

1. 一种太阳能电池,该太阳能电池包括:
 - 具有通孔的第一导电类型的基板;
 - 射极层,其形成在所述基板的入射面和所述通孔的侧壁上,所述射极层具有与所述第一导电类型相反的第二导电类型;
 - 防反射层,其形成在所述射极层上并且位于所述基板的所述入射面和所述通孔的所述侧壁处;
 - 第一电极,其形成在所述基板的所述入射面上,所述第一电极通过所述防反射层电连接到所述射极层;
 - 钝化层,其形成在所述基板的反面以及所述通孔的侧壁上,所述钝化层是多层的;
 - 第二电极,其形成在所述钝化层上,其中,所述第二电极的一部分通过所述钝化层连接到所述基板;以及
 - 第一电极集流器,其形成在所述反面上,所述第一电极集流器与所述第二电极绝缘,并且电连接到所述第一电极。
2. 根据权利要求 1 所述的太阳能电池,其中,所述钝化层包括至少一个含硅层。
3. 根据权利要求 2 所述的太阳能电池,其中,所述钝化层包括位于所述基板的所述反面上的第一钝化层、所述第一钝化层上的第二钝化层、以及所述第二钝化层上的第三钝化层,并且
 - 所述第一钝化层、所述第二钝化层和所述第三钝化层中的每一个由氧化硅、氮化硅、氮氧化硅或非晶硅中的一种形成。
4. 根据权利要求 3 所述的太阳能电池,其中,所述第一钝化层由氧化硅形成,所述第二钝化层由氮化硅形成,并且所述第三钝化层由氮氧化硅形成。
5. 根据权利要求 3 所述的太阳能电池,其中,所述第一钝化层、所述第二钝化层和所述第三钝化层各自具有不同的折射率。
6. 根据权利要求 5 所述的太阳能电池,其中,所述第一钝化层具有所述第一钝化层、所述第二钝化层和所述第三钝化层中的最小折射率,并且所述第二钝化层具有所述第一钝化层、所述第二钝化层和所述第三钝化层中的最大折射率。
7. 根据权利要求 3 所述的太阳能电池,其中,形成在所述至少一个通孔的侧壁 的所述钝化层的厚度根据所述钝化层的形成位置而变化。
8. 根据权利要求 7 所述的太阳能电池,其中,随着所述至少一个通孔的侧壁靠近所述基板的所述反面,形成在所述至少一个通孔的侧壁的所述钝化层的厚度增大。
9. 根据权利要求 8 所述的太阳能电池,其中,随着所述至少一个通孔的侧壁靠近所述基板的所述反面,组成形成在所述至少一个通孔的侧壁的所述钝化层的层的数量增多。
10. 根据权利要求 1 所述的太阳能电池,其中,所述防反射层由氧化硅或氮化硅形成。
11. 根据权利要求 1 所述的太阳能电池,该太阳能电池还包括电连接到所述第二电极的至少一个第二电极集流器。
12. 一种制造太阳能电池的方法,该方法包括以下步骤:
 - 步骤 A:在第一导电类型的基板上形成通孔;
 - 步骤 B:在所述基板的入射面和所述通孔的侧壁上,形成与所述第一导电类型相反的第二导电类型的射极层;

步骤 C:在所述射极层上形成位于所述基板的所述入射面和所述通孔的所述侧壁处的防反射层;

步骤 D:在所述基板的所述入射面上形成第一电极;

步骤 E:在所述基板的反面以及所述通孔的所述侧壁上形成钝化层,所述钝化层是多层的;

步骤 F:在所述钝化层上形成第二电极;

步骤 G:在所述反面和所述钝化层上形成第一电极集流器,并且所述第一电极集流器在所述通孔处连接到所述第一电极;以及

步骤 H:对所述第一电极进行烧结以通过所述防反射层连接到所述射极层,所述第二电极通过所述钝化层连接到所述基板。

13. 根据权利要求 12 所述的方法,其中,步骤 B 包括以下步骤:

在所述基板的所述反面上形成射极层,以及

去除形成在所述基板的所述反面上的所述射极层以暴露所述基板的一部分。

14. 根据权利要求 12 所述的方法,其中,步骤 B 包括以下步骤:

遮掩所述基板的反面,以避免在所述基板的所述反面上形成射极层。

15. 根据权利要求 12 所述的方法,该方法还包括以下步骤:在位于所述第一电极集流器周围的第二电极导电层中、并且在位于所述第二电极导电层下面的钝化层中,形成暴露所述基板的一部分的暴露部分。

太阳能电池及其制造方法

技术领域

[0001] 实施方式涉及太阳能电池及其制造方法。

背景技术

[0002] 近来,由于认为现有能源(如石油和煤)是会被耗尽的,因此对于代替现有能源的另选能源越来越感兴趣。在这些另选能源中,由于作为用于从太阳能产生电能的电池,太阳能电池能够从充足来源汲取能量并且不会造成环境污染,因此太阳能电池尤其受到关注。

[0003] 通常的太阳能电池包括:基板和射极层,它们由半导体形成,各自具有不同的导电类型,如 p 型和 n 型;以及分别形成在基板和射极层上的电极。通常的太阳能电池还包括形成在基板和射极层之间的界面的 p-n 结。当光入射在太阳能电池上时,在半导体中产生多个电子-空穴对。各个电子-空穴对通过光生伏打效应而分离成电子和空穴。由此,分离出的电子向 n 型半导体(如,射极层)移动,而分离出的空穴向 p 型半导体(如,基板)移动,然后电子和空穴分别由电连接到射极层和基板的电极收集。利用电线将电极彼此连接,由此获得电力。

[0004] 诸如汇流条的至少一个集流器位于射极层和基板中的每一个上,并且射极层上的集流器和基板上的集流器分别连接到相应的电极。因此,由电极收集的电荷通过与电极相邻的集流器容易地移动到连接到外部的负载。

[0005] 但是,在该情况下,由于集流器分别形成在基板的没有光入射的一个表面和基板的有光入射的另一个表面(即,基板的入射表面上的射极层)上,所以减小了光的入射面积。因此,降低了太阳能电池的效率。

