(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第5593881号
(P5593881)

(45)発行日　平成26年9月24日(2014.9.24)　(24)登録日　平成26年8月15日(2014.8.15)

(51)Int.Cl.　F I
H01G 9/20 (2006.01)　H01G 9/20 111D
H01G 9/20 111E
H01G 9/20 115A
H01G 9/20 115B

請求項の数 3　(全 27 頁)

(21)出願番号　特願2010-151247(P2010-151247)
(22)出願日　平成22年7月1日(2010.7.1)
(62)分割の表示　特願2010-55032(P2010-55032)の分割
原出願日　平成22年3月11日(2010.3.11)
(65)公開番号　特開2011-192622(P2011-192622A)
(43)公開日　平成23年9月29日(2011.9.29)
審査請求日　平成25年2月20日(2013.2.20)

(73)特許権者　000002897
大日本印刷株式会社
東京都新宿区市谷加賀町一丁目１番１号
(74)代理人　100101203
弁理士　山下　昭彦
(74)代理人　100104499
弁理士　岸本　達人
(72)発明者　小保内　直博
東京都新宿区市谷加賀町一丁目１番１号
大日本印刷株式会社内
(72)発明者　佐々木　美帆
東京都新宿区市谷加賀町一丁目１番１号
大日本印刷株式会社内

審査官　前田　寛之

最終頁に続く

(54)【発明の名称】色素増感型太陽電池

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
電極としての機能を備えた第１電極基材、および前記第１電極基材上に形成され、色素増感剤が坦持された金属酸化物半導体微粒子を含む多孔質層を有する酸化物半導体電極基板と、少なくとも電極としての機能を備えた第２電極基材を有する対極基板とが、前記多孔質層および前記第２電極基材が対向するように配置されており、前記酸化物半導体電極基板および前記対極基板の間に酸化還元対を含む電解質層が形成されている色素増感型太陽電池であって、
前記第１電極基材または前記第２電極基材のいずれか一方が、Ａｌ、またはステンレス鋼で構成され、膜厚が１５μｍ～１００μｍの範囲内である金属箔である第１金属層と、前記第１金属層上に形成され、Ｔｉで構成され、かつ、厚みが５００ｎｍ以下である第２金属層と、を有し、前記第２金属層は、最外層に形成されている色素増感型太陽電池用導電基材を電極層として有し、
他方が透明性を有する基材であることを特徴とする色素増感型太陽電池。
【請求項２】
前記第１電極基材が前記色素増感型太陽電池用導電基材を電極層として有し、かつ、前記第２電極基材が透明性を有する基材であることを特徴とする請求項１に記載の色素増感型太陽電池。
【請求項３】
電極としての機能を備えた第１電極基材、および前記第１電極基材上に形成され、色素増

感剤が坦持された金属酸化物半導体微粒子を含む多孔質層を有する酸化物半導体電極基板と、少なくとも電極としての機能を備えた第２電極基材を有する対極基板とが、前記多孔質層および前記第２電極基材が対向するように配置され、前記酸化物半導体電極基板および前記対極基板の間に酸化還元対を含む電解質層が形成されており、

前記第１電極基材または前記第２電極基材のいずれか一方が、Ａｌ、またはステンレス鋼で構成され、膜厚が１５μｍ～１００μｍの範囲内である金属箔である第１金属層と、前記第１金属層上に形成され、Ｔｉで構成され、かつ、厚みが５００ｎｍ以下である第２金属層と、を有し、前記第２金属層は、最外層に形成されている色素増感型太陽電池用導電基材を電極層として有し、

他方が透明性を有する基材である色素増感型太陽電池が複数個連結されてなることを特徴とする色素増感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、色素増感型太陽電池用導電基材、色素増感型太陽電池用透明性導電基材、色素増感型太陽電池、および色素増感型太陽電池モジュールに関するものである。

【背景技術】

【０００２】

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

【０００３】

色素増感型太陽電池の一般的な構成の一例を図９に示す。図９に例示するように、一般的な色素増感型太陽電池１００は、電極としての機能を備えた第１電極基材１１１、および第１電極基材１１１上に形成され、色素増感剤が坦持された金属酸化物半導体微粒子を含む多孔質層１１２を有する酸化物半導体電極基板１１０と、電極としての機能を備えた第２電極基材１２１、および第２電極基材１２１上に形成された触媒層１２２を有する対極基板１２０とが、多孔質層１１２および触媒層１２２が対向するように配置されており、酸化物半導体電極基板１１０および対極基板１２０の間に酸化還元対を含む電解質層１０３が形成され、色素増感型太陽電池１００の端部がシール剤１０４により封止された構成を有するものである。そして、多孔質層１１２における金属酸化物半導体微粒子の表面に吸着した色素増感剤が、第1電極基材１１１側から太陽光を受光することによって励起され、励起された電子が第１電極基材１１１へ伝導し、外部回路を通じて第２電極基材１２１へ伝導される。その後、酸化還元対を介して色素増感剤の基底準位に電子が戻ることによって発電するものである。なお、図９においては、第１電極基材１１１として、透明性を有する第１基材１１１ｂ上に透明電極層１１１ａが形成されている電極基材を用い、第２電極基材１２１として透明性を有する第２基材１２１ｂ上に透明電極層１２１ａが形成されている電極基材を用いた例を示しているが、色素増感型太陽電池においては、太陽光は第１電極基材または第２電極基材のいずれか一方の側から受光されるため、いずれか一方の電極基材が透明性を有する基材であればよい。

【０００４】

また近年、上述した色素増感型太陽電池の大面積化の要望が高まっており、上記第１電極基材または第２電極基材等に用いられる電極層に金属基材を適用することで、大面積素子においても電気の取り出し効率を高めようという試みがなされている。しかしながら、上記色素増感型太陽電池の電解質層にはヨウ化物イオンを含む電解質が使用されるため、

上記電極層としては、ヨウ化物イオンに対して長期間安定して優れた耐腐食性を有する金属基材を用いる必要がある。このような金属基材として、チタン基材を挙げることができるが、チタン基材を色素増感型太陽電池の電極層に用いた場合は、製造コストが高くなるといった問題があった。

【０００５】

そこで、上記電極層に用いられる金属基材として、チタン基材に替わる安価な金属基材が求められているが、多くの金属基材は、チタン基材と比べてヨウ化物イオンに対する耐腐食性に劣るといった問題があった。

【０００６】

そこで、ヨウ化物イオンに対する耐腐食性を向上させるため、例えば特許文献１には、色素増感型太陽電池に用いられる電極層の構成を、アルミニウム板とニッケル板のクラッド材とすることが開示されている。

【０００７】

しかしながら、特許文献１に記載の構成を有する電極層においては、厚み１ｍｍのニッケル板を用いていることから、ニッケル板による電気抵抗が大きくなり、色素増感型太陽電池の曲線因子が低下し、色素増感型太陽電池の発電効率が低下する問題があった。また、例えば生産性に優れる気相メッキ法、液相メッキ法、印刷法、あるいは塗布法を用いたとしても、ニッケル板を１ｍｍの厚みに形成するには、材料および製造工程にかかる時間が多くなるため、製造コストが高くなるといった問題があった。また、仮に上記ニッケル板を１ｍｍの厚みに気相メッキ法、液相メッキ法、印刷法、あるいは塗布法で形成したとしても、ニッケル板に割れが発生し、割れた部分からヨウ化物イオンが浸入してしまうことから、上記ヨウ化物イオンに対する耐腐食性を十分なものとすることが困難であった。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００８】

【特許文献１】特開２００７－８７７４４号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００９】

本発明は、色素増感型太陽電池の電極基材に用いられた際に、電解質層中のヨウ化物イオンに対する耐腐食性が高く、色素増感型太陽電池の変換効率の低下を防止し、発電効率を高いものとすることが可能な色素増感型太陽電池用導電基材、色素増感型太陽電池用透明性導電基材、およびこれらを用いた色素増感型太陽電池、色素増感型太陽電池モジュールを提供することを主目的とする。

【課題を解決するための手段】

【００１０】

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、比抵抗が6×10^{-6}Ω・ｍ以下の金属からなる第１金属層と、上記第１金属層上に形成され、Ｔｉ、Ｃｒ、Ｎｉ、Ｍｏ、Ｔａ、Ｗ、Ｎｂ、Ｐｔのいずれかの金属からなり、かつ、厚みが５００ｎｍ以下である第２金属層と、を有することを特徴とする色素増感型太陽電池用導電基材を提供する。

【００１１】

本発明によれば、上記第２電極層を有することにより、本発明の色素増感型太陽電池用導電基材を色素増感型太陽電池の電極層として用いた際に、電解質層中のヨウ化物イオンに対する耐腐食性の高いものとすることができる。

また、本発明の色素増感型太陽電池用導電基材が、色素増感型太陽電池の電極層として用いられた場合は、上記第１金属層上に形成された第２金属層が薄膜に形成されていることから、上記第２金属層による電気抵抗を小さくすることができる。さらに本発明においては、上記第１金属層の金属は比抵抗の小さいものであることから、電極層全体の電気抵抗を小さくすることが可能であり、色素増感型太陽電池の曲線因子の低下を防止し、変換

効率の高い色素増感型太陽電池を提供することが可能となる。

【００１２】

本発明は、透明基材と、上記透明基材上に形成された透明電極層と、上記透明電極層上にメッシュ状に形成され、比抵抗が６×１０$^{-6}$Ω・ｍ以下の金属からなるメッシュ状金属層、および上記メッシュ状金属層上に形成され、Ｔｉ、Ｃｒ、Ｎｉ、Ｍｏ、Ｔａ、Ｗ、Ｎｂ、Ｐｔのいずれかの金属からなり、かつ、厚みが５００ｎｍ以下である第２金属層を有する補助金属層と、を有することを特徴とする色素増感型太陽電池用透明性導電基材を提供する。

【００１３】

本発明によれば、上記補助金属層が上記第２金属層を有することから、上記補助金属層のヨウ化物イオンに対する耐腐食性を高いものとすることができる。また、これにより、本発明の色素増感型太陽電池用透明性導電基材全体のヨウ化物イオンに対する耐腐食性を高くすることができる。よって、ヨウ化物イオンに対する耐腐食性の高い透明性を有する電極基材を提供することが可能である。また、上記補助金属層を有することから、発電効率の高い色素増感型太陽電池とすることが可能である。

