

(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
2024年11月21日(21.11.2024)



(10) 国際公開番号
WO 2024/236902 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 31/054 (2014.01) *H01L 31/048* (2014.01)
G02B 5/28 (2006.01) *H02S 40/20* (2014.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2024/011598

(22) 国際出願日: 2024年3月25日(25.03.2024)

(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 2023-081616 2023年5月17日(17.05.2023) JP

(71) 出願人: 国立研究開発法人産業技術総合研究所(NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY) [JP/JP]; 〒1008921 東京都千代田区霞が関 1丁目3番1号 Tokyo (JP).

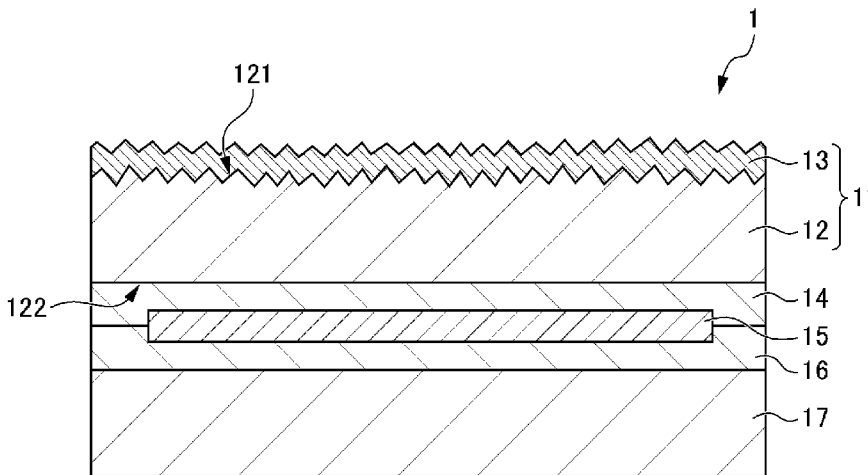
(72) 発明者: 齋 均(SAI Hitoshi); 〒3058560 茨城県つくば市梅園 1-1-1 国立研究開発法人産業技術総合研究所内 Ibaraki (JP). シュイ チハオ(XU Zhihao); 〒3058560 茨城県つくば市梅園 1-1-1 国立研究開発法人産業技術総合研究所内 Ibaraki (JP).

(74) 代理人: 芝 哲 央, 外 (SHIBA Tetsuo et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内 1-7-12 サピアタワー 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY,

(54) Title: COLOR ADJUSTMENT PLATE AND SOLAR CELL MODULE

(54) 発明の名称: 色調整板及び太陽電池モジュール



(57) Abstract: A color adjustment plate (11) is disposed on the light incident side of a solar cell module (1), and adjusts the color of the solar cell module (1). The color adjustment plate (11) comprises: a transparent substrate (12) including a rough surface having an irregular uneven shape; and an optical multilayer film (13) that is a laminate in which a high refractive index layer (131) and a low refractive index layer (132) having a lower refractive index than the high refractive index layer are alternately laminated, the optical multilayer film being formed on the rough surface of the transparent substrate (12). The uneven shape of the rough surface has a root-mean-square height S_q of 0.117 μm to 4.99 μm , and a minimum autocorrelation length S_{al} of 1.86 μm to 85.0 μm .

[続葉有]

MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,
PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, 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, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, 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:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 色調整板 (11) は、太陽電池モジュール (1) において入光側に配置され、太陽電池モジュール (1) の色を調整する。色調整板 (11) は、不規則な凹凸形状を有する粗面を備える透明基板 (12) と、高屈折率層 (131) と、これより屈折率の低い低屈折率層 (132) とが交互に積層された積層体であり、透明基板 (12) の粗面に形成される光学多層膜 (13) とを備え、粗面の凹凸形状は、二乗平均平方根高さ S_q が $0.117\mu\text{m}$ 以上 $4.99\mu\text{m}$ 以下であり、最小自己相関長さ S_{al} が $1.86\mu\text{m}$ 以上 $85.0\mu\text{m}$ 以下である。

明 細 書

発明の名称：色調整板及び太陽電池モジュール

技術分野

[0001] 本発明は、太陽電池モジュールの色を調整する色調整板、及びこれを備える太陽電池モジュールに関する。

背景技術

[0002] 近年、太陽電池モジュールが普及しており、太陽電池モジュールを建物や車両の屋根や壁面等へ設置すること等も一般的になっている。太陽電池モジュールの表面の色は、一般に、黒色又は濃紺色であるため、デザイン性の向上や、周囲の景観との調和等の観点から、意匠性の向上を図った太陽電池モジュールの開発も行われている（例えば、特許文献1参照）。

[0003] 例えば、特許文献1には、太陽電池セルの受光面に積層されるガラスの封止フィルム側の面に第1構造体面を形成し、その上にフォトリソ構造を備えたグレージングユニットが記載されている。特許文献1のグレージングユニットでは、フォトリソ構造体は、第一部分スペクトルを反射し、第二部分スペクトルを透過する。フォトリソ構造体が反射する第一部分スペクトルは、高調波に対応し、可視スペクトル範囲内である。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2020-511781号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかし、特許文献1のグレージングユニットでは、高調波を反射光に用いるため、主たる反射ピークのほかにサイドピーク（副反射ピーク）が多数生じて、反射光量が増え、反射による光学損失が大きくなるという問題があった。また、特許文献1のグレージングユニットでは、高調波成分を可視光領域に用いるため、フォトリソ構造体を形成する光学多層膜の各膜の膜厚が

大きくなり、光学多層膜の形成時間が長くなり、生産性が低下するという問題もあった。

[0006] 本発明の課題は、視認性が高い色を発現することができ、意匠性が高く、色の発現による光学損失を抑制できる色調整板、及びこれを備えた太陽電池モジュールを提供することである。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明は、以下のような解決手段により、前記課題を解決する。

(1) 本発明は、太陽電池モジュールにおいて入光側に配置され、前記太陽電池モジュールの色を調整する色調整板であって、一方の面が不規則な凹凸形状を有する粗面状である透明基板と、高屈折率層と、これより屈折率の低い低屈折率層とが交互に積層された積層体であり、前記透明基板の前記一方の面に形成される光学多層膜と、を備え、前記凹凸形状は、二乗平均平方根高さ S_q が $0.117\mu\text{m}$ 以上 $4.99\mu\text{m}$ 以下であり、最小自己相関長さ S_{al} が $1.86\mu\text{m}$ 以上 $85.0\mu\text{m}$ 以下である。

[0008] (2) 前記光学多層膜において、1つの前記高屈折率層と1つの前記低屈折率層が積層された状態を1ユニットとし、前記1ユニットの厚みに対して前記高屈折率層の厚みが占める割合を比率 F_1 とするとき、前記比率 F_1 は、 0.025 以上 0.1 以下であることが好ましい。

[0009] (3) 本発明の太陽電池モジュールは、上記(1)又は(2)に記載の色調整板と、太陽電池素子と、前記色調整板とともに前記太陽電池素子を挟持する裏面保護板と、前記色調整板と前記裏面保護板との間に設けられ、前記太陽電池素子を封止する封止層とを備える。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、視認性が高い色を発現することができ、意匠性が高く、色の発現による光学損失を抑制できる色調整板、及びこれを備えた太陽電池モジュールを提供できる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1] 本実施形態の太陽電池モジュールの層構成を示す図である。

[図2]光学多層膜 1 3 について説明する図である。

[図3]サンドブラスト法に用いた研磨材の番手と、それにより加工した透明基板 1 2 の第 1 の面 1 2 1 の表面粗さとを示す表である。

[図4]1 ユニットの厚さ L や比率 F_1 が異なる光学多層膜 1 3 における反射スペクトルを示すグラフである。

[図5]1 ユニットの厚さ L や比率 F_1 が異なる光学多層膜 1 3 における反射スペクトルを示すグラフである。

[図6]反射率のピーク波長が所定の波長域内であり、かつ、反射率のピーク（最大値）が異なるように1 ユニットの厚み L と比率 F_1 を調整した光学多層膜 1 3 を備える色調整板の反射スペクトルを示すグラフである。

[図7]色調整板 1 1 を適用した太陽電池モジュール 1 において、比率 F_1 と、第 1 の面 1 2 1 を粗面化した研磨材の番手と、 $L^*a^*b^*$ 表色系における L^* 、 a^* 、 b^* の値と、電流損失 ΔJ_{sc} との関係を示す表である。

[図8]測定した 20 例の色調整板 1 1 の拡散反射率を示す表である。

[図9]色調整板 1 1 を備える太陽電池モジュール 1 において、発現する色の角度依存性を示すグラフである。

[図10]青紫色、緑色、茶色を呈する 3 例の色調整板 1 1 を用いた太陽電池モジュールの色度等をまとめた表である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、図面等を参照して、本発明の実施形態について説明する。なお、図 1 を含め、以下に示す各図は、模式的に示した図であり、各部の大きさ、形状は、理解を容易にするために、適宜誇張して示している。

[0013] (実施形態)

図 1 は、本実施形態の太陽電池モジュールの層構成を示す図である。図 1 中において、図面内上側が使用状態における入光側（受光側）であり、図面内下側が裏面側（背面側）である。

本実施形態の太陽電池モジュール 1 は、入光側から順に、色調整板 1 1、封止材層 1 4、太陽電池素子 1 5、封止材層 1 6、裏面保護板 1 7 を備える

。

[0014] 色調整板 1 1 は、透明基板 1 2 と、光学多層膜 1 3 とを備える部材である。この色調整板 1 1 は、光学多層膜 1 3 側を入光側として、太陽電池モジュール 1 の太陽電池素子 1 5 よりも入光側に配置される。