[0006] 因此,已经开发了金属卷绕贯穿(MWT)太阳能电池,以防止由于集流器而造成的太阳能电池效率的降低。在 MWT 太阳能电池中,连接到射极层的集流器位于基板的与基板的入射面相反的背面上。

发明内容

[0007] 技术问题

[0008] 实施方式提供了能够提高太阳能电池效率的太阳能电池及其制造方法。

[0009] 解决问题的方案

[0010] 在一个方面中,存在一种太阳能电池,该太阳能电池包括:具有至少一个通孔的第一导电类型的基板;射极层,其仅位于所述至少一个通孔的至少一部分和从由所述基板的入射面和侧面组成的组中选择的至少一个上,所述射极层具有与所述第一导电类型相反的第二导电类型;至少一个第一电极,其位于所述基板的所述入射面上,所述第一电极电连接到所述射极层;第二电极,其连接到所述基板的所述入射面的反面;以及至少一个第一电极集流器,其位于所述反面上,所述至少一个第一电极集流器与所述第二电极绝缘并且通过所述至少一个通孔电连接到所述至少一个第一电极。

[0011] 在另一方面中,存在一种制造太阳能电池的方法,该方法包括以下步骤:在第一导

电类型的基板上形成至少一个通孔；仅在所述至少一个通孔的至少一部分和从由所述基板的入射面和侧面组成的组中选择的至少一个上形成与所述第一导电类型相反的第二导电类型的射极层；以及形成电连接到所述射极层的多个第一电极、通过所述至少一个通孔电连接到所述第一电极的第一电极集流器、位于所述基板上的第二电极、以及电连接到所述第二电极的第二电极集流器。

[0012] 根据此后给出的详细描述，本发明的进一步应用范围将变得显而易见。但是，应当理解，详细描述和具体示例在表示本发明的优选实施方式的同时，仅仅是以例示的方式给出的，这是因为，根据该详细描述，本发明的精神和范围之内的各种变化和修改对于本领域技术人员来说是显而易见的。

[0013] 本发明的有利效果

[0014] 根据这些方面，由于连接到第一电极的第一电极集流器位于与第一电极相反的表面，所以入射光量增加。此外，由于钝化层位于通孔的侧壁上，所以减少了由于形成在通孔中的射极层在热处理过程中的损坏而产生的漏电流等。

附图说明

[0015] 附图被包括进来以提供对本发明的进一步理解，其被并入且构成本说明书的一部分，附图示出了本发明的实施方式，并与说明书一起用于解释本发明的原理。在附图中：

[0016] 图 1 是根据示例性实施方式的太阳能电池的部分立体图；

[0017] 图 2 是沿图 1 的 II-II 线剖取的剖面图；

[0018] 图 3 至图 15 是按顺序示出了根据示例性实施方式的太阳能电池的制造方法中各个阶段的剖面图；

[0019] 图 16 是沿图 1 的 II-II 线剖取的太阳能电池的另一个剖面图；以及

[0020] 图 17 是沿图 1 的 II-II 线剖取的太阳能电池的另一个剖面图。

具体实施方式

[0021] 下面将参照附图更全面地描述本发明，在附图中示出了本发明的示例性实施方式。但是，本发明可以以许多不同的形式来实施，而不应当被理解为局限于本文所述的实施方式。

[0022] 在附图中，为了清楚，夸大了层、膜、板、区域等的厚度。相同的附图标记在说明书中自始至终表示相同的元件。应当理解的是，当将一元件（如，层、膜、区域或基板）称为“位于另一元件上”时，其可能直接位于所述另一元件上，或者还可能存在于中间元件。相反，当将一元件称为“直接位于另一元件上”时，不存在中间元件。

[0023] 图 1 是根据示例性实施方式的太阳能电池的部分立体图。图 2 是沿图 1 的 II-II 线剖取的剖面图。如图 1 所示，根据实施方式的太阳能电池 1 包括：具有多个通孔 181 的基板 110、基板 110 上的射极层 120、防反射层 130、钝化层 190、多个正面电极 141、背面电极导电层 155、连接到正面电极 141 的多个正面电极集流器 161、多个背面电极集流器 162 和多个背面场 (BSF) 层 170。防反射层 130 位于基板 110 的有光入射的入射面（此后称为“正面”）上、以及通孔 181 内的射极层 120 上。钝化层 190 位于基板 110 的与正面相反的、没有光入射的背面（也被称为反面）上、以及各个通孔 181 的侧壁处。正面电极 141 形成在

基板 110 的正面的的一部分上。背面电极导电层 155 位于钝化层 190 上并且包括电连接到基板 110 的多个背面电极 151。背面电极集流器 162 通过背面电极导电层 155 连接到背面电极 151。BSF 层 170 位于基板 110 和背面电极 151 之间。

[0024] 在示例性实施方式中,基板 110 可以由掺杂有第一导电类型(例如,p 型)的杂质的硅形成,但是这不是必须的。硅的示例包括单晶硅、多晶硅和非晶硅。当基板 110 是 p 型时,基板 110 包含 III 族元素(如,硼(B)、镓(Ga)和铟(In))的杂质。另选地,基板 110 可以是 n 型,并且/或者由除了硅之外的其他材料形成。当基板 110 是 n 型时,基板 110 可以包含 V 族元素(如,磷(P)、砷(As)和锑(Sb))的杂质。

[0025] 对基板 110 的表面进行粗糙化,以形成与不平坦面对应的粗糙表面。贯穿基板 110 的多个通孔 181 形成在正面电极 141 和正面电极集流器 161 的各个交叉处。

[0026] 射极层 120 是具有与基板 110 的第一导电类型相反的第二导电类型(例如,n 型)的杂质部分。射极层 120 和基板 110 形成 p-n 结。

[0027] 通过由 p-n 结产生的内建电势差,由入射在基板 110 上的光产生的多个电子-空穴对被分离成电子和空穴。接着,分离出的电子朝向 n 型半导体移动,而分离出的空穴朝向 p 型半导体移动。因此,当基板 110 是 p 型而射极层 120 是 n 型时,分离出的空穴和分离出的电子分别朝向基板 110 和射极层 120 移动。因此,基板 110 中的空穴和射极层 120 中的电子成为主要载流子。

