位置に設けられる。

太陽電池サブモジュール 1 2 において、各太陽電池セル 4 0 は、下部電極 3 2 と上部電極 3 8 により、基板 5 0 の長手方向 (矢印 L 方向) に、電氣的に直列に接続されている。

【 0 0 5 3 】

下部電極 3 2 は、例えば、Mo 電極で構成される。光吸収層 3 4 は、光電変換機能を有する半導体化合物、例えば、CIGS 膜で構成される。さらに、バッファ層 3 6 は、例えば、CdS で構成され、上部電極 3 8 は、例えば、ZnO で構成される。

なお、太陽電池セル 4 0 は、基板 5 0 の長手方向 L と直交する幅方向に長く伸びて形成されている。このため、下部電極 3 2 等も基板 5 0 の幅方向に長く伸びている。

【 0 0 5 4 】

図 3 に示すように、右端の下部電極 3 2 上に第 1 の導電部材 4 2 が接続されている。この第 1 の導電部材 4 2 は、後述する負極からの出力を外部に取り出すためのものである。

第 1 の導電部材 4 2 は、例えば、細長い帯状の部材であり、基板 5 0 の幅方向に略直線状に伸びて、右端の下部電極 3 2 上に接続されている。また、図 3 に示すように、第 1 の導電部材 4 2 は、例えば、銅リボン 4 2 a がインジウム銅合金の被覆材 4 2 b で被覆されたものである。この第 1 の導電部材 4 2 は、例えば、超音波半田により下部電極 3 2 に接続される。あるいは第 1 の導電部材 4 2 は、銅箔に In - Sn を溶融メッキし、エンボス構造を有する導電テープであってもよく、この導電テープはローラーによる圧着により下部電極 3 2 に貼り合わせるにより接続される。

【 0 0 5 5 】

他方、左端の下部電極 3 2 上には、第 2 の導電部材 4 4 が形成される。

第 2 の導電部材 4 4 は、後述する正極からの出力を外部に取り出すためのもので、第 1 の導電部材 4 2 と同様に細長い帯状の部材であり、基板 5 0 の幅方向に略直線状に伸びて、左端の下部電極 3 2 に接続されている。

第 2 の導電部材 4 4 は、第 1 の導電部材 4 2 と同様の構成のものであり、例えば、銅リボン 4 4 a がインジウム銅合金の被覆材 4 4 b で被覆されたものであるが、同様にして導電テープにより接続してもよい。

【 0 0 5 6 】

なお、本実施形態の太陽電池セル 4 0 の光吸収層 3 4 は、CIGS で構成されており、公知の CIGS 系の太陽電池の製造方法により製造することができる。

【 0 0 5 7 】

太陽電池サブモジュール 1 2 では、太陽電池セル 4 0 に、上部電極 3 8 側から光が入射されると、この光が上部電極 3 8 およびバッファ層 3 6 を通過し、光吸収層 3 4 で起電力が発生し、例えば、上部電極 3 8 から下部電極 3 2 に向かう電流が発生する。なお、図 3 に示す矢印は、電流の向きを示すものであり、電子の移動方向は、電流の向きとは逆になる。このため、光電変換部 4 8 では、図 3 中、左端の下部電極 3 2 が正極 (プラス極) になり、右端の下部電極 3 2 が負極 (マイナス極) になる。

【 0 0 5 8 】

本実施形態において、太陽電池サブモジュール 1 2 で発生した電力を、第 1 の導電部材 4 2 と第 2 の導電部材 4 4 から、太陽電池サブモジュール 1 2 の外部に取り出すことがで

10

20

30

40

50

きる。

なお、本実施形態において、第1の導電部材42が負極であり、第2の導電部材44が正極である。また、第1の導電部材42と第2の導電部材44とは極性が逆であってもよく、太陽電池セル40の構成、太陽電池サブモジュール12構成等に応じて、適宜変わるものである。

また、本実施形態においては、各太陽電池セル40を、下部電極32と上部電極38により基板50の長手方向Lに直列接続されるように形成したが、これに限定されるものではない。例えば、各太陽電池セル40が、下部電極32と上部電極38により幅方向に直列接続されるように、各太陽電池セル40を形成してもよい。

【0059】

太陽電池セル40において、下部電極32および上部電極38は、いずれも光吸収層34で発生した電流を取り出すためのものである。下部電極32および上部電極38は、いずれも導電性材料からなる。光入射側の上部電極38は透光性を有する必要がある。

