

(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2015-192101

(P2015-192101A)

(43) 公開日 平成27年11月2日(2015.11.2)

(51) Int.Cl. F 1
 HO 1 L 31/049 (2014.01) HO 1 L 31/04 5 6 2 テーマコード (参考)
 5 F 1 5 1

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2014-69889 (P2014-69889)
 (22) 出願日 平成26年3月28日 (2014. 3. 28)

(71) 出願人 000005968
 三菱化学株式会社
 東京都千代田区丸の内一丁目1番1号
 (74) 代理人 100100549
 弁理士 川口 嘉之
 (74) 代理人 100105407
 弁理士 高田 大輔
 (74) 代理人 100126505
 弁理士 佐貫 伸一
 (74) 代理人 100131392
 弁理士 丹羽 武司
 (74) 代理人 100137822
 弁理士 香坂 薫
 (74) 代理人 100151596
 弁理士 下田 俊明

最終頁に続く

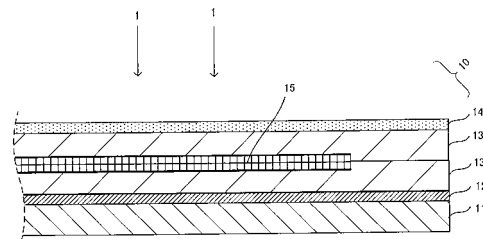
(54) 【発明の名称】 鋼板一体型太陽電池モジュール

(57) 【要約】

【課題】 鋼板一体型の太陽電池モジュールにおいて、発電特性の低下を抑制した、信頼性の高い太陽電池モジュールを提供することを課題とする。

【解決手段】 鋼板一体型太陽電池モジュールにおいて、鋼板の受光面側表面の T o f - S I M S (Time-of-flight Secondary Ion Mass Spectrometry) 分析において、 C_7H_7O 、 $C_9H_{11}O$ 、 $C_{14}H_{11}O_2$ 、 $C_{15}H_{15}O_2$ のうち少なくとも一つ以上のピーク強度を有することで、課題を解決する。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

表面保護層、封止材層、光電変換素子、封止材層、並びに少なくとも防錆顔料を含むプライマー層及び該プライマー層と異なる樹脂層により被覆された鋼板、をこの順に含む鋼板一体型太陽電池モジュールであって、

前記鋼板の受光面側表面の T o f - S I M S (Time-of-flight Secondary Ion Mass Spectrometry) 分析において、 C_7H_7O 、 $C_9H_{11}O$ 、 $C_{14}H_{11}O_2$ 、及び $C_{15}H_{15}O_2$ のうち少なくとも一つ以上のピーク強度を有する、鋼板一体型太陽電池モジュール。

【請求項 2】

前記鋼板を被覆する樹脂層は、フッ素系樹脂を含む請求項 1 に記載の鋼板一体型太陽電池モジュール。

【請求項 3】

前記鋼板を被覆する樹脂層は、ポリカーボネート樹脂を含む請求項 1 または 2 に記載の鋼板一体型太陽電池モジュール。

【請求項 4】

前記鋼板を被覆する樹脂層は、フッ素系樹脂層とポリカーボネート樹脂含有層との積層体である、請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の鋼板一体型太陽電池モジュール。

【請求項 5】

前記光電変換素子の短絡電流値は、5 A 以下である、請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の鋼板一体型太陽電池モジュール。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、太陽電池モジュールに関し、鋼板一体型太陽電池モジュールに関する。

【背景技術】**【0002】**

太陽電池モジュールとしては、例えば太陽電池セルに単結晶シリコンや多結晶シリコンを用いたものが知られている。これらの太陽電池セルは、通常、保護部材間（保護層間）に、EVA樹脂等の封止材によって封止された状態で太陽電池モジュールを構成する。

太陽電池は地球温暖化の原因となる二酸化炭素や有害な排気ガスを出さないクリーンな発電装置である。そのため、太陽電池モジュールをさまざまな場所に取り付けることが行われている。

【0003】

近年、太陽電池モジュールに金属層を基材として用いる構成が提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。このような構成を採用することで、太陽電池モジュールを、建築物の外壁面や携帯機器の筐体の構成要素として使用することが容易となる。また、接着性の観点から、金属層表面にはフッ素系樹脂層が設けられる。

【0004】

また、フッ素系樹脂で被覆された鋼板の上層に、シート型太陽電池モジュールを配設してなる、鋼板一体型太陽電池モジュールが提案されている（例えば、特許文献 2 参照）。ここでは、フッ素系樹脂被覆層の両面にコロナ処理を施すことで、密着性を向上できることが記載されている。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0005】**

【特許文献 1】 WO 2011 / 099539 号パンフレット

【特許文献 2】 特開 2012 - 126080 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】**

10

20

30

40

50

【 0 0 0 6 】

鋼板一体型の太陽電池モジュールでは、上記のように鋼板をフッ素系の樹脂で被覆することで、密着性を向上させる試みがされている。しかしながら本発明者らが検討したところ、鋼板一体型の太陽電池モジュールにおいては、風や外部からの応力または、施工の際に端面を折返すなどの加工を必要とする場合において、鋼板以外の層に引っ張り応力が作用する際に、太陽電池モジュールの発電特性が低下するという新たな問題点を見出した。

本発明は、上記新たな問題点を解決するものであり、鋼板一体型の太陽電池モジュールにおいて、発電特性の低下を抑制した、信頼性の高い太陽電池モジュール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】

10

【 0 0 0 7 】

本発明者らは、新たに見出した上記課題に対し、鋼板の受光面側表面の物性に着目して研究をすすめ、Tof-SIMS (Time-of-flight Secondary Ion Mass Spectrometry) 分析において特定のピーク強度を有する鋼板を用いることで上記課題を解決できることを見出した。

【 0 0 0 8 】

即ち、本発明は、表面保護層、封止材層、光電変換素子、封止材層、並びに少なくとも防錆顔料を含むプライマー層及び該プライマー層と異なる樹脂層により被覆された鋼板、をこの順に含む鋼板一体型太陽電池モジュールであって、

