

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6897683号
(P6897683)

(45) 発行日 令和3年7月7日(2021.7.7)

(24) 登録日 令和3年6月14日(2021.6.14)

(51) Int.Cl.	F I
H O 1 G 9/20 (2006.01)	H O 1 G 9/20 1 1 9
	H O 1 G 9/20 2 0 3 A
	H O 1 G 9/20 3 0 3 A
	H O 1 G 9/20 2 0 3 B
	H O 1 G 9/20 3 1 1
請求項の数 11 (全 24 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2018-531897 (P2018-531897)	(73) 特許権者	000229117
(86) (22) 出願日	平成29年7月31日(2017.7.31)		日本ゼオン株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2017/027777		東京都千代田区丸の内一丁目6番2号
(87) 国際公開番号	W02018/025823	(74) 代理人	100147485
(87) 国際公開日	平成30年2月8日(2018.2.8)		弁理士 杉村 憲司
審査請求日	令和2年5月20日(2020.5.20)	(74) 代理人	230118913
(31) 優先権主張番号	特願2016-152195 (P2016-152195)		弁護士 杉村 光嗣
(32) 優先日	平成28年8月2日(2016.8.2)	(74) 代理人	100150360
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		弁理士 寺嶋 勇太
		(74) 代理人	100174001
			弁理士 結城 仁美
		(72) 発明者	松尾 孝敏
			東京都千代田区丸の内一丁目6番2号 日 本ゼオン株式会社内
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 太陽電池モジュール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1基板側の第1電極と、第2基板側の第2電極とが、機能層を介して対向してなる1つ又は複数の光電変換セルと、

バリア包装材封止部により封止されて、前記1つ又は複数の光電変換セルを包含する少なくとも1つのバリア包装材と、

前記第1電極に第1電氣的接続部を介して接続する第1取り出し電極、及び前記第2電極に第2電氣的接続部を介して接続する第2取り出し電極とを備える太陽電池モジュールであって、

前記第1及び第2電氣的接続部は、前記第1基板の面方向及び前記第2基板の面方向を含む基板面方向で、前記機能層とは離隔配置されており、

前記第1及び第2取り出し電極は、前記バリア包装材の前記基板面方向に沿う外表面上に配置されており、

前記バリア包装材と前記第1取り出し電極との間の間隙、及び前記バリア包装材と第2取り出し電極との間の間隙が、取り出し電極封止部により封止されてなる、

太陽電池モジュール。

【請求項 2】

前記第1基板及び前記第2基板が樹脂フィルムを備える、請求項1に記載の太陽電池モジュール。

【請求項 3】

10

20

前記第1及び第2電氣的接続部の少なくとも一部が、はんだを含む、請求項1又は2に記載の太陽電池モジュール。

【請求項4】

前記第1及び第2取り出し電極の導体が金属箔である、請求項1～3の何れかに記載の太陽電池モジュール。

【請求項5】

前記第1及び第2取り出し電極の少なくとも一端が、前記取り出し電極封止部の端部より延出してなる、請求項1～4の何れかに記載の太陽電池モジュール。

【請求項6】

前記第1基板が光入射側の基板である場合に、前記第2基板、及び／又は、前記第2基板側の前記バリア包装材の少なくとも一部が有色である、請求項1～5の何れかに記載の太陽電池モジュール。

10

【請求項7】

前記少なくとも一つのバリア包装材が、前記第1及び第2基板側にそれぞれ配置された2つのバリア包装材であり、該2つのバリア包装材が、前記バリア包装材封止部にて、前記複数のセルを囲繞する枠状体を介して封止されてなる、請求項1～6の何れかに記載の太陽電池モジュール。

【請求項8】

前記取り出し電極封止部の輪郭から、前記第1又は第2電氣的接続部までの前記バリア包装材上での最短距離をaとし、

20

前記バリア包装材封止部の前記基板面方向における最小幅をbとした場合に、aがb以上である、請求項1～7の何れかに記載の太陽電池モジュール。

【請求項9】

前記第1基板及び／又は第2基板と、前記バリア包装材との間隙の少なくとも一部に接着層を備える、請求項1～8の何れかに記載の太陽電池モジュール。

【請求項10】

前記取り出し電極封止部が、遅延硬化型樹脂を含む、請求項1～9の何れかに記載の太陽電池モジュール。

【請求項11】

前記機能層が電解質層であり、前記太陽電池モジュールが色素増感型太陽電池モジュールである、請求項1～10の何れかに記載の太陽電池モジュール。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、太陽電池モジュールに関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、光エネルギーを電力に変換する光電変換素子として、太陽電池が注目されている。中でも、基材として樹脂フィルムを用いた太陽電池には、軽量で可撓性があるというメリットがある。これらフィルムを基材として用いた太陽電池には、色素増感型太陽電池、有機薄膜太陽電池、及びペロブスカイト太陽電池等がある。これらの太陽電池は、通常、電子や正孔の移動に寄与する機能層が2つの電極により挟まれた構造を有するセルを含む。より具体的には、色素増感型太陽電池の場合には、機能層として電解質層が備えられる。また、有機薄膜太陽電池やペロブスカイト太陽電池の場合には、機能層としてドナー層及びアクセプター層が備えられる。

40

【0003】

そして、太陽電池は、通常、一つ又は複数のセルを含む、2つの電極にそれぞれ接続された取り出し電極を有する太陽電池モジュールとして、或いは、複数の太陽電池モジュールを直列又は並列に接続してなる太陽電池アレイの形態で用いられている。

【0004】

50

ところで、太陽電池モジュールの一種である色素増感型太陽電池モジュールにおいては、高い密閉性を保ちつつ、モジュール内部と外部との間で電氣的接続を形成することが提案されてきた。例えば、光電極を備える光電極基板及び対向電極を備える対向電極基板の少なくとも一方に孔を有し、太陽電池モジュールとモジュール外部とを電氣的に接続することが可能な太陽電池モジュールが提案されてきた（例えば、特許文献1参照）。特許文献1では、光電極基板及び対向電極基板の少なくとも一方に形成された孔内に電気導体を挿入すると共に、かかる孔を導電性材料又は非導電性材料により封止することが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2002-541641号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ここで、特許文献1のような構造の太陽電池モジュールは、第1基板である光電極基板及び第2基板である対向電極基板の少なくとも一方に形成された孔内に充填された導電性材料又は非導電性材料により封止される。しかし、このような構造の太陽電池モジュールは、密閉性が不十分であった。そして、光電極基板及び対向電極基板の少なくとも一方に形成された孔内に充填された導電性材料又は非導電性材料の劣化等に起因して、太陽電池モジュール内部に水分が侵入する虞があった。さらに、特許文献1に開示された構造では、光電極基板及び対向電極基板の少なくとも一方に形成された孔は、光電極、電解質層、及び対向電極等の発電機能を担う構成部を包含するセル内に連通していた。このため、孔を通じて太陽電池モジュール内部に水分が侵入した場合には、セル内に容易に水分が到達する虞があった。このような密閉性が不十分な太陽電池モジュールを実際の設置環境下で使用すれば、太陽電池モジュールの光電変換効率が徐々に劣化し、十分な光電変換効率を保持することができない、即ち、十分な光電変換効率保持率（以下、単に「保持率」ともいう）を発揮することができなかった。

そこで、本発明は、光電変換効率の保持率に優れる、太陽電池モジュール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】

【0007】

上記課題を解決すべく本発明者らが鋭意検討したところ、セルを外部環境から保護するためのバリア包装材料を設けることが保持率の向上に有効であることを見出した。さらに、本発明者らは、かかるバリア包装材料を備える太陽電池モジュールにて、光電極又は対向電極にそれぞれ接続する取り出し電極をバリア包装材料の外表面に配置する特定の構造を採用することで、保持率を向上させうることを見出した。

よって、この発明は、上記課題を有利に解決することを目的とするものであり、本発明の太陽電池モジュールは、第1基板側の第1電極と、第2基板側の第2電極とが、機能層を介して対向してなる1つ又は複数の光電変換セルと、バリア包装材料封止部により封止されて、前記1つ又は複数の光電変換セルを包含する少なくとも1つのバリア包装材料と、前記第1電極に第1電氣的接続部を介して接続する第1取り出し電極、及び前記第2電極に第2電氣的接続部を介して接続する第2取り出し電極とを備える太陽電池モジュールであって、前記第1及び第2電氣的接続部は、前記第1基板の面方向及び前記第2基板の面方向を含む基板面方向で、前記機能層とは離隔配置されており、前記第1及び第2取り出し電極は、前記バリア包装材料の前記基板面方向に沿う外表面上に配置されており、前記バリア包装材料と前記第1取り出し電極との間の間隙、及び前記バリア包装材料と第2取り出し電極との間の間隙が、取り出し電極封止部により封止されてなることを特徴とする。

このように、太陽電池モジュールに対して、セルを包含するバリア包装材料を設けると共に、基板面方向にて電解質層とは離隔している取り出し電極をバリア包装材料の外表面上に

10

20

30

40

50

設けて、取り出し電極とバリア包装材との間隙を封止することで、光電変換効率の保持率を向上させることができ、またセルをバリア包装材で包含しながら取り出し電極を大面積化することができる、接続の自由度を向上させることができる。

【0008】

ここで、本発明の太陽電池モジュールは、前記第1基板及び前記第2基板が樹脂フィルムを備えることが好ましい。ここで、樹脂フィルムはガラス等の基材と比較して基材自体のバリア性能に劣る。しかし、本発明のような構造の太陽電池モジュールの各基板を、樹脂フィルムを用いて形成すれば、太陽電池モジュール全体として、バリア性と可撓性とをバランスよく高めると共に、太陽電池モジュールを軽量化することができる。

【0009】

さらに、本発明の太陽電池モジュールは、前記第1及び第2電氣的接続部の少なくとも一部が、はんだを含むことが好ましい。各電極と取り出し電極との間の電氣的接続部の少なくとも一部がはんだを用いて形成されていれば、太陽電池モジュールの光電変換効率を一層高めることができる。

【0010】

さらに、本発明の太陽電池モジュールは、前記第1及び第2取り出し電極の導体が金属箔であることが好ましい。取り出し電極の導体が金属箔であれば、導体におけるバリア性が高いため、その部分の透湿性を抑制することが可能なため、保持率を高めることができる。

【0011】

ここで、本発明の太陽電池モジュールは、前記第1及び第2取り出し電極の少なくとも一端が、前記取り出し電極封止部の端部より延出してなることが好ましい。第1及び第2取り出し電極の少なくとも一端部が取り出し電極封止部に非接触であり、固定されていなければ、太陽電池モジュールと外部回路との接続形式の自由度を向上させることができる。

