

(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2004-128267
(P2004-128267A)

(43) 公開日 平成16年4月22日(2004.4.22)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 31/04	HO 1 L 31/04	4 G 0 5 9
CO 3 C 17/36	CO 3 C 17/36	5 F 0 5 1
HO 1 M 14/00	HO 1 M 14/00	5 H 0 3 2
	HO 1 L 31/04	Z

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2002-291219 (P2002-291219)	(71) 出願人	000005186 株式会社フジクラ 東京都江東区木場1丁目5番1号
(22) 出願日	平成14年10月3日 (2002.10.3)	(74) 代理人	100078824 弁理士 増田 竹夫
		(72) 発明者	岡田 顕一 東京都江東区木場1丁目5番1号 株式会 社フジクラ内
		(72) 発明者	松井 浩志 東京都江東区木場1丁目5番1号 株式会 社フジクラ内
		(72) 発明者	田辺 信夫 東京都江東区木場1丁目5番1号 株式会 社フジクラ内

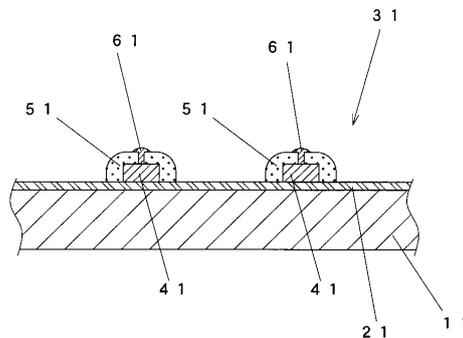
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光電変換素子用の導電性ガラス基板並びにその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 高透明性であって、漏れ電流特性や導電性に優れると共に、耐薬品性にも優れた光電変換素子用の導電性ガラス基板を提供すること、並びにその導電性ガラス基板を安価に製造できるようにすることにある。

【解決手段】 透明導電膜が施されたガラス板上に、不動態金属と触媒作用を有するか或いは置換型の金属または前記金属を有する材料からなる導電性回路層と、前記導電性回路層上に形成される絶縁性の回路保護層を持つ導電性ガラス基板において、前記回路保護層に発生するピンホール部に不動態金属が形成されている光電変換素子用の導電性ガラス基板とすることによって、解決される。



【選択図】 図1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

透明導電膜が施されたガラス板上に、不動態金属と触媒作用を有するか或いは置換型の金属または前記金属を有する材料からなる導電性回路層と、前記導電性回路層上に形成される絶縁性の回路保護層を持つ導電性ガラス基板において、前記回路保護層に発生するピンホール部に不動態金属が形成されていることを特徴とする、光電変換素子用の導電性ガラス基板。

【請求項 2】

前記導電性回路層の開口率が 90 ~ 99 % であることを特徴とする、請求項 1 に記載の光電変換素子用の導電性ガラス基板。

10

【請求項 3】

前記導電性回路層は、金、銀、白金、パラジウム、銅或いはアルミニウム金属さらにはこれらの金属の少なくとも 1 種を含む導電性ペーストによって形成されたものであることを特徴とする、請求項 1 または 2 のいずれかに記載の光電変換素子用の導電性ガラス基板。

【請求項 4】

前記絶縁性の回路保護層は、絶縁性のペースト材料から形成されたものであることを特徴とする、請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の光電変換素子用の導電性ガラス基板。

【請求項 5】

前記不動態金属は、無電解金属メッキ処理によって形成されたものであることを特徴とする、請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の光電変換素子用の導電性ガラス基板。

20

【請求項 6】

前記無電解金属メッキ処理が、無電解ニッケルメッキ、無電解コバルトメッキ或いは無電解スズメッキであることを特徴とする、請求項 5 に記載の光電変換素子用の導電性ガラス基板。

【請求項 7】

前記請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載される、光電変換素子用の導電性ガラス基板を用いたことを特徴とする、色素増感太陽電池。

【請求項 8】

ガラス板表面に透明導電膜層を形成し、ついでその上に触媒作用を有するか或いは置換型の金属又は前記金属を含む材料を用いメッキ或いはスクリーン印刷によって導電性回路層を形成し、さらにその上に絶縁性のペーストによって回路保護層を形成し、ついでニッケル、コバルト或いはスズ金属の無電解メッキ処理によって不動態金属を形成することを特徴とする、光電変換素子用導電性ガラス基板の製造方法。

30

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、色素増感太陽電池などの光電変換素子に用いられる導電性ガラス基板並びにその製造方法に関するものである。

