



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117581386 A

(43) 申请公布日 2024. 02. 20

(21) 申请号 202280046358.0

(22) 申请日 2022.05.31

(30) 优先权数据

2021-091105 2021.05.31 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.12.28

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2022/022062 2022.05.31

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/255337 JA 2022.12.08

(71) 申请人 出光兴产株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 石内隆凤 堀口恭平 滨野干雄

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021

专利代理师 王铭浩

(51) Int.Cl.

H01L 31/0224 (2006.01)

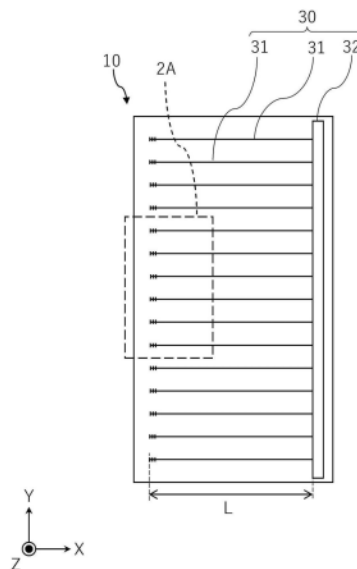
权利要求书1页 说明书8页 附图3页

(54) 发明名称

光电转换元件、太阳能电池模块和帆板

(57) 摘要

本发明提供一种对于温度变化的耐性高的光电转换元件。光电转换元件(10)具备光电转换层、与光电转换层相邻的电极层、以及与电极层相邻的集电电极(30)。集电电极(30)具有线状的第1部分(31)。在第1部分(31)的长度为L、第1部分(31)的宽度为W、第1部分(31)的厚度为D时,“ $D \times L/W$ ”小于 $2.5 \times 10^3 \mu\text{m}$ 。



1. 一种光电转换元件,其具备:
光电转换层;
与所述光电转换层相邻的电极层;以及
与所述电极层相邻的集电电极,
所述集电电极具有线状的第1部分,
在所述第1部分的长度为L、所述第1部分的宽度为W、所述第1部分的厚度为D时,“ $D \times L / W$ ”小于 $2.5 \times 10^3 \mu\text{m}$ 。
2. 根据权利要求1所述的光电转换元件,其中,所述集电电极具有多个所述第1部分和连接有多个所述第1部分的第2部分。
3. 根据权利要求1或2所述的光电转换元件,其中,“ $D \times L / W$ ”为 $2.2 \times 10^3 \mu\text{m}$ 以下。
4. 根据权利要求1~3中任一项所述的光电转换元件,其中,所述第1部分的厚度为 $12 \mu\text{m}$ 以下。
5. 根据权利要求1~4中任一项所述的光电转换元件,其中,“ L / W ”为 6.25×10^2 以下。
6. 根据权利要求1~5中任一项所述的光电转换元件,其中,所述集电电极的所述第1部分在所述第1部分的前端具有向与所述第1部分延伸的方向交叉的方向突出的突起。
7. 根据权利要求1~6中任一项所述的光电转换元件,其具有:
其它电极层,其设置于所述光电转换层的与所述电极层相反的一侧;以及
层叠体,其设置于所述其它电极层与所述电极层之间,包含所述光电转换层,
所述层叠体包含具有解理性的层。
8. 根据权利要求7所述的光电转换元件,其中,所述具有解理性的层是具有六方晶的晶体结构的层。
9. 根据权利要求1~8中任一项所述的光电转换元件,其中,所述光电转换层具有CIS系的光吸收层。
10. 一种太阳能电池模块,其具备权利要求1~9中任一项所述的光电转换元件。
11. 一种帆板,其具备权利要求10所述的太阳能电池模块。

光电转换元件、太阳能电池模块和帆板

技术领域

[0001] 本发明涉及光电转换元件、太阳能电池模块和帆板。

背景技术

[0002] 已知有将光能转换为电能的光电转换元件(专利文献1)。专利文献1中记载的光电转换元件具备包含绝缘材料的基板、形成于基板上的背面电极层、形成于背面电极层上的发电层、形成于发电层上的透明电极层、以及形成于透明电极层上的金属制的集电电极。

[0003] 在专利文献1中,集电电极具有对来自于透明电极层的电子进行集电的多个指形部、以及进一步对由指形部集电的电子进行集电的母线部。指形部形成为从母线部延伸的细长的线状。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开2009-302274号公报

发明内容

[0007] 本申请的发明人发现了如下课题:由于光电转换元件的温度变化,从而在集电电极处构成光电转换元件的层可能发生剥离。如果发生这样的剥离,则存在光电转换元件的光电转换的效率降低、或光电转换的功能丧失的可能性。

[0008] 因此,期望对于温度变化的耐性高的光电转换元件。

[0009] 一个方式的光电转换元件具备光电转换层、与上述光电转换层相邻的电极层、以及与上述电极层相邻的集电电极。上述集电电极具有线状的第1部分。在上述第1部分的长度为L、上述第1部分的宽度为W、上述第1部分的厚度为D时,“ $D \times L/W$ ”小于 $2.5 \times 10^3 \mu\text{m}$ 。

