

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 1 月 3 日(03.01.2014)



(10) 国際公開番号

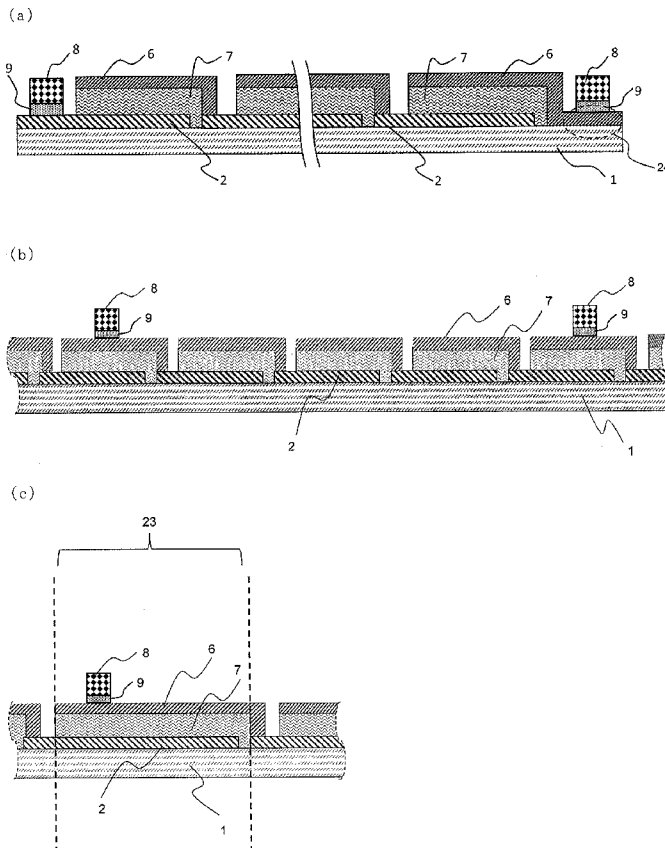
WO 2014/003187 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 51/42 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/067943
- (22) 国際出願日: 2013 年 6 月 28 日(28.06.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-147602 2012 年 6 月 29 日(29.06.2012) JP
- (71) 出願人: 三菱化学株式会社(MITSUBISHI CHEMICAL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008251 東京都千代田区丸の内一丁目 1 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 藤原 崇志(FUJIWARA, Takashi); 〒7128054 岡山県倉敷市潮通三丁目 10 番地 三菱化学株式会社内 Okayama (JP). 小川 光敏(OGAWA, Mitsutoshi); 〒2278502 神奈川県横浜市青葉区鴨志田町 1000 番地 三菱化学科学技術研究センター内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 川口 嘉之, 外(KAWAGUCHI, Yoshiyuki et al.); 〒1030004 東京都中央区東日本橋 3 丁目 4 番 10 号 アクロポリス 21 ビル 6 階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,

[続葉有]

(54) Title: ORGANIC THIN FILM SOLAR CELL MODULE

(54) 発明の名称: 有機薄膜太陽電池モジュール



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide an organic thin film solar cell module that experiences little degradation of the module, even with use for an extended period. This purpose is attained through an organic thin film solar cell module provided with: organic thin film solar cell elements in which are layered a photoelectric conversion layer (7), a substrate (1) for supporting the photoelectric conversion layer (7), and at least one pair of electrodes (2, 6) connecting to the photoelectric conversion layer (7) at the light-receiving surface side and at the non-light-receiving surface side of the photoelectric conversion layer (7); and at least one pair of current collection lines (8), wherein the current collection lines (8) are connected to the electrodes (2, 6) through an electrically conductive, thermosetting resin composition (9).

(57) 要約: 本発明は、長期間の使用によっても、モジュールの劣化が少ない有機薄膜太陽電池モジュールを提供することを課題とする。光電変換層(7)と、前記光電変換層(7)を支持する基板(1)と、前記光電変換層(7)の受光面側及び非受光面側で前記光電変換層(7)と接続する少なくとも一対の電極(2, 6)が積層された有機薄膜太陽電池素子と、前記電極(2, 6)に接続される少なくとも一対の集電線(8)と、を有する有機薄膜太陽電池を備える有機薄膜太陽電池モジュールにおいて、前記集電線(8)を、導電性の熱硬化性樹脂組成物(9)を介して前記電極(2, 6)に接続させることで上記課題を解決する。



GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,
NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：有機薄膜太陽電池モジュール

技術分野

[0001] 本発明は、有機薄膜太陽電池モジュールに関するものである。

背景技術

[0002] 有機薄膜太陽電池素子から電気を取り出すためには、通常、薄膜系太陽電池素子を形成する各太陽電池セルの、上部電極または下部電極に電気取り出し用の電極を設置し、該電極と集電線を接続する方法が知られている（例えば特許文献1、2参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2011-124582号公報

特許文献2：特開2011-171707号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記の通り、電極と集電線を接続する方法が知られているものの、有機薄膜太陽電池モジュールの工業的製造においては、集電線の具体的な設置方法は知られていないのが現状である。そこで、本発明者らは、はんだ、銀ペースト、粘着剤、導電性樹脂等の様々な設置方法を試みた。しかし、設置方法によっては、工程の煩雑さ、初期の光電変換効率の低さ、耐久性の低さ、および外観の悪さ等、様々な問題が生じることを見出した。

[0005] 本発明は、このような課題を解決するものであり、集電線を容易に設置でき、初期の光電変換効率が良好で、長期間の使用によってもモジュールの劣化が少なく、外観にも優れた、有機薄膜太陽電池モジュール、及び該太陽電池モジュールを効率良く製造する方法を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明者らは、上記課題を解決するために鋭意研究を重ねた結果、少なく

とも光電変換層と、前記光電変換層を支持する基板と、前記光電変換層の受光面側及び非受光面側で前記光電変換層と接続する少なくとも一对の電極が積層された有機薄膜太陽電池素子と、前記電極に接続される少なくとも一对の集電線と、を有する有機薄膜太陽電池を備える有機薄膜太陽電池モジュールにおいて、前記集電線を、導電性の熱硬化性樹脂組成物を介して前記電極に接続させることで上記課題を解決できることを見出し、本発明を完成させた。本発明の概要は以下のとおりである。

[0007] 本発明は、少なくとも光電変換層と、前記光電変換層を支持する基板と、前記光電変換層の受光面側及び非受光面側で前記光電変換層と接続する少なくとも一对の電極が積層された有機薄膜太陽電池素子と、前記電極に接続される少なくとも一对の集電線と、を有する有機薄膜太陽電池を備える有機薄膜太陽電池モジュールにおいて、前記集電線が、導電性の熱硬化性樹脂組成物を介して前記電極に接続されていることを特徴とする有機薄膜太陽電池モジュールである。

前記集電線の厚さが200 μ m以下であるのが好ましい。

[0008] また、本発明は、以下の態様も提供する。

[1] 基板上に下部電極、光電変換層および上部電極が順次積層された有機薄膜太陽電池素子、および有機薄膜太陽電池素子と電氣的に接続された集電線を有する有機薄膜太陽電池モジュールにおいて、前記集電線が、導電性熱硬化性樹脂組成物を介して有機薄膜太陽電池素子と接続されていることを特徴とする有機薄膜太陽電池モジュール。

[2] 前記基板が樹脂基板である、[1]に記載の有機薄膜太陽電池モジュール。

[3] 前記基板がフレキシブル基板である、[1]に記載の有機薄膜太陽電池モジュール。

[4] 前記樹脂基板のガラス転移温度(T_g)が400℃以下である、[2]又は[3]に記載の有機薄膜太陽電池モジュール。

[5] 導電性熱硬化性樹脂組成物の硬化温度が、基板のガラス転移温度(

T g) 未満である〔４〕に記載の有機薄膜太陽電池モジュール。

〔６〕 導電性熱硬化性樹脂組成物の硬化温度が、１６０℃未満である〔５〕に記載の有機薄膜太陽電池モジュール。

〔７〕 前記有機薄膜太陽電池素子が、モノリシック構造を有する〔１〕～〔６〕のいずれかに記載の有機薄膜太陽電池モジュール。

〔８〕 二本の集電線がそれぞれ上部電極に設置されている、〔１〕～〔７〕のいずれかに記載の有機薄膜太陽電池モジュール。

〔９〕 上部電極がITOである、〔１〕～〔８〕のいずれかに記載の有機薄膜太陽電池モジュール。

〔１０〕 前記有機薄膜太陽電池モジュールが、熱硬化性樹脂を含む封止材で封止されている、請求項〔１〕～〔９〕のいずれかに記載の有機薄膜太陽電池モジュール。

〔１１〕 前記導電性熱硬化性樹脂組成物の硬化温度が、封止材に含まれる熱硬化組成物が硬化しうる温度以下である、〔１０〕に記載の有機薄膜太陽電池モジュール。

〔１２〕 前記上部電極が金属薄膜である、〔１〕～〔１１〕のいずれかに記載の有機薄膜太陽電池モジュール。

〔１３〕 以下の工程１～３を順次有する、有機薄膜太陽電池モジュールの製造方法。

工程１ 基板上に、少なくとも下部電極、光電変換層および上部電極が順次積層された有機薄膜太陽電池素子に、導電性熱硬化性樹脂組成物を介して集電線を設置する工程

工程２ 工程１で得られた有機薄膜太陽電池素子の集電線を設置した面に、封止材を設置する工程

工程３ 工程２で得られた積層物を加熱し、前記導電性熱硬化性樹脂組成物の硬化と封止材による封止とを同時に行う工程

〔１４〕 前記封止材が熱硬化性樹脂を含む、〔１３〕に記載の有機薄膜太陽電池モジュールの製造方法。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、集電線を容易に設置でき、初期の光電変換効率が良好で、長期間の使用によってもモジュールの劣化が少なく、外観にも優れた、有機薄膜太陽電池モジュール及びその製造方法を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]有機薄膜太陽電池素子のモノリシック構造を説明するための図である。

[図2] (a) ~ (c) 本発明の有機薄膜太陽電池素子における集電線の設置態様について示した概念図である。

[図3]有機薄膜太陽電池モジュールの層構成を示す概念図である。

[図4]有機薄膜太陽電池モジュールを用いた太陽電池パネルの層構成を表す模式図である。

発明を実施するための形態

[0011] 本発明について、以下に具体的に説明する。

本発明は、少なくとも光電変換層と、前記光電変換層を支持する基板と、前記光電変換層の受光面側及び非受光面側で前記光電変換層と接続する少なくとも一对の電極（上部電極および下部電極）が積層された有機薄膜太陽電池素子と、前記電極に接続される少なくとも一对の集電線と、を有する有機薄膜太陽電池を備える有機薄膜太陽電池モジュールにおいて、前記集電線を、導電性の熱硬化性樹脂組成物を介して前記電極に接続させることを特徴とする。

また、本発明の別の態様は、基板上に下部電極、光電変換層および上部電極が順次積層された有機薄膜太陽電池素子、および有機薄膜太陽電池素子と電氣的に接続された集電線を有する有機薄膜太陽電池モジュールにおいて、前記集電線が、導電性熱硬化性樹脂組成物を介して有機薄膜太陽電池素子と接続されていることを特徴とする有機薄膜太陽電池モジュールである。

[0012] 1. 有機薄膜太陽電池素子

本発明にかかる有機薄膜太陽電池素子は、通常基板上に下部電極、光電変換層および上部電極が順次積層された構造を有する。

本発明の有機薄膜太陽電池モジュールに用いられる有機薄膜太陽電池素子の光電変換層の材料は、本発明の効果を損なわない限りどのようなものであっても用いてもよいが、有機色素材料、有機半導体材料等を用いることが好ましい。これらのうち、有機半導体材料を用いることが、生産性に特に優れ、本発明の効果を得やすいことから特に好ましい。以下、有機半導体材料を用いた有機薄膜太陽電池素子の例を説明する。

[0013] 1-1. 光電変換層

光電変換層は、有機半導体により形成される。有機半導体は半導体特性により、p型、n型に分けられる。p型、n型は、電気伝導に寄与するのが、正孔、電子いずれであるかを示しており、材料の電子状態、ドーピング状態、トラップ状態に依存する。したがって、p型、n型は必ずしも明確に分類できない場合があり、同一物質でp型、n型両方の特性を示すものもある。

[0014] p型半導体の例として、高分子有機半導体化合物や低分子有機半導体化合物等が挙げられる。

高分子有機半導体化合物として、特に限定はなく、ポリチオフェン、ポリフルオレン、ポリフェニレンビニレン、ポリチエニレンビニレン、ポリアセチレン又はポリアニリン等の共役ポリマー半導体；アルキル基やその他の置換基が置換されたオリゴチオフェン等のポリマー半導体；等が挙げられる。また、二種以上のモノマー単位を共重合させた半導体ポリマーも挙げられる。共役ポリマーとしては、例えば、Handbook of Conducting Polymers, 3rd Ed. (全2巻), 2007、Materials Science and Engineering, 2001, 32, 1-40、Pure Appl. Chem. 2002, 74, 2031-3044、Handbook of THIOPHENE-BASED MATERIALS (全2巻), 2009等の公知文献に記載されたポリマーやその誘導体、及び記載されているモノマーの組み合わせによって合成し得るポリマーを用いることができる。p型半導体化合物として用いられる高分子有機半導体化合物は、一種の化合物でも複数種の化合物の混合

物でもよい。

[0015] 低分子有機半導体化合物としては、p型半導体材料として働きうるのであれば特段の制限はないが、具体的には、ナフタセン、ペンタセン又はピレン等の縮合芳香族炭化水素； α -セキシチオフェン等のチオフェン環を4個以上含むオリゴチオフェン類；チオフェン環、ベンゼン環、フルオレン環、ナフタレン環、アントラセン環、チアゾール環、チアジアゾール環及びベンゾチアゾール環のうち少なくとも一つ以上を含み、かつ合計4個以上連結したもの；フタロシアニン化合物及びその金属錯体、又はテトラベンゾポルフィリン等のポルフィリン化合物及びその金属錯体、等の大環状化合物等が挙げられる。好ましくは、フタロシアニン化合物及びその金属錯体又はポルフィリン化合物及びその金属錯体である。低分子有機半導体化合物の分子量は、上限、下限ともに特に制限されないが、通常5000以下、好ましくは2000以下であり、一方、通常100以上、好ましくは200以上である。なお、p型半導体層の形成を塗布により行う場合、低分子有機半導体化合物前駆体を塗布後に低分子有機半導体化合物に変換することができる。塗布成膜がより容易である点で、低分子有機半導体化合物前駆体を用いる方法がより好ましい。低分子有機半導体化合物前駆体とは、例えば加熱や光照射等の外的刺激を与えることにより、その化学構造が変化し、低分子有機半導体化合物に変換される化合物である。低分子有機半導体化合物前駆体は成膜性に優れる点で好ましい。

また、p型半導体の例として、テトラベンゾポルフィリン、テトラベンゾ銅ポルフィリン、テトラベンゾ亜鉛ポルフィリン等のポルフィリン化合物；フタロシアニン、銅フタロシアニン、亜鉛フタロシアニン等のフタロシアニン化合物；ナフタロシアニン化合物；テトラセンやペンタセンのポリアセン；セキシチオフェン等のオリゴチオフェンおよびこれら化合物を骨格として含む誘導体も挙げられる。さらに、ポリ(3-アルキルチオフェン)などを含むポリチオフェン、ポリフルオレン、ポリフェニレンビニレン、ポリトリアリルアミン、ポリアセチレン、ポリアニリン、ポリピロール等の高分子等

も挙げられる。

[0016] n型半導体としては、特段の制限はないが、具体的にはフラーレン化合物、8-ヒドロキシキノリンアルミニウムに代表されるキノリノール誘導体金属錯体；ナフタレンテトラカルボン酸無水物；ナフタレンテトラカルボン酸ジイミド又はペリレンテトラカルボン酸ジイミド等の縮合環テトラカルボン酸ジイミド類；ペリレンジイミド誘導体、ターピリジン金属錯体、トロポロン金属錯体、フラボノール金属錯体、ペリノン誘導体、ベンズイミダゾール誘導体、ベンズオキサゾール誘導体、チアゾール誘導体、ベンズチアゾール誘導体、ベンゾチアジアゾール誘導体、オキサジアゾール誘導体、チアジアゾール誘導体、トリアゾール誘導体、アルダジン誘導体、ビススチリル誘導体、ピラジン誘導体、フェナントロリン誘導体、キノキサリン誘導体、ベンゾキノリン誘導体、ビピリジン誘導体、ボラン誘導体、アントラセン、ピレン、ナフタセン又はペンタセン等の縮合多環芳香族炭化水素の全フッ化物；単層カーボンナノチューブ等が挙げられる。

[0017] そのなかでも、フラーレン化合物、ボラン誘導体、チアゾール誘導体、ベンゾチアゾール誘導体、ベンゾチアジアゾール誘導体、N-アルキル置換されたナフタレンテトラカルボン酸ジイミド及びN-アルキル置換されたペリレンジイミド誘導体が好ましく、フラーレン化合物、N-アルキル置換されたペリレンジイミド誘導体及びN-アルキル置換されたナフタレンテトラカルボン酸ジイミドがより好ましい。上記のうち一種の化合物を用いてもよいし、複数種の化合物の混合物を用いてもよい。また、n型半導体としては、n型高分子半導体も挙げられる。

[0018] 少なくともp型の半導体およびn型の半導体が含有されていれば、光電変換層の具体的な構成は任意である。光電変換層は単層の膜のみによって構成されていてもよく、2以上の積層膜によって構成されていてもよい。例えば、n型の半導体とp型の半導体とを別々の膜に含有させるようにしても良く、n型の半導体とp型の半導体とを同じ膜に含有させても良い。また、n型の半導体及びp型の半導体は、それぞれ、1種を用いてもよく、2種以上を

任意の組み合わせ及び比率で併用しても良い。

[0019] 光電変換層の具体的な構成例としては、p型半導体とn型半導体が層内で相分離した層（i層）を有するバルクヘテロ接合型、それぞれp型半導体を含む層（p層）とn型半導体を含む層（n層）が界面を有する積層型（ヘテロpn接合型）、ショットキー型およびそれらの組合せが挙げられる。これらの中でもバルクヘテロ接合型およびバルクヘテロ接合型と積層型を組み合わせた（p-i-n接合型）が高い性能を示すことから好ましい。

