



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105576047 A

(43) 申请公布日 2016. 05. 11

(21) 申请号 201510710710. 8

(22) 申请日 2015. 10. 28

(30) 优先权数据

2014-219330 2014. 10. 28 JP

(71) 申请人 株式会社东芝

地址 日本东京都

(72) 发明人 李永芳

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 徐殿军

(51) Int. Cl.

H01L 31/0216(2014. 01)

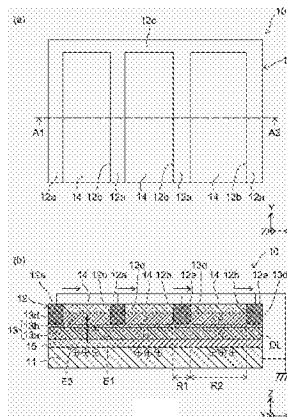
权利要求书2页 说明书13页 附图8页

(54) 发明名称

太阳能电池、太阳能电池面板以及太阳能电池薄膜

(57) 摘要

提供提高了光电变换效率的太阳能电池、太阳能电池面板以及太阳能电池薄膜。根据实施方式,提供具备第1电极、光电变换膜、第2电极、以及第1驻极体的太阳能电池。所述光电变换膜设置在所述第1电极之上。所述光电变换膜包括第1导电型的第1半导体层、以及设置在所述第1半导体层之上的第2导电型的第2半导体层。所述第1半导体层和所述第2半导体层产生内置电场。所述第2电极设置在所述光电变换膜之上。所述第1驻极体与所述光电变换膜在所述第1半导体层与所述第2半导体层的层叠方向上排列,产生朝向与所述内置电场相同的一侧的外部电场。



1. 一种太阳能电池,具备:  
第 1 电极;  
光电变换膜,设置在所述第 1 电极之上,包括第 1 导电型的第 1 半导体层、以及设置在所述第 1 半导体层之上的第 2 导电型的第 2 半导体层,所述第 1 半导体层和所述第 2 半导体层产生内置电场;  
第 2 电极,设置在所述光电变换膜之上;以及  
第 1 驻极体,与所述光电变换膜在所述第 1 半导体层与所述第 2 半导体层的层叠方向上排列,产生朝向与所述内置电场相同的一侧的外部电场。
2. 如权利要求 1 所述的太阳能电池,  
所述第 1 驻极体具有光透射性,设置在所述光电变换膜之上,  
所述第 1 驻极体所保持的电荷的极性与所述第 1 半导体层的多数载流子的电荷的极性相同。
3. 如权利要求 2 所述的太阳能电池,  
所述第 2 电极具有多个导电部,  
所述多个导电部在相对于所述层叠方向垂直的第 1 方向上延伸,在相对于所述层叠方向以及所述第 1 方向垂直的第 2 方向上排列,  
所述第 1 驻极体设置在所述多个导电部之间。
4. 如权利要求 1 所述的太阳能电池,  
所述第 1 驻极体设置在所述第 1 电极与所述光电变换膜之间,  
所述第 1 驻极体所保持的电荷的极性与所述第 2 半导体层的多数载流子的电荷的极性相同。
5. 如权利要求 1 所述的太阳能电池,  
还具备第 2 驻极体,该第 2 驻极体与所述光电变换膜在相对于所述层叠方向垂直的方向上排列。
6. 如权利要求 1 所述的太阳能电池,  
还具备设置在所述光电变换膜之上的光学层,  
所述光学层具有设有凹凸的上表面。
7. 如权利要求 1 所述的太阳能电池,  
还具备在所述光电变换膜的一部分之上设置的绝缘性的保护层,  
所述第 2 电极设置在所述光电变换膜的没有被所述保护层覆盖的部分之上。
8. 如权利要求 1 所述的太阳能电池,  
所述第 2 半导体层具有在所述层叠方向上与所述第 2 电极重叠的第 1 区域、以及在所述层叠方向上不与所述第 2 电极重叠的第 2 区域,  
所述第 1 区域中包含的杂质的浓度比所述第 2 区域中包含的杂质的浓度高。
9. 一种太阳能面板,具备:  
基板;以及  
权利要求 1 ~ 8 中任一项所述的多个太阳能电池,在所述基板上排列设置,相互电连接。
10. 一种太阳能电池薄膜,具备:

---

具有可挠性的基板 ;以及  
设置在所述基板之上的权利要求 1 ~ 8 中任一项所述的太阳能电池。

## 太阳能电池、太阳能电池面板以及太阳能电池薄膜

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请基于 2014 年 10 月 28 日提出的日本在先申请第 2014-219330 号并要求优先权,该申请的全部内容通过引用记入本申请中。

### 技术领域

[0003] 实施方式一般涉及太阳能电池、太阳能电池面板以及太阳能电池薄膜。

### 背景技术

[0004] 有进行将太阳光等的光变换为电能的光电变换的太阳能电池。太阳能电池例如作为将多个太阳能电池连接而成的太阳能电池面板、具有可挠性的太阳能电池薄膜而被利用。太阳能电池希望提高光电变换的变换效率。

### 附图说明

[0005] 图 1(a) 以及图 1(b) 是表示第 1 实施方式的太阳能电池的示意图。

[0006] 图 2(a) ~ 图 2(e) 是示意地表示第 1 实施方式的太阳能电池的制造工序的截面图。

[0007] 图 3(a) 以及图 3(b) 是示意地表示第 2 实施方式的太阳能电池的截面图。

[0008] 图 4(a) ~ 图 4(c) 是示意地表示第 3 实施方式的太阳能电池的截面图。

[0009] 图 5 是示意地表示第 4 实施方式的太阳能电池的截面图。

[0010] 图 6 是示意地表示第 5 实施方式的太阳能电池的截面图。

[0011] 图 7(a) ~ 图 7(c) 是示意地表示第 6 实施方式的太阳能电池的截面图。

[0012] 图 8 是示意地表示第 7 实施方式的太阳能电池薄膜的截面图。

[0013] 图 9 是示意地表示第 8 实施方式的太阳能电池面板的俯视图。

[0014] 附图标记说明

[0015] 10、20、22、30 ~ 32、40、50、60 ~ 62……太阳能电池,10w……加工体,11……第 1 电极,12……第 2 电极,13……光电变换膜,13a……第 1 半导体层,13b……第 2 半导体层,13d……重掺杂层,14……驻极体(第 1 驻极体),15……导电层,16……抗蚀剂膜,25……防反射膜,35……光学层,45……保护层,64……驻极体(第 2 驻极体),100……太阳能电池薄膜,110……基板,200……太阳能电池面板,210……基板,E1……内置电场,E2……外部电场

### 具体实施方式

[0016] 根据本发明的实施方式,提供具备第 1 电极、光电变换膜、第 2 电极以及第 1 驻极体的太阳能电池。所述光电变换膜设置在所述第 1 电极之上。所述光电变换膜包括第 1 导电型的第 1 半导体层、以及设置在所述第 1 半导体层之上的第 2 导电型的第 2 半导体层。所述第 1 半导体层和所述第 2 半导体层产生内置电场。所述第 2 电极设置在所述光电变换膜

之上。所述第 1 驻极体与所述光电变换膜在所述第 1 半导体层和所述第 2 半导体层的层叠方向上排列,产生朝向与所述内置电场相同的一侧的外部电场。

[0017] 根据其他实施方式,提供太阳能电池面板,具备基板和在所述基板上排列设置且相互电连接的多个太阳能电池,所述多个太阳能电池分别包括:第 1 电极;光电变换膜,设置在所述第 1 电极之上,包括第 1 导电型的第 1 半导体层和设置在所述第 1 半导体层之上的第 2 导电型的第 2 半导体层,所述第 1 半导体层和所述第 2 半导体层产生内置电场;第 2 电极,设置在所述光电变换膜之上;以及第 1 驻极体,与所述光电变换膜在所述第 1 半导体层和所述第 2 半导体层的层叠方向上排列,产生朝向与所述内置电场相同的一侧的外部电场。

[0018] 根据其他实施方式,提供太阳能电池薄膜,具备具有可挠性的基板和设置在所述基板上的太阳能电池,该太阳能电池包括:第 1 电极;光电变换膜,设置在所述第 1 电极之上,包括第 1 导电型的第 1 半导体层和设置在所述第 1 半导体层之上的第 2 导电型的第 2 半导体层,所述第 1 半导体层和所述第 2 半导体层产生内置电场;第 2 电极,设置在所述光电变换膜之上;以及第 1 驻极体,与所述光电变换膜在所述第 1 半导体层和所述第 2 半导体层的层叠方向上排列,产生朝向与所述内置电场相同的一侧的外部电场。

[0019] 以下,参照附图对各实施方式进行说明。

[0020] 另外,附图是示意的或者是概念性的,各部分的厚度与宽度的关系、部分间的大小的比率等不一定与现实的结构相同。此外,即使是表示相同部分的情况,也有附图中表示为彼此的尺寸或比率不同的情况。

[0021] 另外,在本申请说明书和各图中,对于与关于已出现过的图说明的要素相同的要素赋予相同的附图标记,并适当省略详细的说明。

[0022] (第 1 实施方式)

[0023] 图 1(a) 以及图 1(b) 是表示第 1 实施方式的太阳能电池的示意图。

[0024] 图 1(a) 是太阳能电池 10 的示意的俯视图,图 1(b) 是太阳能电池 10 的示意的截面图。图 1(b) 示意地表示图 1(a) 的 A1 - A2 线截面。

[0025] 如图 1(a) 以及图 1(b) 所示,太阳能电池 10 具备第 1 电极 11、第 2 电极 12、光电变换膜 13 以及驻极体 (electret) 14 (第 1 驻极体)。

[0026] 光电变换膜 13 设置在第 1 电极 11 之上。光电变换膜 13 包括第 1 半导体层 13a 和第 2 半导体层 13b。第 1 半导体层 13a 设置在第 1 电极 11 之上。第 2 半导体层 13b 设置在第 1 半导体层 13a 之上。

[0027] 在此,将第 1 半导体层 13a 与第 2 半导体层 13b 的层叠方向设为 Z 轴方向。将相对于 Z 轴方向垂直的一个方向设为 X 轴方向。将相对于 X 轴方向以及 Z 轴方向垂直的方向设为 Y 轴方向。

