

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-100357
(P2016-100357A)

(43) 公開日 平成28年5月30日(2016.5.30)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 51/44 (2006.01)	HO 1 L 31/04 1 2 0	5 F 1 5 1
	HO 1 L 31/04 1 1 2 A	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2014-233690 (P2014-233690)
 (22) 出願日 平成26年11月18日 (2014.11.18)
 (出願人による申告)平成22年度 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 「太陽エネルギー技術研究開発 太陽光発電システム次世代高性能技術の開発 有機薄膜太陽電池モジュールの創製に関する研究開発 (新構造モジュールの研究開発)」委託研究、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願

(71) 出願人 000003078
 株式会社東芝
 東京都港区芝浦一丁目1番1号
 (74) 代理人 100117787
 弁理士 勝沼 宏仁
 (74) 代理人 100107582
 弁理士 関根 毅
 (74) 代理人 100118876
 弁理士 鈴木 順生
 (72) 発明者 五反田 武志
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
 (72) 発明者 森 茂彦
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

最終頁に続く

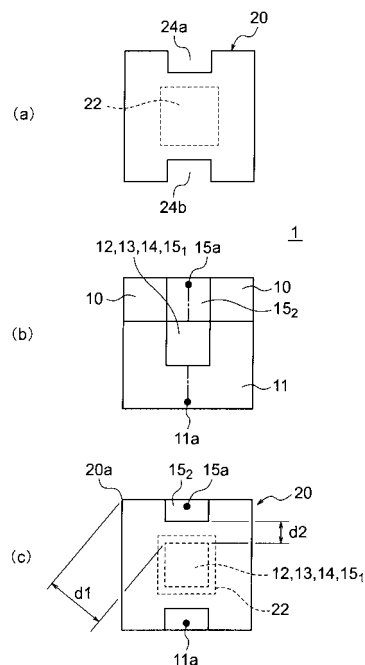
(54) 【発明の名称】 光電変換装置

(57) 【要約】

【課題】高い封止性能を備えた光電変換装置を提供する。

【解決手段】本実施形態の光電変換装置は、基板上に設けられた第1電極と、前記第1電極の第1領域上に設けられ、第1バッファ層、光電変換層、および第2バッファ層がこの順序で積層された積層構造と、前記積層構造の前記第2バッファ層の上面上に設けられた第1部分および前記積層構造の少なくとも一側面に設けられ前記第1部分と接続する第2部分を有する第2電極と、前記第1電極の前記第1領域と異なる第2領域上に設けられた第1配線と、前記第2電極の前記第2部分上に設けられた第2配線と、を備えた光電変換素子と、前記光電変換素子を覆って前記光電変換素子を封止する封止部材であって、前記第1および第2配線が露出するように設けられた切り欠き部を有する封止部材と、を備えている。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板上に設けられた第 1 電極と、前記第 1 電極の第 1 領域上に設けられ、第 1 バッファ層、光電変換層、および第 2 バッファ層がこの順序で積層された積層構造と、前記積層構造の前記第 2 バッファ層の上面上に設けられた第 1 部分および前記積層構造の少なくとも一側面に設けられ前記第 1 部分と接続する第 2 部分を有する第 2 電極と、前記第 1 電極の前記第 1 領域と異なる第 2 領域上に設けられた第 1 配線と、前記第 2 電極の前記第 2 部分上に設けられた第 2 配線と、を備えた光電変換素子と、

前記光電変換素子を覆って前記光電変換素子を封止する封止部材であって、前記第 1 および第 2 配線が露出するように設けられた切り欠き部を有する封止部材と、
を備えた光電変換装置。

10

【請求項 2】

前記切り欠き部は前記封止部材の外周部分に設けられている請求項 1 記載の光電変換装置。

【請求項 3】

前記封止部材は、前記積層構造と、前記第 2 電極の前記第 1 部分を非接着領域とする請求項 1 記載の光電変換装置。

【請求項 4】

前記封止部材は、前記積層構造と、前記第 2 電極の前記第 1 部分を収納するくぼみが設けられている請求項 1 記載の光電変換装置。

20

【請求項 5】

前記封止部材は平面形状が少なくとも対向する一組の辺を有し、前記切り欠き部は前記封止部材の対向する一組の辺の近傍に設けられた第 1 および第 2 切り欠きを備えている請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の光電変換装置。

【請求項 6】

前記第 1 および第 2 切り欠きは、前記一組の辺の中央部に設けられる請求項 5 記載の光電変換装置。

【請求項 7】

前記第 1 および第 2 切り欠きは、前記一組の辺の端部に設けられる請求項 5 記載の光電変換装置。

30

【請求項 8】

前記第 1 および第 2 切り欠きは、前記封止部材の 1 つの対角線の端部に設けられる請求項 5 記載の光電変換装置。

【請求項 9】

前記切り欠き部は、前記封止部材の 1 つの角部に設けられる請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の光電変換装置。

【請求項 10】

前記封止部材は、前記光電変換素子と同じかまたは小さな平面形状を有している請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載の光電変換装置。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、光電変換装置に関する。

【背景技術】

【0002】

光電変換層の材料を塗布や印刷で生産できるようになると、従来よりも低コストでデバイスを作製できる可能性がある。有機光電変換層の材料または有機と無機から成る光電変換層の材料を用いた太陽電池、センサーなどが盛んに研究開発されている。

【0003】

これら光電変換素子は封止して酸素と水を遮断しなければ、太陽光を受けた際に劣化す

50

ることが知られている。完全な封止を行うためには、強固な構造体にすることで実現できるが、非光電変換素子部が大きくなり、大型化してしまう。必要最小限の構造体で高い封止性能が求められている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特許第4559065号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本実施形態は、高い封止性能を備えた光電変換装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本実施形態による光電変換装置は、基板上に設けられた第1電極と、前記第1電極の第1領域上に設けられ、第1バッファ層、光電変換層、および第2バッファ層がこの順序で積層された積層構造と、前記積層構造の前記第2バッファ層の上面に設けられた第1部分および前記積層構造の少なくとも一側面に設けられ前記第1部分と接続する第2部分を有する第2電極と、前記第1電極の前記第1領域と異なる第2領域上に設けられた第1配線と、前記第2電極の前記第2部分上に設けられた第2配線と、を備えた光電変換素子と、前記光電変換素子を覆って前記光電変換素子を封止する封止部材であって、前記第1および第2配線が露出するように設けられた切り欠き部を有する封止部材と、を備えている。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】図1(a)乃至1(c)は、第1実施形態に係る光電変換素子を示す図。