附图说明

[0010] 图1是第1实施方式的光电转换元件的示意性俯视图。

[0011] 图2是图1的区域2A附近的放大图。

[0012] 图3是沿着图2的3A-3A线的光电转换元件的示意性截面图。

[0013] 图4是具备光电转换元件的太阳能电池模块的示意性俯视图。

[0014] 图5是具备太阳能电池模块的人造卫星的示意性立体图。

具体实施方式

[0015] 以下,参照附图对实施方式进行说明。在以下的附图中,对相同或类似的部分标注相同或类似的符号。然而,应留意的是,附图是示意性的,各尺寸的比例等有时与现实不同。

[0016] 图1是第1实施方式的光电转换元件的示意性俯视图。图2是图1的区域2A附近的放大图。图3是沿着图2的3A-3A线的光电转换元件的示意性截面图。需要说明的是,在图2中,为了便于说明,未图示后述的集电电极30上的反射抑制膜40。

[0017] 本实施方式的光电转换元件10可以为薄膜型的光电转换元件。优选光电转换元件10是将光能转换为电能的太阳能电池元件。基板20例如可以由玻璃、陶瓷、树脂或金属等构成。

[0018] 光电转换元件10可以至少包含第1电极层22、第2电极层24、以及设置于第1电极层22与第2电极层24之间的层叠体25。层叠体25可以包含参与光能与电能的相互转换的光电转换层26。在将光能转换为电能的太阳能电池元件中,光电转换层26有时被称为光吸收层。

[0019] 第1电极层22和第2电极层24与光电转换层26相邻。在本说明书中,“相邻”这一术语不仅意味着两个层直接接触,还意味着两个层隔着其他层接近。

[0020] 第1电极层22设置于光电转换层26与基板20之间。第2电极层24相对于光电转换层26位于与基板20相反的一侧。因此,第1电极层22相对于光电转换层26位于与第2电极层24相反的一侧。

[0021] 在本实施方式中,第2电极层24可以由透明电极层构成。在第2电极层24由透明电极层构成的情况下,向光电转换层26入射或从光电转换层26射出的光通过第2电极层24。

[0022] 在第2电极层24由透明电极层构成的情况下,第1电极层22可以由不透明电极层构成,也可以由透明电极层构成。第1电极层22例如可以由钼、钛或铬这样的金属形成。

[0023] 在本实施方式中,作为优选的一个例子,第2电极层24可以由n型半导体形成,更具体而言,可以由具有n型的导电性且电阻比较低的材料形成。第2电极层24例如可以具备添加了III族元素(B、Al、Ga或In)作为掺杂剂的氧化金属。作为氧化金属的例子,有ZnO或SnO₂。关于第2电极层24,作为上述材料的例子或其他材料的例子,可以从In₂O₃(氧化铟)、ITO(氧化铟锡)、ITiO(氧化铟钛)、IZO(氧化铟锌)、ZTO(氧化锌锡)、FTO(氟掺杂氧化锡)、GZO(镓掺杂氧化锌)、BZO(硼掺杂氧化锌)、AZO(铝掺杂氧化锌)、氢掺杂氧化铟等中选择。第2电极层24能够兼具n型半导体和透明电极层的功能。

[0024] 光电转换层26例如可以包含p型的半导体。在具体的例子中,光电转换层26可以为例如作为多晶或微晶的p型化合物半导体层发挥功能的光电转换层。光电转换层26可以具有CIS系的光吸收层。在CIS系的光吸收层的例子中,光电转换层26由包含I族元素(Cu、Ag、Au等)、III族元素(Al、Ga、In等)和VI族元素(O、S、Se、Te等)的黄铜矿结构的I-III-VI₂族化合物半导体形成。另一方面,光电转换层26并不限于上述材料,也可以由引起光电转换的任意的材料构成。另外,光电转换层26也可以包含Li、Na、K、Rb、Cs等碱金属。

[0025] 需要注意的是,光电转换元件10的层叠结构并不限于上述方式,可以采用各种方式。例如,光电转换元件10可以具有n型半导体和p型半导体这两者被夹在第1电极层与第2电极层之间的构成。在该情况下,第2电极层可以由n型半导体构成。另外,光电转换元件10不限于p-n结型的结构,也可以具有在n型半导体与p型半导体之间包含本征半导体层(i型半导体)的p-i-n结型的结构。

[0026] 层叠体25可以根据需要在光电转换层26与第2电极层24之间具有第2缓冲层28。在该情况下,第2缓冲层28可以是具有与第2电极层24相同的导电类型的半导体材料,或者可以是具有与第2电极层24不同的导电类型的半导体材料。第2缓冲层28可以由电阻比第2电极层24的电阻高的材料构成。

[0027] 在CIS系的光电转换元件中,第2缓冲层28例如可以为Zn系缓冲层、Cd系缓冲层或In系缓冲层。Zn系缓冲层例如可以为ZnS、ZnO、Zn(OH)₂或ZnMgO、它们的混合物、混晶或层叠

体。Cd系缓冲层例如可以为CdS、CdO或 $\text{Cd}(\text{OH})_2$ 、它们的混合物、混晶或层叠体。In系缓冲层例如可以为 In_2S_3 、 In_2O_3 或 $\text{In}(\text{OH})_3$ 、它们的混合物、混晶或层叠体。