[0028] 因为基板 110 与射极层 120 形成 p-n 结,因此与上述实施方式不同,当基板 110 是 n 型时,射极层 120 可以是 p 型。在此情况下,分离出的电子和分离出的空穴分别朝向基板 110 和射极层 120 移动。

[0029] 回到上述实施方式,当射极层 120 是 n 型时,可以通过用 V 族元素(如 P、As 和 Sb)的杂质掺杂基板 110 来形成射极层 120。相反,当射极层 120 是 p 型时,可以通过用 III 族元素(如 B、Ga 和 In)的杂质掺杂基板 110 来形成射极层 120。

[0030] 由氮化硅(SiN_x)和/或氧化硅(SiO_x)形成的防反射层 130 位于射极层 120 上,该射极层 120 位于基板 110 的正面上以及通孔 181 的侧壁。防反射层 130 减小入射在基板 110 上的光的反射率,并且提高对预定波长带的选择性,由此提高太阳能电池 1 的效率。防反射层 130 可以具有大约 80nm 至 100nm 的厚度。另选地,防反射层 130 可以仅位于各个通孔 181 的侧壁处。如果需要,可以省略防反射层 304。

[0031] 尽管图 1 和图 2 中未示出,但是防反射层 130 和射极层 120 各自具有暴露基板 110 的正面的边缘的一部分的暴露部分(未示出),以实现基板 110 的边缘隔离。

[0032] 钝化层 190 位于基板 110 的背面上,并且位于处于各个通孔 181 的侧壁处的防反射层 130 上。钝化层 190 降低了基板 110 表面周围的电荷重组,并且增大了穿过基板 110 的光的内部反射率,由此提高了穿过基板 110 的光的重新入射率。

[0033] 钝化层 190 具有三层结构,包括由氧化硅(SiO_x)形成的第一钝化层 191、第一钝化层 191 上的由氮化硅(SiN_x)形成的第二钝化层 192、以及第二钝化层 192 上的由氮氧化硅(SiO_xN_y)形成的第三钝化层 193。其他材料可以用于第一钝化层 191 至第三钝化层 193 中的每个层。

[0034] 第一钝化层 191 和第二钝化层 192 将在基板 110 的表面周围存在的不稳定键(如,悬空键)改变为稳定键,以减少向基板 110 移动的电荷(例如,空穴)和不稳定键之间的重

组和 / 或消失。第三钝化层 193 保护第一钝化层 191 和第二钝化层 192 不受背面电极导电层 155 的影响。第一钝化层 191 至第三钝化层 193 将穿过基板 110 的入射光反射回基板 110, 以增大太阳能电池 1 的内部反射率。

[0035] 可以适当调节第一钝化层 191 至第三钝化层 193 中的每一个的厚度和折射率, 使得第一钝化层 191 至第三钝化层 193 执行上述操作。例如, 第一钝化层 191 和第三钝化层 193 可以具有大致相同的厚度, 如大约 200nm 的厚度, 并且第二钝化层 192 的厚度例如可以具有比第一钝化层 191 和第三钝化层 193 的厚度小的大约 20nm 的厚度。进一步地, 第二钝化层 192 和第三钝化层 193 的折射率可以比第一钝化层 191 的折射率大。在该实施方式中, 第二钝化层 192 具有最大折射率, 并且第一钝化层 191 具有最小折射率。但是, 第一钝化层 191 至第三钝化层 193 的各个层的厚度和折射率可以根据第一钝化层 191 至第三钝化层 193 的材料、功能、形成方法等而变化。

[0036] 在该实施方式中, 钝化层 190 具有包括第一钝化层 191 至第三钝化层 193 的三层结构, 但是其不限于此。组成钝化层 190 的层数可以变化。

[0037] 在该实施方式中, 第一钝化层 191、第二钝化层 192 和钝化层 193 按照上述顺序依次形成在基板 110 上, 但并不限于此。第一钝化层 191 至第三钝化层 193 在基板 110 上的堆叠顺序可以变化。第一钝化层 191 至第三钝化层 193 中的至少一个可以由非晶硅形成。例如, 如果第一钝化层 191 由非晶硅形成, 则第一钝化层 191 有效地消除不稳定键的活性, 从而大大减少电荷在基板 110 表面上的重组。

[0038] 在该实施方式中, 由于防反射层 130 和钝化层 190 位于通孔 181 的侧壁处, 因此形成在通孔 181 侧壁处的总层数可以是 2 至 4。

[0039] 正面电极 141 位于形成在基板 110 正面上的射极层 120 上。此外, 正面电极 141 电连接到射极层 120 并且彼此间隔开地沿固定方向延伸。正面电极 141 收集向射极层 120 移动的电荷 (如, 电子), 并且通过通孔 181 将收集到的电荷传输到正面电极集流器 161。正面电极 141 由至少一种导电金属材料形成。更具体地, 正面电极 141 可以由从包括镍 (Ni)、铜 (Cu)、银 (Ag)、铝 (Al)、锡 (Sn)、锌 (Zn)、铟 (In)、钛 (Ti)、金 (Au) 和其组合的组选择的至少一种材料形成。可以使用其他导电金属材料。

[0040] 背面电极导电层 155 由导电金属材料形成并且位于钝化层 190 上。在背面电极导电层 155、正面电极集流器 161 和 / 或钝化层 190 中, 形成有暴露正面电极集流器 161 周围的基板 110 的一部分的多个暴露部分 182。

[0041] 背面电极 151 由背面电极导电层 155 穿过钝化层 190 接触基板 110 背面的一部分而形成。背面电极 151 和正面电极集流器 161 之间的电连接由于暴露部分 182 而被切断。

[0042] 背面电极 151 以恒定距离彼此间隔开, 并且电连接到基板 110。背面电极 151 可以具有如圆形、椭圆形和 / 或多边形的各种形状。此外, 背面电极 151 可以具有与正面电极 141 相同的条带形状, 由此背面电极 151 电连接到基板 110 并且沿一个方向延伸。具有条带形状的背面电极 151 的数量比具有圆形、椭圆形或多边形形状的背面电极 151 的数量少得多。