【００１４】

本発明は、電極としての機能を備えた第１電極基材、および上記第１電極基材上に形成され、色素増感剤が坦持された金属酸化物半導体微粒子を含む多孔質層を有する酸化物半導体電極基板と、少なくとも電極としての機能を備えた第２電極基材を有する対極基板とが、上記多孔質層および上記第２電極基材が対向するように配置されており、上記酸化物半導体電極基板および上記対極基板の間に酸化還元対を含む電解質層が形成されている色素増感型太陽電池であって、上記第１電極基材または上記第２電極基材のいずれか一方が、比抵抗が６×１０$^{-6}$Ω・ｍ以下の金属からなる第１金属層と、上記第１金属層上に形成され、Ｔｉ、Ｃｒ、Ｎｉ、Ｍｏ、Ｔａ、Ｗ、Ｎｂ、Ｐｔのいずれかの金属からなり、かつ、厚みが５００ｎｍ以下である第２金属層とを有する色素増感型太陽電池用導電基材を電極層として有し、他方が透明性を有する基材であることを特徴とする色素増感型太陽電池を提供する。

【００１５】

本発明によれば、上記第１電極基材または上記第２電極基材のいずれか一方が上記色素増感型太陽電池用導電基材を電極層として有することにより、上記電解質層中のヨウ化物イオンに対する耐腐食性が高く、経時的な劣化が少なく、発電効率の高い高品質な色素増感型太陽電池とすることが可能である。また、本発明の色素増感型太陽電池は、曲線因子の低下を防止することができることからも、発電効率の高いものとすることができる。

【００１６】

本発明においては、上記第１電極基材が上記色素増感型太陽電池用導電基材を電極層として有し、かつ、上記第２電極基材が透明性を有する基材であることが好ましい。これにより、上記第２金属層を介して上記第１金属層および上記多孔質層の間を電子が移動しやすくなることから、本発明の色素増感型太陽電池をより発電効率の高いものとすることが可能であるからである。

【００１７】

本発明は、電極としての機能を備えた第１電極基材、および上記第１電極基材上に形成され、色素増感剤が坦持された金属酸化物半導体微粒子を含む多孔質層を有する酸化物半導体電極基板と、少なくとも電極としての機能を備えた第２電極基材を有する対極基板とが、上記多孔質層および上記第２電極基材が対向するように配置されており、上記酸化物半導体電極基板および上記対極基板の間に酸化還元対を含む電解質層が形成されている色素増感型太陽電池であって、上記第1電極基材または上記第２電極基材の少なくとも一方が、透明基材と、上記透明基材上に形成された透明電極層と、上記透明電極層上にメッシュ状に形成され、比抵抗が６×１０$^{-6}$Ω・ｍ以下の金属からなるメッシュ状金属層、および上記メッシュ状金属層上に形成され、Ｔｉ、Ｃｒ、Ｎｉ、Ｍｏ、Ｔａ、Ｗ、Ｎｂ、Ｐｔのいずれかの金属からなり、かつ、厚みが５００ｎｍ以下である第２金属層を有する補

助金属層とを有する色素増感型太陽電池用透明性導電基材であることを特徴とする色素増感型太陽電池を提供する。

【００１８】

本発明によれば、上記第１電極基材または上記第２電極基材の少なくとも一方が上記色素増感型太陽電池用透明性導電基材であることにより、上記電解質層中のヨウ化物イオンに対する耐腐食性が高く、経時的な劣化が少なく、発電効率の高い高品質な色素増感型太陽電池とすることが可能である。また、本発明の色素増感型太陽電池は、色素増感型太陽電池の曲線因子の低下を防止することができることからも、発電効率の高い色素増感型太陽電池とすることができる。

【００１９】

本発明においては、上記第１電極基材が上記色素増感型太陽電池用透明性導電基材であることが好ましい。これにより、上記第２金属層を介して上記メッシュ状金属層および上記多孔質層の間を電子が移動しやすくなることから、本発明の色素増感型太陽電池をより発電効率の高いものとすることができる。

【００２０】

本発明は、電極としての機能を備えた第１電極基材、および上記第１電極基材上に形成され、色素増感剤が坦持された金属酸化物半導体微粒子を含む多孔質層を有する酸化物半導体電極基板と、少なくとも電極としての機能を備えた第２電極基材を有する対極基板とが、上記多孔質層および上記第２電極基材が対向するように配置され、上記酸化物半導体電極基板および上記対極基板の間に酸化還元対を含む電解質層が形成されており、上記第１電極基材または上記第２電極基材のいずれか一方が、比抵抗が６×１０$^{-6}$Ω・ｍ以下の金属からなる第１金属層と、上記第１金属層上に形成され、Ｔｉ、Ｃｒ、Ｎｉ、Ｍｏ、Ｔａ、Ｗ、Ｎｂ、Ｐｔのいずれかの金属からなり、かつ、厚みが５００ｎｍ以下である第２金属層とを有する色素増感型太陽電池用導電基材を電極層として有し、他方が透明性を有する基材である色素増感型太陽電池が複数個連結されてなることを特徴とする色素増感型太陽電池モジュールを提供する。

【００２１】

本発明によれば、上記色素増感型太陽電池を有することから、本発明の色素増感型太陽電池モジュールを発電効率の高いものとすることができる。

【００２２】

本発明は、電極としての機能を備えた第１電極基材、および上記第１電極基材上に形成され、色素増感剤が坦持された金属酸化物半導体微粒子を含む多孔質層を有する酸化物半導体電極基板と、少なくとも電極としての機能を備えた第２電極基材を有する対極基板とが、上記多孔質層および上記第２電極基材が対向するように配置され、上記酸化物半導体電極基板および上記対極基板の間に酸化還元対を含む電解質層が形成されており、上記第1電極基材または上記第２電極基材の少なくとも一方が、透明基材と、上記透明基材上に形成された透明電極層と、上記透明電極層上にメッシュ状に形成され、比抵抗が６×１０$^{-6}$Ω・ｍ以下の金属からなるメッシュ状金属層、および上記メッシュ状金属層上に形成され、Ｔｉ、Ｃｒ、Ｎｉ、Ｍｏ、Ｔａ、Ｗ、Ｎｂ、Ｐｔのいずれかの金属からなり、かつ、厚みが５００ｎｍ以下である第２金属層を有する補助金属層とを有する色素増感型太陽電池用透明性導電基材である色素増感型太陽電池が複数個連結されてなることを特徴とする色素増感型太陽電池モジュールを提供する。

【００２３】

本発明によれば、上記色素増感型太陽電池を有することから、本発明の色素増感型太陽電池モジュールを発電効率の高いものとすることができる。

【発明の効果】

【００２４】

本発明によれば、上記第１金属層および第２金属層を有する色素増感型太陽電池用導電基材を提供することにより、色素増感型太陽電池の電解質層中のヨウ化物イオンに対する耐腐食性が高く、経時的な劣化の少ない色素増感型太陽電池を提供することができる。ま

た、上記色素増感型太陽電池用導電基材は電気抵抗の小さなものであることから、色素増感型太陽電池に用いた場合は、曲線因子の低下を防止し、発電効率の高い色素増感型太陽電池とすることができる。

【図面の簡単な説明】

【００２５】

【図１】本発明の色素増感型太陽電池用導電基材の一例を示す概略断面図である。

【図２】本発明の色素増感型太陽電池用透明性導電基材の一例を示す概略断面図である。

【図３】本発明の色素増感型太陽電池の一例を示す概略断面図である。

【図４】本発明の色素増感型太陽電池の他の一例を示す概略断面図である。

【図５】本発明の色素増感型太陽電池の他の一例を示す概略断面図である。

【図６】本発明の色素増感型太陽電池の他の一例を示す概略断面図である。

【図７】本発明の色素増感型太陽電池モジュールの一例を示す概略断面図である。

【図８】本発明の色素増感型太陽電池モジュールの他の一例を示す概略断面図である。

【図９】色素増感型太陽電池の一例を示す概略断面図である。

【発明を実施するための形態】

【００２６】

以下、本発明の色素増感型太陽電池用導電基材、色素増感型太陽電池用透明性導電基材、色素増感型太陽電池、および色素増感型太陽電池モジュールについてそれぞれ説明する。

【００２７】

Ａ．色素増感型太陽電池用導電基材

まず、本発明の色素増感型太陽電池用導電基材について説明する。

本発明の色素増感型太陽電池用導電基材（以下、この項においては、単に導電基材と称する場合がある。）は、比抵抗が6×10^{-6}Ω・m以下の金属からなる第１金属層と、上記第１金属層上に形成され、Ｔｉ、Ｃｒ、Ｎｉ、Ｍｏ、Ｔａ、Ｗ、Ｎｂ、Ｐｔのいずれかの金属からなり、かつ、厚みが５００ｎｍ以下である第２金属層と、を有することを特徴とするものである。

【００２８】

ここで、本発明の導電基材について図を用いて説明する。

図１は、本発明の導電基材の一例を示す概略断面図である。図１に示すように、本発明の導電基材１は、比抵抗が6×10^{-6}Ω・m以下の金属からなる第１金属層１ｂと、第１金属層１ｂ上に形成され、Ｔｉ、Ｃｒ、Ｎｉ、Ｍｏ、Ｔａ、Ｗ、Ｎｂ、Ｐｔのいずれかの金属からなり、かつ、厚みが５００ｎｍ以下である第２金属層１ａとを有するものである。

【００２９】

本発明によれば、本発明の導電基材は上記第１金属層および第２金属層を有することから、上記導電基材を色素増感型太陽電池の電極基材の電極層に用いた場合、電解質層中のヨウ化物イオンに対する耐腐食性の高いものとすることができる。また、上記第１金属層の金属は比抵抗の低いものであり、かつ、上記第２金属層は薄膜に形成されているものであることから、上記導電基材全体の電気抵抗を小さいものとすることができる。よって、電気抵抗の小さい導電基材を色素増感型太陽電池の電極層として用いることにより、色素増感型太陽電池の曲線因子の低下を防止し、発電効率の高い色素増感型太陽電池を提供することが可能となる。

さらに、本発明によれば、第２金属層を生産性に優れる気相メッキ法、液相メッキ法、印刷法、あるいは塗布法で製造することができるので、低コストの色素増感型太陽電池用導電基材を得ることができる。