[0020] 光電変換層の作成方法としては、特に制限はないが、塗布法、中でも湿式塗布法が好ましい。塗布法としては、任意の方法を用いることができるが、例えば、スピコート法、リバースロールコート法、グラビアコート法、キスコート法、ロールブラッシュ法、スプレーコート法、エアナイフコート法、ワイヤーバーバーコート法、パイプドクター法、含浸・コート法、カーテンコート法等が挙げられる。光電変換層をロール・トゥ・ロール方式で形成する場合、装置が簡便であり、コストが低く、大量に速く形成できるため、湿式塗布法を適用するのが好ましい。湿式塗布法を行う際には、被塗装層を溶解しない溶媒を選定するのが好ましい。

[0021] 光電変換層のp層、i層、n層各層の厚さは、通常3nm以上、好ましくは10nm以上、より好ましくは20nm以上、更に好ましくは30nm以上、特に好ましくは50nm以上であり、通常1000nm以下、好ましくは500nm以下、より好ましくは300nm以下である。層を厚くすることで光電流が増大する傾向にあり、薄くすることで直列抵抗が低下する傾向にある。また、上記下限以上の厚さとすることで、特にセル上に集電線を設置するときは、集電線の設置によるセルの短絡を防止することができる。

[0022] 1-2. 電極

有機薄膜太陽電池素子は、下部電極および上部電極を有する。これらの電極は、光吸収により生じた正孔及び電子を捕集する機能を有する。したがって、これらの電極として、一方に正孔の捕集に適した電極（以下、アノードと記載する場合もある）を、他方に電子の捕集に適した電極（以下、カソー

ドと記載する場合もある）を用いることが好ましい。下部電極がアノードであり、上部電極がカソードであってもよいし、下部電極がカソードであり、上部電極がアノードであってもよい。下部電極および上部電極は、いずれか一方が透光性であればよく、両方が透光性であっても構わない。

[0023] 本発明において透光性があるとは、太陽光線透過率、すなわち太陽光のうち波長360～830nmの波長の光が透過する割合が、40%以上であることを指す。該太陽光線透過率は好ましくは50%以上、より好ましくは60%以上、更に好ましくは70%以上である。

また、透明電極の太陽光線透過率が通常70%以上であることが、透明電極を透過させて光電変換層に光を到達させるために好ましい。

これらの光線透過率は、JIS 7375：2008に準拠して測定した値である。

[0024] 下部電極及び上部電極としては導電性を有する材料により形成することが可能であり、例えば、白金、金、銀、アルミニウム、クロム、ニッケル、銅、チタン、マグネシウム、カルシウム、バリウム、ナトリウム等の金属あるいはそれらの合金；酸化ニッケル、酸化インジウム、酸化タングステン、酸化錫、酸化亜鉛等の金属酸化物、あるいは、インジウムスズ酸化物（ITO）、インジウム亜鉛酸化物（IZO）、インジウムタングステン酸化物（IWO）等の複合酸化物；ポリアニリン、ポリピロール、ポリチオフェン、ポリアセチレン等の導電性高分子；前記導電性高分子に、塩酸、硫酸、スルホン酸等の酸、 FeCl_3 等のルイス酸、ヨウ素等のハロゲン原子、ナトリウム、カリウム等の金属原子などのドーパントを含有させたもの；金属粒子、カーボンブラック、フラーレン、カーボンナノチューブ等の導電性粒子をポリマーバインダー等のマトリクスに分散した導電性の複合材料などが挙げられる。

なかでも、正孔を捕集する電極には、Au、ITO等の深い仕事関数を有する材料が好ましい。一方、電子を捕集する電極には、Alのような浅い仕事関数を有する材料が好ましい。仕事関数を最適化することにより、光吸収

により生じた正孔及び電子を良好に捕集する利点がある。

[0025] 少なくとも受光面側の電極は、光透過性を有しており、好ましくは透明である。但し、電極は、発電性能に著しく悪影響を与えない場合は必ずしも透明でなくてもよい。透明な電極の材料を挙げると、上記の金属酸化物、複合酸化物及び金属薄膜などが挙げられ、金属酸化物および複合酸化物が好ましい。また、上部電極の光の透過率は、有機薄膜太陽電池素子の発電効率を考慮すると、光学界面での部分反射によるロスを除き、80%以上が好ましい。

[0026] 下部電極及び上部電極の材料は、1種を単独で用いてもよく、2種以上を任意の組み合わせ及び比率で併用しても良い。

本発明においては、上部電極として金属あるいは合金からなる金属薄膜が好ましく例示できる。金属薄膜は導電率が高いため、導電性高分子等他の材料を用いるより必要となる材料の量が少ない点で好ましい。また、真空成膜による成膜が可能であり、塗布工程による成膜が必要な材料と比較して、有機薄膜太陽電池素子に与えるダメージを抑制することができる点でも好ましい。

本発明において、上部電極及び下部電極のいずれか一方が透光性の場合には、基板側に形成される下部電極が透光性を有するのが好ましい。すなわち、上部電極として所定の厚さを有する金属または合金を使用することにより、上部電極に対する集電線の設置が容易になり、集電線と電極との間の抵抗を下げやすくなる。

なお、本発明は、集電線を設置する電極が金属または合金を含んで形成されているときに好適に使用することができる。金属あるいは合金、特に金属を含んで形成された電極に対して、金属ペーストを介して集電線を設置すると、電極を形成する金属と、金属ペーストに含まれる成分とが反応して、電極の変形や変色などの問題が生じる場合がある。本発明によれば、このような問題を解決し、外観に優れた有機薄膜太陽電池を提供することができる。

[0027] 下部電極及び上部電極の形成方法に制限はない。例えば、真空蒸着、スパ

ッタ等のドライプロセスにより形成することができる。また、導電性インク等を用いたウェットプロセスにより形成することもできる。この導電性インクとしては、例えば、導電性高分子、金属粒子分散液等を用いることができる。さらに、電極は2層以上積層してもよく、表面処理による特性（電気特性やぬれ特性等）を改良してもよい。

上部電極及び下部電極の厚さは、特に制限は無いが、通常5 nm以上、好ましくは10 nm以上、より好ましくは20 nm以上、さらに好ましくは、50 nm以上である。一方、通常400 μ m以下、好ましくは10 μ m以下、より好ましくは1 μ m以下、さらに好ましくは500 nm以下である。電極の厚さが上記下限以上であることにより、シート抵抗が抑えられ、また、十分な導通が可能となる。一方、上記上限以下であることにより、柔軟性を維持することができる。電極が透明電極である場合には、光透過率とシート抵抗とを両立できる膜厚を選ぶ必要がある。

電極のシート抵抗は、特段の制限はないが、通常1 Ω /□以上、一方、1000 Ω /□以下、好ましくは500 Ω /□以下、さらに好ましくは100 Ω /□以下である。

[0028] 1-3. バッファ層（電子取り出し層、正孔取り出し層）

本発明に係る有機薄膜太陽電池素子は、下部電極および／または上部電極と光電変換層との間にバッファ層を含んでいてもよい。バッファ層とは、電子取り出し層および／または正孔取り出し層を指す。バッファ層は、本発明に係る有機薄膜太陽電池素子において必須ではなく、電子取り出し層と正孔取り出し層のいずれか一方のみを含んでも良い。電子取り出し層はカソードと光電変換層との間に存在するのが好ましく、正孔取り出し層はアノードと光電変換層との間に存在するのが好ましい。

[0029] すなわち、電子取り出し層と正孔取り出し層とは、一对の電極間に、光電変換層を挟むように配置されることが好ましい。電子取り出し層および正孔取り出し層の積層順は、上部電極と下部電極の機能、すなわちそれぞれの電極がアノードとカソードのどちらかに応じて、前記説明の通り、適切に選択

すればよい。

具体的には、上部電極がアノード、下部電極がカソードであり、バッファ層として電子取り出し層と正孔取り出し層をいずれも含むときは、有機薄膜太陽電池素子は、下部電極、電子取り出し層、光電変換層、正孔取り出し層、及び上部電極をこの順に有するのが好ましい。電子取り出し層を含み、正孔取り出し層を含まない場合は、有機薄膜太陽電池素子が下部電極、電子取り出し層、光電変換層、上部電極をこの順に有するのが好ましい。同様に、正孔取り出し層を含み、電子取り出し層を含まない場合は、有機薄膜太陽電池素子が下部電極、光電変換層、正孔取り出し層、及び上部電極をこの順に有するのが好ましい。

また電子取り出し層と正孔取り出し層の少なくとも一方が異なる複数の層により構成されていてもよい。

[0030] 〔電子取り出し層〕

電子取り出し層の材料は、光電変換層からカソードへ電子の取り出し効率を向上させる材料であれば特段の制限はないが、無機化合物又は有機化合物が挙げられる。

無機化合物の材料の例としては、 Li 、 Na 、 K 又は Cs 等のアルカリ金属の塩；酸化チタン（ TiO_x ）や酸化亜鉛（ ZnO ）のような n 型半導体酸化物等が挙げられる。なかでも、アルカリ金属の塩としては、 LiF 、 NaF 、 KF 又は CsF のようなフッ化物塩が好ましく、 n 型半導体酸化物としては、酸化亜鉛（ ZnO ）が好ましい。このような材料の動作機構は不明であるが、 Al 等で構成されるカソードと組み合わせられた際にカソードの仕事関数を小さくし、有機薄膜太陽電池素子内部に印加される電圧を上げる事が考えられる。

[0031] 有機化合物の材料の例としては、例えば、トリアリールホスフィンオキシド化合物のようなリン原子と第16族元素との二重結合を有するホスフィン化合物；バソキュプロイン（ BCP ）又はバソフェナントレン（ Bphen ）のような、置換基を有してもよく、1位及び10位がヘテロ原子で置き換

えられていてもよいフェナントレン化合物；トリアリールホウ素のようなホウ素化合物；（8-ヒドロキシキノリナト）アルミニウム（Alq3）のような有機金属酸化物；オキサジアゾール化合物又はベンゾイミダゾール化合物のような、置換基を有していてもよい1又は2の環構造を有する化合物；ナフタレンテトラカルボン酸無水物（NTCDA）又はペリレンテトラカルボン酸無水物（PTCDA）のような、ジカルボン酸無水物のような縮合ジカルボン酸構造を有する芳香族化合物等が挙げられる。

[0032] 電子取り出し層の厚さは特に限定はないが、通常0.01nm以上、好ましくは0.1nm以上、より好ましくは0.5nm以上である。一方、通常400nm以下、好ましくは200nm以下である。電子取り出し層の厚さが上記下限以上であることで、バッファ材料としての機能を果たすことになる。電子取り出し層の厚さが上記上限以下であることで、電子が取り出しやすくなり、光電変換効率が向上しうる。

[0033] 電子取り出し層の形成方法に制限はない。例えば、昇華性を有する材料を用いる場合は真空蒸着法等により形成することができる。具体的には、例えばアルカリ金属塩を電子取り出し層の材料として用いる場合、真空蒸着、スパッタ等の真空成膜方法を用いて電子取り出し層を成膜することが可能である。なかでも、抵抗加熱による真空蒸着によって、電子取り出し層を形成するのが望ましい。真空蒸着を用いることにより、光電変換層等の他の層へのダメージを小さくすることができる。

[0034] また、例えば、溶媒に可溶な材料を用いる場合は、前述の光電変換層の作成方法と同様に、スピコート法、リバースロールコート法、グラビアコート法、キスコート法、ロールブラッシュ法、スプレーコート法、エアナイフコート法、ワイヤーバーバーコート法、パイプドクター法、含浸・コート法、カーテンコート法等の湿式塗布法等により形成することができる。

[0035] 一方、n型半導体の金属酸化物については、例えば、酸化亜鉛ZnOを電子取り出し層の材料として用いる場合には、スパッタ法等の真空成膜方法を用いることもできるが、塗布法を用いて電子取り出し層を成膜することが望

ましい。例えば、Sol-Gel Science、C. J. Brinker, G. W. Scherer 著、Academic Press (1990) に記載のゾルゲル法に従って、酸化亜鉛で構成される電子取り出し層を形成できる。この場合の厚さは、通常0.1 nm以上、好ましくは2 nm以上、より好ましくは5 nm以上であり、通常1 μ m以下、好ましくは100 nm以下、より好ましくは50 nm以下である。電子取り出し層が薄すぎると、電子の取り出し効率を向上させる効果が十分でなくなり、厚すぎると、電子取り出し層が直列抵抗成分として作用することにより素子の特性を損なう傾向がある。

電子取り出し層をロール・トゥ・ロール方式で形成する場合、装置が簡便であり、コストが低く、大量に速く形成できるため、湿式塗布法を適用するのが好ましい。湿式塗布法を行う際には、被塗装層を溶解しない溶媒を選定するのが好ましい。

[0036] [正孔取り出し層]

正孔取り出し層の材料に特に限定は無く、光電変換層からアノードへの正孔の取り出し効率を向上させることが可能な材料であれば特に限定されない。具体的には、ポリチオフェン、ポリピロール、ポリアセチレン、トリフェニレンジアミン又はポリアニリン等に、スルホン酸及び／又はヨウ素等がドーピングされた導電性ポリマー；スルホニル基を置換基に有するポリチオフェン誘導体、アリールアミン等の導電性有機化合物；酸化銅、酸化ニッケル、酸化マンガン、酸化モリブデン、酸化バナジウム又は酸化タングステン等の金属酸化物；ナフィオン、後述のp型半導体等が挙げられる。その中でも好ましくは、スルホン酸をドーピングした導電性ポリマーであり、より好ましくは、ポリチオフェン誘導体にポリスチレンスルホン酸をドーピングした(3,4-エチレンジオキシチオフェン)ポリ(スチレンスルホン酸)(PEDOT:PSS)である。また、金、インジウム、銀又はパラジウム等の金属等の薄膜も使用することができる。金属等の薄膜は、単独で形成してもよいし、上記の有機材料と組み合わせて用いることもできる。

[0037] 正孔取り出し層の厚さは特に限定はないが、通常0.2 nm以上である。一方、通常400 nm以下、好ましくは200 nm以下である。正孔取り出し層の厚さが0.2 nm以上であることで、バッファ材料としての機能を果たすことになる。正孔取り出し層の厚さが400 nm以下であることで、正孔が取り出し易くなり、光電変換効率が向上しうる。

[0038] 正孔取り出し層の形成方法に制限はない。例えば、昇華性を有する材料を用いる場合は真空蒸着法等により形成することができる。また、例えば、溶媒に可溶な材料を用いる場合は、スピコート法、リバースロールコート法、グラビアコート法、キスコート法、ロールブラッシュ法、スプレーコート法、エアナイフコート法、ワイヤーバーバーコート法、パイプドクター法、含浸・コート法、カーテンコート法等の湿式塗布法等により形成することができる。正孔取り出し層は塗布により形成することが好ましい。正孔取り出し層に半導体材料を用いる場合は、後述の有機光電変換層の低分子有機半導体化合物と同様に、前駆体を用いて層を形成した後に前駆体を半導体化合物に変換してもよい。

[0039] なかでも、正孔取り出し層の材料としてPEDOT:PSSを用いる場合、分散液を塗布する方法によって正孔取り出し層を形成することが好ましい。PEDOT:PSSの分散液としては、ヘレウス社製のCLEVIOSTMシリーズや、アグファ社製のORGACONTMシリーズ等が挙げられる。

正孔取り出し層をロール・トゥ・ロール方式で形成する場合、装置が簡便であり、コストが低く、大量に速く形成できるため、湿式塗布法を適用するのが好ましい。湿式塗布法を行う際には、被塗装層を溶解しない溶媒を選定するのが好ましい。

[0040] 1-4. 基板

有機薄膜太陽電池素子は、通常基板上に複数の有機薄膜太陽電池セルを形成させることで製造される。

基板は有機薄膜太陽電池セルを支持する部材である。基板の材料としては

、本発明を適用できる限り特に限定されず、無機材料、有機材料、紙材料および複合材料等の公知の材料が使用できる。具体的には、石英、ガラス、サファイア又はチタニア等の無機材料；ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、ポリエーテルスルホン、ポリイミド、ナイロン、ポリスチレン、ポリビニルアルコール、エチレンビニルアルコール共重合体、フッ素樹脂フィルム、塩化ビニル又はポリエチレン等のポリオレフィン；セルロース、ポリ塩化ビニリデン、アラミド、ポリフェニレンスルフィド、ポリウレタン、ポリカーボネート、ポリアリレート、ポリノルボルネン又はエポキシ樹脂等の有機材料；紙又は合成紙等の紙材料；ステンレス、チタン又はアルミニウム等の金属に、絶縁性を付与するために表面をコート又はラミネートしたもの等の複合材料等が挙げられる。これらのうち有機材料を用いた樹脂基板は、基板に透明性を付与できるため、スーパーストレート構造、サブストレート構造どちらの構造も作成が可能である上、透光性を有するシースルー太陽電池の作成が可能である点で好ましい。

[0041] 中でも、基板が可とう性を有する（フレキシブル）基板であることが好ましい。基板がフレキシブルであることで、有機薄膜太陽電池をロール・トゥ・ロール方式により製造することが可能になり、また、有機薄膜太陽電池の設置の自由度が向上するためである。フレキシブルとは、例えば、曲率半径 170 mm で曲げても破壊（塑性変形）しないことをいう。

フレキシブル基板の材料としては、上記材料の中でも、有機材料、紙材料、複合材料が好ましく、有機材料および複合材料がより好ましく、透明なフレキシブル基板にしうる点で有機材料が特に好ましい。

有機材料は通常 T_g （ガラス転移温度）を有するが、有機薄膜太陽電池の封止を T_g 未満で行うことにより基板の変形による外観の悪化を抑制することができる。

基板が樹脂基板である場合、樹脂基板のガラス転移温度（ T_g ）は、通常 30℃ 以上、好ましくは 50℃ 以上であり、通常 400℃ 以下、好ましくは 300℃ 以下、より好ましくは 200℃ 以下、更に好ましくは 160℃ 未満