[0043] 如上所述, 在该实施方式中, 由于钝化层 190 位于基板 110 和背面电极导电层 155 之间, 并且基板 110 的仅仅一部分接触背面电极 151, 因此, 与包括的背面电极接触基板的整个表面的太阳能电池相比, 根据该实施方式的太阳能电池中的基板 110 的弯曲现象大大

减少了。因此,大大减少了由于弯曲现象对基板 110 造成的损伤。背面电极 151 收集向基板 110 移动的电荷(例如,空穴)。

[0044] 背面电极 151 由至少一种导电金属材料形成。更具体地,背面电极 151 可以由从包括 Ni、Cu、Ag、Al、Sn、Zn、In、Ti、Au 和其组合的组中选择的至少一种材料形成。可以使用其他导电金属材料。

[0045] 多个正面电极集流器 161 位于各个通孔 181 中,并且位于处于通孔 181 周围的钝化层 190 上。正面电极集流器 161 沿与正面电极 141 交叉的方向延伸。

[0046] 正面电极集流器 161 由至少一种导电金属材料形成,并且穿过通孔 181 电连接到与正面电极集流器 161 交叉的正面电极 141。因此,正面电极集流器 161 向外部设备输出从正面电极 141 传输的电荷。正面电极集流器 161 可以由从包括 Ni、Cu、Ag、Al、Sn、Zn、In、Ti、Au 和其组合的组中选择的至少一种材料形成。可以使用其他导电金属材料。

[0047] 背面电极集流器 162 位于钝化层 190 上并且与正面电极集流器 161 平行地延伸。背面电极集流器 162 收集通过背面电极导电层 155 从背面电极 151 传输的电荷(例如,空穴),以向外部设备输出所收集的电荷。

[0048] 在该实施方式中,与正面电极集流器 161 类似,背面电极集流器 162 具有沿固定方向延伸的形状。但是,背面电极集流器 162 可以包括以恒定距离或间隔彼此间隔开的多个圆形或多边形导体,不过这不是必须的。背面电极集流器 162 由与正面电极集流器 161 相同的材料形成,并且位于与正面电极集流器 161 的相同的层面上。

[0049] 多个 BSF 层 170 位于背面电极 151 和基板 110 之间。BSF 层 170 是比基板 110 更重地掺杂有与基板 110 相同的导电类型的杂质的区域(例如, p^+ 型区域)。电子向基板 110 背面的平稳移动被由于基板 110 和 BSF 层 170 的杂质掺杂浓度之间的差而产生的势垒所阻碍。因此,BSF 层 170 防止或减少电子和空穴在基板 110 和背面电极 151 的界面中的重组和/或消失。

[0050] 在根据实施方式的具有上述结构的太阳能电池 1 中,正面电极集流器 161 位于基板 110 的没有光入射的背面上,基板 110 正面上的正面电极 141 使用多个通孔 181 电连接到正面电极集流器 161,并且钝化层 190 形成在基板 110 的背面上,以减少基板 110 和背面电极 151 之间的接触面积。下面详细描述太阳能电池 1 的操作。

[0051] 当照射到太阳能电池 1 的光透过防反射层 130 和射极层 120 入射在基板 110 上时,通过基于入射光的光能,在基板 110 中产生多个电子-空穴对。由于基板 110 的表面是粗糙表面,因此降低了基板 110 的正面的光反射率。进一步地,由于光入射操作和光反射操作这两者都在粗糙表面上进行,所以将光限制在太阳能电池 1 中。由此,光吸收率增加,并且提高了太阳能电池 1 的效率。此外,由于通过防反射层 130 减少了入射在基板 110 上的光的反射损失,所以入射在基板 110 上的光量进一步增加。

[0052] 基板 110 和射极层 120 的 p-n 结使得电子-空穴对分离,并且所分离出的电子移动到 n 型射极层 120,并且所分离出的空穴移动到 p 型基板 110。移动到 n 型射极层 120 的电子由正面电极 141 收集,接着传输到正面电极集流器 161。移动到 p 型基板 110 的空穴由背面电极 151 收集,接着传输到背面电极集流器 162。当使用电线(未示出)将正面电极集流器 161 连接到背面电极集流器 162 时,电流在其中流动,由此能使用电流来产生电力。

[0053] 在该实施方式中,由于正面电极集流器 161 位于基板 110 的没有光入射的背面上,

因此光入射面积增大,并且太阳能电池 1 的效率提高。

[0054] 在该实施方式中,具有多层结构的钝化层 190 位于基板 110 和背面电极导电层 155 之间,并且,通过使背面电极导电层 155 的一部分接触基板 110 来形成背面电极 151,而不是在基板 110 的整个背面上形成背面电极。因此,在根据该实施方式的太阳能电池 1 中,与包括的多个背面电极位于基板的整个背面上的太阳能电池相比,大大减小了背面电极 151 和基板 110 之间的接触面积。但是,由于钝化层 190 将基板 110 表面上的不稳定键改变为不活动状态(或被钝化),所以大大减少了由于基板 110 表面上的不稳定键造成的电荷重组。因此,提高了具有长波长的光的使用效率,并且提高了太阳能电池 1 的效率。

[0055] 图 3 至图 15 是按顺序示出了根据示例性实施方式的太阳能电池的制造方法中的各个阶段的剖面图。

[0056] 如图 3 所示,多个通孔 181 形成在由 p 型单晶硅或 p 型多晶硅形成的基板 110 上。利用激光束通过激光钻孔方法形成通孔 181。可以使用其他方法来形成通孔 181。

[0057] 如图 4 所示,对基板 110 的整个表面执行粗糙化过程,以形成基板 110 的粗糙表面。但是,各个通孔 181 的侧壁不需要具有粗糙表面,不过这是可选的。当基板 110 由 p 型单晶硅形成时,利用如 KOH、NaOH 和氢氧化四甲基铵(TMAH)的碱性溶液执行粗糙化处理。当基板 110 由 p 型多晶硅形成时,利用如 HF 和 HNO_3 的酸性溶液执行粗糙化处理。

