

(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
2022年11月17日(17.11.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/239796 A1

(51) 国際特許分類:

H01L 31/054 (2014.01) H01L 51/44 (2006.01)
G02B 5/26 (2006.01) H02S 40/22 (2014.01)
H01L 31/075 (2012.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2022/019919

(22) 国際出願日: 2022年5月11日(11.05.2022)

(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 2021-081112 2021年5月12日(12.05.2021) JP

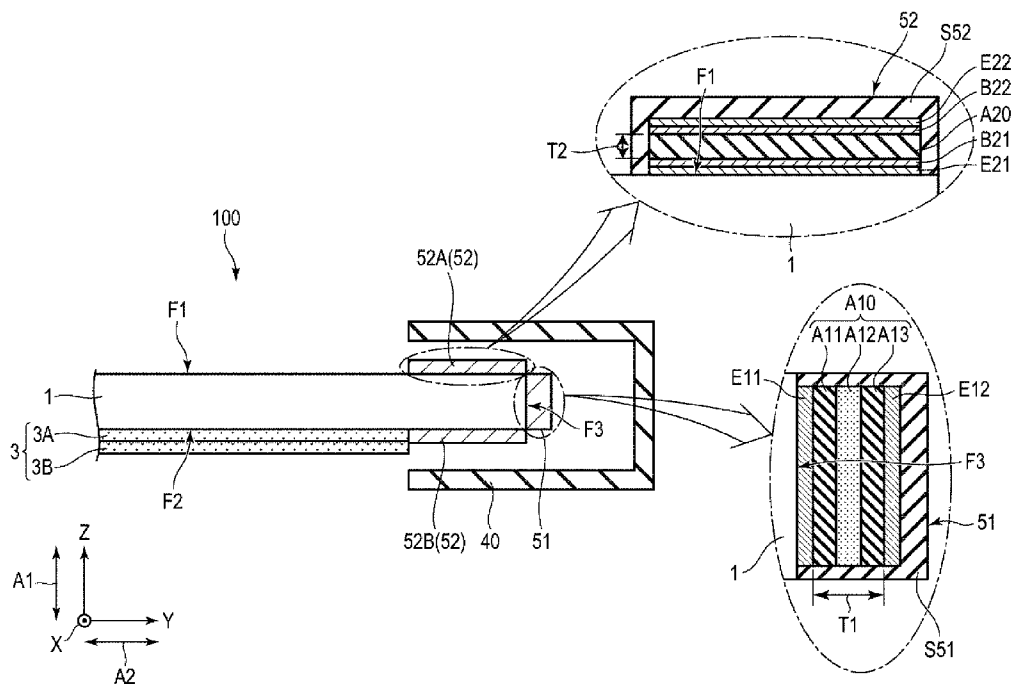
(71) 出願人: 株式会社ジャパンディスプレイ
(JAPAN DISPLAY INC.) [JP/JP]; 〒1050003 東京都港区西新橋三丁目7番1号 Tokyo

(JP). 国立大学法人大阪大学 (OSAKA UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒5650871 大阪府吹田市山田丘1番1号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 富岡 安 (TOMIOKA, Yasushi); 〒1050003 東京都港区西新橋三丁目7番1号 株式会社ジャパンディスプレイ内 Tokyo (JP). 岡 真一郎 (OKA, Shinichiro); 〒1050003 東京都港区西新橋三丁目7番1号 株式会社ジャパンディスプレイ内 Tokyo (JP). 小橋 淳二 (KOBASHI, Junji); 〒1050003 東京都港区西新橋三丁目7番1号 株式会社ジャパンディスプレイ内 Tokyo (JP). 吉田 浩之 (YOSHIDA, Hiroyuki); 〒5650871 大阪府吹田市山田丘1番1号 国立大学法人大阪大学内 Osaka (JP).

(54) Title: SOLAR CELL DEVICE

(54) 発明の名称: 太陽電池装置



(57) Abstract: The purpose of an embodiment is to provide a solar cell device having improved light utilization efficiency. According to an embodiment, a solar cell device (100) comprises: an optical guide unit (1) having a first main surface (F1), a second main surface (F2) opposite the first main surface (F1), and a side surface (F3); an optical element (3) opposing the second main surface (F2) and having a cholesteric liquid crystal, the optical element (3) reflecting at least some of light incident thereon via the optical guide unit (1) toward the optical guide unit (1); a first photoelectric conversion element

(74) 代理人: 弁理士法人スズエ国際特許事務所(S & S INTERNATIONAL PPC); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目12番9号 スズエ・アンド・スズエビル Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, 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, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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))

(51) opposing the side surface (F3); and a second photoelectric conversion element (52) opposing at least one of the first main surface (F1) and the second main surface (F2), and formed in the shape of a band along the side surface (F3). The thickness of the first photoelectric conversion element (51) is greater than the thickness of the second photoelectric conversion element (52).

(57) 要約: 実施形態の目的は、光の利用効率を向上することが可能な太陽電池装置を提供することにある。一実施形態によれば、太陽電池装置(100)は、第1主面(F1)と、前記第1主面(F1)と対向する第2主面(F2)と、側面(F3)と、を有する光導波部(1)と、前記第2主面(F2)と対向し、コレステリック液晶を有し、前記光導波部(1)を介して入射した光の少なくとも一部を前記光導波部(1)に向けて反射する光学素子(3)と、前記側面(F3)と対向する第1光電変換素子(51)と、前記第1主面(F1)及び前記第2主面(F2)の少なくとも一方と対向し、前記側面(F3)に沿った帯状に形成された第2光電変換素子(52)と、を備え、前記第1光電変換素子(51)の厚さは、前記第2光電変換素子(52)の厚さより厚い。

明 細 書

発明の名称：太陽電池装置

技術分野

[0001] 本発明の実施形態は、太陽電池装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、透明な太陽電池が種々提案されている。例えば、透明な色素増感型太陽電池を表示装置の表面に配置した太陽電池付き表示装置が提案されている。

太陽電池装置において、光の利用効率を向上することが要望されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2002-229472号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 本実施形態の目的は、光の利用効率を向上することが可能な太陽電池装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0005] 一実施形態の太陽電池装置は、

第1主面と、前記第1主面と対向する第2主面と、側面と、を有する光導波部と、前記第2主面と対向し、コレステリック液晶を有し、前記光導波部を介して入射した光の少なくとも一部を前記光導波部に向けて反射する光学素子と、前記側面と対向する第1光電変換素子と、前記第1主面及び前記第2主面の少なくとも一方と対向し、前記側面に沿った帯状に形成された第2光電変換素子と、を備え、前記第1光電変換素子の厚さは、前記第2光電変換素子の厚さより厚い。

一実施形態の太陽電池装置は、

第1主面と、前記第1主面と対向する第2主面と、側面と、を有する光導

波部と、前記第2主面と対向し、コレステリック液晶を有し、前記光導波部を介して入射した光の少なくとも一部を前記光導波部に向けて反射する光学素子と、前記側面と対向する第1光电変換素子と、前記第1主面及び前記第2主面の少なくとも一方に対向し、前記側面に沿った帯状に形成された波長変換層と、を備えている。

発明の効果

[0006] 一実施形態によれば、光の利用効率を向上することが可能な太陽電池装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]図1は、実施形態1に係る太陽電池装置100を模式的に示す断面図である。

[図2]図2は、光学素子3の構造を模式的に示す断面図である。

[図3]図3は、太陽電池装置100を模式的に示す平面図である。

[図4]図4は、光学素子3の構造を模式的に示す他の断面図である。

[図5]図5は、図1に示した太陽電池装置100の動作を説明するための図である。

[図6]図6は、実施形態2に係る太陽電池装置100を模式的に示す断面図である。

[図7]図7は、太陽電池装置100の外観を示す平面図である。

[図8]図8は、図7に示した太陽電池装置100のA-B線に沿った断面図である。

[図9]図9は、図7に示した太陽電池装置100のA-B線に沿った他の断面図である。

[図10]図10は、図7に示した太陽電池装置100のA-B線に沿った他の断面図である。

発明を実施するための形態

[0008] 以下、本実施形態について、図面を参照しながら説明する。なお、開示はあくまで一例に過ぎず、当業者において、発明の主旨を保つての適宜変更に

ついて容易に想到し得るものについては、当然に本発明の範囲に含有されるものである。また、図面は、説明をより明確にするため、実際の態様に比べて、各部の幅、厚さ、形状等について模式的に表される場合があるが、あくまで一例であって、本発明の解釈を限定するものではない。また、本明細書と各図において、既出の図に関して前述したものと同一又は類似した機能を発揮する構成要素には同一の参照符号を付し、重複する詳細な説明を適宜省略することがある。

[0009] なお、図面には、必要に応じて理解を容易にするために、互いに直交するX軸、Y軸、及び、Z軸を記載する。Z軸に沿った方向をZ方向または第1方向A1と称し、Y軸に沿った方向をY方向または第2方向A2と称し、X軸に沿った方向をX方向または第3方向A3と称する。X軸及びY軸によって規定される面をX-Y平面と称し、X軸及びZ軸によって規定される面をX-Z平面と称し、Y軸及びZ軸によって規定される面をY-Z平面と称する。

[0010] (実施形態1)

図1は、実施形態1に係る太陽電池装置100を模式的に示す断面図である。

太陽電池装置100は、光導波部1と、光学素子3と、第1光電変換素子51と、第2光電変換素子52と、を備えている。

[0011] 光導波部1は、光を透過する透明部材、例えば、透明なガラス板または透明な合成樹脂板によって構成されている。光導波部1は、例えば、可撓性を有する透明な合成樹脂板によって構成されていてもよい。光導波部1は、任意の形状を取り得る。例えば、光導波部1は、湾曲していてもよい。光導波部1の屈折率は、例えば、空気の屈折率よりも大きい。光導波部1は、例えば、窓ガラスとして機能する。

[0012] 本明細書において、『光』は、可視光及び不可視光を含むものである。例えば、可視光域の下限の波長は360nm以上400nm以下であり、可視光域の上限の波長は760nm以上830nm以下である。可視光は、第1