【００３０】

以下、本発明に用いられる第２金属層、および第１金属層についてそれぞれ説明する。

【００３１】

１．第２金属層

本発明に用いられる第２金属層は、後述する第１金属層上に形成されるものであり、Ｔｉ、Ｃｒ、Ｎｉ、Ｍｏ、Ｔａ、Ｗ、Ｎｂ、Ｐｔのいずれかの金属からなり、かつ、厚みが５００ｎｍ以下で形成されているものである。

【００３２】

ここで、「Ｔｉ、Ｃｒ、Ｎｉ、Ｍｏ、Ｔａ、Ｗ、Ｎｂ、Ｐｔのいずれかの金属」とは、上記に列記したいずれかの成分を質量比として、７０質量％～１００質量％の範囲内、好ましくは８０質量％～１００質量％の範囲内、特に好ましくは、９０質量％～１００質量％の範囲内で含有するものであり、単一元素からなる金属や、合金を含むものである。

【００３３】

上記第２金属層としては、なかでも、ＴｉまたはＣｒからなることが好ましく、Ｃｒからなることがより好ましい。Ｃｒは、後述する第１金属層との密着性が高いことから、上記第２金属層を第１金属層上により薄く形成することが可能となるからである。

【００３４】

ここで、ヨウ化物イオンに対する十分な耐腐食性を示し、かつ、上記第１金属層で良好に電気の取り出しを行うことが可能な第２金属層の厚みとしては、５００ｎｍ以下であればよく、なかでも１ｎｍ～２５０ｎｍの範囲内、特に１０ｎｍ～５０ｎｍの範囲内であることが好ましい。上記第２金属層の厚みが５００ｎｍを超える場合は、上記第２金属層による電気抵抗が大きくなることから、上記導電基材を色素増感型太陽電池の電極層に用いた場合に、電気の取り出し効率を十分なものとすることが困難になる。また、上記第２金属層の製造時および使用時に、割れが生じる可能性が考えられ、ヨウ化物イオンに対する耐腐食性を十分なものとすることが困難である可能性が考えられるからである。

また、上記第２金属層の厚みの下限としては、１ｎｍ程度である。上記第２金属層の厚みが、１ｎｍに満たない場合は、後述する第１金属層上に上記第２金属層を形成することが困難になるおそれがあるからである。

【００３５】

上記第２金属層の形成方法としては、後述する第１金属層上に５００ｎｍ以下の厚みで形成することができる方法であれば特に限定されるものではないが、例えば、スパッタリング、イオンプレーティング、真空蒸着、化学蒸着などの気相メッキ法、液相メッキ（電解メッキ、無電解メッキ等）、印刷法、あるいは塗布法などが好ましい。これらの方法は、生産性に優れるからである。

【００３６】

２．第１金属層

本発明に用いられる第１金属層は、比抵抗が６×１０$^{-6}$Ω・ｍ以下の金属からなるものである。

ここで、「比抵抗が６×１０$^{-6}$Ω・ｍ以下の金属」とは、比抵抗が６×１０$^{-6}$Ω・ｍ以下の単一元素からなる金属や、比抵抗が６×１０$^{-6}$Ω・ｍ以下の合金を含むものである。

【００３７】

上記第１金属層としては、上記第２金属層を形成することにより色素増感型太陽電池の電極基材として用いることが可能であれば特に限定されるものではなく、フレキシブル性を有するものであってもよいし、フレキシブル性を有しないものであってもよいが、フレキシブル性を有するものであることが好ましい。上記第１金属層がフレキシブル性を有することにより、本発明の導電基材にフレキシブル性を付与することが可能となる。また、上記導電基材は色素増感型太陽電池の電極基材に用いられるものであることから、色素増感型太陽電池にフレキシブル性を付与することが可能となり、加工性に優れたものとすることが可能である。

【００３８】

ここで、上記第１金属層のフレキシブル性としては、ＪＩＳ　Ｚ　２２４８の金属材料曲げ試験方法で、５ＫＮの力をかけたときに曲がることを指す。

【００３９】

このような第１金属層としては、上述した金属を用いた金属層のみからなるものであってもよいし、基材上に上記金属層が形成されたものであってもよいが、上記金属層のみからなるものであることがより好ましく、特に上記第１金属層が金属箔であることが好ましい。上記第１金属層が金属箔であることにより、第１金属層を準備するのが容易となり、低コストで導電基材を得ることが可能となるからである。

【００４０】

また、上記金属箔の厚みとしては、５μｍ～３００μｍの範囲内、なかでも１０μｍ～２００μｍの範囲内、特に１５μｍ～１００μｍの範囲内であることが好ましい。金属箔の厚みが上記範囲を超える場合は、本発明の導電基材にフレキシブル性を付与することが困難となるからであり、上記金属箔の厚みが上記範囲に満たない場合は、上記第２金属層を形成して導電基材とすることが困難となるからである。

【００４１】

上記比抵抗が６×１０$^{-6}$Ω・ｍ以下である金属であって、かつ、比較的安価に入手可能なものとしては、Ａｌ、ステンレス鋼、Ｃｕ、Ａｇ、Ｎｉ等を挙げることができる。耐熱性等を考慮するとＡｌ、ステンレス鋼を用いることがより好ましい。また、Ａｌ、ステンレス鋼は、上述した材料の中で、ヨウ化物イオンに対して、ある程度の耐腐食性を有することからも好ましい。

なお、ここでいう「耐熱性」とは、上記導電基材上に多孔質層を焼成して形成する際に加えられる温度に対し、変形、変質等を示さないことを指すものである。

【００４２】

Ｂ．色素増感型太陽電池用透明性導電基材

次に、本発明の色素増感型太陽電池用透明性導電基材（以下、単に透明性導電基材と称する場合がある。）について説明する。

本発明の透明性導電基材は、透明基材と、上記透明基材上に形成された透明電極層と、上記透明電極層上にメッシュ状に形成され、比抵抗が６×１０$^{-6}$Ω・ｍ以下の金属からなるメッシュ状金属層、および上記メッシュ状金属層上に形成され、Ｔｉ、Ｃｒ、Ｎｉ、Ｍｏ、Ｔａ、Ｗ、Ｎｂ、Ｐｔのいずれかの金属からなり、かつ、厚みが５００ｎｍ以下である第２金属層を有する補助金属層と、を有することを特徴とするものである。

【００４３】

ここで、本発明の透明性導電基材の透明性としては、本発明の透明性導電基材を色素増感型太陽電池の電極基材に用いた場合、波長４００ｎｍ～８００ｎｍの光の透過率が７０％以上であることが好ましく、なかでも８０％以上であることがより好ましい。

【００４４】

なお、上記透明性導電基材の透明性は、ＪＩＳ　Ｋ７３６１-1:１９９７に準拠した測定方法により測定した値である。

【００４５】

次に、本発明の透明性導電基材について図を用いて説明する。

図２は本発明の透明性導電基材の一例を示す概略断面図である。図２に示すように、本発明の透明性導電基材２は、透明基材２ｂと、透明基材２ｂ上に形成された透明電極層２ａと、透明電極層２ａ上にメッシュ状に形成され、比抵抗が６×１０$^{-6}$Ω・ｍ以下の金属からなるメッシュ状金属層２ｃ、およびメッシュ状金属層２ｃ上に形成され、Ｔｉ、Ｃｒ、Ｎｉ、Ｍｏ、Ｔａ、Ｗ、Ｎｂ、Ｐｔのいずれかの金属からなり、かつ、厚みが５００ｎｍ以下である第２金属層２ｄを有する補助金属層とを有するものである。

【００４６】

本発明によれば、上記補助金属層が、上記メッシュ状金属層および上記第２金属層を有することから、電解質層中のヨウ化物イオンに対する耐腐食性の高いものとすることができる。また、上記メッシュ状金属層は比抵抗の小さい金属からなり、上記第２金属層は薄膜に形成されていることから、上記補助金属層全体の電気抵抗を小さなものとすることができる。よって、上記補助金属層により上記透明電極層の電気取り出し効率を向上させることが可能となることから、発電性の高い色素増感型太陽電池を提供することが可能とな

る。以下、本発明の透明性導電基材に用いられる各部材について、それぞれ説明する。

【００４７】

１．補助金属層

本発明に用いられる補助金属層は、メッシュ状に形成され、比抵抗が６×１０$^{-6}$Ω・ｍ以下の金属からなるメッシュ状金属層、および上記メッシュ状金属層上に形成され、Ｔｉ、Ｃｒ、Ｎｉ、Ｍｏ、Ｔａ、Ｗ、Ｎｂ、Ｐｔのいずれかの金属からなり、かつ、厚みが５００ｎｍ以下である第２金属層を有するものである。なお、上記第２金属層については、「Ａ．色素増感型太陽電池用導電基材」の項で説明したものと同様とすることができるので、ここでの説明は省略する。以下、メッシュ状金属層について説明する。

【００４８】

本発明に用いられるメッシュ状金属層は、後述する透明電極層上に形成されるものであり、比抵抗が６×１０$^{-6}$Ω・ｍ以下の金属からなり、かつ、メッシュ状に形成されるものである。

【００４９】

上記メッシュ状金属層のメッシュの形状としては、例えば、三角形の格子状、平行四辺形の格子状、六角形の格子状等を挙げることができる。

【００５０】

上記メッシュ状金属層の厚みとしては、０．０１μｍ～１０μｍの範囲内であることが好ましい。上記メッシュ状金属層の厚みが上記範囲を超える場合、上記メッシュ状金属層を形成するための材料、時間等が多くかかるため、製造効率が低下したり、製造コストが高くなるおそれがあるからである。また、上記メッシュ状金属層の厚みが上記範囲に満たない場合は、後述する透明電極層の機能を向上させることができない可能性があるからである。

【００５１】

本発明に用いられるメッシュ状金属層の開口部の比率としては、５０％～９９．９％の範囲内であることが好ましい。上記メッシュ状金属層の開口部の比率が上記範囲に満たない場合は、上記透明性導電基材が太陽光を十分に受光することができないため、発電効率を下げる可能性があるからである。また、上記メッシュ状金属層の開口部の比率が上記範囲を超える場合は、上記メッシュ状金属層を用いても透明電極層の機能を向上させることが困難となる可能性があるからである。

【００５２】

また、上記メッシュ状金属層の線幅、およびメッシュピッチとしては、用いられる色素増感型太陽電池の形状に合わせて適宜選択されるものであるが、上記メッシュ状金属層の線幅としては、０．０２μｍ～１０ｍｍの範囲内、なかでも１μｍ～２ｍｍの範囲内、特に１０μｍ～１ｍｍの範囲内であることが好ましく、上記メッシュ状金属層のメッシュピッチとしては、１μｍ～５００μｍの範囲内、なかでも５μｍ～１００μｍの範囲内、特に１０μｍ～５０μｍの範囲内であることが好ましい。