[0058] 如图 5 所示,对基板 110 执行包含 V 族元素(如 P、As 和 Sb)的杂质的材料(如, POCl_3 或 H_3PO_4)的高温热处理,以在基板 110 上散布 V 族元素杂质。由此,在基板 110 的整个表面(包括基板 110 的正面、背面和内表面)上和/或各个通孔 181 的侧表面(或侧壁)上,形成射极层 120。与该实施方式不同,当基板 110 是 n 型时,对基板 110 执行包含 III 族元素杂质的材料(例如, B_2H_6)的高温热处理,或者在基板 110 上堆叠包含 III 族元素杂质的材料,以在基板 110 的整个表面上形成 p 型射极层 120。接着,通过刻蚀处理,去除当在基板 110 内散布 p 型杂质或 n 型杂质时产生的包含磷(P)的磷硅酸盐玻璃(PSG)或包含硼(B)的硼硅酸盐玻璃(BSG)。

[0059] 如图 6 所示,利用诸如等离子体增强化学汽相淀积(PECVD)方法的化学汽相淀积(CVD)方法,在基板 110 的正面上和各个通孔 181 的侧壁形成防反射层 130。此外,可以在通孔 181 内部形成防反射层 130。

[0060] 如图 7 所示,利用湿刻蚀法或干刻蚀法去除基板 110 的背面的一部分,由此去除基板 110 的背面上的射极层 120 的一部分。在该情况下,可以部分去除形成在通孔 181 侧壁的射极层 120 和/或防反射层 130。

[0061] 另选地,如果不在基板 110 的背面上形成射极层,则可以避免或省略针对基板 110 的背面的所述部分的去除操作。即,并非如图 5 所示地在基板 110 的整个表面(包括基板 110 的背面)上形成射极层 120,可以通过在基板 110 背面上使用掩模或阻挡层来避免或省略在基板 110 的背面上形成射极层 120。然后,例如可以通过单独的刻蚀操作来去除掩模或阻挡层。

[0062] 如图 8 至图 10 所示,利用诸如 PECVD 方法的 CVD 方法,将由氧化硅(SiO_x)形成的第一钝化层 191、由氮化硅(SiN_x)形成的第二钝化层 192 和由氮氧化硅(SiO_xN_y)形成的第三钝化层 193 以所述顺序依次形成在基板 110 的背面上,以完成钝化层 190。第一钝化层 191 和第三钝化层 193 各自具有大约 200nm 的厚度,并且第二钝化层 192 具有大约 20nm 的

厚度。在基板 110 的背面上形成钝化层 190 (如, 第一钝化层 191 至第三钝化层 193) 时, 钝化层 190 (如, 第一钝化层 191 至第三钝化层 193) 也可以按照与背面上的相同顺序淀积在通孔 181 的侧壁上 (但是这不是必须的)。在实施方式中, 可以不要使用或者不需要所有的第一钝化层 191 至第三钝化层 193。即, 通孔 181 内部或通孔 181 的侧壁上的钝化层 190 的成分可以与基板 110 的背面上的钝化层 190 的成分不同。因此, 可以将用于通孔 181 的钝化层 190 或其成分与用于基板 110 的背面的钝化层 190 或其成分一起或单独形成。

[0063] 如图 11 所示, 利用丝网印刷方法将包含 Ag 的膏体涂敷在基板 110 的相应部分上, 接着在大约 120°C 至 200°C 将其干燥, 以形成正面电极集流器图案 165 和背面电极集流器图案 166。

[0064] 如图 12 所示, 利用丝网印刷方法将包含 Ag 的膏体涂敷在相应部分上, 接着将其干燥以形成正面电极图案 140。形成正面电极集流器图案 165、背面电极集流器图案 166 和正面电极图案 140 的含 Ag 膏体可以包括从包括 Ni、Cu、Al、Sn、Zn、In、Ti、Au 和其组合的组中选择的至少一种, 以替代 Ag。可以使用其他导电金属材料。

[0065] 如图 13 所示, 利用丝网印刷方法将包含 Al 的膏体涂敷在基板 110 的相应部分上, 接着将其干燥, 以形成背面电极导电层图案 150。在该情况下, 在基板 110 背面中的除了正面电极集流器图案 165 和背面电极集流器图案 166 的形成部分之外的剩余部分中, 形成背面电极导电层图案 150。在该实施方式中, 正面电极图案 140、正面电极集流器图案 165、背面电极集流器图案 166 和背面电极导电层图案 150 的形成顺序可以变化。

[0066] 如图 14 所示, 将激光束照射到背面电极导电层图案 150 的固定部分, 以形成由背面电极导电层图案 150、钝化层 190 和基板 110 的成分的熔融混合物形成的背面电极图案 153。

[0067] 所使用的激光束的波长可以是大约 355nm 或 532nm。当激光束的波长是近似 355nm 时, 激光束的强度是近似 1W。当激光束的波长是近似 532nm 时, 激光束的强度是近似 10W。所使用的激光束的波长和强度可以根据背面电极导电层图案 150 的厚度和材料、钝化层 190 的材料和层数等而变化。进一步地, 激光束到同一部分上的照射操作的次数可以根据背面电极导电层图案 150 的厚度和材料、钝化层的材料和层数等而变化。

[0068] 如图 15 所示, 在大约 750°C 至 800°C 的温度烘烤包括正面电极图案 140、正面电极集流器图案 165、背面电极集流器图案 166 和背面电极导电层图案 150 的基板 110, 以形成多个正面电极 141、电连接到正面电极 141 的多个正面电极集流器 161、包括多个背面电极 151 的背面电极导电层 155 和多个 BSF 层 171。

[0069] 更具体地说, 当执行热处理时, 由于正面电极图案 140 中包含的诸如 Pb 的元素, 形成穿过与防反射层 130 和正面电极图案 140 接触的接触部分并且接触射极层 120 的多个正面电极 141。此外, 背面电极图案 153 接触基板 110, 以形成多个背面电极 151。在该情况下, 各个图案 140、165、166 和 150 中包含的金属成分与层 120 和 110 化学耦接, 由此减小了接触电阻。由此, 改善了电流流动。

[0070] 进一步地, 当执行热处理时, 背面电极 151 中包含的 Al 散布到接触背面电极 151 的基板 110, 以在背面电极 151 和基板 110 之间形成多个 BSF 层 171。在该情况下, BSF 层 171 是掺杂有与基板 110 相同的导电类型的杂质 (例如, p 型杂质) 的区域。BSF 层 171 的杂质掺杂浓度大于基板 110 的杂质掺杂浓度, 由此 BSF 层 171 是 p^+ 型区域。