【0060】

下部電極(裏面電極)32は、例えば、Mo、Cr、またはW、およびこれらを組合せたものにより構成される。この下部電極32は、単層構造でもよいし、2層構造等の積層構造でもよい。下部電極32は、Moで構成することが好ましい。

下部電極32は、厚さが100nm以上であることが好ましく、0.45~1.0μmであることがより好ましい。

また、下部電極32の形成方法は、特に制限されるものではなく、電子ビーム蒸着法、スパッタリング法等の気相成膜法により形成することができる。

【0061】

上部電極(透明電極)38は、例えば、Al、B、Ga、Sb等が添加されたZnO、ITO(インジウム錫酸化物)やSnO₂、および、これらを組合せたものにより構成される。この上部電極38は、単層構造でもよいし、2層構造等の積層構造でもよい。また、上部電極38の厚さは、特に制限されるものではなく、0.3~1μmが好ましい。

また、上部電極38の形成方法は、特に制限されるものではなく、電子ビーム蒸着法、スパッタリング法等の気相成膜法または塗布法により形成することができる。

【0062】

バッファ層36は、上部電極38の形成時の光吸収層34を保護すること、上部電極38に入射した光を光吸収層34まで透過させるために形成されている。

このバッファ層36は、例えば、CdS、ZnS、ZnO、ZnMgO、またはZnS(O、OH)およびこれらの組合せたものにより構成される。

バッファ層36は、厚さが、0.03~0.1μmが好ましい。また、このバッファ層36は、例えば、CBD(ケミカルバス)法により形成される。

【0063】

光吸収層34は、上部電極38およびバッファ層36を通過して到達した光を吸収して電流が発生する層であり、光電変換機能を有する。光吸収層34は、CIGS膜で構成されており、CIGS膜はカルコパイライト結晶構造を有する半導体からなる。CIGS膜の組成は、例えば、Cu(In_{1-x}Ga_x)Se₂(CIGS)である。

【0064】

CIGS膜の形成方法としては、1)多源蒸着法、2)セレン化法、3)スパッタ法、4)ハイブリッドスパッタ法、および5)メカノケミカルプロセス法等が知られている。

その他のCIGSの成膜法としては、スクリーン印刷法、近接昇華法、MOCVD法、及びスプレー法(ウェット成膜法)などが挙げられる。例えば、スクリーン印刷法(ウェット成膜法)またはスプレー法(ウェット成膜法)等で、Ib族元素、IIIb族元素、及びVIb族元素を含む微粒子膜を基板上に形成し、熱分解処理(この際、VIb族元素雰囲気での熱分解処理でもよい)を実施するなどにより、所望の組成の結晶を得ることができる(特開平9-74065号公報、特開平9-74213号公報等)。

このような成膜方法は、基板上でCIGSを形成する際にいずれも500以上であれ

10

20

30

40

50

ば、良好な光電変換効率を示すが、ロールツーロール方式での製造を考慮すると、プロセス時間が短い多源蒸着法が好ましい。とりわけ、パイレイヤー法が好適である。

【0065】

前述のように、本発明の太陽電池サブモジュール12は、前述の基板50の上に、太陽電池セル40を直列接合して作製して、製造するが、その製造方法は、公知の各種の太陽電池と同様に行えばよい。

以下、図3に示す太陽電池サブモジュール12の製造方法の一例を説明する。

【0066】

まず、上述のようにして形成された基板50を用意する。次に、基板50の絶縁層56の表面に、例えば、ソーダ石灰ガラスをターゲットとして用いるスパッタリングや、SiおよびNaを含むアルコキッドからを用いたゾルゲル法によって、アルカリ供給層58を成膜する。

次に、アルカリ供給層58の表面に下部電極32となるMo膜を、例えば、成膜装置を用いて、スパッタ法により形成する。

次に、例えばレーザースクライブ法を用いて、Mo膜の所定位置をスクライブして、基板50の幅方向に伸びた間隙33を形成する。これにより、間隙33により互いに分離された下部電極32が形成される。

【0067】

次に、下部電極32を覆い、かつ間隙33を埋めるように、光吸収層34(p型半導体層)として、CIGS膜を形成する。このCIGS膜は、前述の何れか成膜方法により、形成される。

次に、光吸収層34(CIGS膜)上にバッファ層36となるCdS層(n型半導体層)を、例えば、CBD(ケミカルバス)法により形成する。これにより、pn接合半導体層が構成される。