前記鋼板の受光面側表面のTof-SIMS (Time-of-flight Secondary Ion Mass Spectrometry) 分析において、 C_7H_7O 、 $C_9H_{11}O$ 、 $C_{14}H_{11}O_2$ 、及び $C_{15}H_{15}O_2$ のうち少なくとも一つ以上のピーク強度を有する、鋼板一体型太陽電池モジュールである。

20

【 0 0 0 9 】

前記鋼板を被覆する樹脂層は、フッ素系樹脂を含むことが好ましく、また、ポリカーボネート樹脂を含むことも好ましく、さらに、フッ素系樹脂層とポリカーボネート樹脂含有層との積層体であることが好ましい。

また、光電変換素子の短絡電流は、5 A 以下であることが好ましい。

【発明の効果】

【 0 0 1 0 】

30

本発明の太陽電池モジュールによると、鋼板一体型の太陽電池モジュールにおいて、発電特性の低下を抑制した、信頼性の高い太陽電池モジュールを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 1 】

【図1】本発明の一実施態様に係る鋼板一体型太陽電池モジュールの層構成を表す断面模式図である。

【図2】本発明の一実施態様に係る鋼板一体型太陽電池モジュールの層構成を表す断面模式図である。

【図3】本発明の一実施態様に係る鋼板一体型太陽電池モジュールの層構成を表す断面模式図である。

40

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 2 】

本発明の実施の態様について、以下に具体的に説明するが、本発明の範囲が具体的実施態様にのみ限定されないことは言うまでもない。

本発明の実施態様に係る鋼板一体型太陽電池モジュールは、表面保護層、封止材層、光電変換素子、封止材層、及び鋼板をこの順に有する。そして、該鋼板の受光面表面は、Tof-SIMS (Time-of-flight Secondary Ion Mass Spectrometry) 分析において、特定のピーク強度を有することを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

< 鋼板 >

50

本実施態様に係る鋼板一体型太陽電池モジュールは、太陽電池モジュールの部材を支持する基材として、鋼板を用いる。鋼板は、一般的に用いられているものを用いることが可能であり、亜鉛等によるメッキがされているものでもよい。また鋼板は通常、防錆のため、少なくとも防錆顔料を含むプライマー塗装されている。防錆顔料は、一般的に用いられているものを使用すればよく、塗布液の調製方法や塗布方法も既知の方法を用いればよく、プライマー層の厚さも適宜当業者が設定できる。

【0014】

本実施態様においては、鋼板の受光面側表面の To f - S I M S (Time-of-flight Secondary Ion Mass Spectrometry) 分析において、 C_7H_7O 、 $C_9H_{11}O$ 、 $C_{14}H_{11}O_2$ 、及び $C_{15}H_{15}O_2$ の少なくとも一つ以上のピーク強度を有することを特徴とする。

10

本発明者らは、鋼板一体型の太陽電池モジュールにおいて、風や外部からの応力によって鋼板以外の層に引っ張り応力が作用した際に、太陽電池モジュールの発電特性が低下するという新たな問題点を見出した。

本実施態様では、鋼板の受光面側表面の To f - S I M S (Time-of-flight Secondary Ion Mass Spectrometry) 分析において、 C_7H_7O 、 $C_9H_{11}O$ 、 $C_{14}H_{11}O_2$ 、及び $C_{15}H_{15}O_2$ の少なくとも一つ以上のピーク強度を有することで、太陽電池モジュールの発電特性を維持することができる。すなわち、鋼板表面に上記 C_7H_7O 、 $C_9H_{11}O$ 、 $C_{14}H_{11}O_2$ 、及び $C_{15}H_{15}O_2$ の少なくとも一つ以上の分子骨格を有する成分が存在することで、太陽電池モジュールの発電特性が良好となることを本

20

【0015】

本実施態様において To f - S I M S 分析は、次の条件で行うものとする。

(条件)

I O N - T O F 社製モデル T O F - S I M S 4 を用いて、飛行時間型二次イオン質量分析を実施する。一次イオンには Bi_3^{++} を用い、加速エネルギー 25 keV、照射電流 0.1 pA、走査面積 $200\mu m \times 200\mu m$ 、掃引数 30 回、パルス周波数 5 kHz の条件で鋼板表面に照射し、発生した二次イオンを飛行時間型の質量分析計で計測する。

【0016】

To f - S I M S 分析における、 C_7H_7O 、 $C_9H_{11}O$ 、 $C_{14}H_{11}O_2$ 、 $C_{15}H_{15}O_2$ のピークは、それぞれの骨格の分子量付近に現れる。 C_7H_7O であれば 106 ~ 108 mass / u、 $C_9H_{11}O$ であれば 134 ~ 136 mass / u、 $C_{14}H_{11}O_2$ であれば 210 ~ 212 mass / u、 $C_{15}H_{15}O_2$ であれば 226 ~ 228 mass / u の位置にピークがあれば、当該分子骨格に起因するピークであると判断できる。

30

【0017】

To f - S I M S 分析におけるピークとは、一般的にピーク (凸部) が特定の位置に存在していればよいが、To f - S I M S 分析における最大ピーク強度の 5% 以上強度であることが好ましく、10% 以上強度であることがより好ましく、20% 以上強度であることが更に好ましい。