[0028] 第 1 半导体层 13a 具有第 1 导电型。第 2 半导体层 13b 具有第 2 导电型。例如,第 1 导电型为 n 型,第 2 导电型为 p 型。也可以是第 1 导电型为 p 型,第 2 导电型为 n 型。以下,设为第 1 导电型为 n 型、第 2 导电型为 p 型的情况进行说明。即,该例中,第 1 半导体层 13a 为 n 型半导体,第 2 半导体层 13b 为 p 型半导体。

[0029] 第 2 半导体层 13b 例如与第 1 半导体层 13a 相接。第 2 半导体层 13b 例如与第 1 半导体层 13a 进行 pn 接合。在第 1 半导体层 13a 与第 2 半导体层 13b 的接合界面附近,形

成耗尽层 DL。耗尽层 DL 之中的第 1 半导体层 13a 的部分因作为多数载流子的电子的不足而带正电。另一方面,耗尽层 DL 之中的第 2 半导体层 13b 的部分因作为多数载流子的空穴的不足而带负电。由此,第 1 半导体层 13a 和第 2 半导体层 13b 在耗尽层 DL 内产生从第 1 半导体层 13a 朝向第 2 半导体层 13b 的方向的内置电场 E1。

[0030] 光电变换膜 13 中使用 Si 类、化合物类以及有机材料类等。Si 类例如使用单晶硅、多晶硅、以及薄膜多晶硅等。化合物类例如使用 CIGS(CuInGaSe<sub>2</sub>)、CdTe、半导体多晶体、GaAs、InP、以及化合物多晶体等。第 1 半导体层 13a 以及第 2 半导体层 13b 也可以包括有机半导体。但是,光电变换膜 13 中优选使用结晶性良好的 Si 类或化合物类。

[0031] 第 1 电极 11 与第 1 半导体层 13a 电连接。该例中,第 1 电极 11 为阴极。第 1 电极 11 具有光反射性。第 1 电极 11 使用例如 Al、Ag、Ti 等金属材料。第 1 电极 11 的材料可以是具有导电性和光反射性的任意的材料。

[0032] 在第 1 电极 11 与光电变换膜 13 之间设有导电层 15。导电层 15 例如与第 1 电极 11 以及光电变换膜 13 分别相接。第 1 电极 11 经由导电层 15 而与光电变换膜 13 电连接。

[0033] 导电层 15 例如是籽晶(seed)层。导电层 15 使第 1 电极 11 与光电变换膜 13 的晶格常数差减小。导电层 15 的晶格常数与光电变换膜 13 的晶格常数之差小于第 1 电极 11 的晶格常数与光电变换膜 13 的晶格常数之差。由此,例如能够在化合物类的光电变换膜 13 等中,使结晶构造良好,使由太阳光激励的载流子的寿命变长。例如能够使提取的有效电流变大。例如能够提高光电变换效率。导电层 15 被根据需要设置,可以省略。

[0034] 第 2 电极 12 设置在光电变换膜 13 上。该例中,第 2 电极 12 是阳极。在设第 1 半导体层 13a 为 p 型、第 2 半导体层 13b 为 n 型的情况下,与上述相反,第 1 电极 11 成为阳极,第 2 电极 12 成为阴极。

[0035] 第 2 电极 12 例如与光电变换膜 13 相接。由此,第 2 电极 12 与光电变换膜 13 电连接。在第 2 电极 12 与光电变换膜 13 之间也可以设置其他导电层。

[0036] 第 2 电极 12 具有多个导电部 12a、多个开口部 12b 以及连接部 12c。各导电部 12a 在 Y 轴方向上延伸,在 X 轴方向上排列。各开口部 12b 设置在各导电部 12a 的各个之间。各开口部 12b 使光电变换膜 13 的一部分露出。连接部 12c 连接于各导电部 12a 的 Y 轴方向的一端,将各导电部 12a 的各个电连接。即,该例中,第 2 电极 12 是梳状电极。第 2 电极 12 中例如使用 Al、Ag、Ti 等金属材料。该例中,第 2 电极 12 是光反射性。

[0037] 太阳能电池 10 中,光从第 2 电极 12 的各开口部 12b 向光电变换膜 13 入射。由此,在第 1 电极 11 与第 2 电极 12 之间产生与入射到光电变换膜 13 的光的量相应的电压。此外,入射到光电变换膜 13 的光的一部分透射过光电变换膜 13 而在第 1 电极 11 反射,再次向光电变换膜 13 入射。因而,第 1 电极 11 中使用光反射性高的材料。由此,能够提高光电变换效率。换言之,第 1 电极 11 为反射电极。

[0038] 第 2 电极 12 的形状不限于梳状,例如也可以是栅格状等。第 2 电极 12 的形状例如是能够使光入射到电变换膜 13、并且可得到与光电变换膜 13 的适当的电连接的任意的形状。此外,第 2 电极 12 也可以是光透射性。第 2 电极 12 可以使用 ITO 等具有光透射性的材料。在该情况下,各开口部 12b 能够省略。第 2 电极 12 在具有光透射性的情况下也可以设置在光电变换膜 13 的整体上。

[0039] 第 2 半导体层 13b 具有在 Z 轴方向上与第 2 电极 12 重叠的第 1 区域 R1、以及在 Z

轴方向上不与第 2 电极 12 重叠的第 2 区域 R2。第 1 区域 R1 换言之是在 Z 轴方向上与各导电部 12a 重叠的区域。第 2 区域 R2 换言之是在 Z 轴方向上与各开口部 12b 重叠的区域。

[0040] 在第 2 半导体层 13b, 在第 2 电极 12 之下设有重掺杂层 13d。换言之, 重掺杂层 13d 设置在第 1 区域 R1 的上部。该例中, 重掺杂层 13d 是 p<sup>+</sup> 层。重掺杂层 13d 是在第 2 半导体层 13b 中使与多数载流子对应的杂质的浓度比其他部分高的部分。因而, 第 1 区域 R1 中包含的杂质的浓度比第 2 区域 R2 中包含的杂质的浓度高。由此, 例如能够容易提取激励出的载流子。例如, 能够提高光电变换效率。

[0041] 驻极体 14 在 Z 轴方向上与光电变换膜 13 排列。该例中, 驻极体 14 设置在光电变换膜 13 之上。驻极体 14 设置在各导电部 12a 之间。即, 驻极体 14 设置在光电变换膜 13 之中的在开口部 12b 露出的部分之上。该例中, 驻极体 14 具有光透射性。驻极体 14 例如是透明的。该太阳能电池 10 中, 透射了驻极体 14 的光向光电变换膜 13 入射。

[0042] 该例中, 设有多个驻极体 14。各驻极体 14 设置在各导电部 12a 的各个之间。驻极体 14 的数量也可以是一个。例如, 也可以设置梳状的一个驻极体 14。

[0043] 各驻极体 14 保持电荷, 以规定的极性带电。该例中, 各驻极体 14 所保持的电荷的极性与第 1 半导体层 13a 的多数载流子的电荷的极性相同。即, 各驻极体 14 保持与第 1 半导体层 13a 的作为多数载流子的电子相同的负电荷。换言之, 各驻极体 14 带负电。

[0044] 由此, 各驻极体 14 产生从第 1 电极 11 朝向驻极体 14 的方向的外部电场 E2。即, 各驻极体 14 产生朝向与内置电场 E1 相同的一侧的外部电场 E2。

[0045] 外部电场 E2 所朝向的方向只要至少具有与内置电场 E1 所朝向的方向相同方向的成分即可。内置电场 E1 所朝向的方向与外部电场 E2 所朝向的方向所成的角度小于 90°。但是, 外部电场 E2 所朝向的方向优选与内置电场 E1 所朝向的方向实质上相同。

[0046] 作为各驻极体 14 使用了所谓树脂类的驻极体, 该树脂类的驻极体例如通过将电晕放电产生的离子或者电子充入到绝缘性的树脂膜而使树脂膜驻极体化。由此, 在各驻极体 14 中能够保持负电荷。

[0047] 各驻极体 14 中例如使用非晶型氟树脂。包含非晶型氟树脂的驻极体 14 的表面电荷密度例如是 -0.2mC/m<sup>2</sup> 至 -2.1mC/m<sup>2</sup> 的范围。像这样, 包含非晶型氟树脂的驻极体 14 中能够得到较高的表面电荷密度。此外, 在包含非晶型氟树脂的驻极体 14 中能够将上述的表面电荷密度保持 4000 小时以上。进而, 包含非晶型氟树脂的驻极体 14 中, 例如在约 100°C 以下的范围中能够得到良好的温度稳定性。像这样, 包含非晶型氟树脂的驻极体 14 具有优良的耐久性和温度稳定性, 能够稳定地保持带电。

[0048] 例如, 将通过电晕放电产生的离子或者电子充入非晶型氟树脂。此时, 对树脂的涂敷条件以及由电晕放电产生的离子的注入条件进行控制。由此, 能够自由地调整非晶型氟树脂的膜厚以及非晶型氟树脂所保持的电荷的密度。像这样, 各驻极体 14 中, 能够自由地调整膜厚以及电荷密度。

[0049] 地球温暖化对策的一环中, 要求减少 CO<sub>2</sub> 的排出量。此外, 目前较多地使用的“耗竭性能量”的蕴藏量有限, 据说几十年到几百年左右就会耗竭。其中, 以太阳能发电为代表的“可回收能量”作为耗竭的可能性低、对环境也好、并且具有非常实用的力量的能源而备受注目。

[0050] 太阳能电池期望提高光电变换效率。作为提高光电变换效率的方法, 已知例如在

p 型层与 n 型层之间设置本征半导体层（所谓 i 层）、增加短路电流的方法。但是，如果使 i 层变厚，则制造成本变高。此外，如果耗尽层变得过大，则电场变弱，载流子的提取效率降低。

[0051] 此外，通过外部偏压的施加，还能够控制耗尽层。在施加了正偏压的情况下，内置电场变弱。因此，空穴从 p 型层向 n 型层扩散，电子从 n 型层向 p 型层扩散，流过扩散电流。

[0052] 另一方面，在施加了反偏压的情况下，耗尽层内的内置电场进一步变强。耗尽层与偏压的平方根成比例地扩展。例如，在太阳能电池的 pn 结中，也能够通过施加反偏压来使耗尽层扩展。即，能够增强短路电流，提高光电变换效率。但是，为了施加外部偏压，需要外部电源，因此对于太阳能电池的用途难以实现。