波長帯（例えば400nm～500nm）の第1成分（青成分）、第2波長帯（例えば500nm～600nm）の第2成分（緑成分）、及び、第3波長帯（例えば600nm～700nm）の第3成分（赤成分）を含んでいる。不可視光は、第1波長帯より短波長帯の紫外線、及び、第3波長帯より長波長帯の赤外線を含んでいる。

本明細書において、『透明』は、無色透明であることが好ましい。ただし、『透明』は、半透明又は有色透明であってもよい。

[0013] 光導波部1は、X-Y平面に沿った平板状に形成され、第1主面F1と、第2主面F2と、側面F3と、を有している。第1主面F1及び第2主面F2は、X-Y平面に略平行な面であり、第1方向A1において、互いに対向している。側面F3は、第1方向A1に沿って延びた面である。図1に示す例では、側面F3は、X-Z平面と略平行な面であるが、側面F3は、Y-Z平面と略平行な面を含んでいる。

光導波部1が窓ガラスとして機能する場合、第1主面F1は屋外側（あるいは車外側）の面に相当し、第2主面F2は屋内側（あるいは車内側）の面に相当する。

[0014] 光学素子3は、第1方向A1において、光導波部1の第2主面F2と対向している。光学素子3は、第1主面F1の側から入射した光の少なくとも一部を光導波部1に向けて反射するものである。一例では、光学素子3は、光導波部1を介して入射した光のうち、第1円偏光及び第1円偏光とは逆回りの第2円偏光の少なくとも一方を反射するように構成されている。光学素子3によって反射される第1円偏光及び第2円偏光は、例えば赤外線であるが、可視光であってもよい。なお、本明細書において、光学素子3における「反射」とは、光学素子3の内部における回折を伴うものである。

[0015] 光学素子3は、例えば、可撓性を有していてもよい。また、光学素子3は、光導波部1の第2主面F2と接触していてもよいし、光学素子3と光導波部1との間に接着層等の透明な層が介在していてもよい。光学素子3と光導波部1との間に介在する層の屈折率は、光導波部1の屈折率とほぼ同等であ

ることが好ましい。

[0016] 光学素子 3 は、薄膜として構成される。例えば、別途フィルム状に形成された光学素子 3 が光導波部 1 に接着される場合もあり得るし、光導波部 1 に直接材料を塗布してフィルム状の光学素子 3 が形成される場合もあり得る。

[0017] 図 1 に示す例では、光学素子 3 は、第 1 層 3 A と、第 2 層 3 B と、を備えている。第 1 層 3 A 及び第 2 層 3 B は、第 1 方向 A 1 において重なっている。第 1 層 3 A は、光導波部 1 と第 2 層 3 B との間に位置している。光学素子 3 の各層については、後に詳述するが、例えば、第 1 層 3 A は第 1 円偏光を反射するように構成され、第 2 層 3 B は第 2 円偏光を反射するように構成されている。なお、光学素子 3 は、第 1 層 3 A からなる単層体、あるいは、第 2 層 3 B からなる単層体であってもよい。本明細書において、円偏光は、厳密な円偏光であってもよいし、楕円偏光に近似した円偏光であってもよい。

[0018] 第 1 光電変換素子 5 1 は、第 2 方向 A 2 において、光導波部 1 の側面 F 3 と対向している。

第 2 光電変換素子 5 2 は、第 1 主面 F 1 及び第 2 主面 F 2 の少なくとも一方と対向している。図 1 に示す例では、第 2 光電変換素子 5 2 は、第 1 主面 F 1 及び第 2 主面 F 2 の双方と対向している。ここでは、第 1 方向 A 1 において第 1 主面 F 1 に対向する第 2 光電変換素子 5 2 を第 1 素子 5 2 A と称し、第 1 方向 A 1 において第 2 主面 F 2 に対向する第 2 光電変換素子 5 2 を第 2 素子 5 2 B と称して、区別する場合がある。第 1 素子 5 2 A 及び第 2 素子 5 2 B は、実質的に同一構造を有するものである。なお、第 2 光電変換素子 5 2 としては、第 1 素子 5 2 A 及び第 2 素子 5 2 B のいずれか一方のみが配置されていてもよい。

[0019] フレーム 4 0 は、第 1 光電変換素子 5 1 及び第 2 光電変換素子 5 2 を囲んでいる。第 1 光電変換素子 5 1 は、光導波部 1 の側面 F 3 とフレーム 4 0 との間に位置している。第 2 光電変換素子 5 2 について、第 1 素子 5 2 A は光導波部 1 の第 1 主面 F 1 とフレーム 4 0 との間に位置し、第 2 素子 5 2 B は第 2 主面 F 2 とフレーム 4 0 との間に位置している。

[0020] 第1光電変換素子51及び第2光電変換素子52は、光を受光して、受光した光のエネルギーを電力に変換するものであり、太陽電池と称する場合がある。つまり、太陽電池は、受光した光によって発電するものであるが、第1光電変換素子51及び第2光電変換素子52として適用される太陽電池の種類は、特に限定されない。例えば、太陽電池は、シリコン系太陽電池、化合物半導体系太陽電池、有機半導体系太陽電池、ペロブスカイト型太陽電池、又は、量子ドット型太陽電池である。

一例では、第1光電変換素子51及び第2光電変換素子52は、赤外線を受光して発電するように構成されている。

[0021] 第1光電変換素子51は、例えば、シリコン系太陽電池、あるいは、化合物半導体系太陽電池である。図1の右側に拡大して示すように、第1光電変換素子51は、透明電極E11と、pin層A10と、金属電極E12と、を備えている。透明電極E11は、第2方向A2において側面F3と対向している。pin層A10は、透明電極E11と金属電極E12との間に位置している。このような第1光電変換素子51は、封止体S51によって封止されている。

[0022] pin層A10は、シリコン系半導体、あるいは、無機化合物系半導体によって形成されている。図1に示す例では、pin層A10は、ヘテロ接合型であり、n型半導体層(n層)A11、n型/p型半導体の界面に形成される空乏層(i層)A12、及び、p型半導体層(p層)A13の積層体として構成されている。pin層A10の厚さT1は、n層A11の膜厚、i層A12の膜厚、及び、p層A13の膜厚の総和に相当する。一例では、厚さT1は、1 μ m以上である。

[0023] 第2光電変換素子52は、塗布型の有機半導体系太陽電池である。図1の上側に拡大して示すように、第2光電変換素子52は、透明電極E21と、バッファ層B21と、活性層A20と、バッファ層B22と、金属電極E22と、を備えている。透明電極E21は、第1方向A1において第1主面F1と対向している。なお、透明電極E21は、第1主面F1に接していても

よいし、第1主面F1と透明電極E21との間に他の薄膜が介在していてもよい。活性層A20は、透明電極E21と金属電極E22との間に位置している。バッファ層B21は、透明電極E21と活性層A20との間に位置している。バッファ層B22は、活性層A20と金属電極E22との間に位置している。このような第2光電変換素子52は、封止体S52によって封止されている。

[0024] 活性層A20は、有機半導体によって形成されている。図1に示す例では、活性層A20は、バルクヘテロ接合型であり、電子受容体及び電子供与体を含む混合層として構成されている。活性層A20の厚さT2は、バッファ層B21とバッファ層B22との間において、一例では、100～500nmである。つまり、pin層A10の厚さT1>活性層A20の厚さT2の関係から、第1光電変換素子51の厚さは、第2光電変換素子52の厚さより大きい。

[0025] このような第2光電変換素子52を構成する各層は、例えば材料を塗布することによって形成されるが、蒸着やスパッタリングなどの真空プロセスで形成してもよいし、前駆体やナノ粒子からなる溶液を塗布した後に焼成することで形成してもよい。

[0026] 以下に、各部材の材料の一例について説明する。なお、一部の有機化合物については略称で示す場合がある。

[0027] 透明電極E11及びE21は、例えば、インジウム錫酸化物（ITO）、インジウム亜鉛酸化物（IZO）などの透明な導電材料によって形成される。

金属電極E12及びE22は、例えば、銀（Ag）、アルミニウム（Al）などの金属材料によって形成される。

[0028] バッファ層B21及びB22のいずれか一方はホール輸送層（HTL）として機能するものであり、バッファ層B21及びB22のいずれか他方は電子輸送層（ETL）として機能するものである。ホール輸送層は、例えば、PEDOT:PSSなどの有機半導体ポリマーや、モリブデン酸化物（Mo

O₃)、タングステン酸化物(WO₃)、バナジウム酸化物(V₂O₅)、ニッケル酸化物(NiO)などの金属酸化物によって形成される。電子輸送層は、亜鉛酸化物(ZnO)、チタン酸化物(TiO)などの金属酸化物や、PEIE、PEIなどの有機ポリマー化合物によって形成される。

[0029] 活性層A20を構成する電子受容体は、PTT、PDDTT、PD TTP、P4、PTZBT T T-BDT、PCPDTBT、PDT、PDPP3T、PBTI(EDOT)、PMDPP3T、LBPP-1などのp型有機半導体によって形成される。

活性層A20を構成する電子供与体は、[60]PCBM、[70]PCBMなどのn型有機半導体によって形成される。

[0030] 図2は、光学素子3の構造を模式的に示す断面図である。

なお、光導波部1は二点鎖線で示している。ここに示す光学素子3は、図1に示した第1層3A及び第2層3Bのそれぞれに相当するものである。

[0031] 光学素子3は、複数の螺旋状構造体311を有している。複数の螺旋状構造体311の各々は、第1方向A1に沿って延びている。つまり、複数の螺旋状構造体311の各々の螺旋軸AXは、光導波部1の第2主面F2に対して略垂直である。螺旋軸AXは、第1方向A1に略平行である。複数の螺旋状構造体311の各々は、螺旋ピッチPを有している。螺旋ピッチPは、螺旋の1周期(360度)を示す。複数の螺旋状構造体311の各々は、複数の要素315を含んでいる。複数の要素315は、旋回しながら第1方向A1に沿って螺旋状に積み重ねられている。

[0032] 光学素子3は、第2主面F2に対向する第1境界面317と、第1境界面317の反対側の第2境界面319と、第1境界面317と第2境界面319との間の複数の反射面321と、を有している。第1境界面317は、光導波部1を透過した光LTiが光学素子3に入射する面である。第1境界面317及び第2境界面319の各々は、螺旋状構造体311の螺旋軸AXに対して略垂直である。第1境界面317及び第2境界面319の各々は、光導波部1(あるいは第2主面F2)に略平行である。