[0028] 层叠体25可以根据需要在光电转换层26与第1电极层22之间具有第1缓冲层27。在该情况下,第1缓冲层27可以是具有与第1电极层22相同的导电类型的半导体材料,也可以是具有与第1电极层22不同的导电类型的半导体材料。第1缓冲层27可以由电阻比第1电极层22的电阻高的材料构成。

[0029] 第1缓冲层27没有特别限定,例如可以是包含具有层状结构的过渡金属元素的硫族化合物化合物的层。具体而言,第1缓冲层27可以由Mo、W、Ti、V、Cr、Nb、Ta等过渡金属材料与O、S、Se等硫族元素形成的化合物构成。第1缓冲层27例如可以为 $\text{Mo}(\text{Se}, \text{S})_2$ 层、 MoSe_2 层、 MoS_2 层或 Cr_xTaS_2 层等。上述具有层状结构的层是具有解理性的层。该具有解理性的层可以是具有六方晶的晶体结构的层。

[0030] 光电转换元件10具备与第2电极层24相邻的集电电极30。集电电极30对来自于第2电极层24的电荷载流子进行集电,由导电材料形成。集电电极30可以与第2电极层24直接接触。集电电极30可以具有实质上线状的第1部分31和与第1部分31连接的第2部分32。

[0031] 集电电极30(第1部分31和第2部分32)可以由导电性比构成第2电极层24的材料的导电性高的材料构成。集电电极30(第1部分31和第2部分32)例如可以由选自Ni、Mo、Ti、Cr、Al、Ag、Cu、Au等中的1种或多种材料构成。集电电极30也可以是由上述材料的组合构成的合金、层叠体。

[0032] 在图示的方式中,实质上线状的第1部分31沿着一个方向(图的X方向)笔直地延伸。另一方面,第1部分31也可以呈波浪线状或锯齿形的折线状延伸。在本说明书中,“线状”这一术语不仅限于直线,其根据包含波浪线、折线等细长的弯曲的线在内的概念进行规定。

[0033] 集电电极30的第1部分31可以在第1方向(图的Y方向)上排列设置多个。多个第1部分31可以连接于同一第2部分32。

[0034] 集电电极30的第1部分31可以在与第2部分32相反侧的端部具有向与线状的第1部分31延伸的方向交叉的方向(图的Y方向)突出的1个或多个突起31a。第1部分31的端部(自由端)的区域通过突起31a而扩展,因此能够使在第1部分31的端部(自由端)的区域产生的热应力分散。在图示的方式中,多个突起31a设置于第1部分31的端部(自由端)的区域。

[0035] 集电电极30的第2部分32可以在第1方向(图的Y方向)上延伸。第2部分32可以在第1部分31的端部与第1部分31连接。在该情况下,多个第1部分31可以从第2部分32沿着第2方向延伸。需要说明的是,第2方向是与上述的第1方向交叉的方向(图的X方向)。

[0036] 集电电极30的第2部分32可以在第1方向(图的Y方向)上实质上从光电转换元件10的一端附近延伸至另一端附近。集电电极30的第2部分32可以比各个第1部分31大。例如,图的X方向上的第2部分32的宽度可以大于图的Y方向上的第1部分31的宽度。

[0037] 另外,光电转换元件10可以具有抑制光的反射的反射抑制膜40。反射抑制膜40例如可以设置于集电电极30上和未形成集电电极30的第2电极层24上这两者上。

[0038] 本申请的发明人发现,根据集电电极30的第1部分31的长度、宽度和厚度的设计,光电转换元件会在集电电极30的第1部分31的自由端处因温度循环试验而被剥离即被破坏。从这样的观点出发,发明人发现了与集电电极30的第1部分31的长度、宽度和厚度相关的优选条件。以下,对该条件进行说明。

[0039] 以下,将沿着第1部分31延伸的方向(图的X方向)的第1部分31的长度设为“L”。具体而言,第1部分31的长度L由从第1部分31的与第2部分32的连接部分到第1部分31的与第2部分32相反的一侧的第1部分31的端部为止的距离所规定。

[0040] 另外,将与第1部分31延伸的方向交叉的方向(图的Y方向)上的第1部分31的宽度设为“W”。需要说明的是,宽度W也可以是不包含上述突起31 a的部分的宽度。另外,将第1部分31的厚度设为“D”。

[0041] 集电电极30的第1部分31因温度变化而发生热膨胀/热收缩。第1部分31的一端固定于比较大的第2部分32(固定端)。因此,第1部分31的另一个端部(自由端)比较自由地热膨胀·热收缩。即,认为在集电电极30的第1部分31产生的热应力的影响集中于第1部分31的自由端。

[0042] 此外,认为该热应力的集中也影响第1部分31的宽度W。即,如果第1部分31的宽度W小,则第1部分31的面积变小,因此热应力相应地集中于局部的区域。因此,第1部分31的自由端附近的热应力的集中程度(密度)与第1部分31的长度L和宽度W之比(以下,称为“纵横比L/W”)大致成比例。