である。ガラス転移温度（ T_g ）が上記範囲であることで樹脂基板を製造する際に成形加工しやすく、かつ太陽電池の製造する際の加工で変形が起きにくい。本明細書におけるガラス転移温度とは、JIS K-7121 1987「プラスチックの転移温度測定方法」に定義された示差走査熱量測定（DSC）により求められる値である。

[0042] 基板の厚さに制限はないが、通常 $5\mu\text{m}$ 以上、好ましくは $20\mu\text{m}$ 以上であり、通常 20mm 以下、好ましくは 10mm 以下である。基板の厚さが $5\mu\text{m}$ 以上であることは、有機薄膜太陽電池素子の強度が不足する可能性が低くなるために好ましい。基板の厚さが 20mm 以下であることは、コストが抑えられ、かつ重量が重くならないために好ましい。基板の材料がガラスである場合の厚さは、通常 0.01mm 以上、好ましくは 0.1mm 以上であり、一方、通常 1cm 以下、好ましくは 0.5cm 以下である。基板の厚さが 0.01mm 以上であることは、機械的強度が増加し、割れにくくなるために、好ましい。また、基板の厚さが 0.5cm 以下であることは、重量が重くならないために好ましい。

[0043] 基板の長さに制限はないが、通常 10cm 以上、好ましくは 1m 以上、より好ましくは 10m 以上、更に好ましくは 50m 以上、特に好ましくは 100m 以上である。上限は、通常 10km 以下、好ましくは 5km 以下、より好ましくは 1km 以下、更に好ましくは 500m 以下である。

ロール・トゥ・ロール方式により製造する場合は、通常 10m 以上、好ましくは 20m 以上、より好ましくは 50m 以上、更に好ましくは 100m 以上、特に好ましくは 200m 以上である。上限は特に制限されないが、通常 10km 以下、好ましくは 5km 以下、より好ましくは 1km 以下である。この範囲の長さにするすることで、ロール・トゥ・ロール方式による効率的な生産を行うことができる。ロール・トゥ・ロール方式では、ロールの切り替えに時間がかかるため、ロールの切り替えによる時間のロスを少なくするためには、製造装置が許容する範囲で1つのロールの基板は長い方がよい。一方、ロールが重くなるとハンドリングしづらくなる点にも留意する必要がある。

。

[0044] 1－5. 有機薄膜太陽電池素子の構造

また、本発明においては、有機薄膜太陽電池素子がモノリシック構造を有することが好ましい。

本発明の有機薄膜太陽電池モジュールは、同一の基板上に有機薄膜太陽電池セルが直列に複数個接続された構造（以下、モノリシック構造ともいう）を有する有機薄膜太陽電池素子を含む。有機薄膜太陽電池モジュールに要求される電位や大きさにより、有機薄膜太陽電池素子が含む有機薄膜太陽電池セルの数や配置方法を決めることができる。すなわち、モノリシック構造を有することで、任意の電位の有機薄膜太陽電池素子を生産性高く製造することができる。

[0045] 複数の有機薄膜太陽電池セルが直列に接続されているかぎり、その配置方法、数は特段制限されないが、直列に接続された有機薄膜太陽電池セルの個数は、通常３個以上、好ましくは１０個以上、より好ましくは１５個以上、更に好ましくは３０個以上、特に好ましくは１００個以上である。上限は本発明の効果を得られれば限定されず、通常５０万個以下、好ましくは１０万個以下、より好ましくは１万個以下、更に好ましくは１０００個以下、特に好ましくは６００個以下である。

有機薄膜太陽電池セルを基板の長手方向に直列に接続する場合には、直列に接続するセルの個数は、基板の長さの一つの有機薄膜太陽電池セルの直列接続方向の長さとを設定することにより任意に決めることができる。一つの基板に、多くの有機薄膜太陽電池セルが直接に接続された太陽電池素子を形成してもよいし、所定の個数の有機薄膜太陽電池セルが直列に接続された太陽電池素子を複数個形成してもよい。

[0046] 一方、有機薄膜太陽電池セルを基板の幅手方向に直列に接続する場合には、基板の幅手方向の長さ１個の有機薄膜太陽電池セルの直列接続方向の長さにより、一列で直列に接続できる個数が限定される。一列に直列に接続される有機太陽電池セルの個数は、通常３個以上、好ましくは５個以上、より

好ましくは10個以上、更に好ましくは15個以上であり、上限は特に限定されないが、通常600個以下、好ましくは500個以下、より好ましくは300個以下、更に好ましくは200個以下である。一方、隣接するセル列を上部電極または下部電極により直列に接続すれば、直列に接続される有機太陽電池セルの個数は任意に設定でき、この場合の通常6個以上、好ましくは10個以上、より好ましくは20個以上、更に好ましくは30個以上であり、上限は特に限定されないが、通常50万個以下、好ましくは10万個以下、より好ましくは1万個以下、更に好ましくは1000個以下、特に好ましくは600個以下である。

これらの中でも、有機薄膜太陽電池セルを基板の長手方向に直列に接続すると、所望の電位のセル列を切り出しやすくなる点で好ましい。

[0047] また、有機薄膜太陽電池セルは、下部電極、光電変換層、および上部電極を少なくとも備える。なお、本発明において、通常有機薄膜太陽電池セルの基板に積層される電極を下部電極と称し、下部電極に光電変換層を積層した後に積層される電極を上部電極と称する。下部電極は基板に直接積層されても、間接的に積層されてもよい。

[0048] 1-6. 有機薄膜太陽電池素子の製造方法

以下、光電変換層、上部電極および下部電極を備えた有機薄膜太陽電池セル（以下、太陽電池セルともいう）が同一の基板上で直列に接続されたモノリシック構造を有する有機薄膜太陽電池素子（以下、太陽電池素子ともいう）の製造方法について図1を用いて説明する。図1により、光電変換層がp-i-n接合型である場合を例にして説明するが、バルクヘテロ接合型、ヘテロpn接合型、ショットキー型、等、公知の有機光電変換層も同様の方法で製造できる。

[0049] 有機薄膜太陽電池素子は、通常基板上に複数の有機薄膜太陽電池セルを形成させることで製造される。有機薄膜太陽電池モジュールの受光面が基板1側の場合には、透明な基板を用いるのが好ましい。受光面が上部電極8側の場合には、基板1は透明でも不透明でも良い。（a）図の通り、基板1の上

に開溝 1 1 を持つ下部電極 2 を形成する。電極の形成はドライ法、ウェット法のいずれでもよい。ドライ法としては例えばスパッタ、蒸着、CVD等公知の方法が挙げられる。ウェット法としては、スクリーン印刷やダイコート等が挙げられる。第 1 の開溝 1 1 の幅は 50～1000 μm 特に 100～500 μm 程度が好ましい。

[0050] 次に、(b) 図の通り、下部電極 2 の上に p 層 3 を形成する。p 層 3 を下部電極 2 の全面に形成する場合には、第 1 の開溝 1 1 は p 層 3 の材料で埋められる。また、p 層 3 を下部電極 2 上にパターンを形成する場合には、第 1 の開溝 1 1 は p 層 3 の材料によって埋められないこともある。

[0051] 次に、(c) 図の通り、下部電極 2 および p 層 3 の上に i 層 4 および n 層 5 を順次成膜する。次いで、(d) 図の通り、p 層 3 の上に形成された i 層 4、n 層 5 に、第 1 の開溝 1 1 と重ならないように、その近傍に数 10～100 μm 程度離れて下部電極 2 に達する第 2 の開溝 1 2 をレーザスクライブにより形成する。第 2 の開溝の幅は 50～1000 μm 特に 100～500 μm 程度が好ましい。この第 2 の開溝 1 2 を形成するレーザの波長は 200～1200 nm であり、中でも 250～900 nm 特に 250～600 nm 程度が好ましい。これにより p 層 3、i 層 4 および n 層 5 は短冊状の形状に分離される。

[0052] 次に、(e) 図の通り、上部電極 6 を形成する。第 2 の開溝 1 2 は上部電極 6 の材料で埋められる。第 2 の開溝 1 2 は、単位セルの上部電極を隣接する単位セルの受光面の下部電極 2 と接続するためのものであるから、下部電極 2 に達していなければならない。

[0053] その後、(f) 図の通り、上部電極 6、n 層 5、i 層 4 及び p 層 3 をレーザスクライブして第 3 の開溝 1 3 を形成して、単位セルに分割する。開溝 1 3 は隣接する単位セルの上部電極 6 を分割するものであるから、i 層 4 を突き抜けずに i 層 4 の途中で止まってもよく、i 層 4 からさらに p 層 3 を突き抜けて下部電極 2 に入り込んでもよい。この第 3 の開溝 1 3 を形成するレーザの波長は 200～1200 nm であり、中でも 250～900 nm 特に 2

50～600nm程度が好ましい。各単位セルの上部電極6は、開溝12内を埋める上部電極6の材料によって隣接する単位セルの下部電極2と導通しているので、各単位セルが直列に接続された有機薄膜太陽電池素子が得られる。

[0054] 光電変換層（この実施の形態では、p層3、i層4及びn層5）を構成する材料は、200～1200nm特に250～900nmとりわけ250～600nmの波長の光の吸収性が良く、光電変換層は効率よく切断（スクライブ）される。上部電極6を構成する材料は、この波長の光を吸収するものであってもよく、吸収しなくてもよい。上部電極6の構成材料がこの波長の光を吸収しない場合であっても、その下の光電変換層がレーザスクライブにより除去されるときに、その上側の上部電極構成材料が併せて除去されて第3の開溝13が形成されるようになる。上部電極6の構成材料が光吸収材料に限定されないところから、上部電極の構成材料の選択肢が広がる。

[0055] 2. 有機薄膜太陽電池モジュール

本発明の有機薄膜太陽電池モジュールは、集電線が、導電性熱硬化性樹脂組成物を介して有機薄膜太陽電池素子と接続された構造を有する。

本発明の有機薄膜太陽電池モジュールは、少なくとも封止材により有機薄膜太陽電池素子および集電線が封止されたものが好ましい。有機薄膜太陽電池素子の封止を行うことで、有機薄膜太陽電池素子を補強し、耐衝撃性を向上することができる。

[0056] 2-1. 集電線の接続

有機薄膜太陽電池素子から電流を取り出すために電極と集電線を接続するが、本発明では、集電線を、導電性の熱硬化性樹脂組成物を介して前記電極に接続させる。

集電線と電極とは、電極が光電変換層と積層しない箇所で接続しても、電極を光電変換層と積層した箇所で接続してもよい。

[0057] 集電線と電極とを光電変換層と積層しない箇所で接続する場合には、例えば図2aに示すように、有機薄膜太陽電池セルの下部電極2に光電変換層7

と積層する部分と光電変換層 7 と積層しない部分を設け、上部電極 6 にも光電変換層 7 と積層する部分と、光電変換層 7 と積層しない部分を設ける。そして、下部電極 2 および上部電極 6 それぞれの光電変換層と積層しない部分（図 2 a の両端）において、接着層 9 を介して集電線を接続することで、二本の集電線を有機薄膜太陽電池セルに設置する。集電線と電極を「接続する」とは、少なくとも集電線と電極とを電氣的に接続することを意味する。また、集電線を「設置」とは、電極と集電線とが電氣的に接続されるように設けることを意味する。

なお、図 2 a において有機薄膜太陽電池セルの両端において、例えば下部電極と集電線の間に導電性物質を積層したり、上部電極の下に集電に影響のない物質を積層するなどして、有機薄膜太陽電池セルの上下の面を平坦にすることで集電線の設置作業をしやすくしてもよい。

[0058] なお、一般的に有機薄膜太陽電池モジュールでは、集電線を有機薄膜太陽電池素子の上部電極および下部電極に接続することで電気を取り出すが、集電線を複数の上部電極のみに接続した場合であっても電気を取り出すことができる。これは、有機薄膜太陽電池素子を形成する有機薄膜太陽電池セルの上部電極と下部電極は光電変換層を挟んで電気が流れており、また、各セル間同士が直列接続されていることから、上部電極同士からであっても電気を取り出すことができるためである。上部電極同士から電気を取り出す場合、集電線を光電変換層と積層した上部電極に接続することが好ましい。

集電線を光電変換層と積層した上部電極に接続する場合には、例えば図 2 b に示すように、有機薄膜太陽電池セルの上部電極 6 に接着層 9 を介して集電線 8 を設置すればよい。なお、集電線を光電変換層と積層した電極に接続するとは、図 2 c における上部電極 6 の 2 3 の範囲に設置することである。

この方法によれば、有機薄膜太陽電池素子の製造後でも任意の位置に集電線を設置でき、電位を自由に調整することができる。従って、同一の有機薄膜太陽電池素子により多様な必要電位の要求に応えられるため、生産効率を下げることなく、有機薄膜太陽電池モジュールを製造することができる。具

体的には、ロール・トゥ・ロール方式により、長尺の有機薄膜太陽電池素子を製造し、要求に応じた電位に対応する大きさ（モジュール幅、直列数）に切り出しながら使用することができる。この場合、二本の集電線がそれぞれ上部電極に設置された有機薄膜太陽電池モジュールが製造される。

具体的には、図2cに示すように、有機薄膜太陽電池セルがモノリシックに接続された有機薄膜太陽電池素子において、任意の上部電極6に集電線8を設置して電気を取り出すことで、必要に応じた電位を取り出すことが可能となる。全ての集電線が有機薄膜太陽電池セルの上部電極上に設けられている必要はなく、上部電極のうち、光電変換層と積層しない領域（例えば図2aの右端の領域24）を設け、当該領域に一部の集電線を設置してもよい。

[0059] 有機薄膜太陽電池素子が、下部電極と接続した集電線を有する場合には、上部電極6と集電線8とを1か所接続すれば電気を取り出すことが可能である。2か所で接続すれば、上部電極6と接続した2本の集電線から電気を取り出すことも、下部電極と接続した集電線と、上部電極6と接続した2本の集電線のうち任意の集電線を選択して、2種類の電位を選択して電気を取り出すこともできる。もちろん、上部電極と集電線とを3か所以上で接続することも可能である。例えば3か所で接続した場合には1つの有機薄膜太陽電池モジュールから2種類の電位を取り出すことができ、4か所で接続した場合には1つの有機薄膜太陽電池モジュールから3種類の電位を取り出せるだけでなく、同一の電位を2系統取り出すことや、異なる電位を2系統取り出すこともできる。

このように、光電変換層に積層した電極に集電線を設置することにより、集電線を任意の位置に設置できるため、一の有機薄膜太陽電池素子から、取り出す電気の電位を自在に設定することができる。

[0060] また、集電線を設置した上部電極を有する有機薄膜太陽電池セルは、集電線の設置により短絡していても、短絡していなくてもよいが、有機薄膜太陽電池素子において集電線を設置した有機薄膜太陽電池セルの全てが短絡しているか、全てが短絡していないのが好ましい。

当該太陽電池セルが短絡している場合には、確実に電気を流すことができるため、安定した電気取り出しが可能となる。一方、当該有機薄膜太陽電池セルが短絡していない場合には、当該集電線を設置した上部電極を有する有機薄膜太陽電池セルであっても発電が可能であり、有機薄膜太陽電池モジュールの面積当たりの発電量、すなわち発電効率を上げることができる点で好ましい。中でも、集電線を設置する上部電極を有機薄膜太陽電池セルの非受光面になるように有機薄膜太陽電池セルの層構成を設計すると、集電線が光電変換層に届く光を遮らないためより発電効率を上げることができる。

[0061] 本発明は、集電線を導電性熱硬化性樹脂組成物を介して有機薄膜太陽電池素子と接続することを一つの特徴とするが、特に、集電線を光電変換層と積層した電極に接続する場合に、更に有利な効果を奏する。

有機薄膜太陽電池素子において、有機成分を含む光電変換層は他の層に対して強度が低い。従って、発電効率の低下を防ぐためには、集電線を設置する領域は、外力からの影響を受けやすい光電変換層からなるべく離れている方が好ましい。その点では、集電線と電極とを光電変換層と積層しない箇所で接続する方が良いが、有機薄膜太陽電池素子を製造した後に電位を変更することができない。

一方、導電性熱硬化性樹脂組成物は、硬化後に三次元架橋構造を有するため線膨張率が低い。具体的には、通常 $100 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 以下、好ましくは $80 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 以下、より好ましくは $60 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 以下、通常 $10 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 以上、好ましくは $20 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 以上、より好ましくは $30 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 以上である。従って、熱による収縮と膨張が少なく、光電変換層に与える影響を少なくすることができる。すなわち、集電線を導電性熱硬化性樹脂組成物を介して有機薄膜太陽電池素子と接続することにより、前述の、取り出し電位の自由度を確保し、生産効率を向上させることが可能になる。

[0062] 2-2. 集電線

集電線の材料としては、金属や合金などがよく用いられ、その中でも抵抗率の低い銅やアルミ、銀、金、ニッケルなどを用いることが好ましい。その

中でも銅やアルミが安価であることから、特に好ましい。また、錆防止のため、集電線の周囲をスズや銀などでメッキしたり、表面を樹脂などでコートしてあったり、フィルムをラミネートしてあってもよい。集電線の形状としては、平角線、箔、平板、ワイヤー状のものがあるが、接着面積の確保などの理由から、平角線や、箔、平板状のものを好むことが好ましい。

なお、本発明でいう「箔」は厚さが $100\mu\text{m}$ 未満のものをいい、「板」は厚さが $100\mu\text{m}$ 以上のものをいう。また「平角線」とは、断面が円形のワイヤーを圧延して、断面の形状を四角形にしたものをいう。

[0063] また集電線は、導電性を有する限り特段の限定はされないが、接続する上部電極や下部電極よりも抵抗値が低いものが好ましく、特に、上部電極や下部電極より厚さを厚くすることによって、抵抗値を低減させることが好ましい。集電線の厚さとしては、 $5\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、より好ましくは $10\mu\text{m}$ 以上である。また、 2mm 以下であることが好ましく、より好ましくは 1mm 以下、さらに好ましくは $300\mu\text{m}$ 以下、特に好ましくは $200\mu\text{m}$ 以下である。厚さが上記下限以上であることで、集電線の抵抗値の上昇を抑制し、発電した電力を効率よく外部に取り出しやすいため好ましい。また、上記上限以下であることにより、有機薄膜太陽電池モジュールの重量の増加を抑制するとともに可撓性を維持でき、また、モジュール表面の凹凸の発生を抑制でき、生産コストが増加を抑制できる点で好ましい。