40

【0018】

上記ピークが存在する鋼板は、鋼板表面にプライマー層とは別の特定の樹脂を含む樹脂層を設けることで、得ることができる。具体的には、 C_7H_7O 、 $C_9H_{11}O$ 、 $C_{14}H_{11}O_2$ 、及び $C_{15}H_{15}O_2$ のいずれかの分子骨格を有する成分を樹脂層に存在させればよく、例えば、フッ素系樹脂組成物に C_7H_7O 、 $C_9H_{11}O$ 、 $C_{14}H_{11}O_2$ 、及び $C_{15}H_{15}O_2$ のいずれかの分子骨格を有する成分をブレンドし、当該樹脂組成物により鋼板を被覆する方法や、フッ素系樹脂層と C_7H_7O 、 $C_9H_{11}O$ 、 $C_{14}H_{11}O_2$ 、及び $C_{15}H_{15}O_2$ のいずれかの分子骨格を有する成分から成る樹脂の樹脂積層体により鋼板を被覆する方法、などが挙げられる。なお、フッ素系樹脂層と C_7H_7O 、 $C_9H_{11}O$ 、 $C_{14}H_{11}O_2$ 、及び $C_{15}H_{15}O_2$ のいずれかの分子骨格を

50

有する成分から成る樹脂の樹脂積層体を用いる場合には、 C_7H_7O 、 $C_9H_{11}O$ 、 $C_{14}H_{11}O_2$ 、及び $C_{15}H_{15}O_2$ のいずれかの分子骨格を有する成分を含む樹脂を、より鋼板表面側に配置することが好ましい。

【0019】

フッ素系樹脂としては、一般的に用いられているものを使用することができ、例えばポリフッ化ビニル樹脂(PVF)、エチレン-テトラフルオロエチレン樹脂、あるいはその共重合体(ETFE)、ポリフッ化ビニリデン樹脂(PVDF)などがあげられる。フッ素系樹脂組成物にブレンドする成分としては、 C_7H_7O 、 $C_9H_{11}O$ 、 $C_{14}H_{11}O_2$ 、及び $C_{15}H_{15}O_2$ のいずれかの分子骨格を含むものが好ましく、例えばポリカーボネート樹脂があげられる。

ポリカーボネート樹脂をブレンドする場合、ポリカーボネート樹脂の含有量は通常5重量%以上、好ましくは10重量%以上であり、また通常100重量%未満、好ましくは95重量%以下である。

【0020】

フッ素樹脂との樹脂積層体とする場合の樹脂としては、 C_7H_7O 、 $C_9H_{11}O$ 、 $C_{14}H_{11}O_2$ 、及び $C_{15}H_{15}O_2$ のいずれかの分子骨格を含む樹脂を用いればよい。 C_7H_7O 、 $C_9H_{11}O$ 、 $C_{14}H_{11}O_2$ 、及び $C_{15}H_{15}O_2$ のいずれかの分子骨格を有する樹脂であればどれでもよく、ポリカーボネート樹脂、エポキシ樹脂が好ましい。

【0021】

鋼板の厚さは、通常10 μ m以上であり、100 μ m以上であることが好ましく、1mm以上であることがより好ましい。また通常20mm以下であり、10mm以下であることが好ましく、5mm以下であることが好ましい。上記範囲であることで、基材としての機械的強度を十分に有し、かつ、軽量にすることができる。

【0022】

<表面保護層>

表面保護層は、太陽電池モジュールに、機械的強度、耐候性、耐スクラッチ性、耐薬品性、ガスバリア性などを付与するための層である。表面保護層は、光電変換素子の光吸収を妨げないもの、すなわち、光電変換層が効率良く電気エネルギーに変換できる波長の光を透過させるものであることが好ましく、例えば、日射透過率が80%以上であることが好ましく、85%以上であることがより好ましい。

【0023】

また、太陽電池モジュールは、太陽光により熱せられるものであるため、表面保護層は、耐熱性を有することが好ましい。従って、表面保護層の構成材料の融点は、100以上であることが好ましく、120以上であることがより好ましい。

表面保護層の構成材料の融点は、320以下であることが好ましく、300以下であることがより好ましい。

【0024】

表面保護層の構成材料は、各種観点から選ぶことができ、例えば、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、(水添)エポキシ樹脂、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を、表面保護層の構成材料とすることが出来る。なお、耐候性を重視する場合には、ETFEなどのフッ素系樹脂を表面保護層の構成材料として用いておくことが好ましい。

表面保護層は、2種以上の材料からなるものであっても良い。また、単層であっても、2層以上からなる積層体であっても良い。

【0025】

表面保護層の厚みは特に規定されないが、厚み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。そのため、表面保護層の厚みは、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。

【0026】

表面保護層の表面は、JIS B 0610におけるろ波最大うねりWCMが18 μ m以上であることが好ましく、20 μ m以上であることがより好ましく、25 μ m以上であることが特に好ましい。

表面保護層表面のろ波最大うねりWCMが上記下限以下であると、表面保護層表面において入射光から正反射する光量が増加するため、見る角度によってはまぶしく感じられる太陽モジュールが得られてしまうことがある。また、製造時の熱収縮等による応力を緩和することができず、シワが表面に多数してしまう場合がある。

【0027】

また、表面保護層表面のうねりの平均山間隔WC-Smは、通常2.5mm以下、好ましくは、2.3mm以下、より好ましくは2.0mm以下である。表面保護層表面のうねりの平均山間隔WC-Smが上記上限を超える場合、金属を含む基材のうち、光電変換層が積層されていない部分から反射された光が表面保護層表面にて拡散される結果として、金属を含む基材の光沢が失われる傾向がある。

【0028】

上記表面形状の形成方法は特に限定されない。例えば、表面保護層として、元々凹凸を有するものを採用することも出来るし、表面保護層表面を機械的に処理する(削る等)ことにより、表面保護層表面に凹凸をつけることも出来る。また、凹凸パターンをもつシートを表面保護層に押し付けることにより、当該シートの凹凸を表面保護層の表面に転写することも出来る。他に、凹凸パターンとなるように凹凸形成材料を表面に印刷することもできる。

【0029】

金属を含む基材と光電変換素子基板の間隔は、通常10 μ m以上であり、150 μ m以上であることが好ましく、300 μ m以上であることがより好ましい。また、通常1000 μ m以下であり、800 μ m以下であることが好ましく、700 μ m以下であることがより好ましい。