【００５３】

上記メッシュ状金属層に用いられる「比抵抗が６×１０$^{-6}$Ω・ｍ以下の金属」については、「Ａ．色素増感型太陽電池用導電基材」の項で説明したものと同様とすることができるので、ここでの説明は省略する。

【００５４】

このようなメッシュ状金属層の形成方法としては、金属マスクを用いて上記メッシュ状金属層を気相メッキ法を用いて形成する方法や、上記金属からなる薄膜を透明電極層上に全面形成し、所定のパターン状にエッチングする方法、上記金属を金属ペーストとし、上記金属ペーストを透明基材または透明電極層上に印刷する方法等を挙げることができる。

【００５５】

２．透明基材

本発明に用いられる透明基材としては、例えば無機透明基材や樹脂製基材を用いることができる。このうち、樹脂製基材は、軽量であり、加工性に優れ、製造コストの低減がで

きるため好ましい。
【００５６】
上記樹脂製基材としては、例えば、ポリエチレンテレフタレートフィルム（ＰＥＴ）、ポリエステルナフタレートフィルム（ＰＥＮ）、ポリカーボネートフィルム（ＰＣ）を用いることが好ましい。
【００５７】
また、上記無機透明基材としては、合成石英基材やガラス基板等を挙げることができる。
【００５８】
また、本発明に用いられる透明基材の厚みは、上記色素増感型太陽電池の用途等に応じて適宜選択することができるものであるが、通常、１０μｍ～２０００μｍの範囲内であることが好ましく、特に５０μｍ～１８００μｍの範囲内であることが好ましく、さらに１００μｍ～１５００μｍの範囲内であることが好ましい。
【００５９】
３．透明電極層
本発明に用いられる透明電極層としては、透明性を有し、所定の導電性を有するものであれば特に限定されるものではない。このような透明電極層に用いられる材料としては、金属酸化物、導電性高分子化合物材料等を挙げることができる。
【００６０】
上記金属酸化物としては、例えば、SnO_2、ＺｎＯ、酸化インジウムにSnO_2を添加した化合物（ＩＴＯ）、フッ素ドープしたSnO_2（ＦＴＯ）、酸化インジウムにＺｎＯを添加した化合物（ＩＺＯ）、を挙げることができる。
一方、上記導電性高分子化合物材料としては、例えば、ポリチオフェン、ポリエチレンスルフォン酸（ＰＳＳ）、ポリアニリン（ＰＡ）、ポリピロール、ポリエチレンジオキシチオフェン（ＰＥＤＯＴ）等を挙げることができる。また、これらを２種以上混合して用いることもできる。
【００６１】
本発明に用いられる透明電極層は、単一の層からなる構成であってもよく、また、複数の層が積層された構成であってもよい。複数の層が積層された構成としては、例えば、仕事関数が互いに異なる材料からなる層が積層された態様や、互いに異なる金属酸化物からなる層が積層された態様を挙げることができる。
【００６２】
本発明に用いられる透明電極層の厚みは、通常、５ｎｍ～２０００ｎｍの範囲内が好ましく、特に１０ｎｍ～１０００ｎｍの範囲内であることが好ましい。厚みが上記範囲よりも厚いと、均質な透明電極層を形成することが困難となる場合や全光線透過率が低下して良好な光電変換効率を得ることが難しくなる場合があり、また、厚みが上記範囲よりも薄いと、透明電極層の導電性が不足する可能性があるからである。
なお、上記厚みは、透明電極層が複数の層から構成される場合には、すべての層の厚みを合計した総厚みを指すものとする。
【００６３】
上記透明電極層を上記透明基材上に形成する方法としては、一般的な電極層の形成方法と同様とすることができるのでここでの記載は省略する。
【００６４】
Ｃ．色素増感型太陽電池
次に、本発明の色素増感型太陽電池について説明する。
本発明の色素増感型太陽電池は、上記電極基材の構成により２つの実施態様に大別される。以下、各実施態様について説明する。
【００６５】
Ｉ．第１実施態様の色素増感型太陽電池
本実施態様の色素増感型太陽電池は、電極としての機能を備えた第１電極基材、および

上記第１電極基材上に形成され、色素増感剤が坦持された金属酸化物半導体微粒子を含む多孔質層を有する酸化物半導体電極基板と、少なくとも電極としての機能を備えた第２電極基材を有する対極基板とが、上記多孔質層および上記第２電極基材が対向するように配置されており、上記酸化物半導体電極基板および上記対極基板の間に酸化還元対を含む電解質層が形成されている色素増感型太陽電池であって、上記第１電極基材または上記第２電極基材のいずれか一方が、比抵抗が6×10^{-6}Ω・ｍ以下の金属からなる第１金属層と、上記第１金属層上に形成され、Ｔｉ、Ｃｒ、Ｎｉ、Ｍｏ、Ｔａ、Ｗ、Ｎｂ、Ｐｔのいずれかの金属からなり、かつ、厚みが５００ｎｍ以下である第２金属層とを有する色素増感型太陽電池用導電基材（以下、この項においては、単に導電基材と称する場合がある。）を電極層として有し、他方が透明性を有する基材であることを特徴とするものである。

【００６６】

本実施態様によれば、上記第１電極基材または上記第２電極基材のいずれか一方が、上記導電基材を電極層として有することにより、上記電解質層中のヨウ化物イオンに対する耐腐食性の高いものとすることができることから、電極層の経時的な劣化が少なく、高品質な色素増感型太陽電池とすることができる。また、上記導電基材は、電気抵抗が小さいものであることから、色素増感型太陽電池の曲線因子の低下を防止することが可能である。

【００６７】

ここで、色素増感型太陽電池の曲線因子とは、色素増感型太陽電池の性能を示す値であり、色素増感型太陽電池の内部電気抵抗が小さい値であるほど、上記曲線因子は大きな値を示し、色素増感型太陽電池の内部電気抵抗が大きな値であるほど、上記曲線因子は小さな値を示す。また、色素増感型太陽電池においては、上記曲線因子を大きくすることにより、発電効率を高いものとすることが可能となる。

【００６８】

本実施態様においては、電気抵抗の小さい導電基材を第１電極基材または第２電極基材のいずれか一方が電極層として有することにより、色素増感型太陽電池の内部電気抵抗を小さい値とすることができることから、色素増感型太陽電池の曲線因子を高いものとし、発電効率を高いものとすることが可能である。

【００６９】

なお、本発明の色素増感型太陽電池における曲線因子は、色素増感型太陽電池の電流電圧特性を測定することによって求めることができる。

また、上記色素増感型太陽電池の電流電圧特性は、例えばＡＭ１．５、疑似太陽光（入射光強度１００ｍＷ／ｃｍ^2）を光源として、ソースメジャーユニット（ケースレー２４００型）を用いて色素増感型太陽電池に電圧印加することにより測定することができる。

【００７０】

本実施態様の色素増感型太陽電池としては、具体的には、上記第１電極基材が上記導電基材を電極層として有するものであり、かつ、上記第２電極基材が透明性を有する基材である態様（以下、第１態様とする。）と、上記第２電極基材が上記導電基材を電極層として有するものであり、かつ、上記第１電極基材が透明性を有する基材である態様（以下、第２態様とする。）との２つの態様を挙げることができる。以下、それぞれの態様について説明する。

【００７１】

１．第１態様の色素増感型太陽電池

本態様の色素増感型太陽電池は、上記第１電極基材が上記導電基材を電極層として有するものであり、かつ、上記第２電極基材が透明性を有する基材であるものである。

【００７２】

本態様の色素増感型太陽電池について、図を用いて説明する。

図３は本態様の色素増感型太陽電池の一例を示す概略断面図である。図３に示すように、本態様の色素増感型太陽電池１００は、導電基材１を電極層として有する第１電極基材１１１、および第１電極基材１１１上に形成され、色素増感剤が坦持された金属酸化物半

導体微粒子を含む多孔質層１１２を有する酸化物半導体電極基板１１０と、透明基材１２１ｂおよび透明電極層１２１ａを有する第２電極基材１２１、および、透明電極層１２１ａ上に形成された触媒層１２２を有する対極基板１２０とが、多孔質層１１２および触媒層１２２が対向するように配置されており、酸化物半導体電極基板１１０および対極基板１２０の間に酸化還元対を含む電解質層１０３が形成されているものである。また、導電基材１は、６×１０$^{-6}$Ω・ｍ以下の金属からなる第１金属層１ｂ、および第１金属層１ｂ上に形成され、Ｔｉ、Ｃｒ、Ｎｉ、Ｍｏ、Ｔａ、Ｗ、Ｎｂ、Ｐｔのいずれかの金属からなり、かつ、厚みが５００ｎｍ以下である第２金属層１ａを有するものである。

また、図３に示すように、色素増感型太陽電池１００の端部は、通常、シール剤１０４等を用いて封止がされるものである。

【００７３】

本態様の色素増感型太陽電池においては、上記第１電極基材が上記導電基材を電極層として有することにより、色素増感型太陽電池の発電効率をより高いものとすることが可能となる。この理由については、明らかではないが、次のように推量される。

上記第１金属層のみを第１電極基材として用いた場合は、上記第１金属層と金属酸化物半導体微粒子を含む多孔質層とではエネルギー準位の差が大きいため、上記第１電極基材および多孔質層の間を電子が移動しにくいことが考えられる。

一方、上記導電基材を第１電極基材に用いた場合は、上記第１金属層および多孔質層の間に第２金属層が存在することにより、上記第１金属層および多孔質層のエネルギー準位の差を埋めることができるため、上記第２金属層を介して上記第１金属層および上記多孔質層の間を電子が移動しやすくなるものと考えられる。したがって、上記第１金属層での電気の取り出し効率を高いものとすることができることから、色素増感型太陽電池の発電効率をより高いものとすることが可能であると考えられる。

【００７４】

以下、本態様の色素増感型太陽電池に用いられる各部材についてそれぞれ説明する。

【００７５】

（１）酸化物半導体電極基板

本態様に用いられる酸化物半導体電極基板は、電極としての機能を備えた第１電極基材、および上記第１電極基材上に形成され、色素増感剤が坦持された金属酸化物半導体微粒子を含む多孔質層を有するものである。以下、本態様に用いられる第１電極基材、および多孔質層についてそれぞれ説明する。