次に、間隙33とは太陽電池セル40の配列方向に異なる所定位置を、例えばレーザースクライブ法を用いてスクライブして、基板50の幅方向に伸びた、下部電極32にまで達する間隙37を形成する。

【0068】

次に、バッファ層36上に、間隙37を埋めるように、上部電極38となる、例えば、ITO層、Al、B、Ga、Sb等が添加されたZnO層を、スパッタ法や塗布法により形成する。

次に、間隙33および37とは、太陽電池セル40の配列方向に異なる所定位置を、例えばレーザースクライブ法を用いてスクライブして、基板50の幅方向に伸びた、下部電極32にまで達する間隙39を形成する。これにより、太陽電池セル40が形成される。

【0069】

次に、基板50の長手方向Lにおける左右側の端の下部電極32上に形成された各太陽電池セル40を、例えば、レーザースクライブまたはメカニカルスクラブにより取り除いて、下部電極32を表出させる。次に、右側の端の下部電極32上に第1の導電部材42を、左側の端の下部電極32上に第2の導電部材44を、例えば、導電テープ、超音波半田を用いて接続する。

これにより、図3に示すように、複数の太陽電池セル40が電氣的に直列に接続された太陽電池サブモジュール12を製造することができる。

【0070】

ここで、従来 of 太陽電池モジュールの模式的断面図を図6に示す。図6に示す従来の太陽電池モジュール100は、図1に示す本実施形態の太陽電池モジュール10に比して、金網状支持体18が設けられていない点、および表面保護層102が厚い点が異なり、それ以外の構成は図1に示す本実施形態の太陽電池モジュール10と同じである。

【0071】

図6に示す従来の太陽電池モジュール100において、表面保護層102を構成するガラスは、機械的強度を保持させるため3~5mm厚の強化ガラスが用いられる。

10

20

30

40

50

従来の太陽電池モジュール100では、太陽電池サブモジュール12下の裏面保護層として、P V F / A l / P V Fの積層体、またはP E T等からなるバックシート16を設けている。この場合、従来の太陽電池モジュール100においては、強化ガラスが重く、軽量化が困難であった。この場合、第1の接着充填層20および第2の接着充填層14を高剛性の封止材とし、厚さが3mm以下の薄いガラスを組み合わせるか、または裏面保護層に金属等の強度の高いシートを用いることで、軽量かつ機械的強度が高いモジュール構造が可能である。しかしながら、金属シートの材料によってはコストが高むという欠点がある。なお、金属シートは本発明の金網状支持体よりも重いことは言うまでもない。

【0072】

これに対して、図1(b)に示す本実施形態の太陽電池モジュール10は、金網または金網状シートのような金網状支持体18をバックシート16の下に配置することにより、軽量化と高い機械的強度を両立することができる。しかも、金網状支持体18を用いることにより、金属シートを用いる場合に比して、部材コストも抑えることができる。

また、表面保護層22を厚さが0.6~2.0mmのガラスとしているため、その重量を白板強化ガラス(3.2mm厚)の25~47%まで軽量化することができる。

さらには、バックシート16の下に金網状支持体18を設けることにより、太陽電池モジュール10の重量を、強化ガラスを用いたものに対して、40~60%の重量とすることができ、太陽電池モジュール10を大幅に軽量化できる。

【0073】

枠部材24を設けることにより、白板強化ガラス並みあるいはそれ以上の耐風圧性、耐降雹性等の機械的強度、衝撃強度とすることができる。水分、水蒸気が太陽電池モジュール10の端面(周縁部)から拡散してきて性能劣化、配線腐食等の不良を発生させるが、端面(周縁部)に対しては周縁シール材26により確実に抑制することができる。仮に、裏面から水分が浸入しても、周縁シール材26により太陽電池セル等の透明電極に達することを防止できる。

このように、太陽電池モジュール10への水分の浸入を防止して、長期間にわたって、安定した性能を発揮し、安定して用いることができ、かつ軽量で、しかもコストも低い太陽電池モジュール10を実現できる。

【0074】

太陽電池サブモジュール12としてガラス基板でなく、ロールツーロール製造方式で製造可能な金属シートの表面にアルミニウムの陽極酸化皮膜が形成された基板を用いて、光吸収層としてC I G S膜を形成することにより、軽量、かつ低コストの太陽電池モジュールを得ることができる。