【0012】

ここで、本発明の太陽電池モジュールは、前記第1基板が光入射側の基板である場合に、前記第2基板、及び／又は、前記第2基板側の前記バリア包装材の少なくとも一部が有色であることが好ましい。光入射側とは反対側の基板やバリア包装材の少なくとも一部が有色であれば、光入射面からモジュールを見たときに、取り出し電極が透けて見えることを防止できる。また、有色のバリア包装材を実装することで、意匠性を向上し、及び／又は太陽電池特性を向上することができる。

【0013】

ここで、本発明の太陽電池モジュールは、前記少なくとも一つのバリア包装材が、前記第1及び第2基板側にそれぞれ配置された2つのバリア包装材であり、該2つのバリア包装材が、前記バリア包装材封止部にて、前記複数のセルを圍繞する枠状体を介して封止されてなることが好ましい。上下二枚のバリア包装材が枠状体を介して封止されていれば、外周封止部において、バリア包装材同士が封止部を介して接着される場合と比較し、端部が湾曲しないため剥離しにくいといった効果を奏し得る。また、枠状体をモジュールの厚みと合わせることで、モジュールにおけるバリア包装材封止部領域とそれ以外の領域で段差が生じないため、モジュールを他の部材と組み合わせるといった後工程においても、取扱い性が向上する。

【0014】

ここで、本発明の太陽電池モジュールは、前記取り出し電極封止部の輪郭から、前記第1又は第2電氣的接続部までの前記バリア包装材上での最短距離をaとし、前記バリア包装材封止部の前記基板面方向における最小幅をbとした場合に、aがb以上であることが好ましい。

外周部のバリア包装材封止部は基板面と厚み方向に重ならないが、取り出し電極封止部は基板面と厚み方向に重なるため、取り出し電極封止部はバリア包装材封止部より封止時に加圧し難い。このため、取り出し電極封止部は、バリア包装材封止部よりもより封止断

10

20

30

40

50

面積が大きくなりやすく信頼性に劣る傾向がある。従って、取り出し電極封止部のサイズと、バリア包装材封止部のサイズとが、上記条件を満たすように各種部材のサイズや配置等を予め設計していれば、太陽電池モジュールの密閉性を一層向上させることができ、これにより保持率を一層向上させることができる。

【0015】

さらに、本発明の太陽電池モジュールは、前記第1基板及び／又は第2基板と、前記バリア包装材との間隙の少なくとも一部に接着層を備えることが好ましい。かかる接着層がバリア包装材と各基板との間に介在すれば、太陽電池モジュールの封止性を一層高めて保持率を一層向上させることができる。更には基材の屈折率との関係を考慮した材料を選定することで、反射を抑えて内部への光透過を向上させることが可能である。

10

【0016】

さらに、本発明の太陽電池モジュールは、前記取り出し電極封止部が、遅延硬化型樹脂を含むことが好ましい。遅延硬化型樹脂を用いることで、取出し電極封止部を形成する際に、そのバリア包装材側と取出し電極側のいずれかから光入射が必要な光硬化性樹脂や、素子に熱の影響を与える熱硬化型樹脂を使用しなくても、十分に封止部を硬化させることができる。

【0017】

さらに、本発明の太陽電池モジュールにおいて、前記機能層が電解質層であり、前記太陽電池モジュールが色素増感型太陽電池モジュールであっても良い。

【発明の効果】

20

【0018】

本発明によれば、光電変換効率の保持率の高い太陽電池モジュールを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】図1(a)は本発明の一つの実施の形態にかかる太陽電池モジュールの概略構造を示す断面図である。また、図1(b)は太陽電池モジュールの取り出し電極を含む領域の拡大図である。

【図2】図1に示す太陽電池モジュールの概略構造を示す底面図である。

【図3】本発明の他の実施の形態にかかる太陽電池モジュールの概略構造を示す断面図である。

30

【図4】本発明の更に他の実施の形態にかかる太陽電池モジュールの概略構造を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、本発明の実施の形態を、図面に基づき詳細に説明する。ここで、本発明の太陽電池モジュールは、特に限定されることなく、例えば、色素増感型太陽電池、有機薄膜太陽電池、及びペロブスカイト太陽電池等の太陽電池モジュールでありうる。そして、本発明の太陽電池モジュールは、複数の光電変換セル（以下、単に「セル」とも称する）を直列接続してなる太陽電池モジュール、例えば、Z型の集積構造を有する太陽電池モジュールでありうる。なお、太陽電池モジュールの集積構造としては、Z型モジュール以外に、W型モジュール、モノリシック型モジュールなどの直列接続構造、あるいは並列接続構造などが例示されるが、これらに限定されるものではない。

40

【0021】

そして、本発明の一例としての、Z型の集積構造を有する色素増感型太陽電池モジュールとしては、特に限定されることなく、例えば、図1(a)、及び図3～4にそれぞれ断面図を示すような太陽電池モジュール100～102が挙げられる。なお、太陽電池モジュール100～102は、色素増感型太陽電池モジュールである。以下、太陽電池モジュール100～102についてそれぞれ説明する。

【0022】

50

(太陽電池モジュール)

ここで、図1(a)に断面図を示す本発明の一つの実施の形態にかかる太陽電池モジュール100は、光電極基板である第1基板3及び対向電極基板である第2基板7が、機能層である電解質層4を介して対向してなる複数のセルの少なくとも一部を被覆すると共に、これらの複数のセルを包含する2枚のバリア包装材13A及び13Bを備える。より具体的には、バリア包装材13A及び13Bは複数のセル全体を被覆し、バリア包装材封止部18にて封止されて複数のセルを包含する。

そして、太陽電池モジュール100は、第1電極である光電極2を構成する光電極用導電層21と第1電氣的接続部12A及び後述する任意の集電線93Aを介して接続する第1取り出し電極11Aと、第2電極である対向電極6を構成する対向電極用導電層61と第2電氣的接続部12B及び後述する任意の集電線93Bを介して接続する第2取り出し電極11Bとを備える。そして、第1取り出し電極11A及び第2取り出し電極11Bは、バリア包装材13Bの外表面上に配置され、バリア包装材13Bと、第1取り出し電極11A及び第2取り出し電極11Bとの間の間隙は、取り出し電極封止部15により封止されている。ここで、第1取り出し電極11A及び第2取り出し電極11Bは、バリア包装材13Bの基板面方向に沿う外表面上に配置されている。

【0023】

より詳細には、まず、太陽電池モジュール100は、隔壁8により区画された複数の(図示例では6つの)セルを直列接続してなる色素増感型太陽電池モジュールであり、所謂Z型の集積構造を有している。ここで、太陽電池モジュール100は、第1基材1および第1基材1上に互いに離隔させて設けられた複数の(図示例では6つの)光電極2を備える第1基板3と、第2基材5および第2基材5上に互いに離隔させて設けられた複数の(図示例では6つの)対向電極6を備える第2基板7とが、第1基板3および第2基板7の間に隔壁8を介在させた状態で、各セルを形成する光電極2と対向電極6とが電解質層4を介して互に対向するように(即ち、セルを形成するように)、且つ、隣接するセル間で一方のセルの光電極2と他方のセルの対向電極6とがセル接続部9を介して電氣的に接続されるように貼り合わされた構造を有している。そして、太陽電池モジュール100の各セルは、光電極2と、光電極2に対向する対向電極6と、光電極2と対向電極6との間に設けられた電解質層4とを備えている。

【0024】

そして、ここで、第1電氣的接続部12A及び第2電氣的接続部12Bは、複数のセルの各電解質層4とは、第1基板3の面方向及び第2基板7の面方向を含む基板面方向で離隔配置されている。換言すれば、第1電氣的接続部12A及び第2電氣的接続部12Bは、何れも、(図示例では6つの)電解質層4の上下方向(太陽電池モジュール100の厚み方向)には配置されていない。さらに言えば、第1電氣的接続部12A及び第2電氣的接続部12Bは、何れも、基板面方向で電解質層4に直接隣接して配置されてもいない。なお、第1電氣的接続部12Aと電解質層4とは、少なくとも、隔壁8の厚みに相当する距離を隔てていることが好ましい。第2電氣的接続部12Bと電解質層4との位置関係についても同様である。

【0025】

<第1基板>

ここで、図1(a)に示す太陽電池モジュール100の第1基板3は、第1基材1と、第1基材1上に互いに離隔させて設けられた複数の光電極2とを備えている。また、光電極2は、第1基材1上に設けられた光電極用導電層21と、多孔質半導体微粒子層22とを備えている。さらに、図1(a)に示すように、任意で、光電極用導電層21上に下塗り層23を設けることができる。後述する電解質層4が液体で構成される場合には、多孔質半導体微粒子層22を経て光電極用導電層21に電解液が到達し、光電極用導電層21から電解質層4へと電子が漏れ出す逆電子移動と呼ばれる内部短絡現象が発生しうる。そのため、光の照射と無関係な逆電流が発生して光電変換効率が低下する虞がある。そこで、光電極用導電層21上に下塗り層23を設けて、このような内部短絡現象を防ぐことが

10

20

30

40

50

できる。更に、光電極用導電層 2 1 上に下塗り層 2 3 を設けることで、多孔質半導体微粒子層 2 2 と光電極用導電層 2 1 と間の密着性を向上させることができる。

【0026】

なお、光電極用導電層 2 1 は、隙間をあけて設けられている。そして、互いに隣接する光電極 2 同士は、互いに電氣的に絶縁されるように設けられている。この絶縁は、特に限定されることなく、例えば互いに隣接する光電極用導電層 2 1 間の隙間に存在する隔壁 8 によって達成することができる。

【0027】

そして、第 1 基材 1 としては、特に限定されることなく、公知の光透過性の基材から適宜選択して用いることができる。例えば、第 1 基材 1 としては、透明樹脂やガラス等の可視領域で透明性を有する既知の透明基材が挙げられる。中でも、第 1 基材 1 としては、フィルム状に成形された樹脂、即ち、樹脂フィルムを用いることが好ましい。第 1 基材 1 として樹脂フィルムを採用することで、太陽電池モジュールに可撓性を付与することができ、太陽電池モジュールの保持率を一層高めることができるからである。

【0028】

透明基材を形成する透明樹脂としては、例えば、ポリエチレンテレフタレート (PET)、ポリエチレンナフタレート (PEN)、シンジオタクチックポリスチレン (SPS)、ポリフェニレンスルフィド (PPS)、ポリカーボネート (PC)、ポリアリレート (PAr)、ポリスルホン (PSF)、ポリエステルスルホン (PES)、ポリエーテルイミド (PEI)、透明ポリイミド (PI)、シクロオレフィンポリマー (COP) などの合成樹脂が挙げられる。