【００７６】

（ａ）第１電極基材

本態様に用いられる第１電極基材は導電基材を電極層として有するものである。上記導電基材については、「Ａ．色素増感型太陽電池用導電基材」の項で説明したものと同様とすることができるので、ここでの説明は省略する。

【００７７】

（ｂ）多孔質層

次に、本態様に用いられる多孔質層について説明する。本態様に用いられる多孔質層は、色素増感剤が坦持された金属酸化物半導体微粒子を含有するものであり、上述した第１電極基材上に形成され、かつ、後述する電解質層と接するものである。なお、上記色素増感剤は金属酸化物半導体微粒子の表面に坦持されているものである。

以下、上記多孔質層に用いられる金属酸化物半導体微粒子、および色素増感剤についてそれぞれ説明する。

【００７８】

（ｉ）金属酸化物半導体微粒子

本態様に用いられる金属酸化物半導体微粒子としては、半導体特性を備える金属酸化物からなるものであれば特に限定されるものではない。本態様に用いられる金属酸化物半導体微粒子を構成する金属酸化物としては、例えば、TiO_2、ＺｎＯ、SnO_2、ＩＴＯ、ZrO_2、ＭｇＯ、Al_2O_3、CeO_2、Bi_2O_3、Mn_3O_4、Y_2O_3、ＷＯ

$_3$、Ta_2O_5、Nb_2O_5、La_2O_3等を挙げることができる。

【００７９】

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

【００８０】

本態様に用いられる金属酸化物半導体微粒子の平均粒径としては、通常、１ｎｍ～１０μｍの範囲内が好ましく、特に１０ｎｍ～１０００ｎｍの範囲内であることが好ましい。

【００８１】

（ｉｉ）色素増感剤

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

【００８２】

（ｉｉｉ）任意の成分

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

このような樹脂としては、例えば、ポリビニルピロリドン、エチルセルロース、カプロラクタン等を挙げることができる。

【００８３】

（ｉｖ）その他

本態様に用いられる多孔質層の厚みは、通常、１μｍ～１００μｍの範囲内であることが好ましく、特に３μｍ～３０μｍの範囲内であることが好ましい。

【００８４】

（２）対極基板

次に本態様に用いられる対極基板について説明する。

本態様に用いられる対極基板は、少なくとも電極としての機能を備えた第２電極基材を有するものである。以下、第２電極基材について説明する。

【００８５】

（ａ）第２電極基材

本態様に用いられる第２電極基材は透明性を有する基材である。

【００８６】

このような透明性を有する基材としては、通常、透明基材および透明基材上に形成された透明電極層を有するものである。上記透明基材および透明電極層については、「Ｂ．色素増感型太陽電池用透明性導電基材」の項で説明したものと同様とすることができるので、ここでの説明は省略する。

【００８７】

上述したように、本態様における第２電極基材は、上述した透明基材および透明電極層を有するものであれば特に限定されるものではなく、必要な構成を選択して追加することができる。このような構成としては、例えば、補助電極層を挙げることができる。

【００８８】

上記補助電極層は、導電性材料を用いてメッシュ状に形成された電極層である。上記補

助電極層を上述した透明電極層とともに用いることで、本態様の色素増感型太陽電池の発電効率を高いものとすることが可能となる。

【００８９】

本態様に用いられる補助電極層の形成位置としては、上記透明電極層とともに用いることにより、本態様の色素増感型太陽電池の発電効率を高いものとすることができるのであれば特に限定されるものではなく、上記透明基材上に形成された上記透明電極層上に形成されていてもよいし、上記透明基材および上記透明電極層の間に形成されていてもよい。本態様においては、上記補助電極層が上記透明基材および上記透明電極層の間に形成されていることがより好ましい。上記補助電極層が上記透明基材上に形成された上記透明電極層上に形成されている場合に比べて、電解質層中のヨウ化物イオンと接触しにくくなるからである。

【００９０】

本態様に用いられる上記補助電極層の材料としては、本態様の色素増感型太陽電池の発電効率を高めることが可能な材料であれば特に限定されるものではない。

なお、本態様においては、透明基材上に上記補助電極層を形成し、さらに透明電極層を形成した場合であっても、後述する電解質層中に含まれるヨウ化物イオンは上記透明電極層を一部透過して、上記補助電極層と接触するものであることから、上記補助電極層の材料としては、ヨウ化物イオンに対する耐腐食性を有することが好ましい。

このような補助電極層に用いられる材料としては、具体的には、チタン、タングステン、モリブデン、クロム、白金などを挙げることができるが、めっきなどを用いて耐腐食表面処理を行った金属であれば、アルミニウム、ニッケル、銅、鉄、銀およびそれらの合金など一般的な金属種を使用することが出来る。

【００９１】

このような補助電極層の形成方法としては、上述した「Ｂ．色素増感型太陽電池用透明性導電基材」の項で説明したメッシュ状金属層の形成方法と同様とすることができるので、ここでの説明は省略する。

【００９２】

本態様に用いられる補助電極層のメッシュの形状、補助電極層の開口部の比率、およびメッシュピッチと線幅等については、上述した「Ｂ．色素増感型太陽電池用透明性導電基材」のメッシュ状金属層の項で説明したものと同様とすることができるので、ここでの説明は省略する。

【００９３】

本態様に用いられる第２電極基材は、上記補助電極層以外にも必要な部材を選択して追加することができる。

【００９４】

また、本態様に用いられる第２電極基材としては、上記で説明した透明性を有する基材の他にも、「Ｂ．色素増感型太陽電池用透明性導電基材」で説明した色素増感型太陽電池用透明性導電基材を用いることができる。

【００９５】

（ｂ）その他の部材

本態様に用いられる対極基板は少なくとも上記第２電極基材を有するものであれば特に限定されるものではなく、必要な部材を適宜追加することが可能である。このような部材としては、例えば触媒層が挙げられる。

【００９６】

上記第２電極基材に触媒層が形成されていることにより、本態様の色素増感型太陽電池をより発電効率に優れたものにすることができる。このような触媒層の例としては、例えば、上記第２電極基材上にＰｔを蒸着した態様や、ポリエチレンジオキシチオフェン（ＰＥＤＯＴ）、ポリスチレンスルフォン酸（ＰＳＳ）、ポリアニリン（ＰＡ）、パラトルエンスルホン酸（ＰＴＳ）およびこれらの混合物から触媒層を形成する態様を挙げることができるが、この限りではない。

【００９７】
このような触媒層の厚みとしては、１ｎｍ～１０μｍの範囲内、なかでも１０ｎｍ～１０００ｎｍの範囲内、特に１０ｎｍ～５００ｎｍの範囲内であることが好ましい。
【００９８】
（３）電解質層
本態様に用いられる電解質層は、上記酸化物半導体電極基板および上記対極基板の間に形成されるものであり、酸化還元対を含むものである。
【００９９】
本態様における電解質層に用いられる酸化還元対は、ヨウ素およびヨウ化物の組合せである。このようなヨウ素およびヨウ化物の組合せとしては、例えば、ＬｉＩ、ＮａＩ、ＫＩ、CaI_2等の金属ヨウ化物と、I_2との組合せを挙げることができる。
【０１００】
本態様における電解質層には、上記酸化還元対以外のその他の化合物として、架橋剤、光重合開始剤、増粘剤、常温融解塩等の添加剤を含有していてもよい。
【０１０１】
本態様に用いられる電解質層は、ゲル状、固体状または液体状のいずれの形態からなる電解質層であってもよい。
【０１０２】
（４）その他の部材
本態様の色素増感型太陽電池は、上述した酸化物半導体電極基板、対極基板、および電解質層を有するものであれば特に限定されるものではなく、必要な部材を適宜追加することができる。このような部材としては、色素増感型太陽電池の端部を封止するために用いられるシール剤等を挙げることができる。
【０１０３】
２．第２態様の色素増感型太陽電池
次に、第２態様の色素増感型太陽電池について説明する。
本態様の色素増感型太陽電池は、上記第２電極基材が上記導電基材を電極層として有するものであり、上記第１電極基材が透明性を有する基材であるものである。
【０１０４】
本態様の色素増感型太陽電池について、図を用いて説明する。
図４は本態様の色素増感型太陽電池の一例を示す概略断面図である。図４に示すように、本態様の色素増感型太陽電池１００は、透明基材１１１ｂおよび透明基材１１１ｂ上に形成された透明電極層１１１ａを有する第１電極基材１１１、および透明電極層１１１ａ上に形成され、色素増感剤が坦持された金属酸化物半導体微粒子を含む多孔質層１１２を有する酸化物半導体電極基板１１０と、導電基材１を電極層として有する第２電極基材１２１を有する対極基板とが、多孔質層１１２および第２電極基材１２１が対向するように配置されており、酸化物半導体電極基板１１０および対極基板の間に酸化還元対を含む電解質層１０３が形成されているものである。また、導電基材１は、比抵抗が6×10^{-6}Ω・ｍ以下の金属からなる第１金属層１ｂ、および第１金属層１ｂ上に形成され、Ｔｉ、Ｃｒ、Ｎｉ、Ｍｏ、Ｔａ、Ｗ、Ｎｂ、Ｐｔのいずれかの金属からなり、かつ、厚みが５００ｎｍ以下である第２金属層１ａを有するものである。また、多孔質層１１２は、第２金属層１ａと対向するように配置されるものである。
また、図４に示すように、色素増感型太陽電池１００の端部は、通常、シール剤１０４等を用いて封止がされるものである。
【０１０５】
本態様に用いられる電解質層、およびその他の部材については、「１．第１態様の色素増感型太陽電池」の項で説明したものと同様とすることができるのでここでの記載は省略する。
以下、本態様に用いられる酸化物半導体電極基板および対極基板についてそれぞれ説明する。