[0071] 在该实施方式中,由于防反射层 130 和钝化层 190 形成在各个通孔 181 的侧壁处,所以可以降低或防止当执行包括干燥和烘烤操作的高温热处理时产生的对射极层 120 的损伤,并且可以减少或防止漏电流的产生。进一步地,由于钝化层 190 具有多层结构,所以进一步减小或防止了对射极层 120 的损伤。

[0072] 接着,利用激光束在正面电极集流器 161 周围形成暴露基板 110 的一部分的多个暴露部分 182,以将电连接到基板 110 的背面电极 151 与正面电极集流器 161 电分离。由此完成了图 1 和图 2 中所示的太阳能电池 1。进一步地,在形成多个暴露部分 182 之前和之后,去除形成在基板 110 的正面边缘的防反射层 130 的一部分以及防反射层 130 下面的射极层 120 的一部分,以形成暴露基板 110 的正面的一部分的暴露部分(未示出)。由此,通过暴露部分实现基板 110 的边缘绝缘。此外,可以利用 PECVD 方法来替代激光束形成暴露部分 182 和边缘绝缘中使用的暴露部分。

[0073] 在通过上述处理制造的太阳能电池 1 中,当形成防反射层 130 和钝化层 190 时,根据通孔 181 的直径、扩散速度、扩散距离、扩散状态等,防反射层 130 和钝化层 190 可能不均匀地形成在通孔 181 的侧壁。因此,如图 16 所示,形成在通孔 181 的侧壁处的层数可能根据通孔 181 的侧壁的位置而变化。例如,在用于形成组成钝化层 190 的各层的处于汽化状态的处理气体的注入位置的相邻部分中,形成在通孔 181 侧壁的层数增加。即,随着通孔 181 的侧壁靠近基板 110 的背面,形成在通孔 181 的侧壁的层数增加。

[0074] 进一步地,如图 16 所示,即使形成在通孔 181 侧壁的层数是恒定的,形成在通孔 181 侧壁的层的总厚度也可以根据处理气体的注入位置(即,根据处理气体的注入位置和通孔 181 的侧壁之间的距离(即,注入距离))而变化。因此,随着通孔 181 的侧壁靠近基板 110 的背面(即,随着注入距离变短),形成在通孔 181 的侧壁处的层的总厚度增大。但是,在该情况下,因为通孔 181 的侧壁由防反射层 130 和包括至少一层的钝化层 190 保护,所以减小或防止了由于热处理之后对射极层 120 的损伤而产生的漏电流。在通过图 3 至图 15 中所示的处理来制造太阳能电池 1 的过程中,可以通过通孔 181 的侧壁暴露基板 110 的一部分。

[0075] 如图 7 所示,当去除基板 110 背面上的射极层 120 时,可以去除通孔 181 内的防反射层 130 的一部分和防反射层 130 下面的射极层 120 的一部分。由此,在去除基板 110 的背面上的射极层 120 之后,基板 110 的一部分可以通过通孔 181 的侧壁而暴露。在该情况下,随着射极层 120 和防反射层 130 靠近基板 110 的背面,通孔 181 内的射极层 120 和防反射层 130 与基板 110 背面上的射极层 120 一起被去除的概率增加。但是,在该实施方式中,如图 17 所示,由于具有多层结构的钝化层 190 位于通孔 181 的侧壁,所以基板 110 的在通孔 181 的侧壁暴露的部分在后续的处理中被防反射层 130 覆盖。

[0076] 如图 16 所示,由于在射极层 120 被去除的概率很高的基板 110 的背面上很容易形成钝化层 190,所以容易由钝化层 190 覆盖基板 110 的透过通孔 181 侧壁的暴露部分。因此,即使射极层 120 的所述部分和防反射层 130 的所述部分受到损伤、并且基板 110 的所述部分暴露在通孔 181 的侧壁,基板 110 的暴露部分也受到钝化层 190 保护。由此,减少了从正面电极 141 向正面电极集流器 161 流动的电流的泄露现象。

[0077] 在本发明的实施方式中,对于电极、基板表面或其他而提到的正面或背面不是限制性的。例如,这样的描述是为了方便说明,因为正面或背面容易理解为电极、基板表面或

其他中的第一或第二示例。

[0078] 尽管结合目前被认为是实用的示例实施方式描述了本发明,但应当理解的是,本发明不限于公开的实施方式,而是相反,旨在覆盖在所附权利要求的精神和范围内包括的各种修改和等效结构。