【図2】図2(a)乃至2(c)は、第1実施形態による光電変換装置を示す図。

【図3】図3(a)乃至3(c)は、第2実施形態による光電変換装置を示す図。

【図4】図4(a)乃至4(c)は、第3実施形態による光電変換装置を示す図。

【図5】図5(a)乃至5(c)は、第4実施形態による光電変換装置を示す図。

【図6】図6(a)乃至6(c)は、第5実施形態による光電変換装置を示す図。

【図7】実施例による光電変換装置の耐湿性試験結果を示す図。

【図8】図8(a)乃至8(c)は、比較例による光電変換装置を示す図。

【図9】比較例による光電変換装置の耐湿性試験結果を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、本発明の実施形態について、図面を参照して説明する。

【0009】

(第1実施形態)

第1実施形態による光電変換装置は、光電変換素子を備え、この光電変換素子が封止された構造を有している。この光電変換素子を図1(a)乃至1(c)に示す。図1(a)は第1実施形態の光電変換素子1の上面図、図1(b)は図1(a)に示す切断面A-Aで切断した断面図、図1(c)は図1(a)に示す切断面B-Bで切断した断面図である。

【0010】

第1実施形態に係る光電変換素子1は、基板10上に、第1電極11、第1バッファ層12、光電変換層13、第2バッファ層14、第2電極15が、この順序で積層した積層構造を備えている。なお、図1(c)からわかるように、第1バッファ層12は、第1電極11上に設けられた第1部分と、第1電極の一側面に設けられ上記第1部分に接続する第2部分と、を有している。第1電極11および第2電極15の一方は陽極となり、他方が陰極となる。光電変換層13は、基板10から第1電極11および第1バッファ

10

20

30

40

50

一層 1 2 を通して入射した光、または第 2 電極 1 5 から第 2 バッファ層 1 4 を通して入射した光によって励起される。この励起により光電変換層 1 3 は正孔および電子を発生する。第 1 電極 1 1 および第 2 電極 1 5 の一方に電子が引き寄せられ、他方に正孔が引き寄せられる。

【 0 0 1 1 】

第 1 バッファ層 1 2 および第 2 バッファ層 1 4 はそれぞれ、光電変換層 1 3 と第 1 電極との間および光電変換層 1 3 と第 2 電極 1 5 との間に挟まれている。更に第 1 バッファ層 1 2、光電変換層 1 3、および第 2 バッファ層 1 4 からなる積層構造が第 1 電極 1 1 の上面の第 1 領域上形成される。上記第 1 領域と異なる第 2 領域は第 1 電極 1 1 が露出している。第 2 電極 1 5 は第 2 バッファ層 1 4 上に設けられるとともに、第 2 バッファ層 1 4、光電変換層 1 3、および第 1 バッファ層 1 2 からなる積層構造の側面に設けられる。第 2 電極 1 5 は、第 2 バッファ層 1 4 の上面に設けられた第 1 部分 1 5₁ と、第 2 バッファ層 1 4 および光電変換層 1 3 ならびに第 1 バッファ層 1 2 の側面上に設けられた第 2 部分 1 5₂ と、を有している。この第 2 部分 1 5₂ は基板 1 0 まで鉛直下方に延在するとともに第 2 電極 1 5 の上記第 1 部分 1 5₁ に接続している。第 2 部分 1 5₂ の両側は、基板 1 0 が露出している。また、第 2 電極 1 5 の第 1 部分 1 5₁ は、図 1 (a) 乃至 1 (c) では、第 2 バッファ層 1 4 の上面を完全に覆っているが、第 2 バッファ層 1 4 の上面の一部が露出するように設けてもよい。すなわち、第 2 電極 1 5 の第 1 部分 1 5₁ の平面のサイズが第 2 バッファ層 1 4 の上面のサイズよりも小さくてもよい。

10

20

【 0 0 1 2 】

以下、本実施形態に係る光電変換素子の構成部材について説明する。

【 0 0 1 3 】

(基板 1 0)

基板 1 0 は、他の構成部材を支持するためのものである。この基板 1 0 は、電極を形成でき、熱や有機溶媒によって変質しないものが好ましい。基板 1 0 の材料としては、例えば、無アルカリガラス、石英ガラス等の無機材料、ポリエチレン、ポリエチレンテレフタレート (P E T)、ポリエチレンナフタレート (P E N)、ポリイミド、ポリアミド、ポリアミドイミド、液晶ポリマー、シクロオレフィンポリマー等のプラスチック、高分子フィルム、ステンレス鋼 (S U S)、シリコン等の基板等が挙げられる。なお、基板 1 0 としてステンレス鋼 (S U S) 等の金属材料が用いられた場合は、第 2 電極 1 5 の第 2 部分 1 5₂ と基板 1 0 との間には絶縁膜 (図示しない) が設けられる。

30

【 0 0 1 4 】

基板 1 0 は、光が入射する側に配置される場合、透明なものを使用する。基板とは反対側の電極が透明または半透明である場合、不透明な基板を使用してもよい。基板の厚さは、その他の構成部材を支持するために十分な強度があれば、特に限定されない。基板 1 0 は、光が入射する側に配置される場合、光入射面には、例えばモスアイ構造の反射防止膜を設置することで光を効率的に取り込み、セルのエネルギー変換効率を向上させることが可能である。モスアイ構造は表面に 1 0 0 n m 程度の規則的な突起配列を有する構造をしており、この突起構造により厚み方向の屈折率が連続的に変化するため、無反射フィルムを媒介させることで屈折率の不連続的な変化面がなくなるため光の反射が減少し、セル効率が向上する。

40

【 0 0 1 5 】

(第 1 電極 1 1 および第 2 電極 1 5)