【0030】

<封止材層>

封止材層は、光電変換素子を封止すること等を目的として、太陽電池モジュールに設けられる層である。

封止材層は、機械的強度、耐侯性、ガスバリア性などの向上にも寄与している。また、封止材層は受光面側に位置するので、可視光を透過させる、耐熱性の高いものであることが好ましい。この封止材層に他の光学的機能、若しくは機械的機能を付加することも可能である。封止材層に付加可能な光学的機能としては光閉じ込め機能や波長変換機能を例示でき、機械的機能としてはクッション機能を例示できる。

【0031】

封止材層の材料は、上記事項を考慮して選ぶべきものである。封止材層の材料の具体例としては、エチレン-酢酸ビニル共重合体(EVA)樹脂、ポリオレフィン系樹脂、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、ポリメタクリル系樹脂、クロロプレネ系樹脂、(水添)エポキシ樹脂、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を挙げられる。

【0032】

10

20

30

40

50

中でも、好ましいものとしてはエチレン系共重合体樹脂が挙げられ、より好ましいものとしては、エチレン-酢酸ビニル共重合体(EVA)樹脂またはエチレンと他のオレフィンとの共重合体からなるポリオレフィン系樹脂(プロピレン・エチレン・ -オレフィン共重合体、エチレン・ -オレフィン共重合体等)が挙げられる。

【0033】

エチレン-酢酸ビニル共重合体(EVA)樹脂組成物は、通常、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、EVA樹脂とする。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。例えば、2,5-ジメチルヘキサノール; 2,5-ジハイドロパーオキシド; 2,5-ジメチル-2,5-ジ(t-ブチルパーオキシ)ヘキサノール; 3-ジ-t-ブチルパーオキシド等が挙げられる。有機過酸化物の配合量は、EVA樹脂100重量部に対して通常1~5重量部である。また、EVA樹脂組成物に架橋助剤を含有させてもよい。

10

また、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たり、安定性を向上させる目的でヒドロキノン等を含有させたりしてもよい。

【0034】

プロピレン・エチレン・ -オレフィン共重合体としては、通常、プロピレン系重合体と軟質プロピレン系共重合体を適切な組成で配合した熱可塑性樹脂組成物が用いられる。

【0035】

封止材層には、難燃材を加えた材料を用いる事ができる。封止材層に加える難燃材は、無機系難燃材であっても有機系難燃材であっても良い。無機系難燃材としては、例えば、アンチモン化合物、臭素化合物、水酸化アルミニウム、水酸化マグネシウム等の金属酸化物が挙げられる。有機系難燃材としては、ペンタブロモジフェニルエーテル、オクタブロモジフェニルエーテル、テトラブロモビスフェノールA、ヘキサブロモジクロドデカン等の臭素化合物、トリフェニルボスフェート等のリン化合物、赤リン、塩素化パラフィン等の塩化化合物が挙げられる。封止材層の透明性が低いと太陽電池の出力低下の危険性があるため、封止材層に追加する難燃材は、有機系難燃材としておくことが好ましい。また、フィルム型太陽電池素子の場合、有機系難燃材が素子へダメージを及ぼす危険性があるので、ペンタブロモジフェニルエーテル、オクタブロモジフェニルエーテル、テトラブロモビスフェノールA、ヘキサブロモジクロドデカン等の臭素化合物、トリフェニルボスフェート等のリン化合物などを難燃材として用いることが好ましい。また、燃焼時の安全の観点からは、無機系難燃材を難燃材として用いることが好ましい。

20

30

封止材層は、上記した材料を2種以上含むものであっても、2種以上の異種材料層の積層体であってもよい。

【0036】

また、太陽電池モジュールは、前述の表面保護層と線膨張係数が大きく異なる金属を含む基材を構成要素としたもの、つまり、モジュール温度が変化した場合、表面保護層と基材の伸縮量の差に因りその内部に比較的大きな応力(歪み)が発生し得る。そのため、封止材層の厚さが薄すぎると、当該応力を封止材層に吸収させることが出来ず、光電変換素子の電極や光電変換層が損傷してしまう場合がある。また、封止材層の厚さを薄くしておく、その形状の加工時(太陽電池モジュールを曲面状に加工する際等)に光電変換素子が損傷を受け易く、かつ、耐衝撃性も高くない太陽電池モジュールが得られてしまう。

40

【0037】

従って、上記のような観点からは、封止材層は厚い方が良く、通常30μm以上であり、120μm以上であることが好ましく、150μm以上であることがより好ましく、300μm以上であることが更に好ましい。また、通常800μm以下であり、700μm以下であることが好ましく、600μm以下であることがより好ましい。なお、上記範囲は、封止材層が複数存在する場合には、個々の封止材層の厚みを意味する。

【0038】

さらに、封止材層としては、その厚さが光電変換素子基板の厚さの1倍以上、好ましくは1.2倍以上、より好ましくは1.5倍以上、より好ましくは2倍以上となっているも

50

のが使用される。封止材層が光電変換素子基板より薄い場合、曲げ加工時に、封止材層に亀裂が生じ易くなる場合がある。

【0039】

<光電変換素子>

光電変換素子は、入射される太陽光に基づき発電を行う素子であり、光電変換層、一对の電極、素子基板を含む。光電変換層は、光エネルギーを電気エネルギーに変換でき、変換によって得られた電気エネルギーを外部に取り出せるものでありさえすれば良い。

【0040】

光電変換素子としては、一对の電極で、光電変換層を挟んだもの、一对の電極で、光電変換層と他層（バッファ層等）との積層体を挟んだもの、これらを複数個、直列接続したもの、などを用いることが出来る。また、光電変換層としても様々なものを採用することが出来る。光電変換層の例としては、薄膜単結晶シリコン、薄膜多結晶シリコン、アモルファスシリコン、微結晶シリコン、球状シリコン、無機半導体材料、有機色素材料、有機半導体材料等があげられる。

