

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5920282号
(P5920282)

(45) 発行日 平成28年5月18日(2016.5.18)

(24) 登録日 平成28年4月22日(2016.4.22)

(51) Int.Cl.	F I
HO 1 G 9/20 (2006.01)	HO 1 G 9/20 1 0 5
	HO 1 G 9/20 1 1 5 A
	HO 1 G 9/20 1 1 1 B
	HO 1 G 9/20 2 0 3 B
	HO 1 G 9/20 2 0 5

請求項の数 1 (全 39 頁)

(21) 出願番号	特願2013-98572 (P2013-98572)	(73) 特許権者	000002897
(22) 出願日	平成25年5月8日(2013.5.8)		大日本印刷株式会社
(62) 分割の表示	特願2012-204843 (P2012-204843) の分割		東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
原出願日	平成23年4月21日(2011.4.21)	(74) 代理人	100101203
(65) 公開番号	特開2013-219036 (P2013-219036A)		弁理士 山下 昭彦
(43) 公開日	平成25年10月24日(2013.10.24)	(74) 代理人	100104499
審査請求日	平成26年2月27日(2014.2.27)		弁理士 岸本 達人
		(72) 発明者	佐々木 美帆
			東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
			大日本印刷株式会社内
		(72) 発明者	三塚 聖
			東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
			大日本印刷株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 色素増感型太陽電池素子モジュール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

1枚の第1基材および前記第1基材上にパターン状に形成された複数の第1電極層を有する第1電極基材、

少なくとも第2電極層を有する複数の第2電極基材、

前記第1電極基材の前記第1電極層または前記第2電極基材の前記第2電極層のうち、いずれか一方の電極層上に形成され、色素増感剤が担持された金属酸化物半導体微粒子を含有する複数の多孔質層、並びに、

前記第1電極基材の前記第1電極層または前記第2電極基材の前記第2電極層のうち、前記多孔質層が形成されていない方の電極層および前記多孔質層の間に形成され、酸化還元対を含有する複数の固体電解質層を有し、

前記第1電極層、前記第2電極層、前記多孔質層、および前記固体電解質層を有する色素増感型太陽電池素子が複数連結されて構成され、

1つの前記色素増感型太陽電池素子の前記第1電極層および前記1つの色素増感型太陽電池素子に隣接する他の前記色素増感型太陽電池素子の前記第2電極層が電氣的に接続されている色素増感型太陽電池素子モジュールであって、

前記色素増感型太陽電池素子の前記多孔質層上全面に前記固体電解質層が形成され、かつ、前記固体電解質層の端部の位置と前記多孔質層の端部の位置とが一致するように、前記固体電解質層が形成されており、

前記色素増感型太陽電池素子の前記多孔質層の幅と、前記第2電極基材の前記第2電極

層の幅とが同一となるように、前記多孔質層が形成されており、
前記第1電極層のパターン形状は、ストライプ状である部分を有し、
前記第2電極基材の形状は、短冊状である部分を有し、
前記固体電解質層は、前記第2電極基材の形状が短冊状である部分では、幅方向の端部が露出していることを特徴とする色素増感型太陽電池素子モジュール。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、各々の色素増感型太陽電池素子における内部短絡の発生を防止し、発電効率が高く、加工性に優れ、かつ高い生産性を有する色素増感型太陽電池素子モジュールに関するものである。

10

【背景技術】

【0002】

近年、二酸化炭素の増加が原因とされる地球温暖化等の環境問題が深刻となり、世界的にその対策が進められている。中でも環境に対する負荷が小さく、クリーンなエネルギー源として、太陽光エネルギーを利用した太陽電池に関する積極的な研究開発が進められている。このような太陽電池としては、単結晶シリコン太陽電池、多結晶シリコン太陽電池、アモルファスシリコン太陽電池、および化合物半導体太陽電池などが既に実用化されているが、これらの太陽電池は製造コストが高い等の問題がある。そこで、環境負荷が小さく、かつ製造コストを削減できる太陽電池として、色素増感型太陽電池が注目され、研究開発が進められている。

20

【0003】

ここで、一般的な色素増感型太陽電池は、例えば、電極としての機能を備えた一对の電極基材と、上記一对の電極基材の間に形成され、色素増感剤が担持された金属酸化物半導体微粒子を含む多孔質層と、上記一对の電極基材の間に多孔質層と接触するように形成され、酸化還元対を含む電解質を有する電解質層とを構成して有するものである。なお、上述した色素増感型太陽電池は、少なくとも一方の電極基材が太陽光の受光面となることから、少なくとも一方の電極基材は透明性を有するものである。

また、上記電解質層としては、例えば、上記一对の電極基材と、上記一对の電極基材の間に設けられた封止部材とによって構成される空間に液状の電解質を封入することによって形成されたものを挙げることができる。また、上記電解質層に用いられる上記封止部材は、上記一对の電極基材とともに液状の電解質を保持する機能だけでなく、上記一对の電極基材同士が接触することによって、色素増感型太陽電池の内部短絡が発生することを防止する機能を有するものである。

30

【0004】

このような色素増感型太陽電池を実用化するためには、より大きな出力電圧が必要であることから、複数の色素増感型太陽電池素子を接続して色素増感型太陽電池素子モジュールとすることが試みられている。

また、色素増感型太陽電池素子モジュールにおいては、複数の色素増感型太陽電池素子のうち1つの色素増感型太陽電池素子に内部短絡が生じてしまうと、色素増感型太陽電池素子モジュール全体に影響することから、各々の色素増感型太陽電池素子における内部短絡の発生を防止することは、重要な課題の1つである。

40

【0005】

ところで、上記色素増感型太陽電池素子モジュールにおいては、加工性を向上させるために、高いフレキシブル性を付与することが可能な構成が求められている。

ここで従来のフレキシブル性を有する色素増感型太陽電池素子モジュールの構成としては、例えば、2枚のフレキシブル性を有する基材の間に複数の色素増感型太陽電池素子が形成されている構成が挙げられる。

しかしながら、上述した構成を有する色素増感型太陽電池素子モジュールに曲げ加工を施した場合、2枚のフレキシブル性を有する基材はそれぞれ異なる曲率を有することとな

50

るため、所望の曲げ性を示すことが困難となる場合や、曲げ加工により色素増感型太陽電池素子モジュールが劣化してしまうといった問題があった。

【0006】

そこで、特許文献1においては、色素増感型太陽電池素子モジュールの構成として、1枚の第1基材上に複数の第1電極層が形成された第1電極基材と、第2電極層を有する複数の第2電極基材と、1枚の第1電極基材上に形成された複数の第1電極層および各々の第2電極基材の第2電極層の間に形成された複数の多孔質層と、上記複数の第1電極層および複数の第2電極層の周囲に配置された複数の封止部材と、上記第1電極層、第2電極層、および封止部材で構成される空間に液状の電解質を封入して形成された複数の電解質層とを有する色素増感型太陽電池素子モジュールの構成が開示されている。上述した構成によれば、1枚の第1電極基材上に形成された複数の第1電極層に合わせて、各々の第2電極基材に形成された第2電極層が対向する構成とすることができることから、高いフレキシブル性を示す色素増感型太陽電池素子モジュールとすることが可能となる。

10

【0007】

しかしながら、上記構成を有する色素増感型太陽電池素子モジュールにおいては、高いフレキシブル性を付与することが可能であることから、使用時において、各々の電極基材が撓むことにより電極層同士が接触してしまう場合があり、内部短絡が発生してしまうといった問題があった。

また、上述の色素増感型太陽電池素子モジュールを構成する各々の色素増感型太陽電池素子は、通常、色素増感型太陽電池素子の端部側の領域において多孔質層と封止部材との間に空間を有しており、上記空間内に液状の電解質が満たされた構成を有するものである。そのため、第1電極層および第2電極層間に多孔質層を有さず、上述した空間を有する色素増感型太陽電池素子の端部側の領域においては電極層同士の接触による内部短絡が特に発生しやすいといった問題があった。

20

【0008】

また、上記構成を有する色素増感型太陽電池素子モジュールにおいては、第1電極基材と複数の第2電極基材とを貼り合わせるために、接着部分、絶縁部分等を設ける必要があるが、上述した接着部分、絶縁部分等は発電に寄与することができないため、色素増感型太陽電池素子モジュール全体の発電面積を小さくして発電効率を低下させる要因となり、基材等の材料を過剰に使用してしまうといった問題があった。

30

【0009】

また、上述した構成の色素増感型太陽電池素子モジュールを製造する際には、第1電極基材および第2電極基材を貼り合わせた後に電解質を注入する工程を必要とすることから大面積セルを製造する際に時間がかかってしまう場合や、各電極基材の撓みにより電解質を上述した空間に十分に注入することが困難となる場合があるといった問題もある。

【0010】

そこで、各々の色素増感型太陽電池素子における内部短絡の発生を効果的に防止することが可能であり、加工性に優れ、発電効率が高く、高い生産性を有することが可能な色素増感型太陽電池素子モジュールが望まれている。

【先行技術文献】

40

【特許文献】

【0011】

【特許文献1】特開2006-32110号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

本発明は、上記実情に鑑みてなされたものであり、各々の色素増感型太陽電池素子における内部短絡の発生を好適に防止することが可能であり、発電効率が高く、加工性に優れ、かつ生産性の高い色素増感型太陽電池素子モジュールを提供することを主目的とする。

【課題を解決するための手段】

50

【0013】

本発明は、上述した課題を解決するために、1枚の第1基材および上記第1基材上にパターン状に形成された複数の第1電極層を有する第1電極基材、少なくとも第2電極層を有する複数の第2電極基材、上記第1電極基材の上記第1電極層または上記第2電極基材の上記第2電極層のうち、いずれか一方の電極層上に形成され、色素増感剤が担持された金属酸化物半導体微粒子を含有する複数の多孔質層、並びに、上記第1電極基材の上記第1電極層または上記第2電極基材の上記第2電極層のうち、上記多孔質層が形成されていない方の電極層および上記多孔質層の間に形成され、酸化還元対を含有する複数の固体電解質層を有し、上記第1電極層、上記第2電極層、上記多孔質層、および上記固体電解質層を有する色素増感型太陽電池素子が複数連結されて構成され、1つの上記色素増感型太陽電池素子の上記第1電極層および上記1つの色素増感型太陽電池素子に隣接する他の上記色素増感型太陽電池素子の上記第2電極層が電氣的に接続されている色素増感型太陽電池素子モジュールであって、上記色素増感型太陽電池素子の上記固体電解質層の大きさが上記多孔質層の大きさと同一、または上記多孔質層の大きさよりも大きくなるように、上記固体電解質層が形成されていることを特徴とする色素増感型太陽電池素子モジュールを提供する。

10

【0014】

本発明によれば、上記色素増感型太陽電池素子の上記固体電解質層の大きさが上記多孔質層の大きさと同一、または上記多孔質層の大きさよりも大きくなるように、上記固体電解質層が形成されていることから、1つの色素増感型太陽電池素子内において第1電極層および第2電極層の接触が起こりやすい色素増感型太陽電池素子の端部側の領域に固体電解質層を形成することができるため、色素増感型太陽電池素子の内部短絡を好適に防止することができる。また、上記色素増感型太陽電池素子から構成されることにより、本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールを高性能なものとすることができる。

20

また、本発明によれば、固体電解質層を有することから、第1電極層、第2電極層および封止部材からなる空間に液状の電解質を封入してなる電解質層を有する場合に比べて、色素増感型太陽電池素子モジュールの発電面積を大きなものとすることができる。また、固体電解質層を用いることができることから、簡便な製造方法を用いることが可能となるため、上記色素増感型太陽電池素子モジュールの生産性の高いものとすることができ、また取り扱いやすいことから加工性にも優れたものとすることができる。

30

【0015】

本発明においては、上記色素増感型太陽電池素子の上記固体電解質層の大きさが上記多孔質層の大きさよりも大きくなるように、上記固体電解質層が形成されていることが好ましい。本発明における色素増感型太陽電池素子の内部短絡の発生をより好適に防止することが可能となるからである。

【0016】

また本発明においては、上記色素増感型太陽電池素子の上記固体電解質層の幅が上記第2電極層の幅と同一、または上記第2電極層の幅よりも大きくなるように、上記固体電解質層が形成されていることが好ましい。1つの色素増感型太陽電池素子において第1電極層と接触しやすい第2電極層の端部に固体電解質層を形成することが可能となることから、色素増感型太陽電池素子の内部短絡の発生をより好適に防止することができる。

40

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば固体電解質層の大きさが多孔質層の大きさと同一、または多孔質層の大きさよりも大きくなるように、固体電解質層が形成されていることから、本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールを構成する色素増感型太陽電池素子の端部側の領域に固体電解質層を配置することが可能となるため、色素増感型太陽電池素子の内部短絡の発生を好適に防止することが可能となるといった作用効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0018】

50

【図 1】本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールの一例を示す概略図である。
 【図 2】本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールの他の例を示す概略図である。
 【図 3】本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールの他の例を示す概略図である。
 【図 4】本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールの他の例を示す概略図である。
 【図 5】本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールの他の例を示す概略平面図である。
 【図 6】本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールに用いられる第 2 電極基材および多孔質層の一例を示す概略平面図である。
 【図 7】本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールの他の例を示す概略断面図である。
 【図 8】本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールの他の例を示す概略断面図である。
 【図 9】本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールの他の例を示す概略断面図である。
 【図 10】本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールの他の例を示す概略断面図である。

10

【図 11】本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールの製造方法における第 1 電極基材形成工程の一例を示す工程図である。

【図 12】本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールの製造方法における第 2 電極基材用基板準備工程、多孔質層形成工程、固体電解質層形成工程、および切断工程の一例を示す工程図である。

【図 13】本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールの製造方法における多孔質層形成工程の一例を示す工程図である。

【図 14】本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールの製造方法における第 2 電極基材用基板準備工程、および切断工程の他の例を示す工程図である。

20

【図 15】本発明の実施例 1 における色素増感型太陽電池素子モジュールの形状等を示す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールについて説明する。

【0020】

本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールは、1枚の第 1 基材および上記第 1 基材上にパターン状に形成された複数の第 1 電極層を有する第 1 電極基材、第 2 電極層を有する複数の第 2 電極基材、上記第 1 電極基材の上記第 1 電極層または上記第 2 電極基材の上記第 2 電極層のうち、いずれか一方の電極層上に形成され、色素増感剤が担持された金属酸化物半導体微粒子を含有する複数の多孔質層、並びに、上記第 1 電極基材の上記第 1 電極層または上記第 2 電極基材の上記第 2 電極層のうち、上記多孔質層が形成されていない方の電極層および上記多孔質層の間に形成され、酸化還元対を含有する複数の固体電解質層を有し、上記第 1 電極層、上記第 2 電極層、上記多孔質層、および上記固体電解質層を有する色素増感型太陽電池素子が複数連結されて構成され、1つの上記色素増感型太陽電池素子の上記第 1 電極層および上記 1 つの色素増感型太陽電池素子に隣接する他の上記色素増感型太陽電池素子の上記第 2 電極層が電氣的に接続されている色素増感型太陽電池素子モジュールであって、上記色素増感型太陽電池素子の上記固体電解質層の大きさが上記多孔質層の大きさと同一、または上記多孔質層の大きさよりも大きくなるように、上記固体電解質層が形成されていることを特徴とするものである。

30

40

【0021】

なお、本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールは、第 1 電極基材または第 2 電極基材の少なくとも一方が太陽光の受光面となることから、本発明においては、通常、第 1 電極基材または第 2 電極基材の少なくとも一方に透明性を有する基材が用いられる。

【0022】

ここで、「透明性を有する基材」の透明性としては、本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールが、太陽光を受光することにより機能を発揮することができるように、太陽光を透過することができる程度であれば特に限定されるものではないが、全光線透過率 50% 以上であることが望ましい。なお、上記透明性は、JIS K 7361-1:1997 に