この色調整板 1 1 は、太陽電池モジュール 1 の入光面の色を調整する機能を有する。

[0015] 透明基板 1 2 は、光透過性の高い、ガラス製の板状の部材である。透明基板 1 2 は、光の入射側となる第 1 の面 1 2 1 が、微細かつ不規則な凹凸形状を有する粗面状となっている。また、透明基板 1 2 の厚み方向において、第 1 の面 1 2 1 に対向する第 2 の面 1 2 2 は、このような凹凸形状を有していない。

なお、第 2 の面 1 2 2 は、上記の例に限らず、平滑面であってもよいし、第 1 の面 1 2 1 のような凹凸形状を有する粗面状であってもよい。

[0016] 透明基板 1 2 の第 1 の面 1 2 1 は、サンドブラストにより粗面化されている。なお、透明基板 1 2 の第 1 の面 1 2 1 は、これに限定されず、後述する好ましい表面粗さを得られるならば、例えば、化学エッチング等により形成してもよい。

本実施形態では、酸化アルミニウム製の粒子状の研磨材（不二製作所製フジランダム A）を透明基板 1 2 の第 1 の面 1 2 1 に吹き付けるサンドブラスト法により第 1 の面 1 2 1 を粗面化する。

[0017] 図 2 は、光学多層膜 1 3 について説明する図である。図 2 では、理解を容易にするために、平板状の光学多層膜 1 3 を示している。図 2 において、図面内上側が受光側であり、下側が透明基板 1 2 側である。

光学多層膜 1 3 は、図 1 に示すように、透明基板 1 2 の第 1 の面 1 2 1 に、その凹凸形状に追従するように形成されている。

[0018] また、光学多層膜 1 3 は、高屈折率層 1 3 1 と、これよりも屈折率の低い低屈折率層 1 3 2 とを交互に厚み方向に複数積層した積層体であり、所謂、誘電体多層膜である。この光学多層膜 1 3 は、所定の波長域の光の一部を反

射することにより、反射光の波長域に応じた色を呈する。

この光学多層膜 13 は、透明基板 12 の第 1 の面 121 にスパッタ法により成膜して形成される。なお、光学多層膜 13 は、これに限らず、反応性スパッタ法や、真空蒸着法、化学気相堆積法、湿式塗布法等を用いて形成してもよい。

[0019] 高屈折率層 131 は、酸化チタン (TiO_2) や、五酸化タンタル (Ta_2O_5)、アルミナ (Al_2O_3)、窒化シリコン (SiN_x)、五酸化ニオブ (Nb_2O_5) を用いて形成される。低屈折率層 132 は、酸化ケイ素 (SiO_2) や、フッ化マグネシウム (MgF)、フッ化アルミニウム (AlF_3) 等を用いて形成される。

高屈折率層 131 は、屈折率が約 1.8 ~ 2.8 のものが好ましい。低屈折率層 132 は、屈折率が約 1.2 ~ 1.8 のものが好ましい。

[0020] 本実施形態では、高屈折率層 131 が酸化チタン (TiO_2 屈折率 2.1) により形成され、低屈折率層 132 が酸化ケイ素 (SiO_2 屈折率 1.5) により形成されている。なお、高屈折率層 131 及び低屈折率層 132 を形成する材料は、好ましい屈折率を有するならば、光学多層膜 13 の発現する色等に応じて、適宜選択してよい。

また、図 2 では、最も透明基板 12 側となる層は、高屈折率層 131 である例を示したが、これに限らず、低屈折率層 132 としてもよい。

[0021] 本明細書において、高屈折率層 131 と低屈折率層 132 を 1 層ずつ積層した状態を、1 ユニットとする。本実施形態の光学多層膜 13 は、高屈折率層 131 と低屈折率層 132 とを交互に 5 層ずつ積層、すなわち、5 ユニット積層されている。なお、光学多層膜 13 は、3 ユニット以上積層されることが、良好な発色を実現する観点から好ましい。また、積層されるユニット数が大きいほど良好な発色を実現できるが、生産コスト等の観点から、3 ~ 5 ユニット積層される光学多層膜 13 とすることが好ましい。

[0022] 封止材層 14 及び封止材層 16 は、これらの間に配置された太陽電池素子 15 を封止する部材である。封止材層 14, 16 の材料としては、例えば、

エチレンビニルアセテート（EVA）、ポリビニルブチラル（PVB）、ポリオレフィン系樹脂、アイオノマー樹脂等の透明性を有する材料が好適である。封止材層14、16は、従来、太陽電池モジュールを構成する封止材として用いられてきた各種材料を用いることができる。また、封止材層14、16は、これらの材料を用いて形成されたシート状の部材を用いてもよい。さらに、本実施形態では、2つの封止材層14、16を備える例を示したが、太陽電池モジュール1に用いられる太陽電池素子15の種類や太陽電池モジュール1の構造に応じて、封止材層が単層であってもよい。

本実施形態の封止材層14、16は、ポリオレフィン系樹脂により形成されている。

[0023] 太陽電池素子15は、光電変換素子であり、従来、太陽電池モジュールを構成する太陽電池素子として使用されてきたものを用いることができる。太陽電池素子15は、例えば、単結晶シリコン基板や多結晶シリコン基板を用いて作製される結晶シリコン系の太陽電池素子や、アモルファスシリコンや微結晶シリコンを用いた薄膜シリコン太陽電池素子、CIS太陽電池素子やCIGS太陽電池素子、CdTe太陽電池素子、ペロブスカイト太陽電池素子等を用いてもよい。

この太陽電池素子15は、その入光側に不図示の反射抑制層を備えている。また、太陽電池素子15は、不図示の電極等を備えている。

[0024] 本実施形態では、太陽電池素子15として、結晶シリコン系の太陽電池素子を用いている例を挙げて説明する。また、図1では、太陽電池モジュール1の形態を簡略化して示しており、太陽電池素子15が、封止材層14、16の間に1つ設けられている例を示している。しかし、本実施形態のように、太陽電池素子15として結晶シリコン系の太陽電池を用いる場合には、太陽電池素子15は、封止材層14、16の間に、画面内左右方向に所定の間隔をあけて複数個配列されている形態となる。

[0025] 裏面保護板17は、太陽電池モジュール1の最も背面側に配置される板状の部材である。裏面保護板17は、対候性や水蒸気バリア性等が高いものが

好ましい。本実施形態の裏面保護板 17 は、ガラス製の板状の部材を用いている。したがって、本実施形態の太陽電池モジュール 1 は、所謂、両面ガラス基板型の太陽電池モジュールである。

なお、裏面保護板 17 は、上記に限らず、ポリカーボネート樹脂、アクリル樹脂、ポリエチレンテレフタレート（PET）等の樹脂製の板状の部材を用いてもよいし、光透過性を有していなくともよく、アルミニウム等の金属製の板状の部材を用いてもよい。また、裏面保護板 17 は、フィルム状やシート状としてもよい。

[0026] 色調整板 11 について、さらに詳細を説明する。本実施形態の透明基板 12 は、光学ガラス製であり、第 1 の面 121 はサンドブラスト法により、加工されている。

透明基板 12 の第 1 の面 121 に対して、異なる番手の研磨材を用いてサンドブラストを行い、その表面粗さを測定した。サンドブラストに用いた研磨材は、酸化アルミニウムの粒子（不二製作所製 フジランダム A）である。

[0027] 図 3 は、サンドブラスト法に用いた研磨材の番手と、それにより加工した透明基板 12 の第 1 の面 121 の表面粗さとを示す表である。

サンドブラストに用いられる研磨材は、番手の数値が大きいほど粒子の平均粒径が小さくなる。例えば、番手が #220 の研磨材は、平均粒径（呼び値）が $50\mu\text{m}$ であり、番手 #2000 の研磨材は、平均粒径（呼び値）が $6.7\mu\text{m}$ であり、番手 #4000 の研磨材は、平均粒径（呼び値）が $3\mu\text{m}$ である。

第 1 の面 121 の表面粗さは、二乗平均平方根高さ S_q [μm]、算術平均高さ S_a [μm]、最小自己相関長さ S_{al} [μm] を、ISO 25178 に準拠し、共焦点レーザー顕微鏡（キーエンス社製 VK-X3000）を用いて測定した。

[0028] 図 3 の表に示すように、二乗平均平方根高さ S_q の値は、研磨材の番手が小さいほど（研磨材の平均粒径が大きいほど）、大きくなる。また、最小自

己相関長さ S_{al} の値は、研磨材の番手が小さいほど（研磨材の平均粒径が大きいほど）、大きくなり、面内方向において大きな凹凸構造を有する。

[0029] 本実施形態では、第1の面121の凹凸形状は、二乗平均平方根高さ S_q が $0.177\mu m$ 以上 $4.99\mu m$ 以下であり、最小自己相関長さ S_{al} が $1.86\mu m$ 以上 $85.0\mu m$ 以下であることが、視認性の高い色の発現性の向上や、太陽電池モジュールの表面の色の発現による光学損失の低減、さらに近隣環境に対する太陽電池モジュールからの照り返しを抑制する防眩効果、色調整板11を観察する角度による色の变化、すなわち、色の角度依存性を抑える観点等からより好ましい。