[0053] 相对于此，本实施方式的太阳能电池 10 中，将驻极体 14 设置在光电变换膜 13 上，通过驻极体 14 产生朝向与内置电场 E1 相同的一侧的外部电场 E2。由此，本实施方式的太阳能电池 10 中，不用设置外部电源就能够与施加了反偏压的情况同样地使耗尽层扩展。因而，本实施方式的太阳能电池 10 中，能够提高光电变换效率。

[0054] 没有施加偏压的情况下的第 1 半导体层 13a (n 型层) 的耗尽层 DL 的宽度  $x_n$  能够通过以下的 (1) 式求出。此外，没有施加偏压的情况下的第 2 半导体层 13b (p 型层) 的耗尽层 DL 的宽度  $x_p$  能够通过以下的 (2) 式求出。

[0055] 【数学式 1】

$$[0056] \quad x_n = \sqrt{\frac{2\varepsilon N_a}{qN_d(N_d + N_a)} \phi_B} \quad \dots (1)$$

[0057] 【数学式 2】

[0058]

$$x_p = \sqrt{\frac{2\varepsilon N_d}{qN_a(N_d + N_a)} \phi_B} \quad \dots (2)$$

[0059] 但是，(1) 式以及 (2) 式中， $N_d$  是第 1 半导体层 13a 的杂质浓度。 $N_a$  是第 2 半导体层 13b 的杂质浓度。 $q$  是单位电荷（单元电荷）。 $\varepsilon$  是光电变换膜 13 的介电常数。并且， $\Phi_B$  以及  $\phi_B$  是内置电场 E1 的大小。

[0060] 另一方面，施加了偏压  $V_b$  的情况下的第 1 半导体层 13a 的耗尽层 DL 的宽度  $X_n$  能够通过以下的 (3) 式求出。施加了偏压  $V_b$  的情况下的第 2 半导体层 13b 的耗尽层 DL 的宽度  $X_p$  能够通过以下的 (4) 式求出。

[0061] 【数学式 3】

$$[0062] \quad X_n = \sqrt{\frac{2\varepsilon N_a}{qN_d(N_d + N_a)} (\phi_B - V_b)} \quad \dots (3)$$

[0063] 【数学式 4】

[0064]

$$X_p = \sqrt{\frac{2\varepsilon N_d}{qN_a(N_d + N_a)} (\phi_B - V_b)} \quad \dots (4)$$

[0065] 并且，施加了偏压  $V_b$  的情况下的耗尽层 DL 的宽度的增加率例如能够以下的 (5) 式求出。



【0066】 【数学式 5】

【0067】

$$\begin{aligned} \frac{x_n + x_p}{x_n + x_p} &= \frac{\sqrt{\frac{2\varepsilon N_d}{qN_d(N_d + N_a)}(\phi_B - V_b)} + \sqrt{\frac{2\varepsilon N_d}{qN_a(N_d + N_a)}(\phi_B - V_b)}}{\sqrt{\frac{2\varepsilon N_d}{qN_d(N_d + N_a)}\phi_B} + \sqrt{\frac{2\varepsilon N_d}{qN_a(N_d + N_a)}\phi_B}} \\ &= \frac{\sqrt{\frac{2\varepsilon(\phi_B - V_b)}{q(N_d + N_a)}} \times \left( \sqrt{\frac{N_d}{N_d}} + \sqrt{\frac{N_d}{N_a}} \right)}{\sqrt{\frac{2\varepsilon\phi_B}{q(N_d + N_a)}} \times \left( \sqrt{\frac{N_d}{N_d}} + \sqrt{\frac{N_d}{N_a}} \right)} = \sqrt{\frac{\phi_B - V_b}{\phi_B}} = \sqrt{1 - \frac{V_b}{\phi_B}} \approx \sqrt{V_b} \quad \dots \quad (5) \end{aligned}$$

【0068】 在施加了反偏压的情况下，(5) 式中  $V_b$  是  $-V_b$ 。并且， $V_b \gg \Phi_B$ 。

【0069】 像这样，在对 pn 接合后的光电变换膜 13 施加了反偏压的情况下，耗尽层 DL 的宽度与偏压电压  $V_b$  的平方根成比例地扩大。因而，在施加反偏压的情况下，太阳能电池的光电变换效率与偏压电压  $V_b$  的平方根成比例地增加。

【0070】 本实施方式的太阳能电池 10 中，使各驻极体 14 所保持的电荷量变大。即，使外部电场 E2 变大。由此，本实施方式的太阳能电池 10 中，能够提高光电变换效率。

【0071】 上述实施方式中，示出将第 1 半导体层 13a 和第 2 半导体层 13b 进行 pn 接合而成的光电变换膜 13。光电变换膜 13 不限于此，例如也可以在第 1 半导体层 13a 与第 2 半导体层 13b 之间还设置杂质的浓度比第 1 半导体层 13a 以及第 2 半导体层 13b 低的第 3 半导体层。例如也可以在第 1 半导体层 13a 与第 2 半导体层 13b 之间设置本征半导体层。即，光电变换膜 13 也可以 pin 接合。

【0072】 在将光电变换膜 13 进行了 pin 接合的情况下，与 pn 接合的情况相比，能够使耗尽层 DL 的宽度进一步变宽。即，能够提高光电变换效率。另一方面，在将光电变换膜 13 进行了 pn 接合的情况下，例如能够抑制耗尽层 DL 变得过大而内置电场 E1 变弱。此外，例如能够抑制由于设置 i 层而导致的制造成本的增加。例如，如上述的太阳能电池 10 那样，将光电变换膜 13 作为 pn 结，设置各驻极体 14。由此，例如能够抑制内置电场 E1 的降低及制造成本的增加，并且能够提高光电变换效率。

【0073】 图 2(a) ~ 图 2(e) 是示意地表示第 1 实施方式的太阳能电池的制造工序的截面图。

【0074】 如图 2(a) 所示，在太阳能电池 10 的制造中，首先准备加工体 10w。加工体 10w 包括第 1 电极 11、第 2 电极 12、光电变换膜 13 以及导电层 15。如上所述，导电层 15 根据需要设置，可以省略。

【0075】 例如，在光电变换膜 13 为化合物类的情况下，在省略了图示的基板上依次形成第 1 电极 11、导电层 15、第 1 半导体层 13a、第 2 半导体层 13b、第 2 电极 12。例如，在光电变换膜 13 为硅类的情况下，在半导体基板的一个面形成导电层 15 以及第 1 电极 11，在半导体基板的另一个面形成第 2 电极 12。由此，形成加工体 10w。

【0076】 像这样，准备加工体 10w 的工序包括形成加工体 10w 的工序。准备加工体 10w 的工序不限于加工体 10w 的形成，例如也可以是将预先形成的加工体 10w 设置到制造装置等的工序等。

【0077】 如图 2(b) 所示，在加工体 10w 上形成成为各驻极体 14 的绝缘膜 14f(树脂膜)。

绝缘膜 14f 例如使用非晶型氟树脂。在绝缘膜 14f 的形成中,例如使用旋涂法等涂敷法。

[0078] 如图 2(c) 所示,在绝缘膜 14f 上,通过光刻工序形成与第 2 电极 12 的形状相应的抗蚀剂膜 16。

[0079] 如图 2(d) 所示,例如通过将电晕放电中产生的离子或者电子从抗蚀剂膜 16 之上充入绝缘膜 14f 来使绝缘膜 14f 驻极体化。

[0080] 如图 2(e) 所示,将抗蚀剂膜 16 除去,对绝缘膜 14f 进行蚀刻,直到第 2 电极 12 露出。绝缘膜 14f 的蚀刻中,例如使用 RIE(Reactive Ion Etching,反应离子蚀刻)。由此,从绝缘膜 14f 形成各驻极体 14,太阳能电池 10 完成。

[0081] (第 2 实施方式)

[0082] 图 3(a) 以及图 3(b) 是示意地表示第 2 实施方式的太阳能电池的截面图。

[0083] 如图 3(a) 所示,太阳能电池 20 还具有防反射膜 25。另外,对于在功能、结构上与上述实施方式实质上相同的结构,赋予相同符号,省略详细的说明。

[0084] 防反射膜 25 设置在光电变换膜 13 之上。防反射膜 25 设置在光电变换膜 13 与驻极体 14 之间。该例中,设有在光电变换膜 13 与各驻极体 14 之间设置的多个防反射膜 25。

[0085] 防反射膜 25 抑制向光电变换膜 13 入射的光的反射。防反射膜 25 既可以利用折射率差,也可以利用微小凹凸构造,也可以利用圆偏振光或将这些组合。防反射膜 25 的结构可以是能够抑制向光电变换膜 13 入射的光的反射的任意的结构。

[0086] 防反射膜 25 例如使用  $\text{SiO}_2$  或  $\text{SiN}$  等。防反射膜 25 例如是绝缘性。因此,在第 2 电极 12 与光电变换膜 13 之间不设置防反射膜 25。防反射膜 25 例如设置在光电变换膜 13 之中的在各开口部 12b 露出的部分(光入射的部分)上。在防反射膜 25 为导电性的情况下,防反射膜 25 也可以在第 2 电极 12 与光电变换膜 13 之间延伸。

[0087] 像这样设置防反射膜 25。由此,例如与没有防反射膜 25 的情况相比,能够进一步提高光电变换效率。

[0088] 如图 3(b) 所示的太阳能电池 22 那样,防反射膜 25 也可以设置在驻极体 14 之上。由此,还能够抑制向驻极体 14 入射的光的反射。该例中,设有在各驻极体 14 上分别设置的多个防反射膜 25。在驻极体 14 之上设置防反射膜 25 的情况下,防反射膜 25 也可以在第 2 电极 12 上延伸。例如,也可以在各驻极体 14 的各自以及第 2 电极 12 上设置连续的一个防反射膜 25。

[0089] (第 3 实施方式)

[0090] 图 4(a) ~ 图 4(c) 是示意地表示第 3 实施方式的太阳能电池的截面图。

[0091] 如图 4(a) 所示,太阳能电池 30 还具有光学层 35。光学层 35 设置在光电变换膜 13 之上。太阳能电池 30 中,光学层 35 设置在光电变换膜 13 与第 2 电极 12 之间、以及光电变换膜 13 与各驻极体 14 之间。换言之,太阳能电池 30 中,在光电变换膜 13 之上设置有光学层 35,在光学层 35 之上设置有第 2 电极 12 以及各驻极体 14。