50

準拠した測定方法により測定した値である。

【0023】

また、本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールにおいては、通常、第1電極層または第2電極層のうち、多孔質層が形成されている電極層は酸化物半導体電極層として用いられ、多孔質層が形成されていない電極層は対向電極層として用いられる。

【0024】

また、本発明において、「電極層上に形成される」とは、第1電極層上または第2電極層上に直接形成される場合だけではなく、他の層を介して形成される場合を含む概念である。

【0025】

ここで、本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールについて図を用いて説明する。

図1(a)は、本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールの一例を示す概略平面図であり、図1(b)は図1(a)のA-A線断面図である。なお、図1(a)においては、固体電解質層および多孔質層が配置されている領域については点線で示している。

図1(a)、(b)に示すように、本発明の色素増感型太陽電池素子モジュール100は、1枚の第1基材11および第1基材11上にパターン状に形成された複数の第1電極層12を有する第1電極基材10と、少なくとも第2電極層22を有する複数の第2電極基材20と、第2電極基材20の第2電極層22上に形成され、色素増感剤が担持された金属酸化物半導体微粒子を含有する複数の多孔質層3と、第1電極基材10の第1電極層11および多孔質層3の間に形成され、酸化還元対を含有する複数の固体電解質層4とを有するものである。また、本発明においては、図1(a)、(b)に示すように、少なくとも多孔質層3と対峙する固体電解質層4と第1電極基材10の第1電極層11との間に触媒層5を有していてもよい。

【0026】

また、本発明の色素増感型太陽電池素子モジュール100は、第1電極層12、第2電極層22、多孔質層3、固体電解質層4および触媒層5を有する色素増感型太陽電池素子1が複数連結されて構成され、1つの色素増感型太陽電池素子1の第1電極層12および上記1つの色素増感型太陽電池素子1に隣接する他の色素増感型太陽電池素子1の第2電極層22が電氣的に接続されているものである。なお、図1(a)においては、ストライプ状に形成された第1電極層12のストライプの短辺の端部を含む接続部分aと、短冊状に形成された各第2電極層22の短冊の短辺の端部を含む接続部分b(図1(a)の一点鎖線で示される部分)を用いて、第1電極層12および第2電極層22が色素増感型太陽電池素子モジュール100の内部で電氣的に接続(以下、単に内部接続と称して説明する場合がある。)されている例について示している。

【0027】

また、図1(b)に示すように、本発明の色素増感型太陽電池素子モジュール100は、色素増感型太陽電池素子1の固体電解質層4の大きさが多孔質層3の大きさと同一となるように、固体電解質層4が形成されているものである。

【0028】

また、図2(a)は本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールの他の例を示す概略平面図であり、図2(b)は図2(a)のB-B線断面図である。図2(a)、(b)に示すように、本発明の色素増感型太陽電池素子モジュール100は、また、色素増感型太陽電池素子1の固体電解質層4の大きさが多孔質層3の大きさよりも大きくなるように、固体電解質層4が形成されているものである。また、本発明においては、図2(a)に示すように、多孔質層3が形成されていない側の電極層(図2(a)においては第1電極層10)上全面に触媒層5が形成されていてもよい。

なお、図2(a)、(b)において説明していない符号等については図1(a)、(b)と同様とすることができるので、ここでの説明は省略する。

【0029】

図3(a)、図4(a)は本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールの他の例を示す

10

20

30

40

50

概略平面図であり、図3(b)は図3(a)のC-C線断面図であり、図4(b)は図4(a)のD-D線断面図である。

図3(a)、(b)、および図4(a)、(b)に示される色素増感型太陽電池素子モジュール100は、第1電極層12の各ストライプの長辺の端部を含む接続部分aと、各第2電極層22の短冊の長辺の端部を含む接続部分bにおいて、第1電極層12および第2電極層22が内部接続されている例について示している。また、図3(a)、(b)においては、色素増感型太陽電池素子1の固体電解質層4の大きさが多孔質層3の大きさと同一となるように、固体電解質層4が形成されている例、図4(a)、(b)においては、色素増感型太陽電池素子1の固体電解質層4の大きさが多孔質層3の大きさよりも大きくなるように、固体電解質層4が形成されている例について示している。

10

図3(a)、(b)、および図4(a)、(b)において、説明していない符号等については図1(a)、(b)と同様とすることができるので、ここでの説明は省略する。

【0030】

本発明によれば、上記色素増感型太陽電池素子の上記固体電解質層の大きさが上記多孔質層の大きさと同一、または上記多孔質層の大きさよりも大きくなるように、上記固体電解質層が形成されていることから、1つの色素増感型太陽電池素子内において第1電極層および第2電極層の接触が起こりやすい色素増感型太陽電池素子の端部側の領域に固体電解質層を配置することができるため、色素増感型太陽電池素子の内部短絡を好適に防止することができる。また、上記色素増感型太陽電池素子から構成されることにより、本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールを高性能なものとすることができる。

20

【0031】

また、本発明によれば、固体電解質層を有することから、第1電極層、第2電極層および封止部材からなる空間に液状の電解質を封入してなる電解質層を用いる場合に比べて、色素増感型太陽電池素子モジュールの発電面積を大きなものとすることができ、また取扱いやすいものとすることができる。また、簡便な製造方法を用いて色素増感型太陽電池素子モジュールを製造することが可能となることから、本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールを生産性の高いものとすることができる。

【0032】

以下、本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールの詳細について説明する。

【0033】

30

I. 固体電解質層の大きさ

本発明における固体電解質層は、その大きさが、多孔質層の大きさと同一、または多孔質層の大きさよりも大きいものである。

【0034】

なお、本発明において、「固体電解質層の大きさが多孔質層の大きさと同一である」とは、多孔質層上全面に固体電解質層が形成され、かつ、固体電解質層の端部の位置と多孔質層の端部の位置とが一致することを指す。

また、「固体電解質層の端部の位置と多孔質層の端部の位置とが一致する」とは、色素増感型太陽電池素子の内部短絡の発生を防止することが可能となる程度に固体電解質層の端部の位置と多孔質層の端部の位置とが一致していれば特に限定されず、色素増感型太陽電池素子の縦断面の形状、および平面視上の形状を観察した場合に、固体電解質層の端部の位置と多孔質層の端部の位置とが完全に一致する場合だけでなく、固体電解質層の端部の位置と多孔質層の端部の位置とが部分的に一致する場合を含む概念である。

40

【0035】

以下、「固体電解質層の端部の位置と多孔質層の端部の位置とが部分的に一致する」場合について説明する。

ここで、本発明における第2電極基材の形成方法としては、複数の第2電極基材を切り出すことが可能な1枚の第2電極基材用基板を、第1電極基材の第1電極層のパターンに対応するパターンに切断することによって第2電極基材を形成する方法を好適に用いることができる。また上記第2電極基材の形成方法を用いた場合は、多孔質層、固体電解質層

50

、または多孔質層および固体電解質層の積層体等を連続的に形成した後、第2電極基材用基板を所望の形状に切断することによって、第2電極基材上に第1電極基材の第1電極層のパターン形状に対応するパターンを有する多孔質層、固体電解質層、または多孔質層および固体電解質層の積層体等を形成することが可能となる。

しかしながら、上述した形成方法により第2電極基材上に多孔質層、固体電解質層、または多孔質層および固体電解質層の積層体等を形成した場合、多孔質層、固体電解質層、または多孔質層および固体電解質層の積層体等が連続的に形成された第2電極基材用基板を切断する際に、多孔質層や固体電解質層に割れ、欠け等を生じる場合がある。そのため、得られた第2電極基材においては多孔質層の端部や固体電解質層の端部が、平面視上から観察された場合に連続的な直線状や曲線状とならず、部分的に多孔質層や固体電解質層が突出している突出部分や、部分的に多孔質層や固体電解質層が欠落している欠落部分を有する場合がある。

10

【0036】

本発明においては、このように多孔質層の端部や固体電解質層の端部が上述した突出部分や欠落部分を有することにより、多孔質層の端部の位置および固体電解質層の端部の位置が完全に一致しない場合であっても、色素増感型太陽電池素子の内部短絡の発生を防止することが可能となる程度に固体電解質層の端部の位置と多孔質層の端部の位置とが部分的に一致している場合は、「固体電解質層の端部の位置と多孔質層の端部の位置とが一致する」ものとして扱うものとする。

【0037】

20

また、「固体電解質層の端部の位置と多孔質層の端部の位置とが部分的に一致している」とは、具体的には、端部に上述した突出部分および欠落部分を有する固体電解質層および多孔質層の積層体において、多孔質層の幅を100%とした場合に、多孔質層1つの端部から、上記多孔質層の幅に対して $\pm 20\%$ の幅の範囲内、好ましくは $\pm 10\%$ の幅の範囲内、より好ましくは $\pm 5\%$ の幅の範囲内に固体電解質層の端部が存在することを指す。なお、「+の幅の範囲内」とは、多孔質層の端部よりも外側の範囲を指し、「-の幅の範囲内」とは、多孔質層の端部よりも内側の範囲を指す。また、上記数値範囲は多孔質層の1つの幅における両端を考慮した値である。

【0038】

また、本発明において、「固体電解質層の大きさが多孔質層の大きさと同一である」場合は、製造コストを削減するために、固体電解質層の材料の使用量をより少なくすることが好ましい。よって、固体電解質層の材料の使用量を削減する観点からも、多孔質層の端部および固体電解質層の端部の位置関係を上記数値範囲内とすることは好ましい。

30

【0039】

一方、本発明において「固体電解質層の大きさが多孔質層の大きさよりも大きい」とは、多孔質層上全面および多孔質層が形成されていない領域（以下、多孔質層非形成領域と称して説明する場合がある。）に連続して固体電解質層が形成されていることを指す。

【0040】

なお、この場合、多孔質層非形成領域における固体電解質層の平面視上の形成位置としては、色素増感型太陽電池素子の内部短絡の発生を防止することが可能となるような位置であれば特に限定されず、図5(a)に示すように、固体電解質層4が多孔質層3の端部に沿って連続的に形成されていてもよく、図5(b)に示すように、固体電解質層4が多孔質層3の端部に沿って不連続に形成されていてもよい。なお、図5(a)、(b)は、図2(a)に示す構成を有する色素増感型太陽電池素子モジュールにおいて第2電極基材を省略した概略平面図であり、本発明における多孔質層および固体電解質層の位置関係を説明する図である。

40

【0041】

なお、「固体電解質層が多孔質層の端部に沿って連続的に形成される」とは、例えば多孔質層の形状が矩形状、多角形状等の複数の辺を有する形状である場合は、複数の辺のうち、少なくとも1辺の端部に固体電解質層が連続的に形成されることを指す。

50

一方、多孔質層の形状が円形状、楕円形状、または連続した曲線からなる端辺を有する形状である場合は、上記端辺に固体電解質層が連続的に形成されていることを指す。

また、「連続的に形成されている」とは、少なくとも1辺の端部または端辺の全てに固体電解質層が連続的に形成されている場合だけでなく、少なくとも1辺の端部または端辺の一部を除いて固体電解質層が連続的に形成されている場合を含む。

【0042】

また、本発明において、「固体電解質層が多孔質層の端部に沿って不連続に形成される」とは、固体電解質層が多孔質層の端部に沿って所定の間隔毎に形成されていることを指す。

【0043】

II. 色素増感型太陽電池素子の層構成

本発明における色素増感型太陽電池素子は、固体電解質層の大きさが上述した大きさを有するように、固体電解質層が形成されているものである。

また、上記色素増感型太陽電池素子の層構成は、具体的には、固体電解質層の大きさが多孔質層の大きさと同一となるように固体電解質層が形成されている態様（以下、第1態様とする。）と、固体電解質層の大きさが多孔質層の大きさよりも大きくなるように固体電解質層が形成されている態様（以下、第2態様とする。）との2つの態様を有する。

以下、各態様について説明する。

【0044】

第1態様

本態様の色素増感型太陽電池素子の層構成は、固体電解質層の大きさが多孔質層の大きさと同一となるように固体電解質層が形成されている層構成である。

【0045】

上記色素増感型太陽電池素子の層構成としては、固体電解質層の大きさが多孔質層の大きさと同一となるように、固体電解質層を形成することができ、かつ第1電極基材の第1電極層と第2電極基材の第2電極層との間に同一の大きさを有する固体電解質層および多孔質層を配置することが可能な層構成であれば特に限定されない。

【0046】

ここで、本態様において、上記多孔質層は第1電極基材の第1電極層または第2電極基材の第2電極層のいずれか一方の電極層上に形成されていればよいものであるが、多孔質層が第2電極基材の第2電極層上に形成されていることがより好ましい。後述するように、上記多孔質層の形成方法としては、焼成処理を含む形成方法が好ましく、第2電極基材として耐熱性の高い金属基材を用いることにより、多孔質層を焼成処理を含む形成方法で形成することが可能となるからである。

【0047】

よって、本態様における色素増感型太陽電池素子の層構成としては、第1電極基材の第1電極層と第2電極基材の第2電極層上に形成された多孔質層との間に固体電解質層が形成されている層構成であることが好ましい。

【0048】

ここで、本態様における色素増感型太陽電池素子の層構成が上述の層構成である場合、色素増感型太陽電池素子を構成する第2電極層、多孔質層、および固体電解質層は、いずれも第1電極基材の第1電極層のパターンに対応するように配置されるものである。

なお、「第2電極層、多孔質層、および固体電解質層が第1電極基材の第1電極層のパターンに対応するように配置される」とは、本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールを構成する色素増感型太陽電池素子が、第1電極層、第2電極層、多孔質層、および固体電解質層を有するように、第1電極基材上にパターン状に形成された複数の第1電極層上にそれぞれ第2電極層、多孔質層、および固体電解質層が配置されることを指す。より具体的には、1つの第1電極層上には第2電極層、多孔質層、および固体電解質層が不連続なパターンを有さず、連続的に配置されていることを指す。

以下、上記層構成について詳しく説明する。

10

20

30

40

50

【0049】

なお、以下の説明において「固体電解質層の幅または多孔質層の幅が電極層の幅よりも小さい」とは、第1電極層または第2電極層の内部（各端部よりも内側）に固体電解質層または多孔質層が形成されていることを指す。

また、「固体電解質層の幅または多孔質層の幅が電極層の幅と同一である」とは、第1電極層または第2電極層上全面に固体電解質層または多孔質層が形成され、第1電極層または第2電極層の端部の位置と固体電解質層または多孔質層の端部の位置とが一致している場合をいう。

なお、「第1電極層または第2電極層の端部の位置と固体電解質層または多孔質層の端部の位置とが一致している」ことについては、上述した「固体電解質層の端部の位置と多孔質層の端部の位置とが一致している」ことと同様とすることができるので、ここでの説明は省略する。

10

また、「固体電解質層の幅または多孔質層の幅が電極層の幅よりも大きい」とは、第1電極層または第2電極層上全面および第1電極層または第2電極層の端部の外側に固体電解質層または多孔質層が連続して形成されている場合をいう。

【0050】

上記層構成における第2電極層の配置としては、第1電極基材の第1電極層のパターンに対応するように配置することが可能であり、かつ隣接する色素増感型太陽電池素子の第2電極層同士が接触しないような配置であれば特に限定されないが、第2電極層の幅が第1電極層の幅と同一、または第1電極層の幅よりも大きくなるような配置であることが好ましい。色素増感型太陽電池素子モジュールの発電面積を大きなものとするのが可能となるからである。なお、上記第2電極層の幅と第1電極層の幅との大小関係については詳述した固体電解質層の幅または多孔質層の幅と電極層の幅との大小関係と同様とすることができるので、ここでの説明は省略する。