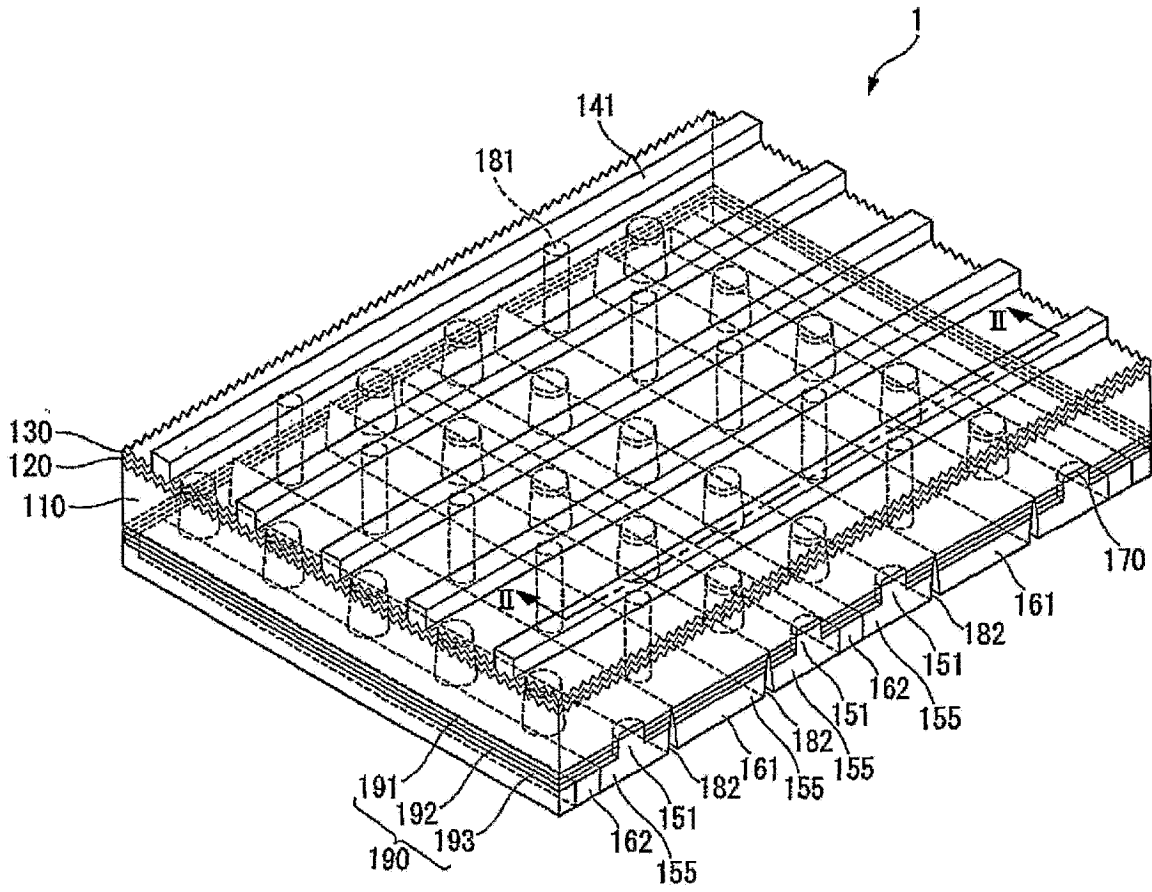


图 1

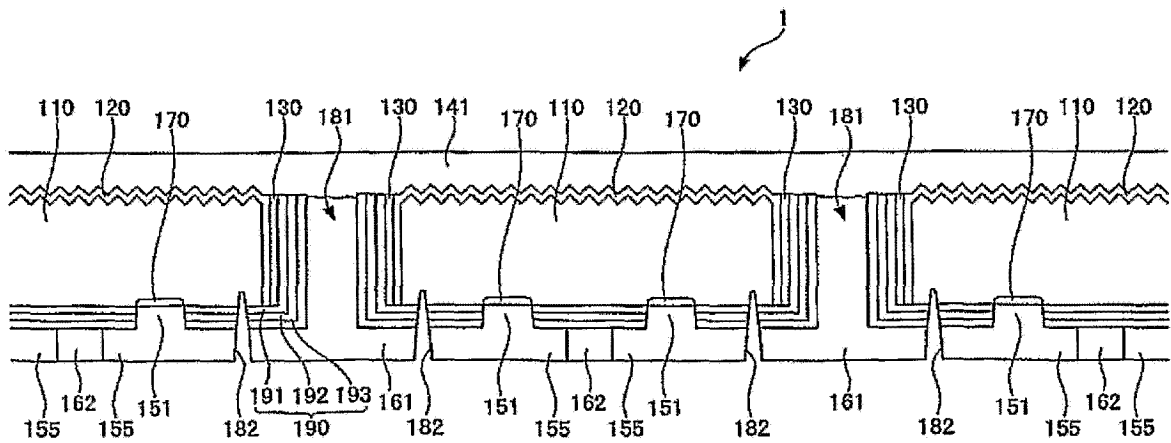


图 2

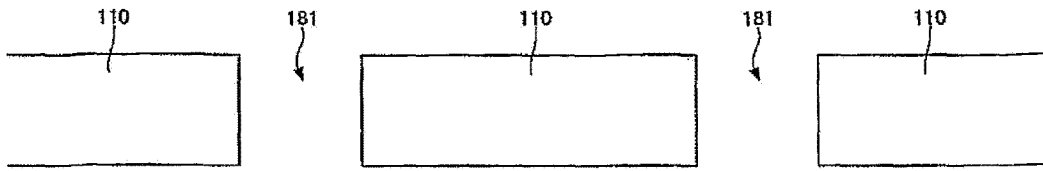


图 3

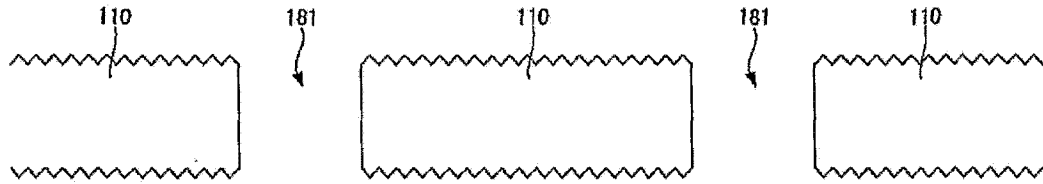


图 4

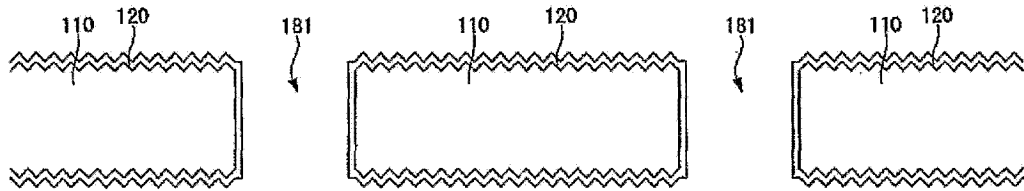


图 5

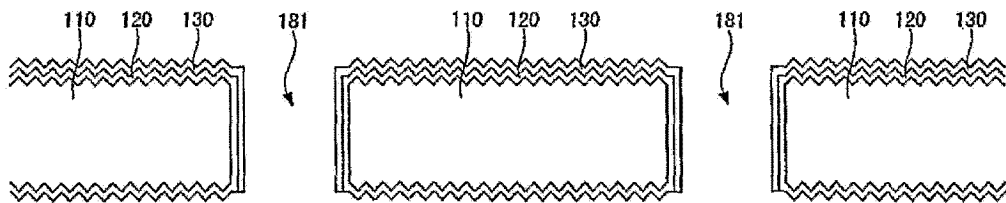


图 6