なお、本実施形態の太陽電池モジュール10の製造方法によれば、上述の優れた特性を有する太陽電池モジュール10を好適に製造することができる。

【0075】

次に、第2の実施形態について説明する。

図4(a)は、本発明の第2の実施形態の太陽電池モジュールの真空ラミネート前の各部材の配置状態を示す模式的断面図であり、(b)は、本発明の第2の実施形態の太陽電池モジュールを示す模式的断面図である。

なお、本実施形態において、図1(a)、(b)に示す第1の実施形態の太陽電池モジュール10と同一構成物には同一符号を付して、その詳細な説明は省略する。

【0076】

図4(b)に示すように、本実施形態の太陽電池モジュール10aは、第1の実施形態の太陽電池モジュール10(図1(b)参照)に比して、金網状支持体18を設ける位置が異なり、それ以外の構成は、第1の実施形態の太陽電池モジュール10と同様の構成であるため、その詳細な説明は省略する。

【0077】

図4(b)に示すように、本実施形態の太陽電池モジュール10aにおいては、金網状支持体18を設ける位置が、外枠材28の、バックシート16側の下面28bであり、外

10

20

30

40

50

枠材 28 から臨むバックシート 16 の表面 16 b を覆うようにして設けられている。

金網状支持体 18 は、外枠材 28 の下面 28 b に、例えば、スポット溶接により、その端部が固定されて、バックシート 16 側に設けられる。なお、本実施形態においては、金網状支持体 18 は、第 1 の実施形態と同様のものを用いることができる。

【0078】

本実施形態のように、外枠材 28 の下面 28 b に金網状支持体 18 を固定する場合、バックシート 16 の表面 16 b と金網状支持体 18 の間には隙間が生じる。この隙間に、表面保護層 22 であるガラスまたはバックシート（裏面保護層）16 が上から応力を受けた場合、凹形状に突出する可能性がある。

ここで、表面保護層のガラスが 1.1 mm 厚の青板ガラスの場合、図 5 に示すように太陽電池モジュール 10 a が湾曲して、一部が金網状支持体 18 に接触した時に曲率半径 R を 40 cm 以上とすることが、表面保護層を構成するガラスの降伏応力よりも低いか、または降伏時変位 以下に保つためには必要である。例えば、1 m 幅の太陽電池モジュール 10 a では、この隙間の間隔は 3 cm 以下である。

すなわち、図 5 において、曲率半径を R (cm)、太陽電池モジュール 10 a の幅を W (cm)、降伏時の変位を (cm) とするとき、曲率半径 R 、表面保護層を構成するガラスの降伏時変位、太陽電池モジュール 10 a の幅 W の関係は、 $\Delta / W < 0.03$ 、 $R > 40$ cm で表される。

【0079】

なお、本実施形態の太陽電池モジュール 10 a は、以下のようにして作製することができる。

本実施形態の太陽電池モジュール 10 a は、第 1 の実施形態の太陽電池モジュール 10 と同じく、図 4 (a) に示すように、太陽電池サブモジュール 12 の裏面 12 b 側に、第 2 の接着充填層 14、バックシート 16 を積層して配置する。次に、太陽電池サブモジュール 12 の表面 12 a 側に、第 1 の接着充填層 20 および表面保護層 22 を積層して配置する。これにより、図 4 (a) に示すように各部材が積層して配置された状態になる。

その後、各部材が積層して配置された状態で、例えば、昇降手段、緩衝板、および加熱手段を有する真空ラミネーターを用いて、例えば、温度 130 ~ 150 で、真空/プレス/保持のトータル 15 ~ 30 分の条件で真空ラミネートをする。これにより、太陽電池積層体 30 が形成される（図 4 (b) 参照）。

【0080】

次に、図 4 (b) に示すように、枠部材 24 の周縁シール材 26 を、太陽電池積層体 30 の周縁部に表面保護層 22 表面の一部およびバックシート 16 の表面の一部を覆うように設ける。そして、周縁シール材 26 上に外枠材 28 の溝部（凹部）を嵌め込んで、更に接着する。

次に、金網状支持体 18 を、外枠材 28 から臨むバックシート 16 の表面 16 b を覆うようにして配置し、金網状支持体 18 の端部を、外枠材 28 の下面 28 b に、例えば、スポット溶接により固定する。このようにして、本実施形態の太陽電池モジュール 10 が作製される。

本実施形態の太陽電池モジュール 10 a においても、第 1 の実施形態の太陽電池モジュール 10 と同様に、金網状支持体 18 をバックシート 16 側に設けているため、第 1 の実施形態の太陽電池モジュール 10 と同様の効果を得ることができる。