[0030] さらに、図2に示すように、光学多層膜13において、高屈折率層131の厚みを L_1 とし、低屈折率層132の厚みを L_2 とするとき、1ユニットの厚み L は、 $L = L_1 + L_2$ である。この1ユニットの厚み L に対して高屈折率層131の厚みの割合を比率 F_1 とすると、 $F_1 = L_1 / L$ である。

本実施形態の光学多層膜13は、比率 F_1 を 0.025 以上 0.1 以下とすることが視認性の高い色の発現性の向上や、太陽電池モジュールの表面の色の発現による光学損失の低減等の観点から好ましい。色調整板11が発現したい色によって、比率 F_1 は、上記範囲内でその最適値が異なる。

以下、その理由等について説明する。

[0031] 図4及び図5は、1ユニットの厚さ L や比率 F_1 が異なる光学多層膜13における反射スペクトルを示すグラフである。図4及び図5は、シミュレーションにより得られたものである。シミュレーションツールは、RSoft社のDiffRACTModや、OptiLayer社の光学薄膜設計ソフトウェア（OptiLayer）等、各種光学シミュレーションソフトを用いることができる。

図4は、1ユニットの厚さ L を一定として、比率 F_1 を変化させた6例の光学多層膜13の反射スペクトルを示し、図5は、比率 F_1 を一定として、1ユニットの厚さ L を変化させた4例の光学多層膜13の反射スペクトルを示している。図4、図5に示すグラフにおいて、縦軸は、全光線反射率 [%]

であり、横軸は、波長 [nm] である。

[0032] シミュレーションにおける光学多層膜 13 の各条件は、以下の通りである。

光学多層膜 13 は、高屈折率層 131 が酸化チタン (TiO_2)、低屈折率層 132 が酸化ケイ素 (SiO_2) であり、5 ユニット積層されている。また、光学多層膜 13 は、平滑面上に形成された状態を想定している。図 4 に示す 6 例の光学多層膜 13 は、1 ユニットの厚さ L が 130 nm で一定であり、比率 F_1 が 0.1、0.2、0.3、0.5、0.7、0.9 である。図 5 に示す 4 例の光学多層膜 13 は、比率 F_1 が 0.2 で一定であり、1 ユニットの厚さ L が 130 nm、150 nm、170 nm、210 nm である。

[0033] 図 4 に示すように、1 ユニットの厚み L を固定して比率 F_1 を変化させた場合、比率 F_1 が大きくなるにつれて反射率のピーク波長が長波長側へ移動し、かつ、そのピークも小さくなる。また、比率 F_1 が 0.2～0.5 である場合に反射率のピーク（最大値）が最も大きくなるが、比率 F_1 が大きくなると、すなわち、比率 F_1 が 0.7 や 0.9 である場合には、サイドピークも非常に大きくなる。また、比率 F_1 が小さくなる、すなわち、比率 F_1 が 0.1 では、サイドピークが抑制されている。

一方、図 5 に示すように、比率 F_1 を固定して 1 ユニットの厚み L を変化させた場合、1 ユニットの厚み L を大きくすると、反射スペクトルの波形が略一定のまま、反射率のピーク波長のみが長波長側へ移動する。

[0034] 図 6 は、反射率のピーク波長が所定の波長域内であり、かつ、反射率のピーク（最大値）が異なるように 1 ユニットの厚み L と比率 F_1 を調整した光学多層膜 13 を備える色調整板の反射スペクトルを示すグラフである。

図 6 に示すグラフは、3 例の色調整板を形成し、積分球を備えた分光光度計（パーキンエルマー社製 ラムダ 950）を用いてその反射スペクトルを測定したものをグラフ化したものである。図 6 に示すグラフにおいて、縦軸は、全光線反射率 [%] であり、横軸は、波長 [nm] である。

[0035] この測定に用いた 3 例の色調整板では、透明基板は光学ガラス製であり、

いずれも光学多層膜 13 が形成される第 1 の面に対してサンドブラストによる加工を行っておらず、光学多層膜 13 が平滑面に形成されている。また、この測定に用いた色調整板は、いずれも、高屈折率層 131 が酸化チタン (TiO_2)、低屈折率層 132 が酸化ケイ素 (SiO_2) であり、5 ユニット積層された光学多層膜 13 を備えている。

測定に用いた色調整板は、光学多層膜 13 の 1 ユニットの厚み $L = 150 \text{ nm}$ 、比率 $F_1 = 0.2$ であるもの、1 ユニットの厚み $L = 160 \text{ nm}$ 、比率 $F_1 = 0.1$ であるもの、1 ユニットの厚み $L = 180 \text{ nm}$ 、比率 $F_1 = 0.025$ であるものの 3 例である。

[0036] 図 6 に示す、3 例の色調整板は、 $500 \sim 550 \text{ nm}$ の波長域に反射のピーク（最大値）を有しているが、その反射率のピークの高さ、すなわち、反射率の最大値が異なる。したがって、3 例の色調整板は、類似の色相を示しつつ、明るさ（明度）が異なっている。

図 6 に示すように、1 ユニットの厚み L を大きくし、比率 F_1 を小さくすると、反射率のピークが抑制され、色調整板の呈する色の明るさ（明度）が低下した。また、1 ユニットの厚さ L を小さくし、比率 F_1 を大きくすると、反射率のピークが大きくなり、色調整板の呈する色の明るさ（明度）が高くなった。

[0037] 上記のように、光学多層膜 13 は、1 ユニットの厚み L と比率 F_1 とを調整することにより、光学多層膜 13 の主たる反射率のピークとなる波長やそのピークの幅、その反射率（強度）とを調整し、サイドピークの反射率を低減することが可能である。しかし、比率 F_1 及び 1 ユニットの厚み L の調整のみでは、光学多層膜 13 の発色を制御できても、その発色のために生じる光学損失までは十分に制御できず、太陽電池素子 15 が受光する光量が低下してしまう。また、凹凸形状を有しない平滑な第 1 の面に形成された平坦な光学多層膜では、光学干渉条件が角度依存性を持つために、観察角度によって容易に色が変化してしまう。さらに、このような平坦な光学多層膜では、防眩効果を有しないために、太陽電池モジュールによる近隣環境への照り返

しが生じてしまうという課題もある。

[0038] 本願発明者らは、第1の面121の表面粗さ（特に、二乗平均平方根高さ S_q 、最小自己相関長さ S_{al} ）の好適な範囲を見出すことにより、良好な発色と光学損失の低減を両立し、さらに防眩効果を有し、観察角度による色の変化の小さい色調整板11及びこれを備える太陽電池モジュール1を実現した。また、この色調整板11において、さらに、光学多層膜13の比率 F_1 等の好適な範囲を見出し、上述の第1の面121の表面粗さと組み合わせることにより、これらの効果をさらに高める色調整板11及びこれを備える太陽電池モジュール1を実現した。

[0039] （発色と電流損失 ΔJ_{sc} に関して）

ここで、透明基板12の第1の面121の表面粗さや光学多層膜13の1ユニットの厚み L や比率 F_1 が異なるが、同じ色相（緑色）を呈する複数の色調整板11を作製し、それぞれ太陽電池モジュール1に適用し、その色度や電流損失 ΔJ_{sc} 等を測定した。

図7は、色調整板11を適用した太陽電池モジュール1等において、比率 F_1 と、第1の面121を粗面化した研磨材の番手と、 $L^*a^*b^*$ 表色系における L^* 、 a^* 、 b^* の値と、電流損失 ΔJ_{sc} とを示す表である。

[0040] この測定に用いた太陽電池モジュール1では、封止材層14、16に封止される太陽電池素子15は、実験用のヘテロ接合型結晶シリコン太陽電池素子である。

色調整板11は、比率 F_1 が0.2、0.1、0.025の3例を用意した。これらの色調整板11は、いずれも、光学ガラス製の透明基板12と、高屈折率層131及び低屈折率層132が5ユニット積層された光学多層膜13を備えている。光学多層膜13は、高屈折率層131が酸化チタン（ TiO_2 ）、低屈折率層132が酸化ケイ素（ SiO_2 ）である。光学多層膜13の1ユニットの厚み L は、呈する色の色相（緑色）が揃うように F_1 に応じて150～180nmの範囲で調整されている。また、光学多層膜13を備えない色調整板も用意した。

- [0041] 透明基板12の第1の面121を粗面化する研磨材の番手は、#220、#1000、#2000、#3000（比率 $F1=0.025$ のみ）、#4000の5例を用意した。なお、後述する図7に示す「Planar」とは、面を荒らしていない状態、すなわち、透明基板12の第1の面121が平滑面であることを示す。
- [0042] $L^*a^*b^*$ 表色系において、 L^* は明度（明るさ）を示し、 a^* 、 b^* は色度（色相及び彩度）を示す。 L^* 、 a^* 、 b^* の各値は、各太陽電池モジュール1の表面の中心部を、分光測色計（コニカミノルタジャパン社製 CM-36dG）の積分球に設けられた測定窓に設置して測定した。なお、測定モードは、SCI（正反射光含む）方式、反射測定条件は、 $d_i: 8^\circ$ 、 $d_e: 8^\circ$ （拡散照明、 8° 方向受光）、視野は 8° 、光源はD65光源、UV条件は100%Fullとした。測定は、JIS Z 8722条件c、CIE No. 15（2004）、ISO 7724/1、DIN 5033 Teil 7、ASTM E1164に準拠して行った。
- [0043] 電流損失 ΔJ_{sc} とは、各測定例の太陽電池モジュール1に用いる太陽電池素子15のみの状態での短絡電流値を基準とした場合の、封止材層14、16によって裏面保護板17と色調整板11との間にその太陽電池素子15を封止した太陽電池モジュール1の状態での短絡電流値の低下率である。電流損失 ΔJ_{sc} の値が小さいものほど、入射した光を効率よく電流へ変換する良好な太陽電池モジュールであると言える。太陽電池モジュール1としては、この電流損失 ΔJ_{sc} が小さいことが好ましく、特に、電流損失 ΔJ_{sc} が5.0%未満であることが望ましい。
- [0044] 電流損失 ΔJ_{sc} の測定は、太陽電池モジュールに光を照射する光源としてクラスAAAのソーラーシミュレータ（ワコム社製 WXS-50S-L2）を用い、ソースメジャーユニット（ケースレーインストルメンツ社製 SMU2400）により測定、算出したものである。
- [0045] 図7に示すように、色調整板11の比率 $F1$ が大きいほど、見た目の発色（緑色）が鮮やかで、明度（ L^* ）が大きくなった。