第 1 電極 1 1 および第 2 電極 1 5 は導電性を有するものであれば特に限定されない。光を透過させる側の電極は透明または半透明の導電性を有する材料が用いられる。両電極は真空蒸着法、スパッタリング法、イオンプレーティング法、メッキ法、塗布法等で成膜する。透明または半透明の電極材料としては、導電性の金属酸化物膜、半透明の金属薄膜等が挙げられる。具体的には、酸化インジウム、酸化亜鉛、酸化スズ、およびそれらの複合体である I T O (Indium Tin Oxide)、フッ素ドープ酸化スズ (F T O (Fluorine-doped

50

Tin Oxide))、またはインジウム、亜鉛、およびオキサイド等からなる導電性ガラスを用いて作製された酸化スズ膜等)が用いられる。特に、ITOまたはFTOが好ましい。また、金、白金、銀、銅等の金属を用いてもよい。

【0016】

また、電極材料として、有機系の導電性ポリマーであるポリアニリンおよびその誘導体、ポリチオフェンおよびその誘導体等を用いてもよい。膜厚は、ITOの場合、30nm~300nmであることが好ましい。30nmより薄くすると導電性が低下して抵抗が高くなり、光電変換効率低下の原因となる。300nmよりも厚くすると、ITOに可撓性がなくなり、応力がITOに作用するとひび割れてしまう。シート抵抗は可能な限り低いことが好ましく、10 / 以下であることが好ましい。単層であってもよく、異なる仕事関数の材料で構成される層を積層したものであってもよい。

10

【0017】

なお、後述する電子輸送層と接して形成する場合は、仕事関数の低い材料を用いることが好ましい。仕事関数の低い材料としては、例えば、アルカリ金属、アルカリ土類金属等が挙げられる。具体的には、Li、In、Al、Ca、Mg、Sm、Tb、Yb、Zr、Na、K、Rb、Cs、およびBaからなる群から選択された少なくとも1つの元素を含む単体、および選択された少なくとも1つの元素を含む合金を挙げることができる。電極は単層であってもよく、異なる仕事関数の材料で構成される層を積層したものであってもよい。また、上記仕事関数の低い材料のうち少なくとも一つと、金、銀、白金、銅、マンガン、チタン、コバルト、ニッケル、タングステン、錫などとの合金であってもよい。合金の例としては、リチウム-アルミニウム合金、リチウム-マグネシウム合金、リチウム-インジウム合金、マグネシウム-銀合金、カルシウム-インジウム合金、マグネシウム-アルミニウム合金、インジウム-銀合金、カルシウム-アルミニウム合金等が挙げられる。膜厚は、1nm~500nm、好ましくは10nm~300nmである。膜厚が上記範囲より薄い場合は、抵抗が大きくなり過ぎ、発生した電荷を十分に外部回路へ伝達できない。膜厚が厚い場合には、電極の成膜に長時間を要するため材料温度が上昇し、他の材料にダメージを与えて性能が劣化してしまう。さらに、材料を大量に使用するため、成膜装置の占有時間が長くなり、コストアップに繋がる。

20

【0018】

後述する正孔輸送層と接して形成する場合は、仕事関数の高い材料を用いることが好ましい。仕事関数の高い材料としては、例えばAu、Ag、およびCuからなる群から選択された少なくとも1つの元素、および選択された少なくとも1つの元素を含む合金を挙げることができる。単層であってもよく、異なる仕事関数の材料で構成される層を積層したものであってもよい。膜厚は1nm~500nm、好ましくは10nm~300nmである。膜厚が上記範囲より薄い場合は、抵抗が大きくなり過ぎ、発生した電荷を十分に外部回路へ伝達できない。膜厚が厚い場合には電極の成膜に長時間を要するため材料温度が上昇し、他の材料にダメージを与えて性能が劣化してしまう。更に、材料を大量に使用するため、成膜装置の占有時間が長くなり、コストアップに繋がる。

30

【0019】

(第1バッファ層12および第2バッファ層14)

40

第1バッファ層12および第2バッファ層14のうち的一方が正孔輸送層となり、他方が電子輸送層となる。第2バッファ層14の材料はハロゲン化合物または金属酸化物が好ましい。第1電極11と光電変換層13との間に挟まれた第1バッファ層12の厚みが、第2電極と光電変換層13との間に挟まれた第2バッファ層よりも厚いことが好ましい。

【0020】

ハロゲン化合物としてはLiF、LiCl、LiBr、LiI、NaF、NaCl、NaBr、NaI、KF、KCl、KBr、KI、CsFが好適な例として挙げられる。さらに好ましくはLiFが挙げられる。金属酸化物としてはチタン酸化物、モリブデン酸化物、バナジウム酸化物、亜鉛酸化物、ニッケル酸化物、リチウム酸化物、カルシウム酸化

50

物、セシウム酸化物、アルミニウム酸化物が好適な例として挙げられる。

【0021】

正孔輸送層の材料としては、PEDOT-PSS（ポリ（3，4-エチレンジオキシチオフェン）-ポリ（スチレンスルホネート）等のポリチオフェン系ポリマー、ポリアニリン、ポリピロール等の有機導電性ポリマーを使用することができる。ポリチオフェン系ポリマーの代表的な製品としては、例えば、スタルク社のClevious PH500、Clevious PH、Clevious PVPA14083、Clevious HIL1，1が挙げられる。無機物では酸化モリブデンが好適な材料である。Clevious PH500を使用する場合、膜厚が20nm～100nmであることが好ましい。薄すぎる場合は、下部電極の短絡を防止する作用が無くなり、ショートが発生してしまう。厚すぎる場合は、膜の抵抗が大きくなり、発生した電流を制限してしまうため、光変換効率が低下する。成膜方法は、薄膜を形成できる方法であれば特に限定されないが、例えばスピコート等で塗布することが可能である。所望の膜厚に塗布した後、ホットプレート等で加熱乾燥する。140～200で数分～10分間程度加熱乾燥することが好ましい。塗布する溶液は、フィルターで予め濾過したものを使用することが望ましい。