【０１０６】
（１）対極基板
本態様に用いられる対極基板は少なくとも第２電極基材を有するものである。
また、本態様において、上記第２電極基材は導電基材を電極層として有するものである。上記導電基材については、「Ａ．色素増感型太陽電池用導電基材」の項で説明したものと同様であるので、ここでの説明は省略する。
【０１０７】
また、本態様においては、上記導電基材中に形成された第２金属層が触媒層と同様の作用効果を奏することから、上記導電基材に別途触媒層を形成しなくてもよいものであるが、より発電効率を向上させるために設けてもよい。上記触媒層については「１．第１態様の色素増感型太陽電池」の項で説明したものと同様とすることができるので、ここでの説明は省略する。
【０１０８】
（２）酸化物半導体電極基板
本態様に用いられる酸化物半導体電極基板は、電極としての機能を備えた第１電極基材、および第１電極基材上に形成され、色素増感剤が坦持された金属酸化物半導体微粒子を含む多孔質層を有するものである。また、本態様においては、上記第１電極基材として透明性を有する基材を用いるものである。
【０１０９】
上記透明性を有する基材については、「１．第１態様の色素増感型太陽電池」の項で説明したものと同様とすることができるので、ここでの説明は省略する。また、上記第１電極基材としては、「Ｂ．色素増感型太陽電池用透明性導電基材」で説明した色素増感型太陽電池用透明性導電基材を用いることができる。
【０１１０】
また、本態様に用いられる多孔質層についても、「１．第１態様の色素増感型太陽電池」の項で説明したものと同様とすることができるので、ここでの説明は省略する。
【０１１１】
３．その他
本実施態様の色素増感型太陽電池としては、上述した第１態様の色素増感型太陽電池と、第２態様の色素増感型太陽電池とのうち、第１態様の色素増感型太陽電池であることがより好ましい。上記第１態様の色素増感型太陽電池は発電効率により優れたものであるからである。
【０１１２】
ＩＩ．第２実施態様の色素増感型太陽電池
本実施態様の色素増感型太陽電池は、電極としての機能を備えた第１電極基材、および上記第１電極基材上に形成され、色素増感剤が坦持された金属酸化物半導体微粒子を含む多孔質層を有する酸化物半導体電極基板と、少なくとも電極としての機能を備えた第２電極基材を有する対極基板とが、上記多孔質層および上記第２電極基材が対向するように配置されており、上記酸化物半導体電極基板および上記対極基板の間に酸化還元対を含む電解質層が形成されている色素増感型太陽電池であって、上記第1電極基材または上記第２電極基材の少なくとも一方が、透明基材と、上記透明基材上に形成された透明電極層と、上記透明電極層上にメッシュ状に形成され、比抵抗が6×10^{-6}Ω・m以下の金属からなるメッシュ状金属層、および上記メッシュ状金属層上に形成され、Ｔｉ、Ｃｒ、Ｎｉ、Ｍｏ、Ｔａ、Ｗ、Ｎｂ、Ｐｔのいずれかの金属からなり、かつ、厚みが５００ｎｍ以下である第２金属層を有する補助金属層とを有する色素増感型太陽電池用透明性導電基材（以下、この項においては、単に透明性導電基材と称する場合がある。）であることを特徴とするものである。
【０１１３】
本実施態様によれば、上記第１電極基材または上記第２電極基材の少なくとも一方が上記透明性導電基材であることにより、上記電解質層中のヨウ化物イオンに対する耐腐食性

が高く、色素増感型太陽電池の曲線因子の低下を防止し、発電効率の高い高品質な色素増感型太陽電池とすることが可能である。

本実施態様の色素増感型太陽電池における曲線因子については、「Ｉ．第１実施態様の色素増感型太陽電池」の項で説明したものと同様とすることができるので、ここでの説明は省略する。

【０１１４】

本実施態様の色素増感型太陽電池としては、具体的には、少なくとも第１電極基材が、上記透明性導電基材である態様（以下、第３態様とする。）と、少なくとも第２電極基材が、上記透明性導電基材である態様（以下、第４態様とする。）と、との２つの態様が考えられる。以下、各態様についてそれぞれ説明する。

【０１１５】

１．第３態様の色素増感型太陽電池

本態様の色素増感型太陽電池は、少なくとも第１電極基材が、上記透明性導電基材であることを特徴とするものである。

【０１１６】

本態様の色素増感型太陽電池について、図を用いて説明する。

図５は本態様の色素増感型太陽電池の一例を示す概略断面図である。図５に示すように、本態様の色素増感型太陽電池１００は、透明性導電基材２からなる第１電極基材１１１、および第１電極基材１１１上に形成され、色素増感剤が坦持された金属酸化物半導体微粒子を含む多孔質層１１２を有する酸化物半導体電極基板１１０と、第１金属層１ｂおよび第２金属層１ａを有する導電基材１を電極層として有する第２電極基材１２１からなる対極基板とが、多孔質層１１２および導電基材１の第２金属層１ａが対向するように配置されており、酸化物半導体電極基板１１０および対極基板の間に酸化還元対を含む電解質層１０３が形成されているものである。また、透明性導電基材２は、透明基材２ｂ、透明基材２ｂ上に形成された透明電極層２ａ、透明電極層２ａ上にメッシュ状に形成され、比抵抗が6×10^{-6}Ω・m以下の金属からなるメッシュ状金属層２ｃ、およびメッシュ状金属層２ｃ上に形成され、Ｔｉ、Ｃｒ、Ｎｉ、Ｍｏ、Ｔａ、Ｗ、Ｎｂ、Ｐｔのいずれかの金属からなり、かつ、厚みが５００ｎｍ以下である第２金属層２ｄを有するものである。なお、導電基材１については、図３で説明したものと同様とすることができるのでここでの説明は省略する。

また、図５に示すように、色素増感型太陽電池１００の端部は、通常、シール剤１０４等を用いて封止がされるものである。

【０１１７】

本態様によれば、上記第１電極基材が透明性導電基材を電極層として有することから、本態様の色素増感型太陽電池の発電効率をより高いものとすることができる。この理由については、第１態様の色素増感型太陽電池の項で説明した理由と同様とすることができるので、ここでの説明は省略する。

以下、本態様の色素増感型太陽電池に用いられる各部材についてそれぞれ説明する。

【０１１８】

（１）酸化物半導体電極基板

本態様に用いられる酸化物半導体電極基板は、第１電極基材、および上記第１電極基材上に形成され、色素増感剤が坦持された金属酸化物半導体微粒子を含む多孔質層を有するものである。ここで、上記多孔質層については、「Ｉ．第１実施態様の色素増感型太陽電池」の項で説明したものと同様とすることができるので、ここでの説明は省略する。

【０１１９】

また、本態様に用いられる第１電極基材は、透明性導電基材である。

このような透明性導電基材については、「Ｂ．色素増感型太陽電池用透明性導電基材」の項で説明したものと同様とすることができるので、ここでの説明は省略する。

【０１２０】

（２）対極基板

本態様に用いられる対極基板は、少なくとも第２電極基材を有するものである。

【０１２１】

本態様の色素増感型太陽電池は、第１電極基材が透明性を有する基材であることから、第２電極基材については、透明性を有する基材と透明性を有しない基材とのいずれも用いることが可能である。上記第２電極基材としては、例えば透明性を有する基材の場合は、上記第１態様の色素増感型太陽電池の項で説明した第２電極基材と同様とすることができるのでここでの説明は省略する。

【０１２２】

また、透明性を有しない基材の場合は、ヨウ化物イオンに対する耐腐食性を有する金属層を有する基板等を挙げることができるが、そのなかでも、「Ａ．色素増感型太陽電池用導電基材」に記載の色素増感型太陽電池用導電基材を用いることが好ましい。上記色素増感型太陽電池用導電基材は、低コストであり、ヨウ化物イオンに対する耐腐食性が高く、かつ、色素増感型太陽電池の変換効率の低下を防止することが可能であるからである。

【０１２３】

また、上記第２電極基材が、上記色素増感型太陽電池用導電基材や上記透明性導電基材である場合には、上記第２金属層が上記触媒層と同様の作用効果を奏することから、触媒層については必ずしも形成しなくてもよいが、上記色素増感型太陽電池の発電効率をより高いものとするために形成してもよい。なお、上記触媒層については、「Ｉ．第１実施態様の色素増感型太陽電池」の項で説明したものと同様とすることができるので、ここでの説明は省略する。

【０１２４】

（３）電解質層

本態様に用いられる電解質層については、「Ｉ．第１実施態様の色素増感型太陽電池」の項で説明したものと同様とすることができるので、ここでの説明は省略する。

【０１２５】

２．第４態様の色素増感型太陽電池

本態様の色素増感型太陽電池は、少なくとも第２電極基材が、透明性導電基材であることを特徴とするものである。

【０１２６】

本態様の色素増感型太陽電池について、図を用いて説明する。

図６は本態様の色素増感型太陽電池の一例を示す概略断面図である。図６に示すように、本態様の色素増感型太陽電池１００は、導電基材１を電極層として有する第１電極基材１１１、および第１電極基材１１１上に形成され、色素増感剤が坦持された金属酸化物半導体微粒子を含む多孔質層１１２を有する酸化物半導体電極基板１１０と、透明性導電基材２からなる第２電極基材１２１を有する対極基板とが、多孔質層１１２および透明性導電基材２が対向するように配置されており、酸化物半導体電極基板１１０および対極基板の間に酸化還元対を含む電解質層１０３が形成されているものである。また、透明性導電基材２は、透明基材２ｂ、透明基材２ｂ上に形成された透明電極層２ａ、透明電極層２ａ上にメッシュ状に形成され、比抵抗が6×10^{-6}Ω・ｍ以下の金属からなるメッシュ状金属層２ｃ、およびメッシュ状金属層２ｃ上に形成され、Ｔｉ、Ｃｒ、Ｎｉ、Ｍｏ、Ｔａ、Ｗ、Ｎｂ、Ｐｔのいずれかの金属からなり、かつ、厚みが５００ｎｍ以下である第２金属層２ｄを有するものである。なお、導電基材１については、図３で説明したものと同様とすることができるのでここでの説明は省略する。