[0043] 在此,已知在薄膜中产生的热应力与膜厚成比例。因此,在集电电极30的第1部分31产生的热应力也与厚度D成比例。因此,可知第1部分31的自由端附近的热应力的集中程度(密度)大致由“ $D \times L/W$ ”这样的指标表现。

[0044] 从以上的观点出发,“ $D \times L/W$ ”的值越小,在集电电极30的第1部分31的自由端处对于温度变化的耐久性越能够提高。从该观点出发,在本实施方式中,“ $D \times L/W$ ”小于 $2.5 \times 10^3 \mu\text{m}$,例如可以为 $2.4 \times 10^3 \mu\text{m}$ 以下。优选“ $D \times L/W$ ”为 $2.2 \times 10^3 \mu\text{m}$ 以下。更优选“ $D \times L/W$ ”为 $1.8 \times 10^3 \mu\text{m}$ 以下。进一步优选“ $D \times L/W$ ”为 $1.4 \times 10^3 \mu\text{m}$ 以下。由此,如以下详细说明的那样,能够提供对于温度变化的耐性高的光电转换元件。需要说明的是,“ $D \times L/W$ ”的下限值没有特别限制,“ $D \times L/W$ ”例如大于0即可。

[0045] 另外,从抑制上述的第1部分31的与纵横比相应的热应力的集中本身观点出发,“L/W”例如可以为 6.25×10^2 以下。优选“L/W”为 5.6×10^2 以下。更优选“L/W”为 5.0×10^2 以下。进一步优选“L/W”为 4.4×10^2 以下。更进一步优选“L/W”为 3.6×10^2 以下。然而,需要留意的是,“L/W”的值以不超过上述“ $D \times L/W$ ”的上限值的方式设定。需要说明的是,“L/W”没有特别限定,例如可以大于1.0。

[0046] 另外,从抑制上述第1部分31的与厚度D相应的热应力的观点出发,第1部分31的厚度D例如可以为 $12 \mu\text{m}$ 以下。优选第1部分31的厚度D为 $8 \mu\text{m}$ 以下。更优选第1部分31的厚度D为 $6 \mu\text{m}$ 以下。进一步优选第1部分31的厚度D为 $4 \mu\text{m}$ 以下。然而,需要留意的是,第1部分31的厚度D以不超过上述“ $D \times L/W$ ”的上限值的方式设定。需要说明的是,第1部分31的厚度D的下限值没有特别限制,厚度D例如大于 $0 \mu\text{m}$ 即可。

[0047] [温度循环试验]

[0048] 接下来,对具有集电电极的光电转换元件进行温度循环试验,对结果进行说明。温度循环试验中使用的光电转换元件的构成如图3所示。在温度循环试验所使用的光电转换元件中,光电转换层26为CIS系的光吸收层,第1电极层22由钼形成,第1缓冲层27为Mo (Se, S)₂层,第2电极层24为透明电极层。

[0049] 另外,集电电极30(第1部分31和第2部分32)由镍和银的层叠体形成。构成集电电

极30的镍的厚度为10nm。构成集电电极30的镍和银的合计的厚度、即上述的厚度D如以下的表1所示那样按每个样品(条件)而改变。

[0050] 另外,如以下的表1所示,准备包含具有长度L、宽度W相互不同的第1部分31的集电电极30的光电转换元件,进行基于第1部分31的长度L、宽度W和厚度D的不同的温度循环试验。需要说明的是,第1部分31的长度L由从第1部分31的与第2部分32的连接部分到第1部分31的与第2部分32相反的一侧的第1部分31的端部为止的距离所规定。

[0051] (表1)

条件	长度 L (μm)	线宽 W (μm)	厚度 D (μm)	纵横比 L/W	D \times L/W (μm)
1	2.6×10^4	100	2	2.6×10^2	5.2×10^2
2	3.6×10^4	100	2	3.6×10^2	7.2×10^2
3	1.8×10^4	100	4	1.8×10^2	7.2×10^2
4	2.6×10^4	100	4	2.6×10^2	1.0×10^3
5	1.8×10^4	50	4	3.6×10^2	1.4×10^3
6	3.6×10^4	100	4	3.6×10^2	1.4×10^3
7	2.6×10^4	100	6	2.6×10^2	1.6×10^3
8	3.6×10^4	100	6	3.6×10^2	2.2×10^3
9	3.6×10^4	100	7	3.6×10^2	2.5×10^3
10	3.6×10^4	50	4	7.2×10^2	2.9×10^3

[0052] [0053] 接下来,将包含具有上述条件的集电电极的光电转换元件配置于不锈钢制的网状的容器(以下,简称为“容器”)内。需要说明的是,在容器的底部安装有温度计(热电偶)。对于收纳有光电转换元件的容器,在氮气氛下,按照以下的步骤进行温度循环试验。需要说明的是,在以下的说明中,Fluorinert被用作热浴,液氮被用作冷浴。

[0054] (1) 首先,将收纳有光电转换元件的容器浸渍在135℃的热浴中,在热浴中放置直至温度计(热电偶)显示125℃以上的温度。

[0055] (2) 如果热电偶显示125℃以上的温度,则将容器从热浴中取出,将容器浸渍于-196℃的冷浴中。然后将容器放置在冷浴中,直至热电偶显示-195℃以下的温度。