【0029】

さらに、光電極用導電層 2 1 は、特に限定されることなく、Au、Ag、Cu などにより構成される金属メッシュからなる導電層や、Ag ナノ粒子等の金属ナノ粒子や微小な Ag ワイヤ等を塗布して形成された導電層、インジウムスズ酸化物 (ITO) やインジウム亜鉛酸化物 (IZO)、フッ素ドーパズ (FTO) などの複合金属酸化物からなる導電層、カーボンナノチューブやグラフェンなどを含んでなるカーボン系導電層、PEDOT/ PSS (poly(3,4-ethylenedioxythiophene) polystyrene sulfonate) などの導電性高分子よりなる導電層が形成されてなる。これらの導電層は複数種が樹脂やガラス等の基材上に積層されていても良く、或いは、これらの導電層の形成に用いられうる上述したような各種導電性材料が混合されて 1 つの導電層を形成していても良い。

なお、本明細書において「導電」又は「導電性」とは、少なくとも接続方向における電氣的接続が可能であることを意味する。太陽電池特性を向上させる観点から、「導電」又は「導電性」の部材は、電気抵抗が低いほど好ましく、特に、太陽電池モジュールに実装した場合の電氣的接続方向における抵抗が太陽電池モジュールの特性低下に大きな影響を及ぼさなければよい。具体的には、「導電」又は「導電性」の部材の単位面積抵抗が $0.5 \Omega \cdot \text{cm}^2$ 以下であることが好ましい。なお、単位面積抵抗は、電氣的接続方向における両端を抵抗率計で測定した値と、接続方向に垂直な方向における部材の断面積から求めることができる。

また、第 1 基材 1 上に光電極用導電層 2 1 を形成する方法としては、スパッタリングとエッチングとを組み合わせた方法や、スクリーン印刷など、既知の形成方法を用いることができる。

【0030】

更に、増感色素を担持 (吸着) させた多孔質半導体微粒子層 2 2 としては、特に限定されることなく、酸化チタン、酸化亜鉛、酸化スズなどの酸化物半導体の粒子を含む多孔質半導体微粒子層に対して有機色素や金属錯体色素などの増感色素を吸着させてなる多孔質半導体微粒子層を用いることができる。有機色素としては、シアニン色素、メロシアニン色素、オキソノール色素、キサントン色素、スクワリリウム色素、ポリメチン色素、クマリン色素、リボフラビン色素、ペリレン色素等が挙げられる。また、金属錯体色素としては、鉄、銅、ルテニウムなどの金属のフタロシアニン錯体やポルフィリン錯体等が挙げら

れる。例えば、N3、N719、N749、D102、D131、D150、N205、HRS-1、及びー2などが代表的な増感色素として挙げられる。増感色素を溶解させる有機溶媒は、溶媒に存在している水分及び気体を除去するために、予め脱気及び蒸留精製しておくことが好ましい。有機溶媒としては、メタノール、エタノール、プロパノールなどアルコール類、アセトニトリルなどニトリル類、ハロゲン化炭化水素、エーテル類、アミド類、エステル類、炭酸エステル類、ケトン類、炭化水素、芳香族、ニトロメタンなどの溶媒が好ましい。

【0031】

なお、光電極用導電層21上又は任意の下塗り層23上に多孔質半導体微粒子層22を形成する方法としては、スクリーン印刷やコーティングなどの既知の形成方法を用いることができる。また、多孔質半導体微粒子層に増感色素を吸着させる方法としては、増感色素を含む溶液中への多孔質半導体微粒子層の浸漬などの既知の方法を用いることができる。

10

【0032】

そして、任意の下塗り層23は、特に限定されることなく、半導体的性質を有する材料を含んでなり、例えば、酸化チタン、酸化ニオブ、酸化タングステン等の材料を含んでなる層でありうる。また、下塗り層を形成する方法としては、上記材料を透明導電層に直接スパッタする方法、あるいは上記材料を溶媒に溶解した溶液、金属酸化物の前駆体である金属水酸化物を溶解した溶液、又は有機金属化合物を水を含む混合溶媒に溶解して得た金属水酸化物を含む溶液を、光電極用導電層21上に塗布、乾燥し、必要に応じて焼結する方法がある。

20

【0033】

<第2基板>

また、太陽電池モジュール100の第2基板7は、第2基材5と、第2基材5上に互いに離隔させて設けられた複数の対向電極6とを備えている。また、対向電極6は、第2基材5上に設けられた対向電極用導電層61と、対向電極用導電層61上に設けられた触媒層62とを備えている。そして、触媒層62は、光電極2の多孔質半導体微粒子層22に対向している。

なお、互いに隣接する対向電極6同士は、互いに電氣的に絶縁されるように設けられている。この絶縁は、特に限定されることなく、例えば互いに隣接する対向電極6間の隙間に隔壁8を介在させることにより、達成することができる。

30

【0034】

そして、第2基材5としては、第1基材1と同様の基材や、チタン、SUS、及びアルミ等の箔や板のような透明性を有さない基材で、その他の太陽電池部材による腐食がない基材を用いることができる。なかでも、第1基材1と同様の理由により、第2基材5として樹脂フィルムを用いることが好ましい。さらに、第2基材5としては、第1基板3上のモジュール端部の集電線93A及び93Bと対応する位置に、レーザー照射等の既知の方途により、予め貫通孔を形成したものをを用いることが好ましい。

さらに、第2基材5は、少なくとも一部が有色であることが好ましい。例えば光硬化樹脂材料で隔壁部等を形成する場合には、着色された基材を用いるとその形成を阻害する懸念があるが、このような形成阻害がない場合において予め有色である市販の第2基材を用いることができる。或いは、無色の第2基材を、一般的な色素により着色することで、少なくとも一部が有色である第2基材を得ることができる。また、着色する工程をモジュールの貼り合わせ後に行うことで、前述した光硬化樹脂材料で隔壁部等を形成する場合の、着色された基材による影響を排除することができる。

40

対向電極側の上記構成要素の何れかの少なくとも一部が有色であれば、光入射面からモジュールを見たときに、取出し電極が透けて見えることを防止でき、更には様々な着色態様とすることで太陽電池モジュールの意匠性を向上させうる。また、色に応じて光学特性が異なることを利用して、光電変換特性を向上することもできる。

【0035】

50

また、対向電極用導電層 6 1 としては、光電極用導電層 2 1 と同様の導電層を用いることができる。

【0036】

更に、触媒層 6 2 としては、特に限定されることなく、導電性高分子、炭素ナノ構造体、貴金属粒子、及び炭素ナノ構造体と貴金属粒子との混合物などの触媒として機能し得る成分を含む任意の触媒層を用いることができる。

ここで、導電性高分子としては、例えば、ポリ（チオフェン-2, 5-ジイル）、ポリ（3-ブチルチオフェン-2, 5-ジイル）、ポリ（3-ヘキシルチオフェン-2, 5-ジイル）、ポリ（2, 3-ジヒドロチエノ-[3, 4-b]-1, 4-ジオキシン）（PEDOT）等のポリチオフェン；ポリアセチレンおよびその誘導体；ポリアニリンおよびその誘導体；ポリピロールおよびその誘導体；ポリ（p-キシレンテトラヒドロチオフェニウムクロライド）、ポリ〔（2-メトキシ-5-（2'-エチルヘキシロキシ））-1, 4-フェニレンビニレン〕、ポリ〔（2-メトキシ-5-（3', 7'-ジメチルオクチロキシ）-1, 4-フェニレンビニレン）〕、ポリ〔2-2', 5'-ビス（2'-エチルヘキシロキシ）フェニル〕-1, 4-フェニレンビニレン〕等のポリフェニレンビニレン類；などを挙げることができる。

炭素ナノ構造体としては、例えば、天然黒鉛、活性炭、人造黒鉛、グラフェン、カーボンナノチューブ、カーボンナノバッドなどを挙げることができる。

貴金属粒子としては、触媒作用のあるものであれば特に限定されず、金属白金、金属パラジウム、及び金属ルテニウムなどの公知の貴金属粒子を適宜選択して用いることができる。

【0037】

触媒層の形成方法は、特に限定されず、公知の方法を適宜選択して用いることができる。例えば、導電性高分子、炭素ナノ構造体、貴金属粒子、又は炭素ナノ構造体と貴金属粒子の両方を適当な溶媒に溶解又は分散させて得られる混合液を、導電膜上に塗布又は噴霧し、該混合液の溶媒を乾燥させることにより行うことができる。炭素ナノ構造体や貴金属粒子を用いる場合、混合液にさらにバインダーを含有させてもよく、バインダーとしては炭素ナノ構造体の分散性や基材との密着性の点から、水酸基、カルボキシル基、スルホン基、リン酸基など官能基、およびこれら官能基のナトリウム塩などをもつ高分子を用いるのが好ましい。

【0038】

触媒層は、カーボンナノチューブの平均直径（ A_v ）と直径の標準偏差（ σ ）が $0.60 > 3\sigma / A_v > 0.20$ （以下、式（A）ということがある）を満たすカーボンナノチューブ（以下、「特定のカーボンナノチューブ」ということがある）を含有するものである。ここで、「特定のカーボンナノチューブ」とは、それを構成する所定のカーボンナノチューブの集合の総称であり、「直径」とは当該所定のカーボンナノチューブの外径を意味する。

【0039】

特定のカーボンナノチューブの平均直径（ A_v ）および直径の標準偏差（ σ ）は、それぞれ標本平均値および標本標準偏差である。それらは、透過型電子顕微鏡での観察下、無作為に選択されたカーボンナノチューブ 100 本の直径を測定した際の平均値および標準偏差として求められる。式（A）における 3σ は得られた標準偏差（ σ ）に 3 を乗じたものである。

【0040】

特定のカーボンナノチューブを用いることにより、優れた触媒活性を有する対向電極を得ることができる。得られる対向電極の特性を向上させる観点から、 $0.60 > 3\sigma / A_v > 0.25$ が好ましく、 $0.60 > 3\sigma / A_v > 0.50$ がより好ましい。

【0041】

$3\sigma / A_v$ は、特定のカーボンナノチューブの直径分布を表し、この値が大きいほど直径分布が広いことを意味する。直径分布は正規分布をとるものが好ましい。その場合の直