また、図６に示すように、色素増感型太陽電池１００の端部は、通常、シール剤１０４等を用いて封止がされるものである。

以下、本態様の色素増感型太陽電池に用いられる各部材についてそれぞれ説明する。

【０１２７】

（１）対極基板

本態様に用いられる対極基板は、少なくとも第２電極基材を有するものである。また、本態様においては、上記第２電極基材が透明性導電基材である。

【０１２８】
本態様に用いられる透明性導電基材については、「Ｂ．色素増感型太陽電池用透明性導電基材」の項で説明したものと同様とすることができるので、ここでの説明は省略する。
【０１２９】
また、本態様においては、上記透明性導電基材の第２金属層が触媒層と同様の作用効果を奏することから、上記触媒層については、必ずしも形成する必要はないが、上記色素増感型太陽電池の発電効率をより高いものとするために形成してもよい。
【０１３０】
（２）酸化物半導体電極基板
本態様に用いられる酸化物半導体電極基板は、第１電極基材、および上記第１電極基材上に形成され、色素増感剤が坦持された金属酸化物半導体微粒子を含む多孔質層を有するものである。ここで、上記多孔質層については、「Ｉ．第１実施態様の色素増感型太陽電池」の項で説明したものと同様とすることができるので、ここでの説明は省略する。
【０１３１】
本態様の色素増感型太陽電池は、第２電極基材が透明性を有する基材であることから、第１電極基材については、透明性を有する基材と透明性を有しない基材とのいずれも用いることが可能である。上記第１電極基材としては、例えば透明性を有する基材の場合は、上記第２態様の色素増感型太陽電池の項で説明した第１電極基材と同様とすることができるのでここでの説明は省略する。
【０１３２】
また、透明性を有しない基材の場合は、ヨウ化物イオンに対する耐腐食性を有する金属層を有する基板等を挙げることができるが、そのなかでも、「Ａ．色素増感型太陽電池用導電基材」に記載の色素増感型太陽電池用導電基材を用いることが好ましい。上記色素増感型太陽電池用導電基材は、低コストであり、ヨウ化物イオンに対する耐腐食性が高く、かつ、色素増感型太陽電池の変換効率の低下を防止することが可能であるからである。
【０１３３】
（３）電解質層
本態様に用いられる電解質層については、「Ｉ．第１実施態様の色素増感型太陽電池」の項で説明したものと同様とすることができるので、ここでの説明は省略する。
【０１３４】
３．その他
本発明の色素増感型太陽電池としては、上述した第３態様の色素増感型太陽電池と、第４態様の色素増感型太陽電池とのうち、第３態様の色素増感型太陽電池であることがより好ましい。上記第３態様の色素増感型太陽電池は発電効率により優れたものであるからである。
【０１３５】
ＩＩＩ．その他
本発明の色素増感型太陽電池の製造方法としては、上述した構成を有する色素増感型太陽電池を製造することができるのであれば特に限定されるものではなく、例えば、上記酸化物半導体電極基板と、上記対極基板とを多孔質層および第２電極基材が対向するように配置してシール剤で封止し、次いで液体状またはゲル状の電解質を酸化物半導体電極基板および対極基板の間に注入することによって電解質層を形成することにより色素増感型太陽電池を製造する製造方法を挙げることができる。
また例えば、上記酸化物半導体電極基板の多孔質層上に固体状の電解質層材料を塗布して乾燥させることにより固体電解質層を形成し、ついで、上記酸化物半導体電極基板および対極基板を上記固体電解質層および第２電極基材が対向するように接触させて配置することにより色素増感型太陽電池を製造する製造方法を挙げることができる。
【０１３６】
なお、上記に挙げた色素増感型太陽電池の製造方法はいずれも一例であり、本発明においては、他の一般的な色素増感型太陽電池の製造方法を用いることが可能である。

【０１３７】
Ｄ．色素増感型太陽電池モジュール
本発明の色素増感型太陽電池モジュールは、「Ｃ．色素増感型太陽電池」の項で記載した色素増感型太陽電池が複数個連結されてなることを特徴とするものである。
【０１３８】
本発明の色素増感型太陽電池モジュールとしては、上述した「Ｉ．第１実施態様の色素増感型太陽電池」を用いた態様（以下、第３実施態様の色素増感型太陽電池モジュールと称する。）と、「ＩＩ．第２実施態様の色素増感型太陽電池」を用いた態様（以下、第４実施態様の色素増感型太陽電池モジュールと称する。）との２つの実施態様を挙げることができる。なお、以下の記載においては、色素増感型太陽電池用導電基材を単に導電基材、色素増感型太陽電池用透明性導電基材を単に透明性導電基材と称して説明する場合がある。
【０１３９】
本発明における第３実施態様の色素増感型太陽電池モジュールについて図を用いて説明する。図７は、本発明の第３実施態様の色素増感型太陽電池モジュールの一例を示す概略断面図である。本発明の色素増感型太陽電池モジュール２００は、導電基材１を電極層として有する第１電極基材１１１、および第１電極基材１１１上に形成され、色素増感剤が坦持された金属酸化物半導体微粒子を含む多孔質層１１２を有する酸化物半導体電極基板１１０と、透明基材１２１ｂおよび透明電極層１２１ａを有する第２電極基材１２１、および、透明電極層１２１ａ上に形成された触媒層１２２を有する対極基板１２０とが、多孔質層１１２および触媒層１２２が対向するように配置されており、酸化物半導体電極基板１１０および対極基板１２０の間に酸化還元対を含む電解質層１０３が形成されている色素増感型太陽電池１００が、並列に複数個連結されてなるものである。なお、導電基材１については、図３で説明したものと同様とすることができるのでここでの説明は省略する。
また、図７に示すように、通常、色素増感型太陽電池モジュール２００の端部はシール剤１０４等を用いて封止がされ、各色素増感型太陽電池１００の間には隔壁１０５が形成される。なお、図７においては、第１電極基材が導電基材１を電極層として有し、第２電極基材が透明性を有する基材である場合について示しているが、図示はしないが、第１電極基材が透明性を有する基材であり、第２電極基材が導電基材１であってもよい。また、図示しないが、本発明の第３実施態様の色素増感型太陽電池モジュールとしては、色素増感型太陽電池１００が直列に複数個連結されていてもよい。
【０１４０】
また、本発明における第４実施態様の色素増感型太陽電池モジュールについて図を用いて説明する。図８は、本発明の第４実施態様の色素増感型太陽電池モジュールの一例を示す概略断面図である。本発明の色素増感型太陽電池モジュール２００は、透明性導電基材２からなる第１電極基材１１１、および第１電極基材１１１上に形成され、色素増感剤が坦持された金属酸化物半導体微粒子を含む多孔質層１１２を有する酸化物半導体電極基板１１０と、第１金属層１ｂおよび第２金属層１ａを有する導電基材１を電極層として有する第２電極基材１２１からなる対極基板とが、多孔質層１１２および導電基材１の第２金属層１ａが対向するように配置されており、酸化物半導体電極基板１１０および対極基板の間に酸化還元対を含む電解質層１０３が形成されている色素増感型太陽電池１００が並列に複数個連結されてなるものである。なお、透明性導電基材２については、図５で説明したものと同様とすることができるので、ここでの説明は省略する。また、導電基材１については、図３で説明したものと同様とすることができるのでここでの説明は省略する。
また、図８に示すように、通常、色素増感型太陽電池モジュール３００の端部はシール剤１０４等で封止がされ、各色素増感型太陽電池１００の間には隔壁１０５が形成されるものである。
また、図８においては、第１電極基材１１１が透明性導電基材２であり、第２電極基材１２１が導電基材１である場合について示しているが、本発明の色素増感型太陽電池モジ

ュールは、上記の態様に限らず、図示はしないが、第１電極基材または第２電極基材の少なくとも一方が、透明性導電基材であればよいものである。また、図示はしないが、本発明の第4実施態様の色素増感型太陽電池モジュールは、色素増感型太陽電池が直列に複数個連結されていてもよい。

【０１４１】

本発明によれば、上述したいずれの実施態様の色素増感型太陽電池が用いられた場合も、電極基材が電解質層中のヨウ化物イオンの腐食による影響を受けにくく、経時的な劣化の少ないものであることから、高品質な色素増感型太陽電池モジュールとすることができる。また、上記色素増感型太陽電池は、発電効率の高いものであることからも、高品質な色素増感型太陽電池用モジュールとすることが可能である。

【０１４２】

本発明に用いられる色素増感型太陽電池については、「Ｃ．色素増感型太陽電池」の項で説明したものと同様とすることができるので、ここでの記載は省略する。

【０１４３】

本発明において、複数個の色素増感型太陽電池が連結された態様としては、本発明の色素増感型太陽電池モジュールにより所望の起電力を得ることができるものであれば特に限定されるものではない。このような態様としては、個々の色素増感型太陽電池が直列に連結された態様であってもよく、あるいは並列で連結されたものであってもよい。

【０１４４】

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

【実施例】

【０１４５】

以下、実施例を用いて、本発明をさらに具体的に説明する。

【０１４６】

［実施例１］

第１金属層として厚み５０μｍのステンレス鋼基材（ＳＵＳ３０４、比抵抗０．７×１０$^{-6}$Ω・ｍ）を用い、上記ステンレス鋼基材上に、第２金属層として厚み１５ｎｍのＣｒ層を真空蒸着により形成して色素増感型太陽電池用導電基材を得た。

【０１４７】

ＴｉＯ$_2$微粒子（日本アエロジル社製Ｐ２５）をエタノールで分散したインキに、ポリビニルピロリドン（日本触媒社製Ｋ－９０）を固形分比で５％添加し、多孔質層形成用塗工液を得た。次いで、第１電極基材として上記色素増感型太陽電池用導電基材を用意し、上記色素増感型太陽電池用導電基材のＣｒ層上に、上記多孔質層形成用塗工液をドクターブレードを用いて１０ｍｍ×１０ｍｍの面積で塗布した後１２０℃で乾燥し、厚み７μｍの多孔質層形成用層を得た。次に、上記多孔質層形成用層に、プレス機で０．１ｔ／ｃｍの圧力を加えた。次にプレス後の多孔質層形成用層を５００℃で３０分間焼成した。

【０１４８】

有機色素（三菱製紙社製　Ｄ３５８）をアセトニトリル／ｔ－ブタノール＝１／１の混合溶媒で３．０×１０$^{-4}$ｍｏｌ／ｌの濃度となるように溶解させて色素増感剤溶液を調製し、その色素増感剤溶液に上記多孔質層形成用層を３時間浸漬させた。浸漬後、色素増感剤溶液から引き上げ、多孔質層形成用層に付着した色素増感剤溶液をアセトニトリルで洗浄し、風乾した。これにより多孔質層を形成し、酸化物半導体電極基板を得た。

【０１４９】

カチオン性ヒドロキシセルロース（ダイセル化学社製ジェルナーＱＨ２００）０．１４ｇをエタノール２．７２ｇに溶解させた溶液に、ヨウ化カリウムを０．０４３ｇ入れて、攪拌して溶解させた。次いで、その溶液に、１－エチル－３－メチルイミダゾリウムテトラシアノボレート（ＥＭＩｍ－Ｂ（ＣＮ）$_4$）０．１８ｇ，１－プロピル－３－メチルイミダゾリウムアイオダイド（ＰＭＩｍ－Ｉ）０．５ｇ、Ｉ$_2$０．０２５ｇを加えて、攪拌