また、色調整板 11 の比率 F_1 が小さい場合には、透明基板 12 の第 1 の面 121 を粗面化する研磨材の番手が小さい方、すなわち、透明基板 12 の第 1 の面 121 の表面粗さが大きい方が、見た目の発色が明瞭になり、明るい緑色を呈した。

[0046] 一方、色調整板 11 が光学多層膜 13 を備えない太陽電池モジュール（図 7 の表に示す「光学多層膜なし」）は、従来の太陽電池モジュールと同様に、シリコンの表面形状や、太陽電池素子 15 に備えられる不図示の反射抑制層により、黒色を呈していた。

また、透明基板 12 の第 1 の面 121 が平滑面である太陽電池モジュール（図 7 の表に示す「Planar」）は、比率 F_1 が大きい方が、発色が明瞭であり、明るい緑色を呈した。

[0047] 次に、色調整板 11 の呈する色の明度（明るさ）と光学損失（電流損失 ΔJ_{sc} ）との関係について検討する。

色調整板 11 が明度の高い色を呈するということは、光の反射率が高いことを意味し、太陽電池素子 15 へ入射する光量が小さく、光学損失が大きいことを意味する。したがって、明度の高い色を呈する色調整板 11 を備える太陽電池モジュールは、色調整板 11 による光学損失が大きくなり、電流損失 ΔJ_{sc} が大きくなる。図 7 の表からも、呈する色の明度 L^* と電流損失 ΔJ_{sc} とは、トレードオフの関係を有していることがわかる。太陽電池モジュール 1 において、鮮やかな色調を呈しながら、電流損失（光学損失）を低減することは、一般的には困難である。

[0048] 図 7 の表に示す測定結果から、透明基板 12 の光学多層膜 13 が形成される第 1 の面 121 を番手 #220 以上 #3000 以下の研磨材で粗面化し、第 1 の面 121 の凹凸形状の二乗平均平方根高さ S_q を $0.071\mu m$ 以上 $4.99\mu m$ 以下、最小自己相関長さ S_{al} を $0.688\mu m$ 以上 $85.0\mu m$ 以下とすることにより、良好な発色を呈しつつ、光学損失を抑制した色調整板 11 及び太陽電池モジュール 1 を実現できる。

[0049] また、第 1 の面 121 の表面粗さを上記範囲とし、さらに比率 F_1 を 0.

0.25以上0.1以下とすることにより、光学損失を抑えつつ、良好な発色を実現できる。特に、緑色を呈する色調整板11の場合には、図7に示すように、比率 $F_1 = 0.025$ とすることにより、良好な発色と、光学損失の低減の両立を実現でき、電流損失 ΔJ_{sc} が5%以下である色調整板11及び太陽電池モジュール1を実現できる。

[0050] さらに、この色調整板11による防眩効果に関しても検討する。

色調整板11の防眩効果が小さい場合、太陽電池モジュール1の表面での正反射光が大きくなり、太陽光の入射角度や太陽電池モジュール1を観察する角度によっては正反射光が強く観察される。このような太陽電池モジュール1の表面での正反射光は、照り返しとも呼ばれ、近隣環境へ好ましくない影響を与える。

[0051] したがって、太陽電池モジュール1の照り返しを抑制する観点から、色調整板11は、防眩効果を有することが好ましい。この防眩効果を示す指標として、各色調整板11の拡散反射率を測定した。拡散反射率が高いと正反射率が小さくなる。したがって、拡散反射率が高い方が、拡散反射光の割合が大きく、防眩効果が高いことを示す。この拡散反射率は、高い防眩効果を発揮する観点から、80%以上であることが好ましい。

[0052] 拡散反射率の測定に用いた色調整板11は、21例であり、光学ガラス製の透明基板12と、酸化チタン(TiO_2)により形成された高屈折率層131と酸化ケイ素(SiO_2)により形成された低屈折率層132とを5ユニット積層した光学多層膜13とを備える点は共通する。しかし、拡散反射率の測定に用いた21例の色調整板11は、第1の面121の凹凸形状の粗さや光学多層膜13の有無、比率 F_1 の値等が異なる。透明基板12の第1の面121の表面粗さは、サンドブラストによる粗面化に用いた研磨材の番手が#220、#1000、#2000、#3000(比率 $F_1 = 0.025$ のみ)、#4000である例と、第1の面121が平滑面(Planar)である例の計6例である。光学多層膜13については、光学多層膜13無しの例と、光学多層膜13を有しており比率 F_1 が0.025、0.1、0.2

である例との計4例である。

[0053] 図8は、測定した20例の色調整板11の拡散反射率を示す表である。各色調整板11の拡散反射率[%]は、分光測色計（コニカミノルタジャパン社製 CM-36dG）により、SCI（正反射光含む）方式で測定した L^* の値に対するSCE（正反射光除去）方式で測定した L^* の値の割合とした。反射測定条件は、 $d_i : 8^\circ$, $d_e : 8^\circ$ （拡散照明、 8° 方向受光）、視野は 8° 、光源はD65光源とした。

[0054] 図8の表に示すように、透明基板12の第1の面121の粗面化を行っていない色調整板11（Planar）では、拡散反射率が小さく、好ましくない。また、番手が#4000の研磨材で第1の面121を粗面化した色調整板11では、他の番手の研磨材を用いた場合に比べて拡散反射率が小さく、防眩効果が低く、不十分であった。また、番手の値が小さくなるほど、凹凸形状が粗くなるため、拡散反射率が高くなった。

[0055] したがって、第1の面121は、番手#220以上#2000以下の研磨材を用いて粗面化した場合の表面粗さ以上の大きさの凹凸形状を有すること、すなわち、第1の面121の凹凸形状の二乗平均平方根高さ S_q を $0.117\mu m$ 以上 $4.99\mu m$ 以下とし、最小自己相関長さ S_{al} を $1.86\mu m$ 以上 $85.0\mu m$ 以下とすることが、色調整板11の防眩効果を高める観点から好ましい。

[0056]（色の角度依存性）

次に、第1の面121の表面粗さの異なる複数の色調整板を用意し、色調整板を観察する方向によって色が変化する色の角度依存性について測定した。

図9は、色調整板11を備える太陽電池モジュール1において、発現する色の角度依存性を示すグラフである。図9に示すグラフにおいて、縦軸は、色差 ΔE であり、CIE DE2000に準拠する方法にて算出される。横軸は、角度[deg]であり、太陽電池モジュール1の表面の法線方向に対してなす角度である。

[0057] 色差 ΔE は、分光色度計（日本電色工業社製 GC-5000）により測定した。測定時の照射光は、色温度6500℃のD65光源を用いており、角度45度が正反射の位置に相当する。基準となる反射板には、白色拡散版を用いた。色差 ΔE の測定は、角度35度から-40度まで行った。なお、正反射の方向（角度45度）においては、一部試料では鏡面反射成分により測定値が飽和するため、正反射よりやや小さい反射角度35度方向で観測される色を基準色とし、この基準色に対する色の変化を色差 ΔE とした。

[0058] 図9に示すグラフでは、透明基板12の第1の面121を粗面化した研磨材の番手が、#220、#1000、#2000、#3000、#4000である例と、第1の面121が平滑面（Planar）である例の計6例の色調整板11の観察角度による色差 ΔE を示している。この7例の色調整板11は、いずれも、光学多層膜13が5ユニット積層されており、高屈折率層が酸化チタン（ TiO_2 ）であり、低屈折率層が酸化ケイ素（ SiO_2 ）である。また、この7例の色調整板11は、いずれも、1ユニットの厚み $L=160\sim180\text{nm}$ 、比率 $F1=0.025$ であり、緑色系の色を呈する。

[0059] 一般的に、色の違いは色差 ΔE の大小で区別される。色差 ΔE のD級許容差は、13～25であり、この範囲を超えると別の色として知覚される。したがって、図9に示すグラフにおいて、色差 ΔE が25以下（ $\Delta E \leq 25$ ）である角度範囲が大きいものほど、発現する色の角度依存性が小さいことを示す。

[0060] 図9に示すグラフにおいて、第1の面121が平滑面（Planar）である色調整板11は、 $\Delta E \leq 25$ である角度範囲が10度程度しかなく、角度依存性が大きかった。しかし、第1の面121を粗面化することにより、 $\Delta E \leq 25$ となる角度範囲が広がり、20度以上に広がった。さらに、番手#220、#1000の研磨材を用いて第1の面121を粗面化した色調整板11のように、第1の面121の表面粗さが大きい場合には、 $\Delta E \leq 25$ となる角度範囲が70度以上とさらに広がり、角度依存性がより小さくなった。