10

20

30

40

50

径分布は、透過型電子顕微鏡を用いて観察できる、無作為に選択された100本のカーボンナノチューブの直径を測定し、その結果を用いて、横軸に直径、縦軸に頻度を取り、得られたデータをプロットし、ガウシアンで近似することで得られる。異なる製法で得られたカーボンナノチューブなどを複数種類組み合わせることも $3\sigma/A_v$ の値を大きくすることはできるが、その場合正規分布の直径分布を得ることは難しい。特定のカーボンナノチューブは、単独のカーボンナノチューブからなるものであっても、又は単独のカーボンナノチューブに、その直径分布に影響しない量の他のカーボンナノチューブを配合してなるものであってもよい。

【0042】

特定のカーボンナノチューブは、公知の方法、例えば、表面にカーボンナノチューブ製造用触媒層（以下、「CNT製造用触媒層」ということがある）を有する基材（以下、「CNT製造用基材」ということがある）上に、原料化合物およびキャリアガスを供給して、化学的気相成長法（CVD法）によりカーボンナノチューブを合成する際に、系内に微量の酸化剤を存在させることで、CNT製造用触媒層の触媒活性を飛躍的に向上させるという方法（スーパージグロース法）により、得ることができる（例えば、国際公開第2006/011655号）。以下、スーパージグロース法により製造されたカーボンナノチューブをSGCNTということがある。

【0043】

特定のカーボンナノチューブを構成材料とする触媒層を含む対向電極は、例えば、特定のカーボンナノチューブを含有する分散液を調製し、この分散液を基材上に塗布し、得られた塗膜を乾燥させて触媒層を形成することで、作製することができる。

【0044】

また、太陽電池モジュール100の隔壁8は、第1基板3と第2基板7との間に設けられており、電解質層4およびセル接続部9のそれぞれを囲繞している。換言すれば、電解質層4を設ける空間と、セル接続部9を設ける空間とは、第1基板3と、第2基板7と、隔壁8とによって区画形成されている。

【0045】

具体的には、図1(a)では、隔壁8は、各セルの幅方向一方側（図1(a)では左側）において、第1基板3の光電極2の光電極用導電層21と、第2基板7の第2基材5との間に設けられており、各セルの幅方向他方側（図1(a)では右側）において、第1基板3の光電極2の光電極用導電層21と、第2基板7の対向電極6の対向電極用導電層61（触媒層62が形成されている部分よりも幅方向他方側に位置する部分）との間に設けられている。そして、隔壁8の間には、電解質層4とセル接続部9とが交互に設けられている。

【0046】

そして、隔壁8は、第1基板3と第2基板7とを接着し、電解質層4を封止することができるものであれば特に限定されるものではない。隔壁8は、基板間の接着性、電解質に対する耐性（耐薬品性）、高温高湿耐久性（耐湿熱性）に優れていることが好ましい。そのような隔壁8を形成しうる隔壁材料としては、非導電性の熱可塑性樹脂、熱硬化性樹脂、活性放射線（光、電子線）硬化性樹脂が挙げられ、より具体的には、（メタ）アクリル系樹脂、フッ素系樹脂、シリコン系樹脂、オレフィン系樹脂、及びポリアミド系樹脂等が挙げられる。なお、本明細書において（メタ）アクリルとは、「アクリル」又は「メタアクリル」を意味する。中でも、取扱い性の観点から、光硬化性アクリル樹脂が好ましい。

なお、製造容易性の観点から、上述したような各種樹脂がシート状に成形されてなるフィルムを用いて、隔壁8を構成することももちろん可能である。

なお、本明細書において「非導電性」とは、太陽電池特性に悪影響を与えるリーク電流を流さない体積抵抗を有することを意味し、例えば体積抵抗が $10^7 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上であることをいう。

【0047】

<機能層>

また、太陽電池モジュール100の機能層としての電解質層4は、光電極2の多孔質半導体微粒子層22と、対向電極6の触媒層62と、隔壁8とで囲まれる空間に設けられている。そして、電解質層4は、特に限定されることなく、色素増感型太陽電池において使用し得る任意の電解液、ゲル状電解質又は固体電解質を用いて形成することができる。

【0048】

更に、太陽電池モジュール100のセル接続部9は、互いに隣接するセルを電氣的に直列接続している。具体的には、セル接続部9は、図1(a)では右側に位置するセルの光電極2の光電極用導電層21と、図1(a)では左側に位置するセルの対向電極6の対向電極用導電層61とを電氣的に接続している。

10

【0049】

<セル接続部>

そして、太陽電池モジュール100のセル接続部9は、光電極2の光電極用導電層21上に多孔質半導体微粒子層22と離隔させて形成された配線91と、第1基板3、第2基板7および隔壁8で囲まれた空間内に充填された導電性樹脂組成物92とで構成されている。なお、図1(a)に示す太陽電池モジュール100では配線91と導電性樹脂組成物92とを用いてセル接続部9を形成しているが、本発明の太陽電池モジュールでは、セル接続部は導電性樹脂組成物のみを用いて形成してもよい。また、配線は、対向電極6の対向電極用導電層61上に形成してもよい。

【0050】

ここで、配線91としては、特に限定されることなく、金属および金属酸化物などの導電性を有する材料からなる配線を用いることができる。中でも、セル接続部9の抵抗を低減して色素増感型太陽電池モジュールの光電変換効率を高める観点からは、配線91としては、銅配線、金配線、銀配線、アルミニウム配線などの金属配線を用いることが好ましい。なお、光電極用導電層21上に配線91を形成する方法としては、スパッタリングやスクリーン印刷などの既知の形成方法を用いることができる。

20

【0051】

また、導電性樹脂組成物92としては、特に限定されることなく、樹脂と導電性粒子とを含有する組成物を使用することが好ましい。導電性樹脂組成物92の樹脂としては、特に限定されることなく、活性放射線もしくは紫外線の照射により硬化させた樹脂、又は、加熱により硬化させた樹脂が挙げられる。導電性樹脂組成物92の樹脂の具体例としては、(メタ)アクリル系樹脂；ビスフェノール型エポキシ樹脂、ノボラック型エポキシ樹脂、環状エポキシ樹脂、脂環式エポキシ樹脂などのエポキシ樹脂；シリコン樹脂；などが挙げられる。当該樹脂には、ラジカル開始剤、カチオン硬化剤、アニオン硬化剤などの任意の硬化剤を用いることができ、重合形式も、付加重合、開環重合など、特に限定されない。また、隔壁材料としての樹脂と導電性樹脂組成物92の樹脂は同一でも異なっても良い。

30

【0052】

また、導電性樹脂組成物92の導電性粒子としては、特に限定されることなく、例えば、Ag、Au、Cu、Al、In、Sn、Bi、Pbなどの金属及び、これを含む合金からなる粒子、金属酸化物粒子、樹脂粒子等の有機化合物粒子や無機化合物粒子の表面を、金属や金属酸化物等の導電性物質、例えばAu/Ni合金で被覆した粒子、導電性炭素粒子などを用いることができる。

40

そして、導電性粒子の平均粒子径は、0.5 μm 以上30 μm 以下であることが好ましい。更に、導電性粒子の含有割合は、0.1体積%以上90体積%以下であることが好ましい。

【0053】

なお、上述した導電性樹脂組成物92を用いたセル接続部9は、特に限定されることなく、例えば、セル接続部9を形成する位置に未硬化の樹脂と導電性粒子とを含有する未硬化の導電性樹脂組成物を充填し、充填した未硬化の導電性樹脂組成物を硬化させることに

50

より形成することができる。

【0054】

さらに、太陽電池モジュール100は、複数のセルの幅方向端部（図1（a）では左右方向）に、それぞれ、集電線93A及び93Bを及び有することが好ましい。かかる集電線93A及び93Bは、一方（集電線93A）が光電極2と、他方（集電線93B）が対向電極6と電氣的に接続されている。これらの集電線93A及び93Bにより、太陽電池モジュール100の光電変換効率を一層向上させることができる。なお、集電線93A及び93Bは、配線91と同様の材料を用いて、同様の形成方法により形成することができる。

【0055】

<電氣的接続部>

そして、光電極2と第1取り出し電極11A、及び対向電極6と第2取り出し電極11Bをそれぞれ接続する、第1及び第2電氣的接続部12A及び12Bは、特に限定されることなく、はんだや導電性樹脂組成物のような一般的な電氣的接続材料により形成することができる。ここで、はんだとしては、錫、銀、銅、ビスマス、鉛、フラックス成分などを含有したものを使用することができる。また、導電性樹脂組成物としては、セル接続部9の形成に用いる導電性樹脂組成物と同様の、金属、金属酸化物、導電性炭素材料などの導電性を有する材料と、活性放射線もしくは紫外線の照射、又は、加熱により硬化する硬化性樹脂とを含む既知の組成物を使用しうる。

【0056】

ここで、第1及び第2電氣的接続部12A及び12Bは、複数の構成部を有していても良い。具体的には、第1電氣的接続部12Aは、本体120A及び接続部121Aにより構成され、第2電氣的接続部12Bは、本体120B及び接続部121Bにより構成される。図1（a）に示すように、本体120A及び120Bは、太陽電池モジュール100を構成するセルの厚み方向に延在し、第1基材1又は第2基材5を貫通する。また、図1（a）に示すように、接続部121A及び121Bは、本体120Aと第1取り出し電極11Aとを、本体120Bと第2取り出し電極11Bとを、それぞれ接続するように延在する。

抵抗低減により光電変換効率を高める観点から、第1及び第2電氣的接続部は、少なくとも一部がはんだで形成されることが好ましい。より具体的には、第1及び第2電氣的接続部は、本体120A及び120Bがはんだにより形成されることが好ましい。さらに、接続部121A及び121Bは、はんだあるいは導電性樹脂組成物により形成されることが好ましい。

なお、第1及び第2電氣的接続部12A及び12Bは、本体120A、120Bのみで形成されていてもよい。また、本体120A、120Bと接続部121A、121Bは製造方法などにより積層された順番が入れ替わっていてもよい。