[0056] (3) 如果热电偶显示-195℃以下的温度,则将容器从冷浴中取出,将容器再次浸渍于135℃的热浴中。然后将容器放置在热浴中,直至热电偶显示125℃以上的温度。

[0057] (4) 将上述(2)和(3)中说明的动作规定为1个循环,进行合计500次循环的动作。

[0058] (5) 如果500次循环的加热和冷却的工艺结束,则从热浴中取出容器,将容器在氮气氛下缓慢冷却至室温。

[0059] (6) 然后,观察光电转换元件的集电电极及其附近,调查构成光电转换元件的层是否在集电电极处剥离。

[0060] 将温度循环试验的结果示于以下的表2。

[0061] (表2)

[0062]	条件	$0 \times L/W (\mu\text{m})$	剥离
	1	5.2×10^2	无
	2	7.2×110^2	无
	3	7.2×10^2	无
	4	1.0×10^3	无
	5	1.4×10^3	无
	6	1.4×10^3	无
	7	1.6×10^3	无
	8	2.2×10^3	无
	9	2.5×10^3	有
	10	2.9×10^3	有

[0063] 根据表2所示的结果可知,在“ $D \times L/W$ ”为 $2.9 \times 10^3 \mu\text{m}$ 时,构成层叠体25的层在集电电极30的第1部分31处剥离。“ $D \times L/W$ ”为 $1.4 \times 10^3 \mu\text{m}$ 以下时,未观察到这样的剥离。

[0064] 在此,在日本产业标准“JIS C 8991:2011”中,规定了与设置于地上的薄膜太阳能电池模块相关的温度循环试验的条件。在JIS C 8991:2011中,在将 -40°C 至 85°C 的温度变化进行200次循环的条件下进行温度循环试验。因此,上述实验中进行的温度循环试验与日本产业标准“JIS C 8991:2011”相比,相当于对光电转换元件赋予的条件更加严苛的试验。

[0065] 因此,在光电转换元件的通常的使用环境下,即使“ $D \times L/W$ ”为小于 $2.5 \times 10^3 \mu\text{m}$ 的数值范围,也能够设想充分地具有对于温度变化的耐性。

[0066] 因此,可知“ $D \times L/W$ ”小于 $2.5 \times 10^3 \mu\text{m}$,例如可以为 $2.4 \times 10^3 \mu\text{m}$ 以下。根据表2所示的结果可知,如果“ $D \times L/W$ ”为 $2.2 \times 10^3 \mu\text{m}$ 以下,则能够更可靠地提供对于温度变化的耐性高的光电转换元件。

[0067] 另外,如果为能够耐受如上所述的更高的温度变化的光电转换元件,则还能够适宜地用作搭载于汽车、飞行器那样的移动体的移动体用的光电转换元件、例如在100km以上的高度、宇宙那样的环境下使用的宇宙用或人造卫星用的光电转换元件。

[0068] 在上述的温度循环试验中,可知在“ $D \times L/W$ ”为 $2.9 \times 10^3 \mu\text{m}$ 时,构成层叠体25的层从集电电极30的第1部分31的前端(自由端)开始剥离,从该自由端进行剥离。可知该剥离发生在 $\text{Mo}(\text{Se}, \text{S})_2$ 层与CIS系的光吸收层的界面处。在此, $\text{Mo}(\text{Se}, \text{S})_2$ 层是具有六方晶的晶体结构的层,具有解理性。即,认为由于 $\text{Mo}(\text{Se}, \text{S})_2$ 层是强度比较弱的层,所以在 $\text{Mo}(\text{Se}, \text{S})_2$ 层处发生了剥离。

[0069] 根据上述的温度循环试验可知,即使在层叠体30包含具有这样的解理性的层的情况下,通过适当地设定集电电极30的第1部分31的厚度D、长度L和宽度W的条件,也能够抑制构成层叠体30的层的剥离。

[0070] 因此,上述的与“ $D \times L/W$ ”相关的条件能够适用于包含具有解理性的层的光电转换元件。

[0071] 接下来,对具备光电转换元件的太阳能电池模块进行说明。图4是具备光电转换元件的太阳能电池模块的示意性俯视图。太阳能电池模块100可以具备1个或多个光电转换元件10。需要说明的是,在图4中示出了具备多个光电转换元件10的光电转换模块100。1个或多个光电转换元件10例如可以由密封材料密封。

[0072] 在光电转换模块100具备多个光电转换元件10的情况下,多个光电转换元件10可以在至少1个方向上排列,优选可以排列成点阵状。在该情况下,多个光电转换元件10可以相互串联和/或并联地电连接。

[0073] 在图4所示的例子中,光电转换元件10以彼此部分重叠的方式配置。沿一个方向排列的光电转换元件10中的彼此相邻的光电转换元件10彼此部分重叠。具体而言,如图4所示,某个光电转换元件10可以以覆盖与其相邻的光电转换元件10的集电电极30的第2部分32的方式配置。在该情况下,光电转换元件10被电连接至与其相邻的光电转换元件10的集电电极30的第2部分32。