20

【0051】

本態様における多孔質層の配置としては、第2電極基材の第2電極層上に形成することができ、多孔質層上全面に固体電解質層を形成することができ、かつ第1電極基材の第1電極層のパターンに対応するように多孔質層を配置することが可能であれば特に限定されない。なかでも、多孔質層の幅と第2電極基材の第2電極層の幅とが同一となるような配置であることが好ましい。1つの色素増感型太陽電池素子において第1電極層と接触しやすい第2電極層の端部に多孔質層および固体電解質層を配置することが可能となるため、色素増感型太陽電池素子の内部短絡の発生をより好適に防止することが可能となる。また、上述した形成位置とした場合は、上述したように、第2電極基材を第2電極基材用基板から切り出して形成する場合に、多孔質層および固体電解質層を所望の形状に切り出すことができるため、簡便な方法で同一の大きさを有する多孔質層および固体電解質層を形成することができるからである。

30

【0052】

なお、「多孔質層の幅と第2電極基材の第2電極層の幅とが同一となる」とは、上述したように、第2電極層上全面に多孔質層が形成されている場合をいう。また、「第2電極層の一部において、第2電極層の一方の端部から第2電極層の他方の端部まで連続して多孔質層が形成されている」場合としては、例えば図6(a)、(b)に示すように、第2電極層22の接続部分bを除いた全面に多孔質層3が形成されている場合を挙げることができる。なお、図6(a)は図1(a)に示す色素増感型太陽電池素子モジュール100に用いられる第2電極基材20および多孔質層3の一例を示す概略平面図であり、図6(b)は図3(a)に示す色素増感型太陽電池素子モジュール100に用いられる第2電極基材20および多孔質層3の一例を示す概略平面図である。

40

【0053】

次に、固体電解質層の配置について説明する。

本態様における固体電解質層の配置としては、固体電解質層の幅と多孔質層の幅とが同一となり、かつ色素増感型太陽電池素子の内部短絡を防止することが可能であれば特に限

50

定されず、具体的には多孔質層上全面に形成可能な配置とされる。ここで、上述したように、多孔質層については、多孔質層の幅と第2電極基材の第2電極層の幅とが同一となるように配置されていることが好ましいことから、本態様における固体電解質層の配置としては、固体電解質層の幅と第2電極基材の第2電極層の幅が同一となることが好ましい。

【0054】

また、本態様における固体電解質層の配置としては、第1電極基材の第1電極層のパターンに対応することができ、かつ色素増感型太陽電池素子の内部短絡を防止することが可能な配置であれば特に限定されない。例えば図7(a)に示すように、固体電解質層4の幅が第1電極層12の幅よりも小さくなるように固体電解質層4が配置されてもよく、図1(b)に示すように、固体電解質層4の幅が第1電極層12の幅と同一となるように固体電解質層4が配置されていてもよく、図7(b)に示すように、固体電解質層4の幅が第1電極層12の幅よりも大きくなるように固体電解質層4が配置されていてもよい。

10

【0055】

本態様においては、なかでも、図1(b)や図7(b)に示すように、固体電解質層4の幅と第1電極層12の幅とが同一、または固体電解質層4の幅が第1電極層12の幅よりも大きくなる(固体電解質層4の幅が第1電極層12の幅と同一以上となる)ような配置であることが好ましい。色素増感型太陽電池素子1において発電に寄与することが可能な面積を大きくすることが可能となるからである。また、本発明においては、特に図7(b)に示すように、固体電解質層4の幅が第1電極層12の幅よりも大きくなるような配置であることが好ましい。色素増感型太陽電池素子1において第2電極層22と接触しやすい第1電極層12の端部の外側にも固体電解質層4を配置することが可能となるため、色素増感型太陽電池素子1の内部短絡をより好適に防止することが可能となるからである。

20

【0056】

ここで、色素増感型太陽電池素子モジュールにおいて、1つの色素増感型太陽電池素子の第1電極層と、上記1つの色素増感型太陽電池素子に隣接する他の色素増感型太陽電池素子の第2電極層とを内部接続させる場合は、図1(a)や図3(a)、(b)に示すように、第1電極基材10の第1電極層12のパターン形状が接続部分aを有し、第2電極基材20の第2電極層22の形状が接続部分bを有することが好ましい。色素増感型太陽電池素子が上述した接続部分を有する場合、多孔質層および固体電解質層は、各電極基材の各電極層の接続部分に形成されないことから、上記接続部分以外の部分で、上述した各層の配置をとることが好ましい。

30

【0057】

上記色素増感型太陽電池素子が内部接続のための接続部分を有する場合について、図3(a)、(b)に示される構成を有する色素増感型太陽電池素子1を例に挙げて説明する。上記構成を有する場合、多孔質層3の配置としては、色素増感型太陽電池素子1の内部短絡の発生を防止することが可能な配置であれば特に限定されないが、図3(b)および図8に示すように、第2電極層22の接続部分bを除く部分で多孔質層3の幅と第2電極層12の幅とが同一、すなわち、第2電極層22の接続部分bを除く第2電極層12の全面に多孔質層3が配置されていることが好ましい。

40

また、固体電解質層3の形成位置としては、色素増感型太陽電池素子1の内部短絡の発生を防止することが可能であれば特に限定されないが、第1電極層12の接続部分aを除く部分で固体電解質層4の幅が第1電極層12の幅と同一以上、すなわち、図3(b)に示すように、少なくとも第1電極層12の接続部分aを除く第1電極層12の全面に固体電解質層4が配置されていることや、図8に示すように、第1電極層12の接続部分aを除く第1電極層12の全面に固体電解質層4が配置され、かつ、第1電極層12の接続部分aに含まれる端部とは反対側の端部の外側に固体電解質層4が配置されていることが好ましい。なお、図8に示すように、第1電極層12の接続部分aが含まれる端部とは反対側の端部の外側に固体電解質層4が配置される場合は、固体電解質層4によって、隣接する色素増感型太陽電池素子1の第1電極層12と第2電極層22との接続が妨げられない

50

程度に配置される。

【 0 0 5 8 】

なお、上述の説明においては、主に第1電極基材の第1電極層と第2電極基材の第2電極層上に形成された多孔質層との間に固体電解質層が形成されている層構成を例に挙げて説明したが、本態様においては上記層構成に限定されず、第1電極基材の第1電極層上に形成された多孔質層と第2電極基材の第2電極層との間に固体電解質層が形成されている層構成についても採用することが可能である。

【 0 0 5 9 】

上記層構成における各層の配置としては、第1電極基材の第1電極層のパターンに対応するように第2電極層、多孔質層、および固体電解質層を配置することが可能であり、固体電解質層の大きさが多孔質層の大きさと同一となるように固体電解質層を形成することが可能であり、かつ色素増感型太陽電池素子の内部短絡の発生を防止することが可能な配置であれば特に限定されないが、固体電解質層の幅および多孔質層の幅が第1電極層の幅および第2電極層の幅と同一以上となることが好ましい。上記層構成とすることにより、色素増感型太陽電池素子の内部短絡の発生をより好適に防止することができるからである。

10

【 0 0 6 0 】

2. 第2態様

本態様の色素増感型太陽電池素子の層構成は、固体電解質層の大きさが多孔質層の大きさよりも大きくなるように固体電解質層が形成されている層構成である。

20

【 0 0 6 1 】

本態様の色素増感型太陽電池素子の層構成としては、固体電解質層の大きさが多孔質層の大きさよりも大きくなるように、固体電解質層を形成することができ、かつ第1電極基材の第1電極層と第2電極基材の第2電極層との間に上記固体電解質層および多孔質層を配置することが可能な層構成であれば特に限定されない。

【 0 0 6 2 】

ここで、本態様において、上記多孔質層は第1電極基材の第1電極層上または第2電極基材の第2電極層のいずれか一方の電極層上に形成されていればよいものであるが、多孔質層が第2電極基材の第2電極層上に形成されていることがより好ましい。なお、この理由については上述した第1態様の項で説明した理由と同様とすることができるので、こ

30

【 0 0 6 3 】

よって、本態様における色素増感型太陽電池素子の層構成としては、第1電極基材の第1電極層と第2電極基材の第2電極層上に形成された多孔質層との間に固体電解質層が形成されている層構成であることが好ましい。

【 0 0 6 4 】

ここで、本態様における色素増感型太陽電池素子の層構成が上述する層構成である場合、第1態様と同様に、色素増感型太陽電池素子を構成する多孔質層、固体電解質層、および第2電極層は、いずれも第1電極基材の第1電極層のパターンに対応するように配置されるものである。

40

以下、上記色素増感型太陽電池素子の層構成における各層の配置について詳しく説明する。

【 0 0 6 5 】

本態様における第2電極層の配置、および多孔質層の配置については、上述した第1態様の項で説明した多孔質層の配置と同様とすることができるので、ここでの説明は省略する。

【 0 0 6 6 】

本態様における固体電解質層の配置としては、固体電解質層の大きさが多孔質層の大きさよりも大きくなるように、固体電解質層を配置することが可能であり、第1電極基材の第1電極層のパターンに対応する配置であり、かつ色素増感型太陽電池素子の内部短絡を

50

防止することが可能な配置であれば特に限定されない。

【0067】

ここで、上述したように、多孔質層については、多孔質層の幅と第2電極基材の第2電極層の幅とが同一となるように配置されていることが好ましいことから、本態様における固体電解質層の配置としては、固体電解質層の幅が第2電極基材の第2電極層の幅よりも大きくなるような配置であることが好ましい。

【0068】

またここで、本態様の色素増感型太陽電池素子においては、その発電面積が大きいことが好ましいことから、図2(b)に示すように、第1電極基材10の第1電極層12の幅と第2電極基材20の第2電極層22に形成された多孔質層3の幅とが同一、または図示はしないが、多孔質層の幅が第1電極層の幅よりも大きくなることが好ましい。よって本態様においては、固体電解質層の幅が第1電極層の幅よりも大きくなるように、固体電解質層が配置されていることが好ましい。なお、この場合、固体電解質層は、通常、第1電極基材の第1電極層側に形成される。

10

【0069】

固体電解質層の幅が第1電極層の幅よりも大きくなる場合、固体電解質層の形成位置としては、例えば図2(b)に示すように、第1電極基材10の第1電極層12のパターンに対応するパターンを有するように固体電解質層4が第1電極基材10の第1電極層12側に形成されていてもよく、図9に示すように、第1電極基材10の複数の第1電極層12を覆うように、固体電解質層4が第1電極基材10の第1電極層12側に連続して形成

20

されていてもよい。
なお、色素増感型太陽電池素子モジュールにおいて、隣接する色素増感型太陽電池素子の固体電解質層や多孔質層については接触したとしても短絡を生じないものである。

【0070】

本態様においては、なかでも、図2(b)に示すように、第1電極基材10の第1電極層12のパターンに対応するパターンを有するように、固体電解質層4が第1電極基材10の第1電極層12側に形成されていることが好ましい。固体電解質層が第1電極基材の第1電極層側に連続して配置されている場合に比べて、リーク電流が生じにくいことから、本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールをより発電効率が高く、高性能なもの

30

【0071】

なお、第1電極基材の第1電極層のパターンに対応するパターンを有するように、固体電解質層が第1電極基材の第1電極層側に形成される場合、固体電解質層のパターン形状については第1電極基材の第1電極層のパターンに応じて適宜選択される。

【0072】

ここで、上述した第1態様の項でも説明したように、色素増感型太陽電池素子モジュールにおいて、1つの色素増感型太陽電池素子の第1電極層と、上記1つの色素増感型太陽電池素子に隣接する他の色素増感型太陽電池素子の第2電極層とを内部接続させる場合は、図2(a)や図4(a)、(b)に示すように、第1電極基材10の第1電極層12のパターン形状が接続部分aを有し、第2電極基材20の第2電極層22の形状が接続部分bを有することが好ましい。この場合、多孔質層および固体電解質層は、各電極層の接続部分に形成されないことから、上記接続部分以外の部分で、上述した多孔質層の配置、および固体電解質層の配置をとることが好ましい。

40

【0073】

色素増感型太陽電池素子が内部接続のための接続部分を有する場合について、図4(a)、(b)に示される構成を有する色素増感型太陽電池素子1を例に挙げて説明する。

色素増感型太陽電池素子1が上記構成を有する場合、多孔質層3の配置については上述した第1態様の項で説明した配置と同様とすることができるので、ここでの説明は省略する。

また、固体電解質層4の配置としては、色素増感型太陽電池素子1の内部短絡を防止す

50

ることが可能であれば特に限定されないが、本態様においては固体電解質層4の大きさが多孔質層3の大きさよりも大きくなるように配置されるものであることから、通常は、図4(b)および図10に示すように、多孔質層3上全面、および第2電極基材20の第2電極層22の接続部分bに含まれる端部とは反対側の端部の外側に固体電解質層4が配置される。

また、固体電解質層4の配置としては、第1電極層12の接続部分aを除く部分で固体電解質層4の幅が第1電極層12の幅と同一以上、すなわち、図4(b)に示すように、第1電極層12の接続部分aを除く第1電極層12の全面に固体電解質層4が配置されていることや、図10に示すように、第1電極層12の接続部分aを除く第1電極層12の全面および第1電極層12の接続部分aに含まれる端部とは反対側の端部の外側に固体電解質層4が配置されていることが好ましい。なお、第1態様の項でも説明したように、図10に示すように、第1電極層12の接続部分aに含まれる端部とは反対側の端部の外側に固体電解質層4が配置される場合は、固体電解質層4によって、隣接する色素増感型太陽電池素子1の第1電極層12と第2電極層22との接続が妨げられない程度に配置される。

【0074】

なお、上述の説明においては、主に第1電極基材の第1電極層と第2電極基材の第2電極層上に形成された多孔質層との間に固体電解質層が形成されている層構成を例に挙げて説明したが、本態様においては上記層構成に限定されず、第1電極基材の第1電極層上に形成された多孔質層と第2電極基材の第2電極層との間に固体電解質層が形成されている層構成についても採用することが可能である。

【0075】

上記層構成における各層の配置としては、第1電極基材の第1電極層のパターンに対応するように第2電極層、多孔質層、および固体電解質層を配置することが可能であり、固体電解質層の大きさが多孔質層の大きさよりも大きくなるように固体電解質層を形成することが可能であり、かつ色素増感型太陽電池素子の内部短絡を防止することが可能な配置であれば特に限定されないが、固体電解質層の幅が多孔質層の幅、第1電極層の幅および第2電極層の幅よりも大きくなるような配置であることが好ましい。上記層構成とすることにより、色素増感型太陽電池素子の内部短絡の発生をより好適に防止することができるからである。

【0076】

3. 色素増感型太陽電池素子の層構成

本発明における色素増感型太陽電池素子は、上述した第1態様の層構成、第2態様の層構成のいずれも採用することができるが、第2態様の層構成を採用することがより好ましい。第2態様の層構成とすることにより、上記色素増感型太陽電池素子の内部短絡の発生をより好適に防止することが可能となるからである。

【0077】

III. 色素増感型太陽電池素子モジュールの構成

本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールは、1枚の第1基材および上記第1基材上にパターン状に形成された複数の第1電極層を有する第1電極基材と、少なくとも第2電極層を有する複数の第2電極基材と、上記第1電極基材の第1電極層または上記第2電極基材の第2電極層のうち、いずれか一方の電極層上に形成され、色素増感剤が担持された金属酸化物半導体微粒子を含有する複数の多孔質層と、上記第1電極基材の第1電極層または上記第2電極基材の第2電極層のうち、上記多孔質層が形成されていない方の電極層および上記多孔質層の間に形成され、酸化還元対を含有する複数の固体電解質層とを有し、上記第1電極層、上記第2電極層、上記多孔質層、および上記固体電解質層を有する色素増感型太陽電池素子が複数連結されて構成され、1つの上記色素増感型太陽電池素子の上記第1電極層および上記1つの色素増感型太陽電池素子に隣接する他の上記色素増感型太陽電池素子の上記第2電極層が電氣的に接続されているものである。