[0061] したがって、色の角度依存性が小さい色調整板 11 とする場合には、第 1 の面 121 を粗面化する研磨材の番手を #220 以上 #4000 以下とする、すなわち、第 1 の面 121 の凹凸形状の二乗平均平方根高さ S_q を $0.046\ \mu\text{m}$ 以上 $4.99\ \mu\text{m}$ 以下とし、最小自己相関長さ S_{al} を $0.337\ \mu\text{m}$ 以上 $85.0\ \mu\text{m}$ 以下とすることが好ましい。

[0062] 以上述べたように、色調整板 11 は、太陽電池モジュール 1 の光学損失（電流損失）を可能な限り低減する観点から、第 1 の面 121 の凹凸形状の表面粗さが小さい方が好ましい。第 1 の面 121 は、番手 #220 以上 #3000 以下の研磨材により、粗面化されることが好ましい。

また、色調整板 11 は、太陽電池モジュール 1 の照り返しを抑制する（防眩効果を高める）観点から、第 1 の面 121 の凹凸形状の表面粗さが大きい方が好ましい。第 1 の面 121 は、番手 #220 以上 #2000 以下の研磨材により粗面化されることが好ましい。

また、色調整板 11 は、その色の角度依存性を緩和する観点から、第 1 の面 121 が粗面であり、その凹凸形状の表面粗さが大きい方が好ましい。第 1 の面 121 は、番手 #220 以上 #4000 以下の研磨材により粗面化されることが好ましい。

[0063] 以上の結果から、光学損失を低減し、かつ、視認性の高い良好な発色を呈し、色の角度依存性が抑制された色調整板 11 とする観点から、第 1 の面 121 は、番手 #220 以上 #2000 以下の研磨材により粗面化され、第 1 の面 121 の凹凸形状の二乗平均平方根高さ S_q が $0.117\ \mu\text{m}$ 以上 $4.99\ \mu\text{m}$ 以下、最小自己相関長さ S_{al} が $1.86\ \mu\text{m}$ 以上 $85.0\ \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。

[0064] 本実施形態の色調整板 11 及び太陽電池モジュール 1 は、番手 #220 以上 #2000 以下の研磨材により第 1 の面 121 を粗面化し、第 1 の面 121 の凹凸形状の二乗平均平方根高さ S_q が $0.117\ \mu\text{m}$ 以上 $4.99\ \mu\text{m}$ 以下、最小自己相関長さ S_{al} が $1.86\ \mu\text{m}$ 以上 $85.0\ \mu\text{m}$ 以下である透明基板 12 を備え、かつ、この粗面化された第 1 の面 121 に光学多層膜

13を形成しているので、視認性の高い良好な色を発現して意匠性を向上でき、防眩効果を有し、かつ、光学損失を低減して発電効率も向上できる。

[0065] また、本実施形態の色調整板11及び太陽電池モジュール1は、光学多層膜13において、高屈折率層131と低屈折率層132とを1層ずつ積層した状態を1ユニットとし、この1ユニットの厚みLに対する高屈折率層131の厚みL1の比率F1が0.025以上0.1以下であり、特に、緑色を呈する形態であって比率F1=0.025であるので、視認性の高い良好な色を発現しつつ、光学損失を低減することができる。また、高屈折率層131の厚みの比率を小さくできるので、光学多層膜13全体の膜厚も小さくでき、色調整板11及び太陽電池モジュールの生産性を向上できる。

[0066] 以上のことから、本実施形態によれば、光学多層膜13が形成される第1の面121の凹凸形状の表面粗さ（二乗平均平方根高さSq、最小自己相関長さSal）を調整し、さらに光学多層膜13の1ユニットの厚みLや比率F1を調整することにより、光学損失（電流損失 ΔJ_{sc} ）が小さく、かつ、良好な発色性と防眩効果を有する色調整板11及び太陽電池モジュール1を実現することができる。

[0067] 上述の実施形態では、色調整板11及び太陽電池モジュール1は、緑色を呈する例を挙げて説明したが、他の色に関しても、上記の条件を満たすことにより、電流損失が小さく、かつ、明瞭な発色を実現できる色調整板11及び太陽電池モジュールとすることができる。

[0068] 図10は、青紫色、緑色、茶色を呈する3例の色調整板11を用いた太陽電池モジュールの色度等をまとめた表である。

この3例の色調整板11は、それぞれ上述したように本実施形態の技術思想に基づいてその発色を調整されており、色調整板11、太陽電池モジュール1としては略同様の構成である。

また、図10に示す表において、 J_{sc} は、短絡電流 [mA/cm^2] であり、 V_{oc} は、開放電圧 [V] であり、FFは曲線因子であり、 η は、変換効率 [%] であり、 ΔJ_{sc} は、前述のように電流損失 [%] である。

[0069] この青紫、緑、茶の各色の色調整板 11 は、いずれも、番手 # 2000 の研磨材でサンドブラストにより第 1 の面 121 を粗面化しており、第 1 の面 121 の凹凸形状の二乗平均平方根高さ S_q が $0.117 \mu m$ であり、最小自己相関長さ S_{al} が $1.86 \mu m$ である。また、緑色の色調整板 11 は、比率 $F_1 = 0.025$ であり、青紫色、茶色の色調整板は、比率 $F = 0.05$ であり、1 ユニットの厚み L や光学多層膜 13 の各層の材料等を適宜選定することにより、反射光のピーク波長を調整し、発現したい色を実現している。

[0070] 図 10 に示すように、上記 3 色を呈する色調整板 11 は、いずれも、電流損失 ΔJ_{sc} が 5.0% 未満と小さく、発電効率 η も 21% を超えており、太陽電池モジュール 1 として良好である。また、いずれの色も、各色を呈するために十分な色度及び明度を有している。

以上のことから、光学多層膜 13 の形成される第 1 の面 121 の表面粗さを上述の好適な範囲を満たすものとし、さらに、光学多層膜 13 の 1 ユニットの厚さ L や比率 F_1 を調整することにより、様々な色において、電流損失が小さい、かつ、高い発電効率を実現でき、発色も良好とすることができる。

[0071] (変形形態)

以上説明した実施形態に限定されることなく、種々の変形や変更が可能であって、それらも本発明の範囲内である。

(1) 太陽電池モジュール 1 は、光の入射側から、色調整板 11、太陽電池素子 15、封止材層 16、裏面保護板 17 の順に積層された形態としてもよい。このとき、太陽電池素子 15 は、その透明基板 12 側の面が封止材層より被覆されていない形態であり、太陽電池素子 15 の電極やリード線等は、太陽電池素子 15 の裏面側（裏面保護板 17 側）に配置されている。この場合、太陽電池素子 15 は、色調整板 11 自体を基板とし、その裏面側の面に直接製膜できる薄膜太陽電池素子が適用可能であり、例えば、CdTe 太陽電池素子、一部の薄膜シリコン太陽電池素子、ペロブスカイト太陽電池素子

が好適である。

また、裏面保護板 17 の表面側に太陽電池素子 15 を一体に形成し、その表面側に封止材層、色調整板 11 を積層する形態としてもよい。この場合、太陽電池素子 15 は、不透明な基板に製膜する薄膜太陽電池素子が適用可能であり、例えば、CIS 太陽電池、一部の薄膜シリコン太陽電池素子、ペロブスカイト太陽電池素子等を用いることができる。

[0072] (2) 色調整板 11 は、太陽電池モジュールにおいて、太陽電池素子を挟持する 2 つの基板のうち、入光側の基板として配置される例を挙げて説明したが、これに限らず、例えば、2 つの基板が樹脂製のフィルム等で形成され、その入光側の基板のさらに入光側に配置される形態としてもよい。

[0073] (3) 光学多層膜 13 は、透明基板 12 の入光側に設けられる例を示したが、これに限らず、透明基板 12 の裏面側、すなわち、封止材層 14 側に設けられる形態としてもよい。この場合、第 2 の面 122 が粗面であり、微細かつ不規則な凹凸形状を有する。このような形態としても、凹凸形状の二乗平均平方根高さ S_q や最小自己相関長さ S_{al} が、上述の実施形態に示した数値範囲を満たすことにより、良好な発色性を有し、かつ、電流損失の小さい良好な色調整板 11 及び太陽電池モジュール 1 とすることができる。なお、このような形態の場合、光学多層膜 13 の周囲の屈折率が上述の実施形態とは異なるため、1 ユニットの厚み L や比率 F_1 、光学多層膜の最も透明基板 12 側の層の材料等を適宜調整してよい。

[0074] (4) 透明基板 12 は、第 1 の面 121 の凹凸形状の二乗平均平方根高さ S_q や最小自己相関長さ S_{al} を好ましい数値範囲とすることが可能であれば、光透過性の高い、ポリカーボネート樹脂、アクリル樹脂、ポリエチレンテレフタレート (PET) 等の樹脂製としてもよい。

[0075] (5) 色調整板 11 の入光側に、色調整板 11 を保護するために、光透過性の高い樹脂製やガラス製の保護シート等を設けてもよい。また、光学多層膜 13 の入光側に、光透過性の高い樹脂製の保護層等を形成してもよい。