[0074] 代替图4所示的方式,彼此相邻的光电转换元件10也可以彼此隔开间隔地配置。在该情况下,光电转换模块100可以具备将某个光电转换元件10的集电电极30的第2部分32和与其相邻的光电转换元件10电连接的未图示的导电性的互连器。

[0075] 接下来,对具备太阳能电池模块的人造卫星和人造卫星用的帆板进行说明。图5是具备太阳能电池模块的人造卫星的示意性立体图。人造卫星900可以具有基部910和帆板920。基部910可以具备人造卫星900的控制等所需的未图示的设备。天线940可以安装于基部910。

[0076] 帆板920可以具备上述太阳能电池模块100。具备太阳能电池模块100的帆板920可以作为用于使设置于基部910的各种设备动作的电源来利用。这样,太阳能电池模块100能够适用于人造卫星用的帆板。特别是,人造卫星用的帆板920在人造卫星的发射时和运用时暴露于高温环境和剧烈的温度变化环境,因此优选利用具备对于上述的温度变化具有高耐性的光电转换元件10的太阳能电池模块100。

[0077] 帆板920可以具有连接部922和铰接部924。连接部922相当于使帆板920与基部910连接的部分。

[0078] 铰接部924沿着一个方向延伸,能够以铰接部924为旋转轴将帆板920折弯。每个帆板920可以具有至少1个铰接部924,优选具有多个铰接部924。由此,具备太阳能电池模块100的帆板920被构成为能够折叠至较小。在发射人造卫星900时,帆板920可以处于折叠状态。帆板920只要在接受太阳光而进行发电时展开即可。

[0079] 代替图5所示那样的结构,帆板920也可以具有通过卷绕而形成的圆筒状的形状。由此,帆板920可以通过卷绕的部分的旋转而采取大致平坦状的展开状态。在发射人造卫星900时,帆板920可以维持大致圆筒状的形状。帆板920在接受太阳光而进行发电时以成为大致平坦的状态的方式展开即可。

[0080] 如上所述,通过实施方式公开了本发明的内容,但不应理解为构成本公开内容的一部分的论述和附图限定本发明。根据本发明,本领域技术人员可以明确各种替代的实施方式、实施例和运用技术。因此,本发明的技术范围仅由根据上述的说明而言妥当的请求保护的发明技术特征来确定。

[0081] 在图示的方式中,集电电极30设置于第2电极层24上。另一方面,集电电极30也可以设置在光电转换层26与第2电极层24之间。

[0082] 在上述实施方式中,第2电极层24由透明电极层构成。另一方面,第1电极层22也可以由透明电极层构成。在该情况下,第2电极层24可以由透明电极层构成,也可以由不透明电极层构成。

[0083] 另外,在图示的方式中,形成于同一光电转换元件的全部集电电极30的第1部分31具有相同的长度L、宽度W和厚度D。另一方面,形成于同一光电转换元件的多个第1部分31也可以具有相互不同的长度L、宽度W和厚度D。在该情况下,优选多个第1部分31中的至少一部分、优选全部满足上述的与长度L、宽度W和厚度D相关的条件。

[0084] 另外,在本实施方式中,以薄膜型的光电转换元件为例进行了说明,但本发明不限于此,也可以尽可能地应用于晶体型的光电转换元件。即使是晶体型的光电转换元件,通过如上述那样设定与集电电极30的第1部分31的长度L、宽度W和厚度D相关的条件,也能够缓和热应力所导致的影响。当然,从抑制层叠体25的剥离的观点出发,本发明特别优选应用于薄膜型的光电转换元件。

[0085] 在上述实施方式中,集电电极30的第1部分31具有突起31 a。作为其替代方案,集电电极30的第1部分31也可以是不具有突起31 a的大致线状的形状。

[0086] 在图示的方式中,集电电极30的第1部分31从第2部分32起仅向一个方向延伸。作为其替代方案,多个第1部分31也可以从第2部分32起向相互不同的方向延伸。例如,多个第1部分31向相互相反的方向延伸。另外,某个第1部分31也可以在相对于其他第1部分31倾斜的方向上延伸。