【0078】

以下、本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールの各構成について説明する。

【0079】

1. 固体電解質層

本発明における固体電解質層は、上記第1電極基材の第1電極層または上記第2電極基材の第2電極層のうち、上記多孔質層が形成されていない方の電極層および上記多孔質層の間に形成され、酸化還元対を含有する複数の固体電解質層とを有するものである。また、上記固体電解質層は、固体電解質層の幅が多孔質層の幅と同一、または大きくなるように形成されているものである。

【0080】

ここで、上記固体電解質層は、酸化還元対を含有し、流動性を示さないものである。封止部材等を用いることなく第1電極層および第2電極層の間に保持可能な程度の硬度を有するものであれば特に限定されない。固体電解質層には、固体の材料だけが用いられている全固体電解質層、液体の材料に金属酸化物等の無機化合物の微粒子あるいはゴムや樹脂等の高分子化合物などを添加した擬固体電解質（「擬固体電解質」は「ゲル電解質層」と呼ばれる場合もある。）が含まれる。

10

【0081】

(1) 固体電解質層の構造

本発明における固体電解質層の形状としては、その大きさが多孔質層の大きさと同一、または多孔質層の大きさよりも大きくなるような形状であり、かつ、第1電極基材の第1電極層のパターンに対応する形状であれば、特に限定されるものではないが、上述した「

20

【0082】

具体的には、固体電解質層の大きさが多孔質層の大きさと同一となる場合は、固体電解質層は第2電極基材の第2電極層側に形成された多孔質層上全面に形成することが可能な形状であることが好ましく、固体電解質層の幅が第2電極層の幅と同一となるような形状であることが好ましい。

【0083】

一方、固体電解質層の大きさが多孔質層の大きさよりも大きくなる場合は、固体電解質層の形状としては、第1電極基材の第1電極層側に形成することが可能な形状であることが好ましい。また、この場合、固体電解質層の形状としては、第1電極基材の第1電極層を覆うように、第1電極基材の全面に形成されたものであってもよく、第1電極基材の第1電極層のパターンに対応するパターンを有するものであってもよい。

30

【0084】

なお、「固体電解質層の形状が第1電極基材の第1電極層のパターンに対応するパターンを有する」とは、本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールを構成する色素増感型太陽電池素子がそれぞれ固体電解質層を有するように、固体電解質層の形状が、第1電極基材上にパターン状に形成された複数の第1電極層上に固体電解質層を形成することが可能となるパターンを有することを指す。

より具体的には、本発明における1つの固体電解質層が、1つの第1電極層上に連続的に形成可能なパターンを有することを指す。

40

【0085】

本発明においては、なかでも固体電解質層の形状が、第1電極基材の第1電極層のパターンに対応するパターンを有するものであることが好ましい。

なお、固体電解質層のパターン形状については、第1電極基材の第1電極層のパターンによって、適宜選択されるものであるが、図2(a)、図4(a)、(b)等のように、本発明における第1電極基材10の第1電極層12のパターン形状がストライプ状である場合は、ストライプの少なくとも一方の長辺の端部の外側に固体電解質層4を形成することが可能なパターン形状であることが好ましい。

【0086】

50

ここで、本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールの形状は、第1基材としてフレキシブル性を有する基材を用いた場合に、曲げ加工に対して優れた加工性を示すことが可能となる形状である。また、第1基材上にストライプ状に複数の第1電極層を形成した場合、本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールにおいては、第1電極層の各ストライプの配列方向における加工性が大きく向上する。そのため、各々の色素増感型太陽電池素子内においては、第1電極層のストライプの長辺の端部において、第2電極層との距離が変化しやすくなるため、第1電極層および第2電極層が接触することによる内部短絡が生じやすくなることが懸念される。

よって、上記第1電極層の各ストライプの長辺の端部に固体電解質層が配置されていることにより、色素増感型太陽電池素子における内部短絡の発生をより効果的に防止することができる。

10

【0087】

本発明における固体電解質層の膜厚としては、10nm～100μmの範囲内、なかでも1μm～50μmの範囲内、特に5μm～30μmの範囲内であることが好ましい。上記固体電解質層の膜厚が上記範囲に満たない場合は、上記固体電解質層が十分に機能せず色素増感型太陽電池素子モジュールの発電効率が低下する可能性があるからである。また、上記固体電解質層の膜厚が上記範囲を超える場合は、本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールを薄膜に形成することが困難になるからである。

【0088】

(2) 固体電解質層の材料

本発明における固体電解質層の材料は、酸化還元対を含有するものである。

20

【0089】

(a) 酸化還元対

次に、固体電解質層に用いられる酸化還元対について説明する。

本発明における固体電解質層において、酸化還元対としては、一般的に色素増感型太陽電池の電解質層において用いられているものであれば特に限定はされない。具体的には、ヨウ素およびヨウ化物の組合せ、臭素および臭化物の組合せであることが好ましい。例えば、ヨウ素およびヨウ化物の組合せとしては、LiI、NaI、KI、CaI₂等の金属ヨウ化物と、I₂との組合せを挙げることができる。さらに、臭素および臭化物の組み合わせとしては、LiBr、NaBr、KBr、CaBr₂等の金属臭化物と、Br₂との組合せを挙げることができる。

30

【0090】

また、上記酸化還元対の含有量としては、固体電解質層に占める酸化還元対の割合が、1質量%～50質量%の範囲内、中でも、5質量%～35質量%の範囲内であることが好ましい。

【0091】

(b) その他の成分

本発明に用いられる固体電解質層は、上述した酸化還元対の他にも、必要な成分を適宜追加することが可能である。

以下、このような成分について説明する。

40

【0092】

(i) 高分子化合物

本発明における固体電解質層は、高分子化合物を含有していることが好ましい。固体電解質層が高分子化合物を含有していることにより、固体電解質層の強度を高いものとするのが可能となるからである。

以下、上記固体電解質層に用いられる高分子化合物について説明する。

【0093】

上記固体電解質層における高分子化合物としては、ポリエーテル、ポリメタクリル酸、ポリアクリル酸アルキルエステル、ポリメタクリル酸アルキルエステル、ポリカプロラクトン、ポリヘキサメチレンカーボネート、ポリシロキサン、ポリエチレンオキサイド、ポ

50

リプロピレンオキサイド、ポリアクリルニトリル、ポリフッ化ビニリデン、ポリフッ化ビニル、ポリヘキサフルオロプロピレン、ポリフロロエチレン、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン、ポリアクリロニトリルを主鎖に持つ高分子化合物ないしはこれらモノマー成分2種類以上の共重合体等を好ましく用いることができる。

【0094】

また、上記固体電解質層に用いられる高分子化合物としては、セルロース系樹脂を挙げることができる。セルロース系樹脂は、耐熱性が高いので、セルロース系樹脂で固体化した電解質層は、高温下でも液漏れが起こらず熱安定性が高い。具体的にはセルロース、酢酸セルロース、二酢酸セルロース、三酢酸セルロース等のセルロースアセテート(CA)、セルロースアセテートブチレート(CAB)、セルロースアセテートプロピオネート(CAP)、セルロースアセテートフタレート、硝酸セルロース等のセルロースエステル類、メチルセルロース、エチルセルロース、ベンジルセルロース、シアノエチルセルロース、ヒドロキシメチルセルロース、ヒドロキシエチルセルロース、ヒドロキシプロピルセルロース、ヒドロキシプロピルメチルセルロース、カルボキシメチルセルロース等のセルロースエーテル類が挙げられる。これらのセルロース系樹脂は、いずれかを単独で用いても良いし、2種以上を組み合わせ用いても良い。

10

【0095】

セルロース系樹脂の中でも、電解質溶液への相溶性の観点から、特にカチオン性セルロース誘導体が好ましく用いられる。カチオン性セルロース誘導体とは、セルロース又はその誘導体のOH基にカチオン化剤を反応させてカチオン化したものをいう。カチオン性セルロース誘導体を含有させることにより、電解液の保持性に優れ、特に高温下あるいは加圧時において電解液の液漏れがない、熱安定性に優れた固体電解質層を得ることができる。

20

【0096】

上記のようなセルロース系樹脂の分子量は、そのセルロース系樹脂の種類によって異なり、特に限定されないが、電解質層を形成する際に良好な造膜性を得る観点から、質量平均分子量が10,000以上(ポリスチレン換算)、特に100,000~200,000の範囲内であることが好ましい。例えば、セルロース系樹脂としてエチルセルロースを用いる場合には、水に2質量%でエチルセルロースを溶解させ、30で粘度測定を行った場合の値で、5mPa·s~1000mPa·sの範囲内、特に10mPa·s~500mPa·sの範囲内の粘度を示すような分子量とすることが好ましい。

30

【0097】

また、セルロース系樹脂のガラス転移温度は、電解質層の十分な熱安定性を得るために、80~150の範囲内であることが好ましい。

【0098】

本発明に用いられる高分子化合物としては、透明性を有するものであることが好ましい。上記高分子化合物が透明性を有することによって、上記固体電解質層の透明性をより向上させることができる。また、上記固体電解質層の透明性を向上させることにより、本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールの外観を良好なものとするのが可能となる。また、上記固体電解質層が多孔質層に浸透した際に、固体電解質層によって光を遮断することを防止することが可能となるので、本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールの性能を向上させることが可能となる。

40

【0099】

このような高分子化合物の含有量としては、低過ぎると固体電解質層の熱安定性が低下し、逆に高過ぎると太陽電池の光電変換効率が低下するため、これらを考慮して適宜設定される。具体的には、固体電解質層を構成する材料中に5質量%~60質量%含有させることが好ましい。上記固体電解質層を構成する材料中の高分子化合物が上記範囲よりも割合が低いと、後述する多孔質層との密着性が十分に得られない場合があり、また、固体電解質層自体の機械的強度の低下に繋がる場合があるため好ましくない。一方、上記範囲よりも割合を高くすると、絶縁性である高分子化合物が多量に存在することから、電荷を輸

50

送する機能が阻害されるおそれがあるため好ましくない。

【0100】

(ii) その他の成分

本発明における固体電解質層は、上述した高分子化合物以外の任意の成分を含有することができる。このような成分としては、例えばイオン液体を挙げることができる。

【0101】

(3) 固体電解質層の形成方法

本発明における固体電解質層の形成方法としては、色素増感型太陽電池素子が上述した層構成を有するように固体電解質層を形成することが可能であれば特に限定されず、一般的な塗布方法を用いて上述した固体電解質層の材料を塗布する方法を挙げることができる。

10

また、上記固体電解質層は、第1電極基材の第1電極層側に形成されていてもよく、第2電極基材の第2電極層側に形成されていてもよい。

【0102】

固体電解質層の大きさが多孔質層の大きさと同一である場合は、固体電解質層は、第2電極基材の第2電極層上に形成された多孔質層上に形成することが好ましい。

上述したように、上記第2電極基材は、第2電極基材用基板を切断することによって形成することが可能である。よって、予め第2電極基材用基板上に固体電解質層を連続的に形成した後、第2電極基材用基板を切断することにより、同一の大きさを有する多孔質層および固体電解質層を簡便な形成方法で形成することができるからである。

20

【0103】

一方、固体電解質層の大きさが多孔質層の大きさよりも大きくなる場合は、固体電解質層は、通常、第1電極基材の第1電極層側に形成される。

【0104】

2. 多孔質層

本発明における多孔質層は、上記第1電極基材の第1電極層または上記第2電極基材の第2電極層のうち、いずれか一方の表面上に形成され、色素増感剤が担持された金属酸化物半導体微粒子を含有するものである。

【0105】

(1) 多孔質層の構造

本発明における多孔質層の形状としては、第1電極基材の第1電極層のパターンに対応する形状であれば特に限定されないが、上述した「II. 色素増感型太陽電池素子の層構成」の項において説明したように多孔質層を配置することが可能となるような形状であることが好ましい。

30

【0106】

また、本発明における上記多孔質層は、第1電極基材の複数の第1電極層上、または第2電極基材の第2電極層上のいずれか一方に形成することが可能であるが、固体電解質層の大きさが多孔質層の大きさと同一となる場合、または固体電解質層の大きさが多孔質層の大きさよりも大きくなる場合のいずれも、第2電極基材の第2電極層上に形成可能な形状であることが好ましく、なかでも多孔質層の幅と第2電極層の幅とが同一となるような形状であることが好ましい。

40

この場合、多孔質層の形状は、通常、第1電極基材の第1電極層のパターンに対応するパターンを有する形状となる。

なお、「多孔質層の形状が第1電極基材の第1電極層のパターンに対応するパターンを有する」とは、本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールを構成する色素増感型太陽電池素子がそれぞれ多孔質層を有するように、多孔質層の形状が、第1電極基材上にパターン状に形成された複数の第1電極層上に多孔質層を形成することが可能となるパターンを有することを指す。

より具体的には、本発明における1つの多孔質層が、1つの多孔質層上に連続的に形成可能なパターンを有することを指す。

50

【0107】

なお、多孔質層が第1電極基材の複数の第1電極層上に形成する場合、多孔質層の形状については、上述した第1電極基材の第1電極基材側に形成される固体電解質層の形状と同様とすることができるので、ここでの説明は省略する。

【0108】

本発明における多孔質層の厚みは、本発明色素増感型太陽電池素子モジュールの用途に応じて、適宜決定できるものであり、特に限定されるものではない。なかでも本発明における多孔質層の厚みは、通常、 $1\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$ の範囲内であることが好ましく、特に $3\mu\text{m} \sim 30\mu\text{m}$ の範囲内であることが好ましい。

【0109】

(2) 多孔質層の材料

本発明の多孔質層は、金属酸化物半導体微粒子、および色素増感剤を有するものである。

以下、金属酸化物半導体微粒子、および色素増感剤についてそれぞれ説明する。

【0110】

(a) 金属酸化物半導体微粒子

上記金属酸化物半導体微粒子としては、半導体特性を備える金属酸化物からなるものであれば特に限定されるものではない。上記金属酸化物半導体微粒子を構成する金属酸化物としては、例えば、 TiO_2 、 ZnO 、 SnO_2 、 ITO 、 ZrO_2 、 MgO 、 Al_2O_3 、 CeO_2 、 Bi_2O_3 、 Mn_3O_4 、 Y_2O_3 、 WO_3 、 Ta_2O_5 、 Nb_2O_5 、 La_2O_3 等を挙げることができる。

なかでも本発明においては、 TiO_2 からなる金属酸化物半導体微粒子を用いることが最も好ましい。 TiO_2 は特に半導体特性に優れるからである。

【0111】

上記金属酸化物半導体微粒子の平均粒径としては、通常、 $1\text{nm} \sim 10\mu\text{m}$ の範囲内であることが好ましく、特に $10\text{nm} \sim 1000\text{nm}$ の範囲内であることが好ましい。

なお、上記金属酸化物半導体微粒子の平均粒径は一次粒径を意味するものとする。

【0112】

(b) 色素増感剤

上記色素増感剤としては、光を吸収して起電力を生じさせることが可能なものであれば特に限定はされない。このような色素増感剤としては、有機色素または金属錯体色素を挙げることができる。上記有機色素としては、アクリジン系、アゾ系、インジゴ系、キノロン系、クマリン系、メロシアニン系、フェニルキサンテン系、インドリン系、カルバゾール系の色素が挙げられる。本発明においてはこれらの有機色素の中でも、クマリン系色素を用いることが好ましい。また、上記金属錯体色素としてはルテニウム系色素を用いることが好ましく、特にルテニウム錯体であるルテニウムピペリジン色素およびルテニウムターピリジン色素を用いることが好ましい。このようなルテニウム錯体は吸収する光の波長範囲が広いため、光電変換できる光の波長領域を大幅に広げることができるからである。