【0081】

本発明は、基本的に以上のように構成されるものである。以上、本発明の太陽電池モジュールおよびその製造方法について詳細に説明したが、本発明は上記実施形態に限定されず、本発明の主旨を逸脱しない範囲において、種々の改良または変更をしてもよいのはもちろんである。

【実施例 1】

【0082】

以下、本発明の太陽電池モジュールについて、より具体的に説明する。

10

20

30

40

50

本実施例においては、軽量かつ高機械強度の太陽電池モジュール構造の検討のため、下記表 1 に示す実験例 1 ~ 4 の試験構造体を作製した。そして、実験例 1 ~ 4 の試験構造体の性能（降伏応力、曲げ応力、降伏時変位）を評価するために、曲げ試験機（島津製作所製 A G - 1 0 F D）を用いて降伏応力、降伏時変位の測定を行った。

本実施例において、実験例 1 ~ 4 の試験構造体のサイズは 1 5 c m × 7 . 5 c m とした。曲げ試験は、支点間隔を 1 0 c m で実験例 1 ~ 4 の試験構造体を支持し、支点間隔の中心を上より押し、その押し速度を 1 m m / 分で行った。

なお、本実施例において、曲げ応力は、試験構造体の大きさ 1 0 × 7 . 5 = 7 5 c m ² に加えた力を応力 (N / m ²) に換算したものであり、曲げ応力は下記式により求めることができる。

【 0 0 8 3 】

$$\text{曲げ応力} = 3 F L / 2 b h^2$$

：曲げ応力 (M P a) F : 降伏応力 (N) L : 支点間距離 (m m) b : 幅 (m m)、h : 厚さ (m m)

【 0 0 8 4 】

下記表 1 に示す試験構造体の構造において、実施例 1 の白板強化 G L は、白板強化ガラス単体であり、その総厚は 3 . 2 m m である。

G L 1 . 1 は、表面保護層が青板ガラスであり、厚さが 1 . 1 m m であることを示す。H M 0 . 8 は、接着充填層の封止材が三井デュボンポリケミカル社のハイミラン（登録商標）- E S (H M) であり、厚さが 0 . 8 m m であることを示す。

P V 基板 0 . 0 8 は、太陽電池サブモジュールの基板に相当するものである。この P V 基板 0 . 0 8 は、A l と S U S のクラッド材であり、厚さが 0 . 0 8 m m であることを示す。

【 0 0 8 5 】

なお、バックシートには、リンテック株式会社製のリプレア T F B M D（製品名）バックシートを用いた。

金網 A は、金網状支持体 1 8 に相当するものである。この金網 A は、S U S 4 3 0 製の平織金網であり、線径が 1 m m、開き目が 1 0 m m であるものを示す。金網 B は、金網状支持体 1 8 に相当するものである。この金網 B は、S U S 4 3 0 製の菱形金網であり、線径が 1 . 5 m m、開き目が 5 m m であるものを示す。

また、下記表 1 に示す実験例 2 ~ 4 の試験構造体の欄において、末尾の数値は総厚を示す。

【 0 0 8 6 】

本実施例では、実験例 2 の試験構造体については、表 1 に示す各構成のものを積層した後、真空ラミネーターを用いて 1 5 0 の温度で、2 0 分プレスして作製した。

実験例 3、4 の試験構造体については、表 1 に示す各構成のものを積層した後、真空ラミネーターを用いて 1 5 0 の温度で、2 0 分プレスした後、金網 A、または金網 B をバックシート上に設けて作製した。

【 0 0 8 7 】

【表 1】

	試験構造体(単位:mm)	降伏応力 (kN)	曲げ応力 (MPa)	降伏時変位 (mm)
実験例1	白板強化GL-3.2mmt	0.67	131	1.9
実験例2	GL1.1/HMO.8/PV基板0.08/HMO.8/バックシート-3.2mmt	0.42	85	4.0
実験例3	GL1.1/HMO.8/PV基板0.08/HMO.8/バックシート/金網A-3.5mmt	0.70	140	3.0
実験例4	GL1.1/HMO.8/PV基板0.08/HMO.8/バックシート/金網B-3.7mmt	1.00	150	4.0

【 0 0 8 8 】

上記表 1 に示すように、実験例 1 の白板強化ガラス（3 . 2 m m 厚）の降伏応力 0 . 6 7 k N に対して、実験例 2 のバックシートのみのもものでは降伏応力が 0 . 4 2 k N と強度は強化ガラスに及ばない。なお、本実施例において、降伏とは、表面保護層のガラスが割れたこととした。