[0064] また、集電線の幅としては、 0.5mm 以上であることが好ましく、より好ましくは 1mm 以上、特に好ましくは 2mm 以上である。また、集電線の幅は、 50mm 以下であることが好ましく、より好ましくは 20mm 以下、特に好ましくは 10mm 以下である。上記範囲より集電線の幅が狭いと、集電線の抵抗値が上昇し、発電した電力を効率よく取り出すことができなくなる恐れがある。また、集電線の機械強度が減少し、破断等の原因になる恐れがある。また、上記範囲より集電線の幅が広いと、モジュール全体における開口率が減少し、モジュールの発電量の低下に繋がる恐れがある。

[0065] また、集電線の形状をエンボス形状にすることもできる。エンボス形状と

は、何らかの凹凸形状を型押しする等により施された形状を意味する。集電線をエンボス形状にすることで、接着層を用いても、エンボス形状の凹凸の一部が電極に直接接するか、または極めて近接することができるため導電性が高まる。

エンボス深さは、通常5～100 μm であり、10～50 μm であることが好ましい。なお、エンボス深さとは、エンボス加工によって形成された凸部の高さを意味していて、具体的には凸部を含む厚さから集電線の厚さを差し引いた値である。このようなエンボス深さとすることで、エンボスの凸部が電極に直接接することができるため好ましい。

[0066] 2-3. 接着層

本発明では、集電線を、導電性の熱硬化性樹脂組成物（図2aにおける接着層9）を介して電極に接続させることを一つの特徴とする。

従来、集電線を太陽電池の電極に設置する接着成分として、導電性粒子を含む熱可塑性樹脂組成物、はんだ、金属ペースト、等が知られている。

本発明によれば、熱可塑性樹脂組成物を用いる場合に対して、熱に対する耐久性の高い有機薄膜太陽電池モジュールを得ることができる。熱可塑性樹脂組成物は一般に線膨張率が高いため、基材や集電線に用いられる材料との線膨張率比が大きい。従って、高温高湿試験や結露凍結試験、ヒートサイクル試験などの耐久性試験を実施した際に、発電層の膜剥がれなどを起こし、集電線と有機薄膜太陽電池素子間の抵抗を増加させ、出力低下を引き起こす恐れがある。

また、はんだを用いると、接着の際に200℃以上の高温が必要であり、基材の変形や発電層の劣化を引き起こす恐れがある。金属ペーストは流動性が高く、集電線を設置する際にはみ出して外観不良が発生する場合がある。溶剤を含む金属ペーストの場合は、硬化の際にアウトガスが発生し、有機薄膜太陽電池素子の電極と集電線間の抵抗を増大させ、出力低下を起こす恐れがある。また、有機薄膜太陽電池素子の電極を溶解させ、外観などの不良が発生する場合がある。例えば、電極に銀を用いた際、銀食いと呼ばれる銀を

溶解させる現象が発生する場合がある。

導電性熱硬化性樹脂組成物の硬化温度は、特に制限されないが、基板のガラス転移温度（ T_g ）未満であることが好ましい。硬化の際の基板の変形を防ぎ、モジュールの外観不良及び出力低下を防ぐことができるためである。具体的には、導電性熱硬化性組成物の硬化温度は通常 20°C 以上、好ましくは 40°C 以上、より好ましくは 60°C 以上であり、通常 400°C 以下、好ましくは 300°C 以下、より好ましくは 200°C 以下、特に好ましくは 160°C 未満である。上記温度範囲であることで、導電性硬化性組成物のポットライフを一定以上にでき、かつ、硬化させる際の熱によって、基板ひいては有機薄膜太陽電池モジュールが熱変形することを抑制できる。

また、本発明の有機薄膜太陽電池モジュールに用いる封止材が熱硬化性樹脂を含む場合、導電性熱硬化性樹脂組成物の硬化温度は、封止材に含まれる熱硬化性樹脂が硬化しうる温度以下であることが好ましい。集電線を設置したのちに封止材を設置し、封止材を接着、硬化させる際の加熱工程は、モジュール製造時間を短縮するために、モジュール変形や出力低下が起きない限界近くの温度で行うことが多い。したがって、この際に導電性熱硬化性樹脂組成物を同時に硬化できると、導電性硬化性樹脂単独で硬化させる工程を省略できるだけでなく、封止材を硬化させる際にモジュール変形や出力低下を起こさない。

封止材が例えば熱可塑性樹脂であり、熱ラミネートにより封止する場合も、同様の理由により、導電性熱硬化性樹脂組成物の硬化温度は熱ラミネートを行う温度よりも低い温度であることが好ましい。

[0067] 導電性熱硬化性組成物の硬化温度は、例えば硬化剤の種類を適切に選択することにより制御可能である。エポキシ樹脂の場合は芳香族アミン系等の硬化剤を用いたり、ジシアンジアミド等の潜在硬化型の硬化剤を用いることにより高くすることができ、脂肪族アミン系等の硬化剤を用いることで低くすることができる。アクリル樹脂やウレタン樹脂の場合は、硬化剤にブロックタイプイソシアネート等の潜在硬化型の硬化剤を用いることにより高くする

ことが出来る。

また、本発明において導電性熱硬化性組成物の硬化温度は、セイコーインスツル社製DSCにて、25℃から400℃まで2℃/分で加熱したときの発熱量がピークになる温度である。

なお、導電性熱硬化性組成物が硬化した後は、硬化物から残存硬化剤を抽出し、NMR等を用いて硬化剤の構造を同定することで類推することができる。

本発明の効果を阻害しない限り、別の層を積層してもよい。熱硬化性樹脂組成物は硬化させる際に熱を加えるため、常温で硬化するものに比べ、硬化後のガスの発生が少ない。そのため、封止後に屋外に設置され、長時間太陽光に晒されることで有機薄膜太陽電池の温度が上昇したとしても、ガスの発生による有機薄膜太陽電池モジュールの劣化を防ぐことができる。なお、導電性とは、少なくとも電氣的に接続可能であればよいことを意味するが、室温（25℃）における体積抵抗率では $10\ \Omega\text{cm}$ 以下、 $10^{-6}\ \Omega\text{cm}$ 以上である。

[0068] 本発明に用いる導電性の熱硬化性樹脂組成物としては、バインダー樹脂組成物に導電粒子が分散したものをを用いることができる。また、導電性熱硬化性樹脂組成物はシート状でもペースト状でもよいが、シート状であることが好ましい。

[0069] 導電粒子としては、金、ニッケル、銅、銀、白金、半田、パラジウム、アルミニウム等、またはそれらの合金などの金属粒子や、カーボンブラック、カーボンチューブ、カーボンファイバー等のカーボン系粒子、金めっきニッケル粒子などの複合金属粒子、金／ニッケルめっき樹脂粒子、銅めっき樹脂粒子、ニッケルめっき樹脂粒子などの金属被覆樹脂粒子等を挙げることができる。導電性の観点から金属粒子、複合金属粒子、金属被覆樹脂粒子が好ましい。このような、導電粒子を、上記の樹脂に、通常0.01体積%以上、好ましくは0.1体積%以上で、通常50体積%以下、好ましくは20体積%以下含有したものをを用いる。導電性粒子の含有量が上記下限以上であること

で、導電性粒子による接続安定性を躍起しやすく、導電性の低下を抑制することができる。また導電性粒子の含有量が上記上限以下であることで、樹脂層の成形性を維持し、接着強度の低下を抑制することができる。

[0070] 導電粒子の形状は、特に限定されず、球状、針状、繊維状、フレーク状、スパイク状、コイル状などが挙げられる。導電粒子の大きさとしては特に限定されないが、例えば粒径が $1 \sim 50 \mu\text{m}$ 、好ましくは $2 \sim 20 \mu\text{m}$ である。尚、当該粒径は、BET法により測定した値である。

[0071] バインダー樹脂組成物としては、従来の導電接着剤において用いられている熱硬化性のバインダー樹脂組成物の中から適宜選択して使用することができる。例えば、熱硬化性アクリル樹脂、熱硬化型エポキシ樹脂、熱硬化型尿素樹脂、熱硬化型メラミン樹脂、ポリイミド樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、ポリウレタン樹脂、ビスマレイミド樹脂、トリアジン-ビスマレイミド樹脂、熱硬化型フェノール樹脂等を挙げることができる。中でも、硬化後の接着強度が良好な点を考慮すると、熱硬化型エポキシ樹脂を使用したバインダー樹脂組成物を好ましく使用することができる。

[0072] 上記バインダー樹脂は硬化剤を含んでもよい。硬化剤としては、イミダゾール系硬化剤、ヒドラジド系硬化剤、アミン系硬化剤、フェノール系硬化剤、酸無水物系硬化剤、三フッ化ホウ素-アミン錯体、スルホニウム塩、ヨードニウム塩、ポリアミンの塩、アミンイミド及びジシアンジアミド等が挙げられる。

[0073] このような熱硬化型エポキシ樹脂としては、液状でも固体状でもよく、エポキシ当量が通常 $100 \sim 4000$ 程度であって、分子中に2以上のエポキシ基を有するものが好ましい。例えば、ビスフェノールA型エポキシ化合物、フェノールノボラック型エポキシ化合物、クレゾールノボラック型エポキシ化合物、エステル型エポキシ化合物、脂環型エポキシ化合物等を好ましく使用することができる。また、これらの化合物にはモノマーやオリゴマーが含まれる。

[0074] 本発明に用いる導電性の熱硬化性樹脂組成物としてはACF (Aniso

tropic Conductive Film、異方性導電フィルム）を用いることもできる。ACFは、熱硬化性の樹脂フィルム中に直径が例えば $1\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$ 程度の導電粒子が分散されたものであり、膜厚方向には導電性を持ち、膜面方向には絶縁性を持つものである。本発明で用いる熱硬化性樹脂組成物には、必要に応じてシリカ、マイカなどの充填剤、顔料、帯電防止剤などを含有させることができる。着色料、防腐剤、ポリイソシアネート系架橋剤、シランカップリング剤なども配合することもできる。

[0075] 熱硬化性樹脂組成物の導電性が低い場合には、電極と集電線の一部を熱硬化性樹脂組成物で固定し、残りの部分で電極と集電線とが直接接するように設置することもできる。

[0076] 2-4. 封止材

本発明においては、有機薄膜太陽電池素子と集電線とを接続して有機薄膜太陽電池モジュールを製造するが、少なくとも有機薄膜太陽電池素子を封止することが好ましい。有機薄膜太陽電池素子の封止は、有機薄膜太陽電池素子の補強や、耐衝撃性を上げるために行う。

封止に使用する封止材は、有機薄膜太陽電池モジュールの強度保持の観点から強度が高いことが好ましい。具体的強度については、封止材以外の層の強度とも関係することになり一概には規定しにくい。有機薄膜太陽電池モジュール全体が良好な曲げ加工性を有し、折り曲げ部分の剥離を生じないような強度を有するのが望ましい。

[0077] また、封止材は、有機薄膜太陽電池セルの受光面側に用いられる場合、光吸収を妨げない観点から可視光を透過させるものが好ましい。例えば、可視光（波長 $360\sim 830\text{nm}$ ）の光の透過率は、通常75%以上、好ましくは80%以上、より好ましくは85%以上、さらに好ましくは90%以上、なかでも好ましくは95%以上、特に好ましくは97%以上である。太陽光をより多く電気エネルギーに変換するためである。

[0078] 一方、有機薄膜太陽電池素子の受光面と反対側に封止材を用いる場合は、必ずしも可視光を透過させる必要がなく、不透明でもよい。

さらに、有機薄膜太陽電池モジュールは光を受けて熱せられることが多いため、封止材も熱に対する耐性を有することが好ましい。この観点から、封止材の構成材料の融点は、通常100℃以上、好ましくは120℃以上、より好ましくは130℃以上であり、また、通常350℃以下、好ましくは320℃以下、より好ましくは300℃以下である。融点を高くすることで有機薄膜太陽電池モジュールの使用時に封止材が融解・劣化するのを防ぐことができる。

[0079] 封止材の厚さは特に規定されないが、通常5 μm以上、好ましくは10 μm以上、より好ましくは30 μm以上であり、また、通常1000 μm以下、好ましくは800 μm以下、より好ましくは600 μm以下である。厚くすることで有機薄膜太陽電池モジュール全体の強度が高まる傾向にあり、薄くすることで柔軟性が高まり、また可視光の透過率が向上する傾向にある。このため、両方の利点を兼ね備える範囲として、上記範囲とするのが望ましい。

[0080] 封止材を構成する材料としては、特に限定されず、架橋剤を含む酢酸ビニルエチレン共重合体、ポリウレタン、エポキシ樹脂等の熱硬化性樹脂、ポリオレフィン、ポリエステル、アクリル樹脂等の熱可塑性樹脂、ブチルゴム、シリコンゴム等のエラストマー系樹脂、または上記の複合体でもよい。

封止材は、封止できる温度が通常50℃以上、好ましくは100℃以上であり、通常250℃以下、好ましくは200℃以下、より好ましくは180℃以下、更に好ましくは160℃以下、特に好ましくは140℃以下である。上記温度範囲において、導電性熱硬化性樹脂組成物の硬化温度以上の温度で加熱することにより、封止と導電性熱硬化性樹脂組成物の硬化（すなわち有機薄膜太陽電池素子と集電線との接続）とを同時に行うことができる。

本発明においては封止材が上記熱硬化性樹脂を含むと、有機薄膜太陽電池モジュールを使用する際に、高温に晒されても変形しづらい点で好ましい。

本発明においては、封止材が熱硬化性樹脂の場合、封止材の硬化温度が導電性熱硬化性樹脂組成物の硬化温度よりも高い、すなわち、導電性熱硬化性

樹脂組成物の硬化温度が、封止材に含まれる熱硬化性樹脂が硬化しうる温度以下であると、封止の際に導電性熱硬化性樹脂組成物の硬化も同時に行えるため好ましい。

封止材に含まれる熱硬化性樹脂の硬化温度（すなわち、熱硬化性樹脂を含む封止材の硬化温度）は、通常50℃以上、好ましくは100℃以上であり、通常250℃以下、好ましくは200℃以下、より好ましくは180℃以下、更に好ましくは160℃以下、特に好ましくは140℃以下である。

EVAフィルムには通常は耐候性の向上のために架橋剤を配合して架橋構造を構成させる。この架橋剤としては、一般に、100℃以上でラジカルを発生する有機過酸化物が用いられる。このような有機過酸化物としては、例えば、2,5-ジメチルヘキサン、2,5-ジヒドロパーオキシド、2,5-ジメチル-2,5-ジ(t-ブチルパーオキシ)ヘキサン又は3-ジ-t-ブチルパーオキシド等を用いることができる。これらの有機過酸化物の配合量は、EVA樹脂100重量部に対して、通常5重量部以下、好ましくは3重量部以下であり、通常1重量部以上である。なお、架橋剤は1種を用いてもよく、2種以上を任意の組み合わせ及び比率で併用しても良い。

[0081] このEVA樹脂組成物には、接着力向上の目的で、シランカップリング剤を含有させてもよい。この目的に供されるシランカップリング剤としては、例えば、 γ -クロロプロピルトリメトキシシラン、ビニルトリクロロシラン、ビニルトリエトキシシラン、ビニルトリスー(β -メトキシエトキシ)シラン、 γ -メタクリロキシプロピルトリメトキシシラン又は β -(3,4-エトキシシクロヘキシル)エチルトリメトキシシラン等を挙げることができる。これらのシランカップリング剤の配合量は、EVA樹脂100重量部に対して、通常5重量部以下、好ましくは2重量部以下であり、通常0.1重量部以上である。なお、シランカップリング剤は1種を用いてもよく、2種以上を任意の組み合わせ及び比率で併用しても良い。

[0082] 更に、EVA樹脂のゲル分率を向上させ、耐久性を向上するために、EVA樹脂組成物に架橋助剤を含有させてもよい。この目的に供される架橋助剤

としては、例えば、トリアリルイソシアヌレート又はトリアリルイソシアネート等の3官能の架橋助剤等の単官能の架橋助剤等が挙げられる。これらの架橋助剤の配合量は、EVA樹脂100重量部に対して、通常10重量部以下、好ましくは5重量部以下であり、また、通常1重量部以上である。なお、架橋助剤は1種を用いてもよく、2種以上を任意の組み合わせ及び比率で併用してもよい。架橋助剤が架橋する温度は、通常50℃以上、好ましくは100℃以上であり、通常250℃以下、好ましくは200℃以下、より好ましくは180℃以下、更に好ましくは160℃以下、特に好ましくは140℃以下である。上記温度範囲であることにより、封止と導電性熱硬化性樹脂組成物の硬化とを同時に行うことができる。

[0083] 更に、EVA樹脂の安定性を向上する目的で、EVA樹脂組成物に、例えばヒドロキノン、ヒドロキノンモノメチルエーテル、p-ベンゾキノン又はメチルヒドロキノンなどを含有させてもよい。これらの配合量は、EVA樹脂100重量部に対して、通常5重量部以下である。

しかし、EVA樹脂の架橋処理には比較的時間を要するため、有機薄膜太陽電池モジュールの生産速度及び生産効率を低下させる原因となる場合がある。また、長期間使用の際には、EVA樹脂組成物の分解ガス（酢酸ガス）またはEVA樹脂自体が有する酢酸ビニル基が、有機薄膜太陽電池素子に悪影響を与えて発電効率が低下させる場合がある。そこで、封止材としては、EVAフィルムの他に、プロピレン・エチレン・ α -オレフィン共重合体からなる共重合体のフィルムを用いることもできる。

[0084] なお、封止材は1種の材料で形成されていてもよく、2種以上の材料で形成されていても良い。また、封止材は単層フィルムにより形成されていても良いが、2層以上のフィルムを備えた積層フィルムであってもよい。

封止材は、通常有機薄膜太陽電池素子を挟み込むように設ける。

また、封止材に、紫外線遮断、熱線遮断、導電性、反射防止、防眩性、光拡散、光散乱、波長変換、ガスバリア性等の機能を付与してもよい。特に、有機薄膜太陽電池の場合は、水や酸素に弱く、太陽光からの強い紫外線にさ