10

【0041】

光電変換層を薄膜多結晶シリコンとした場合、間接光学遷移を利用するタイプの層となる。そのため、薄膜多結晶シリコンを用いる場合には、光吸収を増加させるために、光電変換層又はその表面に凸凹構造を形成するなど十分な光閉じ込め構造を設けておくことが好ましい。

【0042】

光電変換層をアモルファスシリコンとしておけば、可視域での光学吸収係数が大きく、厚さ1 μm程度の薄膜でも太陽光を十分に吸収できる。しかも、アモルファスシリコンは、非結晶質の材料であるが故に、変形に対して耐性を有している。光電変換層としてアモルファスシリコンを備えたものとする事で、特に軽量な、変形に対しても或る程度の耐性を有する太陽電池モジュールを実現できる。

20

【0043】

光電変換層を無機半導体材料（化合物半導体）とすると、発電効率が高い光電変換素子を実現することが出来る。なお、発電効率（光電変換効率）の観点からは、光電変換層を、S、Se、Teなどカルコゲン元素を含むカルコゲナイド系とすることが好ましく、I - III - V 族半導体系（カルコパイライト系）とすることがより好ましく、I 族元素としてCuを用いたCu - III - V 族半導体系、特に、CIS系半導体 $\{CuIn(SeySy)_2; 0 < y < 1\}$ やCIGS系半導体 $\{Cu(In_{1-x}Gax)(SeySy)_2; 0 < x < 1, 0 < y < 1\}$ とすることが、好ましい。

30

光電変換層として、酸化チタン及び電解質などからなる色素増感型の材料を採用しても、発電効率が高い光電変換層を実現することが出来る。

【0044】

また、光電変換層として、有機半導体（p型の半導体とn型の半導体を含む）を採用することも出来る。

有機半導体を構成し得るp型の半導体としては、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；テトラセンやペンタセンのポリアセン；セキシチオフエン等のオリゴチオフエン及びこれら化合物を骨格として含む誘導体を例示できる。さらに、有機半導体を構成し得るp型の半導体として、ポリ（3 - アルキルチオフエン）などを含むポリチオフエン、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例示できる。

40

【0045】

有機半導体を構成し得るn型の半導体としては、フラレン（C60、C70、C76）；オクタアポフィリン；上記p型半導体のパーフルオロ体；ナフラレントラカルボン酸無水物、ナフラレントラカルボン酸ジイミド、ペリレントラカルボン酸無水物、ペ

50

リレントラカルボン酸ジイミド等の芳香族カルボン酸無水物やそのイミド化合物；及び、これら化合物を骨格として含む誘導体などを例示できる。

【0046】

有機半導体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）を積層した積層型（ヘテロpn接合型）、ショットキー型およびそれらの組み合わせを、挙げる事が出来る。

【0047】

光電変換素子の各電極は、導電性を有する任意の材料を1種又は2種以上用いて形成することが出来る。電極材料（電極の構成材料）としては、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；酸化インジウムや酸化錫等の金属酸化物、あるいはその合金（ITO（酸化スズインジウム）等）；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；そのような導電性高分子に、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。

10

【0048】

電極材料は、正孔又は電子を捕集するのに適した材料としておくことが好ましい。なお、正孔の捕集に適した電極材料（つまり、高い仕事関数を有する材料）としては、金、ITO等を例示できる。また、電子の捕集に適した電極材料（つまり、低い仕事関数を有する材料）としては、銀、アルミニウムを例示できる。

20

【0049】

光電変換素子の各電極は、光電変換素子とほぼ同サイズのものであっても、光電変換層よりも小さなものであっても良い。ただし、光電変換素子の受光面側の電極を、比較的大きなものとする場合には、当該電極は透光性を有する電極、特に、光電変換層が効率良く電気エネルギーに変換できる波長の光の透過率が比較的に高い（例えば、50%以上）電極、とすることが好ましい。なお、透明な電極材料としては、ITO、IZO（酸化インジウム・酸化亜鉛）等の酸化物；金属薄膜などを、例示できる。

30

【0050】

また、光電変換素子の各電極の厚さ及び光電変換層の厚さは、必要とされる出力等に基づき、決定することが出来る。

さらに電極に接するように補助電極を設置してもよい。補助電極の設置は、特に、ITOなど導電性のやや低い電極を用いる場合に効果的である。補助電極材料としては、導電性が良好ならば上記金属材料と同じ材料を用いることができるが、銀、アルミニウム、銅が例示される。

本実施態様に係る太陽電池モジュールにおいては、金属を含む基材を用いるため、光電変換素子の短絡電流量が大きすぎると絶縁不良が生じやすくなる。そのため、光電変換素子の短絡電流量は、5A以下であることが好ましく、4A以下であることがより好ましく、3A以下であることが更に好ましい。また、通常0.05A以上である。

40

【0051】

素子基板は、その一方の面上に、光電変換素子が形成される部材である。従って、素子基板は、機械的強度が比較的に高く、耐候性、耐熱性、耐薬品性等に優れ、且つ、軽量なものであることが好ましい。また、素子基板は、変形に対して或る程度の耐性を有するものであることも望まれる。一方で、形成される光電変換素子と素子基板の材料物性（例えば、線膨張係数、融点等）が著しく異なると、形成後の界面で歪や剥離などが生じる恐れがある。

そのため、素子基板としては、金属箔や、融点が85～350の樹脂フィルム、幾つかの金属箔/樹脂フィルムの積層体を採用しておくことが好ましい。樹脂フィルムの融点

50

は、100 以上であることが好ましく、120 以上であることがより好ましく、150 以上であることがさらに好ましく、180 以上であることが特に好ましい。また、当該樹脂フィルムの融点は、300 以下であることが好ましく、280 以下であることがより好ましく、250 以下であることが特に好ましい。