【0057】

なお、はんだ又は導電性樹脂組成物を用いて、第1及び第2電氣的接続部12A及び12Bを形成する際の形成方法は、特に限定されることなく、電氣的な接続が形成されればよい。例えば、第1及び第2電氣的接続部12A及び12Bを形成する位置に、はんだ又は導電性樹脂組成物を直接適用することにより、或いは、電氣的接続部の形状の孔部を形成し、形成した孔部内にはんだなどを適用することにより本体120A及び120Bを形成することができる。図1（a）に示す構造では、かかる孔部は第2基材5にも形成されている。そして、図1（a）に示すように、第2基材5のセル外部に面した外表面に露出した本体120A及び120Bの周囲に、非導電性接着剤17を塗布する。さらに、第1及び第2電氣的接続部12A及び12Bに対応する位置に貫通孔が形成されたバリア包装材料13Bを重ねて硬化済みのはんだ又は導電性樹脂組成物が底部に露出した状態の貫通孔部を得る。かかる貫通孔部に、更にはんだ又は導電性樹脂組成物を充填し、充填した未硬化のはんだ又は導電性樹脂組成物を硬化／固化させることにより接続部121A及び121Bを形成する。非導電性接着剤17としては、特に限定されることなく、隔壁8を形成

しうる樹脂として列挙したような各種樹脂を用いることができる。

【0058】

<取り出し電極>

第1取り出し電極11A及び第2取り出し電極11Bは、バリア包装材13Bの外表面上に配置されている。また、バリア包装材13Bと、第1取り出し電極11A及び第2取り出し電極11Bとの間の間隙は、取り出し電極封止部15により封止されている。さらに、バリア包装材13Bの外表面上で、第1及び第2取り出し電極11A及び11Bの少なくとも一端が、取り出し電極封止部15より延出して配置されていることが好ましい。換言すれば、第1及び第2取り出し電極11A及び11Bの端部が、バリア包装材13Bに対して固定されていないことが好ましい。第1及び第2取り出し電極11A及び11Bの端部が、バリア包装材13Bに対して固定されていなければ、かかる自由端を折り曲げる等して、外部回路と接続することができる。これにより、太陽電池モジュール100の接続自由度を向上させることができる。

10

ここで、第1取り出し電極11A及び第2取り出し電極11Bは、特に限定されることなく、一般的な導電性材料により形成された導体を有する。そのような導体としては、銅、アルミニウム、ニッケル、及び鉄からなる群から選ばれる金属材料、及びこれらの金属材料を含む合金材料により形成された導体、さらには、上記導電性接着剤が挙げられる。中でも、取り出し電極の導体は、金属箔であることが好ましく、箔状の銅を導体とする電極が特に好ましい。

なお、本明細書において、「金属箔」とは、厚みが300 μm 以下の箔状の金属を称する。

20

【0059】

そして、取り出し電極封止部15は、特に限定されることなく、光硬化性樹脂、熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂、及び遅延硬化型樹脂、二液混合の常温硬化型接着剤を用いて形成されうる。中でも、取り出し電極封止部15を、遅延硬化型樹脂や二液混合の常温硬化型接着剤を用いて形成することが好ましく、その中でも遅延硬化型樹脂を用いることが更に好ましい。遅延硬化型樹脂を用いることで、取出し電極封止部を形成する際に、そのバリア包装材側と取出し電極側のいずれかから光入射が必要な光硬化性樹脂や、素子に熱の影響を与える熱硬化性樹脂を使用しなくても、十分に封止部を硬化させることができる。

なお、本明細書において、「遅延硬化型樹脂」とは、樹脂に対して硬化トリガーを与えた後に、遅延して硬化が開始する樹脂を意味する。硬化時に素子に影響を与えない程度の加熱をすると、より十分に硬化することができる。そして、遅延硬化型樹脂としては、特に限定されることなく、紫外線照射を硬化トリガーとする紫外線遅延硬化型接着剤を用いることができる。紫外線遅延硬化型接着剤は、例えば、エポキシ樹脂を主成分とする接着剤でありうる。

30

二液混合の常温硬化型接着剤としては、例えばエポキシ樹脂やアクリル樹脂を主成分とする接着剤が挙げられる。

【0060】

さらに、第1及び第2取り出し電極11A及び／又は11Bの導体は、取り出し電極封止部15と接触しうる領域が粗化処理工程あるいは酸化処理工程を経て製造されていてもよい。導体上の取り出し電極封止部15と接触しうる領域が粗化されている、あるいは酸化被膜を有していれば、取り出し電極封止部15との接着が強固となり密閉性が高まる。

40

【0061】

さらにまた、第1及び第2取り出し電極11A及び／又は11Bは、取り出し電極封止部15と接触しうる領域の少なくとも一部において、表面粗さが0.005 μm 以上0.5 μm 以下であることが好ましい。さらにまた、各導体が、取り出し電極封止部15と接触しうる領域全域にわたって表面粗さが上記数値範囲内であることがより好ましい。取り出し電極封止部15と接する領域のうちの少なくとも一部において、各導体の表面粗さが上記下限値以上であれば、取り出し電極封止部15にて取り出し電極を強固に保持することができ、太陽電池モジュール100の保持率を一層向上させることができる。さらに、

50

各導体の表面粗さが上記上限値以下であれば、取り出し電極封止部 15 が各導体表面の凹凸に十分に浸透して、取り出し電極封止部 15 にて取り出し電極を強固に保持することができ、太陽電池モジュール 100 の保持率を一層向上させることができる。

【0062】

さらに、取り出し電極封止部 15 は、厚みが $1\ \mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $250\ \mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $200\ \mu\text{m}$ 以下であることがより好ましい。取り出し電極封止部 15 の基板面方向における最小幅は、用いられる封止部材料の透湿性に応じて適宜決定される。

取り出し電極封止部 15 の厚みは、薄い方が封止断面積が減少するため、外部からの水の浸入を防ぎやすくなる。その一方で、取り出し電極封止部 15 の厚みが薄すぎると、間隙に樹脂が介在できなくなる虞がある。或いは、取り出し電極封止部 15 の厚みが、かかる封止部を形成する樹脂の構成材料等（骨材やフィラー等）のサイズ以下になるとバリア包装材 13B に応力がかかる虞がある。その結果、取り出し電極封止部 15 がバリア包装材 13B 等から剥離しやすくなる虞がある。そのため、取り出し電極封止部 15 に含有される材料に応じて、取り出し電極封止部 15 の厚みを選択することが好ましい。具体的には、取り出し電極封止部 15 の厚みが上記下限値以上であれば、取り出し電極封止部 15 による太陽電池モジュール 100 の密閉性を向上させることができる。そして、取り出し電極封止部 15 の厚みが上記上限値以下であれば、水分等の侵入路となる封止断面積が広がりすぎず、信頼性を維持できる。

【0063】

<バリア包装材>

そして、太陽電池モジュール 100 を包含するバリア包装材は、太陽電池モジュール 100 が曝されうる高温且つ高湿度の環境条件下で、太陽電池モジュール 100 に対して耐久性を付与する。従って、バリア包装材は、ガスや水蒸気に対するバリア性のある包装体であることが好ましい。さらに、対向電極側のバリア包装材 13B は、少なくとも一部が有色であることが好ましい。外部から取り出し電極が透けて見えることを防止できるからである。また、バリア包装材 13B に様々な色彩を付与することで、太陽電池モジュールの意匠性を向上することもできる。さらには、色に応じて光学特性が異なることを利用して、光電変換特性を向上することもできる。

【0064】

バリア包装材 13A 及び 13B による、第 1 基板 3 及び第 2 基板 7 の包含態様は、特に限定されることなく、第 1 基板 3 / 第 2 基板 7 とバリア包装材 13A / 13B とが接着剤を介して密着した状態であっても良いし、第 1 基板 3 / 第 2 基板 7 とを包含するものの、これらとバリア包装材 13A / 13B との間に空間が存在し、かかる空間内に水蒸気やガスを通しにくい充填材等が充填された状態であっても良い。なかでも、図 1 (a) に示すように、第 1 基板 3 側に配置されたバリア包装材 13A と、第 1 基板 3 とが接着層 19 を介して密着するとともに、第 2 基板 7 側に配置されたバリア包装材 13B と、第 2 基板 7 とが接着層 19 を介して密着した状態であっても良い。接着層 19 を設けることで、太陽電池モジュールの密閉性を一層向上することができる。さらに、特に、接着層 19 を光入射側の基板である第 1 基板 3 側に配置した場合、バリア包装材 13A と第 1 基板 3 との間に接着層 19 が存在すれば、バリア包装材 13A と第 1 基板 3 を構成する第 1 基材 1 との間に空気層が介在しない。空気層は、バリア包装材 13A や第 1 基材 1 とは屈折率が大きく異なる。このため、バリア包装材 13A - 空気層 - 第 1 基材 1 の積層構造の界面における屈折率差が大きくなる。界面における屈折率差が大きければ、かかる界面にて反射される光量が多くなるので、入射光の利用効率を十分に向上させることができない。そこで、空気層に代えて接着層 19 により、バリア包装材 13A と第 1 基材 1 との間を充填することで、屈折率差を小さくして界面反射によるロスを低減することができる。更に、光の反射を抑制することで、太陽電池モジュール表面で干渉縞が発生することを抑制することができる。より好ましくは、接着層 19 の形成材料として、屈折率の値が、バリア包装材 13A の屈折率と、第 1 基材 1 の屈折率との間の値である材料を選択する。そのような材料

は、例えば、バリア包装材 13A の材質及び第 1 基材 1 の材質を考慮しつつ、隔壁材料として列挙した材料から選択することができる。

また、特に、太陽電池モジュールが色素増感型太陽電池モジュールの場合には、用いる色素の吸収波長域における光の透過率が高い材料を接着層 19 の形成材料として選択することが好ましい。

【0065】

また、水蒸気やガスを通しにくい充填材としては、例えば、液状又はゲル状のパラフィン、シリコン、リン酸エステル、脂肪族エステルなどが挙げられる。

【0066】

バリア包装材 13A 及び 13B は、水蒸気透過度が、温度 40℃、相対湿度 90% (90% RH) の環境下で $0.1 \text{ g/m}^2/\text{日}$ 以下であることが好ましく、 $0.01 \text{ g/m}^2/\text{日}$ 以下であることがより好ましく、 $0.0005 \text{ g/m}^2/\text{日}$ 以下であることがさらに好ましく、 $0.0001 \text{ g/m}^2/\text{日}$ 以下であることが特に好ましい。

さらに、バリア包装材 13A 及び 13B は、全光線透過率が好ましくは 50% 以上、より好ましくは 70% 以上、更に好ましくは 85% 以上である。このような全光線透過率は、例えば JIS K7361-1 により測定することができる。