[0092] 光学层 35 例如使用具有光透射性和导电性的材料。光学层 35 也可以是绝缘性的。在该情况下,也可以与图 3(a) 所示的防反射膜 25 同样地仅在将光透射的部分设置光学层 35。

[0093] 光学层 35 具有上表面 35a。在上表面 35a 设有多个凹凸 35v。各凹凸 35v 既可以是具有周期性的形状,也可以是随机的形状。各凹凸 35v 的大小设为比光的波长稍大的程

度。一个凹凸 35v 的大小（宽度以及高度）例如是 400nm 以上且 1000nm 以下。各凹凸 35v 是所谓的纹理。

[0094] 光学层 35 通过各凹凸 35v 使向上表面 35a 入射的光的行进方向变化。光学层 35 例如使向光电变换膜 13 入射的光相对于光电变换膜 13 的膜面倾斜。由此，向光电变换膜 13（耗尽层 DL）入射的光的光路长度变长，能够增强短路电流。因而，太阳能电池 30 中，通过设置光学层 35，能够进一步提高光电变换效率。

[0095] 如图 4(b) 所示，太阳能电池 31 中，光学层 35 设置在第 2 电极 12 以及各驻极体 14 之上。像这样，光学层 35 既可以设置在光电变换膜 13 与驻极体 14（第 2 电极 12）之间，也可以设置在驻极体 14（第 2 电极 12）之上。

[0096] 如图 4(c) 所示，太阳能电池 32 中，在光电变换膜 13 的上表面 13c 设有凹凸 13v。像这样，也可以不设置光学层 35 而在光电变换膜 13 的上表面 13c 设置凹凸 13v。太阳能电池 31、32 中也与太阳能电池 30 同样地能够使向光电变换膜 13 入射的光的光路长度变长，能够提高光电变换效率。

[0097] 此外，太阳能电池 32 中，在驻极体 14 的上表面 14a 设有与光电变换膜 13 的各凹凸 13v 的形状相应的多个凹凸 14v。由此，例如能够抑制驻极体 14 的上表面 14a 处的光的反射。

[0098] 在光学层 35 之上设置驻极体 14 的情况（图 4(a) 的情况）下，也可以将与光学层 35 的各凹凸 35v 的形状相应的多个凹凸 14v 设置在驻极体 14 的上表面 14a。

[0099] （第 4 实施方式）

[0100] 图 5 是示意地表示第 4 实施方式的太阳能电池的截面图。

[0101] 如图 5 所示，太阳能电池 40 还具有保护层 45。保护层 45 设置在光电变换膜 13 的一部分之上。保护层 45 例如设置在光电变换膜 13 与驻极体 14 之间。换言之，保护层 45 设置在光电变换膜 13 之中的在各开口部 12b 露出的部分之上。该例中，多个保护层 45 分别设置在光电变换膜 13 与各驻极体 14 之间。

[0102] 保护层 45 具有绝缘性。保护层 45 例如使用  $\text{SiO}_2$  等。因此，第 2 电极 12 设置在光电变换膜 13 之中的未被保护层 45 覆盖的部分之上。

[0103] 像这样，设置保护层 45。由此，例如能够抑制光电变换膜 13 之中的没有与第 2 电极 12 连接的部分（在 Z 轴方向上没有与第 2 电极 12 重叠的部分）中的载流子的再结合。由此，太阳能电池 40 能够进一步提高光电变换效率。

[0104] （第 5 实施方式）

[0105] 图 6 是示意地表示第 5 实施方式的太阳能电池的截面图。

[0106] 如图 6 所示，太阳能电池 50 中，各驻极体 14 设置在第 1 电极 11 与光电变换膜 13 之间。各驻极体 14 设置在第 1 电极 11 与导电层 15 之间。各驻极体 14 也可以设置在光电变换膜 13 与导电层 15 之间。该例中，设有在 Z 轴方向上在与各开口部 12b 分别重叠的位置处配置的多个驻极体 14。在第 1 电极 11 与光电变换膜 13 之间设置驻极体 14 的情况下，也可以设置在 Z 轴方向上与各导电部 12a 分别重叠的一个驻极体 14。

[0107] 该例中，各驻极体 14 所保持的电荷的极性与第 2 半导体层 13b 的多数载流子的电荷的极性相同。即，各驻极体 14 保持与第 2 半导体层 13b 的作为多数载流子的空穴相同的正电荷。换言之，各驻极体 14 带正电。

[0108] 由此,各驻极体 14 产生从第 1 电极 11 朝向驻极体 14 的方向的外部电场 E2。各驻极体 14 产生朝向与内置电场 E1 相同的一侧的外部电场 E2。

[0109] 因而,在本实施方式的太阳能电池 50 中,也能够与上述各实施方式同样,与不设置外部电源而施加了反偏压的情况同样地,能够使耗尽层扩展,提高光电变换效率。

[0110] 该例中,作为各驻极体 14,例如使用通过热氧化法将包含  $K^+$ 、 $Na^+$  等正离子在内的溶液中的正离子包含于硅等氧化膜中、通过热处理和偏压处理使氧化膜驻极体化的所谓的碱类的驻极体。由此,各驻极体 14 中能够保持正电荷。像这样,各驻极体 14 也可以是带正电者。

[0111] 在第 1 电极 11 与光电变换膜 13 之间设置各驻极体 14 的情况下,各驻极体 14 不一定具有光透射性。但是,太阳能电池 50 中使各驻极体 14 具有光透射性。由此,例如,能够使由第 1 电极 11 反射的光再次入射到光电变换膜 13。例如,能够提高光电变换效率。

[0112] (第 6 实施方式)

[0113] 图 7(a) ~ 图 7(c) 是示意地表示第 6 实施方式的太阳能电池的截面图。

[0114] 如图 7(a) 所示,太阳能电池 60 还具有驻极体 64(第 2 驻极体)。驻极体 64 在相对于 Z 轴方向垂直的方向上与光电变换膜 13 排列。驻极体 64 例如在 X 轴方向上与光电变换膜 13 排列。即,驻极体 64 在第 2 电极 12 的各导电部 12a 的排列方向上与光电变换膜 13 排列。驻极体 64 的排列方向不限于 X 轴方向,例如也可以是 Y 轴方向。此外,驻极体 64 也可以在 X、Y 轴方向上同时排列,不限于 X、Y 轴方向。

[0115] 驻极体 64 例如保持负电荷。驻极体 64 使外部电场 E2 相对于 Z 轴方向(驻极体 14 的排列方向)倾斜。驻极体 64 使外部电场 E2 向 X 轴方向(驻极体 64 的排列方向)倾斜。

[0116] 由此,例如能够将耗尽层 DL 中产生的载流子容易地通过各导电部 12a 拉拢。例如,能够抑制光电变换膜 13 之中的没有与第 2 电极 12 连接的部分中的载流子的再结合。由此,太阳能电池 60 中,电流容易提取,能够进一步提高光电变换效率。

[0117] 驻极体 64 的电荷密度的绝对值例如比驻极体 14 的电荷密度的绝对值小。由此,能够抑制外部电场 E2 朝向 X 轴方向。驻极体 64 的电荷密度只要设定为外部电场 E2 的 Z 轴方向的成分不会过小的程度即可。

[0118] 驻极体 64 也可以设置多个。例如,也可以配置多个驻极体 64,以绕将 Z 轴方向作为轴的轴而包围光电变换膜 13。驻极体 64 也可以是绕以 Z 轴方向为轴的轴而包围光电变换膜 13 的环状。

[0119] 如图 7(b) 所示的太阳能电池 61 那样,驻极体 64 也可以保持正电荷。驻极体 64 既可以是树脂类,也可以是碱类。在设置多个驻极体 64 的情况下,例如在光电变换膜 13 的 X 轴方向的一侧设置保持了正电荷的驻极体 64,在光电变换膜 13 的 X 轴方向的另一侧设置保持了负电荷的驻极体 64。

[0120] 如图 7(c) 所示,也可以在第 1 电极 11 与光电变换膜 13 之间设置了驻极体 14 的太阳能电池 62 中设置驻极体 64。在该情况下,驻极体 64 所保持的电荷也既可以是正电荷,又可以是负电荷。

[0121] (第 7 实施方式)

[0122] 图 8 是示意地表示第 7 实施方式的太阳能电池薄膜的截面图。

[0123] 如图 8 所示,太阳能电池薄膜 100 具备具有可挠性的基板 110、以及设置在基板 110 上的太阳能电池 10。基板 110 例如使用树脂材料。例如,将第 1 电极 11、第 2 电极 12、光电变换膜 13、各驻极体 14 以及导电层 15 以薄膜状形成。由此,能够使太阳能电池 10 具有可挠性。即,能够使太阳能电池薄膜 100 具有可挠性。

[0124] 像这样,太阳能电池 10 也可以作为具有可挠性的太阳能电池薄膜 100 来使用。该例中,将关于第 1 实施方式说明的太阳能电池 10 用于太阳能电池薄膜 100,但用于太阳能电池薄膜 100 的太阳能电池可以是上述各实施方式中说明的各太阳能电池 20、22、30 ~ 32、40、50 及 60 ~ 62 中的任一个。

[0125] (第 8 实施方式)

[0126] 图 9 是示意地表示第 8 实施方式的太阳能电池面板的俯视图。

[0127] 如图 9 所示,太阳能电池面板 200 具备基板 210、以及在基板 210 之上排列设置的多个太阳能电池 10。该例中,太阳能电池面板 200 具有在 X 轴方向上各排列 3 个、在 Y 轴方向上各排列 4 个的共 12 个太阳能电池 10。太阳能电池 10 的一边的长度是 30cm 左右。太阳能电池面板 200 的大小例如是 1m×1.2m 左右。多个太阳能电池 10 串联或者并联连接。各太阳能电池 10 相互电连接。由此,太阳能电池面板 200 输出规定的电压以及电流。

[0128] 像这样,太阳能电池 10 也可以作为将多个太阳能电池 10 电连接的太阳能电池面板 200 来使用。太阳能电池面板 200 所包含的太阳能电池 10 的数量以及排列只要任意设定即可。各太阳能电池 10 的平面形状不限于矩形状,可以是任意的形状。用于太阳能电池面板 200 的太阳能电池可是在上述各实施方式中说明的各太阳能电池 10、20、22、30 ~ 32、40、50 及 60 ~ 62 的任一个。

[0129] 实施方式也可以包含以下的特征。

[0130] [附记项 1]

[0131] 一种太阳能电池,具备:

[0132] 第 1 电极;