【0113】

(c) 任意の成分

上記多孔質層には、上記金属酸化物半導体微粒子の他に任意の成分が含まれていてもよい。本発明における任意の成分としては、例えば、樹脂を挙げることができる。上記多孔質層に樹脂が含有されることにより、本発明における多孔質層の脆性を改善することができるからである。

【0114】

本発明における多孔質層に用いることができる樹脂としては、例えば、ポリビニルピロリドン、エチルセルロース、カプロラクタン等を挙げることができる。

【0115】

(3) 多孔質層の形成方法

本発明における多孔質層の形成方法としては、第1電極基材の複数の第1電極層上また

10

20

30

40

50

は第2電極基材の第2電極層上に所望の厚みで多孔質層を形成することが可能な方法であれば特に限定されるものではない。

【0116】

また、本発明においては、上述したように、第2電極基材の第2電極層上に多孔質層を形成することが好ましい。この場合、第2電極基材用基板上に多孔質層を連続的に形成した後、第2電極基材用基板を切断することにより、所望の形状を有する多孔質層を形成することが可能となることから、第1電極基材の第1電極層上に多孔質層をパターン状に形成する場合に比べて、より簡便な方法で多孔質層を形成することができるからである。

【0117】

なお、多孔質層の形成方法としては、より具体的には次の方法を挙げることができる。

まず、少なくとも上述した金属酸化物半導体微粒子、バインダー樹脂、および溶媒からなる多孔質層形成用塗工液を調製する。次に第2電極層として金属層を用い、上記金属層上に、調製された上記多孔質層形成用塗工液を所望の膜厚で塗布して多孔質層形成用塗布膜を形成し、上記多孔質層形成用塗布膜を焼成してバインダー樹脂を熱分解させることにより多孔質層形成用層を形成する。次に上記多孔質層形成用層の表面に上述した色素増感剤を付着させることにより多孔質層を形成する。

なお、多孔質層形成用塗工液に用いられるバインダー樹脂、溶媒については一般的な多孔質層の形成方法で用いられるものと同様とすることができるので、ここでの説明は省略する。また、多孔質層形成用塗工液としては、上述した成分の他に、必要に応じて分散剤を添加することもできる。

また、多孔質層形成用塗工液の塗布方法、焼成条件等についても一般的な多孔質層の形成方法で用いられるものと同様とすることができるので、ここでの説明は省略する。

【0118】

また、多孔質層の形成方法としては、次の方法を用いることも可能である。

まず、上述した金属酸化物半導体微粒子および溶媒を含む多孔質層形成用組成物を第2電極層上に塗布して乾燥させることにより多孔質層形成用層を形成し、次いで多孔質層形成用層に色素増感剤を付着させることにより多孔質層を形成する。上記多孔質層形成用組成物に用いられる溶媒、上記多孔質層形成用組成物の塗布方法、および乾燥条件等については、一般的な多孔質層の形成方法で用いられるものと同様とすることができるので、ここでの説明は省略する。

なお、この方法は、第1電極基材の第1電極層上に多孔質層を形成する場合においても用いることができる。

【0119】

また、多孔質層の形成方法としては、次の方法を用いることも可能である。

上述した第2電極層上に多孔質層を焼成して形成する方法と同様の方法を用いて、耐熱基板上に剥離層を形成した後、上記多孔質層を剥離層上に配置し、上記第2電極層と貼り合せ、次いで耐熱基板を剥離することにより多孔質層を形成する。

なお、この方法は、第1電極基材の第1電極層上に多孔質層を形成する場合においても用いることができる。

【0120】

3. 第1電極基材

本発明における第1電極基材は、1枚の第1基材と、上記第1基材上にパターン状に形成された複数の第1電極層とを有するものである。

【0121】

第1電極基材としては、透明性を有する基材であってもよく、透明性を有さない基材であってもよく、本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールの受光面により適宜選択されるものである。

第2電極基材が透明性を有する基材である場合は、第1電極基材としては、透明性を有する基材であってもよく、透明性を有さない基材であってもよい。

一方、第2電極基材が透明性を有さない基材である場合は、第1電極基材は透明性を有

10

20

30

40

50

する基材である。

以下、それぞれについて説明する。

【0122】

(1) 透明性を有する基材

上記第1電極基材が透明性を有する基材である場合、第1電極基材は、通常、第1基材として透明基材と、第1電極層として上記透明基材上に形成された透明電極層とを有するものである。

【0123】

(a) 第1基材

上記第1電極基材が透明性を有する基材である場合、上述したように、第1基材として透明基材が用いられる。

10

上記透明基材は、後述する透明電極層を支持するものである。

【0124】

上記透明基材としては、後述する透明電極層を形成することが可能であり、色素増感型太陽電池素子モジュールを構成する色素増感型太陽電池素子を形成可能な程度の自己支持性を有するものであれば特に限定されず、フレキシブル性を有していてもよく、フレキシブル性を有していなくてもよい。

【0125】

なお、本発明における「透明基材のフレキシブル性」とは、ロール状に巻き取ることが可能であり、かつ本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールに所望の加工性を付与することが可能な程度であれば特に限定されない。具体的に上述した透明基材のフレキシブル性とは、JIS R1601のファインセラミックスの曲げ試験方法で、5KNの力をかけたときに曲がることを指す。

20

【0126】

本発明においては、なかでも、透明基材がフレキシブル性を有するものであることが好ましい。本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールを加工性に優れたものとすることができるからである。

【0127】

このような透明基材としては、具体的には、無機透明基材や樹脂製基材を用いることができる。このうち、樹脂製基材は、軽量であり、加工性に優れ、製造コストの低減ができるため好ましい。

30

【0128】

上記樹脂製基材としては、例えば、エチレン・テトラフルオロエチレン共重合体、二軸延伸ポリエチレンテレフタレート(PET)、ポリエーテルサルホン(PES)、ポリエーテルエーテルケトン(PEEK)、ポリエーテルイミド(PEI)、ポリイミド(PI)、ポリエステルナフタレート(PEN)、ポリカーボネート(PC)等の樹脂からなる基材等を挙げることができる、なかでも本発明においては、二軸延伸ポリエチレンテレフタレート(PET)、ポリエステルナフタレート(PEN)、ポリカーボネート(PC)等の樹脂からなる基材等が用いられることが好ましい。

【0129】

また、上記無機透明基材としては、合成石英基材やガラス基板等を挙げることができる。

40

【0130】

また、本発明における透明基材の厚みは、上記色素増感型太陽電池素子モジュールの用途等に応じて適宜選択することができるものであるが、通常、5 μ m~2000 μ mの範囲内であることが好ましく、特に10 μ m~500 μ mの範囲内であることが好ましく、さらに25 μ m~200 μ mの範囲内であることが好ましい。

【0131】

また、本発明に用いられる透明基材は、耐熱性、耐候性、水蒸気、その他のガスバリア性に優れたものであることが好ましい。上記透明基材がガスバリア性を有することにより

50

、例えば、本発明における色素増感型太陽電池素子の経時安定性を高いものとすることができるからである。なかでも本発明においては、酸素透過率が温度23、湿度90%の条件下において $1\text{ cc}/\text{m}^2/\text{day}\cdot\text{atm}$ 以下、水蒸気透過率が温度37.8、湿度100%の条件下において $1\text{ g}/\text{m}^2/\text{day}$ 以下のガスバリア性を有する透明基材を用いることが好ましい。本発明においては、このようなガスバリア性を達成するために、上記透明基材上に任意のガスバリア層を設けたものを用いてもよい。なお、上記酸素透過率は、酸素ガス透過率測定装置（モダンコントロール（株）製、OX-TRAN 2/20：商品名）を用いて測定した値である。また、上記水蒸気透過率は、水蒸気透過率測定装置（モダンコントロール（株）製、PERMATRAN-W 3/31：商品名）を用いて測定した値である。

10

【0132】

(b) 第1電極層

上記第1電極基材が透明性を有する基材である場合、上述したように、第1電極層としては透明電極層が用いられる。

透明電極層は、上述した透明基材上にパターン状に形成されるものである。

【0133】

本発明に用いられる透明電極層としては、透明性を有し、所定の導電性を有するものであれば特に限定されるものではない。このような透明電極層に用いられる材料としては、金属酸化物、導電性高分子材料等を挙げることができる。

【0134】

上記金属酸化物としては、例えば、 SnO_2 、 ZnO 、酸化インジウムにスズを添加した化合物（ITO）、酸化インジウムに酸化亜鉛を添加した化合物（IZO）等を挙げることができる。本発明においては、これらのいずれの金属酸化物であっても好適に用いることができるが、なかでもフッ素ドープした SnO_2 （以下、FTOと称する。）、ITOを用いることが好ましい。FTOおよびITOは、導電性および太陽光の透過性の両方に優れているからである。

20

一方、上記導電性高分子材料としては、例えば、ポリチオフェン、ポリアニリン（PA）、ポリピロール、ポリエチレンジオキシチオフェン（PEDOT）、ならびにこれらの誘導体等を挙げることができる。また、これらを2種以上混合して用いることもできる。

【0135】

本発明における透明電極層の全光線透過率は、85%以上であることが好ましく、なかでも90%以上、特に92%以上であることが好ましい。透明電極層の全光線透過率が上記範囲であることにより、透明電極層にて光を十分に透過することができ、多孔質層にて光を効率的に吸収することができるからである。

30

なお、上記全光線透過率は、可視光領域において、スガ試験機株式会社製SMカラーコンピュータ（型番：SM-C）を用いて測定した値である。

【0136】

本発明における透明電極層のシート抵抗は、 $500\ \Omega/\square$ 以下であることが好ましく、なかでも $300\ \Omega/\square$ 以下、特に $50\ \Omega/\square$ 以下であることが好ましい。シート抵抗が上記範囲より大きいと、発生した電荷を十分に外部回路へ伝達できない可能性があるからである。

40

なお、上記シート抵抗は、三菱化学株式会社製表面抵抗計（ロレスタMCP：四端子プローブ）を用い、JIS R1637（ファインセラミックス薄膜の抵抗率試験方法：4探針法による測定方法）に基づき、測定した値である。

【0137】

本発明における透明電極層は、単一の層からなる構成であってもよく、また、複数の層が積層された構成であってもよい。複数の層が積層された構成としては、例えば、仕事関数が互いに異なる材料からなる層が積層された態様や、互いに異なる金属酸化物からなる層が積層された態様を挙げることができる。

【0138】

50

本発明における透明電極層の厚みは、本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールの用途等に応じて、所望の導電性を実現できる範囲内であれば特に限定されない。なかでも、本発明における透明電極層の膜厚としては、通常、5 nm ~ 2000 nmの範囲内が好ましく、特に10 nm ~ 1000 nmの範囲内であることが好ましい。厚みが上記範囲よりも厚いと、均質な透明電極層を形成することが困難となる場合や全光線透過率が低下して良好な光電変換効率を得ることが難しくなる場合があり、また、厚みが上記範囲よりも薄いと、透明電極層の導電性が不足する可能性があるからである。

なお、上記厚みは、透明電極層が複数の層から構成される場合には、すべての層の厚みを合計した総厚みを指すものとする。

【0139】

透明電極層のパターン形状としては、所望の色素増感型太陽電池素子モジュールを得ることが可能であれば特に限定されず、色素増感型太陽電池素子モジュールの用途、形状等により適宜選択されるものであるが、ストライプ状であることが好ましい。透明電極層をパターン状に形成する際に形成しやすいからである。また、透明電極層のパターンに対応するパターンで形成される第2電極基材、多孔質層、固体電解質層等についても形成しやすくなるからである。

【0140】

また、本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールにおいて、1つの色素増感型太陽電池素子の第1電極層と、上記1つの色素増感型太陽電池素子に隣接する他の色素増感型太陽電池素子の第2電極層とを内部接続させる場合は、透明電極層のパターン形状として、第2電極層との接続部分を有するパターン形状とすることも好ましい。

上記接続部分としては、隣接する色素増感型太陽電池素子の第1電極層と第2電極層とを内部接続させることが可能であれば特に限定されず、透明電極層がストライプ状である場合、図1(a)等に示すように、接続部分aがストライプの短辺の端部を含む部分であることや、図3(a)、(b)等に示すように、接続部分aがストライプの長辺の端部を含む部分であることが好ましい。

【0141】

なお、透明電極層がストライプ状以外のパターン形状を有する場合も、接続部分は、通常パターン状に形成された第1電極層の端部を含む部分に設けられるものである。

【0142】

透明電極層の形成方法としては、複数の第1電極層として用いることが可能な透明電極層を上述した透明基材上に所定のパターン状に形成することができる方法であれば特に限定されないが、例えば金属マスクを用いて上記透明電極層をスパッタ法等の蒸着法を用いて形成する方法や、上記透明電極層材料膜を透明基材上全面に形成し、所定のパターン状にエッチングする方法、上記透明電極層材料を金属ペーストとし、上記金属ペーストを透明基材上に印刷する方法等を挙げることができる。

【0143】

また、本発明における透明電極層は、補助電極を積層させて用いることもできる。ここで、補助電極とは、導電性材料を用いてメッシュ状に形成された電極である。上記補助電極を透明電極層とともに用いることで、本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールの発電効率を高いものとするのが可能となる。

なお、補助電極については、一般的な色素増感型太陽電池素子に用いられるものと同様とすることができるので、ここでの説明は省略する。

【0144】

(2) 透明性を有さない基材

上記第1電極基材が透明性を有さない基材としては、上述した「透明性を有する基材」で説明したような、透明性を示さない基材であれば特に限定されないが、通常、第1基材と第1基材上にパターン状に形成された金属層とを有する。

【0145】

(a) 第1基材

10

20

30

40

50

上記第1基材としては、透明基材であってもよく、透明性を有さない第1基材であってもよい。透明基材については、上述した「(1)透明性を有する基材」の項で記載したものと同様とすることができるので、ここでの説明は省略する。

一方、透明性を有さない第1基材としては、樹脂製基材を挙げることができる。

なお、樹脂製基材に用いられる樹脂材料については、上述した透明樹脂製基材に用いられる材料と同様とすることができるので、ここでの説明は省略する。

【0146】

また、透明性を有さない第1基材の具体的な厚みについては、上述した「(1)透明性を有する基材」の項で記載したものと同様とすることができるので、ここでの説明は省略する。

10

【0147】

(b)第1電極層

上記第1電極基材が透明性を有さない基材である場合、上述したように、第1電極層としては、金属層が用いられる。

また、上記金属層としては、上述した第1基材上に所定のパターン形状で形成することが可能であれば特に限定されないが、フレキシブル性を有するものであることが好ましい。金属層がフレキシブル性を有することにより、本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールの加工性をより高いものとすることができるからである。

【0148】

上記金属層に用いられる金属としては、具体的には、銅、アルミニウム、チタン、クロム、タングステン、モリブデン、白金、タンタル、ニオブ、ジルコニウム、亜鉛、各種ステンレスおよびそれらの合金等が挙げられ、チタン、クロム、タングステン、各種ステンレスおよびそれらの合金が望ましい。

20

【0149】

また、金属層の厚みとしては、色素増感型太陽電池素子モジュールの第1電極層として働くものであれば特に限定されないが、通常、 $5\mu\text{m} \sim 1000\mu\text{m}$ の範囲内であることが好ましく、 $10\mu\text{m} \sim 500\mu\text{m}$ の範囲内であることがより好ましく、 $20\mu\text{m} \sim 200\mu\text{m}$ の範囲内であることがさらに好ましい。

【0150】

上記金属層のパターン形状については、上述した透明電極層のパターン形状と同様とすることができるので、ここでの説明は省略する。

30

【0151】

上記金属層の形成方法としては、一般的な金属層の形成方法と同様とすることができる。

例えば、第1基材上に蒸着法等により金属膜を形成した後、エッチングすることにより所定のパターン形状の金属層を形成する方法や、金属マスク等を用いて第1基材上にパターン蒸着させることにより金属層を形成する方法等を挙げることができる。