10

【0022】

電子輸送層は、電子を効率的に輸送する機能を有する。電子輸送層の材料としては、金属酸化物、例えばゾルゲル法にてチタンアルコキシドを加水分解して得たアモルファス性の酸化チタンなどが挙げられる。成膜方法は、薄膜を形成できる方法であれば特に限定されないが、例えば、スピコート法が挙げられる。電子輸送層の材料として酸化チタンを使用する場合、膜厚は5nm～20nmの厚さに成膜することが望ましい。膜厚が上記範囲より薄い場合は、ホールブロック効果が減少してしまうため、発生したエキシトンが電子とホールに解離する前に失活してしまい、効率的に電流を取り出すことができない。膜厚が厚すぎる場合は、膜抵抗が大きくなり、発生した電流を制限してしまうため光変換効率が低下する。塗布溶液は、あらかじめフィルターで濾過したものを使用することが望ましい。規定の膜厚に塗布した後、ホットプレートなどを用いて加熱乾燥する。50～100で数分～10分間程度、空気中にて加水分解を促進しながら加熱乾燥する。無機物では金属カルシウムなどが好適な材料である。

20

【0023】

（光電変換層）

光電変換層には有機半導体からなるヘテロ接合型光電変換層またはバルクヘテロ接合型の光電変換層を用いることができる。バルクヘテロ接合型光電変換層は、p型半導体とn型半導体が光電変換層中で混合してミクロ層分離構造をとることが特徴である。混合されたp型半導体とn型半導体が光電変換層内でナノオーダーのサイズのpn接合を形成し、接合面において生じる光電荷分離を利用して電流を得る。p型半導体は、電子供与性の性質を有する材料で構成される。一方、n型半導体は、電子受容性の性質を有する材料で構成される。本発明の実施形態においては、p型半導体およびn型半導体の少なくとも一方が有機半導体であってよい。

30

【0024】

p型有機半導体としては、例えば、ポリチオフェンおよびその誘導体、ポリピロールおよびその誘導体、ピラゾリン誘導体、アリアルアミン誘導体、スチルベン誘導体、トリフェニルジアミン誘導体、オリゴチオフェンおよびその誘導体、ポリビニルカルバゾールおよびその誘導体、ポリシランおよびその誘導体、側鎖または主鎖に芳香族アミンを有するポリシロキサン誘導体、ポリアニリンおよびその誘導体、フタロシアニン誘導体、ポルフィリンおよびその誘導体、ポリフェニレンビニレンおよびその誘導体、ポリチエニレンビニレンおよびその誘導体等を使用することができ、これらを併用してもよい。また、これらの共重合体を使用してもよく、例えば、チオフェン-フルオレン共重合体、フェニレンエチニレン-フェニレンビニレン共重合体等が挙げられる。

40

【0025】

好ましいp型有機半導体は、共役を有する導電性高分子であるポリチオフェンおよび

50

その誘導体である。ポリチオフェンおよびその誘導体は、優れた立体規則性を確保することができ、溶媒への溶解性が比較的高い。ポリチオフェンおよびその誘導体は、チオフェン骨格を有する化合物であれば特に限定されない。ポリチオフェンおよびその誘導体の具体例としては、ポリ3-メチルチオフェン、ポリ3-ブチルチオフェン、ポリ3-ヘキシルチオフェン、ポリ3-オクチルチオフェン、ポリ3-デシルチオフェン、ポリ3-ドデシルチオフェン等のポリアルキルチオフェン；ポリ3-フェニルチオフェン、ポリ3-(p-アルキルフェニルチオフェン)等のポリアリールチオフェン；ポリ3-ブチルイソチオナフテン、ポリ3-ヘキシルイソチオナフテン、ポリ3-オクチルイソチオナフテン、ポリ3-デシルイソチオナフテン等のポリアルキルイソチオナフテン；ポリエチレンジオキシチオフェン等が挙げられる。

10

【0026】

また近年では、カルバゾール、ベンゾチアジアゾールおよびチオフェンからなる共重合体であるPCDTBT(ポリ[N-9"-ヘプタ-デカニル-2,7-カルバゾール-アルト-5,5-(4',7'-ジ-2-チエニル-2',1',3'-ベンゾチアジアゾール)])などの誘導体が、優れた光電変換効率を得られる化合物として知られている。

【0027】

これらの導電性高分子は、溶媒に溶解させた溶液を塗布することにより成膜可能である。従って、大面積の有機薄膜太陽電池を、印刷法等により、安価な設備にて低コストで製造できるという利点がある。

【0028】

n型有機半導体としては、フラレンおよびその誘導体が好適に使用される。ここで使用されるフラレン誘導体は、フラレン骨格を有する誘導体であれば特に限定されない。具体的には、C₆₀、C₇₀、C₇₆、C₇₈、C₈₄等を基本骨格として構成される誘導体が挙げられる。フラレン誘導体は、フラレン骨格における炭素原子が任意の官能基で修飾されていてもよく、この官能基同士が互いに結合して環を形成していてもよい。フラレン誘導体には、フラレン結合ポリマーも含まれる。溶剤に親和性の高い官能基を有し、溶媒への可溶性が高いフラレン誘導体が好ましい。

20

【0029】

フラレン誘導体における官能基としては、例えば、水素原子；水酸基；フッ素原子、塩素原子等のハロゲン原子；メチル基、エチル基等のアルキル基；ビニル基等のアルケニル基；シアノ基；メトキシ基、エトキシ基等のアルコキシ基；フェニル基、ナフチル基等の芳香族炭化水素基、チエニル基、ピリジル基等の芳香族複素環基等が挙げられる。具体的には、C₆₀H₃₆、C₇₀H₃₆等の水素化フラレン、C₆₀、C₇₀等のオキサイドフラレン、フラレン金属錯体等が挙げられる。

30

【0030】

上述した中でも、フラレン誘導体として、60PCBM([6,6]-フェニルC₆₀ 1 酪酸メチルエステル)または[70]PCBM([6,6]-フェニルC₇₀ 1 酪酸メチルエステル)を使用することが特に好ましい。