【0067】

バリア包装材 13A 及び 13B は、プラスチック支持体上に水蒸気やガスの透過性が低いバリア層を設置したフィルムであることが好ましい。ガスの透過性が低いバリアフィルムの例としては、酸化ケイ素や酸化アルミニウムを蒸着したもの（特公昭 53-12953、特開昭 58-217344）、有機無機ハイブリッドコーティング層を有するもの（特開 2000-323273、特開 2004-25732）、無機層状化合物を有するもの（特開 2001-205743）、無機材料を積層したもの（特開 2003-206361、特開 2006-263989）、有機層と無機層を交互に積層したもの（特開 2007-30387、米国特許 6413645、Affinito 著 Thin Solid Films 1996 年 290-291 頁）、有機層と無機層を連続的に積層したもの（米国特許 2004-46497）などが挙げられる。

【0068】

さらに、図 1 (a) に示すように、バリア包装材は、外周部にバリア包装材封止部 18 を有する。かかるバリア包装材封止部 18 は、特に限定されることなく、上述した、隔壁 8 を形成する隔壁材料や導電性樹脂組成物 92 の樹脂と同様の各種樹脂を用いて形成される。なお、図 1 (a) では、バリア包装材封止部 18 の端部と、バリア包装材 13A 及び 13B の外周端部とが一致する態様を図示したが、かかる態様に限定されることなく、例えば、バリア包装材封止部 18 がバリア包装材の 13A 及び 13B の外周端部を被覆して延在していてもよい。また、隔壁材料と導電性樹脂組成物の樹脂と、バリア包装材封止部 18 の形成材料とは、同一であっても異なっても良い。

そして、図 2 の底面図に示すように、取り出し電極封止部 15 の輪郭と、第 1 電氣的接続部 12A の接続部 121A までの、バリア包装材 13B 上における最短距離を a とし、バリア包装材封止部 18 の基板面方向における最小幅を b とした場合に、a が b 以上であることが好ましく、a が b 超であることがより好ましい。ここで、本明細書において、「取り出し電極封止部の輪郭」とは、取り出し電極封止部 15 の外延を画定する輪郭を意味する。外周部のバリア包装材封止部 18 は基板面と厚み方向に重ならないが、取り出し電極封止部 15 は基板面と厚み方向に重なるため、取り出し電極封止部 15 はバリア包装材封止部 18 より封止時に加圧し難い。このため、取り出し電極封止部 15 は、バリア包装材封止部 18 よりもより封止断面積が大きくなりやすく信頼性に劣る傾向がある。従って、取り出し電極露出部を封止する露出部封止部のサイズと、バリア包装材封止部のサイズとが、上記条件を満たすように、各種部材のサイズや配置等を予め設計していれば、太陽電池モジュールの密閉性を一層向上させることができる。従って、保持率を一層向上させることができる。ここで、図 2 では、バリア包装材封止部 18 の内側端部に一致する境界を、二点鎖線にて図示する。また、図上、点線で示した各構成部は、底面からは直接視認

10

20

30

40

50

できない構成部である。

なお、図2では、最短距離aは、バリア包装材13Bの平面内に延在するものとして図示している。しかし、例えば、図1(b)の拡大図に示すように、バリア包装材13Bに凹凸がある場合においても、かかるバリア包装材13B上での、取り出し電極封止部15の輪郭から第1電気的接続部12Aの接続部121Aまでの距離が最短であれば、その距離を最短距離a(図1(b)の拡大図に、明瞭のために下側にオフセットして図示するa'に相当)とする。

【0069】

＜その他の太陽電池モジュールの構造＞

本発明の太陽電池モジュールは、上述した図1(a)(b)及び図2に示した構造に限定されることなく、例えば、図3に断面の概略構造を示すような構造を有していても良い。図3では、図1(a)(b)及び図2に示す太陽電池モジュールの各構成部と同じ機能を有する各構成部については同じ符号を付して示す。また、同じ機能を有するものの、形状及び／配置が異なる構成部については同じ符号に「'」を付して示す。

図3に示す太陽電池モジュール101から明らかなように、第2基材5'は貫通孔を有しておらず、第1及び第2電気的接続部12A'及び12B'は第2基板を貫通せずに、隔壁8及び第2基板外端に接して配置され、第1取り出し電極11A及び第2取り出し電極11Bとそれぞれ接続される。

【0070】

さらに、図1～3では、太陽電池モジュール100及び101が、相互に接着剤により接着されて封止される2枚のバリア包装材13A及び13Bを備える構造を例示した。しかし、本発明の他の実施形態にかかる太陽電池モジュール102は、図4に示すように、枠状体181を介して封止されていても良い。枠状体181は、セルを圍繞してなる。さらに、枠状体181とバリア包装材13A及び13Bは、接着剤により相互に接着される。かかる接着剤としては、特に限定されることなく、バリア包装材封止部18を形成するために用いた材料を用いることができる。さらに、枠状体181は、特に限定されることなく、上述した隔壁8の形成に用いる樹脂や、金属等種々の材料及び、これらの複合材料により形成される。さらに、樹脂としては、非導電性であるとともに、バリア包装材封止部18の形成材料よりも透湿性の低い樹脂が好ましい。また、金属又は金属を含有する複合材料は、表面が非導電性コーティングを有することが好ましい。中でも、透湿性を低くする観点から、枠状体181の形成材料としては金属又は金属含有材料が好ましい。枠状体181を用いることで、見かけ上バリア包装材13A及び13B間の距離が広がるが、枠状体181の透湿性が低ければ、太陽電池モジュール101内部への湿気の侵入を抑制することができる。

【0071】

さらに、図1～4では、太陽電池モジュール100～102は、第2基板7側のバリア包装材13Bの外表面に第1取り出し電極11A及び第2取り出し電極11Bの双方を備える構造を例示した。しかし、本発明の太陽電池モジュールは、上述した構造に限定されることなく、第1基板3側の外表面に第1取り出し電極11A及び第2取り出し電極11Bの双方を備える構造とすることもできる。さらには、第1取り出し電極11A及び第2取り出し電極11Bを、異なる側のバリア包装材の外表面に配置することももちろん可能である。

【0072】

(太陽電池モジュールの製造方法)

上述した構成を有する太陽電池モジュール100は、特に限定されることなく、例えば、以下のような手順により製造することができる。具体的にはまず、光電極2を備える第1基板3を作製した後、作製した第1基板3の上に、配線91を形成する。次に、配線91に重なる位置に、未硬化の導電性樹脂組成物92を塗布し、さらに塗布した導電性樹脂組成物92を挟んでそれぞれ光電極用導電層21を囲むように隔壁材料を塗布する。そして、隔壁材料を塗布した領域内に電解液などの電解質層4を構成する成分を充填する。そ

の後、対向電極6を備える第2基板7を、第1基板3と重ね合わせる。なお、第2基板7には、第1及び第2電氣的接続部12A及び12Bの形成位置に相当する位置に、貫通孔を設けておく。さらに、未硬化の導電性樹脂組成物92を硬化させてセル接続部9を形成すると共に第1基板3と第2基板7とを強固に接着させて、一对の電極基板を得る。

得られた一对の電極基板に備えられる光電極2及び対向電極6に対して、第1電氣的接続部12Aの本体120A、及び第2電氣的接続部12Bの本体120Bをそれぞれ接続する（電氣的接続部本体形成工程）。そして、得られた本体120A及び120Bを有する一对の電極基板を、バリア包装材で包装する（包装工程）。そして、バリア包装材で包装された一对の電極基板に対して、第1取り出し電極11Aと、第2取り出し電極11Bとを接続する（取り出し電極取り付け工程）。これらの工程を経て、上述した構成を有する太陽電池モジュール100を得ることができる。以下、電氣的接続部本体形成工程～取り出し電極取り付け工程について詳述する。

10

【0073】

<電氣的接続部本体形成工程>

電氣的接続部本体形成工程では、上記「電氣的接続部」の項目で説明したように、はんだ又は導電性樹脂組成物を用いて第1電氣的接続部12Aの本体120A、及び第2電氣的接続部12Bの本体120Bを形成し、各電氣的接続部を一对の電極基板に対して接続する。

【0074】

<包装工程>

20

包装工程では、上記電氣的接続部本体形成工程を経た一对の電極基板を、バリア包装材13A及び13Bで包装する。この際、上記電氣的接続部本体形成工程にて形成した本体120A及び120Bが露出する第2基板7の外表面に対して適用するバリア包装材13Bとしては、対応する位置に予め貫通孔が形成されたバリア包装材を用いる。具体的には、まず、一对の電極基板の第2基板7側の外表面上で、上記電氣的接続部本体形成工程で形成した本体120A及び120Bの周囲に非導電性接着剤を塗布する。そして、貫通孔を有するバリア包装材13Bを、貫通孔の位置と本体120A及び120Bの位置とが一致するように、塗布面に対して貼り付ける。そして、第1基板3側の外表面に、接着層の形成材料である接着剤を塗布し、塗布面に対してバリア包装材13Aを重ね、貼り付ける。なお、各種接着剤の塗布にあたり、ディスペンサー法及びスクリーン印刷法のような、接着剤の塗布に用いられうる一般的な塗布手段を用いることができる。

30

【0075】

<取り出し電極取り付け工程>

取り出し電極取り付け工程では、例えば、バリア包装材13B側の貫通孔底部で露出している本体120A、120Bの表面上に、導電性樹脂又ははんだを塗布して接続部121A及び121Bを形成するとともに、貫通孔の周囲のバリア包装材の表面であって、取り出し電極封止部15に対応する位置に、遅延硬化型接着剤を塗布する。そして、取り出し電極封止部15に対応する位置に取り出し電極11A及び11Bをそれぞれ配置する。そして、はんだ又は導電性樹脂、及び遅延硬化型接着剤を固化／硬化させて、太陽電池モジュール100を得る。

40

【0076】

また、取り出し電極取り付けに伴う電氣的接続部の形成については、上述した方法だけでなく例えば以下のような方法でも形成することができる。以下の説明において、「本体」という用語は、電氣的接続部の体積の大半を占める領域を指す用語として、「接続部」という用語は、電氣的接続部を形成する本体以外の領域を指す用語として用いる。

また、以下、電氣的接続部を1層及び2層により形成する例を示すが、電氣的接続部を形成できるのであれば以下に例示する方法に限らずあらゆる方法により電氣的接続部を形成することができる。さらに、電氣的接続部を、3層以上の積層により構成することもできる。なお、電氣的接続部の「層」とは、材料又は形成タイミングの異なる部材により構成された電氣的接続部の一部分を指す。また、電氣的接続部の形成材料が、はんだを含ん

50

だ材料であれば、必要に応じて加熱により溶融させることで、被接続側との密着性を向上させて、抵抗を低減させることが可能である。

(1) いずれかの基板上に本体を形成し、取出し電極上に接続部を形成し、取出し電極取付時に、本体及び接続部を電氣的に接続させて、電氣的接続部を形成する方法

(2) いずれかの基板上に電氣的接続部として導電性樹脂を塗布し、その上に取出し電極を設置し、電氣的接続を形成したのち、導電性樹脂を硬化して電氣的接続部を形成する方法