らされることから、ガスバリア性や紫外線遮断機能を持つことが好ましい。

このような機能を付与する方法としては、機能を有する層を塗布成膜等により封止材上に積層してもよいし、機能を発現する材料を溶解・分散させるなどして封止材に含有させてもよい。

[0085] ガスバリア性としては、例えば、以下の水蒸気透過率および酸素透過性を満たすものが挙げられる。

水蒸気透過率としては、封止材 $100\mu\text{m}$ 厚における水蒸気透過率 P_d が、 40°C $90\%\text{RH}$ 環境下で、通常 $10^{-1}\text{g}/\text{m}^2/\text{day}$ 以下、好ましくは $10^{-2}\text{g}/\text{m}^2/\text{day}$ 以下、より好ましくは $10^{-3}\text{g}/\text{m}^2/\text{day}$ 以下、さらに好ましくは $10^{-4}\text{g}/\text{m}^2/\text{day}$ 以下である。水蒸気透過率は、JIS K 7129 に準じた感湿センサ、赤外線センサ、ガスクロマトグラフを備えた装置による測定、カップ法 (JIS Z 0208) により、 40°C $90\%\text{RH}$ 環境で測定する。

[0086] 酸素透過性としては、例えば、一般的には、 25°C 環境下で $100\mu\text{m}$ 厚での単位面積 (1m^2) の 1 日あたりの酸素透過率が、通常 $1\text{cc}/\text{m}^2/\text{day/atm}$ 以下であり、 $1\times 10^{-1}\text{cc}/\text{m}^2/\text{day/atm}$ 以下であることが好ましく、 $1\times 10^{-2}\text{cc}/\text{m}^2/\text{day/atm}$ 以下であることがより好ましく、 $1\times 10^{-3}\text{cc}/\text{m}^2/\text{day/atm}$ 以下であることがさらに好ましく、 $1\times 10^{-4}\text{cc}/\text{m}^2/\text{day/atm}$ 以下であることがとりわけ好ましく、 $1\times 10^{-5}\text{cc}/\text{m}^2/\text{day/atm}$ 以下であることが特に好ましい。酸素が透過しなければしないほど、素子の酸化による劣化が抑えられる利点がある。なお、酸素透過率は、JIS K 7126 A に準じた差圧法に基づく装置、あるいは JIS K 7126 B に準じた等圧法に基づく赤外線センサ、ガスクロマトグラフを備えた装置で測定することができる。

[0087] 封止材により有機薄膜太陽電池素子を封止する封止工程は、有機薄膜太陽電池素子に集電線を設置する工程 (工程 1) の後に行っても良く、工程 1 の前に行っても良い。

工程 1 の後に、更に有機薄膜太陽電池モジュールを封止する工程を有する

場合には、集電線も含め有機薄膜太陽電池モジュール全体を封止し、その後、有機薄膜太陽電池モジュールの封止材のうち、電気を取り出したい集電線が存在する箇所にスリットを形成し、該スリットから集電線を取り出すこともできる。

この場合、上部電極への集電線の接続箇所は1か所以上であれば任意であり、所望の電位を取り出せる位置に集電線を接続すればよい。

[0088] 工程1の前に、有機薄膜太陽電池モジュールを封止する工程を有する場合には、封止後の封止材に対して、集電線を接続する位置にスリットを形成することで、有機薄膜太陽電池モジュールの表面に上部電極が露出した状態となる。そして、スリットの位置の上部電極と集電線を接続すればよい。また、封止を行う前の封止材に、あらかじめ特定の位置にスリットを設けることで、封止後にスリットを形成する手間が省ける。このようにあらかじめスリットを設けることで、封止後にスリットを形成する際に生じる有機薄膜太陽電池セルへのダメージの可能性を排除することが可能となる。

[0089] 本発明の有機薄膜太陽電池モジュールでは、封止後更に耐候性保護シートを最表面に設けることができる。耐候性保護シートは温度変化、湿度変化、光、風雨などデバイス設置環境から有機薄膜太陽電池モジュールを保護するシート及びフィルムである。耐候性保護シートでデバイス表面を覆うことにより、有機薄膜太陽電池モジュール構成材料、特に有機薄膜太陽電池素子が保護され、劣化することなく、高い発電能力を得ることができるという利点がある。

[0090] 耐候性保護シートは、有機薄膜太陽電池素子の最表層に位置するため、耐候性、耐熱性、透明性、撥水性、耐汚染性、機械強度などの、有機薄膜太陽電池セルの表面被覆材として好適な性能を備え、しかもそれを屋外暴露において長期間維持する性質を有することが好ましい。

また、耐候性保護シートは、有機薄膜太陽電池セルの受光面側に用いられる場合、光吸収を妨げない観点から可視光を透過させるものが好ましい。例えば、可視光（波長360～830nm）の光の透過率は、通常75%以上

、好ましくは８０％以上、より好ましくは８５％以上、さらに好ましくは９０％以上、なかでも好ましくは９５％以上、特に好ましくは９７％以上である。太陽光をより多く電気エネルギーに変換するためである。

[0091] 一方、有機薄膜太陽電池素子の受光面と反対側に耐候性保護シートを用いる場合は、必ずしも可視光を透過させる必要がなく、不透明でもよい。

さらに、有機薄膜太陽電池素子は光を受けて熱せられることが多いため、耐候性保護シートも熱に対する耐性を有することが好ましい。この観点から、耐候性保護シートの構成材料の融点は、通常１００℃以上、好ましくは１２０℃以上、より好ましくは１３０℃以上であり、また、通常３５０℃以下、好ましくは３２０℃以下、より好ましくは３００℃以下である。融点を高くすることで有機薄膜太陽電池素子の使用時に耐候性保護シートが融解・劣化する可能性を低減できる。

[0092] 耐候性保護シートを構成する材料は、有機薄膜太陽電池モジュールを保護することができるものであれば任意である。その材料の例を挙げると、ポリエチレン樹脂、ポリプロピレン樹脂、環状ポリオレフィン樹脂、ＡＳ（アクリロニトリルスチレン）樹脂、ＡＢＳ（アクリロニトリルブタジエンスチレン）樹脂、ポリ塩化ビニル樹脂、フッ素系樹脂、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート等のポリエステル樹脂、フェノール樹脂、ポリアクリル系樹脂、各種ナイロン等のポリアミド樹脂、ポリイミド樹脂、ポリアミドイミド樹脂、ポリウレタン樹脂、セルロース系樹脂、シリコン系樹脂、ポリカーボネート樹脂などが挙げられる。

[0093] 中でも好ましくはフッ素系樹脂が挙げられ、その具体例を挙げるとポリテトラフルオロエチレン（ＰＴＦＥ）、４－フッ化エチレン－パークロロアルコキシ共重合体（ＰＦＡ）、４－フッ化エチレン－６－フッ化プロピレン共重合体（ＦＥＰ）、２－エチレン－４－フッ化エチレン共重合体（ＥＴＦＥ）、ポリ３－フッ化塩化エチレン（ＰＣＴＦＥ）、ポリフッ化ビニリデン（ＰＶＤＦ）及びポリフッ化ビニル（ＰＶＦ）等が挙げられる。

[0094] なお、耐候性保護シートは１種の材料で形成されていてもよく、２種以上

の材料で形成されていても良い。また、耐候性保護シートは単層フィルムにより形成されていても良いが、2層以上のフィルムを備えた積層フィルムであってもよい。

耐候性保護シートの厚さは特に規定されないが、通常10 μ m以上、好ましくは15 μ m以上、より好ましくは20 μ m以上であり、また、通常200 μ m以下、好ましくは180 μ m以下、より好ましくは150 μ m以下である。厚さを厚くすることで機械的強度が高まる傾向にあり、薄くすることで柔軟性が高まる傾向にある。このため、両方の利点を兼ね備える範囲として、上記範囲とするのが望ましい。

[0095] また耐候性保護シートには、他のフィルムとの接着性の改良のために、コロナ処理、プラズマ処理等の表面処理を行なってもよい。

耐候性保護シートは、有機薄膜太陽電池モジュールにおいてできるだけ外側に設けることが好ましい。デバイス構成部材のうちより多くのものを保護できるようにするためである。

また、耐候性保護シートに紫外線遮断、熱線遮断、防汚性、親水性、疎水性、防曇性、耐擦性、導電性、反射防止、防眩性、光拡散、光散乱、波長変換、ガスバリア性等の機能を付与してもよい。特に、有機薄膜太陽電池の場合は、太陽光からの強い紫外線にさらされることから、紫外線遮断機能を持つことが好ましい。

[0096] このような機能を付与する方法としては、機能を有する層を塗布成膜等により耐候性保護シート上に積層してもよいし、機能を発現する材料を溶解・分散させるなどして耐候性保護シートに含有させてもよい。

[0097] 2-5. 有機薄膜太陽電池モジュールの層構成

以下、図3を用いて、有機薄膜太陽電池モジュールの層構成の一例を説明するが、本発明の有機薄膜太陽電池モジュールの層構成は図3の態様に限定されない。

[0098] 図3は本発明の一実施形態としての有機薄膜太陽電池モジュールの構成を模式的に示す断面図である。図3に示すように、本実施形態の有機薄膜太陽

電池モジュール４４は、耐候性保護シート３１と、紫外線カットフィルム３２と、ガスバリアフィルム３３と、ゲッター材フィルム３４と、封止材３５と、有機薄膜太陽電池素子３６と、封止材３７と、ゲッター材フィルム３８と、ガスバリアフィルム３９と、バックシート４０とをこの順に備える。そして、耐候性保護シート３１が形成された側（図中下方）から光が照射されて、有機薄膜太陽電池素子３６が発電するようになっている。なお、後述するバックシート４０としてアルミ箔の両面にフッ素系樹脂フィルムを接着したシート等の防水性の高いシートを用いる場合は、用途によりゲッター材フィルム３８及び／又はガスバリアフィルム３９を用いなくてもよい。

[0099] （耐候性保護シート３１）

耐候性保護シートに関しては、上述したとおりである。

[0100] （紫外線カットフィルム３２）

紫外線カットフィルム３２は紫外線の透過を防止するフィルムである。

有機薄膜太陽電池モジュール４４の構成部品のなかには紫外線により劣化するものがある。また、ガスバリアフィルム３３、３９等は種類によっては紫外線により劣化するものがある。そこで、紫外線カットフィルム３２を有機薄膜太陽電池モジュール４４の受光部分に設け、紫外線カットフィルム３２で有機薄膜太陽電池素子３６の受光面を覆うことにより、有機薄膜太陽電池素子３６及び必要に応じてガスバリアフィルム３３、３９等を紫外線から保護し、発電能力を高く維持することができるようになっている。

[0101] 紫外線カットフィルム３２に要求される紫外線の透過抑制能力の程度は、紫外線（例えば、波長３００ｎｍ）の透過率が５０％以下であることが好ましく、３０％以下であることがより好ましく、特に好ましくは１０％以下である。

また、紫外線カットフィルム３２は、有機薄膜太陽電池素子３６の光吸収を妨げない観点から可視光を透過させるものが好ましい。例えば、可視光（波長３６０～８３０ｎｍ）の光の透過率が８０％以上であることが好ましく、９０％以上であることがより好ましく、特に好ましくは９５％以上である。

。

[0102] さらに、有機薄膜太陽電池モジュール44は光を受けて熱せられることが多いため、紫外線カットフィルム32も熱に対する耐性を有することが好ましい。この観点から、紫外線カットフィルム32の構成材料の融点は、通常100℃以上、好ましくは120℃以上、より好ましくは130℃以上である。また、通常350℃以下、好ましくは320℃以下、より好ましくは300℃以下である。融点が低すぎると有機薄膜太陽電池モジュール44の使用時に紫外線カットフィルム32が融解する可能性がある。

[0103] また、紫外線カットフィルム32は、柔軟性が高く、隣接するフィルムとの接着性が良好であり、水蒸気や酸素をカットしうるものが好ましい。

紫外線カットフィルム32を構成する材料は、紫外線の強度を弱めることができるものであれば任意である。その材料の例として、エポキシ系、アクリル系、ウレタン系又はエステル系の樹脂に紫外線吸収剤を配合して成膜したフィルム等が挙げられる。また、紫外線吸収剤を樹脂中に分散あるいは溶解させたものの層（以下、適宜「紫外線吸収層」という）を基材フィルム上に形成したフィルムを用いてもよい。

[0104] 紫外線吸収剤としては、例えば、サリチル酸系、ベンゾフェノン系、ベンゾトリアゾール系、シアノアクリレート系のものを用いることができる。中でもベンゾフェノン系、ベンゾトリアゾール系が好ましい。この例としては、ベンゾフェノン系やベンゾトリアゾール系の種々の芳香族系有機化合物等が挙げられる。なお、紫外線吸収剤は、1種を用いてもよく、2種以上を任意の組み合わせ及び比率で併用してもよい。

紫外線カットフィルム32の具体的な商品の例として、カットエース（MKVプラスチック株式会社）等が挙げられる。

[0105] なお、紫外線カットフィルム32は1種の材料で形成されていてもよく、2種以上の材料で形成されていてもよい。また、紫外線カットフィルム32は単層フィルムにより形成されていてもよいが、2層以上のフィルムを備えた積層フィルムであってもよい。

紫外線カットフィルム 32 の厚さは特に規定されないが、通常 $5\ \mu\text{m}$ 以上、好ましくは $10\ \mu\text{m}$ 以上、より好ましくは $15\ \mu\text{m}$ 以上である。また、通常 $200\ \mu\text{m}$ 以下、好ましくは $180\ \mu\text{m}$ 以下、より好ましくは $150\ \mu\text{m}$ 以下である。厚さを厚くすることで紫外線の吸収が高まる傾向にあり、薄くすることで可視光の透過率を増加させられる傾向にある。

[0106] 紫外線カットフィルム 32 は、有機薄膜太陽電池素子 36 の受光面の少なくとも一部を覆う位置に設ければよい。好ましくは有機薄膜太陽電池素子 36 の受光面の全てを覆う位置に設ける。

ただし、有機薄膜太陽電池素子 36 の受光面を覆う位置以外の位置にも紫外線カットフィルム 32 が設けられていてもよい。

[0107] (ガスバリアフィルム 33)

ガスバリアフィルム 33 は水及び酸素の透過を防止するフィルムである。

[0108] 有機薄膜太陽電池素子 36 は湿気及び酸素に弱い傾向があり、特に、 $\text{ZnO}:\text{Al}$ 等の透明電極や、化合物半導体系太陽電池素子及び有機薄膜太陽電池素子が水分及び酸素により劣化することがある。そこで、ガスバリアフィルム 33 で有機薄膜太陽電池素子 36 を被覆することにより、太陽電池素子 36 を水及び酸素から保護し、発電能力を高く維持することができる。

ガスバリアフィルム 33 に要求される防湿能力の程度は、単位面積 ($1\ \text{m}^2$) の 1 日あたりの水蒸気透過率が、 $1 \times 10^{-1}\ \text{g}/\text{m}^2/\text{day}$ 以下であることが好ましく、 $1 \times 10^{-2}\ \text{g}/\text{m}^2/\text{day}$ 以下であることがより好ましく、 $1 \times 10^{-3}\ \text{g}/\text{m}^2/\text{day}$ 以下であることが更に好ましく、 $1 \times 10^{-4}\ \text{g}/\text{m}^2/\text{day}$ 以下であることが中でも好ましく、 $1 \times 10^{-5}\ \text{g}/\text{m}^2/\text{day}$ 以下であることがとりわけ好ましく、 $1 \times 10^{-6}\ \text{g}/\text{m}^2/\text{day}$ 以下であることが特に好ましい。水蒸気が透過しなければしないほど、太陽電池素子 36 及び当該素子 36 の $\text{ZnO}:\text{Al}$ 等の透明電極の水分との反応に起因する劣化が抑えられるので、発電効率が上がると共に寿命が延びる。

[0109] ガスバリアフィルム 33 に要求される酸素透過性の程度は、単位面積 ($1\ \text{m}^2$) の 1 日あたりの酸素透過率が、 $1 \times 10^{-1}\ \text{cc}/\text{m}^2/\text{day}/\text{atm}$

以下であることが好ましく、 $1 \times 10^{-2} \text{ cc/m}^2/\text{day/atm}$ 以下であることがより好ましく、 $1 \times 10^{-3} \text{ cc/m}^2/\text{day/atm}$ 以下であることが更に好ましく、 $1 \times 10^{-4} \text{ cc/m}^2/\text{day/atm}$ 以下であることが中でも好ましく、 $1 \times 10^{-5} \text{ cc/m}^2/\text{day/atm}$ 以下であることがとりわけ好ましく、 $1 \times 10^{-6} \text{ cc/m}^2/\text{day/atm}$ 以下であることが特に好ましい。酸素が透過しなければしないほど、有機薄膜太陽電池素子36及び当該素子36のZnO:Al等の透明電極の酸化による劣化が抑えられる。

[0110] 従来はこのように高い防湿及び酸素遮断能力を有するガスバリアフィルム33の実装が困難であったため、有機太陽電池素子のように優れた太陽電池素子を備えた太陽電池を実現することが困難であった。しかし、このようなガスバリアフィルム33を適用することにより有機太陽電池素子の優れた性質を活かした有機薄膜太陽電池モジュール44の実施が容易となる。

[0111] また、ガスバリアフィルム33は、有機薄膜太陽電池素子36の光吸収を妨げない観点から可視光を透過させるものが好ましい。例えば、可視光（波長360～830nm）の光の透過率は、通常60%以上、好ましくは70%以上、より好ましくは75%以上、更に好ましくは80%以上、中でも好ましくは85%以上、とりわけ好ましくは90%以上、特に好ましくは95%以上、その中でも特に好ましくは97%以上である。太陽光をより多く電気エネルギーに変換するためである。

[0112] さらに、有機薄膜太陽電池モジュール44は光を受けて熱せられることが多いため、ガスバリアフィルム33も熱に対する耐性を有することが好ましい。この観点から、ガスバリアフィルム33の構成材料の融点は、通常100℃以上、好ましくは120℃以上、より好ましくは130℃以上であり、また、通常350℃以下、好ましくは320℃以下、より好ましくは300℃以下である。融点を高くすることで有機薄膜太陽電池モジュール44の使用時にガスバリアフィルム33が融解・劣化する可能性を低減できる。