【0031】

未修飾のフラレンを使用する場合、C₇₀を使用することが好ましい。フラレンC₇₀は、光キャリアの発生効率が高く、有機薄膜太陽電池に使用するのに適している。

40

【0032】

光電変換層におけるn型有機半導体とp型有機半導体の混合比率は、n型有機半導体の含有率がp型半導体がP3AT系の場合は、およそn:p=1:1とすることが好ましい。またp型半導体がPCDTBT系の場合は、およそn:p=4:1とすることが好ましい。

【0033】

有機半導体を塗布するためには、溶媒に溶解する必要があるが、それに用いる溶媒としては、例えば、トルエン、キシレン、テトラリン、デカリン、メシチレン、n-ブチルベンゼン、sec-ブチルベンゼン、tert-ブチルベンゼン等の不飽和炭化水素系溶媒

50

、クロロベンゼン、ジクロロベンゼン、トリクロロベンゼン等のハロゲン化芳香族炭化水素系溶媒、四塩化炭素、クロロホルム、ジクロロメタン、ジクロロエタン、クロロブタン、プロモブタン、クロロペンタン、クロロヘキサン、プロモヘキサン、クロロシクロヘキサン等のハロゲン化飽和炭化水素系溶媒、テトラヒドロフラン、テトラヒドロピラン等のエーテル類が挙げられる。特に、ハロゲン系の芳香族溶剤が好ましい。これらの溶剤を単独、もしくは混合して使用することが可能である。

【0034】

溶液を塗布し成膜する方法としては、スピンコート法、ディップコート法、キャストイング法、パーコート法、ロールコート法、ワイヤーパーコート法、スプレー法、スクリーン印刷、グラビア印刷法、フレキソ印刷法、オフセット印刷法、グラビア・オフセット印刷、ディスペンサー塗布、ノズルコート法、キャピラリーコート法、インクジェット法等が挙げられ、これらの塗布法を単独で、もしくは組み合わせて用いることができる。

10

【0035】

光電変換層にはペロブスカイトを用いることができる。ペロブスカイトはイオンA, B, Xからなる ABX_3 で表せる。イオンBがイオンAに比べて小さい場合にペロブスカイト構造をとる場合がある。立方晶系の単位格子をもち、立方晶の各頂点にAが、体心にB、これを中心として立方晶の各面心にXが配置している。BX₆八面体の向きは、Aとの相互作用により容易にひずみやすい。対称性の低下により、モット転移を起こし、イオンMに局在していた価電子がバンドとして広がることができる。イオンAはCH₃NH₃、イオンBはPbまたはSn、イオンXはCl、Br、またはIが好ましい。イオンA、B、Xを構成する材料は単一であっても混合であっても良い。

20

【0036】

次に、上記光電変換素子1が封止された第1実施形態の光電変換装置について図2(a)乃至2(c)を参照して説明する。図2(a)は、光電変換素子装置の封止部材20を示し、図2(b)は光電変換素子1の上面図を示す。第1電極11の第2領域上に外部との電氣的接続を行うための配線11aが設けられ、第2電極15の第2部分15₂上に外部との電氣的接続を行うための配線15aが設けられている。配線11aおよび配線15aは光電変換素子1を上から見たときに、上部および下部のほぼ中央に設けられている。図2(c)は、光電変換素子1上に封止部材20を貼り合わせた場合の上面図である。

30

【0037】

図2(a)、2(c)からわかるように、配線11a、15aをそれぞれ避けるために、封止部材20には切り欠き24a、24bが設けられ、封止したときに配線11a、15aが露出する。すなわち、封止部材20は、上から見たとき、H形状を有している(図2(a))。なお、封止部材20には光電変換素子と接着面を有しない非接着領域22が設けられてもよい。非接着領域が窪んでいることがより好ましい。その場合、第2電極15の第2部分15₂が彫り込み22に収納されず、段差が形成される。しかし、この段差は、封止する際に用いられる接着材によって吸収することができる。

【0038】

封止部材20と基板10の貼り合わせ手段は特に制約されない。例えば接着剤を用いることができる。接着剤としては光硬化性エポキシ樹脂、熱硬化性エポキシ樹脂を使うことができる。さらに樹脂にはスペーサー粒子が含まれていても良い。これにより封止部材20と基板10の間に位置する接着剤の厚みを制御することができる。

40

【0039】

図2(c)から、封止部材20と基板10を貼り合わせた場合の位置関係がわかる。光電変換層13を含む積層構造から封止部材20の端部12までの距離d1と、光電変換層13を含む積層構造から切り欠き24までの距離d2を知ることができる。

【0040】

封止部材20は、ガラス、金属板、高分子フィルムなどを用いることができる。ガラスは切削研磨などにより所望の形状に加工することができる。金属板や高分子フィルムは押し出し加工により彫り込みを形成できる。封止部材20は、例えば、無アルカリガラス、

50

石英ガラス等の無機材料、ポリエチレン、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）、ポリイミド、ポリアミド、ポリアミドイミド、液晶ポリマー、シクロオレフィンポリマー等のプラスチック、高分子フィルム、ステンレス鋼（SUS）、シリコン等の金属基板等が挙げられる。高分子フィルムは金属膜、金属酸化物膜の積層構造でもよい。金属膜としては例えばアルミニウム、金属酸化物膜としては例えばチタン酸化物、モリブデン酸化物、バナジウム酸化物、亜鉛酸化物、ニッケル酸化物、リチウム酸化物、カルシウム酸化物、セシウム酸化物、アルミニウム酸化物、ケイ素酸化物が好適な例として挙げられる。

【0041】

（第2実施形態）

次に、第2実施形態による光電変換装置について図3（a）乃至3（c）を参照して説明する。第2実施形態の光電変換装置は、図3（b）に示す光電変換素子1Aと、図3（a）に示す封止部材20Aと、を備えている。図3（b）は、光電変換素子1Aの上面図である。この光電変換素子1Aは、図1（a）乃至1（c）に示す光電変換素子1において、第2電極15の第2部分15₂が図3（b）に示すように、右側の辺まで延在している。なお、第2部分15₂の延在している部分と、第1電極11との間には隙間があり、図3（b）に示すように、この隙間では基板10が露出している。