【0002】**【従来の技術】**

40

色素増感太陽電池は、スイスのグレッセルらが開発したもので、光電変換効率が高く、製造コストが安いなどの利点があり、新しいタイプの太陽電池として注目を浴びている。このような色素増感太陽電池の一例が、特許文献 1 として知られている。すなわち図 2 に示すように、符号 1 で示されるガラス板の一面にインジウムドープ酸化スズ (ITO)、フッ素ドープ酸化スズ (FTO) 等の厚さ 1 μm 程度の透明導電膜 2 が形成されて、導電性ガラス 3 を構成している。そしてこの導電性ガラス 3 の透明導電膜 2 の上に、酸化チタン、酸化ニオブ等の酸化物半導体の微粒子からなる光増感色素が担持された酸化物半導体多孔質膜 4 が、形成される。また、5 は対極となる導電性ガラスであり前記酸化物半導体多孔質膜 4 との間には、ヨウ素 / ヨウ素イオンなどのレドックス対を含む非水溶液からなる電解液が満たされ、電解質層 6 が形成される。また、前記電解質層 6 に変えて、ヨウ

50

化銅、チオシアン化銅などの固体の p 型半導体からなるホール輸送層を設けるものもある。そしてこの色素増感太陽電池では、太陽光などの光が前記導電性ガラス 3 側から入射すると、透明導電膜 2 と前記対極 5 の間に、起電力を生じるものである。

【0003】

ところで実際的な色素増感太陽電池にあっては、前記透明導電膜上に回路電極が形成されその上に酸化物半導体多孔質膜が設けられて、ヨウ素等を含む電解液を充填するので、前記酸化物半導体多孔質膜を介して前記回路電極は前記電解液と接触することになるので、回路電極から電解液に電子が逆流する漏れ電流が流れることがある。これは、回路電極と電解液との間のエネルギーレベルを比較すると、電解液のエネルギーレベルが低いために起こるものである。そこでこのために、前記回路電極と電解液の界面に半導体材料や絶縁体材料からなるバリアー層を形成して漏れ電流を阻止することが行われている。しかしながら前記バリアー層は、種々の薄膜形成法によって行われるので、ピンホールの問題が新たに生じてきた。そこでこのピンホール問題を解決する方法が検討されているが、その場合にコストが大幅に上昇するような高価な製法とならないようにすることが、実用的には重要である。

10

【0004】

【特許文献 1】

特公平 8 - 15097 号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

よって本発明が解決しようとする課題は、高透明性であって漏れ電流特性や導電性に優れると共に耐薬品性にも優れた光電変換素子用の導電性ガラス基板を提供すること、並びにその導電性ガラス基板を安価に製造できるようにすることにある。

20

【0006】

【課題を解決するための手段】

以上の課題を解決するためには、請求項 1 に記載されるように、透明導電膜が施されたガラス板上に、不動態金属と触媒作用を有するか或いは置換型の金属または前記金属を有する材料からなる導電性回路層と、前記導電性回路層上に形成される絶縁性の回路保護層を持つ導電性ガラス基板において、前記回路保護層に発生するピンホール部に不動態金属が形成されている光電変換素子用の導電性ガラス基板とすることによって、解決される。

30

【0007】

また請求項 2 に記載されるように、前記導電性回路層の開口率が 90 ~ 99 % である光電変換素子用の導電性ガラス基板とすることによって、或いは請求項 3 に記載されるように、前記導電性回路層は、金、銀、白金、パラジウム、銅或いはアルミニウム金属さらにはこれらの金属の少なくとも 1 種を含む導電性ペーストによって形成された光電変換素子用の導電性ガラス基板とすることによって、解決される。

【0008】

さらには請求項 4 に記載するように、前記絶縁性の回路保護層は、絶縁性のペースト材料から形成された光電変換素子用の導電性ガラス基板とすることによって、解決される。

【0009】

また請求項 5 に記載されるように、前記不動態金属は、無電解金属メッキ処理によって形成されたものである光電変換素子用の導電性ガラス基板とすることによって、さらには請求項 6 に記載されるように、前記無電解金属メッキ処理が、無電解ニッケルメッキ、無電解コバルトメッキ或いは無電解スズメッキである、光電変換素子用の導電性ガラス基板とすることによって、解決される。

40

【0010】

さらにまた請求項 7 に記載されるように、請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の光電変換素子用の導電性ガラス基板を用いた、色素増感太陽電池とすることによって、解決される。