[0133] 光电变换膜,设置在所述第 1 电极之上,包括第 1 导电型的第 1 半导体层、以及设置在所述第 1 半导体层之上的第 2 导电型的第 2 半导体层,所述第 1 半导体层和所述第 2 半导体层产生内置电场;

[0134] 第 2 电极,设置在所述光电变换膜之上;以及

[0135] 第 1 驻极体,与所述光电变换膜在所述第 1 半导体层与所述第 2 半导体层的层叠方向上排列,产生朝向与所述内置电场相同的一侧的外部电场。

[0136] [附记项 2]

[0137] 如附记项 1 所述的太阳能电池,

[0138] 所述第 1 驻极体具有光透射性,设置在所述光电变换膜之上,

[0139] 所述第 1 驻极体所保持的电荷的极性与所述第 1 半导体层的多数载流子的电荷的极性相同。

[0140] [附记项 3]

[0141] 如附记项 2 所述的太阳能电池,

[0142] 所述第 2 电极具有多个导电部,

[0143] 所述多个导电部在相对于所述层叠方向垂直的第 1 方向上延伸,在相对于所述层

叠方向以及所述第 1 方向垂直的第 2 方向上排列，

[0144] 所述第 1 驻极体设置在所述多个导电部之间。

[0145] [ 附记项 4]

[0146] 如附记项 1 所述的太阳能电池，

[0147] 所述第 1 驻极体设置在所述第 1 电极与所述光电变换膜之间，

[0148] 所述第 1 驻极体所保持的电荷的极性与所述第 2 半导体层的多数载流子的电荷的极性相同。

[0149] [ 附记项 5]

[0150] 如附记项 1 所述的太阳能电池，还具备第 2 驻极体，该第 2 驻极体在相对于所述层叠方向垂直的方向上与所述光电变换膜排列。

[0151] [ 附记项 6]

[0152] 如附记项 5 所述的太阳能电池，所述第 2 驻极体的电荷密度的绝对值比所述第 1 驻极体的电荷密度的绝对值小。

[0153] [ 附记项 7]

[0154] 如附记项 1 所述的太阳能电池，所述光电变换膜是硅类以及化合物类中的一方。

[0155] [ 附记项 8]

[0156] 如附记项 1 所述的太阳能电池，还具备设置在所述光电变换膜之上的防反射膜。

[0157] [ 附记项 9]

[0158] 如附记项 8 所述的太阳能电池，

[0159] 所述第 1 驻极体具有光透射性，设置在所述光电变换膜之上，

[0160] 所述防反射膜设置在所述光电变换膜与所述第 1 驻极体之间。

[0161] [ 附记项 10]

[0162] 如附记项 8 所述的太阳能电池，

[0163] 所述第 1 驻极体具有光透射性，设置在所述光电变换膜之上，

[0164] 所述防反射膜设置在所述驻极体之上。

[0165] [ 附记项 11]

[0166] 如附记项 1 所述的太阳能电池，

[0167] 还具备设置在所述光电变换膜之上的光学层，

[0168] 所述光学层具有设有凹凸的上表面。

[0169] [ 附记项 12]

[0170] 如附记项 11 所述的太阳能电池，

[0171] 所述第 1 驻极体具有光透射性，设置在所述光电变换膜之上，

[0172] 所述光学层设置在所述光电变换膜与所述第 2 电极之间、以及所述光电变换膜与所述第 1 驻极体之间。

[0173] [ 附记项 13]

[0174] 如附记项 11 所述的太阳能电池，

[0175] 所述第 1 驻极体具有光透射性，设置在所述光电变换膜之上，

[0176] 所述光学层设置在所述第 2 电极之上以及所述第 1 驻极体之上。

[0177] [ 附记项 14]

[0178] 如附记项 1 所述的太阳能电池,所述第 1 驻极体具有光透射性,设置在所述光电变换膜之上,具有设有凹凸的上表面。

[0179] [附记项 15]

[0180] 如附记项 1 所述的太阳能电池,

[0181] 还具备在所述光电变换膜的一部分之上设置的绝缘性的保护层,

[0182] 所述第 2 电极设置在所述光电变换膜的没有被所述保护层覆盖的部分之上。

[0183] [附记项 16]

[0184] 如附记项 15 所述的太阳能电池,

[0185] 所述第 1 驻极体具有光透射性,设置在所述光电变换膜之上,

[0186] 所述保护层设置在所述光电变换膜与所述第 1 驻极体之间。

[0187] [附记项 17]

[0188] 如附记项 1 所述的太阳能电池,

[0189] 所述第 2 半导体层具有在所述层叠方向上与所述第 2 电极重叠的第 1 区域、以及在所述层叠方向上不与所述第 2 电极重叠的第 2 区域,

[0190] 所述第 1 区域中包含的杂质的浓度比所述第 2 区域中包含的杂质的浓度高。

[0191] [附记项 18]

[0192] 如附记项 1 所述的太阳能电池,所述第 1 电极具有光反射性。

[0193] [附记项 19]

[0194] 一种太阳能电池面板,具备:

[0195] 基板;以及

[0196] 多个太阳能电池,在所述基板上排列设置,相互电连接,

[0197] 所述多个太阳能电池分别包括:

[0198] 第 1 电极;

[0199] 光电变换膜,设置在所述第 1 电极之上,包括第 1 导电型的第 1 半导体层、以及设置在所述第 1 半导体层之上的第 2 导电型的第 2 半导体层,所述第 1 半导体层和所述第 2 半导体层产生内置电场;

[0200] 第 2 电极,设置在所述光电变换膜之上;以及

[0201] 第 1 驻极体,与所述光电变换膜在所述第 1 半导体层与所述第 2 半导体层的层叠方向上排列,产生朝向与所述内置电场相同的一侧的外部电场。

[0202] [附记项 20]

[0203] 一种太阳能电池薄膜,具备:

[0204] 具有可挠性的基板;以及

[0205] 设置在所述基板上的太阳能电池,

[0206] 所述太阳能电池包括:

[0207] 第 1 电极;

[0208] 光电变换膜,设置在所述第 1 电极之上,包括第 1 导电型的第 1 半导体层、以及设置在所述第 1 半导体层之上的第 2 导电型的第 2 半导体层,所述第 1 半导体层和所述第 2 半导体层产生内置电场;

[0209] 第 2 电极,设置在所述光电变换膜之上;以及

[0210] 第 1 驻极体,与所述光电变换膜在所述第 1 半导体层与所述第 2 半导体层的层叠方向上排列,产生朝向与所述内置电场相同的一侧的外部电场。

[0211] 根据实施方式,提供提高光电变换效率的太阳能电池、太阳能电池面板以及太阳能电池薄膜。

[0212] 另外,在本申请说明书中,“垂直”以及“平行”不仅包括严密的垂直以及严密的平行,还包括例如制造工序中的偏差等,只要实质上垂直以及实质上平行即可。在本申请说明书中,“设置在之上”的状态除了直接相接而设置的状态以外,还包括在中间插入其他要素而设置的状态。“层叠”的状态除了相互相接而重叠的状态以外,还包括在中间插入其他要素而重叠的状态。“对置”的状态除了直接相面对的状态以外,还包括在中间插入其他要素而相面对的状态。

[0213] 以上,参照具体例对本发明的实施方式进行了说明。

[0214] 但是,本发明的实施方式不限于这些具体例。例如,关于太阳能电池、太阳能电池面板以及太阳能电池薄膜中包含的第 1 电极、第 2 电极、光电变换膜、第 1 半导体层、第 2 半导体层、第 1 驻极体、第 2 驻极体、防反射膜、光学层、保护层以及基板等各要素的具体结构,只要本领域技术人员从公知的范围适当选择而能够同样实施本发明并得到同样的效果,则包含在本发明的范围中。

[0215] 此外,将各具体例的某两个以上的要素在技术上可行的范围内进行组合的结构只要包含本发明的主旨则包含在本发明的范围内。

[0216] 此外,基于作为本发明的实施方式而说明的太阳能电池、太阳能电池面板以及太阳能电池薄膜,本领域技术人员能够适当进行设计变更而实施的全部的太阳能电池、太阳能电池面板以及太阳能电池薄膜也只要包含本发明的主旨则属于本发明的范围。

[0217] 此外,在本发明的思想范畴中,只要是本领域技术人员,则能够想到各种变更例以及修正例,这些变更例以及修正例也可以理解为属于本发明的范围。

[0218] 对本发明的几个实施方式进行了说明,但这些实施方式是作为例来提示的,并没有要限定发明的范围。这些新的实施方式能够以其他多种形态实施,在不脱离发明的主旨的范围内能够进行各种省略、替换、变更。这些实施方式及其变形包含于发明的范围及主旨,并且包含于权利要求书所记载的发明及其等效的范围。