【0042】

図3（a）は、第2実施形態の光電変換装置の封止部材20Aの上面図である。この封止部材20Aには、第1バッファ層12、光電変換層13、および第2バッファ層14からなる積層構造を収納するために、封止部材20Aの裏面側に非接着領域22が設けられている。また、この封止部材20Aには、上から見たときに上部および下部のそれぞれの右辺に切り欠き24a、24bが設けられている。この図3（b）からわかるように、光電変換素子1Aには、外部と、第1電極11および第2電極15のそれぞれとの電気的接続を取るための配線11a、15aが上記切り欠き24a、24bの位置に合うように設けられている。図3（c）は、光電変換素子1上に封止部材20Aを貼り合わせた場合の上面図である。

【0043】

（第3実施形態）

次に、第3実施形態による光電変換装置について図4（a）乃至4（c）を参照して説明する。第2実施形態の光電変換装置は、図4（b）に示す光電変換素子1Aと、図4（a）に示す封止部材20Bと、を備えている。図4（b）に示す光電変換素子1Aは、第2実施形態の光電変換素子1Aと同じものである。

【0044】

図4（a）は、第3実施形態の光電変換装置の封止部材20Bの上面図である。この封止部材20Bには、第1バッファ層12、光電変換層13、および第2バッファ層14からなる積層構造を収納するために、封止部材20Bの裏面側に非接着領域22が設けられている。また、この封止部材20Bには、上から見たときに対角線上の角部に切り欠き24a、24bが設けられている。この図4（b）からわかるように、光電変換素子1Aには、対角線上の角部に第1電極11および第2電極15のそれぞれとの電気的接続を取るための配線11a、15aが上記切り欠き24a、24bの位置に合うように設けられている。図4（c）は、光電変換素子1上に封止部材20Bを貼り合わせた場合の上面図である。

【0045】

（第4実施形態）

次に、第4実施形態による光電変換装置について図5（a）乃至5（c）を参照して説明する。第4実施形態の光電変換装置は、図5（b）に示す光電変換素子1Bと、図5（a）に示す封止部材20Cと、を備えている。図5（b）は、光電変換素子1Bの上面図である。この光電変換素子1Bは、図3（b）に示す光電変換素子1Aと異なり、第2電極15の第2部分15₂が基板10の右側の辺に到達する途中まで延在している。その代

10

20

30

40

50

わりに、第1電極11が上記右側の辺に沿って延びた構成となっている。なお、第2部分15₂の延在している部分と、第1電極11との間には隙間があり、図5(b)に示すように、この隙間では基板10が露出している。

【0046】

図5(a)は、第4実施形態の光電変換装置の封止部材20Cの上面図である。この封止部材20Cには、第1バッファ層12、光電変換層13、および第2バッファ層14からなる積層構造を収納するために、封止部材20Cの裏面側に非接着領域22が設けられている。また、この封止部材20Cには、上から見たときに上部の右側の角部に切り欠き24が設けられている。この図5(b)からわかるように、光電変換素子1Bには、上部の右側の角部に第1電極11および第2電極15との電気的接続を取るための配線11a、15aが上記切り欠き24の位置に合うように設けられている。図5(c)は、光電変換素子1上に封止部材20Cを貼り合わせた場合の上面図である。

10

【0047】

(第5実施形態)

次に、第5実施形態による光電変換装置について図6(a)および図6(b)を参照して説明する。第5実施形態の光電変換装置は、図6(b)に示す光電変換素子1Cと、図6(a)に示す封止部材20Dと、を備えている。図6(b)は光電変換素子1C平面図である。この光電変換素子1Cは、図3(b)に示す光電変換素子1Aとは、配線11aの位置が異なっている。

20

【0048】

図6(a)は、第5実施形態の光電変換装置の封止部材20Dの上面図である。この封止部材20Dには、第1バッファ層12、光電変換層13、および第2バッファ層14からなる積層構造を収納するために、封止部材20Cの裏面側に非接着領域22が設けられている。また、この封止部材20Dには、上から見たときに上部の右側の角部に切り欠き24が設けられている。図6(c)は、光電変換素子1C上に封止部材20Dを貼り合わせた場合の上面図である。この図6(c)からわかるように、封止部材20Dは、光電変換素子1よりも小さく、上から見たとき第1電極11の一部(図面上の下方部)が露出する。光電変換素子1Cには、第1電極11の上記露出した一部上に、外部との電気的接続を取るための配線11aが設けられるとともに、上部の右側の角部に第2電極15と外部との電気的接続を取るための配線15aが上記切り欠き24の位置に合うように設けられている。

30

【0049】

以上説明したように、封止部材の形状は、光電変換素子が形成された基板と同じ大きさ、もしくは基板よりも一回り小さく作ることも可能である。好ましくは、全体もしくは、一部が、基板の外周部と一致することが好ましい。つまり、封止部材と基板との接着面積を最大化することが好ましい。これに酸素と水の浸入経路である接着面を拡大し、光電変換層に到達するまでの時間を延長する効果が期待できる。さらに、切り欠きよりも遠方に封止部材の端部があることにより、封止部材と基板の接着力を高めることができる。これにより、劣化過程での封止部材と基板の剥離を予防して耐久性を高めることができる。

40

【0050】

(実施例)

本実施例の光電変換装置について説明する。この光電変換装置は、第1実施形態の光電変換装置である。光電変換素子1の基板10としてガラス基板を、電極11としてITOを用いている。第1バッファ層12としてPEDOT-SSが用いられ、正孔輸送層となる。第2バッファ層14としてLiFが用いられ、電子輸送層となる。光電変換13は、p型有機半導体材料として、n型有機半導体材料として[70]PCBMが用いられ、これらのPCE-10(1マテリアル社)および[70]PCBMはバルクヘテロ接合を形成する。封止部材として青板ガラスを用いる。

【0051】

次に、光電変換装置の製造方法について説明する。

50

【0052】

まず、ガラス基板11にITOをスパッタで成膜した後、ITOの第1領域に、第1バッファ層12としてPEDOT-PSSをスピンコートで成膜した。このときの光受光面は1cm角であるためITOの第1領域の長さは1cmである。続いて、120分で10分間、PEDOT-PSSを乾燥した。