【0011】

さらにまた、光電変換素子用導電性ガラス基板の製造方法として、請求項 8 に記載される

50

ように、ガラス板表面に透明導電膜層を形成し、ついでその上に触媒作用を有するか或いは置換型の金属又は前記金属を含む材料を用いメッキ或いはスクリーン印刷によって導電性回路層を形成し、さらにその上に絶縁性のペーストによって回路保護層を形成し、ついでニッケル、コバルト或いはスズ金属の無電解メッキ処理によって不動態金属を形成する、光電変換素子用導電性ガラス基板の製造方法とすることによって、解決される。

【0012】

【発明の実施の形態】

以下に本発明を詳しく説明する。請求項1に記載される発明は、透明導電膜が施されたガラス板上に、不動態金属と触媒作用を有するか或いは置換型の金属または前記金属を有する材料からなる導電性回路層と、前記導電性回路層上に形成される絶縁性の回路保護層を持つ導電性ガラス基板において、前記回路保護層に発生するピンホール部に不動態金属が形成されている光電変換素子用の導電性ガラス基板とすることによって、高透明性であって、耐薬品性、漏れ電流や導電性に優れた、光電変換素子用の導電性ガラス基板とすることができる。

10

【0013】

図1を用いて説明すると、11はガラス板で、通常厚さ1~5mm程度のソーダガラス、耐熱ガラス等からなるものである。21は、11のガラス板上に設けられた透明導電膜で、通常厚さが0.2~1 μ m程度のインジウムドープ酸化錫(ITO)やフッ素ドープ酸化錫(FTO)等からなる透明な導電性の薄膜である。そしてこの透明導電膜21上には、導電性回路41が形成される。この導電性回路41は、その後には施される不動態金属と触媒作用を有するか或いは置換型の金属又は前記金属を有する材料を用いて形成されるもので、メッキやスクリーン印刷などによって、線幅10~1000 μ m程度で形成される。通常平面形状が、格子状や櫛歯状に形成されるものである。もちろん本発明は、これに限定されるものではない。そして好ましくは、請求項2に記載されるようにその開口率が90~99%とされる。これは、開口率が90%未満では光線透過率が低下して入射光量が十分ではなく、また99%を超えるものは、導電性が十分でなくなるためである。なお、この開口率とは、単位面積中に占める前記回路の全面積の比で、定義されるものである。さらには、請求項3に記載されるように、前記導電性回路層は、金、銀、白金、パラジウム、銅或いはアルミニウム金属さらにはこれらの金属の少なくとも1種を含む導電性ペーストによって形成される。そして前記導電性のペーストとしては、接着成分としてガラスフリットからなり導電性微粒子を含むものであるが、その導電性微粒子は同時にその後には施す不動態金属に対して、触媒として作用するか或いは置換型の金属で、好ましくは金、銀、白金、パラジウム、銅やアルミニウム金属の少なくとも1種を含むものがよく、中でも銀微粒子を添加したものが好ましく使用される。

20

30

【0014】

次いで前記導電性回路41上には、絶縁性の回路保護層51が形成される。この絶縁性の回路保護層51は、前記導電性回路41から電解液中に電子が逆流する漏れ電流を防止するために形成されるもので、前記回路41を十分に絶縁被覆するように形成される。通常、前記回路41との密着性等の問題から、接着成分をガラスフリットとするペースト材料が用いられるが、この絶縁性のペースト材料は、前記導電性回路41を導電性ペーストにより形成した場合には、前記導電性ペーストよりも低温で焼成処理ができるものが好ましい。具体的には、鉛ホウ珪酸ガラスフリット、無機接着剤、有機接着剤等が使用される。そしてこの絶縁性のペーストは、通常スクリーン印刷によって、前記回路41上に回路を完全に被覆するように形成される。また、その被覆形成処理も複数回行うことが好ましい。そして、本来はこの段階で十分に絶縁性の回路保護層51として機能することが望ましいが、この保護層は薄層でありガラスフリットを用いる焼成タイプの層であるために、この回路保護層51にはピンホールがどうしても生じ、漏れ電流の問題が生じていた。