[0033] 第1境界面317は、螺旋状構造体311の両端部のうちの一端部e1に位置する要素315を含んでいる。第1境界面317は、光導波部1と光学素子3との境界に位置している。第2境界面319は、螺旋状構造体311の両端部のうちの他端部e2に位置する要素315を含んでいる。第2境界面319は、光学素子3と空気との境界に位置している。

[0034] 図2に示す例では、複数の反射面321は、互いに略平行である。反射面321は、第1境界面317及び光導波部1（あるいは第2主面F2）に対して傾斜しており、一定方向に延びる略平面形状を有している。反射面321は、ブラッグの法則に従って、第1境界面317から入射した光LTiのうち一部の光LT_rを選択反射する。具体的には、反射面321は、光LT_rの波面WFが反射面321と略平行になるように、光LT_rを反射する。更に具体的には、反射面321は、第1境界面317に対する反射面321の傾斜角度φに応じて光LT_rを反射する。

[0035] 反射面321は、次のように定義できる。すなわち、光学素子3において選択的に反射される所定波長の光（例えば円偏光）が感じる屈折率は、光が光学素子3の内部を進行するのに伴って徐々に変化する。このため、光学素子3においてフレネル反射が徐々に起こる。そして、複数の螺旋状構造体311において光が感じる屈折率が最も大きく変化する位置で、フレネル反射が最も強く起こる。つまり、反射面321は、光学素子3においてフレネル反射が最も強く起こる面に相当する。

[0036] 複数の螺旋状構造体311のうち、第2方向A2に隣接する螺旋状構造体311の各々の要素315の配向方向は互いに異なっている。また、複数の螺旋状構造体311のうち、第2方向A2に隣接する螺旋状構造体311の各々の空間位相は互いに異なっている。反射面321は、要素315の配向方向が揃った面、あるいは、空間位相が揃った面（等位相面）に相当する。つまり、複数の反射面321の各々は、第1境界面317あるいは光導波部1に対して傾斜している。

[0037] なお、反射面321の形状は、図2に示したような平面形状に限らず、凹

状や凸状の曲面形状であってもよく、特に限定されるものではない。また、反射面 3 2 1 の一部に凸凹を有していたり、反射面 3 2 1 の傾斜角度 ϕ が均一でなかったり、複数の反射面 3 2 1 が、規則的に整列していなかったりしてもよい。複数の螺旋状構造体 3 1 1 の空間位相分布に応じて、任意の形状の反射面 3 2 1 を構成することができる。

[0038] 本実施形態では、螺旋状構造体 3 1 1 は、コレステリック液晶である。要素 3 1 5 の各々は、液晶分子に相当する。図 2 では、図面の簡略化のため、1つの要素 3 1 5 は、X-Y 平面内に位置する複数の液晶分子のうち、平均的配向方向を向いている液晶分子を代表して示している。

[0039] 螺旋状構造体 3 1 1 であるコレステリック液晶は、選択反射帯域 $\Delta\lambda$ に含まれる所定波長 λ の光のうち、コレステリック液晶の旋回方向と同じ旋回方向の円偏光を反射する。例えば、コレステリック液晶の旋回方向が右回りの場合、所定波長 λ の光のうち、右回りの円偏光を反射し、左回りの円偏光を透過する。同様に、コレステリック液晶の旋回方向が左回りの場合、所定波長 λ の光のうち、左回りの円偏光を反射し、右回りの円偏光を透過する。

[0040] コレステリック液晶の螺旋ピッチを P 、液晶分子の異常光に対する屈折率を n_e 、液晶分子の常光に対する屈折率を n_o と記載すると、一般的に、垂直入射した光に対するコレステリック液晶の選択反射帯域 $\Delta\lambda$ は、「 $n_o * P \sim n_e * P$ 」で示される。なお、詳細には、コレステリック液晶の選択反射帯域 $\Delta\lambda$ は、「 $n_o * P \sim n_e * P$ 」の範囲に対して、反射面 3 2 1 の傾斜角度 ϕ や、第 1 境界面 3 1 7 への入射角度などに応じて変化する。

[0041] ここでは、選択反射帯域 $\Delta\lambda$ が赤外線となるように、コレステリック液晶の螺旋ピッチ P が調整された場合について説明する。光学素子 3 の反射面 3 2 1 での反射率を高くする観点では、光学素子 3 の第 1 方向 A_1 に沿った厚さは、螺旋ピッチ P の数倍から 10 倍程度とすることが望ましい。つまり、光学素子 3 の厚さは、 $3 \sim 10 \mu m$ 程度となる。

[0042] 図 3 は、太陽電池装置 100 を模式的に示す平面図である。

図 3 には、螺旋状構造体 3 1 1 の空間位相の一例が示されている。ここに

示す空間位相は、螺旋状構造体 3 1 1 に含まれる要素 3 1 5 のうち、第 1 境界面 3 1 7 に位置する要素 3 1 5 の配向方向として示している。

[0043] 第 2 方向 A 2 に沿って並んだ螺旋状構造体 3 1 1 の各々について、第 1 境界面 3 1 7 に位置する要素 3 1 5 の配向方向は互いに異なる。つまり、第 1 境界面 3 1 7 における螺旋状構造体 3 1 1 の空間位相は、第 2 方向 A 2 に沿って異なる。

一方、第 3 方向 A 3 に沿って並んだ螺旋状構造体 3 1 1 の各々について、第 1 境界面 3 1 7 に位置する要素 3 1 5 の配向方向は略一致する。つまり、第 1 境界面 3 1 7 における螺旋状構造体 3 1 1 の空間位相は、第 3 方向 A 3 において略一致する。

[0044] 特に、第 2 方向 A 2 に並んだ螺旋状構造体 3 1 1 に着目すると、各要素 3 1 5 の配向方向は、一定角度ずつ異なっている。つまり、第 1 境界面 3 1 7 において、第 2 方向 A 2 に沿って並んだ複数の要素 3 1 5 の配向方向は、線形に変化している。したがって、第 2 方向 A 2 に沿って並んだ複数の螺旋状構造体 3 1 1 の空間位相は、第 2 方向 A 2 に沿って線形に変化している。その結果、図 2 に示した光学素子 3 のように、第 1 境界面 3 1 7 及び光導波部 1 に対して傾斜する反射面 3 2 1 が形成される。ここでの「線形に変化」は、例えば、要素 3 1 5 の配向方向の変化量が 1 次関数で表されることを示す。

[0045] なお、ここでの要素 3 1 5 の配向方向とは、螺旋状構造体 3 1 1 がコレステリック液晶の場合、X-Y 平面における液晶分子の長軸方向に相当する。

[0046] ここで、図 3 に示すように、第 1 境界面 3 1 7 において、第 2 方向 A 2 に沿って要素 3 1 5 の配向方向が 1 8 0 度だけ変化するときの 2 つの螺旋状構造体 3 1 1 の間隔を螺旋状構造体 3 1 1 の周期 T と定義する。なお、図 3 において DP は要素 3 1 5 の旋回方向を示している。図 2 に示した反射面 3 2 1 の傾斜角度 ϕ は、周期 T 及び螺旋ピッチ P によって適宜設定される。

[0047] 螺旋状構造体 3 1 1 がコレステリック液晶である場合、光学素子 3 は、以下のようにして形成される。例えば、複数の要素 3 1 5 である複数の液晶分

子に光を照射し、複数の液晶分子を重合させることで、光学素子 3 が形成される。又は、所定の温度又は所定の濃度において液晶状態を示す高分子液晶材料を、複数の螺旋状構造体 3 1 1 を形成するように配向制御し、その後、配向を維持したまま固体に転移させることで、光学素子 3 が形成される。

光学素子 3 において、隣り合う螺旋状構造体 3 1 1 は、重合又は固体への転移によって、螺旋状構造体 3 1 1 の配向を維持したまま、つまり、螺旋状構造体 3 1 1 の空間位相を維持したまま、互いに結合している。その結果、光学素子 3 において、各液晶分子の配向方向が固定されている。

[0048] 図 4 は、光学素子 3 の構造を模式的に示す他の断面図である。

図 4 に示す例は、図 2 に示した例と比較して、螺旋状構造体 3 1 1 の螺旋軸 A X が光導波部 1 あるいは第 2 主面 F 2 に対して傾斜している点で相違している。また、図 4 に示す例では、第 1 境界面 3 1 7 あるいは X-Y 平面内での螺旋状構造体 3 1 1 の空間位相は、略一致している。その他、図 4 に示す例に係る螺旋状構造体 3 1 1 は、図 2 に示した例に係る螺旋状構造体 3 1 1 と同様の特性を有している。

このような例では、光学素子 3 は、光導波部 1 を介して入射した光 L T i のうち、一部の光 L T r を螺旋軸 A X の傾斜に応じた反射角で反射し、その他の光 L T t を透過する。つまり、図 4 に示す例の光学素子 3 においても、図 2 及び図 3 を参照して説明した光学素子 3 と同様の光学特性が得られる。

[0049] 図 5 は、図 1 に示した太陽電池装置 1 0 0 の動作を説明するための図である。

まず、光学素子 3 の第 1 層 3 A 及び第 2 層 3 B について説明する。

第 1 層 3 A 及び第 2 層 3 B の各々は、螺旋状構造体 3 1 1 として、一方方向に旋回したコレステリック液晶を有している。但し、第 1 層 3 A は第 1 旋回方向に旋回したコレステリック液晶 3 1 1 A を有し、第 2 層 3 B は第 1 旋回方向とは逆回りの第 2 旋回方向に旋回したコレステリック液晶 3 1 1 B を有している。なお、ここでは、コレステリック液晶 3 1 1 A 及び 3 1 1 B を模式的に示している。

[0050] コレステリック液晶311A及び311Bは、拡大して模式的に示すように、ともに選択反射帯域として赤外線Iを反射するべく、Z方向に沿って螺旋ピッチP1を有している。つまり、コレステリック液晶311A及びコレステリック液晶311Bのそれぞれの螺旋ピッチP1は、同等であり、Z方向に沿ってほとんど変化することなく一定である。