【0053】

次に第1バッファ層12上に、光電変換層13としてPCE-10と[70]PCBMの溶液をスピンコートした。PCE-10と[70]PCBMは重量比で1:1を作製した。溶解液はCB(クロロベンゼン)を用いた。

【0054】

次に、光電変換層13上に蒸着によりLiFを0.02nm成膜し、第2バッファ層14を形成する。続いて、第2バッファ層14上に、AgMg(Mg:90wt%)を蒸着により100nm成膜し、第2電極15を形成する。ここで成膜するLiFの厚さは、Liの原子直径0.34nmよりも小さい。このため、連続膜とは考えにくく、平均膜厚を意味している。

【0055】

このようにして形成された光電変換素子1の基板10に図2(a)に示した封止部材20を貼り付けた。貼り付けはUV硬化樹脂を用いた。

【0056】

JIS-C8938アモルファス太陽電池モジュールの環境試験方法及び耐久性試験方法のB-2の耐湿性試験に準拠して評価した結果を図7に示す。図7からわかるように初期変換効率を1とした場合、1000時間後に90%を維持することができた。

【0057】

(比較例)

比較例の光電変換装置として、第1実施例で説明した光電変換素子1に、図8(a)に示す封止部材200を貼り付けたものを製作した。図8(a)は、比較例の光電変換装置の封止部材200の上面図を示す。図8(b)は、第1実施例で説明した光電変換素子1の上面図である。図8(c)は、光電変換素子1に封止部材200を貼り付けた場合の上面図である。

【0058】

この比較例の光電変換装置を、JIS-C8938アモルファス太陽電池モジュールの環境試験方法及び耐久性試験方法のB-2の耐湿性試験に準拠して評価した結果を図9に示す。図9からわかるように初期変換効率を1とした場合、1000時間後に80%を維持したものが最良結果であった。比較例の構造は配線基板上の配線の一部を露出させるためには、キリカキが無いままでは接着面積が小さくなることからわかる。これにより雰囲気環境の酸素と水の浸入経路が比較的短いため、劣化が進行したと考えられる。

【0059】

以上説明したように、各実施形態および実施例によれば、必要最小限の構造体で高い封止性能を備えた光電変換装置を提供することができる。

【0060】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これらの実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これらの実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。

【符号の説明】

【0061】

- 1、1A、1B、1C 光電変換素子
- 10 基板

10

20

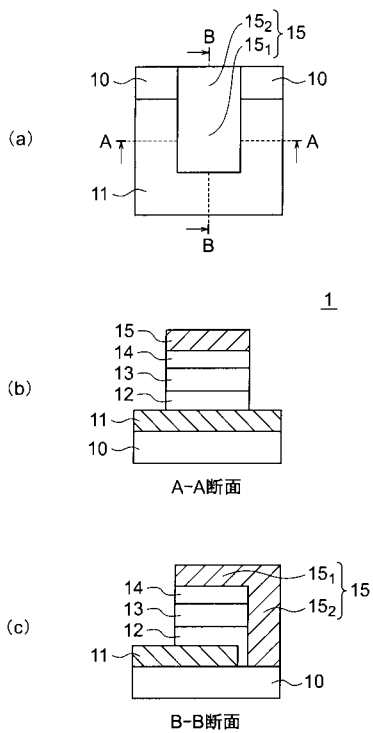
30

40

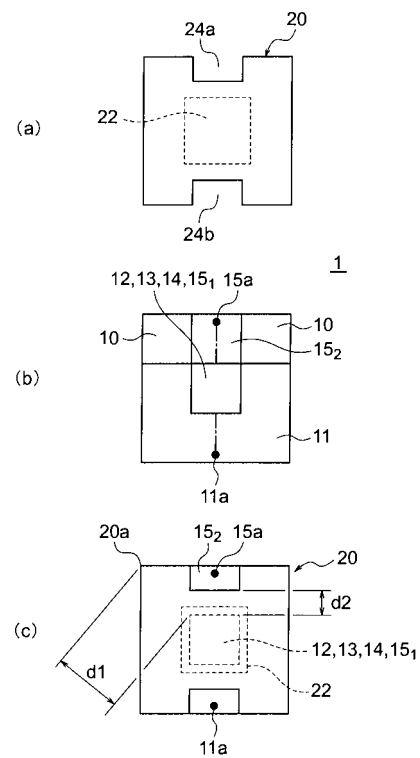
50

- 1 1 第 1 電極
- 1 1 a 配線
- 1 2 第 1 バッファ層
- 1 3 光電変換層
- 1 4 第 2 バッファ層
- 1 5 第 2 電極
- 1 5 a 配線
- 2 0 封止部材
- 2 2 非接着領域
- 2 4、2 4 a、2 4 b 切り欠き