40

【0015】

そこで、このピンホール問題を解消するために、前記絶縁性の回路保護層51に対して不動態金属を形成するものである。具体的には、無電解金属メッキ処理によって形成するも

50

のである。これは低抵抗化回路として使用できることを確認しているニッケル、銅やアルミニウム等の不動態金属を利用するものであるが、製造コストを安価なものとするため等から、無電解金属メッキによって金属の不動態を形成できるものを選定するのが良い。すなわち、請求項6に記載されるように、前記無電解金属メッキ処理が、無電解ニッケルメッキ、無電解コバルトメッキ或いは無電解スズメッキである。このような無電解ニッケルメッキ処理、無電解コバルトメッキ処理或いは無電解スズメッキ処理を行うことによって、ピンホール部分にニッケル、コバルトやスズの不動態金属を析出させることによって不動態金属を形成し、導電性回路41と電解液との導通を遮断するものである。図1中61として記載したような状態として形成される。このような現象は、前述した回路41の形成に使用される金属であるパラジウム、白金、金、銀、銅やアルミニウム金属から選ばれる1種を、触媒金属乃至置換型金属として添加した作用によるものである。すなわち前記触媒型や前記置換型の無電解金属メッキ処理は、前記触媒作用を有する金属上に前記金属メッキが析出されるためである。また、これらの触媒型或いは置換型金属はいずれも導電性の元素であるため、回路形成用の導電性ペースト中に添加して利用することができる。このように不動態金属を形成する無電解金属メッキ処理として、無電解ニッケルメッキ処理、無電解コバルトメッキ処理や無電解スズメッキ処理を適用することによって、回路保護層のピンホールを完全に防止した光電変換素子用の導電性ガラス基板31を得ることができる。そしてこのような光電変換素子用の導電性ガラス基板は、高透明性で、漏れ電流特性や導電性に優れたものであり、また耐薬品性にも優れている。

10

20

30

40

50

【0016】

次に、前述の導電性ガラス基板を用いた色素増感太陽電池に関する請求項7について説明する。すなわち、透明導電膜が施されたガラス板上に、不動態金属と触媒作用を有するか或いは置換型の金属或いは前記金属を有する材料からなる導電性回路層、絶縁性の回路保護層、前記回路保護層のピンホールに形成された不動態金属からなる光電変換素子用の導電性ガラス基板上に、光増感色素と称される、ピピリジン構造、ターピリジン構造などの配位子を含むルテニウム錯体、ポルフィリン、フタロシアニンなどの金属錯体、エオシン、ローダミン、メロシアニンなどの有機色素が、酸化チタン、酸化錫、酸化タングステン、酸化亜鉛、酸化ジルコニウム、酸化ニオブなどの金属酸化物微粒子に担持されたものが、酸化物半導体多孔質膜として厚さ5~50 μm 程度に形成され、さらにこの上方に対極としての電極回路が設けられ、この対極と前記酸化物半導体多孔質膜との間に、電解液が充填される。そしてこの電解液は、レドックス対を含む非水系電解液が通常使用される。さらには前記電解液に代えて、p型半導体からなるホール輸送層を用いることもできる。このようなホール輸送層を用いると、前記電解液のように漏液の問題が無い。このような構造の色素増感太陽電池では、前記無電解金属メッキ処理により回路保護層に生じたピンホールは完全に塞がれているので、漏れ電流の問題は全くなく、導電性の回路が電解液によって侵食されることもない。しかもこの種の太陽電池を比較的低コストで製造でき、実用的なものと言える。

【0017】

さらに本発明の製造方法について説明する。請求項8に記載されるように、ガラス板表面に透明導電膜層を形成し、ついでその上に触媒作用を有するか或いは置換型の金属か或いは前記金属を有する材料を用いて、めっき方法或いはスクリーン印刷によって導電性回路層を形成し、さらにその上に例えば、絶縁性のペーストを用いスクリーン印刷やスピンコート、ドクターブレード等の塗布方法によって薄く形成して、回路保護層を設け、ついでニッケル、コバルト或いはスズの無電解メッキ処理によって不動態金属を前記回路保護層のピンホールに形成するようにした、光電変換素子用導電性ガラス基板の製造方法とすることによって、高透明性であって漏れ電流特性や導電性に優れると共に耐薬品性にも優れた光電変換素子用の導電性ガラス基板であり、かつその光電変換素子用の導電性ガラス基板を安価に製造できるようになる。すなわち、金、銀、白金、パラジウム、銅やアルミニウム金属さらにはこれらの金属の少なくとも1種を含む導電性ペーストを用いて、メッキ方法やスクリーン印刷法によって、目的とする導電性回路層41を形成し、さらにその上