[0113] ガスバリアフィルム33の具体的な構成は、有機薄膜太陽電池素子36を

水から保護できる限り任意である。ただし、ガスバリアフィルム 33 を透過しうる水蒸気や酸素の量を少なくできるフィルムほど製造コストが高くなるため、これらの点を総合的に勘案して適切なものを使用することが好ましい。

[0114] 中でも好適なガスバリアフィルム 33 としては、例えば、ポリエチレンテレフタレート（PET）或いはポリエチレンナフタレート（PEN）等の基材フィルムに SiO_x を真空蒸着したフィルム等が挙げられる。

なお、ガスバリアフィルム 33 は 1 種の材料で形成されていてもよく、2 種以上の材料で形成されていてもよい。また、ガスバリアフィルム 33 は単層フィルムにより形成されていてもよいが、2 層以上のフィルムを備えた積層フィルムであってもよい。

[0115] ガスバリアフィルム 33 の厚さは特に規定されないが、通常 $5\ \mu\text{m}$ 以上、好ましくは $10\ \mu\text{m}$ 以上、より好ましくは $15\ \mu\text{m}$ 以上であり、また、通常 $200\ \mu\text{m}$ 以下、好ましくは $180\ \mu\text{m}$ 以下、より好ましくは $150\ \mu\text{m}$ 以下である。厚さを厚くすることでガスバリア性が高まる傾向にあり、薄くすることで柔軟性が高まりまた可視光の透過率が向上する傾向にある。

[0116] ガスバリアフィルム 33 は、有機薄膜太陽電池素子 36 を被覆して湿気及び酸素から保護できればその形成位置に制限は無いが、有機薄膜太陽電池素子 36 の正面（受光面側の面。図 3 では下側の面）及び背面（受光面とは反対側の面。図 3 では上側の面）を覆うことが好ましい。薄膜太陽電池モジュール 44 においてはその正面及び背面が他の面よりも大面積に形成されることが多いためである。本実施形態ではガスバリアフィルム 33 が有機薄膜太陽電池素子 36 の正面を覆い、後述するガスバリアフィルム 39 が有機薄膜太陽電池素子 36 の背面を覆うようになっている。なお、後述するバックシート 40 としてアルミ箔の両面にフッ素系樹脂フィルムを接着したシート等の防水性の高いシートを用いる場合は、用途によりゲッター材フィルム 38 及び／又はガスバリアフィルム 39 を用いなくてもよい。

[0117] （ゲッター材フィルム 34）

ゲッター材フィルム 34 は水分及び／又は酸素を吸収するフィルムである。有機薄膜太陽電池素子 36 の構成部品のなかには前記のように水分で劣化するものがあり、また、酸素によって劣化するものもある。そこで、ゲッター材フィルム 34 で有機薄膜太陽電池素子 36 を覆うことにより、有機薄膜太陽電池素子 36 等を水分及び／又は酸素から保護し、発電能力を高く維持するようにしている。

[0118] ここで、ゲッター材フィルム 34 は前記のようなガスバリアフィルム 33 とは異なり、水分の透過を妨げるものではなく、水分を吸収するものである。水分を吸収するフィルムを用いることにより、ガスバリアフィルム 33 等では有機薄膜太陽電池素子 36 を被覆した場合に、ガスバリアフィルム 33 及び 9 で形成される空間に僅かに浸入する水分をゲッター材フィルム 34 が捕捉して水分による有機薄膜太陽電池素子 36 への影響を排除できる。

[0119] ゲッター材フィルム 34 の水分吸収能力の程度は、通常 0.1 mg/cm^2 以上、好ましくは 0.5 mg/cm^2 以上、より好ましくは 1 mg/cm^2 以上である。この数値が高いほど水分吸収能力が高く有機薄膜太陽電池素子 36 の劣化を抑制しうる。また、上限に制限は無いが、通常 10 mg/cm^2 以下である。

また、ゲッター材フィルム 34 が酸素を吸収することにより、ガスバリアフィルム 33 及び 39 等では有機薄膜太陽電池素子 36 を被覆した場合に、ガスバリアフィルム 33 及び 39 で形成される空間に僅かに浸入する酸素をゲッター材フィルム 34 が捕捉して酸素による有機薄膜太陽電池素子 36 への影響を排除できる。

[0120] さらに、ゲッター材フィルム 34 は、有機薄膜太陽電池素子 36 の光吸収を妨げない観点から可視光を透過させるものが好ましい。例えば、可視光（波長 $360 \sim 830 \text{ nm}$ ）の光の透過率は、通常 60% 以上、好ましくは 70% 以上、より好ましくは 75% 以上、更に好ましくは 80% 以上、中でも好ましくは 85% 以上、とりわけ好ましくは 90% 以上、特に好ましくは 95% 以上、その中でも特に好ましくは 97% 以上である。太陽光をより多く

電気エネルギーに変換するためである。

[0121] さらに、有機薄膜太陽電池モジュール44は光を受けて熱せされることが多いため、ゲッター材フィルム34も熱に対する耐性を有することが好ましい。この観点から、ゲッター材フィルム34の構成材料の融点は、通常100℃以上、好ましくは120℃以上、より好ましくは130℃以上であり、また、通常350℃以下、好ましくは320℃以下、より好ましくは300℃以下である。融点を高くすることで有機薄膜太陽電池モジュール44の使用時にゲッター材フィルム34が融解・劣化する可能性を低減できる。

[0122] ゲッター材フィルム34を構成する材料は、水分及び／又は酸素を吸収することができるものであれば任意である。その材料の例を挙げると、水分を吸収する物質としてアルカリ金属、アルカリ土類金属又はアルカリ土類金属の酸化物；アルカリ金属又はアルカリ土類金属の水酸化物；シリカゲル、ゼオライト系化合物、硫酸マグネシウム、硫酸ナトリウム又は硫酸ニッケル等の硫酸塩；アルミニウム金属錯体又はアルミニウムオキサイドオクチレート等の有機金属化合物等が挙げられる。具体的には、アルカリ土類金属としては、Ca、Sr又はBa等が挙げられる。アルカリ土類金属の酸化物としては、CaO、SrO又はBaO等が挙げられる。その他にZr-Al-BaOやアルミニウム金属錯体等も挙げられる。具体的な商品名を挙げると、例えば、OleDry（双葉電子社製）等が挙げられる。

[0123] 酸素を吸収する物質としては、活性炭、シリカゲル、活性アルミナ、モレキュラーシーブ、酸化マグネシウム又は酸化鉄等が挙げられる。またFe、Mn、Zn、及びこれら金属の硫酸塩・塩化物塩・硝酸塩等の無機塩も挙げられる。

なお、ゲッター材フィルム34は1種の材料で形成されていてもよく、2種以上の材料で形成されていてもよい。また、ゲッター材フィルム34は単層フィルムにより形成されていてもよいが、2層以上のフィルムを備えた積層フィルムであってもよい。

[0124] ゲッター材フィルム34の厚さは特に規定されないが、通常5 μm以上、

好ましくは $10\mu\text{m}$ 以上、より好ましくは $15\mu\text{m}$ 以上であり、また、通常 $200\mu\text{m}$ 以下、好ましくは $180\mu\text{m}$ 以下、より好ましくは $150\mu\text{m}$ 以下である。厚さを厚くすることで機械的強度が高まる傾向にあり、薄くすることで柔軟性が高まる傾向にある。

ゲッター材フィルム34は、ガスバリアフィルム33及び39で形成される空間内であればその形成位置に制限は無いが、有機薄膜太陽電池素子36の正面（受光面側の面。図3では下側の面）及び背面（受光面とは反対側の面。図3では上側の面）を覆うことが好ましい。有機薄膜太陽電池モジュール44においてはその正面及び背面が他の面よりも大面積に形成されることが多いため、これらの面を介して水分及び酸素が浸入する傾向があるからである。この観点から、ゲッター材フィルム34はガスバリアフィルム33と有機薄膜太陽電池素子36との間に設けることが好ましい。本実施形態ではゲッター材フィルム34が有機薄膜太陽電池素子36の正面を覆い、後述するゲッター材フィルム38が有機薄膜太陽電池素子36の背面を覆い、ゲッター材フィルム34、38がそれぞれ有機薄膜太陽電池素子36とガスバリアフィルム33、39との間に位置するようになっている。なお、後述するバックシート40としてアルミ箔の両面にフッ素系樹脂フィルムを接着したシート等防水性の高いシートを用いる場合は、用途によりゲッター材フィルム38及び／又はガスバリアフィルム39を用いなくてもよい。

[0125] ゲッター材フィルム34は吸水剤又は乾燥剤の種類に応じて任意の方法で形成することができるが、例えば、吸水剤又は乾燥剤を分散したフィルムを粘着剤で添付する方法、吸水剤又は乾燥剤の溶液をスピンコート法、インクジェット法又はディスペンサー法等で塗布する方法等を用いることができる。また真空蒸着法やスパッタリング法等の成膜法を使用してもよい。

[0126] 吸水剤又は乾燥剤のためのフィルムとしては、例えば、ポリエチレン系樹脂、ポリプロピレン系樹脂、環状ポリオレフィン系樹脂、ポリスチレン系樹脂、アクリロニトリルスチレン共重合体（AS樹脂）、アクリロニトリル-ブタジエンスチレン共重合体（ABS樹脂）、ポリ塩化ビニル系樹脂、

フッ素系樹脂、ポリ（メタ）アクリル系樹脂又はポリカーボネート系樹脂等を用いることができる。中でも、ポリエチレン系樹脂、フッ素系樹脂、環状ポリオレフィン系樹脂又はポリカーボネート系樹脂のフィルムが好ましい。なお、前記樹脂は１種を用いてもよく、２種以上を任意の組み合わせ及び比率で併用しても良い。

[0127] （封止材３５）

封止材３５に関しては、上述したとおりである。本実施形態では、有機薄膜太陽電池素子３６の正面及び背面にそれぞれ封止材３５及び封止材３７を設けるようにしている。

[0128] （有機薄膜太陽電池素子３６）

有機薄膜太陽電池素子３６は、前述の有機薄膜太陽電池素子と同様である。

[0129] ・太陽電池素子同士の接続

有機薄膜太陽電池素子３６は、有機薄膜太陽電池モジュール４４の１個あたり１個だけを設けてもよいが（例えば図３）、通常は、図３に示すように、２個以上の有機薄膜太陽電池素子３６を設ける。具体的な太有機薄膜太陽電池素子３６の個数は任意に設定すればよい。有機薄膜太陽電池素子３６を複数設ける場合、有機薄膜太陽電池素子３６はアレイ状に並べて設けられていることが多い。

[0130] 有機薄膜太陽電池素子３６を複数設ける場合、既に各有機薄膜太陽電池素子には集電線が設けられているため、通常は、有機薄膜太陽電池素子３６同士は、各有機薄膜太陽電池素子が有する集電線を、必要に応じて他の導電性部材を用いて電氣的に接続する。そして、接続された一群の有機薄膜太陽電池素子３６から生じた電気を端子（図示せず）から取り出す。この際、電圧を高めるため通常は、有機薄膜太陽電池素子は直列に接続される。

このように有機薄膜太陽電池素子３６同士を接続する場合には、有機薄膜太陽電池素子３６間の距離は小さいことが好ましい。ひいては、有機薄膜太陽電池素子３６と有機薄膜太陽電池素子３６との間の隙間は狭いことが好ま

しい。有機薄膜太陽電池素子 36 の受光面積を広くして受光量を増加させ、有機薄膜太陽電池モジュール 44 の発電量を増加させるためである。

[0131] (封止材 37)

封止材 37 に関しては、上述したとおりである。配設位置が異なる他は封止材 35 と同様のものを同様に用いることができる。

また、有機薄膜太陽電池素子 36 よりも背面側の構成部材は必ずしも可視光を透過させる必要が無いため、可視光を透過させないものを用いることもできる。

[0132] (ゲッター材フィルム 38)

ゲッター材フィルム 38 は、上述したゲッター材フィルム 34 と同様のフィルムであり、配設位置が異なる他はゲッター材フィルム 34 と同様のものを同様に必要に応じて用いることができる。

また、有機薄膜太陽電池素子 36 よりも背面側の構成部材は必ずしも可視光を透過させる必要が無いため、可視光を透過させないものを用いることもできる。また使用する水分あるいは酸素吸収剤をゲッター材フィルム 34 よりも多く含有するフィルムを用いることも可能となる。このような吸収剤としては、水分吸収剤として CaO 、 BaO 又は Zr-O-Al-O-BaO 等が挙げられ、酸素の吸収剤として活性炭やモレキュラーシーブ等が挙げられる。

[0133] (ガスバリアフィルム 39)

ガスバリアフィルム 39 は、上述したガスバリアフィルム 33 と同様のフィルムであり、配設位置が異なる他はガスバリアフィルム 39 と同様のものを同様に必要に応じて用いることができる。

また、有機薄膜太陽電池素子 36 よりも背面側の構成部材は必ずしも可視光を透過させる必要が無いため、可視光を透過させないものを用いることもできる。

[0134] (バックシート 40)

バックシート 40 は、上述した耐候性保護シート 31 と同様のフィルムであり、配設位置が異なる他は耐候性保護シート 31 と同様のものを同様に用

いることができる。また、このバックシート40が水及び酸素を透過させ難いものであれば、バックシート40をガスバリア層として機能させることも可能である。

[0135] また、有機薄膜太陽電池素子36よりも背面側の構成部材は必ずしも可視光を透過させる必要が無いため、可視光を透過させないものを用いることもできる。このため、バックシート40としては、以下に説明するもの(i)～(iv)を用いることが特に好ましい。

(i) バックシート40としては、強度に優れ、耐候性、耐熱性、耐水性及び／又は耐光性に優れた各種の樹脂のフィルム又はシートを使用することができる。例えば、ポリエチレン系樹脂、ポリプロピレン系樹脂、環状ポリオレフィン系樹脂、ポリスチレン系樹脂、アクリロニトリルスチレン共重合体(AS樹脂)、アクリロニトリルブタジエンスチレン共重合体(ABS樹脂)、ポリ塩化ビニル系樹脂、フッ素系樹脂、ポリ(メタ)アクリル系樹脂、ポリカーボネート系樹脂、ポリエチレンテレフタレート若しくはポリエチレンナフタレート等のポリエステル系樹脂、各種のナイロン等のポリアミド系樹脂、ポリアイミド系樹脂、ポリアミドイミド系樹脂、ポリアリールフタレート系樹脂、シリコーン系樹脂、ポリスルホン系樹脂、ポリフェニレンスルフィド系樹脂、ポリエーテルスルホン系樹脂、ポリウレタン系樹脂、アセタール系樹脂、セルロース系樹脂又はその他等の各種の樹脂のシートを使用することができる。これらの樹脂のシートの中でも、フッ素系樹脂、環状ポリオレフィン系樹脂、ポリカーボネート系樹脂、ポリ(メタ)アクリル系樹脂、ポリアミド系樹脂又はポリエステル系樹脂のシートを使用することが好ましい。なお、これらは1種を用いてもよく、2種以上を任意の組み合わせ及び比率で併用してもよい。

[0136] (ii) バックシート40としては、金属薄膜を用いることもできる。例えば、腐蝕防止したアルミニウム金属箔、ステンレス製薄膜等が挙げられる。なお、前記の金属は1種を用いてもよく、2種以上を任意の組み合わせ及び比率で併用しても良い。

(i i i) バックシート 40 としては、例えばアルミ箔の両面にフッ素系樹脂フィルムを接着した防水性の高いシートを用いてもよい。フッ素系樹脂としては、例えば、一弗化エチレン（商品名：テドラー、デュポン社製）、ポリテトラフルオロエチレン（ P T F E ）、テトラフルオロエチレンとエチレン若しくはプロピレンとのコポリマー（ E T F E ）、フッ化ビニリデン系樹脂（ P V D F ）又はフッ化ビニル系樹脂（ P V F ）等が挙げられる。なお、フッ素系樹脂は 1 種を用いてもよく、 2 種以上を任意の組み合わせ及び比率で併用しても良い。

[0137] (i v) バックシート 40 としては、例えば、基材フィルムの片面又は両面に、無機酸化物の蒸着膜を設け、更に、上記の無機酸化物の蒸着膜を設けた基材フィルムの両面に、耐熱性のポリプロピレン系樹脂フィルムを積層したものをを用いてもよい。なお、通常は、基材フィルムにポリプロピレン系樹脂フィルムを積層する場合には、ラミネート用接着剤で張り合わせることで積層する。無機酸化物の蒸着膜を設けることで、水分及び／又は酸素等の侵入を防止する防湿性に優れたバックシート 40 として使用できる。

[0138] ・基材フィルム

基材フィルムとしては、基本的には、無機酸化物の蒸着膜等との密接着性に優れ、強度に優れ、耐候性、耐熱性、耐水性、耐光性に優れた各種の樹脂のフィルムを使用することができる。例えば、上記（ i ）に記載した樹脂を使用することができる。中でも、フッ素系樹脂、環状ポリオレフィン系樹脂、ポリカーボネート系樹脂、ポリ（メタ）アクリル系樹脂、ポリアミド系樹脂又はポリエステル系樹脂のフィルムを使用することが好ましい。

基材フィルムの厚さとしては、通常 $12\ \mu\text{m}$ 以上、好ましくは $20\ \mu\text{m}$ 以上であり、また、通常 $300\ \mu\text{m}$ 以下、好ましくは $200\ \mu\text{m}$ 以下である。

[0139] ・無機酸化物の蒸着膜

無機酸化物の蒸着膜としては、基本的に金属の酸化物を蒸着した薄膜であれば使用可能である。例えば、ケイ素（ S i ）やアルミニウム（ A l ）の酸化物の蒸着膜を使用することができる。この際、酸化ケイ素としては例えば

SiO_x ($x = 1.0 \sim 2.0$) を用いることができ、酸化アルミニウムとしては例えば AlO_x ($x = 0.5 \sim 1.5$) を用いることができる。

[0140] なお、使用する金属及び無機酸化物の種類は1種でもよく、2種以上を任意の組み合わせ及び比率で併用しても良い。

無機酸化物の蒸着膜の厚さとしては、通常50 Å以上、好ましくは100 Å以上であり、また、通常4000 Å以下、好ましくは1000 Å以下である。

蒸着膜の作製方法としては、プラズマ化学気相成長法、熱化学気相成長法、光化学気相成長法等の化学気相成長法 (Chemical Vapor Deposition法、CVD法) 等を用いることができる。