10

20

30

40

50

実験例 3、4 のように金網 A、金網 B を有するものでは、白板強化ガラスの降伏応力以上の強度を得ることができた。

以上のことから、白板強化ガラス並みの強度とするためには、金網状支持体を裏面保護層側に設けることが有効であり、少なくとも曲げ応力は 100 MPa 以上必要である。これは、太陽光発電システムに対する耐風荷重、耐積雪、耐地震荷重条件を十分に満足する曲げ応力値である。

【実施例 2】

【0089】

本実施例においては、軽量かつ高機械強度の太陽電池モジュール構造の検討のため、下記表 2 に示す実験例 10～13 の試験構造体を、全て同じ大きさ (15 cm × 7.5 cm) で作製した。そして、実験例 10～13 の試験構造体の各重量を測定し、実験例 10 を基準として、各実験例 10～13 の重量比を求めた。この結果を下記表 2 に示す。

ここで、実験例 11～13 は、上述の実施例 1 の実験例 2～4 と同一試料である。このため、その詳細な説明は省略する。

【0090】

実験例 10 は、厚さが 3.2 mm の白板強化 GL と、厚さが 0.8 mm の EVA と、厚さが 0.08 mm の PV 基板と、厚さが 0.8 mm の EVA と、厚さが 1.1 mm の青板ガラスとを積層して、真空ラミネーターを用いて 150 の温度で、20 分プレスして作製したものである。実験例 10 では、裏面保護層が青板ガラスである。なお、EVA には、三井化学ファブロ株式会社製ソーラーエバを用いた。

なお、下記表 2 に示す実験例 10～13 の試験構造体の欄において、末尾の数値は総厚を示す。

【0091】

【表 2】

	試験構造体(単位:mm)	重量比
実験例10	白板強化GL3.2/EVA0.8/PV基板0.08/EVA0.8/GL1.1-4.6mmt	1.00
実験例11	GL1.1/HMO.8/PV基板0.08/HMO.8/バックシート-3.2mmt	0.35
実験例12	GL1.1/HMO.8/PV基板0.08/HMO.8/バックシート/金網A-3.5mmt	0.42
実験例13	GL1.1/HMO.8/PV基板0.08/HMO.8/バックシート/金網B-3.7mmt	0.45

【0092】

上記表 2 に示すように、裏面保護層に更に金網 A を設けた場合、重量比は 0.42 であり、裏面保護層に更に金網 B を設けた場合、重量比は 0.45 であり、大幅な軽量化が可能である。

上記実施例 1 と本実施例 (実施例 2) の結果により、金網状支持体を裏面保護層側に設けることが有効であり、これにより、軽量かつ機械的強度が高い太陽電池モジュールが得られることが可能になった。

【実施例 3】

【0093】

本実施例においては、以下に示す実施例 1、2、比較例 1 の太陽電池モジュールを作製し、その機械的強度を評価した。

【0094】

(実施例 1)

サブストレート構造を有する、CIGS 膜を光吸収層に用いた太陽電池サブモジュール 12 を備える図 1 (b) に示す 30 × 30 cm サイズの太陽電池モジュール 10 を作製した。

第 1 の接着充填層 20、第 2 の接着充填層 14 には、アイオノマー樹脂である三井・デュポンポリケミカル社のハイミラン (登録商標) - ES S7042 を用いた。第 1 の接着充填層 20、第 2 の接着充填層 14 の厚さは 800 μm とした。

表面保護層 22 には、厚さが 1.1 mm の白板ガラスを用いた。

10

20

30

40

50

さらに、バックシート 16 には、リンテック株式会社製のリブレア T F B M D を用いた。

枠部材 24 には、周縁シール材 26 としてシリコンシール材を用いた。シリコンシール材には、信越化学工業(株)の R T V シール材 K E - 45 を用いた。また、外枠材 28 に L 字状のアルミフレームを用いた。

【0095】

実施例 1 の作製に際して、このような材料を積層して配置した状態で、昇降手段、緩衝板、および加熱手段を有する真空ラミネーターを用いて、150 の温度で真空/プレス/保持のトータル 20 分のラミネート条件でラミネートした。