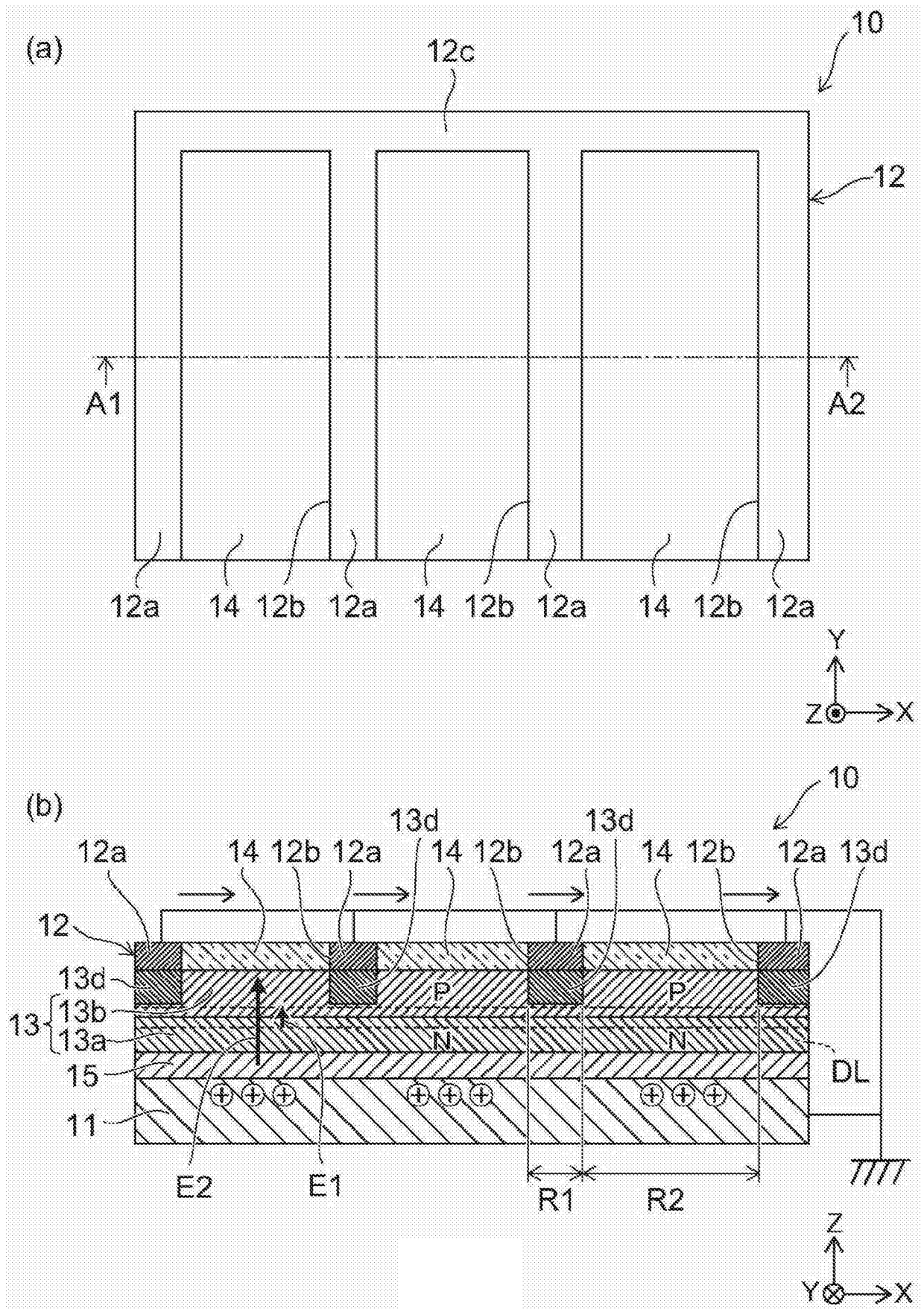


图 1

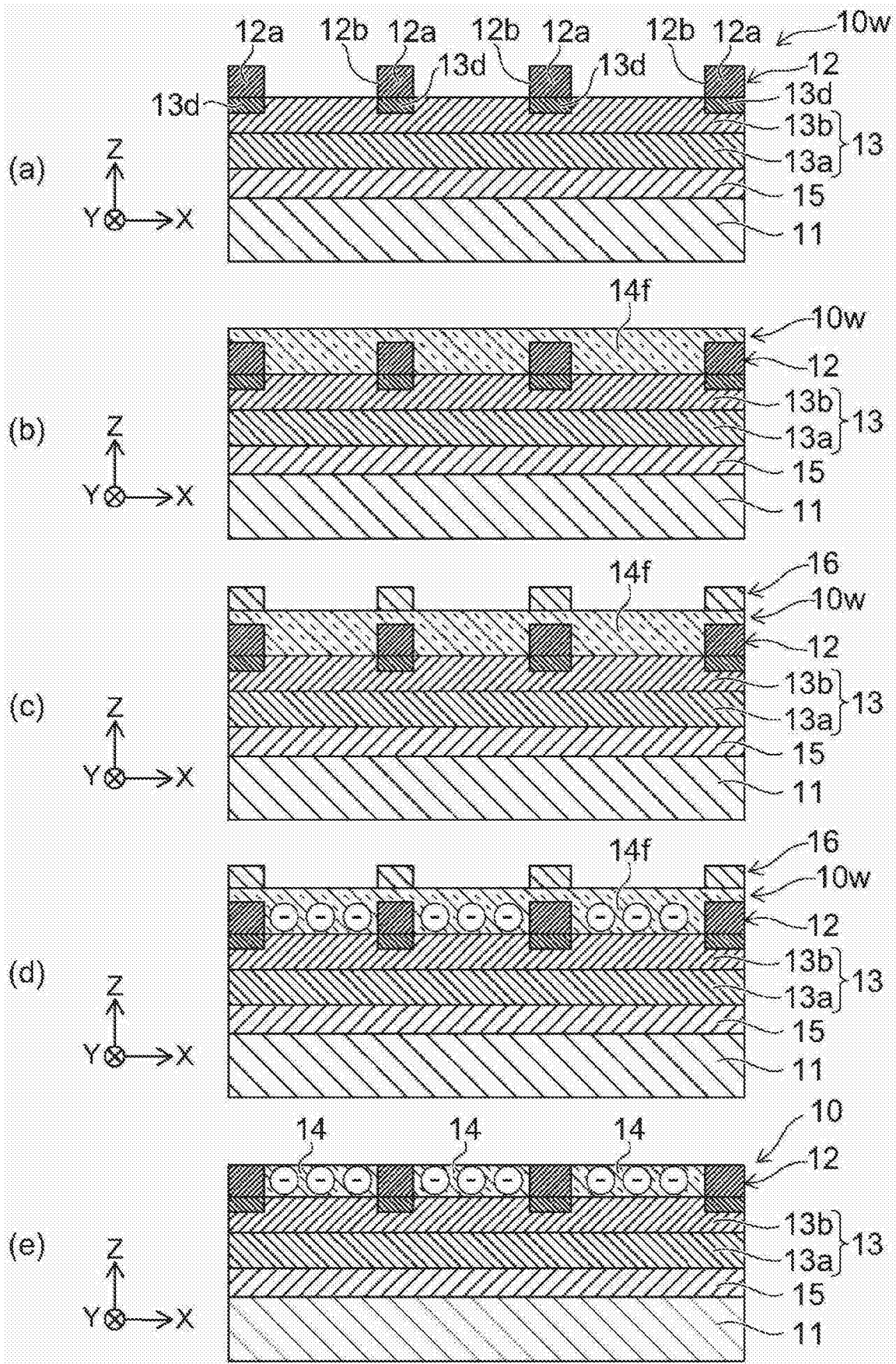


图 2

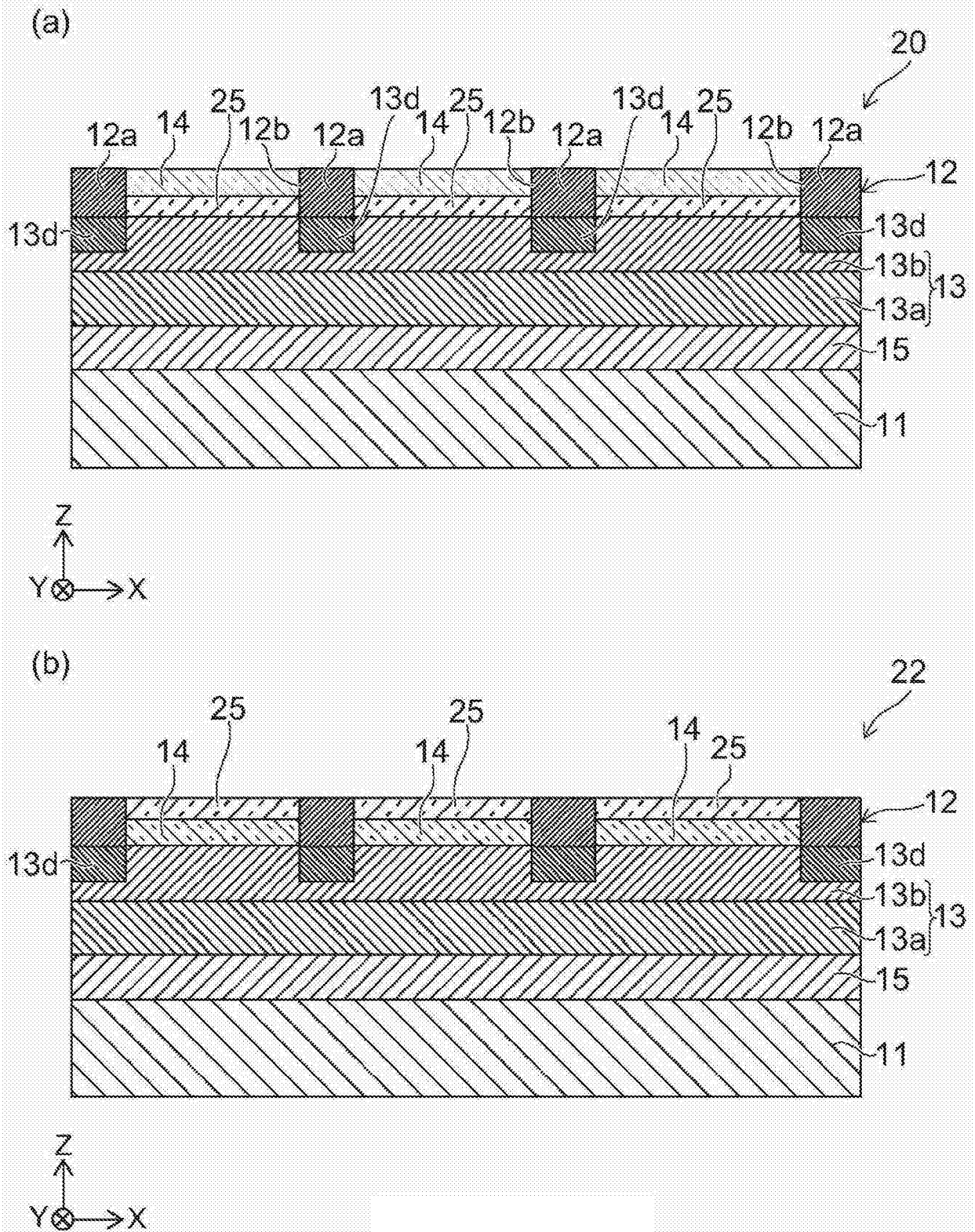


图 3