【0052】

素子基板（又は、その構成要素）として使用し得る金属箔としては、アルミニウム、ステンレス、金、銀、銅、チタン、ニッケル、鉄、それらの合金からなる箔を、例示できる。

また、融点が85～350 の樹脂フィルムとしては、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン、ポリ塩化ビニル、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、ポリブチレンテレフタレート、ポリカーボネート、ポリアセタール、アクリル樹脂、ポリアミド樹脂、ABS樹脂、ACS樹脂、AES樹脂、ASA樹脂、これらの共重合体、PVDf、PVFなどのフッ素樹脂、シリコン樹脂、セルロース、ニトリル樹脂、フェノール樹脂、ポリウレタン、アイオノマー、ポリブタジエン、ポリブチレン、ポリメチルペンテン、ポリビニルアルコール、ポリアリレート、ポリエーテルエーテルケトン、ポリエーテルケトン、ポリエーテルスルホンなどからなるフィルムを、例示できる。なお、素子基板として使用する樹脂フィルムは、上記のような樹脂中に、ガラス繊維、有機繊維、炭素繊維等を分散させたフィルムであってもよい。

【0053】

素子基板（又は、その構成要素）として使用する樹脂フィルムの融点が上記下限以下であると、太陽電池モジュールの通常の使用環境下で素子基板が変形し、光電変換素子にダメージを与える恐れがある。また、上記上限以上であると、光電変換素子との界面に温度変化などによる歪を生ずる結果として、光電変換素子が素子基板から剥離する恐れがあるためである。

【0054】

また、素子基板として、封止材層よりも薄いものを採用しておくこと、太陽電池モジュールを曲げた場合に、封止材層に亀裂が生じ難い。そのため、素子基板としては、封止材層よりも薄いものを採用することが好ましく、その厚さが、封止材層の厚さの0.83（＝ $1/1.2$ ）倍以下となっているものを採用することが好ましい。また、素子基板の厚みは、封止材層の厚さの0.67（＝ $1/1.5$ ）倍以下であることがより好ましく0.5倍以下であることがさらに好ましい

【0055】

<その他の層>

太陽電池モジュールには、必要に応じその他の層を備えることもできる。例としては、絶縁層、緩衝層、補強層、ガスバリア層、紫外線カット層、などが挙げられる。

本実施態様では、基材として鋼板を用いるため、鋼板と光電変換素子との間及び/又は鋼板とジャンクションボックスとの間に絶縁層を備えることが好ましい。絶縁層に使用される材料としては、電気を通しにくい材質であれば特段限定されない。このような絶縁層を設けることで、基材として鋼板を用いた場合であっても、絶縁不良を生じない信頼性の高い鋼板一体型太陽電池モジュールとすることができる。

【0056】

絶縁層の材料としては、例えばETFE（テトラフルオロエチレンとエチレンの共重合体）などのフッ素系樹脂、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）、エチレン・ビニル共重合体（EVA）などを用いることができる。これらの材料からなる単層であってもよく、2層以上の積層体であってもよい。

なお、絶縁層は、鋼板と光電変換素子との間、及び/又は鋼板とジャンクションボックスの間に配置されることが好ましく、他の位置に更に絶縁層を設けてもよい。

【0057】

絶縁層の厚さは、特段限定されないが、通常10μm以上、好ましくは20μm以上であり、より好ましくは50μm以上であり、更に好ましくは100μm以上である。一

10

20

30

40

50

方上限は、通常 2.0 mm 以下であり、好ましくは 1.0 mm 以下であり、より好ましくは 0.5 mm 以下である。薄すぎると絶縁性が低下し、厚すぎると太陽電池モジュールの重量増が無視できなくなる。

絶縁層の線膨張係数は、熱変形を抑制する観点からは小さいことが好ましいが、負の値が大きいと、太陽電池モジュール内部の熱歪みが増大するため好ましくない。具体的には、通常、 $-20 \sim 200 \text{ ppm/K}$ であり、 $-10 \sim 100 \text{ ppm/K}$ が好ましく、 $0 \sim 40 \text{ ppm/K}$ がより好ましく、 $5 \sim 30 \text{ ppm}$ が更に好ましい。

【0058】

鋼板とジャンクションボックスとの間の絶縁層は、太陽電池モジュールの他の層、例えば金属を含む基材と同じ大きさであってもよく、基材より小さくても良い。少なくともジャンクションボックス中のコネクタ部分を覆うように絶縁層を配置することが好ましい。一方で、ジャンクションボックスよりも小さい大きさとする、ジャンクションボックス中に絶縁層が隠れることから、意匠性が向上する。

10

【0059】

< 太陽電池モジュールの製造方法 >

太陽電池モジュールの製造方法は、公知の方法を用い得るが、例えば表面保護層、封止材層、光電変換素子、封止材層、鋼板を含む多層シートを、真空ラミネーション装置内へ配置し、真空引きの後、加熱し、一定時間経過後に冷却することにより、鋼板一体型太陽電池モジュールを得ることができる。

また、表面保護層、封止材層、光電変換素子、封止材層を一度ラミネートし、その後樹脂層により被覆された鋼板上に上記積層体を設置して真空ラミネーションすることでもよい。

20

【0060】

上記熱プレス条件は特に限定されず、通常行う条件で実施することができる。

真空条件で行うことが好ましく、通常真空度が 30 Pa 以上、好ましくは 50 Pa 以上、より好ましくは 80 Pa 以上である。一方上限は、通常 150 Pa 以下、好ましくは 120 Pa 以下、より好ましくは 100 Pa 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。

【0061】

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 8 分以下、好ましくは 6 分以下、より好ましくは 5 分以下である。真空時間を上記範囲とすることで、熱プレス後の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気泡の発生を抑制することができるため好ましい。

30

【0062】

熱プレスの加圧条件は、通常圧力が 50 kPa 以上、好ましくは 70 kPa 以上、より好ましくは 90 kPa 以上である。一方上限値は、 101 kPa 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、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。

【0063】

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 30 分以下、好ましくは 20 分以下、より好ましくは 15 分以下である。上記保持時間とすることで、封止層の発電素子を保護する機能を十分に発揮することができ、また十分な接着強度を得ることができる。