[0051] コレステリック液晶311Aは、選択反射帯域である赤外線Iのうち、第1巡回方向の第1円偏光I1を反射する反射面321Aを有している。また、コレステリック液晶311Bは、選択反射帯域である赤外線Iのうち、第2巡回方向の第2円偏光I2を反射する反射面321Bを有している。

[0052] 次に、太陽電池装置100の動作について説明する。

[0053] 太陽電池装置100に入射する光LTiは、例えば、太陽光である。つまり、光LTiは、可視光Vの他に赤外線Iなどを含んでいる。

光LTiは、第1主面F1から光導波部1の内部に進入し、第2主面F2を透過して、光学素子3に入射する。そして、光学素子3は、光LTiのうち、一部の光LT_rを光導波部1に向けて反射し、他の光LT_tを透過する。

[0054] 上記の通り、光学素子3の第1層3A及び第2層3Bは、赤外線Iを反射するように構成されている。すなわち、赤外線Iのうちの第1円偏光I1は、第1層3Aに形成された反射面321Aにおいて、光導波部1に向けて反射される。また、赤外線Iのうちの第2円偏光I2は、第2層3Bに形成された反射面321Bにおいて、光導波部1に向けて反射される。

[0055] つまり、光学素子3で反射される光LT_rは、赤外線Iの第1円偏光I1及び第2円偏光I2である。また、光学素子3を透過する光LT_tは、赤外線Iとは異なる波長の光であり、可視光Vを含んでいる。

[0056] 光学素子3は、第1円偏光I1及び第2円偏光I2を、光導波部1における光導波条件を満足する進入角 θ で光導波部1に向けて反射する。ここでの進入角 θ とは、光導波部1の内部で全反射を起こす臨界角 θ_c 以上の角度に相当する。進入角 θ は、光導波部1に直交する垂線に対する角度を示す。

[0057] 光 LTr は、第2主面 $F2$ から光導波部1の内部に進入し、光導波部1において反射を繰り返しながら光導波部1の内部を伝搬する。光導波部1の内部を伝搬する光 LTr のほとんどは、側面 $F3$ を透過する。第1光電変換素子51は、側面 $F3$ を透過した光 LTr （赤外線 I の第1円偏光 $I1$ 及び第2円偏光 $I2$ ）を受光し、発電する。

[0058] ここで、光導波部1の内部を伝搬する光 LTr のうち、進入角 θ がブリュースター角（偏光角）である光について考察する。光 LTr は、 s 偏光及び p 偏光を含んでいる。 s 偏光は第1主面 $F1$ 及び第2主面 $F2$ において全反射されるものの、 p 偏光は第1主面 $F1$ 及び第2主面 $F2$ をそれぞれ透過する。第2光電変換素子（第1素子）52Aは、第1主面 $F1$ を透過した光 LTr （赤外線 I の p 偏光）を受光し、発電する。第2光電変換素子（第2素子）52Bは、第2主面 $F2$ を透過した光 LTr （赤外線 I の p 偏光）を受光し、発電する。

[0059] このように、実施形態1の太陽電池装置100によれば、光導波部1の側面 $F3$ を透過した光のみならず、第1主面 $F1$ 及び第2主面 $F2$ から漏れ出した光も発電に利用することができる。したがって、光の利用効率を向上することができる。

例えば、光学素子3が第1層3A及び第2層3Bを有する構成においては、可視光 V 及び赤外線 I を含む太陽光が太陽電池装置100に入射した場合、赤外線 I の第1円偏光 $I1$ 及び第2円偏光 $I2$ は、第1光電変換素子51及び第2光電変換素子52A及び52Bにおいて発電に利用することができる。

[0060] 一方、太陽光のうちの可視光 V は、光導波部1及び光学素子3を透過する。つまり、太陽電池装置100は、可視光 V の主要な成分である第1成分（青成分）、第2成分（緑成分）、及び、第3成分（赤成分）の各々を透過する。このため、太陽電池装置100を透過した光の着色を抑制することができる。また、太陽電池装置100における可視光 V の透過率の低下を抑制することができる。

[0061] また、塗布型の有機半導体系太陽電池である第2光電変換素子52A及び52Bは、極めて薄く、任意の領域に安価で形成することができる。

[0062] (実施形態2)

図6は、実施形態2に係る太陽電池装置100を模式的に示す断面図である。

図6に示す実施形態2は、上記の実施形態1と比較して、第2光電変換素子の代わりに波長変換層60が設けられた点で相違している。

[0063] すなわち、波長変換層60は、第1主面F1及び第2主面F2の少なくとも一方と対向している。図6に示す例では、波長変換層60は、第1主面F1及び第2主面F2の双方と対向している。ここでは、第1方向A1において第1主面F1に対向する波長変換層60を第1変換層60Aと称し、第1方向A1において第2主面F2に対向する波長変換層60を第2変換層60Bと称して、区別する場合がある。第1変換層60A及び第2変換層60Bは、実質的に同一材料によって形成されたものである。なお、波長変換層60としては、第1変換層60A及び第2変換層60Bのいずれか一方のみが配置されていてもよい。

[0064] 波長変換層60は、例えば、入射光である可視光を赤外線に変換するものであるが、紫外光を可視光や赤外線に変換するものであってもよいし、赤外線を可視光に変換するものであってもよい。波長変換層60によって変換された後の光の波長帯は、第1光電変換素子51の感度に対応するように選択される。このような波長変換層60は、例えば、無機蛍光体や、有機蛍光発光物を塗布することによって形成される。

なお、波長変換層60において、所定波長に変換された光は散乱する傾向にあるため、光を効率よく光導波部1に向けて反射する観点では、波長変換層60は反射層で覆われることが望ましい。

[0065] フレーム40は、第1光電変換素子51及び波長変換層60を囲んでいる。第1光電変換素子51は、光導波部1の側面F3とフレーム40との間に位置している。波長変換層60の第1変換層60Aは光導波部1の第1主面

F 1 とフレーム 4 0 との間に位置し、第 2 変換層 6 0 B は第 2 主面 F 2 とフレーム 4 0 との間に位置している。

[0066] 実施形態 2 の太陽電池装置 1 0 0 において、可視光 V 及び赤外線 I を含む太陽光が入射した場合、太陽光のうちの赤外線 I は、光導波部 1 を透過し、光学素子 3 に入射する。そして、赤外線 I のうちの第 1 円偏光 I 1 は、第 1 層 3 A に形成された反射面 3 2 1 A において、光導波部 1 に向けて反射される。また、赤外線 I のうちの第 2 円偏光 I 2 は、第 1 層 3 A を透過した後に第 2 層 3 B に入射し、第 2 層 3 B に形成された反射面 3 2 1 B において、光導波部 1 に向けて反射される。

反射された第 1 円偏光 I 1 及び第 2 円偏光 I 2 は、第 2 主面 F 2 から光導波部 1 の内部に進入し、光導波部 1 において反射を繰り返しながら光導波部 1 の内部を伝搬する。光導波部 1 の内部を伝搬する光 L T r のほとんどは、側面 F 3 を透過する。第 1 光電変換素子 5 1 は、側面 F 3 を透過した赤外線 I (第 1 円偏光 I 1 及び第 2 円偏光 I 2) を受光して発電する。

[0067] 一方、太陽光のうちの可視光 V は、光導波部 1 及び光学素子 3 を透過する。このため、太陽電池装置 1 0 0 を透過した光の着色を抑制することができる。また、太陽電池装置 1 0 0 における可視光 V の透過率の低下を抑制することができる。

[0068] また、可視光 V のうち、上記の光導波条件を満足する進入角 θ で入射した一部の可視光 V' は、光導波部 1 において反射を繰り返しながら光導波部 1 の内部を伝搬する。

そして、側面 F 3 の近傍で第 1 主面 F 1 から漏れ出た可視光 V' は、第 1 変換層 6 0 A において赤外線 I に変換される。また、側面 F 3 の近傍で第 2 主面 F 2 から漏れ出た可視光 V' は、第 2 変換層 6 0 B において赤外線 I に変換される。第 1 変換層 6 0 A 及び第 2 変換層 6 0 B で変換された赤外線 I は、再び光導波部 1 を経て側面 F 3 を透過する。第 1 光電変換素子 5 1 は、側面 F 3 を透過した赤外線 I を受光して発電する。

[0069] このように、実施形態 2 においては、第 1 主面 F 1 及び第 2 主面 F 2 から

漏れ出た可視光 V' は、発電に利用可能な波長の光に変換され、発電に利用される。したがって、光の利用効率を向上することができる。

[0070] 図7は、太陽電池装置100の外観を示す平面図である。

点線で示すフレーム40は、光導波部1を囲むように配置されている。複数の第1光電変換素子51は、光導波部1の側面F3に沿って並んでいる。

実施形態1の第2光電変換素子52または実施形態2の波長変換層60は、少なくとも側面F3に沿った帯状に形成されている。図7に示す例では、第2光電変換素子52または波長変換層60は、光導波部1の第1主面F1及び第2主面F2の少なくとも一方において、枠状に形成され、フレーム40に重畳している。つまり、第2光電変換素子52または波長変換層60は、光導波部1の4辺に沿った部分P11乃至P14を有している。

但し、部分P11乃至P14は、互いに繋がっていてもよいし、互いに離間していてもよい。また、部分P12乃至P14のうちの少なくとも一部が省略されてもよい。さらには、部分P11乃至P14の各々は、フレーム40からはみ出してもよい。

[0071] 図8は、図7に示した太陽電池装置100のA-B線に沿った断面図である。

部分P11及びP13は、第1主面F1及び第2主面F2の双方に形成されている。図示しない部分P12及びP14も同様に、第1主面F1及び第2主面F2の双方に形成されている。

第1主面F1に形成された部分P11及びP13は、第1素子（第2光電変換素子）52Aの一部、または、第1変換層（波長変換層）60Aの一部である。第2主面F2に形成された部分P11及びP13は、第2素子（第2光電変換素子）52Bの一部、または、第2変換層（波長変換層）60Bの一部である。

[0072] 光学素子3の第1層3A及び第2層3Bは、第2主面F2において、第2素子52Bまたは第2変換層60Bで囲まれた内側に配置されている。

[0073] 図9は、図7に示した太陽電池装置100のA-B線に沿った他の断面図

である。

図9に示す例は、図8に示した例と比較して、第1主面F1と対向する透明な薄膜70が設けられた点で相違している。薄膜70は、フレーム40で囲まれた内側に配置され、また、第1主面F1に接し、第1素子52Aまたは第1変換層60Aで囲まれた内側に配置されている。