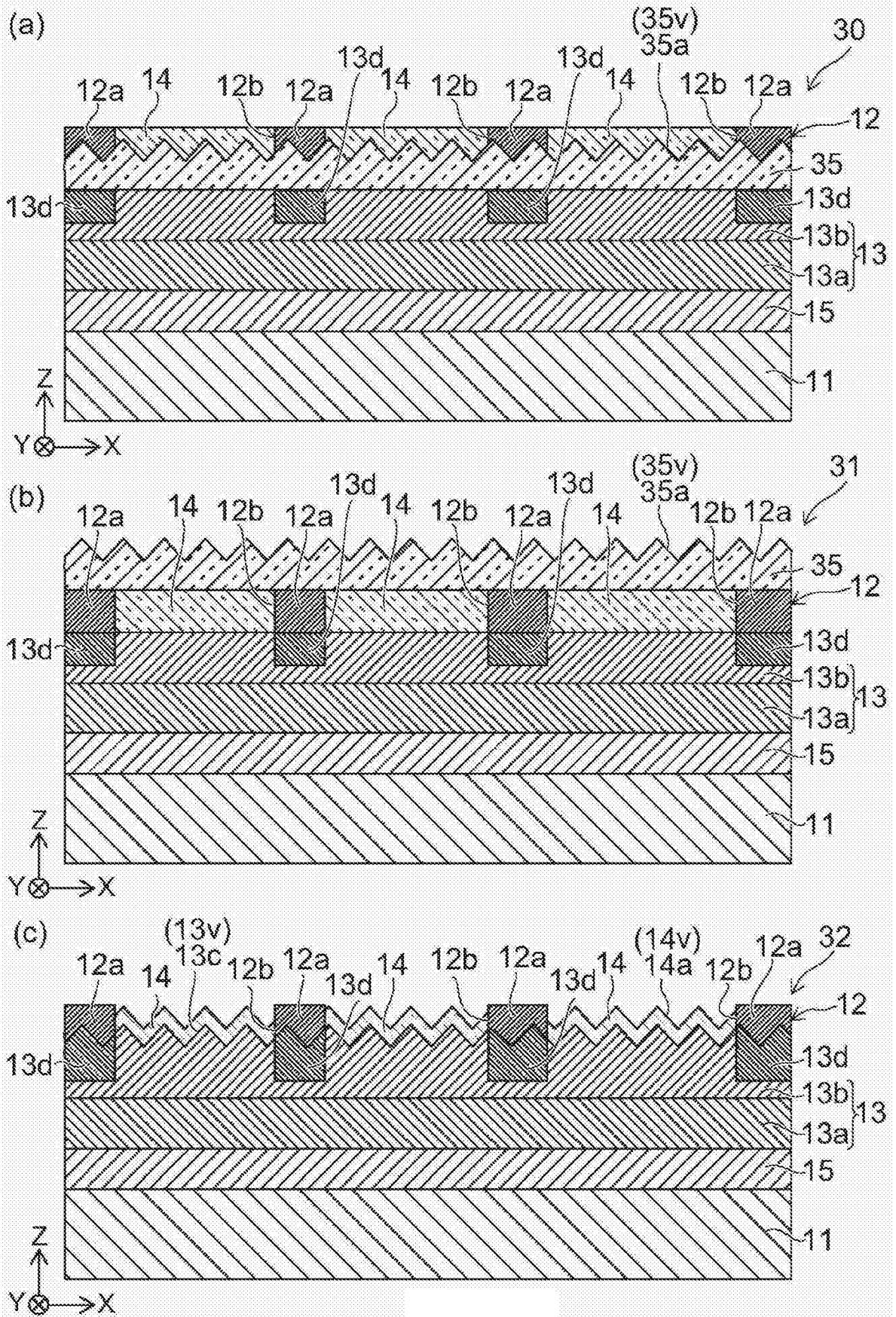


图 4

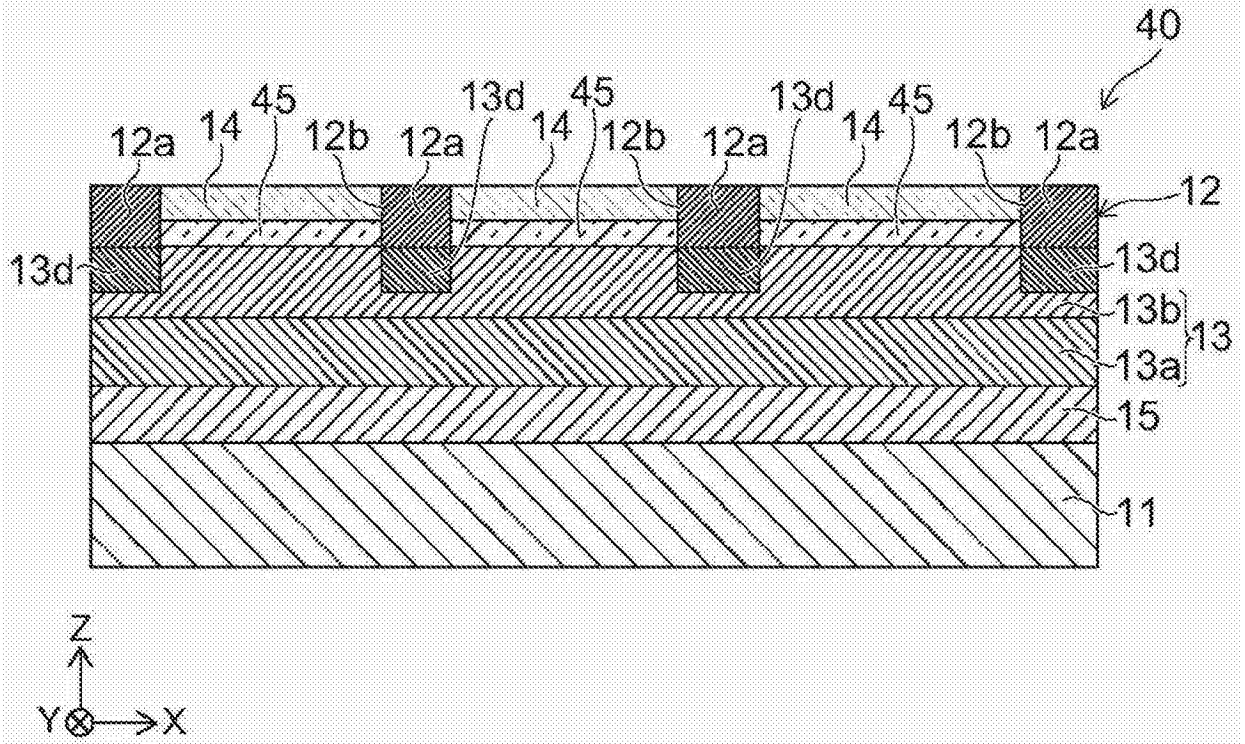


图 5

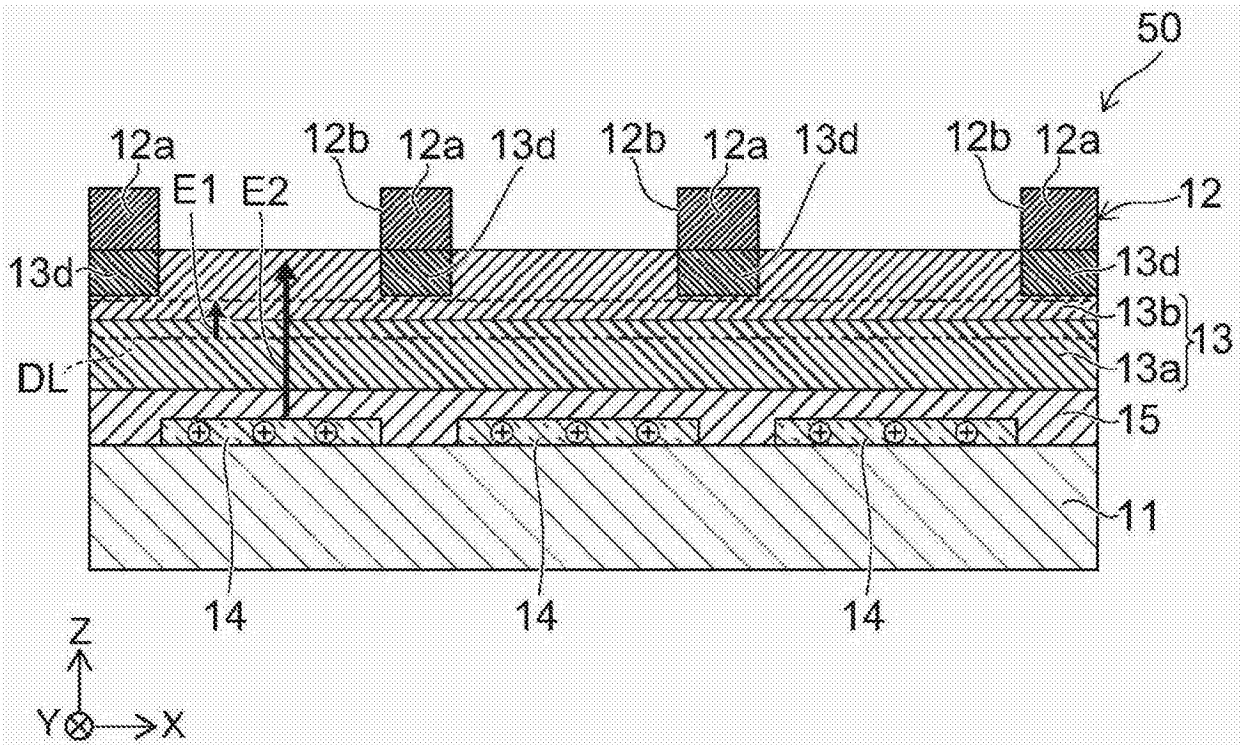


图 6