(3) いずれかの基板上に電氣的接続部としてはんだを塗布形成し、その上に取出し電極を設置し、電氣的接続部を形成する方法

(4) 取出し電極上に導電性樹脂を塗布し、取出し電極設置時に、電氣的接続を形成したのち、樹脂を硬化させて電氣的接続部を形成する方法

(5) 取出し電極上にはんだを塗布し、取出し電極設置時に、電氣的接続を形成する方法

(6) 取出し電極上に、本体を形成し、その上に接続部を形成する材料を塗布して、取出し電極を設置し、硬化/固化することで電氣的接続部を形成する方法

なお、使用する材料により、加熱や加圧をすることで、より抵抗が低くなることが期待できる場合は必要に応じて実施することができる。また、電氣的接続部を基板上に形成する際は、バリア包装材によるモジュールの包装前あるいは包装後のいずれのタイミングであっても構わない。

【0077】

なお、上記一例にかかる製造方法では、取り出し電極を有さないバリア包装材を用いたが、予め取り出し電極が密着されてなるバリア包装材を用いて太陽電池モジュールを製造することももちろん可能である。この際にも、接続部の形成方法としては、上記包装工程において、本体が露出する第2基板の外表面に対するバリア包装材の貼り付けに先立って、バリア包装材上に設置した取出し電極上に接続部を形成する方法や、基板上に形成した電氣的接続部のみで取出し電極と接続する方法等、上記の接続部の形成方法で例示したような方法を、用いる材料等により適宜選択することができる。

【実施例】

【0078】

以下、本発明について実施例に基づき具体的に説明するが、本発明はこれら実施例に限定されるものではない。なお、以下の説明において、量を表す「%」は、特に断らない限り、質量基準である。

実施例および比較例において、太陽電池モジュールの保持率は、以下の方法を使用して評価した。

【0079】

＜太陽電池モジュールの保持率＞

実施例、比較例で作製した太陽電池モジュールをソースメータ（2400型ソースメータ、Keithley社製）に接続した。光源としては、150Wキセノンランプ光源装置にAM1.5Gフィルタを装着した擬似太陽光源（PECEL11型、ペクセル・テクノロジー製）を用いた。そして、光源の光量を、1sun（約10万lux AM1.5G、 100 mW cm^{-2} （JIS C 8912のクラスA））に調整して、太陽電池モジュールに対して照射した。太陽電池モジュールについて、1sunの光照射下、バイアス電圧を、0Vから0.8Vまで、0.01V単位で変化させながら出力電流を測定し、電流電圧特性を取得した。同様に、バイアス電圧を、逆方向に0.8Vから0Vまでステップさせる測定も行い、順方向と逆方向の測定の平均値を光電流データとした。このようにして得られた電流電圧特性及び光電流データより、初期の光電変換効率（%）を算出した。

次いで、上記の色素増感太陽電池モジュールを、65℃90%RHの環境に300時間保持した後、上記と同様に電流電圧特性を測定した。上記と同様にして変換効率を求め、下式に従って初期の値に対する保持率を計算した。

[保持率(%)]=[65℃90%RH保持後の変換効率]/[初期の変換効率]×100

【0080】

(実施例1)

<色素溶液の調製>

ルテニウム錯体色素(N719、ソラロニクス社製)72mgを200mLのメスフラスコに入れた。脱水エタノール190mLを混合し、攪拌した。メスフラスコに栓をしたのち超音波洗浄器による振動により、60分間攪拌した。溶液を常温に保った後、脱水エタノールを加え、全量を200mLとすることで、色素溶液を調製した。

<第1基板の作製>

第1基材である透明基板(ポリエチレンナフタレートフィルム、厚み200μm)上に光電極用導電層である透明導電層(酸化インジウムスズ(ITO))をコートして得た透明導電性基板(シート抵抗130Ω/sq.)上に、スクリーン印刷法により配線(集電線)としての導電性銀ペースト(K3105、ペルノックス(株)製)を光電極セル幅に応じた間隔で印刷塗布し、150度の熱風循環型オープン中で15分間加熱乾燥して配線及び集電線(配線の連続方向両端部に位置する配線、以下これらをまとめて配線とも称する)を作製した。得られた配線を有する透明導電性基板を、配線形成面を上にして塗布コーターにセットし、1.6%に希釈したオルガチックPC-600溶液(マツモトファインケミカル製)をワイヤーバーにより掃引速度(10mm/秒)で塗布した。得られた塗膜を、10分間室温乾燥した後、さらに10分間150℃で加熱乾燥して、透明導電性基板上に下塗り層を作製した。

透明導電性基板の下塗り層形成面に対して、光電極セル幅に応じた間隔でレーザー処理を行い、絶縁線を形成した。

そして、ポリエステルフィルムに粘着層を塗工した保護フィルムを2段重ねて得たマスクフィルム(下段:PC-542PA 藤森工業製、上段:NBO-0424 藤森工業製)に、多孔質半導体微粒子層を形成するための開口部(長さ:60mm、幅5mm)を打ち抜き加工した。加工済みマスクフィルムを、気泡が入らないように、下塗り層を形成した透明導電性基板の集電線形成面に貼合した。なお、マスクフィルムの一層目は色素の不要箇所への付着防止を目的としたものであり、二層目は多孔質半導体微粒子の不要箇所への付着防止を目的としたものである。

高圧水銀ランプ(定格ランプ電力400W)光源をマスク貼合面から10cmの距離に置き、電磁波を1分間照射した後直ちに、酸化チタンペースト(PEC-C01-06、ベクセル・テクノロジーズ(株)製)をベーカー式アプリケーションにより塗布した。ペーストを常温で10分間乾燥させた後、マスクフィルムの上側の保護フィルム(NBO-0424 藤森工業製)を剥離除去し、150度の熱風循環式オープン中でさらに5分間加熱乾燥し、多孔質半導体微粒子層(長さ:60mm、幅5mm)を形成した。

その後、多孔質半導体微粒子層(長さ:60mm、幅5mm)を形成した透明導電性基板を、調製した色素溶液(40℃)に浸し、軽く攪拌しながら、色素を吸着させた。90分後、色素吸着済み酸化チタン膜を色素吸着容器から取り出し、エタノールにて洗浄して乾燥させ、残りのマスクフィルムを剥離除去して、光電極を作製した。

<第2基板の作製>

第2基材である透明基板(ポリエチレンナフタレートフィルム、厚み200μm)上に対向電極用導電層である透明導電層(酸化インジウムスズ(ITO))をコートして得た透明導電性基板(シート抵抗130Ω/sq.)の導電面に、白金膜パターン幅に応じた間隔でレーザー処理を行い、絶縁線を形成した。さらに、透明導電性基板上の、光電極側の基板上の両端部に配設された配線(集電線)と対向する位置に、レーザー処理で貫通孔を形成した。次いで、開口部(長さ:60mm、幅5mm)を打ち抜き加工した金属製マスクを重ね合わせ、スパッタ法により白金膜パターン(触媒層)を形成し、触媒層形成部分が72%程度の光透過率を有する第2基板を得た。このとき、上記第1基板と第2基板とを、お互いの導電面を向かい合わせて重ね合せた時、多孔質半導体微粒子層と触媒層

とが一致する形状とした。

<色素増感太陽電池モジュールの作製>

導電性樹脂組成物の樹脂材料であるアクリル系樹脂としてのTB3035B（株）スリーボンド製）に対して、積水樹脂製マイクロパールAU（粒子径8 μm）を、3質量%になるように添加して、自転公転ミキサーにより均一に混合し、導電性樹脂組成物を作製した。

第2基板の触媒層形成面を表面として、アルミ製吸着板上に真空ポンプを使って固定した。次いで触媒層間の、第1基板と対向させたときに光電極セル間の配線と重なる位置に線状に導電性樹脂組成物を、その線を挟み触媒層の外周部分に隔壁材料である液状の紫外線硬化型封止剤としてのTB3035B（株）スリーボンド製、吸収波長：200 nm～420 nm、粘度：51 Pa・s）を、自動塗布ロボットにより塗布した。この時、第2基板の両端部においては、二つの貫通孔の周囲と、更にその隣接するセルの隔壁形成部位まで充填されるようにTB3035Bを塗布した。その後、触媒層部分に電解質材料である電解液を所定量塗布し、自動貼り合せ装置を用いて長方形の触媒層と同型の多孔質半導体微粒子層が向かい合う構造となるように、減圧環境中で重ね合せ、第1基板側からメタルハライドランプにより光照射を行ない、続いて第2基板側から光照射を行った。その後、貼り合せ後の基板内に配置された複数のセルを含む接続体を各々切出し、第1基板の複数のセルの幅方向の両端部に配設された配線（集電線）と導通させるように、第2基板の貫通孔から隔壁部に囲繞され形成された空隙内に低温はんだ（黒田テクノ社製、「セラソルザ・エコ 155」、融点155℃）を充填し電氣的接続部の本体である第2基板貫通配線を作製した。

次いで、接続体の第2基板側に、液状の紫外線硬化型非導電性接着剤（スリーボンド社製、「TB3035B」）を、貫通配線の周囲に塗布した。さらに、貫通配線に対応する位置に開口（貫通孔）が形成された、第1基板の面及び第2基板の面よりも大面積の表面を有するバリアフィルム（ネオシーズ社、「ウルトラハイバリアフィルム」、水蒸気透過度：0.00005 g/m²/日）を、貫通配線と開口の位置とを位置合わせしつつ上から貼り合せて、メタルハライドランプで光照射した。

続いて、接続体の第1基板側を表にし、第1基板の外表面全体と、その外周部のバリアフィルム上に、接着層形成材料及びバリア包装材封止部形成材料としてのTB3035Bを塗布した。もう一枚のバリアフィルムをその上から重ね、光照射を行い、上下二枚のバリアフィルムの外周部にバリア包装材封止部を形成して接続体をバリアフィルムで外装した。この時、バリア包装材封止部の基板面方向における最小幅bは10 mmであった。