【0152】

(3)その他の構成

第1電極基材としては、第1基材および第1電極層を有するものであれば特に限定されず、必要に応じて他の構成を有していてもよい。

40

【0153】

例えば、後述する第2電極基材側に後述する多孔質層が形成される場合は、第1電極基材の第1電極層上に触媒層が形成されていることが好ましい。

【0154】

触媒層は、色素増感型太陽電池素子モジュールの発光効率の向上に寄与する働きを有するものである。

このような触媒層の例としては、例えば、上記第1電極層上にPtを蒸着した態様や、ポリエチレンジオキシチオフェン(PEDOT)、ポリピロール(PP)、ポリアニン(PA)並びにこれらの誘導体およびこれらの混合物から触媒層を形成する態様を挙げる

50

ことができるが、この限りではない。

【0155】

このような触媒層の膜厚としては、5 nm ~ 500 nmの範囲内、なかでも10 nm ~ 300 nmの範囲内、特に15 nm ~ 100 nmの範囲内であることが好ましい。

【0156】

触媒層の形成方法としては、上述した第1電極層上に所望の厚みで形成することが可能であれば特に限定されず、一般的な色素増感型太陽電池素子における触媒層の形成方法と同様とすることができるので、ここでの説明は省略する。

【0157】

また、触媒層としては、色素増感型太陽電池素子とした場合、少なくとも第1電極層の多孔質層と対峙する部分に形成されていれば特に限定されず、第1電極層上全面に形成されていてもよく、第1電極層の一部にパターン状に形成されていてもよい。また、触媒層がパターン状に形成される場合は、上述した多孔質層のパターン形状に対応するように形成されることが好ましい。

10

【0158】

(4) 第1電極基材

本発明における第1電極基材としては、上述した透明性を有する基材、および透明性を有さない基材のいずれであってもよいが、透明性を有する基材であることが好ましい。

ここで、上述した多孔質層を形成するに際しては、第2電極層として金属基材を用い、金属基材上に多孔質層を焼成して形成する方法を用いることが好ましい。

20

よって、第2電極基材としては、透明性を有さない基材を用いることが好ましいことから、本発明における第1電極基材は、透明性を有する基材であることが好ましい。

【0159】

4. 第2電極基材

本発明における第2電極基材は、少なくとも第2電極層を有するものである。

【0160】

上記第2電極基材としては、透明性を有する基材であってもよく、透明性を有さない基材であってもよく、本発明の太陽電池素子モジュールの受光面により適宜選択される。

上述した第1電極基材が透明性を有する基材である場合は、上記第2電極基材としては透明性を有する基材であってもよく、透明性を有さない基材であってもよい。一方、上記第1電極基材が透明性を有さない基材である場合は、上記第2電極基材としては透明性を有する基材が用いられる。

30

【0161】

このような第2電極基材としては、電極としての機能を有するものであれば限定されず、第2電極層からなるものであってもよく、第2電極層と、第2電極層を支持するための第2基材とを有するものであってもよい。

【0162】

上記第2電極基材が、第2電極層からなるものである場合、第2電極基材としては、具体的には、単一の金属層、すなわち金属基材が用いられる。

【0163】

また、金属基材としては、フレキシブル性を有していてもよく、フレキシブル性を有していなくてもよいが、フレキシブル性を有するものであることが好ましい。本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールを加工性に優れたものとすることができるからである。

40

【0164】

なお、金属基材のフレキシブル性としては、具体的には、JIS Z 2248の金属材料曲げ試験方法で、5 KNの力をかけたときに曲がることを指す。

【0165】

上記金属基材に用いられる金属については上述した第1電極基材に用いられる金属層と同様とすることができるので、ここでの説明は省略する。

【0166】

50

また、金属基材の厚みとしては、上述した第1電極基材に用いられる金属層の厚みと同等とすることができる。

【0167】

一方、第2電極基材が、第2電極層と、第2基材とを有するものである場合、第2電極層としては、上述した透明電極層または金属層を用いることができ、第2基材としては、上述した透明基材または樹脂基材を用いることができる。

なお、第2電極基材としては、通常、第2基材上全面に第2電極層が形成されているものである。

【0168】

透明基材、樹脂基材、透明電極層、金属層については、上述した第1電極基材に用いられるものと同様とすることができるので、ここでの説明は省略する。

10

【0169】

第2電極基材としては、必要に応じて他の構成を有することができる。

例えば、後述する多孔質層が第1電極基材の第1電極層上に形成される場合、上記第2電極層上に触媒層を形成することが好ましい。

なお、触媒層については上述した第1電極基材の項で説明したものと同様とすることができるので、ここでの説明は省略する。

【0170】

本発明における第2電極基材としては、第2電極層からなるもの、すなわち金属基材であることがより好ましい。上記第2電極基材として金属基材を用い、第2電極基材の第2電極層上に多孔質層を焼成して形成することが可能となるからである。

20

【0171】

また、上記第2電極基材の形状としては、色素増感型太陽電池素子モジュールにおいて、隣接する第2電極基材の第2電極層同士が接触しないような形状であれば特に限定されない。また、上記第2電極基材の形状は、通常、第2電極層が第1電極基材の第1電極層のパターンに対応するパターンを有するような形状である。

ここで、本発明において「第2電極層が第1電極層のパターンに対応するパターンを有する」とは、本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールを構成する各々の色素増感型太陽電池素子が第2電極層を有するように、第2電極層が、パターン状に形成された各々の第1電極層に対向させて配置することが可能なパターンを有することを指す。

30

より具体的には、本発明における1つの第2電極層が、1つの第1電極層上に連続的に配置可能なパターンを有することを指す。

【0172】

なお、本発明における第1電極層のパターン形状がストライプ状である場合は、第2電極基材の形状としては、短冊状であることが好ましい。

【0173】

上記第2電極基材の形成方法としては、上述した第1電極基材の第1電極層のパターンに対応するパターンを有する第2電極層を有する第2電極基材を形成することが可能な方法であれば特に限定されない。例えば、本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールに用いられる複数の第2電極基材を切り出すことが可能な1枚の第2電極基材用基板を所望の形状に切断することにより、第2電極基材を形成する方法を好適に用いることができる。

40

また、上述の形成方法を用いた場合は、例えば、第2電極基材用基板の第2電極層上に後述する固体電解質層や多孔質層等を連続して形成した後、第2電極基材用基板を切断することにより、第1電極基材の第1電極層のパターンに対応するパターンを有する固体電解質層や多孔質層を簡便な方法で形成することが可能となる。

【0174】

5. 色素増感型太陽電池素子

本発明における色素増感型太陽電池素子は、上述した上記第1電極層、上記第2電極層、上記多孔質層、および上記固体電解質層を有するものである。

また、本発明における色素増感型太陽電池素子は上述した層構成を有するものである。

50

【 0 1 7 5 】

6 . 色素増感型太陽電池素子モジュール

本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールは上述した色素増感型太陽電池素子から構成されるものであり、1つの上記色素増感型太陽電池素子の上記第1電極層および上記1つの色素増感型太陽電池素子に隣接する他の上記色素増感型太陽電池素子の上記第2電極層が電氣的に接続されているものである。

【 0 1 7 6 】

本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールは、複数の色素増感型太陽電池素子のうち、少なくとも1つの色素増感型太陽電池素子が上述した層構成を有するものであれば特に限定されないが、通常は、色素増感型太陽電池素子モジュールを構成する複数の色素増感型太陽電池素子が上述した層構成を有するものである。

10

【 0 1 7 7 】

また、本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールは、1つの上記色素増感型太陽電池素子の上記第1電極層および上記1つの色素増感型太陽電池素子に隣接する他の上記色素増感型太陽電池素子の上記第2電極層が電氣的に接続されているものである。

第1電極層および第2電極層の接続方法としては、色素増感型太陽電池素子モジュールにおいて隣接する色素増感型太陽電池素子の第1電極層および第2電極層を電氣的に接続させることが可能な方法であれば特に限定されない。例えば、隣接する色素増感型太陽電池素子の第1電極層と第2電極層とを直接接触させたり、または第1電極層と第2電極層との間に導電性層を形成して接続させたりする等の内部接続させる方法や、隣接する色素増感型太陽電池素子の第1電極層と第2電極層とを導線等を用いて外部から電氣的に接続させる方法等を挙げることができる。

20

【 0 1 7 8 】

本発明においては、隣接する色素増感型太陽電池素子の第1電極層と第2電極層とを内部接続させる方法を用いることがより好ましい。色素増感型太陽電池素子モジュールの外部で電氣的に接続させる方法に比べて接続方法が簡便であるからである。

【 0 1 7 9 】

さらに、本発明においては、隣接する色素増感型太陽電池素子の第1電極層と第2電極層との間に導電性層を形成して接続させる方法を用いることが好ましい。これにより本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールにおける接続不良をより好適に防止することができるからである。

30

なお、導電性層の材料としては、一般的な導電性接着剤等を用いることができる。

【 0 1 8 0 】

また、本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールは、上述した複数の色素増感型太陽電池素子を連結させて構成される1つの色素増感型太陽電池素子モジュールであってもよく、上述した色素増感型太陽電池素子モジュールを複数組あわせて連結させて大型化させた色素増感型太陽電池素子モジュールであってもよい。

【 0 1 8 1 】

7 . その他の構成

本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールは、上述した各構成を有するものであれば特に限定されず、必要な構成を適宜選択して追加することができる。このような構成としては、色素増感型太陽電池素子モジュールの第1電極基材上および第2電極基材上に配置され、色素増感型太陽電池素子モジュールをパッケージングする透明樹脂フィルムや金属ラミネートフィルム等を挙げることができる。

40

【 0 1 8 2 】

I V . 色素増感型太陽電池素子モジュールの製造方法

本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールの製造方法としては、上述した色素増感型太陽電池素子モジュールを製造することが可能な方法であれば特に限定されないが、例えば以下に説明する製造方法を好適に用いることができる。

【 0 1 8 3 】

50

本発明において好適に用いられる上記色素増感型太陽電池素子モジュールの製造方法は、第1基材上に複数の第1電極層を形成することにより第1電極基材を形成する第1電極基材形成工程と、複数の第2電極基材を切り出すことが可能な1枚の第2電極基材用基板を準備する第2電極基材用基板準備工程と、上記第1電極層または上記第2電極層のいずれか一方の表面上に、多孔質層を形成する多孔質層形成工程と、上記第1電極基材の上記第1電極層側に固体電解質層を形成する工程、または上記第2電極基材用基板の上記第2電極層側に上記固体電解質層を連続的に形成する工程のいずれか一方を行う固体電解質層形成工程と、上記第2電極基材用基板を切断することにより、上記複数の第2電極基材を形成する切断工程と、上記第1電極基材の上記第1電極層側と上記第2電極基材の上記第2電極層側とを対向させ、上記固体電解質層を界面として密着させることにより上記第1電極基材および上記第2電極基材を貼合する貼合工程と、1つの上記色素増感型太陽電池素子の上記第1電極層と、上記1つの色素増感型太陽電池素子に隣接する他の上記色素増感型太陽電池素子の上記第2電極層とを電氣的に接続する接続工程とを有する製造方法である。

10

【0184】

ここで、上述の色素増感型太陽電池素子モジュールの製造方法について図を用いて説明する。図11(a)~(d)、図12(a)~(e)は、上述の色素増感型太陽電池素子モジュールの製造方法の一例を示す工程図であり、図1(a)、(b)に示す色素増感型太陽電池素子モジュールを製造する例について示す図である。

【0185】

20

まず、上記第1電極基材形成工程について説明する。図11(a)、(b)に示すように、上記第1電極基材形成工程においては、第1基材11上に連続的に第1電極層12を形成する。また、第1電極基材形成工程においては、触媒層5を形成してもよい。この場合、第1電極層12上に連続的に触媒層5を形成して積層させる。なお、図11(a)では、第1電極層および触媒層5が連続的に形成された第1基材の一例を上面から示しており、図11(b)では、図11(a)のE-E線断面を示している。

次に、図11(c)、(d)に示すように、第1電極層12および触媒層5をエッチング処理等により所定のパターンにパターニングすることで、1枚の第1基材11上に、パターン状に形成された複数の第1電極層12および触媒層5を有する第1電極基材10を形成する。図11(c)においては、第1電極層12および触媒層5が、ストライプ状に形成され、かつ各々の第1電極層12および触媒層5がストライプの短辺の端部を含む接続部分aを有するように形成される例について示している。

30

なお、図11(c)では、上記第1電極基材形成工程により形成された第1電極基材の一例を上面から示しており、図11(d)では、図11(c)のE'-E'線断面を示している。

【0186】

なお、図示はしないが、上記第1電極基材形成工程においては、金属マスク等を用いた蒸着法等により、第1基材上に第1電極層を直接パターン状に形成してもよい。

【0187】

次に、上記第2電極基材用基板準備工程、および多孔質層形成工程について説明する。図12(a)、(b)に示すように、上記第2電極基材用基板準備工程においては、第2電極層22を有する第2電極基材用基板20'を準備する。次に、多孔質層形成工程においては、第2電極層22上に多孔質層3を連続的に形成する。なお、後述する接続工程で、隣接する色素増感型太陽電池素子の第1電極層と第2電極層とを色素増感型太陽電池素子モジュールの内部で電氣的に接続させる場合は、第2電極基材用基板20'から切り出される第2電極基材20において第2電極層22の接続部分b(図12(e)参照)となる部分b'以外の部分に多孔質層3を連続的に形成することが好ましい。

40

なお、図12(a)では、上記多孔質層形成工程により多孔質層3が形成された第2電極基材用基板20'の一例を上面から示しており、図12(b)では、図12(a)のF-F線断面を示している。

50

【0188】

なお、図示はしないが、上記多孔質層形成工程においては、第1電極層上に多孔質層を形成してもよい。

【0189】

次に、上記固体電解質層形成工程について説明する。

図12(c)、(d)に示すように、上記固体電解質層形成工程においては、上述した第2電極基材用基板20'の多孔質層3上に、酸化還元対を含む固体電解質層4を連続的に形成する。

なお、図12(c)では、固体電解質層4が形成された第2電極基材用基板20'の一例を上面から示しており、図12(d)では、図12(c)のF'-F'線断面を示している。

10

【0190】

次に、上記切断工程について説明する。

図12(e)に示すように、上記切断工程においては、第2電極基材用基板20'を所望の形状に切断することにより、第2電極基材20を形成する。図12(e)においては、色素増感型太陽電池素子モジュールとした際に、隣接する第2電極基材20同士が接触しない形状となり、かつ第2電極基材20上に形成された固体電解質層4の幅が、図11(c)に示す第1電極層12の幅よりも大きくなるように第2電極基材20が形成される例について示している。

【0191】

20

次に、上記貼合工程および接続工程について説明する。

上記貼合工程においては、図11(c)に示される第1電極基材10の複数の第1電極層12上に形成された触媒層5と、図12(e)に示される複数の第2電極基材20の第2電極層22上に形成された多孔質層とを対向させて、固体電解質層4を界面として密着させる。これにより、本工程においては図1(a)、(b)に示される色素増感型太陽電池素子モジュール100の構成を得ることができる。

また上記接続工程においては、例えば図11(c)に示される第1電極基材10の複数の第1電極層12上に形成された触媒層5と、図12(e)に示される複数の第2電極基材20の第2電極層22上に形成された多孔質層とを対向させて、固体電解質層4を界面として貼合する際に、第1電極層12の各ストライプの短辺の端部を含む接続部分aと第2電極層22の短冊の短辺の端部を含む接続部分bとを直接接触させることにより、図1(a)に示すように、1つの色素増感型太陽電池素子1の第1電極層12と、上記1つの色素増感型太陽電池素子1に隣接する他の色素増感型太陽電池素子1の第2電極層22とを電氣的に接続することができる。