して溶解させた。これらにより、コーティング可能な電解質溶液を調製した。

【０１５０】

導電性支持体（透明基材）としてＰＥＮフィルムを用い、ＰＥＮフィルム上に透明電極層としてＩＴＯ層が形成された第２電極基材を用意し、そのＩＴＯ層上に白金を１３Å（透過率７２％）で積層することにより触媒層を形成し、対極基板を作製した。

【０１５１】

酸化物半導体電極基板の多孔質層（１０ｍｍ×１０ｍｍ）上に、電解質溶液をドクターブレードで塗工し、１００℃で乾燥し、電解質層を形成した。電解質層と触媒層とが対向するように酸化物半導体電極基板および対極基板を貼り合わせてクリップで固定することにより、色素増感型太陽電池を得た。

【０１５２】

［実施例２］

上記第２金属層を厚み５０ｎｍのＣｒ層としたこと以外は、実施例１と同様にして色素増感型太陽電池を作製した。

【０１５３】

［実施例３］

上記第２金属層を厚み１５ｎｍのＴｉ層としたこと以外は、実施例１と同様にして色素増感型太陽電池を作製した。

【０１５４】

［実施例４］

上記第２金属層を厚み５０ｎｍのＴｉ層としたこと以外は、実施例１と同様にして色素増感型太陽電池を作製した。

【０１５５】

［実施例５］

上記第２金属層を厚み５００ｎｍのＴｉ層としたこと以外は、実施例１と同様にして色素増感型太陽電池を作製した。

【０１５６】

［実施例６］

上記第２金属層を厚み２５０ｎｍのＴｉ層としたこと以外は、実施例１と同様にして色素増感型太陽電池を作製した。

【０１５７】

［比較例１］

第１電極基材として、厚み５０μｍのステンレス鋼基材（ＳＵＳ３０４、比抵抗０．７×10^{-6}Ω・ｍ）を用いたこと以外は、実施例１と同様にして色素増感型太陽電池を作製した。

【０１５８】

［比較例２］

第１電極基材として、厚み５０μｍのＴｉ基材（比抵抗０．７×10^{-6}Ω・ｍ）を用いたこと以外は、実施例１と同様にして色素増感型太陽電池を作製した。

【０１５９】

［比較例３］

上記第２金属層を厚み１μｍのＴｉ層としたこと以外は、実施例１と同様にして色素増感型太陽電池を作製した。

【０１６０】

［評価］

実施例１～実施例６、比較例１～比較例３で作製した色素増感型太陽電池について、下記の方法で電池性能を測定した。

作製した色素増感型太陽電池の評価は、ＡＭ１．５、疑似太陽光（入射光強度１００ｍＷ／$ｃｍ^{2}$）を光源として、ソースメジャーユニット（ケースレー２４００型）にて電圧印加により電流電圧特性を測定し、得られた電流電圧特性から、変換効率及び曲線因子を

求めた。なお、対極基板側から疑似太陽光を入射させて測定した。また、測定に用いた多孔質層の面積は１ｃｍ^2（１０ｍｍ×１０ｍｍ）である。

【０１６１】

また、導電基材の耐腐食性については、作製した色素増感型太陽電池を温度６５℃、湿度８５％Ｒ．Ｈ．に調整したオーブンで１２０時間保存した後、色素増感型太陽電池を分解して、多孔質層を除去して露出させた導電基材の表面を目視で観測し、金属の腐食の有無を評価した。表１に、腐食が無かったものについては○、腐食があったものについては×で示す。

【０１６２】

また、表１に、第２金属層を形成した後、導電基材の表面を目視で観測し、クラックの発生の有無を評価した結果を示す。クラックを生じたものについては×、クラックを生じていないものについては○で示す。なお、比較例２～３については、第２金属層を形成していないので、クラックの有無は評価していない。

【０１６３】

【表１】

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	比較例1	比較例2	比較例3
変換効率(%)	3.4	3.3	3.3	3.4	3.0	3.2	0.1	3.5	−
短絡電流値 (mA/cm^2)	6.81	6.72	6.94	7.03	6.4	6.8	0.15	8.06	−
解放電圧値(V)	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.73	0.77	−
曲線因子(−)	0.64	0.63	0.61	0.62	0.6	0.61	0.52	0.56	−
耐腐食性	○	○	○	○	○	○	×	○	−
クラックの有無	○	○	○	○	○	○	−	−	×

【０１６４】

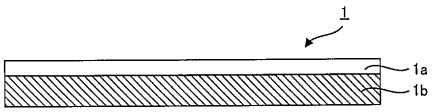
表１より、比抵抗６×１０$^{-6}$Ω・ｍ以下の金属からなる第１金属層上に、ＴｉやＣｒ等の金属からなる第２金属層を厚み５００ｎｍ以下で形成させた色素増感型太陽電池用導電基材を電極基材としてに用いることにより極性因子の低下を防止し、発電効率の高い色素増感型太陽電池とすることができ、かつ耐腐食性が高く、経時的な劣化の少ないものとすることができたことがわかる。なお、比較例３の色素増感型太陽電池については、電流電圧特性を測定することができず、その原因としては第２金属層にクラックが生じたためであると推定した。

【符号の説明】

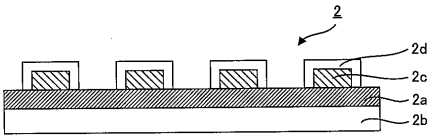
【０１６５】

１　…　色素増感型太陽電池用導電基材
１ａ、２ｄ　…　第２金属層
１ｂ　…　第１金属層
２　…　色素増感型太陽電池用透明性導電基材
２ａ　…　透明電極層
２ｂ　…　透明基材
２ｃ　…　メッシュ状金属層
１００　…　色素増感型太陽電池
１０３　…　電解質層
１０４　…　シール剤
１０５　…　隔壁
１１０　…　酸化物半導体電極基板
１１１　…　第１電極基材
１１２　…　多孔質層
１２０　…　対極基板
１２１　…　第２電極基材
２００　…　色素増感型太陽電池モジュール

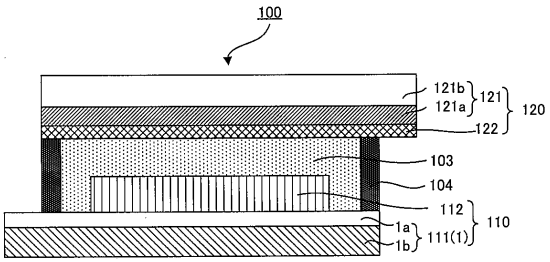
【図１】



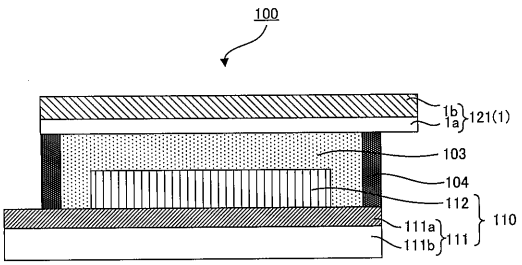
【図２】



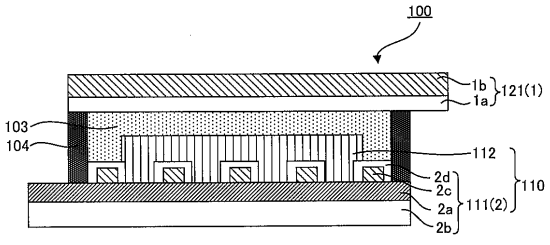
【図３】



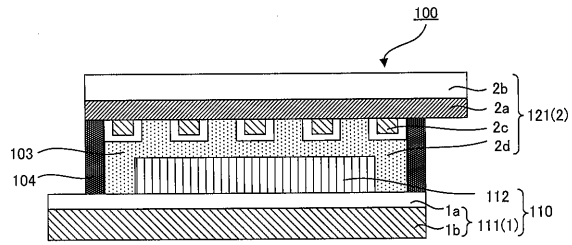
【図４】



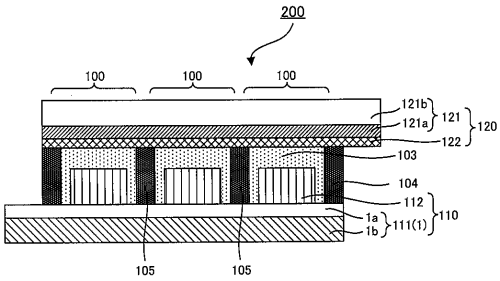
【図５】



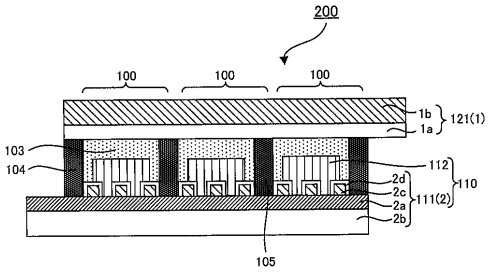
【図６】


100
2b
2a
2c
2d
121(2)
103
104
112
1a
1b
111(1)
110

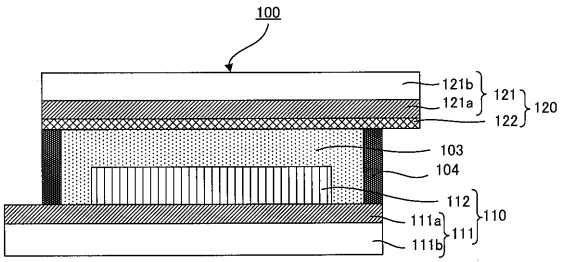
【図７】


200
100
100
100
121b
121a
121
120
122
103
104
112
1a
1b
111(1)
110
105
105

【図８】


200
100
100
100
1b
1a
121(1)
103
104
112
2d
2c
111(2)
110
2a
2b
105

【図９】


100
121b
121a
121
120
122
103
104
112
111a
111
110
111b

フロントページの続き

(56)参考文献　国際公開第２０１０／０２３８６０（WO，Ａ１）
特開２００９－２４５７５０（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０１Ｇ　　９／２０
Ｈ０１Ｍ　１４／００
Ｈ０１Ｌ　３１／０４