[0074] 薄膜70の屈折率は、光導波部1の屈折率より小さい。薄膜70と光導波部1との屈折率差は、0.1以上であることが望ましい。一例では、薄膜70の屈折率は1.3～1.4程度であり、光導波部1の屈折率は1.5程度である。このような薄膜70は、無機系材料によって形成されてもよいし、有機系材料によって形成されてもよい。

[0075] 図9に示す例の如く、光導波部1よりも低屈折率の薄膜70が第1主面F1に配置されている。これにより、光導波部1と空気との間の屈折率差と比較して、薄膜70と空気との間の屈折率差が小さくなり、図8に示した例と比較して、光学素子3からのより小さな反射角 θ_r の反射光LT_r(I1)、LT_r(I2)まで光導波させ、発電に利用することができる。したがって、光の利用効率を向上することができる。

[0076] 図10は、図7に示した太陽電池装置100のA-B線に沿った他の断面図である。

図10に示す例は、図9に示した例と比較して、太陽電池装置100が第1方向A1において対向する複数の光導波部1A及び1Bを備えている点で相違している。

[0077] 光導波部1A及び1Bは、上記の光導波部1と同等のものである。薄膜70A及び70Bは、上記の薄膜70と同等のものである。薄膜70Aの屈折率は光導波部1Aの屈折率より小さく、薄膜70Bの屈折率は光導波部1Bの屈折率より小さい。

第1光電変換素子51A及び51Bは、上記の第1光電変換素子51と同等のものである。第2光電変換素子52A、52B、52C、52Dは、上記の第2光電変換素子52と同等のものである。

- [0078] 光導波部 1 A は、第 1 主面 F 1 A、第 2 主面 F 2 A、及び、側面 F 3 A を有している。薄膜 7 0 A は第 1 主面 F 1 A に配置され、第 1 層 3 A は第 2 主面 F 2 A に配置され、第 1 光電変換素子 5 1 A は側面 F 3 A に配置されている。第 2 光電変換素子 5 2 A は第 1 主面 F 1 A に配置され、第 2 光電変換素子 5 2 B は第 2 主面 F 2 A に配置されている。第 1 光電変換素子 5 1 A、第 2 光電変換素子 5 2 A 及び 5 2 B は、フレーム 4 0 によって囲まれている。
- [0079] 光導波部 1 B は、第 1 主面 F 1 B、第 2 主面 F 2 B、及び、側面 F 3 B を有している。薄膜 7 0 B は第 1 主面 F 1 B に配置され、第 2 層 3 B は第 2 主面 F 2 B に配置され、第 1 光電変換素子 5 1 B は側面 F 3 B に配置されている。第 2 光電変換素子 5 2 C は第 1 主面 F 1 B に配置され、第 2 光電変換素子 5 2 D は第 2 主面 F 2 B に配置されている。第 1 光電変換素子 5 1 B、第 2 光電変換素子 5 2 C 及び 5 2 D は、フレーム 4 0 によって囲まれている。
- [0080] 第 1 層 3 A 及び薄膜 7 0 B は、第 1 方向 A 1 において対向している。第 1 層 3 A と薄膜 7 0 B との間には、空気層などの中間層が介在している。
- [0081] このような太陽電池装置 1 0 0 において、太陽光のうちの発電に利用される波長の光、例えば赤外線 I が入射した場合について説明する。入射角 θ_i の赤外線 I は、薄膜 7 0 A 及び光導波部 1 A を透過し、第 1 層 3 A に入射する。図 9 を参照して説明したように、薄膜 7 0 A が設けられたことにより、比較的大きな入射角 θ_i の赤外線 I であっても、光導波部 1 A の内部に取り込まれる。
- [0082] そして、赤外線 I のうちの第 1 円偏光 I 1 は、第 1 層 3 A に形成された反射面 3 2 1 A において、光導波部 1 A に向けて反射される。また、赤外線 I のうちの第 2 円偏光 I 2 は、第 1 層 3 A を透過した後に、薄膜 7 0 B 及び光導波部 1 B を透過し、第 2 層 3 B に入射する。そして、第 2 円偏光 I 2 は、第 2 層 3 B に形成された反射面 3 2 1 B において、光導波部 1 B に向けて反射される。
- [0083] 光導波部 1 A に向けて反射された第 1 円偏光 I 1 は、光導波部 1 A において反射を繰り返しながら伝搬し、そのほとんどは側面 F 3 A を透過する。第

1 光電変換素子 5 1 A は、側面 F 3 A を透過した第 1 円偏光 I 1 を受光し、発電する。

また、第 2 光電変換素子 5 2 A は、側面 F 3 A の近傍で第 1 主面 F 1 A を透過した p 偏光を受光し、発電する。さらに、第 2 光電変換素子 5 2 B は、側面 F 3 A の近傍で第 2 主面 F 2 A を透過した p 偏光を受光し、発電する。

[0084] 光導波部 1 B に向けて反射された第 2 円偏光 I 2 は、光導波部 1 B において反射を繰り返しながら伝搬し、そのほとんどは側面 F 3 B を透過する。第 1 光電変換素子 5 1 B は、側面 F 3 B を透過した第 2 円偏光 I 2 を受光し、発電する。

また、第 2 光電変換素子 5 2 C は、側面 F 3 B の近傍で第 1 主面 F 1 B を透過した p 偏光を受光し、発電する。さらに、第 2 光電変換素子 5 2 D は、側面 F 3 B の近傍で第 2 主面 F 2 B を透過した p 偏光を受光し、発電する。

[0085] なお、図 1 0 に示す第 2 光電変換素子 5 2 A、5 2 B、5 2 C、5 2 D は、実施形態 2 で説明した波長変換層 6 0 に置換されてもよい。

[0086] 以上説明したように、本実施形態によれば、光の利用効率を向上することが可能な太陽電池装置を提供することができる。

[0087] なお、本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これらの新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これらの実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

符号の説明

[0088] 1 0 0 … 太陽電池装置

1 … 光導波部 F 1 … 第 1 主面 F 2 … 第 2 主面 F 3 … 側面

3 … 光学素子 3 A … 第 1 層 3 B … 第 2 層

3 1 1 … 螺旋状構造体（コレステリック液晶） 3 2 1 … 反射面

5 1 …第 1 光電変換素子 A 1 0 …p i n 層

5 2 …第 2 光電変換素子 A 2 0 …活性層

6 0 …波長変換層 7 0 …薄膜

4 0 …フレーム

請求の範囲

- [請求項1] 第1主面と、前記第1主面と対向する第2主面と、側面と、を有する光導波部と、
- 前記第2主面と対向し、コレステリック液晶を有し、前記光導波部を介して入射した光の少なくとも一部を前記光導波部に向けて反射する光学素子と、
- 前記側面と対向する第1光電変換素子と、
- 前記第1主面及び前記第2主面の少なくとも一方と対向し、前記側面に沿った帯状に形成された第2光電変換素子と、を備え、
- 前記第1光電変換素子の厚さは、前記第2光電変換素子の厚さより厚い、太陽電池装置。
- [請求項2] 前記第1光電変換素子のp i n層は、n型半導体層、空乏層、及び、p型半導体層が積層されたヘテロ接合型であり、
- 前記第2光電変換素子の活性層は、電子供与体と電子受容体とが混合されたバルクヘテロ接合型である、請求項1に記載の太陽電池装置。
- [請求項3] さらに、前記光導波部を囲むフレームを備え、
- 前記第2光電変換素子は、前記第1主面及び前記第2主面の少なくとも一方において棒状に形成され、前記フレームに重畳している、請求項1に記載の太陽電池装置。
- [請求項4] 前記光学素子は、赤外線の一部を反射し、
- 前記第1光電変換素子及び前記第2光電変換素子は、赤外線を受光して発電する、請求項1に記載の太陽電池装置。
- [請求項5] 第1主面と、前記第1主面と対向する第2主面と、側面と、を有する光導波部と、
- 前記第2主面と対向し、コレステリック液晶を有し、前記光導波部を介して入射した光の少なくとも一部を前記光導波部に向けて反射する光学素子と、

前記側面と対向する第1光電変換素子と、
前記第1主面及び前記第2主面の少なくとも一方に対向し、前記側面に沿った帯状に形成された波長変換層と、
を備えている、太陽電池装置。

[請求項6] さらに、前記光導波部を囲むフレームを備え、
前記波長変換層は、前記第1主面及び前記第2主面の少なくとも一方において枠状に形成され、前記フレームに重畳している、請求項5に記載の太陽電池装置。

[請求項7] 前記光学素子は、赤外線の一部を反射し、
前記波長変換層は、可視光を赤外線に変換し、
前記第1光電変換素子は、赤外線を受光して発電する、請求項5に記載の太陽電池装置。

[請求項8] 前記光学素子は、前記フレームで囲まれた内側に配置されている、
請求項3に記載の太陽電池装置。

[請求項9] さらに、前記第1主面と対向し、前記フレームで囲まれた内側に配置された透明な薄膜を備え、
前記薄膜の屈折率は、前記光導波部の屈折率より小さい、請求項3に記載の太陽電池装置。

[請求項10] 前記光学素子は、
前記コレステリック液晶からなる第1層と、
前記コレステリック液晶からなる第2層と、を備え、
前記第1層及び前記第2層において、前記コレステリック液晶は、同等の螺旋ピッチを有し、逆回りに旋回している、請求項1に記載の太陽電池装置。

[請求項11] 前記光学素子は、前記フレームで囲まれた内側に配置されている、
請求項6に記載の太陽電池装置。

[請求項12] さらに、前記第1主面と対向し、前記フレームで囲まれた内側に配置された透明な薄膜を備え、

前記薄膜の屈折率は、前記光導波部の屈折率より小さい、請求項 6 に記載の太陽電池装置。

[請求項13]