さらに、接続体の第2基板側を表にし、貫通配線が底部に露出しているバリアフィルムの開口に対して、導電性接着剤である常温乾燥型の導電性ペースト（銀ペースト）ドータイト（登録商標）（藤倉化成製、「ドータイトD-362」）を注入して電氣的接続部の接続部を形成した。加えて、開口周囲のバリアフィルム上の取り出し電極封止部に相当する位置に遅延硬化型樹脂（ADEKA社製、「アデカアークルズ DL-100-5」）を塗布し、メタルハライドランプにより光照射を行い、取り出し電極としての銅箔を重ねて、60℃のホットプレート上に静置して、遅延硬化型樹脂の硬化による封止と、導電性接着剤の硬化による電氣的接続部の形成を同時に行った。得られた太陽電池モジュールにおいて、取り出し電極封止部の輪郭から電氣的接続部までの最短距離aは、15 mmであった。

【0081】

（実施例2）

取り出し電極封止部の輪郭から電氣的接続部までの最短距離aを10 mmとした以外は、実施例1と同様にして、色素増感太陽電池モジュールを作製し、各種測定及び評価を行った。結果を表1に示す。

【0082】

（実施例3）

図3に示すように、第2基材に貫通孔を形成せず、重ねたときに第1基板上の端部の集

10

20

30

40

50

電線と対向する位置が第2基板（対極基板）両端部の外側になるように、第2基材の幅を第1基材より狭くした。隔壁部の形成時に、第2基板の両端部においては、その隣接するセルの隔壁形成部位まで充填されるようにTB3035Bを塗布した。更に、貫通配線が第2基板を貫通せずに、第2基板外に延在するように変更した。これらの点以外は、実施例1と同様にして色素増感太陽電池モジュールを作製し、各種測定及び評価を行った。結果を表1に示す。

【0083】

（実施例4）

色素増感太陽電池モジュールの作製工程に先立ち、図4のように、太陽電池モジュールと予め高さを合わせるように設計した、アルミニウム製の枠状体を作製した。

そして、光電極と対向電極とを張り合わせて得た一对の電極基板を、アルミニウム製の枠状体内の矩形貫通孔内に配置した。配置する際に2枚の電極基材上の導電層とアルミニウム製の枠状体との接触による短絡を抑制するため、電極や、集電電極を形成する部分よりも外側にスクライブラインを形成した。

その後、枠状体により囲まれてなる一对の基板の光電極側表面と、枠状体の表面に対して、液状の紫外線硬化型非導電性接着剤（スリーボンド社製、「TB3035B」）を塗布し、第1基板枠状体の外周に囲まれた面積と同サイズのバリアフィルム（ネオシーズ社、「ウルトラハイバリアフィルム」、水蒸気透過度：0.00005 g/m²/日）を、張り合わせて、メタルハライドランプで光照射した。

さらに、太陽電池モジュールの対向電極側を上にして、実施例1と同様にして、電気的接続部の本体である貫通配線を形成し、さらに、バリアフィルムを第2基板に対して貼り付けた。この際、第2基板に張り付けるバリアフィルムとしては、第2基板枠状体の外周に囲まれた面積と同サイズのバリアフィルムを用いた。

そして、実施例1と同様にして、第2基板上に取り出し電極としての銅箔を重ね、遅延硬化型樹脂の硬化による封止と、導電性接着剤の硬化による電気的接続部の形成を同時に行った。

得られた太陽電池モジュールについて、実施例1と同様にして、色素増感太陽電池モジュールを作製し、各種測定及び評価を行った。結果を表1に示す。

【0084】

（比較例1）

第2基板を貫通する電気的接続部である貫通配線に対応する位置を除いて一对の基板上に非導電性接着剤（スリーボンド社製、「TB3035B」）を塗布した。そして、貫通配線に対応する位置に開口を形成したバリアフィルム（ネオシーズ社、「ウルトラハイバリアフィルム」、水蒸気透過度：0.00005 g/m²/日）で一对の基板を包装した。すなわち、本比較例では、電気的接続部である貫通配線を、そのまま取り出し電極とした。これらの点以外は実施例1と同様にして色素増感太陽電池モジュールを作製し、各種測定及び評価を行った。結果を表1に示す。

【0085】

【表1】

	取出し電極位置	取り出し電極封止部	基板接続配線位置	バリア包装材封止部	最短距離 a[mm]	最小幅b [mm]	保持率[%]
実施例1	バリア包装材外表面上	有	貫通孔	非導電性接着剤	15	10	100%
実施例2	バリア包装材外表面上	有	貫通孔	非導電性接着剤	10	10	98%
実施例3	バリア包装材外表面上	有	第2基板外	非導電性接着剤	15	10	100%
実施例4	バリア包装材外表面上	有	貫通孔	枠状体	15	10	100%
比較例1	電気的接続部と兼用	無	貫通孔	非導電性接着剤	-	10	8%

【0086】

実施例1～4より、セルを包含するバリア包装材を有し、基板面方向にて電解質層とは離隔している取り出し電極がバリア包装材の外表面上に延在し、かかる取り出し電極とバリア包装材との間隙が封止されてなる太陽電池モジュールは、光電変換効率の保持率に優れることが分かる。一方、取り出し電極が電気的接続部と兼用され、バリア包装材の外表

面上におけるバリア包装材料との間隙が封止されていない比較例 1 にかかる太陽電池モジュールは、光電変換効率の保持率に劣ることが分かる。

【産業上の利用可能性】

【0087】

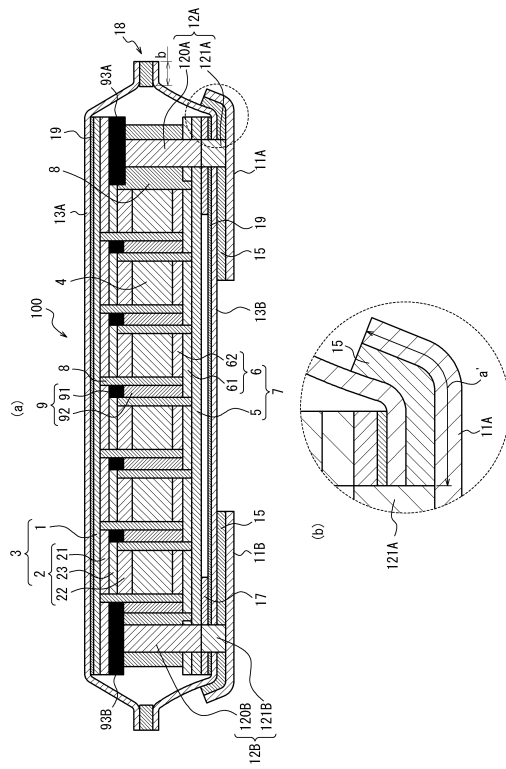
本発明によれば、光電変換効率の保持率に優れる、太陽電池モジュールを提供することができる。

【符号の説明】

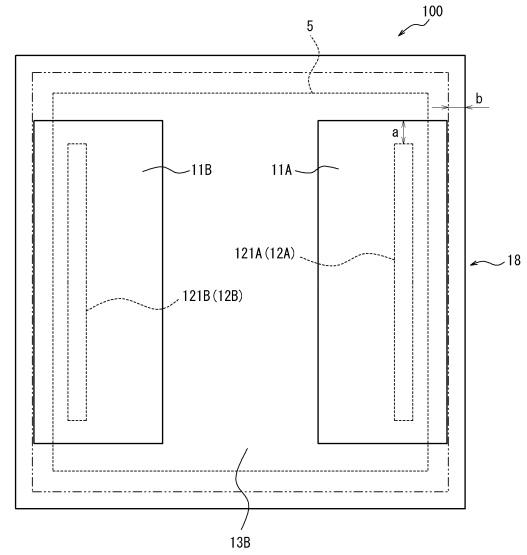
【0088】

1	第 1 基材	
2	光電極	10
3	第 1 基板	
4	電解質層	
5	第 2 基材	
6	対向電極	
7	第 2 基板	
8	隔壁	
9	セル接続部	
1 1 A	第 1 取り出し電極	
1 1 B	第 2 取り出し電極	
1 2 A	第 1 電氣的接続部	20
1 2 B	第 2 電氣的接続部	
1 3 A, 1 3 B	バリア包装材料	
1 5	取り出し電極封止部	
1 7	非導電性接着剤	
1 8	バリア包装材料封止部	
1 9	接着層	
2 1	光電極用導電層	
2 2	多孔質半導体微粒子層	
6 1	対向電極用導電層	
6 2	触媒層	30
9 1	配線	
9 2	導電性樹脂組成物	
9 3 A、9 3 B	集電線	
1 0 0、1 0 1、1 0 2	太陽電池モジュール	
1 8 1	棒状体	

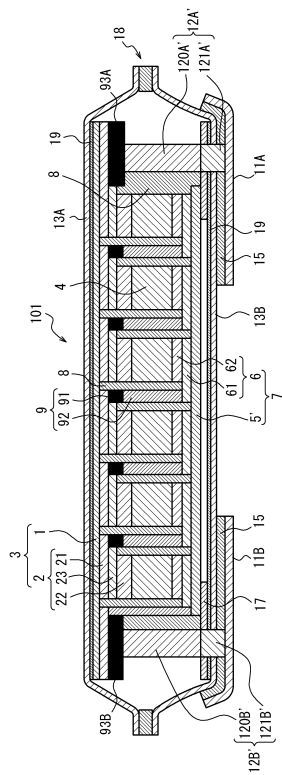
【図 1】



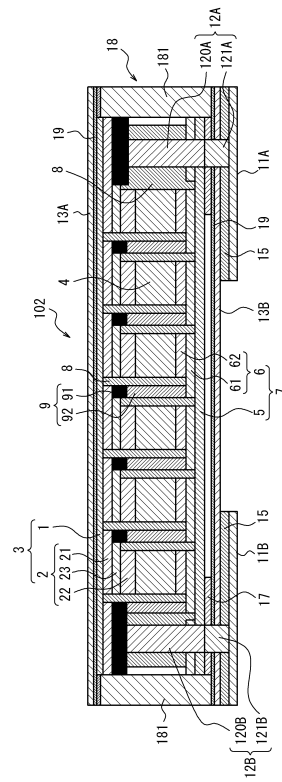
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 1 G 9/20 3 0 9
H 0 1 G 9/20 3 0 7
H 0 1 G 9/20 3 0 3 B
H 0 1 G 9/20 2 0 3 C

(72)発明者 林 祐紀
東京都千代田区丸の内一丁目6番2号 日本ゼオン株式会社内

(72)発明者 山合 碧
東京都千代田区丸の内一丁目6番2号 日本ゼオン株式会社内

審査官 小森 重樹

(56)参考文献 国際公開第2014/061291 (WO, A1)
特開2009-218179 (JP, A)
国際公開第2009/013796 (WO, A1)
特開2013-200958 (JP, A)
特開2008-186763 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H 0 1 G 9/20