そして、L 字状のアルミフレーム溝に予めシリコンシール材を塗布して埋め込んでおき、ラミネートして得られた太陽電池積層体 30 のバックシート 16 の表面 16 b に、金網状支持体 18 として線径 1 mm、開き目 10 mm の S U S 4 3 0 製の平織金網を重ね、周縁部をアルミニウムフレーム溝にセットしてアルミニウムフレームをネジ止めして固定した。その後、室温で 7 日放置してシリコンシール材を硬化させて枠部材 24 を設け、太陽電池モジュール 10 を作製した。

【0096】

(実施例 2)

図 4 (b) に示す 30 × 30 c m サイズの太陽電池モジュール 10 a を作製した。なお、金網状支持体 18 が S U S 4 3 0 製の菱形金網で線形 1 . 5 mm、開き目 5 mm のものである点、および金網状支持体 18 がバックシート 16 に重ねられることなくアルミニウムフレームに固定されている以外は、実施例 1 と同じである。

実施例 2 の作製に際して、実施例 1 と同様にして、太陽電池積層体 30 を作製し、太陽電池積層体 30 の周縁部をアルミニウムフレーム溝にセットしてアルミニウムフレームをネジ止めして固定した。その後、金網状支持体 18 をアルミニウムフレーム下面にスポット溶接より固定して、太陽電池モジュール 10 a を作製した。なお、バックシート 16 と金網状支持体 18 との隙間の間隔を 5 mm とした。

なお、枠部材 24 を固定するために室温で 7 日放置してシリコンシール材を硬化させた。

【0097】

(比較例 1)

図 6 に示す太陽電池モジュール 100 を作製した。なお、表面保護層 102 の厚さが 1 . 1 mm である点、金網状支持体 18 を設けていない点以外は、実施例 1 と同じである。

比較例 1 の作製に際して、実施例 1 と同様にして、太陽電池積層体 30 を作製し、太陽電池積層体 30 の周縁部をアルミニウムフレーム溝にセットしてアルミニウムフレームをネジ止めして固定した。その後、室温で 7 日放置してシリコンシール材を硬化させて枠部材 24 を設け、太陽電池モジュール 100 を作製した。

【0098】

作製した実施例 1、2 および比較例 1 の 3 種の太陽電池モジュールについて、それぞれ機械的強度試験を行った。

なお、機械的強度試験は、I E C 1 6 4 6 - 1 0 . 1 6 に従って、表面保護層とバックシート側に静圧で 2 4 0 0 P a の圧力を各 1 時間、3 サイクル印加し、最後に表面保護層側に圧力を印加する際には静圧で 5 4 0 0 P a 印加する条件で行った。その後、太陽電池モジュールの外観を評価し、太陽電池モジュールの通電状態を評価し、太陽電池モジュールの絶縁性状態を評価し、更に I - V 測定による変換効率を測定した。なお、I - V 測定による変換効率は、機械的強度試験の前にも測定している。これらの測定結果を総合的に判断した結果を下記表 3 に示す。

【0099】

機械的強度試験において静圧の印加方法は、簡便な方法では、所定の応力となる重さの砂袋を表面保護層またはバックシートに載せる方法がある。また、機械的強度試験において静圧の印加方法としては、静圧を印加する試験装置を用いてもよい。

10

20

30

40

50

機械的強度試験において、表面保護層のガラスが割れたり、太陽電池モジュール変形および損傷等の外観の変化がなく、太陽電池モジュールの通電に変化がなく、太陽電池モジュールの基板の絶縁性に変化がなく、更には太陽電池モジュールの変換効率の試験前後での変化が10%未満のものをとし、外観の変化、太陽電池モジュールの通電の変化、太陽電池モジュールの基板の絶縁性の変化、または太陽電池モジュールの試験前後での変化が10%以上のものを×とした。

【0100】

【表3】

	機械的強度試験
実施例1	◎
実施例2	◎
比較例1	×

10

【0101】

上記表3に示すように、実施例1、2は、外観、通電、絶縁性、I-V測定による変換効率の変化もなく合格（評価が◎）あったが、比較例1では表面保護層の青板ガラスが割れ、外観上、不合格（評価が×）となった。

このように裏面保護層（バックシート）の下に金網状支持体を設けることにより太陽電池モジュールの機械的強度を向上させるとともに軽量化が実現できることが可能となった。以上の結果より、本発明の効果は明らかである。