[0087] 在图示的方式中,集电电极30的第2部分32在Y方向上笔直地延伸。作为其替代方案,集电电极30的第2部分32也可以呈波浪线状或锯齿形的折线状延伸。

[0088] 本申请主张基于2021年5月31日申请的日本专利申请2021-091105号的优先权,该专利申请的全部内容通过参照而援引于此。

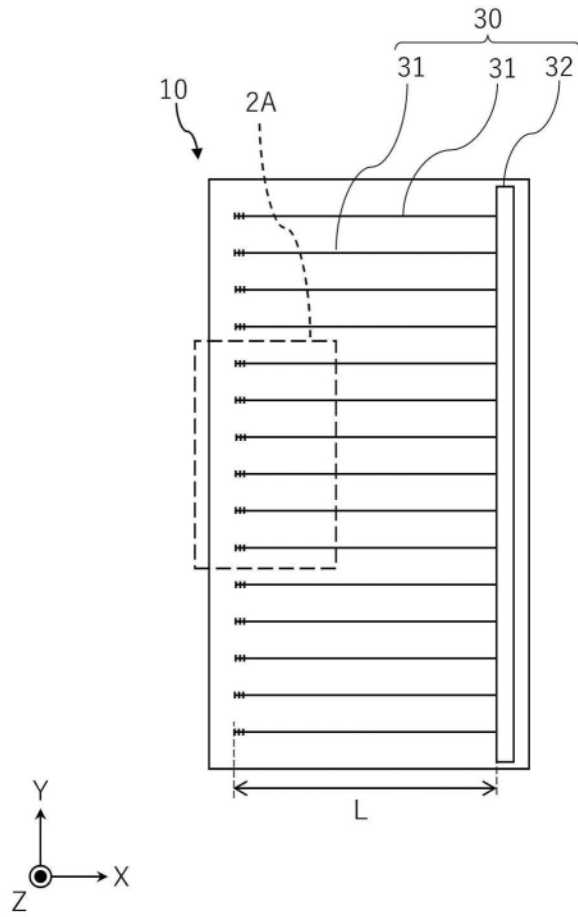