40

【0064】

熱プレスの温度条件は、通常 120 以上、好ましくは 130 以上、より好ましくは 140 以上である。一方上限値は、通常 180 以下、好ましくは 160 以下、より好ましくは 150 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。

【0065】

また、上記温度の加熱時間は、通常 10 分以上、好ましくは 12 分以上、より好ましく

50

は15分以上である。一方上限は60分以下、好ましくは45分以下、より好ましくは30分以下である。上記加熱時間とすることで、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。

【0066】

以下、本発明について、図面を用いて更に詳しく説明する。

図1は、本発明の具体的実施態様に係る鋼板一体型太陽電池モジュールの層構成を示す、断面模式図である。太陽電池モジュール10は、太陽光1の受光面側から、表面保護層14、両面を封止材層13で封止された太陽電池素子15、フッ素系樹脂層12、及び鋼板11の順に積層される。鋼板11は、図示されないが、通常表面に防錆顔料を含むプライマー層を含む。

10

【0067】

太陽電池モジュール10のフッ素系樹脂層12は、絶縁、接着の観点から一般的に使用されるE T F E・E V Aなどの樹脂層とは異なり、T o f - S I M S分析において特定の位置にピークを有する。このように、T o f - S I M S分析において特定の位置にピークを有することで、風や外部からの応力によって鋼板以外の層に引っ張り応力が作用した際に、鋼板と封止材層との界面において、シートの「めくれ」が生じることを防止し、太陽電池モジュールの発電特性が低下することを防ぐことができる。

上記T o f - S I M S分析における特定位置でのピークを有するフッ素系樹脂層12は、ポリカーボネート樹脂を含むことが好ましい。

【0068】

20

図2は、本発明の具体的実施態様に係る鋼板一体型太陽電池モジュールの層構成を示す、断面模式図である。鋼板一体型太陽電池モジュール20は、太陽光1の受光面側から、表面保護層24、両面を封止材層23で封止された太陽電池素子25、絶縁層26、封止材層23、フッ素系樹脂層22、及び鋼板21の順に積層される。

鋼板一体型太陽電池モジュール20では、鋼板21と太陽電池素子25との間の絶縁不良を防止するために、絶縁層26を設けている。絶縁層26の存在により、鋼板21を基材として用いた場合であっても、信頼性の高い太陽電池モジュールを提供することができる。

【0069】

図3は、本発明の具体的実施態様に係る鋼板一体型太陽電池モジュールの層構成を示す、断面模式図である。鋼板一体型太陽電池モジュール30は、太陽光1の受光面側から、表面保護層34、両面を封止材層33で封止された太陽電池素子35、絶縁層36、封止材層33、ポリカーボネート樹脂層32a、フッ素系樹脂層32b、及び鋼板31の順に積層される。

30

太陽電池モジュール30は、鋼板31を覆う樹脂被覆層(プライマー層を含まない)が2層となっている。フッ素系樹脂層32aとポリカーボネート樹脂層32bとの積層体は、ポリカーボネート層32bがより受光面側に配置される。この場合には、フッ素系樹脂層32aはポリカーボネート樹脂を含む必要はない。

鋼板31を覆う樹脂被覆層が2層となっている場合、フッ素系樹脂層32aとポリカーボネート樹脂層32bの厚みはそれぞれ、通常10nm以上、好ましくは20nm以上、より好ましくは50以上であり、通常200μm以下、好ましくは150μm以下、より好ましくは125μm以下である。

40

【実施例】

【0070】

以下、実施例に基づき、本発明を更に具体的に説明する。

本発明の実施例における評価は、以下の方法を用いた。

[引張試験]

鋼板一体型太陽電池モジュールを高温高湿環境下(85、85Rh%、1000時間)に静置前後において、鋼板を固定し、鋼板一体型太陽電池モジュール端部の太陽電池モジュール層(表面保護層/封止層/光電変換素子層/封止層/絶縁層/封止層)をチャ

50

ックで掴み、40 N / i n c hの荷重をかけ、太陽電池モジュール層が剥離するか否かを試験する。

【0071】

[発電特性試験]

鋼板一体型太陽電池モジュールを高温高湿環境下(85℃、85 Rh%、1000時間)に静置前後において、鋼板を固定し、鋼板一体型太陽電池モジュール端部の太陽電池モジュール層(表面保護層/封止層/光電変換素子層/封止層/絶縁層/封止層)をチャックで掴み、40 N / i n c hの荷重をかけた後に、PASAN社製ソーラーシミュレータを用い、太陽電池モジュールの出力特性を測定し、最大動作出力値を評価し、引張荷重試験前後の出力変化を評価する。

10

【0072】

<鋼板製造例1>

厚さ0.6 mmの、防錆顔料を含むプライマー処理済み鋼板(淀川製鋼所社製)の表面にフッ素樹脂コーティング(厚さ10 μm)を行い、鋼板1を得た。なお、フッ素樹脂層は、 C_7H_7O 、 $C_9H_{11}O$ 、 $C_{14}H_{11}O_2$ 、及び $C_{15}H_{15}O_2$ の分子骨格が含まれるプライマーを用い、塗布し、熱架橋により成膜した。

得られた鋼板1の表面をToF-SIMSにて測定したところ、 C_7H_7O 、 $C_9H_{11}O$ 、 $C_{14}H_{11}O_2$ 、及び $C_{15}H_{15}O_2$ にピーク強度が存在した。

【0073】

<鋼板製造例2>

厚さ0.6 mmの、防錆顔料を含むプライマー処理済み鋼板(淀川製鋼所社製)の表面にアクリル/ポリエステルコーティング(厚さ10 μm)を行い、鋼板2を得た。なお、アクリル/ポリエステル層は、 C_7H_7O 、 $C_9H_{11}O$ 、 $C_{14}H_{11}O_2$ 、及び $C_{15}H_{15}O_2$ の分子骨格が含まれるプライマーを用い、塗布し、熱架橋により成膜した。