[0076] なお、本実施形態及び変形形態は、適宜組み合わせて用いることもできる

が、詳細な説明は省略する。また、本発明は、以上説明した実施形態によって限定されることはない。

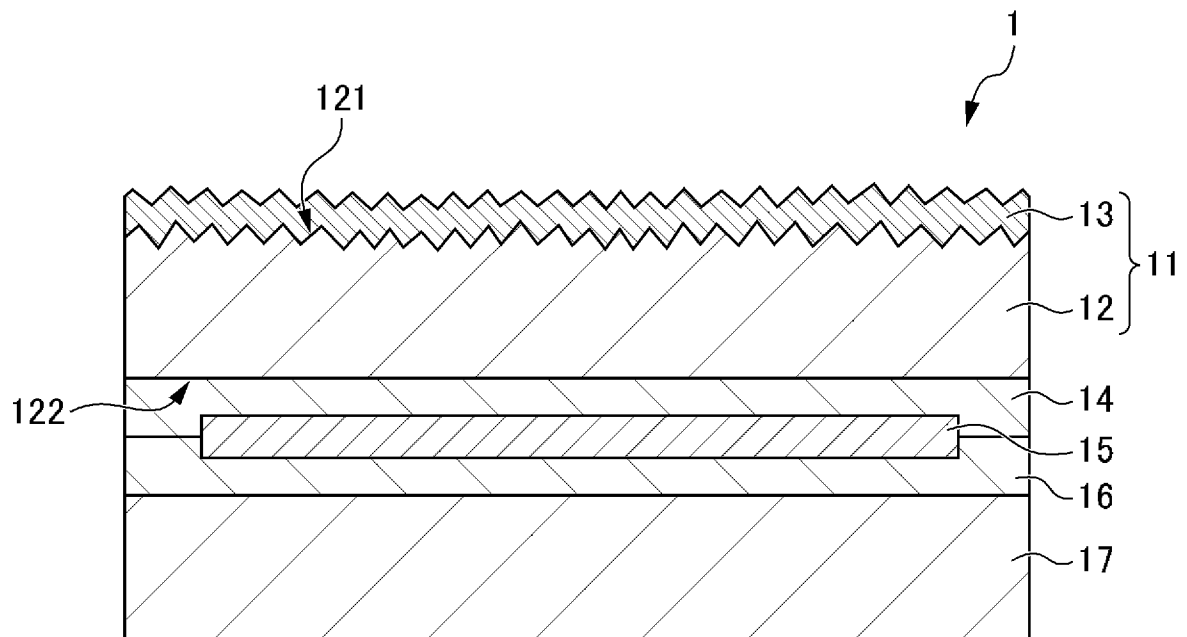
符号の説明

[0077]	1	太陽電池モジュール
	1 1	色調整板
	1 2	透明基板
	1 2 1	第1の面
	1 3	光学多層膜
	1 3 1	高屈折率層
	1 3 2	低屈折率層
	1 4	封止材層
	1 5	太陽電池素子
	1 6	封止材層
	1 7	裏面保護板

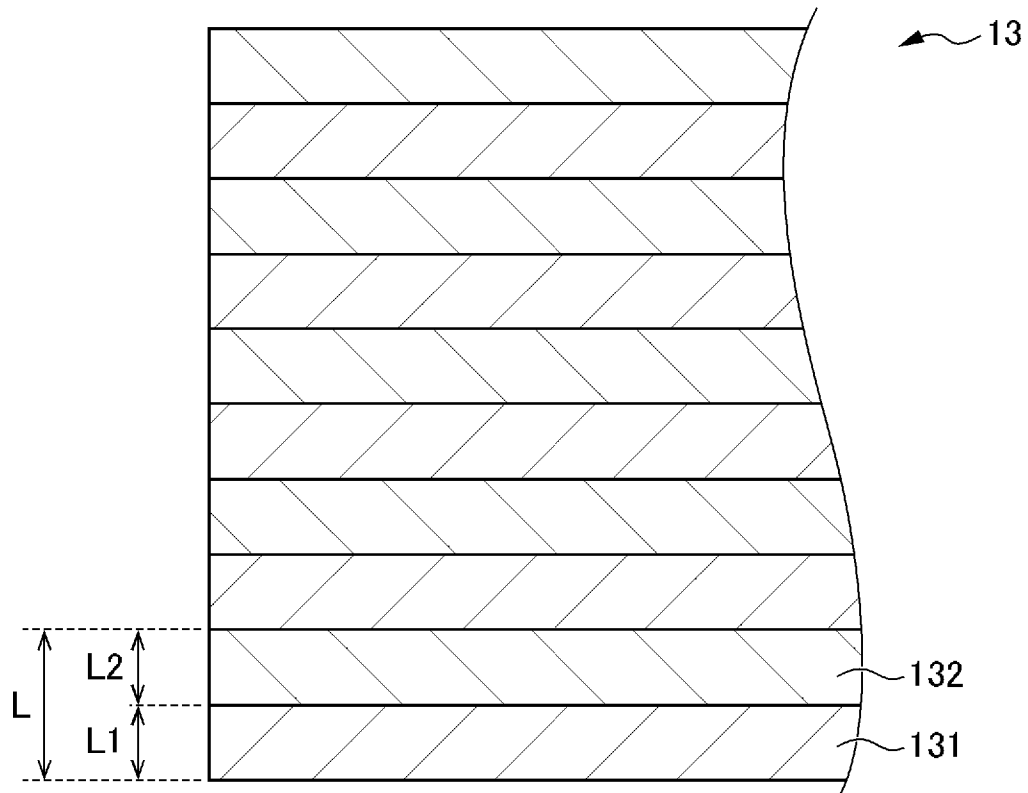
請求の範囲

- [請求項1] 太陽電池モジュールにおいて入光側に配置され、前記太陽電池モジュールの色を調整する色調整板であって、
- 一方の面が不規則な凹凸形状を有する粗面状である透明基板と、
- 高屈折率層と、これより屈折率の低い低屈折率層とが交互に積層された積層体であり、前記透明基板の前記一方の面に形成される光学多層膜と、
- を備え、
- 前記凹凸形状は、二乗平均平方根高さ S_q が $0.117\mu\text{m}$ 以上 $4.99\mu\text{m}$ 以下であり、最小自己相関長さ S_{al} が $1.86\mu\text{m}$ 以上 $85.0\mu\text{m}$ 以下である、
- 色調整板。
- [請求項2] 前記光学多層膜において、1つの前記高屈折率層と1つの前記低屈折率層が積層された状態を1ユニットとし、前記1ユニットの厚みに対して前記高屈折率層の厚みが占める割合を比率 F_1 とするとき、
- 比率 F_1 は、 0.025 以上 0.1 以下である、
- 請求項1に記載の色調整板。
- [請求項3] 請求項1又は請求項2に記載の色調整板と、
- 太陽電池素子と、
- 前記色調整板とともに前記太陽電池素子を挟持する裏面保護板と、
- 前記色調整板と前記裏面保護板との間に設けられ、前記太陽電池素子を封止する封止層と、
- を備える太陽電池モジュール。

[図1]



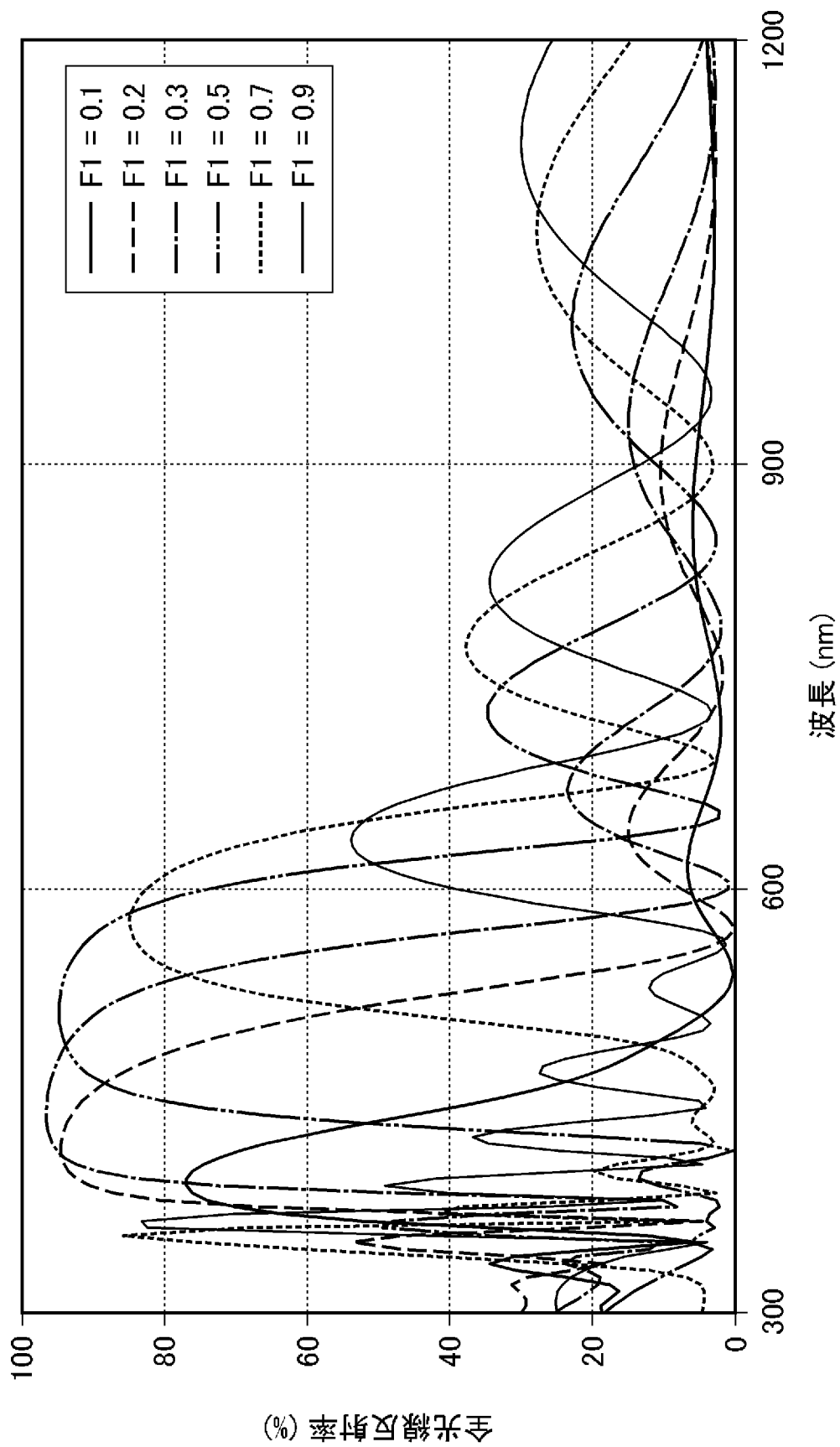
[図2]