30

【0192】

なお、隣接する色素増感型太陽電池素子の第1電極層と第2電極層とを色素増感型太陽電池素子モジュールの内部で接続させる場合は、上述した貼合工程および接続工程を同時に行うことができる。

【0193】

また、図13(a)、(b)は本発明に好適に用いられる色素増感型太陽電池素子モジュールの製造方法の他の例を示す工程図であり、図2(a)、(b)に示される色素増感型太陽電池素子モジュールを製造する例について示している。なお、上記第1電極基材形成工程については図11(a)~(d)と同様とすることができるため、ここでの説明は省略する。

40

【0194】

上記固体電解質層形成工程について説明する。上記固体電解質層形成工程においては、図13(a)、(b)に示すように、第1電極基材10の第1電極層側に固体電解質層4を第1電極層12のパターンに対応するパターンで形成する。なお、図示はしないが、固体電解質層を第1電極層を覆うように第1電極基材の第1電極層側に連続して形成してもよい。なお、図13(a)では、固体電解質層4が形成された第1電極基材の一例を上面

50

から示しており、図13(b)では、図13(a)のG-G線断面を示している。

【0195】

次に、上記第2電極基材準備工程および多孔質層形成工程について説明する。上記第2電極基材用基板準備工程においては、図14(a)、(b)に示すように、第2電極層22を有する第2電極基材用基板20'を準備し、次いで上記多孔質層形成工程において、第2電極基材用基板20'上に多孔質層3を形成する。なお、図14(a)、(b)については、図12(a)、(b)と同様とすることができるので、ここでの説明は省略する。

【0196】

次に切断工程について説明する。切断工程においては、図14(c)に示すように、第2電極基材用基板を切断することにより、第2電極基材20を形成する。

10

【0197】

次に、本発明における貼合工程および接続工程について説明する。

貼合工程においては、図13(b)に示される第1電極基材10の複数の第1電極層12上に形成された触媒層5と、図14(c)に示される複数の第2電極基材20の第2電極層22上に形成された多孔質層3とを対向させて、固体電解質層4を界面として密着させる。これにより、本工程においては図2(a)、(b)に示される色素増感型太陽電池素子モジュール100の構成を得ることができる。

また接続工程においては、上述した工程と同様とすることができるので、ここでの説明は省略する。

20

【0198】

以下、各工程について説明する。

【0199】

第1電極基材形成工程

第1電極基材形成工程は、第1基材上に複数の第1電極層を形成することにより第1電極基材を形成する工程である。

【0200】

本工程に用いられる第1基材の形態としては、所望の色素増感型太陽電池素子モジュールを得ることが可能な形態であれば特に限定されるものではないが、なかでもロール状に巻き取られたフレキシブル性を有する長尺状の基材であることがより好ましい。第1基材が上述の形態であることにより、本工程や、後述する多孔質層形成工程や固体電解質層形成工程において、第1電極基材側に多孔質層や、固体電解質層を形成する工程を、ロール・トゥ・ロール(R to R)プロセスで行うことが可能となるため、製造効率高く製造を行うことが可能となるからである。

30

【0201】

本工程に用いられる第1基材、第1電極層の材料、第1電極層の形成方法、および形成される第1電極基材については、上述した「III.色素増感型太陽電池素子モジュールの構成」の項で説明したものと同様とすることができるので、ここでの説明は省略する。

【0202】

2. 第2電極基材用基板準備工程

上記第2電極基材用基板準備工程は、複数の第2電極基材を切り出すことが可能な1枚の第2電極基材用基板を準備する工程である。

40

【0203】

本工程において準備される第2電極基材用基板の形態としては、所望の色素増感型太陽電池素子モジュールを得ることが可能な形態であれば特に限定されるものではないが、なかでもロール状に巻き取られたフレキシブル性を有する長尺状の基材であることがより好ましい。第2電極基材用基板が上述の形態であることにより、後述する多孔質層形成工程や、固体電解質層形成工程において、第1電極基材側に多孔質層や固体電解質層を形成する工程を、R to Rプロセスで行うことが可能となるため、製造効率高く製造を行うことが可能となるからである。

50

【0204】

本工程において準備される第2電極基材用基板は、具体的には上述した「III．色素増感型太陽電池素子モジュールの構成」の項に記載した第2電極基材を切り出すことが可能な基板であれば、特に限定されず、第2電極基材用基板に用いられる材料、厚み等については上述の第2電極基材の項で説明したものと同様とすることができるので、ここでの説明は省略する。

【0205】

3．多孔質層形成工程

多孔質層形成工程は、上記第1電極層または上記第2電極層のいずれか一方の表面上に、多孔質層を形成する工程である。

10

【0206】

本工程に用いられる多孔質層の材料、多孔質層の形成方法、および本工程により形成される多孔質層については、上述した「III．色素増感型太陽電池素子モジュールの構成」の多孔質層の項に記載したものと同様とすることができるので、ここでの説明は省略する。

【0207】

なお、本工程においては、R to Rプロセスを用いて多孔質層を形成することが好ましい。これにより、本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールを製造効率高く製造することが可能となる。

【0208】

4．固体電解質層形成工程

固体電解質層形成工程は、上記第1電極基材の上記第1電極層側に上記固体電解質層を形成する工程、または上記第2電極基材用基板の上記第2電極層側に上記固体電解質層を連続的に形成する工程のいずれか一方を行う工程である。

20

【0209】

本工程に用いられる固体電解質層の材料としては、所望の固体電解質層を形成することができ、かつ後述する貼合工程において、固体電解質層を介して第1電極基材および第2電極基材を密着させて貼合することが可能となるものであれば特に限定されないが、酸化還元対と高分子化合物とを含有するものであることが好ましい。

【0210】

本工程に用いられる固体電解質層の材料、固体電解質層の形成方法、および本工程により形成される固体電解質層については、上述した「III．色素増感型太陽電池素子モジュールの構成」の固体電解質層の項で説明したものと同様とすることができるので、ここでの説明は省略する。

30

【0211】

なお、本工程においては、R to Rプロセスを用いて多孔質層を形成することが好ましい。これにより、本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールを製造効率高く製造することが可能となる。

【0212】

5．切断工程

上記切断工程は、上記第2電極基材用基板を切断することにより、上記複数の第2電極基材を形成する工程である。

40

【0213】

本工程により形成される第2電極基材の形状としては、本発明の色素増感型太陽電池素子モジュールにおいて、隣接する第2電極基材同士が接触しない形状であり、かつ第2電極層が第1電極基材の第1電極層のパターンに対応するパターンを有することが可能な形状であれば特に限定されず、上記色素増感型太陽電池素子モジュールの用途等により適宜選択して決定することができる。

【0214】

また、第2電極基材用基板上に上述した多孔質層や固体電解質層が形成されている場合

50

は、通常、本工程により形成される第2電極基材が有する多孔質層や固体電解質層が上述した第1電極層のパターンに対応するパターンを有するように、第2電極基材用基板が切断される。

【0215】

本工程に用いられる第2電極基材用基板の切断方法としては、上記第2電極基材用基板から所望の形状を有する第2電極基材を切り出すことが可能な方法であれば特に限定されず、公知の方法とすることができる。

【0216】

6. 貼合工程

上記貼合工程は、上記第1電極基材の上記第1電極層側と上記第2電極基材の上記第2電極層側とを対向させ、上記固体電解質層を界面として密着させることにより上記第1電極基材および上記第2電極基材を貼合する工程である。

10

【0217】

また、本工程においては、第1電極層の端部の外側に上述した端領域を有するように、第1電極基材および第2電極基材が貼合する。

【0218】

なお、本工程においては、上述した第1電極基材の複数の第1電極層上に多孔質層が形成されている場合は、上記多孔質層と第2電極層とを対向させて、固体電解質層を界面として密着させる。一方、上述した第2電極基材の第2電極層上に多孔質層が形成されている場合は、上記第1電極層と上記多孔質層とを対向させて、固体電解質層を界面として密着させる。

20

また、多孔質層が形成されていない側の電極層上に触媒層が形成されている場合は、多孔質層と触媒層とを対向させて固体電解質層を界面として密着させる。

【0219】

本工程に用いられる貼合方法は、上記固体電解質層を界面として上記第1電極層および多孔質層を良好に密着させることが可能な貼合方法であれば特に限定されるものではないが、ロールラミネート法や真空ラミネート法を用いることが好ましい。密着面に空気が入らないように貼合することが容易であるからである。

【0220】

7. 接続工程

本発明における接続工程は、1つの上記色素増感型太陽電池素子の上記第1電極層と、上記1つの色素増感型太陽電池素子に隣接する他の上記色素増感型太陽電池素子の上記第2電極層とを電氣的に接続する工程である。

30

【0221】

本工程における第1電極層および第2電極層の接続方法については、上述した「I I I . 色素増感型太陽電池素子モジュールの構成」の項で説明した方法と同様とすることができるので、ここでの説明は省略する。

【0222】

8. その他の工程

上記色素増感型太陽電池素子モジュールの製造方法は、上述した各工程を有する製造方法であれば特に限定されず、必要な工程を適宜選択して追加することが可能である。

40

このような工程としては、例えば色素増感型太陽電池素子モジュールを作製した後、色素増感型太陽電池素子モジュールの第1電極基材上および第2電極基材上に透明樹脂フィルムや金属ラミネートフィルムを配置してパッケージングする工程等を挙げることができる。

【0223】

また、例えば、上述した各工程を行うことにより色素増感型太陽電池素子モジュールを複数個作製し、上記複数の色素増感型太陽電池素子モジュールを組み合わせることにより、さらに大型の色素増感型太陽電池素子モジュールを形成する工程を挙げることができる。

50

【0224】

なお、本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。上記実施形態は例示であり、本発明の特許請求の範囲に記載された技術的思想と、実質的に同一の構成を有し、同様な作用効果を奏するものは、いかなる場合であっても本発明の技術的範囲に包含される。

【実施例】

【0225】

以下、本発明について実施例、および比較例を挙げて説明する。

【0226】

[実施例1]

<第1電極基材の作製>

第1基材としてPENフィルム上に第1電極層としてITO膜が形成された透明導電フィルムを用意し、そのITO膜上に、触媒層として白金を厚み13 (透過率72%)で積層させた。上記積層体が形成されたPENフィルム上の、第1電極層と触媒層との積層体の一部をレーザーストライプにて除去し、絶縁部を形成し、上記積層体を図11(a)、(b)に示すように、ストライプ状であり、かつストライプの短辺の端部を含む接続部分aを有するように、パターンニングした。絶縁部と絶縁部の間隔は長尺方向(図15(a))においてhで示される部分)に100mm、短尺方向(図15(a))においてiで示される部分)に12mmとした。なお、図15(a)は、実施例1において形成される1つの第1電極層の形状を説明する図である。

これにより、第1基材上に、パターン状に形成された複数の第1電極層を有する第1電極基材(対向電極基材)を得た。

【0227】

<多孔質層形成用インキの調製>

多孔質酸化チタン微粒子(日本エアロジル社製、商品名:P25)5gをエタノール16.7gに投入し、さらにアセチルアセトン0.25g、及びジルコニアビーズ(φ1.0mm)20gを添加した混合液を、ペイントシェーカーにより攪拌し、さらにバインダーとしてポリビニルピロリドン(日本触媒社製、商品名:K-30)を0.25g添加して多孔質層形成用のインキを調製した。

【0228】

<多孔質層の形成>

上記作製した多孔質層形成用インキを、第2電極基材用基板であるチタン箔上にドクターブレード法により10cm幅の面積で塗布し、その後、120℃で乾燥させることで、多数の酸化チタン微粒子を含む膜厚9μmの多孔質層形成用層を形成した。多孔質層形成用層の周囲には、図12(a)、(b)に示すように、多孔質形成用インキが塗工されず、チタン箔のみが存在している未塗工部(第2電極基材用基板20'の接続部分b)を設けた。

その多孔質層形成用層にプレス機で0.1t/cm²の圧力を加えた。プレス後、500℃で30分間焼成した。

【0229】

<色素の吸着>

次に、色素増感剤として有機色素(三菱製紙社製、商品名:D358)を、濃度が3.0×10⁻⁴mol/lとなるようにアセトニトリル及びtert-ブチルアルコールの体積比1:1溶液に溶解させて色素増感剤担持用塗工液を調製した。この色素増感剤担持用塗工液に対し、上述のチタン箔上に形成した多孔質層形成用層を3時間浸漬させた。その後、色素担持用塗工液から引き上げ、酸化チタン微粒子に付着した色素担持用塗工液をアセトニトリルにより洗浄後、風乾した。これにより、酸化チタン微粒子の細孔表面に増感色素を担持させて多孔質層を形成した。

【0230】

<電解質層形成用塗工液の調製>

カチオン性ヒドロキシセルロース(ダイセル化学社製、商品名:ジェルナーQH200

10

20

30

40

50

) 0.14 g をエタノール 2.72 g に溶解させた溶液に、ヨウ化カリウムを 0.043 g 加え、攪拌して溶解させた。次いで、その溶液に 1 - エチル - 3 - メチルイミダゾリウムテトラシアノボレート (EMIm - B(CN)₄) 0.18 g、1 - プロピル - 3 - メチルイミダゾリウムアイオダイド (PMIm - I) 0.5 g、及び I₂ を 0.025 g 加えて、攪拌して溶解させた。これにより、コーティング可能な電解質層形成用塗工液を調製した。

【0231】

< 固体電解質層の形成 >

上述の多孔質層 (10 cm 幅) 上に、電解質層形成用塗工液をドクターブレード法により塗布し、100 で乾燥して電解質層を形成した。

10

【0232】

< 電解質層付き電極の切断 >

電解質層付き基板を図 12 (e) に示すように、短冊状であり、かつ第 2 電極層 22 の短冊の短辺を端部を含む接続部分 b を有するように、切断した。なお、短冊の幅 (図 15 (b) において j で示される幅) は 10 mm とした。

これにより、第 2 電極基材 (導電基材) を得た。

なお、図 15 (b) は、実施例 1 において形成される 1 つの第 2 電極基材の形状を説明する図である。

【0233】

< 色素増感太陽電池モジュールの作製 >

20

図 15 (c) に示すように、短冊上に切り出した第 2 電極基材 20 のうち、接続部分 b に導電性接着剤を形成した後、導電性接着剤が隣接する第 1 電極層の接続部分 a と接続するように、第 1 電極基材と、第 2 電極基材 20 の貼り合わせを行い、色素増感型太陽電池素子モジュール 100 を作製した。

なお、図 15 (c) は、実施例 1 において作製される色素増感型太陽電池素子モジュールの例を示す概略図である。

【0234】

< 封止 >

作製したモジュールを充填材で挟み、150 でラミネートすることにより、封止した。

30

【0235】

[実施例 2]

電解質層形成用塗工液を第 1 電極基材の第 1 電極層側にドクターブレード法を用いて連続的に塗布することにより、固体電解質層を形成したこと以外は実施例 1 と同様にして色素増感型太陽電池素子モジュールを作製した。

【0236】

[実施例 3]

第 1 電極基材の第 1 電極層が形成されていない部分にマスクを配置し、電解質層形成用塗工液を第 1 電極基材の第 1 電極層側にドクターブレード法を用いて塗布することにより、パターン状に形成された第 1 電極層の幅と同一の幅となるように固体電解質層を形成したこと以外は実施例 1 と同様にして色素増感型太陽電池素子モジュールを作製した。

40

【0237】

[実施例 4]

第 1 電極基材の第 1 電極層が形成されていない部分が第 1 電極層の端部から 0.5 mm 露出するようにマスクを配置し、電解質層形成用塗工液を第 1 電極基材の第 1 電極層側にドクターブレード法を用いて塗布することにより、パターン状に形成された第 1 電極層の幅よりも端部から 0.5 mm 幅広くなるように固体電解質層を形成したこと以外は実施例 1 と同様にして色素増感型太陽電池素子モジュールを作製した。