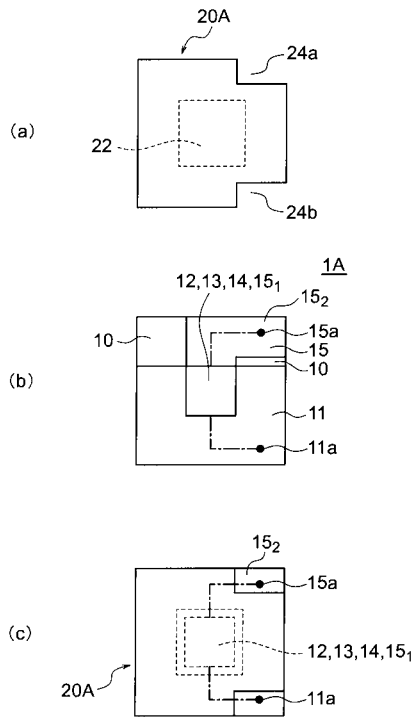
【 図 1 】



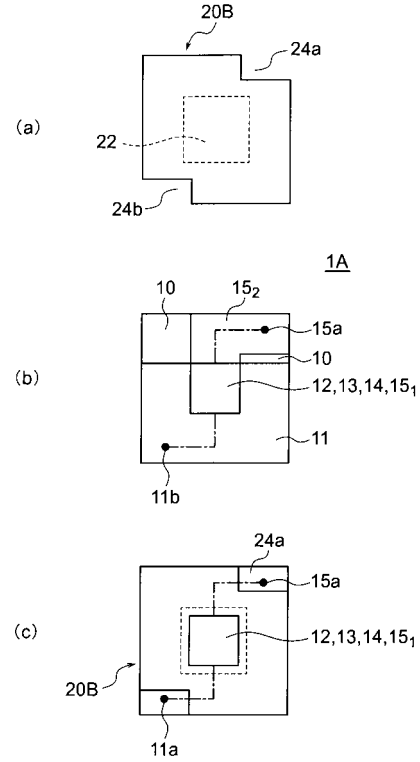
【 図 2 】



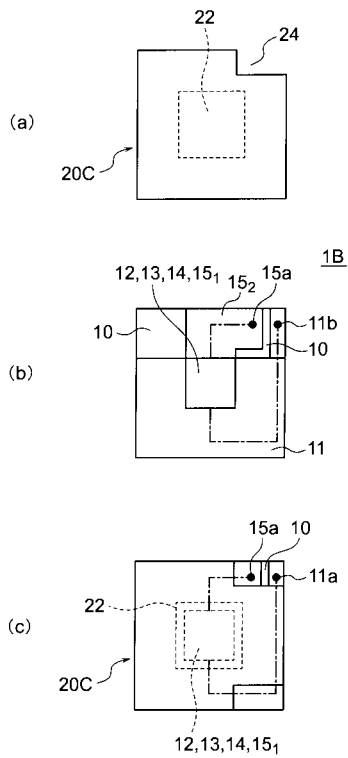
【 図 3 】



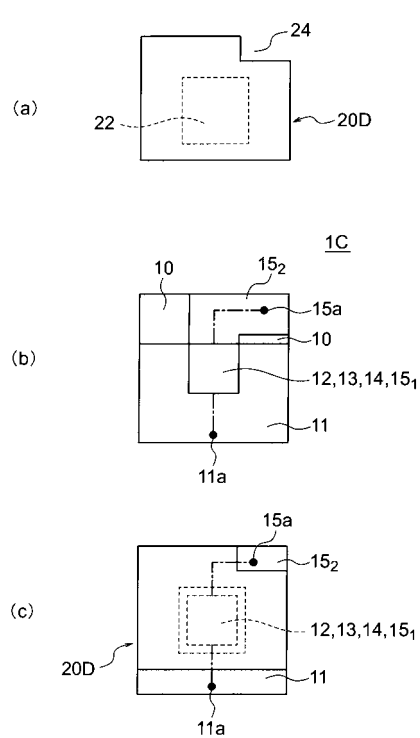
【 図 4 】



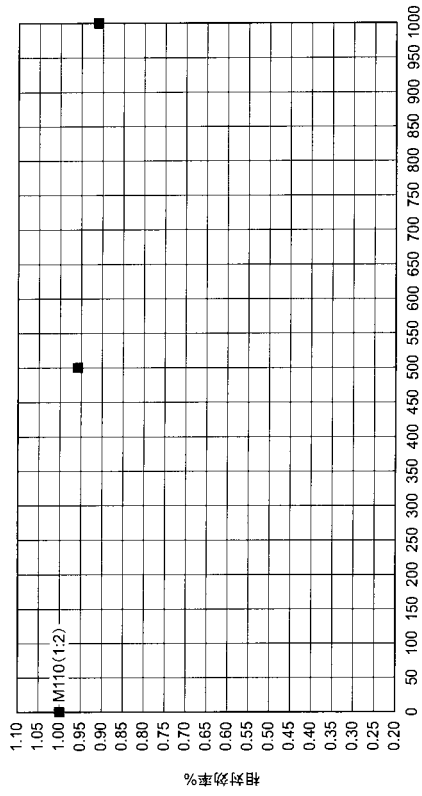
【 図 5 】



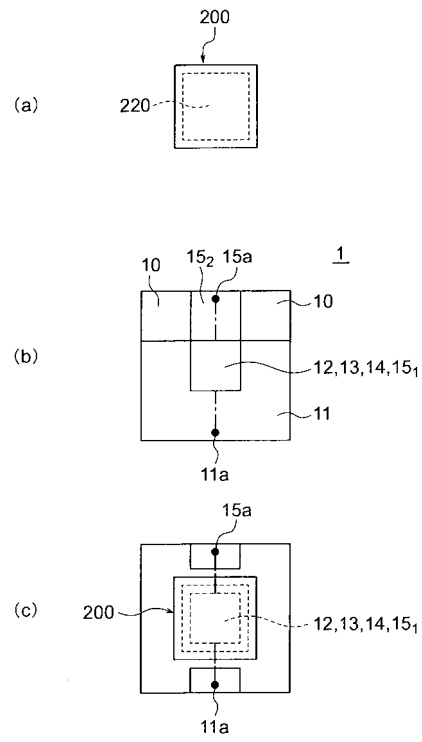
【 図 6 】



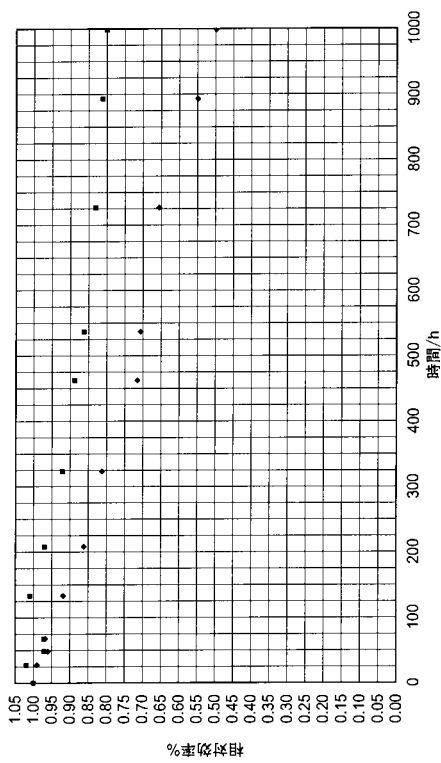
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

- (72)発明者 信田 直美
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 都鳥 顕司
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 朝倉 太郎
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- Fターム(参考) 5F151 AA11 DA07 FA02 FA06 GA03