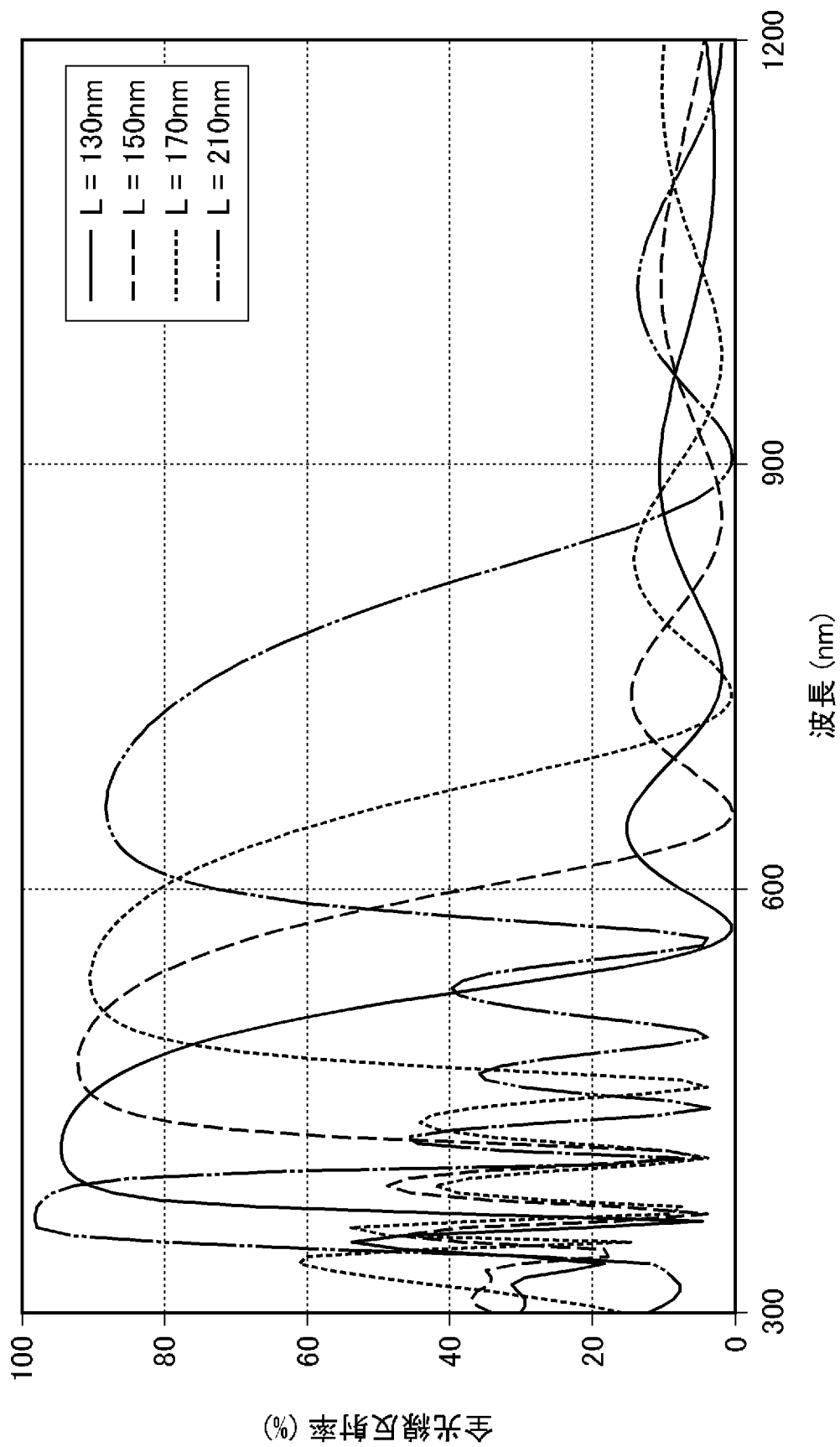
[図3]

番手	二乗平均平方根高さ Sq(μm)	算術平均粗さ Sa(μm)	最小自己相関長さ Sal(μm)
#220	4.99	3.99	85.0
#1000	0.868	0.684	11.0
#1500	0.317	0.254	3.50
#2000	0.117	0.088	1.86
#3000	0.071	0.054	0.688
#4000	0.046	0.033	0.337

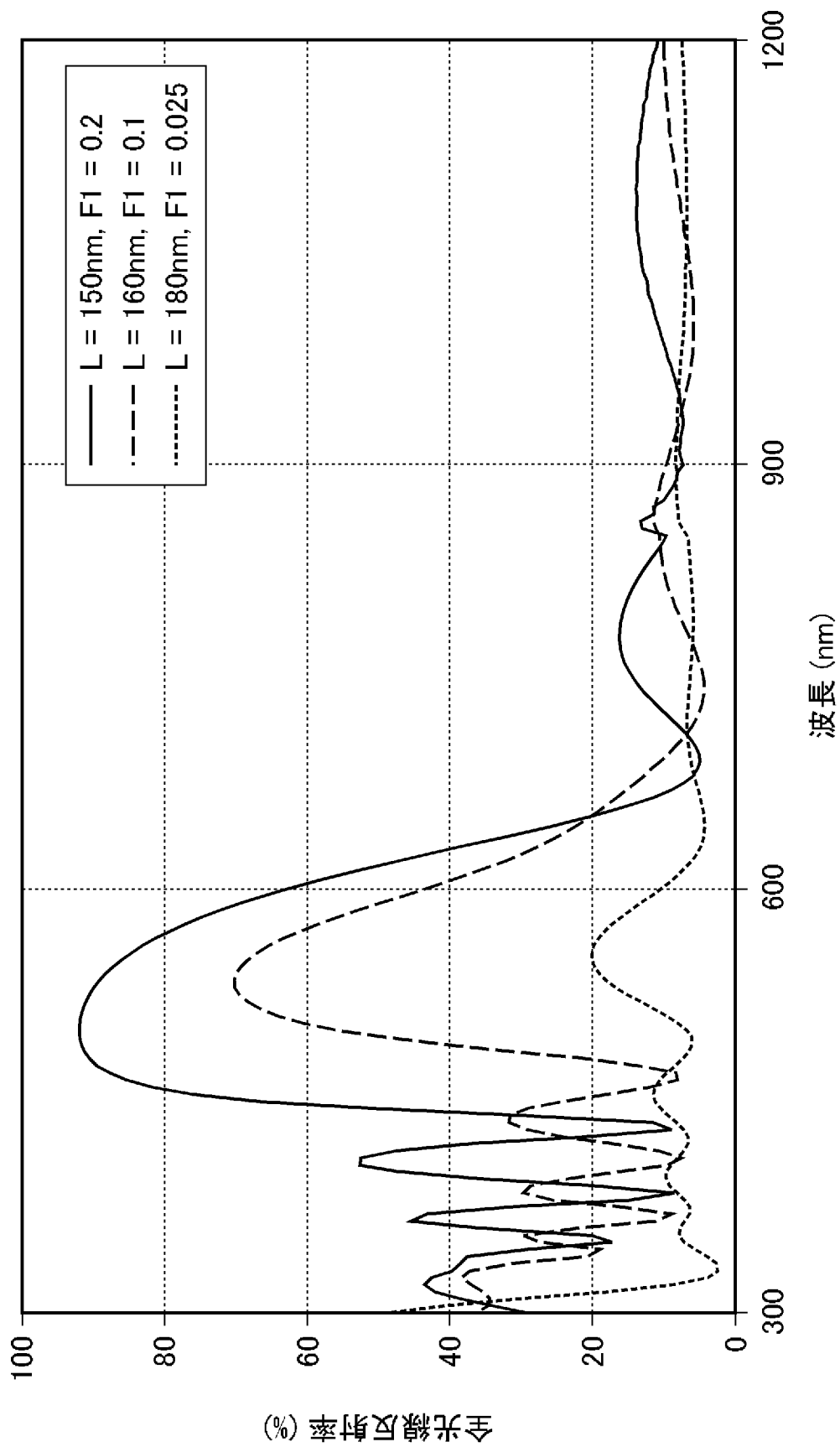
[図4]



[図5]



[図6]