に絶縁性のペーストを用いて、スクリーン印刷法やスピンコート、ドクターブレード等の塗布方法によって薄く形成して、回路保護層を形成するものである。ついで、好ましくはニッケル、コバルト或いはスズの無電解メッキ処理を行うことによって製造されるので、比較的簡単な方法により高性能の光電変換素子用導電性ガラス基板を、製造することができるようになる。そして得られた光電変換素子用導電性ガラス基板は、無電解金属メッキによって金属の不動態を、前記回路保護層のピンホール部分を塞ぐように形成するので、ピンホールをなくすことができ導電性回路と電解液とを十分遮断できることになる。

【0018】

【実施例】

本発明の実施例を示してその効果を説明する。フッソドーブ酸化錫（FTO）層を形成したガラス板（旭硝子社製）上に、高温焼結タイプの印刷用銀ペースト（スリーボンド社製）を用い、スクリーン印刷によって、線幅100 μm で、開口率が90%、95%並びに99%の3種類の格子状導電性回路を形成した。ついで前記回路上に、低温焼結タイプの鉛ホウ珪酸ガラスフリット（スリーボンド社製）を用い、線幅200 μm でスクリーン印刷を行った後、550 $^{\circ}\text{C}$ で1時間の焼結処理を行った。この操作を2回繰り返して、絶縁性の回路保護層を形成した。ついでこの回路保護層形成したガラス基板を、90 $^{\circ}\text{C}$ の無電解ニッケルメッキ浴（「トップニコロンTOM-S」奥野製薬社製）、無電解コバルトメッキ浴（硫酸コバルト、グリシン、クエン酸アンモニウム並びにジメチルアミンボランからなる）並びに無電解スズメッキ浴中に5分間浸漬して、それぞれニッケル、コバルト並びにスズ金属を形成させ、光電変換素子用の導電性ガラス基板を得た。ついでこの導電性ガラス基板を洗浄した後、ヨウ素電解液中に60分間浸漬後乾燥し、前記回路保護層についてSEM（走査型電子線マイクロアナライザー）によって、状態を観察した。また比較例として、前記絶縁性の回路保護層を形成した段階までのものを、実施例と同様にヨウ素電解液中に浸漬して、同様に観察した。

10

20

【0019】

結果は、実施例である無電解ニッケルメッキ処理、無電解コバルトメッキ処理並びに無電解スズメッキ処理した導電性ガラス基板には、前記絶縁性の回路保護層上に針状の銀、コバルト並びにスズ金属は、全く検出されなかった。また、漏れ電流についても、いずれのものも0.1mA/cm²以下と良好であった。これに対して比較例のものは、前記回路保護層上に針状の銀が析出している部分が、多数見られた。そして漏れ電流も0.5mA/cm²以上であった。このように、回路保護層を形成したものに不動態金属を形成して、ピンホールを塞ぐことによって、光電変換素子用の導電性ガラス基板は、漏れ電流がほとんどなくかつ導電性にも優れたものであり、さらに高透明性で耐薬品性を有し、またその製法方法も無電解金属メッキ処理で行うことにより、比較的簡単な製造方法によって、安価な光電変換素子用の導電性ガラス基板を提供できることになる。

30

【0020】

【発明の効果】

以上のように本発明の光電変換素子用の導電性ガラス基板は、透明導電膜が施されたガラス板上に、不動態金属と触媒作用を有するか或いは置換型の金属または前記金属を有する材料からなる導電性回路層と、前記導電性回路層上に形成される絶縁性の回路保護層を持つ導電性ガラス基板において、前記回路保護層に発生するピンホール部に不動態金属が形成されている光電変換素子用の導電性ガラス基板とすることによって、また、前記導電性回路層の開口率が90~99%である光電変換素子用の導電性ガラス基板とすることによって、或いは前記導電性回路層は、金、銀、白金、パラジウム、銅或いはアルミニウム金属さらにはこれらの金属の少なくとも1種を含む導電性ペーストによって形成された光電変換素子用の導電性ガラス基板とすることによって、さらに、前記絶縁性の回路保護層は、絶縁性のペースト材料から形成された光電変換素子用の導電性ガラス基板とすることによって、漏れ電流の問題が全くなく、導電性にも優れた高透明性で耐薬品性の優れた、光電変換素子用の導電性ガラス基板を提供できることになる。