[0141] ・ポリプロピレン系樹脂フィルム

ポリプロピレン系樹脂としては、例えば、プロピレンの単独重合体又はプロピレンと他のモノマー (例えば α -オレフィン等) との共重合体を使用することができる。また、ポリプロピレン系樹脂としては、アイソタクチック重合体を用いることもできる。

[0142] ポリプロピレン系樹脂は、その結晶性により性質が大きく支配されるが、アイソタクチックの高いポリマーは、引っ張り強さ、衝撃強度に優れ、耐熱性、耐屈曲疲労強度を良好であり、かつ、加工性は極めて良好なものである。

[0143] ・接着剤

基材フィルムにポリプロピレン系樹脂フィルムを積層する場合には、通常はラミネート用接着剤を用いる。これにより、基材フィルムとポリプロピレン系樹脂フィルムとはラミネート用接着剤層を介して積層されることになる。

[0144] ラミネート用接着剤層を構成する接着剤としては、例えば、ポリ酢酸ビニル系接着剤、ポリアクリル酸エステル系接着剤、シアノアクリレート系接着剤、エチレン共重合体系接着剤、セルロース系接着剤、ポリエステル系接着剤、ポリアミド系接着剤、ポリイミド系接着剤、アミノ樹脂系接着剤、フェ

ノール樹脂系接着剤、エポキシ系接着剤、ポリウレタン系接着剤、反応型（メタ）アクリル系接着剤又はシリコン系接着剤等が挙げられる。なお、接着剤は１種を用いてもよく、２種以上を任意の組み合わせ及び比率で併用しても良い。

[0145] （寸法等）

本発明の有機薄膜太陽電池モジュール４４は、通常、膜状の薄い部材である。このように膜状の部材として有機薄膜太陽電池モジュール４４を形成することにより、有機薄膜太陽電池モジュール４４を建材、自動車又はインテリア等に容易に設置できるようになっている。有機薄膜太陽電池モジュール４４は、軽く、割れにくく、従って安全性の高い太陽電池が得られ、また曲面にも適用可能であるため更に多くの用途に使用しうる。薄くて軽いため輸送や保管等流通面でも好ましい。更に、膜状であるためロール・トゥ・ロール式の製造が可能であり大幅なコストカットが可能である。

[0146] 有機薄膜太陽電池モジュール４４の具体的な寸法に制限は無いが、その厚さは、通常５０μm以上、好ましくは１００μm以上、より好ましくは１５０μm以上であり、また、通常３０００μm以下、好ましくは２０００μm以下、より好ましくは１５００μm以下である。

[0147] ２－６．有機薄膜太陽電池モジュールの製造方法

本発明は集電線の設置に導電性熱硬化性樹脂組成物を使用するため、有機薄膜太陽電池モジュールを封止する際の加熱により、導電性硬化性樹脂組成物の硬化も同時に行うことができる。加熱の回数を減少することにより、有機薄膜太陽電池モジュールの効率的な製造を実現できる。また、光電変換層の熱履歴の減少に伴い、光電変換層の劣化を抑制できる。すなわち、本発明の製造方法によれば、効率の高い有機薄膜太陽電池モジュールを、効率よく得ることができる。

具体的には、以下の工程１～３を順次有するのが好ましい。

[0148] 有機薄膜太陽電池素子に集電線を設置する工程（工程１）

基板上に、少なくとも下部電極、光電変換層および上部電極が順次積層さ

れた有機薄膜太陽電池素子に、導電性熱硬化性樹脂組成物を介して集電線を設置する工程

工程 1 では、有機薄膜太陽電池素子の任意の位置に、導電性熱硬化性樹脂組成物を介して集電線を設置する。この際、あらかじめ集電線に導電性熱硬化性樹脂組成物を設置しておき、その後、集電線と導電性熱硬化性樹脂組成物とが一体化されたものを有機薄膜太陽電池素子の電極に載せた後に、ウレタンローラ等を用いて上から圧力をかけることで設置することが好ましい。工程 1 においては、導電性熱硬化性樹脂組成物を硬化させない。集電線の設置には、任意の装置を用いることができる。

[0149] 封止材設置工程（工程 2）

工程 1 で得られた集電線を設置した有機薄膜太陽電池素子の、集電線を設置した面に、封止材を設置する工程

工程 2 では、工程 1 で得られた集電線が設置された有機薄膜太陽電池素子に、封止材を設ける。封止材の設置には任意の装置を用いることができる。封止材は、少なくとも有機薄膜太陽電池素子の集電線を設置した面に設置すればよいが、有機薄膜太陽電池素子の両面に設置してもよい。封止材は、有機薄膜太陽電池素子の全面を覆う様に設置することが好ましい。前述の理由により、封止材は、熱硬化性樹脂を含む封止材が好ましい。

[0150] 加熱工程（工程 3）

工程 2 で得られた積層物を加熱し、前記導電性熱硬化性樹脂組成物の硬化と封止材による封止とを同時に行う工程

工程 3 では、工程 1 および 2 で得られた集電線および封止材が設けられた有機薄膜太陽電池を加熱し、集電線を接着するための導電性熱硬化性樹脂組成物を硬化すると同時に、封止材による封止を行う。これらの工程により、集電線の接着および封止を同時に行うことができ、製造工程の効率化が可能となる。

加熱条件は、導電性熱硬化性樹脂組成物と、熱硬化性樹脂を含む封止材と、が十分に硬化し、かつモジュールが変形しない条件であれば特段限定され

ない。加熱温度は、通常80℃以上、好ましくは100℃以上であり、通常180℃以下、好ましくは160℃以下、より好ましくは140℃以下である。また、加熱時間は、通常5分以上、好ましくは10分以上、通常180分以下、好ましくは120分以下である。

得られた有機薄膜太陽電池モジュールに対し、下記のようにラミネート法により、その他必要な層を積層してもよい。

[0151] 本発明の有機薄膜太陽電池モジュールは、公知の方法により製造することもできる。具体的には、必要となる層を積層させ、真空ラミネーターやロールラミネーターを用いた熱ラミネート法などによっても製造することができる。

[0152] 熱ラミネートによる場合には、真空条件下で行うことが好ましく、通常真空度が10Pa以上、好ましくは20Pa以上、より好ましくは30Pa以上である。一方上限は、通常150Pa以下、好ましくは120Pa以下、より好ましくは100Pa以下である。上記範囲とすることで、モジュール内の各層において気泡の発生を抑制することができ、生産性も向上するため好ましい。

真空時間としては、通常1分以上、好ましくは2分以上、より好ましくは3分以上である。一方上限は、通常20分以下、好ましくは18分以下、より好ましくは15分以下である。真空時間を上記範囲とすることで、熱ラミネート後の有機薄膜太陽電池モジュールの外観が良好となり、またモジュール内の各層において熱ラミネート条件による気泡の発生を抑制することができるため好ましい。

[0153] 熱ラミネートの加圧条件は、通常圧力が50kPa以上、好ましくは70kPa以上、より好ましくは90kPa以上である。一方上限値は、101kPa以下であることが好ましい。上記範囲の加圧条件とすることで、有機薄膜太陽電池モジュールを損傷することなく、また適度な接着性を得ることができるため、耐久性の観点からも好ましい。

上記圧力の保持時間は、通常1分以上、好ましくは3分以上、より好まし

くは5分以上である。一方上限は、通常50分以下、好ましくは40分以下、より好ましくは30分以下である。上記保持時間とすることで、封止材のゲル化率を適正とすることができるため、十分な接着強度を得ることができる。

[0154] 熱ラミネートの温度条件は、通常115℃以上、好ましくは120℃以上、より好ましくは125℃以上である。一方上限値は、通常180℃以下、好ましくは165℃以下、より好ましくは155℃以下である。上記温度範囲とすることで、十分な接着強度を得ることができる。

また、上記温度の保持時間は、通常1分以上、好ましくは3分以上、より好ましくは5分以上である。一方上限は50分以下、好ましくは40分以下、より好ましくは30分以下である。上記保持時間とすることで、封止材の架橋が適度に行われるため耐久性能が向上し、適度な柔軟性を有することができるため、好ましい。

[0155] <用途>

上述した有機薄膜太陽電池モジュール44の用途に制限はなく任意である。例えば、図4に模式的に示すように、何らかの基材42上に有機薄膜太陽電池モジュール44を設けた有機薄膜太陽電池パネル13を用意し、これを使用場所に設置して用いればよい。具定例を挙げると、基材42として建材用板材を使用した場合、この板材の表面に有機薄膜太陽電池モジュール44を設けて太陽電池パネル13として太陽電池パネルを作製し、この太陽電池パネルを建物の外壁等に設置して使用すればよい。

また、用途に応じて、有機薄膜太陽電池モジュールに対して任意の層を更に積層してもよい（図示せず）。

[0156] 基材42は有機薄膜太陽電池素子36を支持する支持部材である。基材42を形成する材料としては、例えば、ガラス、サファイア又はチタニア等の無機材料；ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、ポリエーテルスルホン、ポリイミド、ナイロン、ポリスチレン、ポリビニルアルコール、エチレンビニルアルコール共重合体、フッ素樹脂フィルム、塩化ビ

ニル、ポリエチレン、セルロース、ポリ塩化ビニリデン、アラミド、ポリフェニレンスルフィド、ポリウレタン、ポリカーボネート、ポリアリレート、ポリノルボルネン等の有機材料；紙又は合成紙等の紙材料；ステンレス、チタン又はアルミニウム等の金属に絶縁性を付与するために表面をコート又はラミネートしたもの等の複合材料等が挙げられる。なお、基材の材料は、1種を用いてもよく、2種以上を任意の組み合わせ及び比率で併用しても良い。また、これら有機材料あるいは紙材料に炭素繊維を含ませ、機械的強度を補強させても良い。

[0157] 本発明の有機薄膜太陽電池モジュールを適用する分野の例を挙げると、建材用太陽電池、自動車用太陽電池、インテリア用太陽電池、鉄道用太陽電池、船舶用太陽電池、飛行機用太陽電池、宇宙機用太陽電池、家電用太陽電池、携帯電話用太陽電池又は玩具用太陽電池等に用いて好適である。

実施例

[0158] 以下、実施例により本発明を更に詳細に説明するが、本発明が以下の実施例にのみ限定されないことはいうまでもない。

[0159] なお、本実施例において、有機薄膜太陽電池モジュールの評価は以下の方法で行った。

(1) 外観

有機薄膜太陽電池モジュールの外観を観察し、◎、○、△、×を以下の基準で判定した。

外観評価は、モジュールの変形および／または変色有無を観察し、以下の基準で行った。

モジュールの変形はモジュールを平坦な台に置いた際の台表面からの変形部の最大高さで評価した。

◎：有機薄膜太陽電池モジュールの変形の最大高さが2 mm以下および有機薄膜太陽電池素子の変色が観察されない

○：有機薄膜太陽電池モジュールの変形の最大高さが2 mm以上および有機薄膜太陽電池素子の変色は観察されない。

△：有機薄膜太陽電池モジュールの変形の最大高さが2 mm以下および有機薄膜太陽電池素子の変色が観察される。

×：有機薄膜太陽電池モジュールの変形の最大高さが2 mm以上および有機薄膜太陽電池素子の変色が観察される。

(2) 耐湿熱試験

試験方法：エスペック社製 恒温恒湿器 PL-1Jを用いて、JIS C 8991-2011 10.12の条件に従って、高温高湿試験は、温度85℃、湿度85%で200時間の条件により行った。

評価方法：耐湿熱試験前の光電変換効率に対する、200時間後の光電変換効率を求めた。

(3) 結露凍結試験

試験方法：エスペック社製 恒温恒湿器 PL-1Jを用いて、JIS C 8991-2011 10.13の条件に従って、85℃、85%RH⇄40℃のサイクルを10サイクル行った。

評価方法：耐湿熱試験前の光電変換効率に対する、10サイクル後の光電変換効率を求めた。

(4) 光電変換効率

AM1.5、入射エネルギー100 mW/cm²の光源下で20分以上モジュールに光照射した後、3時間以内に以下の測定を行った。JIS C 8935「アモルファス太陽電池モジュール出力測定方法」に基づき、サンプリング周期を100 μsec、設定電圧の印加から実際の測定までの待ち時間を50 μsecに設定し、I_{sc}からV_{oc}の方向に測定を行った。

[0160] <実施例1>

<有機薄膜太陽電池素子の製造>

ITO40 nm、Ag10 nm、ITO40 nmが順次積層された、厚さ50 μm、60 mm角のポリエチレンナフタレート基板（T_m260℃、T_g155℃）に対し、YVO₄レーザ（波長532 nm）でレーザパターンニングを施し、下部電極を形成した。

酸化亜鉛（ビックケミージャパン製 BYK-3841）を、イソプロパノールを用いて重量比で7倍に希釈して酸化亜鉛溶液を調整した。下部電極上に、該酸化亜鉛溶液を#2のワイヤーバーで塗布することにより酸化亜鉛層120nmを形成した。

P3HT（Rieke製）およびC60ビスインデン付加体を、トルエン：テトラリン（重量比19：1）の溶液に溶解させ、3.5重量パーセントの溶液を作成した。前記酸化亜鉛層上に、該溶液を#4ワイヤーバーを用いて塗布することにより、有機光電変換層としてP3HT：C60ビスインデン付加体200nmを積層した。前期有機光電変換層上に、PH1000（Heraeus製clevious）を#5ワイヤーバーで塗布することによりPEDOT：PSSを160nm積層し、窒素雰囲気化中で、150℃、10分加熱乾燥した。次いで、YVO₄レーザ（波長532nm）でレーザパターンニングを施した後、スパッタリング法により上部電極としてAgを100nm積層した。Agに対し、YVO₄レーザ（波長355nm）でレーザパターンニングを施すことで、有機薄膜太陽電池セルが直列に4つ接続されたモノリシック構造の有機薄膜太陽電池素子を製造した。

[0161] <集電線の設置>

得られた有機薄膜太陽電池素子の、両端の有機薄膜太陽電池セルの上部電極上に、導電性熱硬化樹脂組成物付集電線（デグセリアルズ社製 DT101C4、（導電性粒子としてニッケル粒子を含むエポキシ系導電性硬化樹脂、硬化温度120℃）15μm+銅箔35μm厚、幅4mm）を設置した。

<封止>

三菱樹脂社製バリアフィルム（商品名：ビューバリア、厚さ100μm）に、B-stageエポキシ系シート状接着剤（硬化温度120℃、厚さ30μm）をあらかじめ貼合しておいたものを、封止材を内側にして太陽電池素子の受光面側及び非受光面側に積層し、NPC製真空ラミネーターを用いて120℃、10分真空引きした後、3分加圧することにより接着した後、オーブンで120℃、1時間加熱した。こうして得られた有機薄膜太陽電

池モジュールの光電変換効率は1.32%であった。

[0162] <実施例2>

実施例1において導電性熱硬化樹脂組成物付集電線を、ニホンハンダ社製導電ペーストECA100（硬化温度90℃、厚さ30μm）及び日立電線社製スズメッキ銅線 A-TPS（SN）0.18×5.0（厚さ180μm、幅5mm）とした以外は同様の方法で有機薄膜太陽電池モジュールを製造した。こうして得られた有機薄膜太陽電池モジュールの光電変換効率は1.55%であった。

<比較例1>

実施例1において導電性熱硬化樹脂組成物付集電線を住友3M社製導電テープ #4305（厚さ50μm、幅5mm）及び日立電線社製スズメッキ銅線 A-TPS（SN）0.18×5.0とした以外は同様の方法で有機薄膜太陽電池モジュールを製造した。こうして得られた有機薄膜太陽電池モジュールの光電変換効率は1.22%であった。

<比較例2>

実施例1において 導電性熱硬化樹脂組成物付集電線を千重金属工業社製スパークルハンダ HA60A-1a2N-F2-1.2-B（厚さ30μm）及び日立電線社製スズメッキ銅線 A-TPS（SN）0.18×5.0とした以外は同様の方法で有機薄膜太陽電池モジュールを製造した。こうして得られた有機薄膜太陽電池モジュールの光電変換効率は1.41%であった。

<比較例3>

実施例1において、導電性熱硬化樹脂組成物付集電線を アサヒ化学研究所製導電ペースト LS-411AW（厚さ30μm）及び日立電線社製スズメッキ銅線 A-TPS（SN）0.18×5.0とした以外は同様の方法で有機薄膜太陽電池モジュールを製造した。こうして得られた有機薄膜太陽電池モジュールの光電変換効率は1.04%であった。

<比較例4>

実施例 1 において、導電性熱硬化性樹脂組成物付集電線を、日立電線社製 スズメッキ銅線 A-T P S (S N) 0. 1 8 × 5. 0 とした以外は同様の方法で有機薄膜太陽電池モジュールを製造した。こうして得られた有機薄膜太陽電池モジュールの光電変換効率は 1. 8 7 % であった。

[0163] 実施例 1 及び比較例 1 ～ 3 で得られた有機薄膜太陽電池モジュールの、外観、および耐熱性試験の結果を表 1 に示す。表 1 中、耐久性とは初期効率に対する高温高湿試験後の光電変換効率の比率である。

[0164] [表 1]

表 1

	初期効率	高温高湿試験	耐久性	外観
実施例 1	1. 32%	1. 94%	1. 47	◎
比較例 1	1. 22%	1. 18%	0. 97	◎
比較例 2	1. 41%	1. 68%	1. 19	×
比較例 3	1. 04%	1. 38%	1. 33	△
比較例 4	1. 87%	1. 52%	0. 81	◎

[0165] 表 1 に示された実験結果より、以下のことが考えられる。

実施例 1 は耐久性、外観共に良好であった。熱硬化性樹脂組成物は残存溶剤アウトガスがより少なく、有機薄膜太陽電池モジュール内で該アウトガスの影響が少ないことから、抵抗増加を抑えられるためと考えられる。

実施例 1、比較例 1 の対比より、導電性粘着テープより熱硬化性導電性樹脂の方が耐久性が高いことが示されている。比較例 1 が実施例 1 に対して耐久性が低い理由として、導電性粘着テープは導電性熱硬化性樹脂に比べて線膨張率が大きいため、耐久性試験時の変形が大きく、有機薄膜太陽電池素子の光電変換層の膜剥がれ等が発生したためと考えられる。