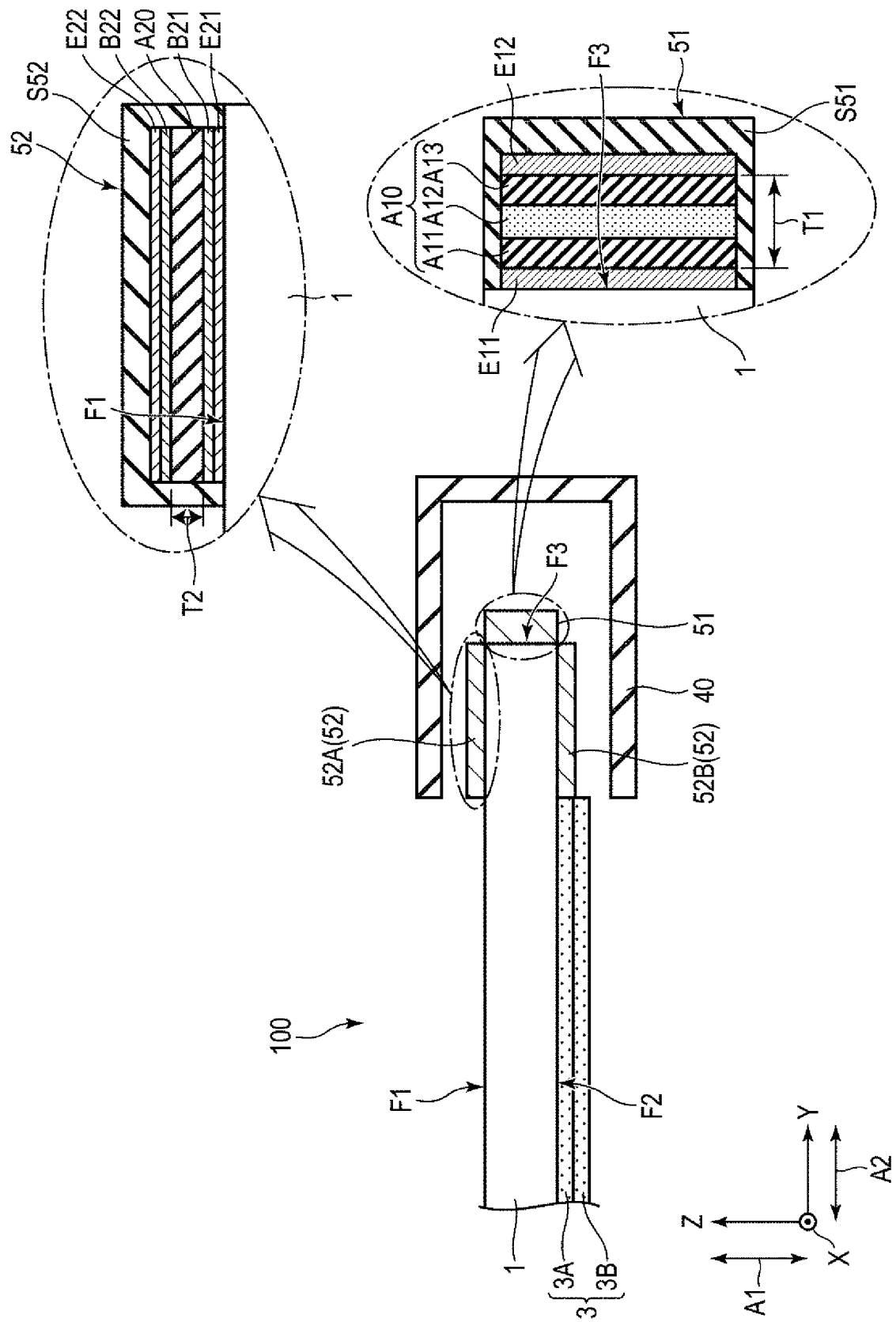
前記光学素子は、

前記コレステリック液晶からなる第 1 層と、

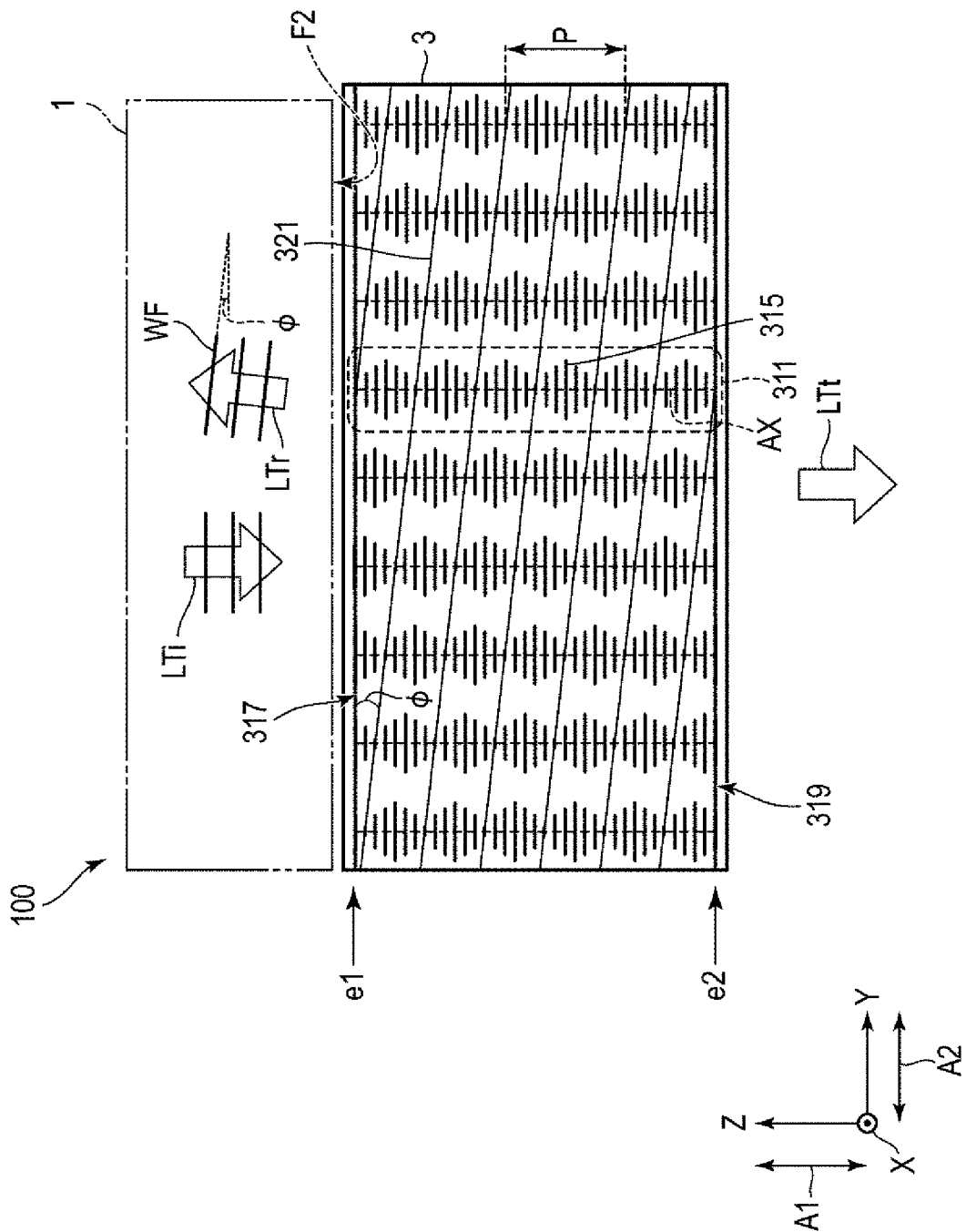
前記コレステリック液晶からなる第 2 層と、を備え、

前記第 1 層及び前記第 2 層において、前記コレステリック液晶は、同等の螺旋ピッチを有し、逆回りに旋回している、請求項 5 に記載の太陽電池装置。

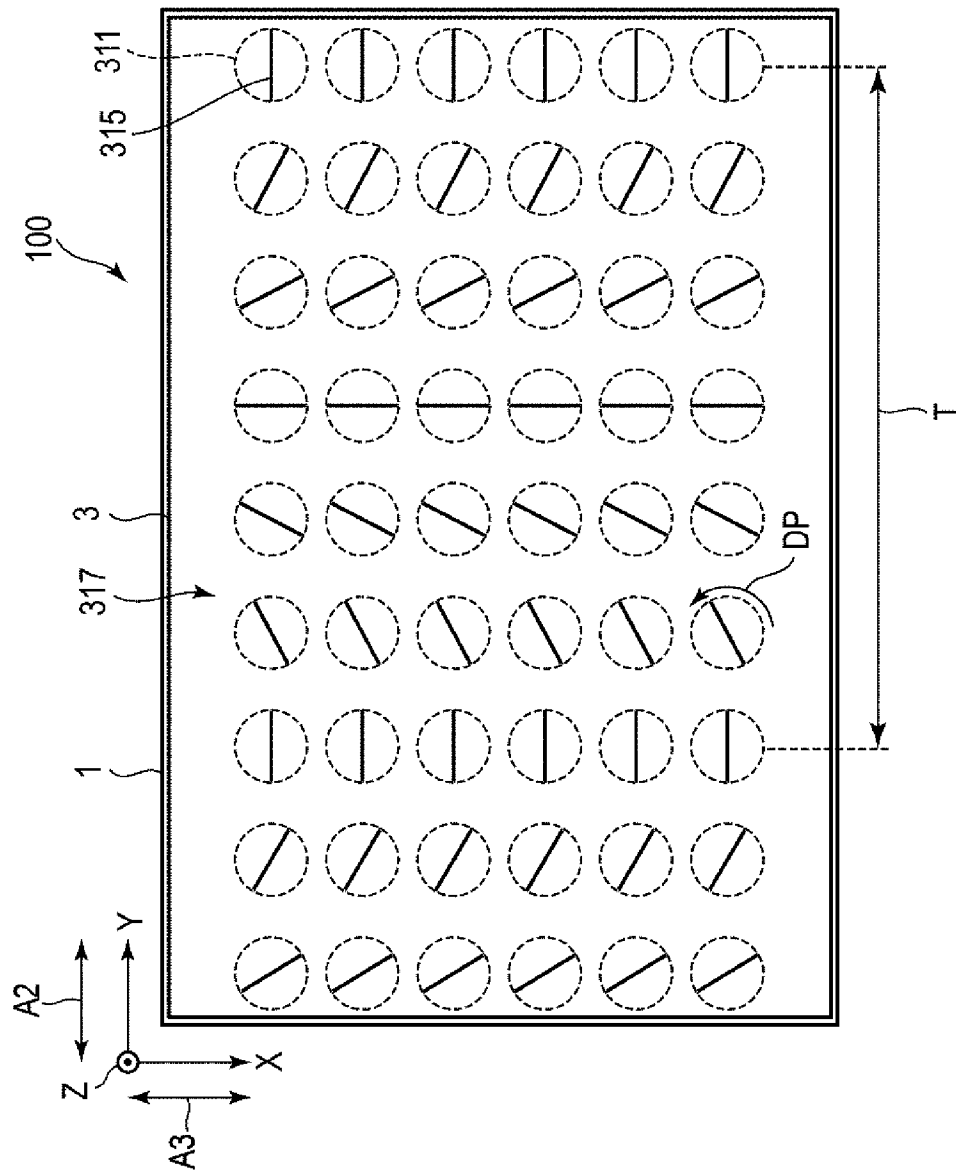
[図1]