20

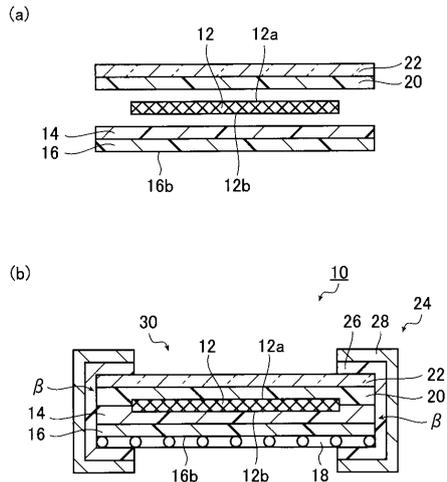
【符号の説明】

【0102】

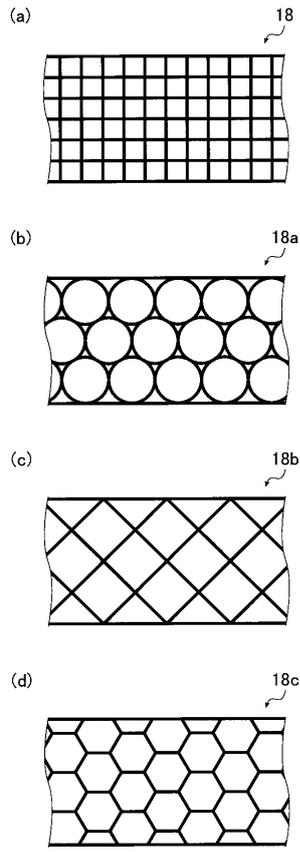
- 10、10a、100 太陽電池モジュール
- 12 太陽電池サブモジュール
- 14 第2の接着充填層
- 16 バックシート
- 18 金網状支持体
- 20 第1の接着充填層
- 22、102 表面保護層
- 24 枠部材
- 26 周縁シール材
- 28 外枠材
- 40 太陽電池セル
- 50 基板

30

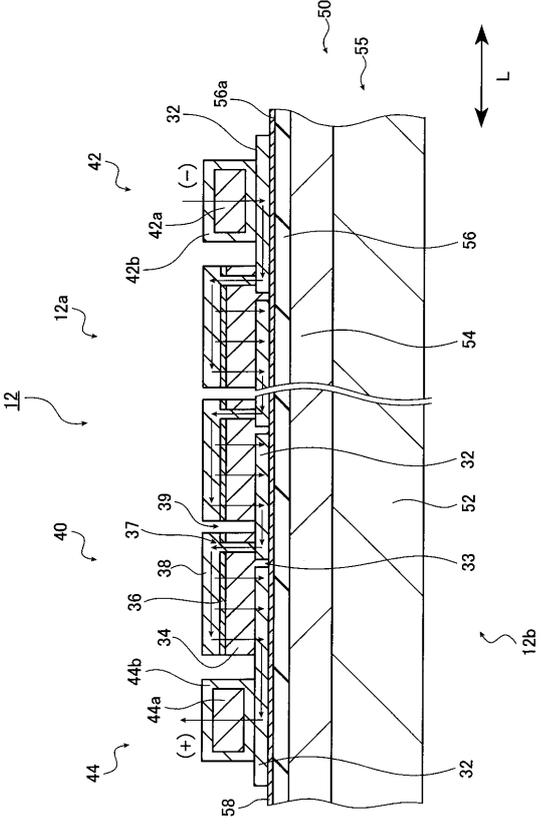
【 図 1 】



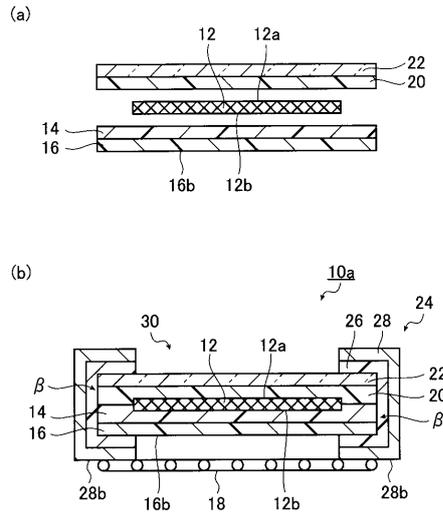
【 図 2 】



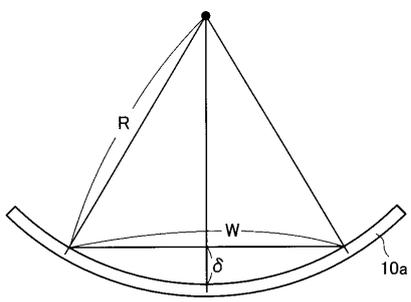
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】