图1

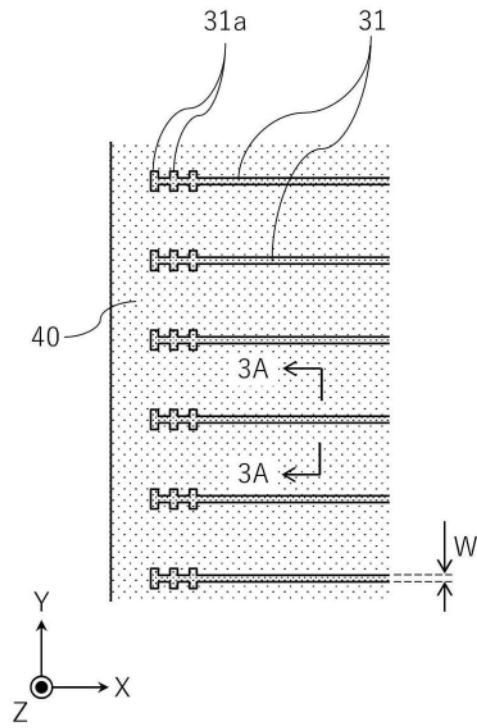


图2

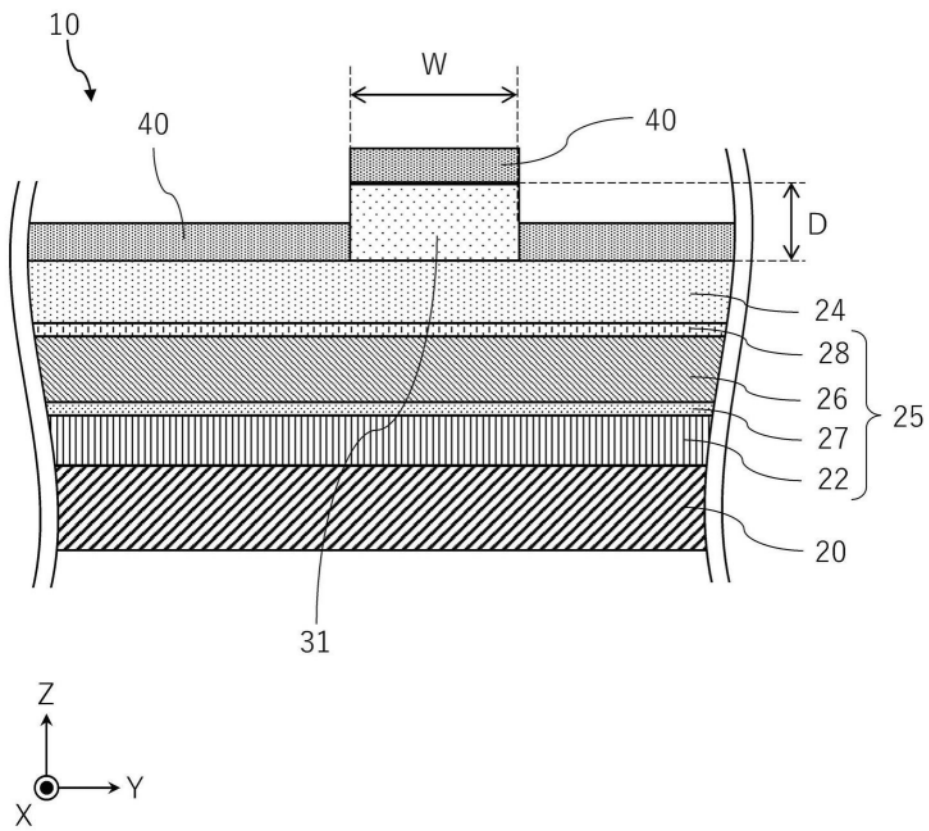


图3

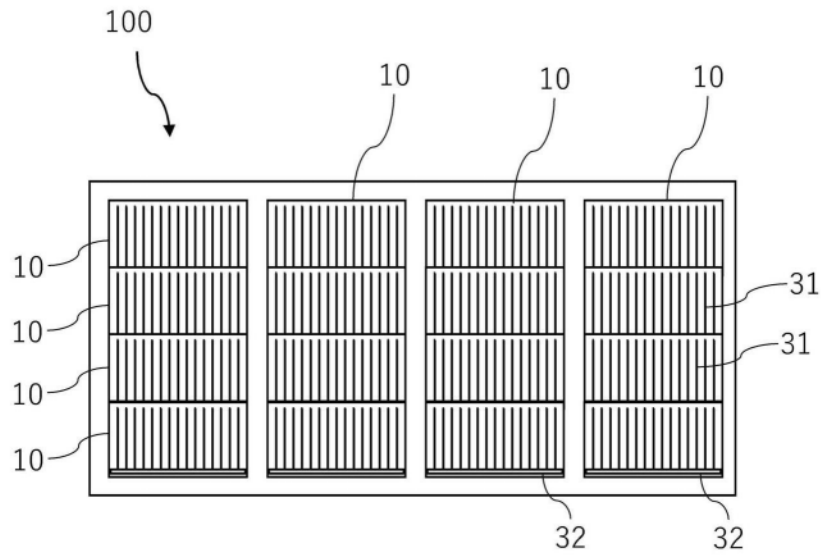


图4

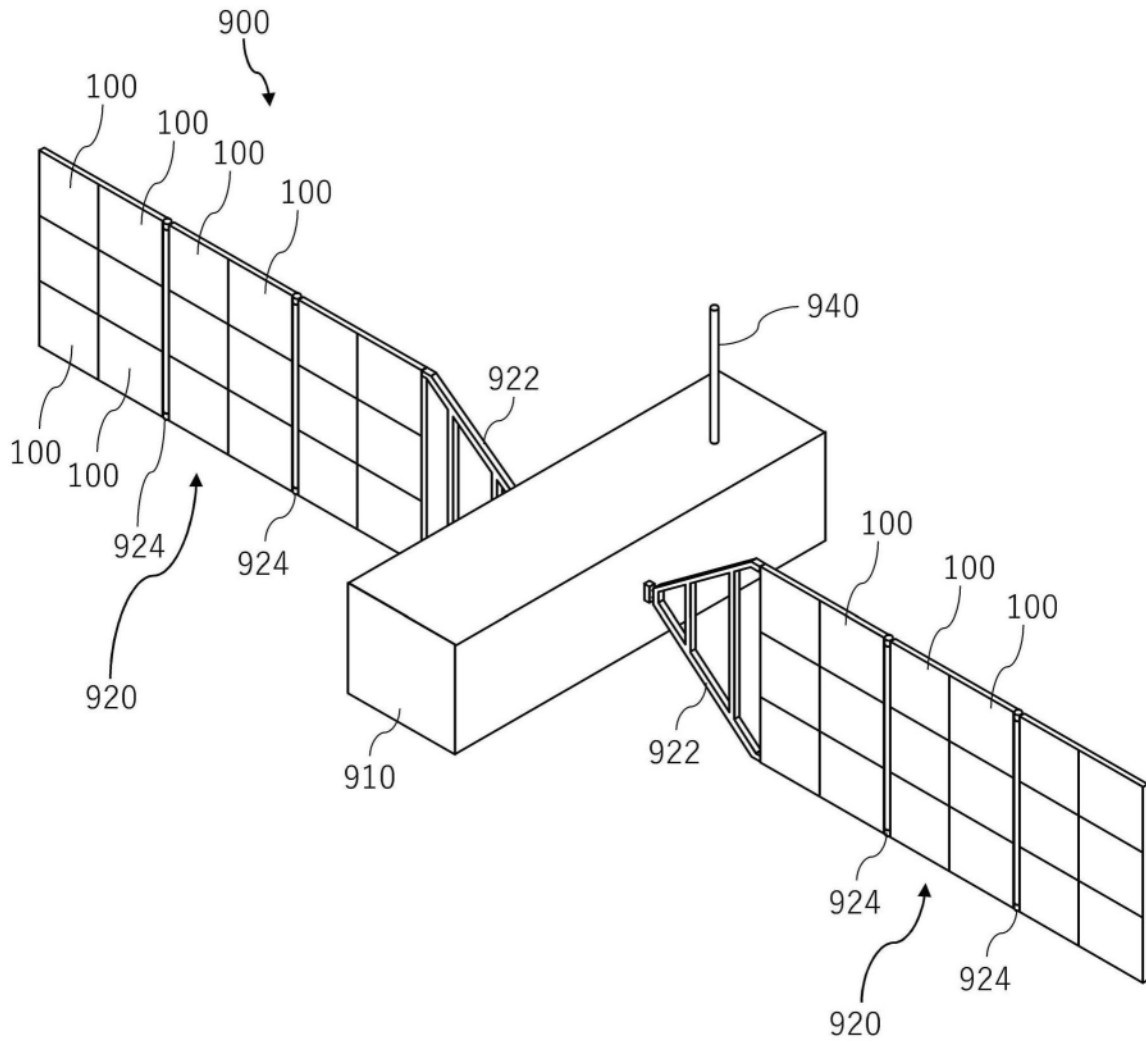


图5