比較例 2 では、有機薄膜太陽電池素子の電極と集電線の接続にはんだを用いると、耐久性試験後に出力が低下したことが示されている。これは、はんだ接続時に有機薄膜太陽電池素子の電極がはんだに溶解して変形したため、導通が不安定になったことが原因と考えられる。また、接続の際に高温（200℃以上）が必要なため、有機薄膜太陽電池素子の基材に変形が生じた。

比較例 3 において、有機薄膜太陽電池素子の電極と集電線の接続に導電ペ

ーストを用いると、耐久性試験後に出力が低下している。これは、残存溶剤によるアウトガスが発生し、有機薄膜太陽電池素子の電極と集電線の接続不良や、有機薄膜太陽電池素子の発電層の劣化を引き起こしたからだと考えられる。また、導電ペーストは流動性があるため、接続部からののはみ出し等により外観不良が発生した。

比較例 4 において、有機薄膜太陽電池素子の電極と集電線の接続に導電接着剤を使用しない場合、耐久性試験後に出力が低下した。これは集電線と上部電極間に浮き等が発生し、抵抗値が増大したためと考えられる。

[0166] <実施例 3>

実施例 1 において封止時の加熱温度を 100℃とした以外は同様に有機薄膜太陽電池モジュールを作成した。

<実施例 4>

実施例 2 と同様に有機薄膜太陽電池モジュールを作成した。

<実施例 5>

実施例 2 において封止時の加熱温度を 140℃とした以外は同様に有機薄膜太陽電池モジュールを作成した。

<実施例 6>

実施例 2 において封止時の加熱温度を 160℃とした以外は同様に有機薄膜太陽電池モジュールを作成した。

以下の表 2 に、実施例 3～6 の有機薄膜太陽電池モジュールの結露凍結試験及び外観の評価結果を示す。

結露凍結試験の結果は、初期効率に対する結露凍結試験後の光電変換効率の比率を求め、1 以上の場合には○、1 以下の場合には×とした。

[0167] [表2]

表 2

	結露凍結試験	外観
実施例 3	○	◎
実施例 4	○	◎
実施例 5	○	◎
実施例 6	○	○

[0168] 表2に示された結果より、本発明の有機薄膜太陽電池モジュールは、製造工程時にモジュール変形が生じづらく、変色等も生じないため、外観に優れ、さらに使用環境における耐久性が高いことが示されている。実施例6は実施例3～5に対して外観が劣っているが、160℃以上の過熱処理を行っているため、モジュール変形が起きたものである。これは太陽電池モジュールの製造工程時に、基材のT_gを超えた温度で処理しているからと考えられる。

以上のことより、本発明の太陽電池モジュールは、製造工程時にモジュール変形が生じづらく、さらに使用環境における耐久性が高いことが示されている。

符号の説明

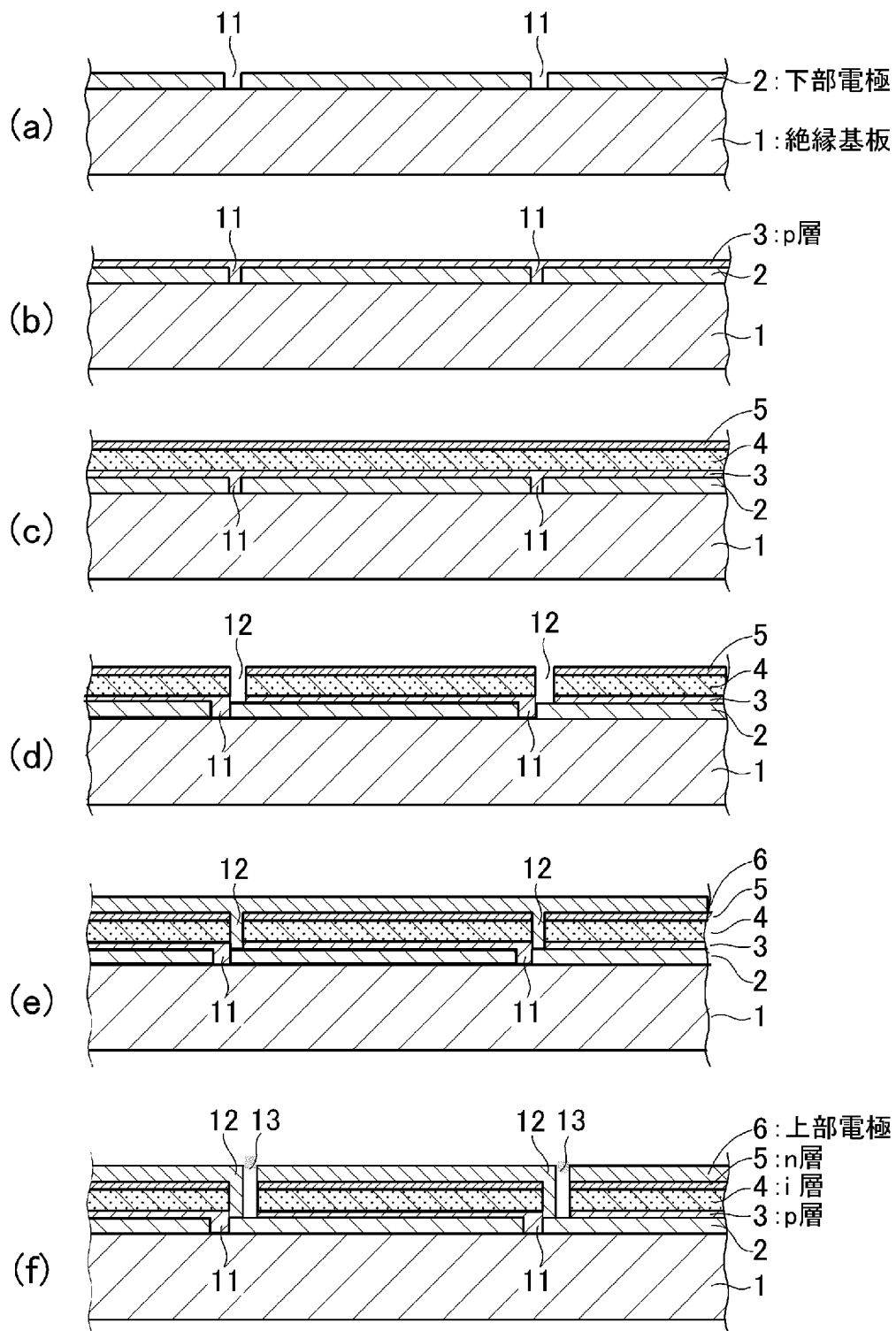
- [0169]
- | | |
|--------|----------------------|
| 1 | 透光性基板 |
| 2 | 下部電極 |
| 3 | p層 |
| 4 | i層 |
| 5 | n層 |
| 6 | 上部電極 |
| 7 | 光電変換層 |
| 8 | 集電線 |
| 9 | 接着層 |
| 11 | 第1の開溝 |
| 12 | 第2の開溝 |
| 13 | 第3の開溝 |
| 23 | 上部電極：光電変換層と積層している領域 |
| 24 | 上部電極：光電変換層と積層していない領域 |
| 31 | 耐候性保護シート |
| 32 | 紫外線カットフィルム |
| 33, 39 | ガスバリアフィルム |

- 3 4, 3 8 ゲッター材フィルム
- 3 5, 3 7 封止材
- 3 6 有機薄膜太陽電池素子
- 4 0 バックシート
- 4 2 基材
- 4 3 有機薄膜太陽電池パネル
- 4 4 有機薄膜太陽電池モジュール

請求の範囲

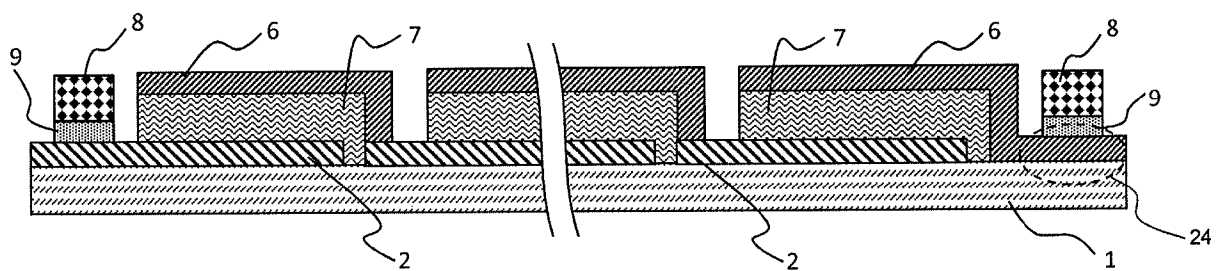
- [請求項1] 少なくとも光電変換層と、前記光電変換層を支持する基板と、前記光電変換層の受光面側及び非受光面側で前記光電変換層と接続する少なくとも一対の電極が積層された有機薄膜太陽電池素子と、
- 前記電極に接続される少なくとも一対の集電線と、を有する有機薄膜太陽電池を備える有機薄膜太陽電池モジュールにおいて、
- 前記集電線が、導電性の熱硬化性樹脂組成物を介して前記電極に接続されていることを特徴とする太陽電池モジュール。
- [請求項2] 前記集電線の厚さが $200\mu\text{m}$ 以下である、請求項1に記載の有機薄膜太陽電池モジュール。

[図1]

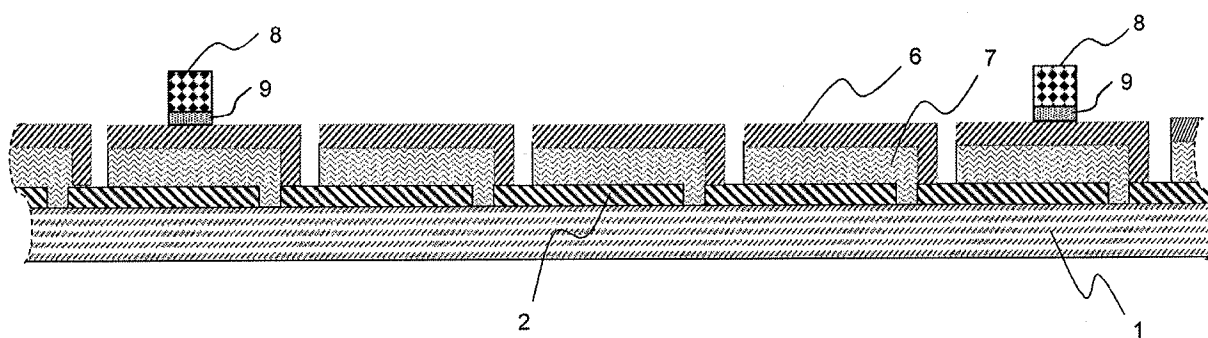


[図2]

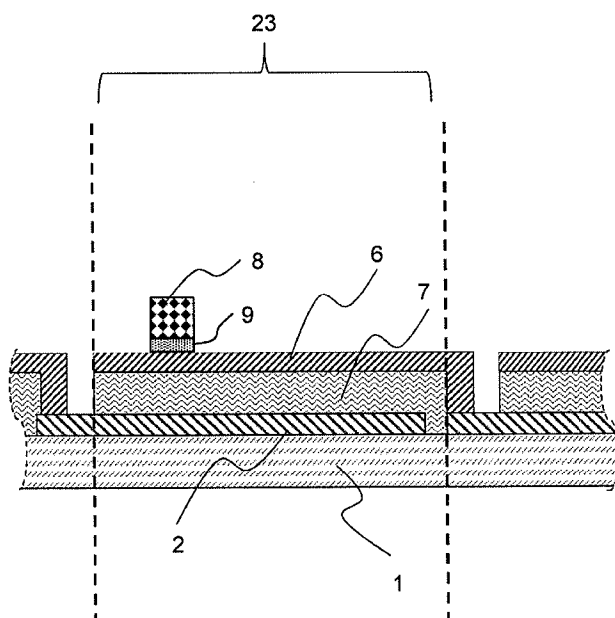
(a)



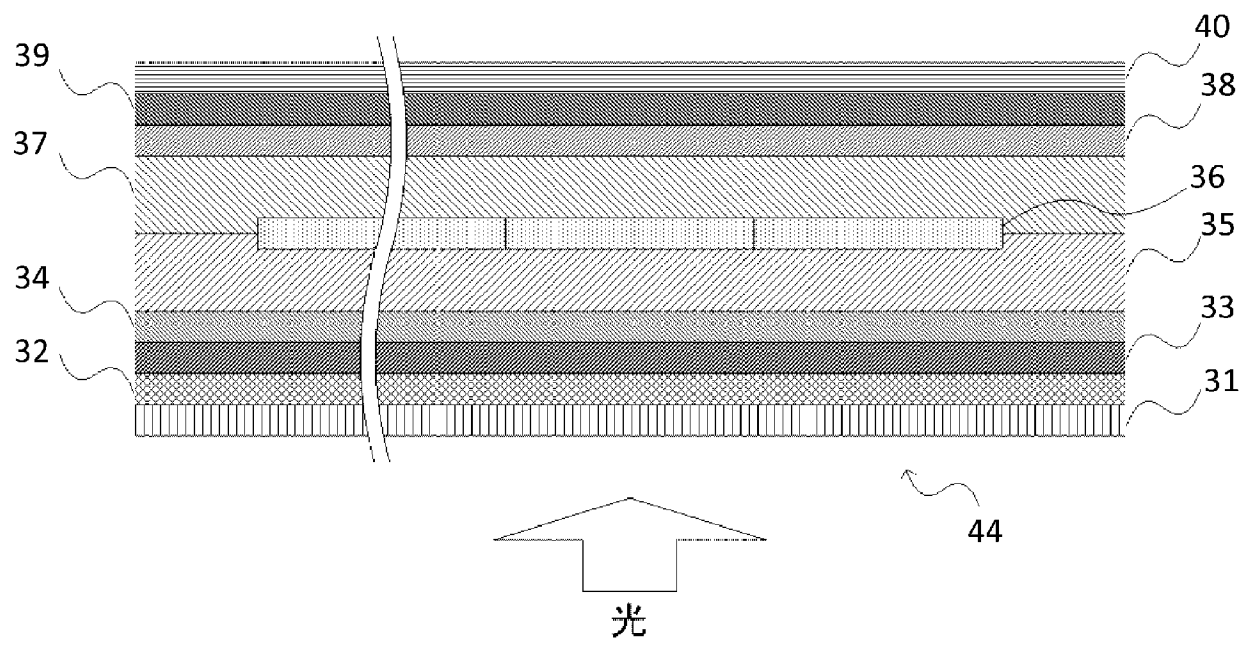
(b)



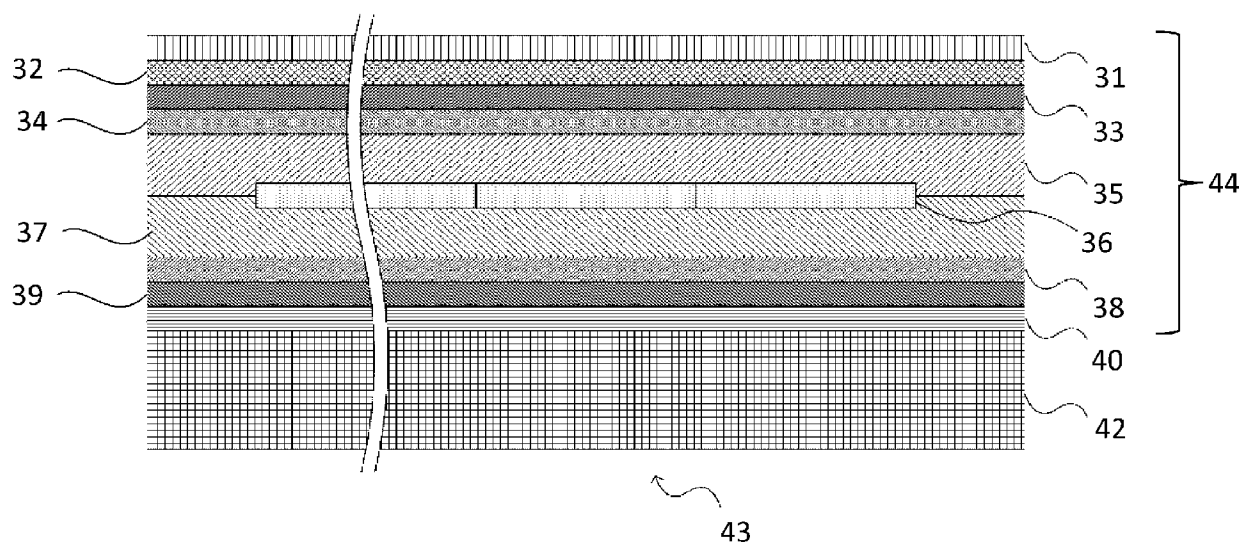
(c)



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/067943

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L51/42(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L51/42

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2012/073675 A1 (Sony Chemical & Information Device Corp.), 07 June 2012 (07.06.2012), entire text; all drawings & JP 2012-134458 A & TW 201230361 A	1-2
A	WO 2007/125903 A1 (Hitachi Chemical Co., Ltd.), 08 November 2007 (08.11.2007), paragraphs [0024] to [0028]; fig. 1 & JP 2011-61241 A & US 2009/0235972 A1 & EP 2012364 A1 & CA 2650545 A & KR 10-2009-0005397 A & CN 102174300 A & TW 200817487 A	1-2

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
23 August, 2013 (23.08.13)

Date of mailing of the international search report
03 September, 2013 (03.09.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01L51/42 (2006.01) i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01L51/42

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	WO 2012/073675 A1 (ソニーケミカル&インフォメーションデバイス株式会社) 2012.06.07, 全文, 全図 & JP 2012-134458 A & TW 201230361 A	1-2
A	WO 2007/125903 A1 (日立化成工業株式会社) 2007.11.08, [0024]-[0028], 図 1 & JP 2011-61241 A & US 2009/0235972 A1 & EP 2012364 A1 & CA 2650545 A & KR 10-2009-0005397 A & CN 102174300 A & TW 200817487 A	1-2

C 欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 3 . 0 8 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

0 3 . 0 9 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

堀部 修平

2 K

9 2 1 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 5