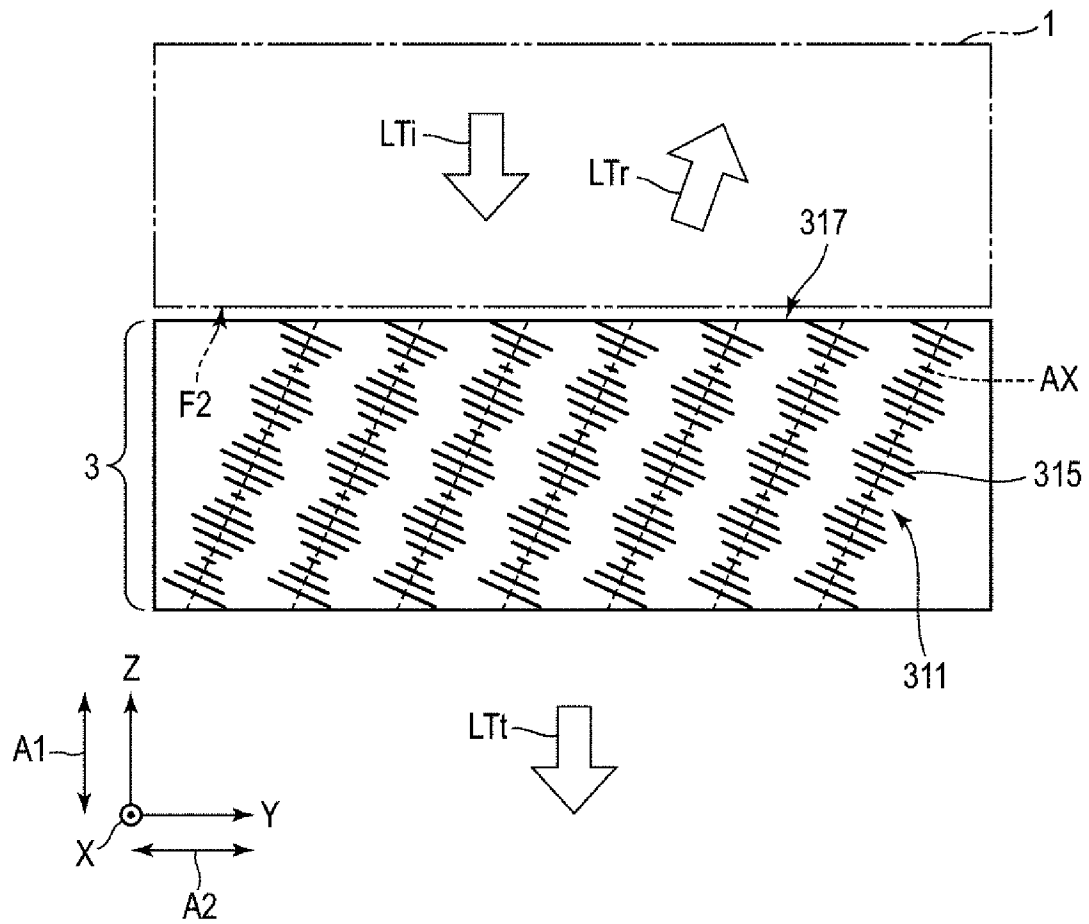
[図2]



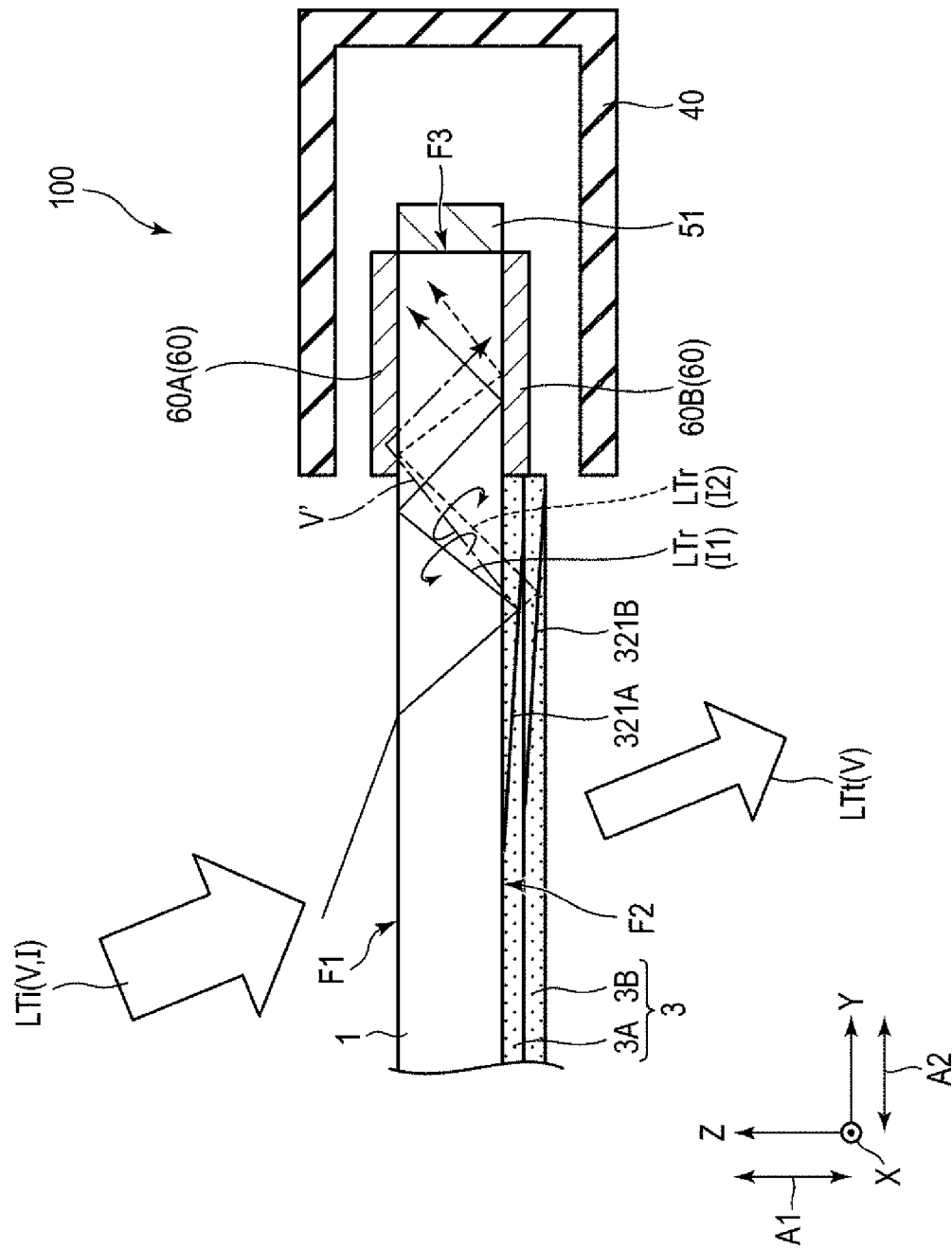
[図3]



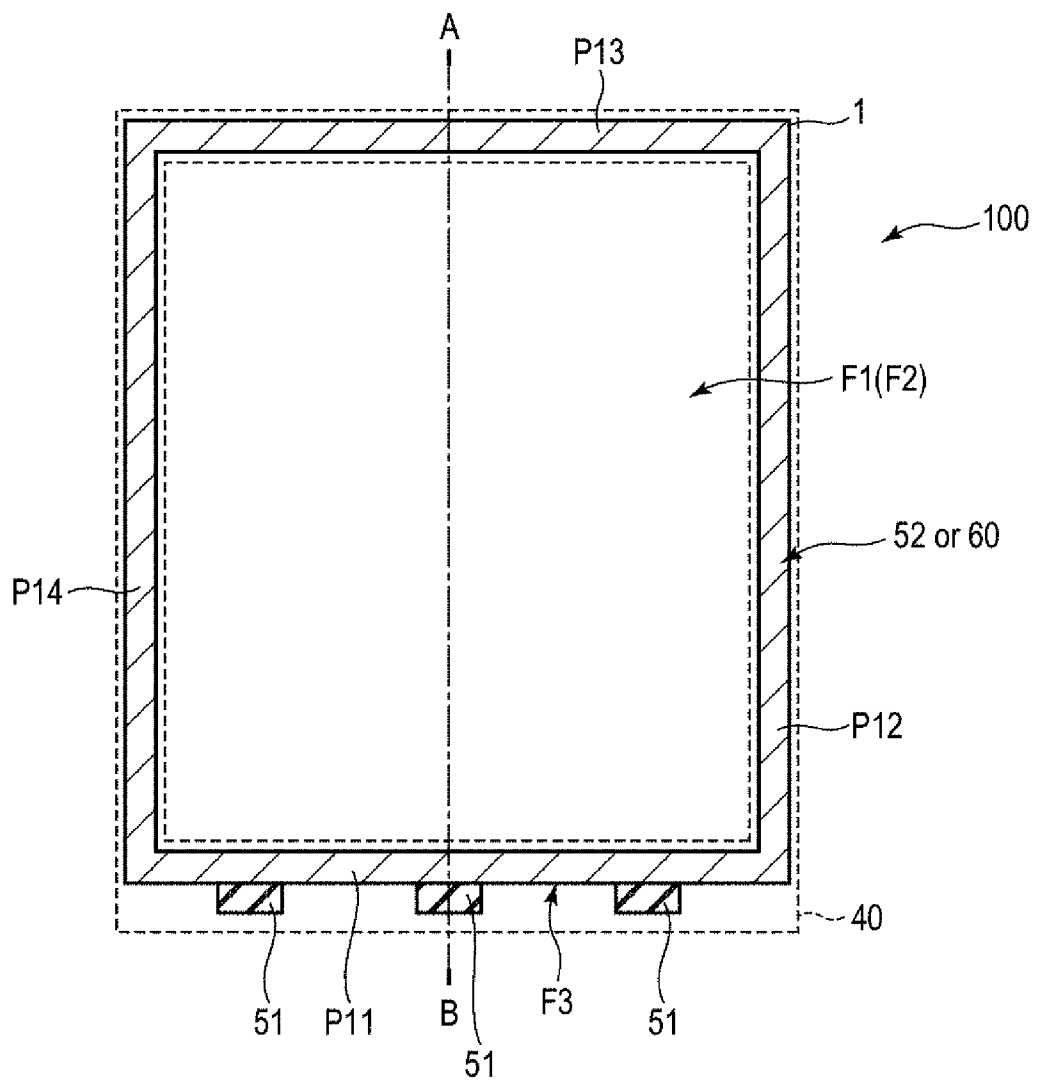
[図4]