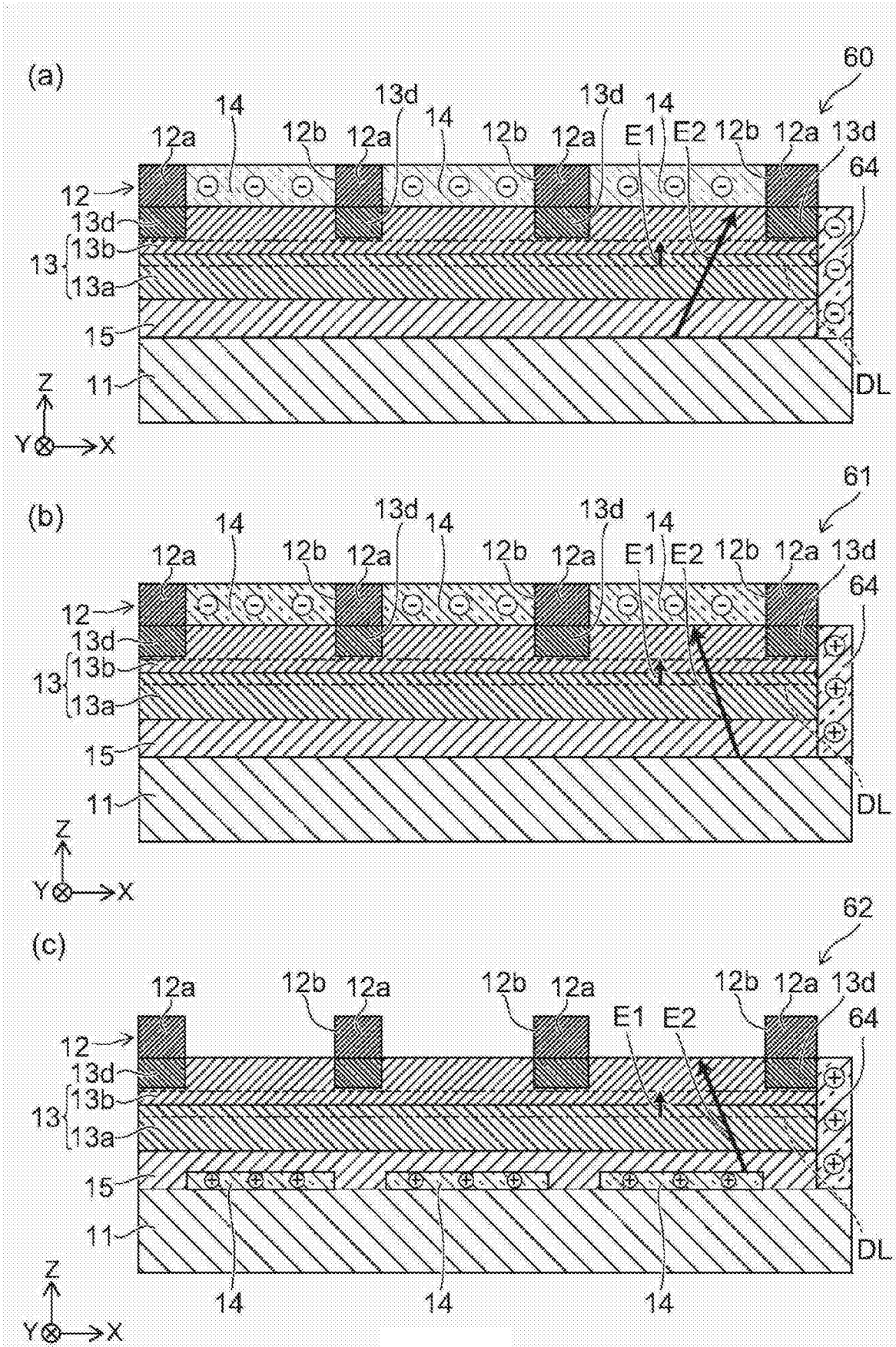


图 7

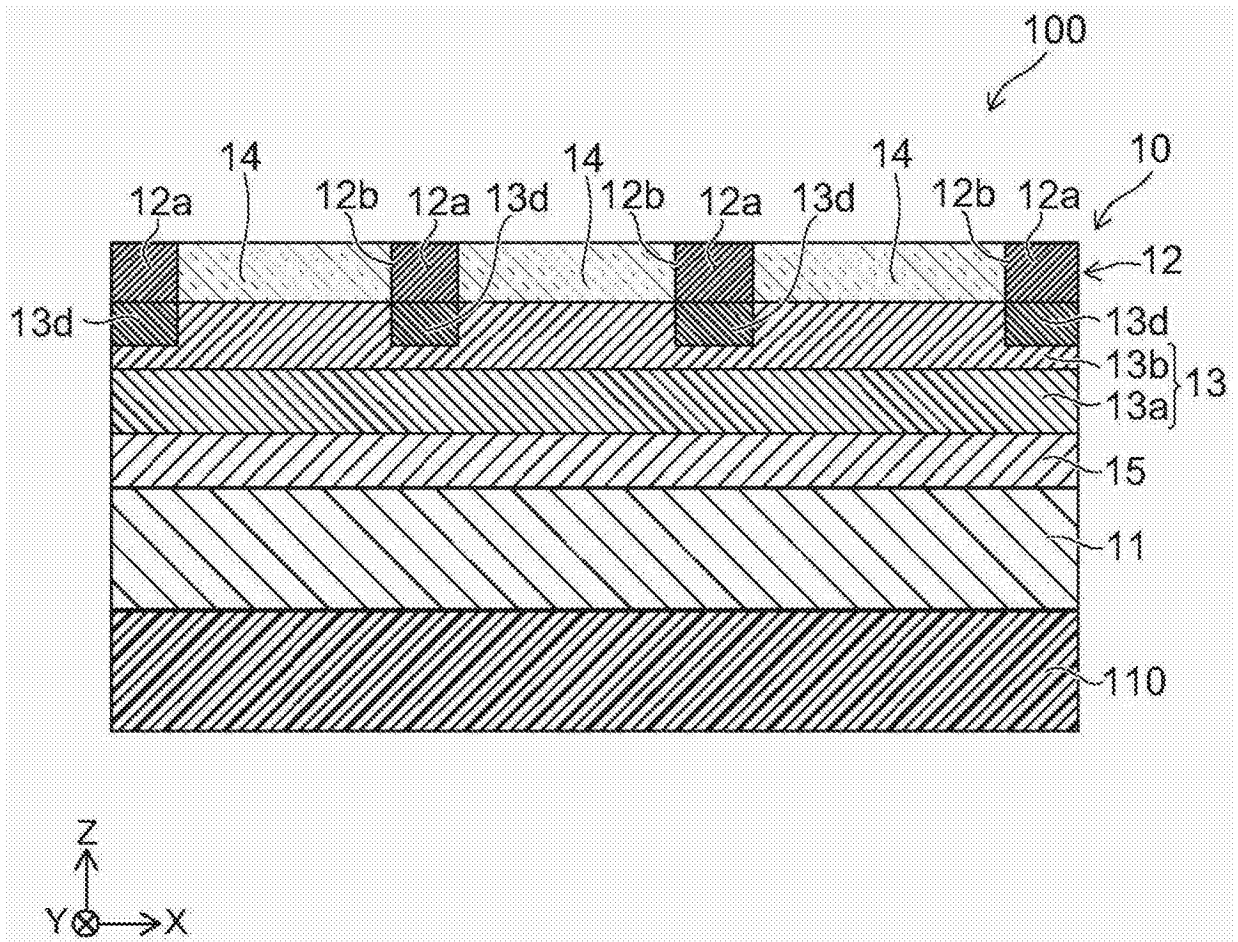


图 8

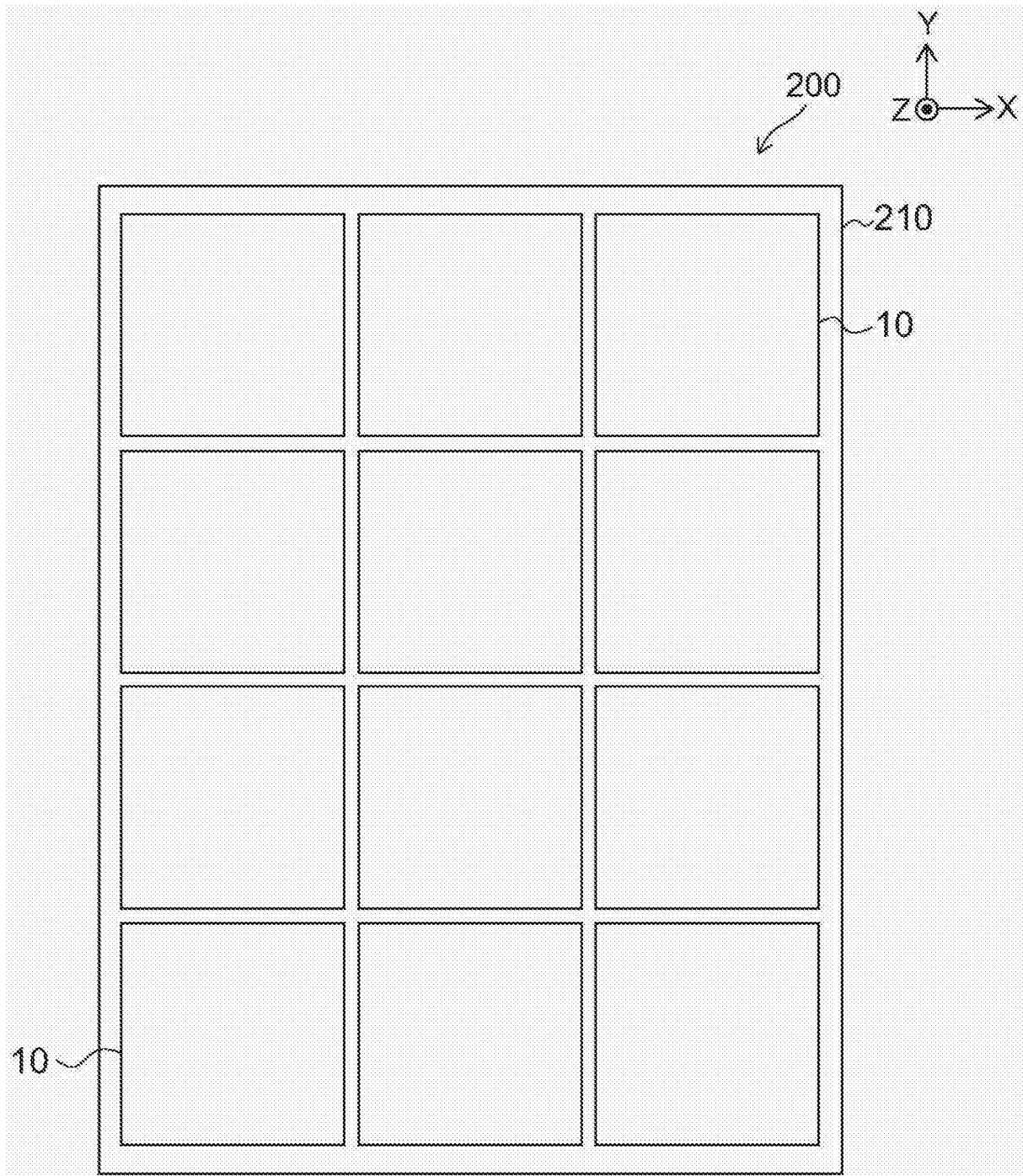


图 9