得られた鋼板2の表面をToF-SIMSにて測定したところ、 C_7H_7O 、 $C_9H_{11}O$ 、 $C_{14}H_{11}O_2$ 、及び $C_{15}H_{15}O_2$ にピーク強度が存在した。

20

【0074】

<鋼板製造例3>

厚さ0.6 mmの、防錆顔料を含むプライマー処理済み鋼板(淀川製鋼所社製)の表面にフッ素樹脂コーティング(厚さ10 μm)を行い、鋼板3を得た。

得られた鋼板3の表面をToF-SIMSにて測定したところ、 C_7H_7O 、 $C_9H_{11}O$ 、 $C_{14}H_{11}O_2$ 、及び $C_{15}H_{15}O_2$ のいずれにもピークが存在しなかった。

30

【0075】

<実施例1>

表面保護層：厚さ50 μmのエチレン-四フッ化エチレン共重合体(以下、ETFEと記載)フィルム(旭硝子株式会社製50 MW-DCS)、

封止材層：厚さ400 μmのエチレン-酢酸ビニル共重合体(以下、EVAと記載)フィルム(シーアイ化成社製、EVA)、

光電変換素子：厚さ200 μmの太陽電池(ポリイミドフィルム上にアモルファスシリコン系発電層を積層)、

40

封止材層：厚さ400 μmの同EVAフィルム、

絶縁層：厚さ50 μmのエチレン-四フッ化エチレン共重合体(以下、ETFEと記載)フィルム(旭硝子株式会社製50 MW-DCS)

封止材層：厚さ400 μmの同EVAフィルム、

基材：上記鋼板1、の順で重ね合わせた積層体を、NPC社製真空ラミネータを使用し、150℃で熱プレス(真空度80 Pa、真空時間5分、加圧時間5分、保持20分)して鋼板一体型太陽電池モジュールを作製した。

【0076】

<実施例2>

鋼板1に代え、鋼板2を用いたこと以外は実施例1と同様にして、鋼板一体太陽電池モ

50

ジュール 2 を製造した。

【 0 0 7 7 】

< 比較例 1 >

鋼板 1 に代え、鋼板 3 を用いたこと以外は実施例 1 と同様にして、鋼板一体太陽電池モジュール 3 を製造した。

【 0 0 7 8 】

< 評価 >

上記製造した鋼板一体型太陽電池モジュール 1 乃至 3 について、高温高湿試験後の引張試験、及び発電特性試験を行った。

結果を表 1 に示す。

10

【 0 0 7 9 】

【表 1】

表1

	鋼板	表面処理層 の材質	C ₇ H ₇ O、C ₉ H ₁₁ O、 C ₁₄ H ₁₁ O ₂ 、C ₁₅ H ₁₅ O ₂ のいずれかにおける ピーク強度 (ToF-SIMS)	引張試験		発電特性試験	
				初期	高温高湿試験 1000h後	初期	高温高湿試験 1000h後
実施例1	1	フッ素樹脂	あり	剥離しない	剥離しない	低下しない	低下しない
実施例2	2	アクリル/ ポリエステル	あり	剥離しない	剥離する	低下しない	低下する
比較例1	3	フッ素樹脂	なし	剥離する	剥離する	低下する	低下する

20

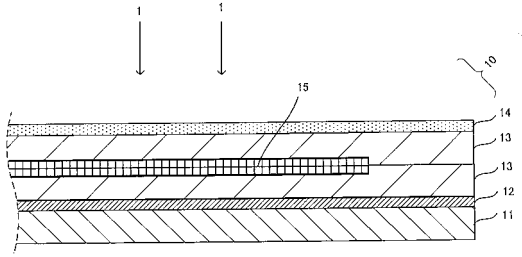
【符号の説明】

【 0 0 8 0 】

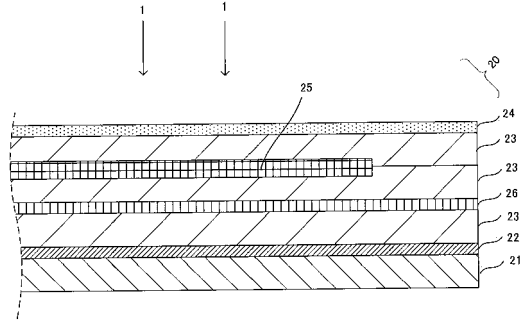
- 1 太陽光
 1 0、2 0、3 0 鋼板一体型太陽電池モジュール
 1 1、2 1、3 1 鋼板
 1 2、2 2、3 2 a フッ素系樹脂層
 3 2 b ポリカーボネート樹脂層
 1 3、2 3、3 3 封止材層
 1 4、2 4、3 4 表面保護層
 1 5、2 5、3 5 光電変換素子
 2 6、3 6 絶縁層

30

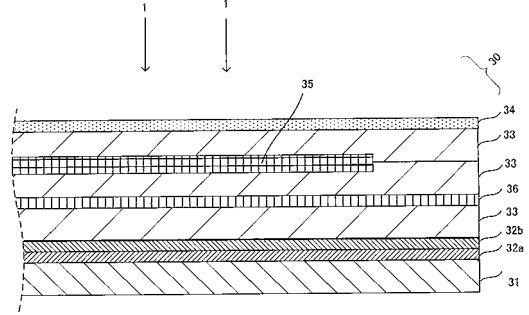
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 藤田 淳志

三重県四日市市東邦町1番地 三菱化学株式会社内

(72)発明者 船山 勝矢

三重県四日市市東邦町1番地 三菱化学株式会社内

(72)発明者 大泉 淳一

神奈川県横浜市青葉区鴨志田町1000番地 株式会社三菱化学科学技術研究センター内

Fターム(参考) 5F151 AA02 AA03 AA04 AA05 AA10 AA11 AA12 BA11 DA03 DA07

FA02 FA04 FA06 FA07 FA13 FA15 GA02 GA03 JA03 JA04

JA05 JA06