40

【0021】

50

さらにまた前記不動態金属を、無電解金属メッキ処理によって形成されたものである光電変換素子用の導電性ガラス基板とすることによって、また、前記無電解金属メッキ処理が、無電解ニッケルメッキ、無電解コバルトメッキ或いは無電解スズメッキである、光電変換素子用の導電性ガラス基板とすることによって、前記無電解金属メッキ処理により絶縁性の回路保護層に生じたピンホールは完全に塞がれているので、漏れ電流の問題は全くなく、導電性にも優れた高透明性で耐薬品性の優れた導電性ガラス基板を、比較的簡単に製造できるので、安価な光電変換素子用の導電性ガラス基板を、提供できることになる。

【0022】

さらにまた、前記に記載される光電変換素子用の導電性ガラス基板を用いた、色素増感太陽電池とすることによって、前記無電解金属メッキ処理により絶縁性の回路保護層に生じたピンホールは完全に塞がれているので、漏れ電流の問題がほとんどない色素増感太陽電池を、比較的 low コストで製造でき実用的なものである。

10

【0023】

さらに、前記光電変換素子用の導電性ガラス基板の製造方法として、ガラス板表面に透明導電膜層を形成し、ついでその上に触媒作用を有するか或いは置換型の金属又は前記金属を含む材料を用いメッキ或いはスクリーン印刷によって導電性回路層を形成し、さらにその上に絶縁性のペーストによって回路保護層を形成し、ついでニッケル、コバルト或いはスズ金属の無電解メッキ処理によって不動態金属を形成する、光電変換素子用導電性ガラス基板の製造方法とすることによって、漏れ電流の問題がなく、また導電性に優れた光電変換素子用の導電性ガラス基板を、比較的 low コストで製造することができる。より具体的には、前記導電性回路を、不動態金属と触媒として作用する金属或いは置換型金属として、金、銀、白金、パラジウム、銅やアルミニウム金属また、前記金属の少なくとも1種を有する導電性ペーストを用いた、光電変換素子用導電性ガラス基板の製造方法とすることによって、さらに、前記無電解金属メッキ処理が、無電解ニッケルメッキ処理、無電解コバルトメッキ処理或いは無電解スズメッキ処理とする光電変換素子用導電性ガラス基板の製造方法とすることによって、前記無電解金属メッキ処理により絶縁性の回路保護層に生じたピンホールは、完全に塞がれるので、漏れ電流の問題がほとんどなく、また導電性にも優れた高透明性で、耐薬品性の光電変換素子用の導電性ガラス基板を、比較的 low コストで製造することができ、実用的な製造方法と言える。

20

【図面の簡単な説明】

30

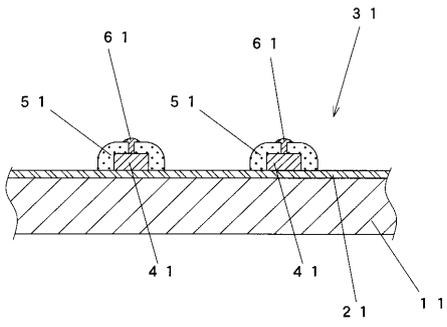
【図1】図1は、本発明の導電性ガラス基板の、概略断面図である。

【図2】図2は、従来の色素増感太陽電池の、概略断面図である。

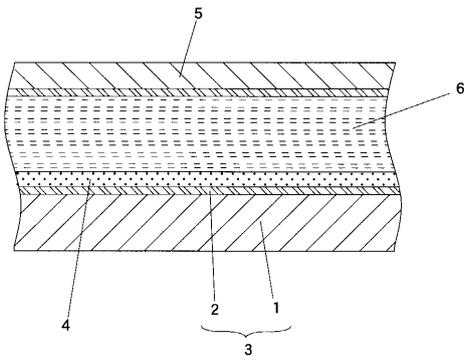
【符号の説明】

- 1 1 ガラス板
- 2 1 透明導電膜
- 3 1 導電性ガラス基板
- 4 1 導電性回路
- 5 1 回路保護層
- 6 1 不動態金属

【 図 1 】



【 図 2 】



フロントページの続き

(72)発明者 川島 卓也

東京都江東区木場1丁目5番1号 株式会社フジクラ内

Fターム(参考) 4G059 AA08 AB05 AB11 AC14 AC20 CA01 CB09 DA01 DA02 DA03
DA04 DA05 DA06 DA09 DB04 DB09 DB10 EA02 EA03 GA02
GA05 GA14
5F051 AA12 AA14 CB13 CB27 FA03 FA04 FA06 FA10 FA14 FA17
GA03
5H032 AA06 AS06 AS16 BB05 EE01 EE07 EE16