【0238】

[比較例]

第 1 電極基材の第 1 電極層の一部および第 1 電極層が形成されていない部分にマスクを

50

配置し、電解質層形成用塗工液を第1電極基材の第1電極層側にドクターブレード法を用いて塗布することにより、パターン状に形成された第1電極層の幅よりも固体電解質層の幅が小さくなるように固体電解質層を形成したこと以外は実施例1と同様にして色素増感型太陽電池素子モジュールを作製した。なお、比較例の色素増感型太陽電池素子モジュールは、色素増感型太陽電池素子の固体電解質層の大きさが多孔質層の大きさよりも小さくなるように固体電解質層が形成されているものである。

【0239】

[評価]

作製した色素増感型太陽電池モジュールについて、擬似太陽光(A M 1.5、入射光強度100 mW / c m²)を光源として、対向電極側から入射させ、ソースメジャーユニット(ケースレー2400型)を用いて電圧印加による電流電圧特性を測定した。その結果、実施例1においては、短絡電流23(mA)、開放電圧6.1(V)、曲線因子0.24、最大出力34 mWの特性を示し、蛍光灯(500 l u x)を光源とした場合、短絡電流0.25(mA)、開放電圧4.7(V)、曲線因子0.70、最大出力0.8 mWの特性を得た。

10

【0240】

実施例2においては、短絡電流23(mA)、開放電圧6.0(V)、曲線因子0.25、最大出力34 mWの特性を示し、蛍光灯(500 l u x)を光源とした場合、短絡電流0.25(mA)、開放電圧4.7(V)、曲線因子0.70、最大出力0.8 mWの特性を得た。

20

【0241】

実施例3においては、短絡電流20(mA)、開放電圧6.1(V)、曲線因子0.20、最大出力24 mWの特性を示し、蛍光灯(500 l u x)を光源とした場合、短絡電流0.21(mA)、開放電圧4.8(V)、曲線因子0.70、最大出力0.7 mWの特性を得た。

【0242】

実施例4においては、短絡電流20(mA)、開放電圧6.1(V)、曲線因子0.20、最大出力24 mWの特性を示し、蛍光灯(500 l u x)を光源とした場合、短絡電流0.21(mA)、開放電圧4.8(V)、曲線因子0.70、最大出力0.7 mWの特性を得た。

30

【0243】

また、実施例1~4の色素増感型太陽電池素子モジュールを屈曲させたところ、各々の色素増感型太陽電池素子に内部短絡は発生しなかった。

【0244】

比較例1においては、モジュールを屈曲させることにより、色素増感型太陽電池素子の内部短絡が発生したため、電流電圧特性を測定することが困難であった。

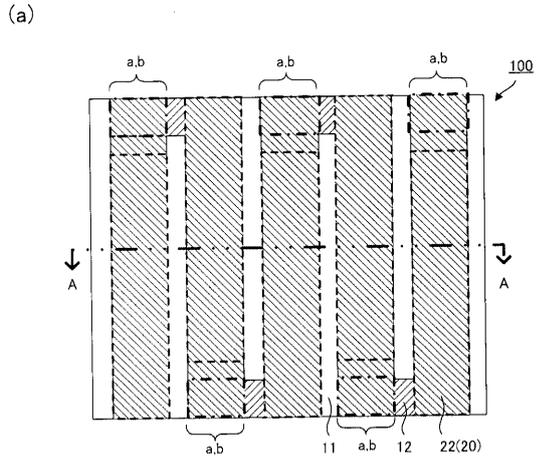
【符号の説明】

【0245】

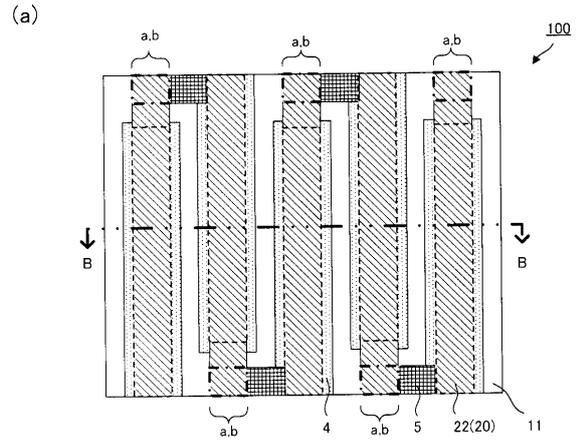
- 1 ... 色素増感型太陽電池素子
- 3 ... 多孔質層
- 4 ... 固体電解質層
- 5 ... 触媒層
- 10 ... 第1電極基材
- 11 ... 第1基材
- 12 ... 第1電極層
- 20 ... 第2電極基材
- 20' ... 第2電極基材用基板
- 100 ... 色素増感型太陽電池素子モジュール

40

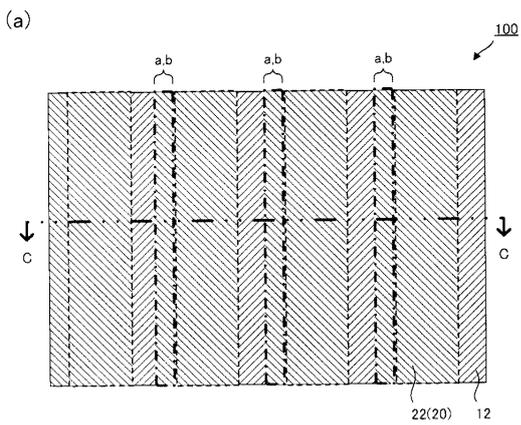
【図 1】



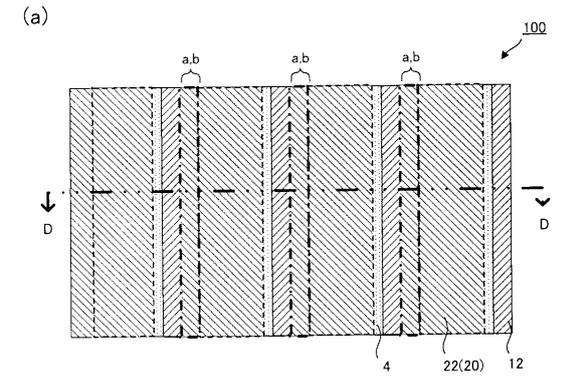
【図 2】



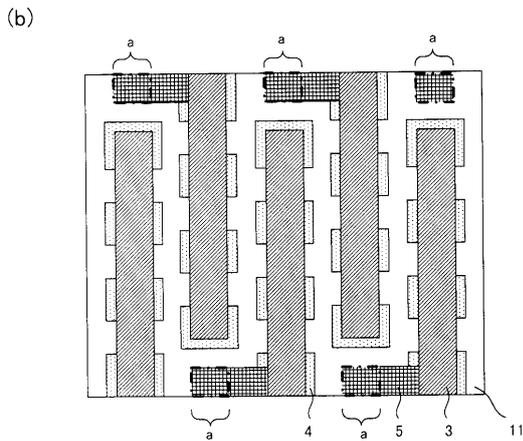
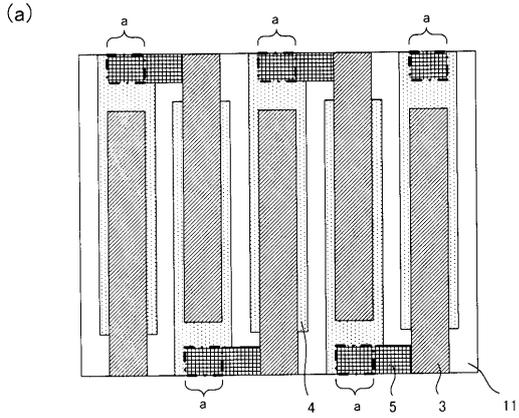
【図 3】



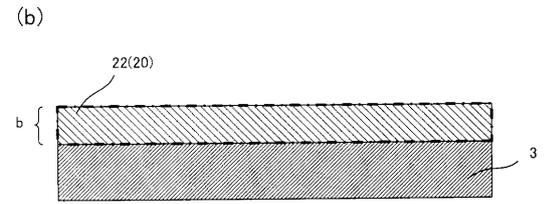
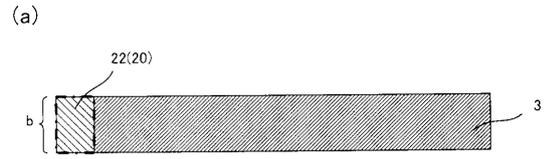
【図 4】



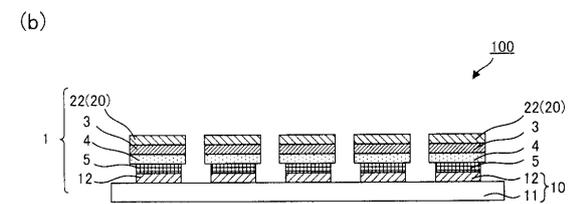
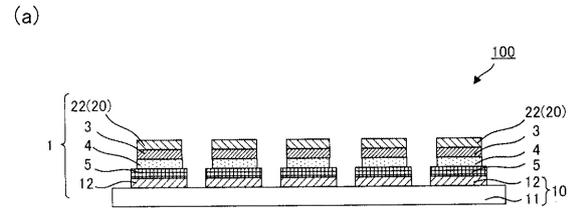
【図5】



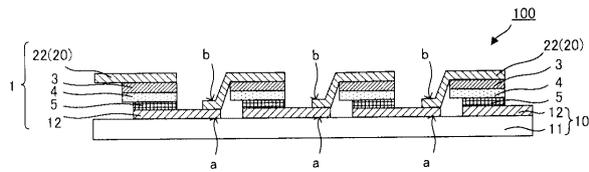
【図6】



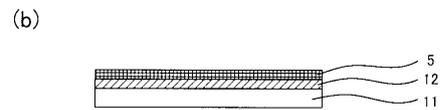
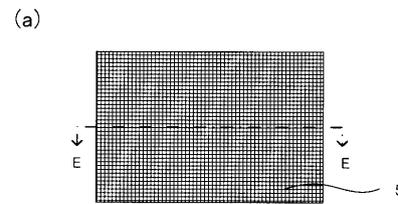
【図7】



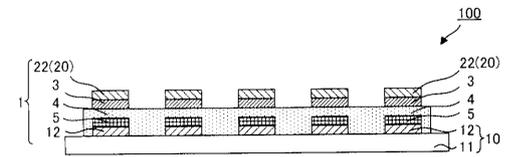
【図8】



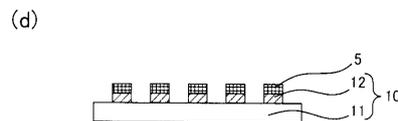
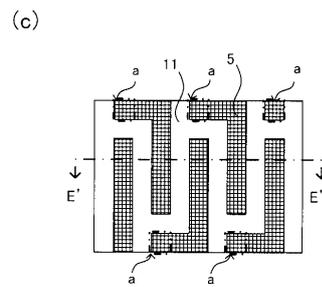
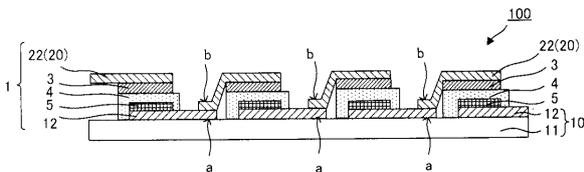
【図11】



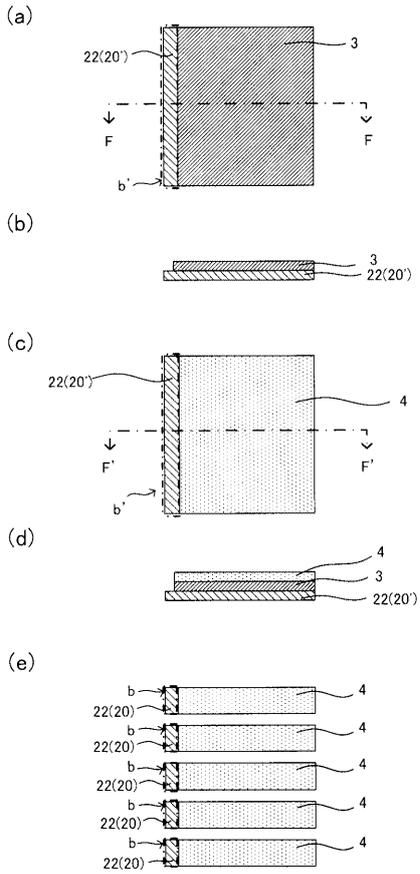
【図9】



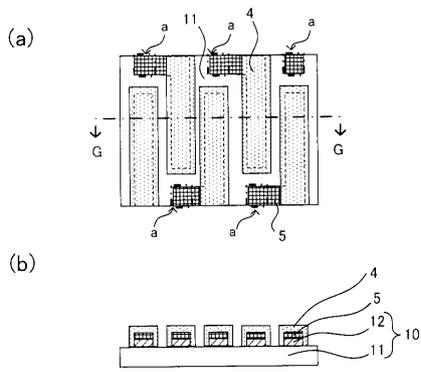
【図10】



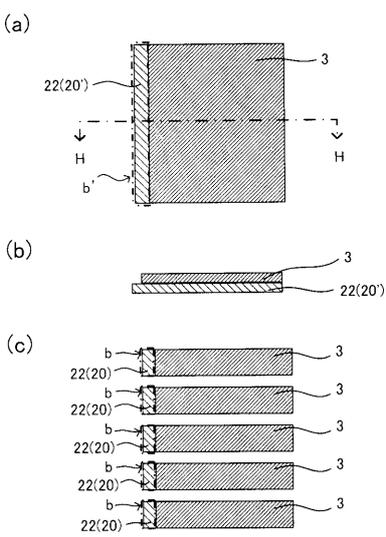
【 図 1 2 】



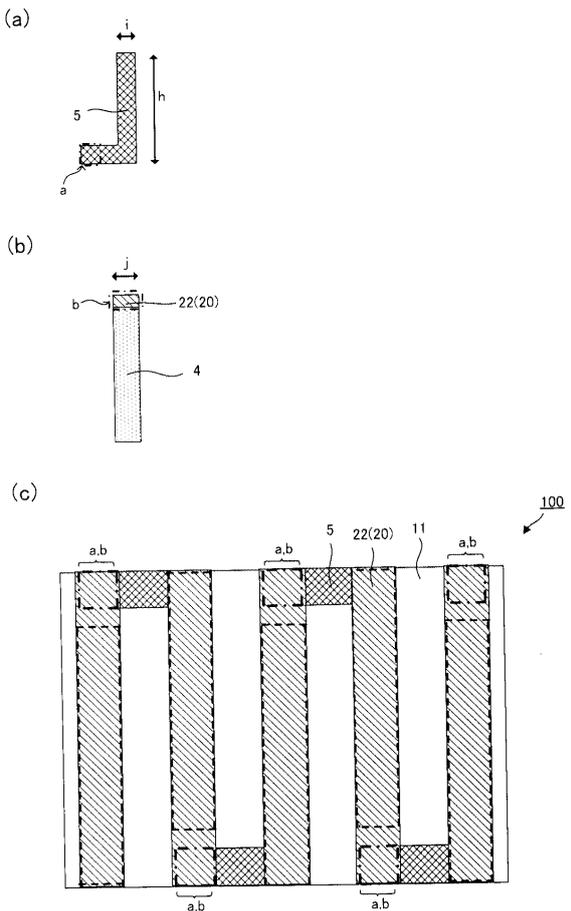
【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



フロントページの続き

(72)発明者 関川 賢太

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 大日本印刷株式会社内

審査官 井原 純

(56)参考文献 特開2005-109033(JP,A)
特開2008-226554(JP,A)
特開2002-319689(JP,A)
特開2008-004553(JP,A)
特開2008-065998(JP,A)
特開2009-283429(JP,A)
国際公開第2010/071743(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01G 9/20

H01M 14/00

H01L 51/44