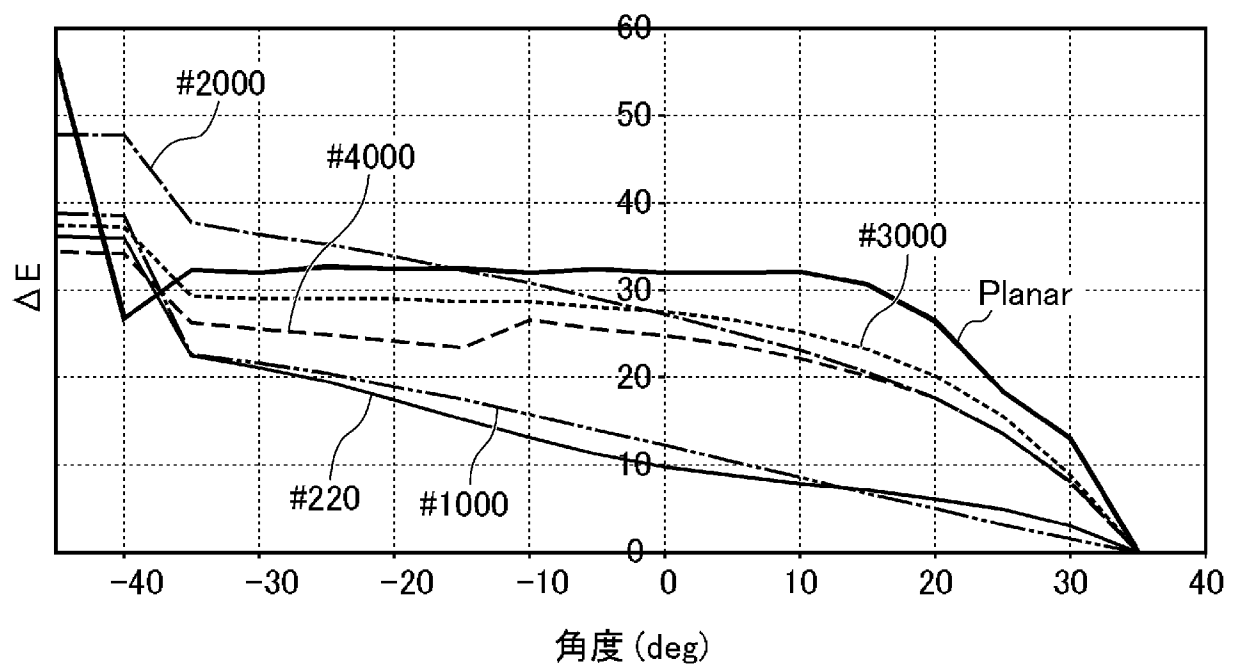
[図7]

比率F1	番手	L * a * b *			ΔJ_{sc} (%)
		L *	a *	b *	
0.2	Planar	92.23	-32.49	24.22	28.10
	#4000	80.72	-20.85	22.22	24.10
	#2000	72.2	-22.45	-3.25	17.70
	#1000	66.55	-20.51	-13.42	20.80
	#220	72.75	-24.09	-13.08	17.30
0.1	Planar	75.02	-55.45	26.9	17.00
	#4000	60.87	-39.19	4.48	11.20
	#2000	52.99	-28.97	-13.02	10.90
	#1000	57.36	-26.3	-8.12	15.40
	#220	59.87	-26.87	-5.99	12.60
0.025	Planar	37.31	-37.32	-3.24	4.55
	#4000	35.76	-25.19	4.64	5.30
	#3000	36.22	-11.11	11.09	3.30
	#2000	32.92	-12.86	0.36	3.30
	#1000	38.69	-10.55	0.4	7.87
	#220	37.07	-10.44	-5.5	7.20
光学 多層膜無し	Planar	28.67	-0.02	-0.24	3.00
	#4000	28.56	0.09	0.04	2.40
	#2000	28.48	-0.09	-0.56	2.90
	#1000	32.76	-0.21	-1.42	5.20
	#220	37.84	-0.27	-1.62	8.40

[図8]

	比率 F1			光学多層膜 無し
	0.2	0.1	0.025	
Planar	10%	10%	13%	35%
#4000	41%	42%	52%	53%
#3000	—	—	78%	—
#2000	89%	88%	94%	82%
#1000	95%	94%	95%	96%
#220	99%	99%	99%	99%

[図9]



[図10]

	L * a * b *			Jsc (mA/cm ²)	Voc (V)	FF	η (%)	Δ Jsc (%)
	L *	a *	b *					
青紫	26.64	14.53	-27.1	37.2	0.715	0.797	21.2	3.15
緑	32.92	-12.86	0.36	37.8	0.72	0.8	21.6	3.30
茶	37.2	2.93	8.97	37	0.713	0.8	21	4.83

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/011598

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H01L 31/054 (2014.01)i; G02B 5/28 (2006.01)i; H01L 31/048 (2014.01)i; H02S 40/20 (2014.01)i FI: H01L31/04 620; H01L31/04 560; H02S40/20; G02B5/28 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) H01L31/04-31/078; H02S10/00-10/40; H02S30/00-99/00; G02B5/20-5/28 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) JSTPlus/JSTChina/JST7580 (JDreamIII)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2016-500799 A (SWISSINSO S.A.) 14 January 2016 (2016-01-14)	1-3
A	JP 2014-107504 A (PANASONIC CORPORATION) 09 June 2014 (2014-06-09)	1-3
A	US 2017/0123122 A1 (CSEM CENTRE SUISSE D'ELECTRONIQUE ET DE MICROTECHNIQUE SA - RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT) 04 May 2017 (2017-05-04)	1-3
A	KR 10-2022-0164902 A (OKTOKKI IMAGINEERING CO., LTD.) 14 December 2022 (2022-12-14)	1-3
A	JP 2008-238646 A (TORAY INDUSTRIES, INC.) 09 October 2008 (2008-10-09)	1-3
A	JP 2012-3027 A (SONY CORPORATION) 05 January 2012 (2012-01-05)	1-3
A	JP 2019-109414 A (TOPPAN PRINTING CO., LTD.) 04 July 2019 (2019-07-04)	1-3
☒ 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 “D” document cited by the applicant in the international application “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 20 May 2024		Date of mailing of the international search report 04 June 2024
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/011598

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X	JP 2023-86720 A (TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY) 22 June 2023 (2023-06-22) paragraphs [0062]-[0065], [0140]-[0150], fig. 39-44	1-3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/011598

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	2016-500799	A	14 January 2016	US	2015/0249424	A1	
				WO	2014/045141	A2	
				CN	104736338	A	
JP	2014-107504	A	09 June 2014	(Family: none)			
US	2017/0123122	A1	04 May 2017	WO	2015/155357	A1	
				CN	106233168	A	
KR	10-2022-0164902	A	14 December 2022	(Family: none)			
JP	2008-238646	A	09 October 2008	(Family: none)			
JP	2012-3027	A	05 January 2012	US	2011/0310487	A1	
				CN	102289018	A	
JP	2019-109414	A	04 July 2019	US	2020/0132900	A1	
				WO	2019/004229	A1	
				EP	3647835	A1	
				CN	110799861	A	
JP	2023-86720	A	22 June 2023	WO	2023/106408	A1	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

H01L 31/054(2014.01)i; G02B 5/28(2006.01)i; H01L 31/048(2014.01)i; H02S 40/20(2014.01)i
FI: H01L31/04 620; H01L31/04 560; H02S40/20; G02B5/28

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（IPC））

H01L31/04-31/078; H02S10/00-10/40; H02S30/00-99/00; G02B5/20-5/28

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 1922-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2024年
日本国実用新案登録公報 1996-2024年
日本国登録実用新案公報 1994-2024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）

JSTPlus/JSTChina/JST7580 (JDreamII)

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
A	JP 2016-500799 A（スイスインソ・ソシエテ・アノニム）14.01.2016（2016-01-14）	1-3
A	JP 2014-107504 A（パナソニック株式会社）09.06.2014（2014-06-09）	1-3
A	US 2017/0123122 A1（CSEM CENTRE SUISSE D'ELECTRONIQUE ET DE MICROTECHNIQUE SA - RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT）04.05.2017（2017-05-04）	1-3
A	KR 10-2022-0164902 A（OKTOKKI IMAGINEERING CO., LTD.）14.12.2022（2022-12-14）	1-3
A	JP 2008-238646 A（東レ株式会社）09.10.2008（2008-10-09）	1-3
A	JP 2012-3027 A（ソニー株式会社）05.01.2012（2012-01-05）	1-3
A	JP 2019-109414 A（凸版印刷株式会社）04.07.2019（2019-07-04）	1-3
P, X	JP 2023-86720 A（国立大学法人東京工業大学）22.06.2023（2023-06-22） 段落[0062]-[0065], [0140]-[0150], 図39-44	1-3

☐ 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
“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献
“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
“I” 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抵触するものではなく、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 20.05.2024

国際調査報告の発送日 04.06.2024

名称及びあて先

日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

権限のある職員（特許庁審査官）

原 俊文 2K 4078

電話番号 03-3581-1101 内線 3255

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2024/011598

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2016-500799	A	14.01.2016	US	2015/0249424	A1	
				WO	2014/045141	A2	
				CN	104736338	A	

JP	2014-107504	A	09.06.2014	(ファミリーなし)			

US	2017/0123122	A1	04.05.2017	WO	2015/155357	A1	
				CN	106233168	A	

KR	10-2022-0164902	A	14.12.2022	(ファミリーなし)			

JP	2008-238646	A	09.10.2008	(ファミリーなし)			

JP	2012-3027	A	05.01.2012	US	2011/0310487	A1	
				CN	102289018	A	

JP	2019-109414	A	04.07.2019	US	2020/0132900	A1	
				WO	2019/004229	A1	
				EP	3647835	A1	
				CN	110799861	A	

JP	2023-86720	A	22.06.2023	WO	2023/106408	A1	