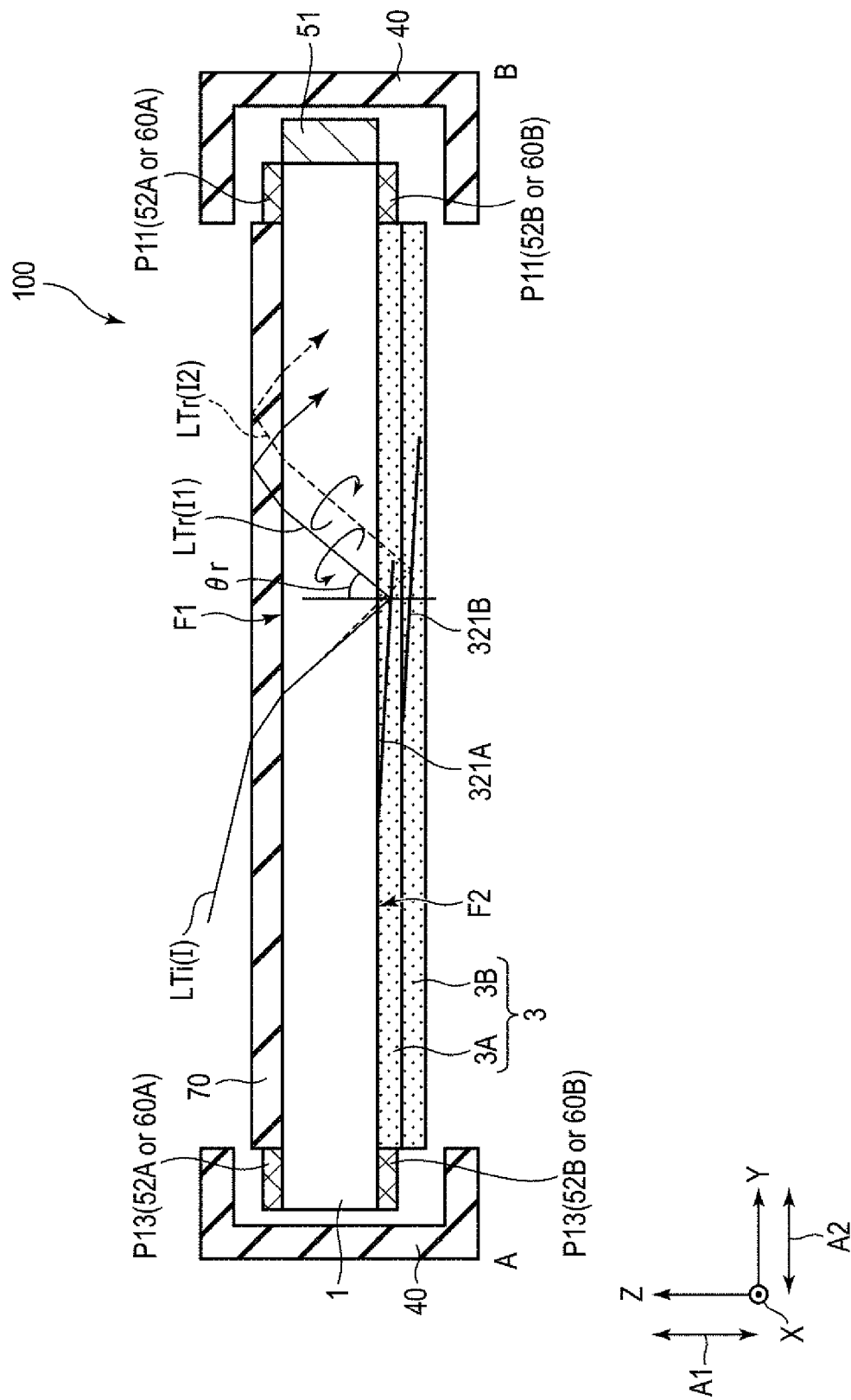
[図6]



[図7]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/019919

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 31/054(2014.01)i; **G02B 5/26**(2006.01)i; **H01L 31/075**(2012.01)i; **H01L 51/44**(2006.01)i; **H02S 40/22**(2014.01)i
 FI: H01L31/04 620; G02B5/26; H01L31/04 112A; H01L31/04 122; H01L31/06 500; H02S40/22

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)

H01L31/02-31/078; H01L51/42-51/48; H02S40/22; G02B5/26

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 1971-2022
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	CN 106788213 A (CHINA UNIVERSITY OF GEOSCIENCES (WUHAN)) 31 May 2017 (2017-05-31) paragraphs [0047]-[0059], fig. 4	1, 3-4, 8-10 2, 5-7, 11-13
X Y A	JP 2013-501353 A (PEER+ BESLOTEN VENNOOTSCHAP) 10 January 2013 (2013-01-10) paragraphs [0016]-[0017], [0037]-[0042], [0052]-[0055], [0068]-[0069], [0088]-[0092], [0094], [0126], [0128]-[0129], fig. 5-8	5, 7, 13 1, 3-4, 6, 8-12 2
Y A	WO 2012/014539 A1 (SHARP KABUSHIKI KAISHA) 02 February 2012 (2012-02-02) paragraphs [0025]-[0026], [0043], fig. 1-3	1, 3-4, 6, 8-12 2, 5, 7, 13
Y A	WO 2011/033958 A1 (SHARP KABUSHIKI KAISHA) 24 March 2011 (2011-03-24) paragraph [0036], fig. 1-4	1, 3-4, 8-10 2, 5-7, 11-13

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

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 July 2022

Date of mailing of the international search report

02 August 2022

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/JP2022/019919**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2016/182009 A1 (EGARIM CORPORATION JAPAN) 17 November 2016 (2016-11-17)	1-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/019919

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	106788213	A	31 May 2017	(Family: none)	
JP	2013-501353	A	10 January 2013	US 2012/0118381 A1	
				paragraphs [0017]-[0018],	
				[0049]-[0054], [0064]-[0067],	
				[0091]-[0092], [0131]-[0135],	
				[0137], [0174], [0176]-[0177],	
				fig. 5-8	
				WO 2011/012545 A1	
				EP 2460186 A1	
WO	2012/014539	A1	02 February 2012	(Family: none)	
WO	2011/033958	A1	24 March 2011	US 2012/0125435 A1	
				paragraph [0049], fig. 1-4	
WO	2016/182009	A1	17 November 2016	US 2018/0120483 A1	
				EP 3296774 A1	
				CN 107835950 A	

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 5/26(2006.01)i; H01L 31/075(2012.01)i; H01L 51/44(2006.01)i; H02S 40/22(2014.01)i FI: H01L31/04 620; G02B5/26; H01L31/04 112A; H01L31/04 122; H01L31/06 500; H02S40/22		
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）） H01L31/02-31/078; H01L51/42-51/48; H02S40/22; G02B5/26		
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 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	CN 106788213 A (CHINA UNIVERSITY OF GEOSCIENCES (WUHAN)) 31.05.2017 (2017 - 05 - 31) 段落[0047]-[0059], 図4	1, 3-4, 8-10 2, 5-7, 11-13
X Y A	JP 2013-501353 A (パールブリュス ベスローテン フェノーツハップ) 10.01.2013 (2013 - 01 - 10) 段落[0016]-[0017], [0037]-[0042], [0052]-[0055], [0068]-[0069], [0088]-[0092], [0094], [0126], [0128]-[0129], 図5-8	5, 7, 13 1, 3-4, 6, 8-12 2
Y A	WO 2012/014539 A1 (シャープ株式会社) 02.02.2012 (2012 - 02 - 02) 段落[0025]-[0026], [0043], 図1-3	1, 3-4, 6, 8-12 2, 5, 7, 13
☒ 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、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と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 14.07.2022		国際調査報告の発送日 02.08.2022
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

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
Y	WO 2011/033958 A1 (シャープ株式会社) 24.03.2011 (2011 - 03 - 24)	1, 3-4, 8-10
A	段落[0036], 図1-4	2, 5-7, 11-13
A	WO 2016/182009 A1 (株式会社エガリム) 17.11.2016 (2016 - 11 - 17)	1-13

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/JP2022/019919

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
CN	106788213	A	31.05.2017	(ファミリーなし)	
JP	2013-501353	A	10.01.2013	US 2012/0118381 A1	
				段落[0017]-[0018], [0049]-[0054], [0064]- [0067], [0091]-[0092], [0131]-[0135], [0137], [0174], [0176]-[0177], 図 5-8	
				WO 2011/012545 A1	
				EP 2460186 A1	
WO	2012/014539	A1	02.02.2012	(ファミリーなし)	
WO	2011/033958	A1	24.03.2011	US 2012/0125435 A1	
				段落[0049], 図1-4	
WO	2016/182009	A1	17.11.2016	US 2018/0120483 A1	
				EP 3296774 A1	
				CN 107835950 A	