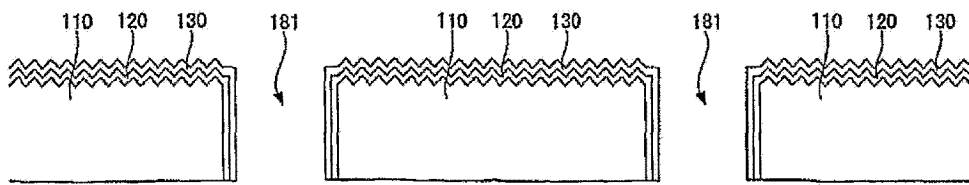


图 7

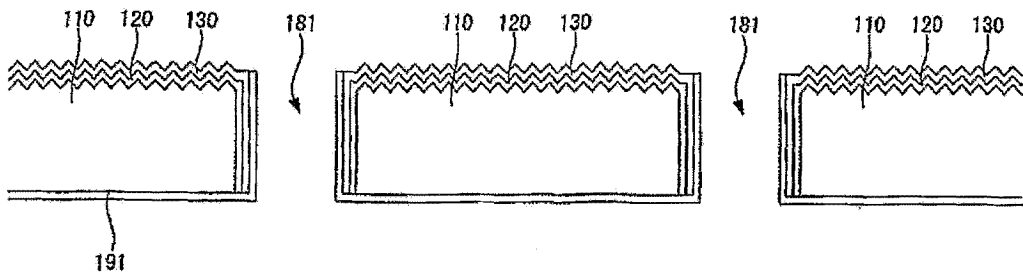


图 8

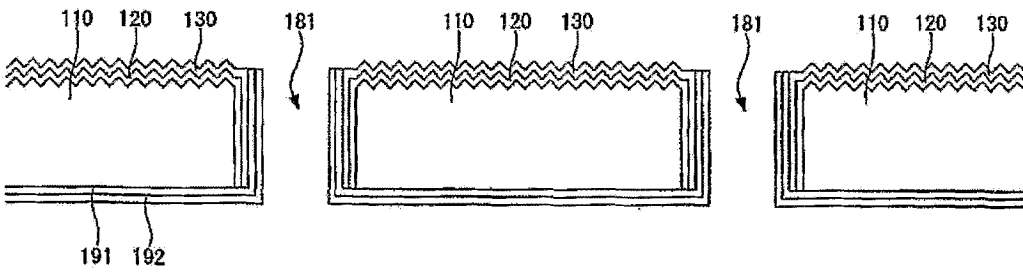


图 9

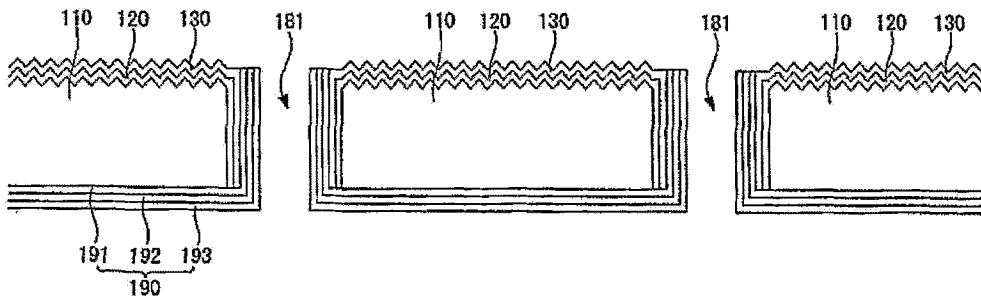


图 10

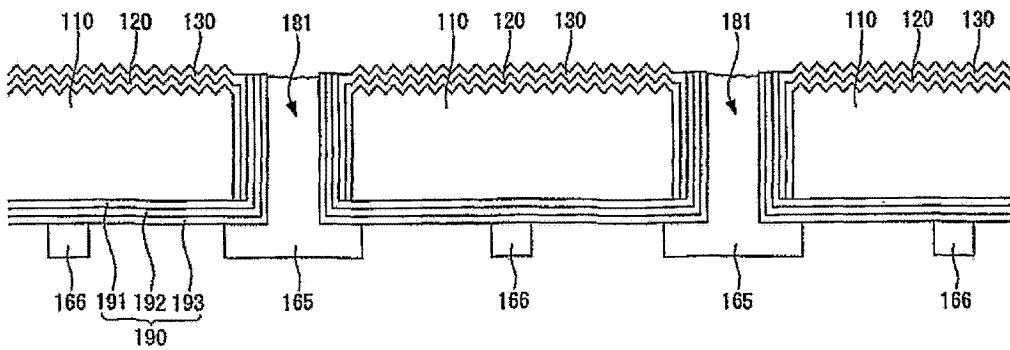


图 11

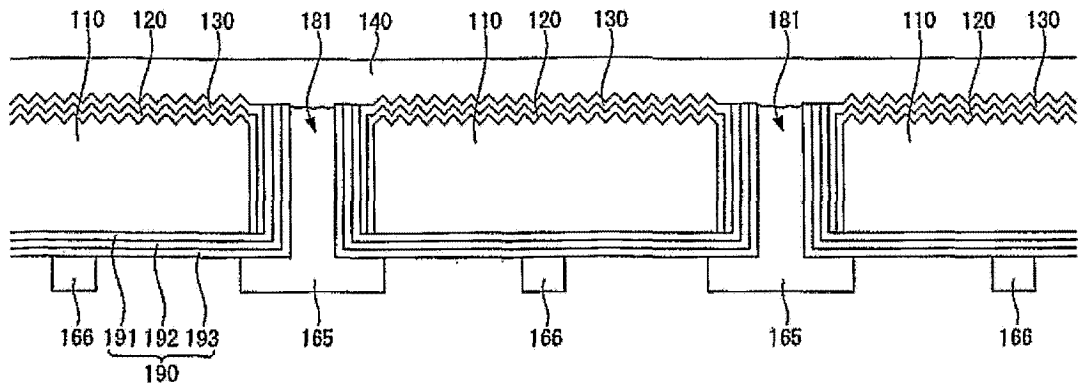


图 12

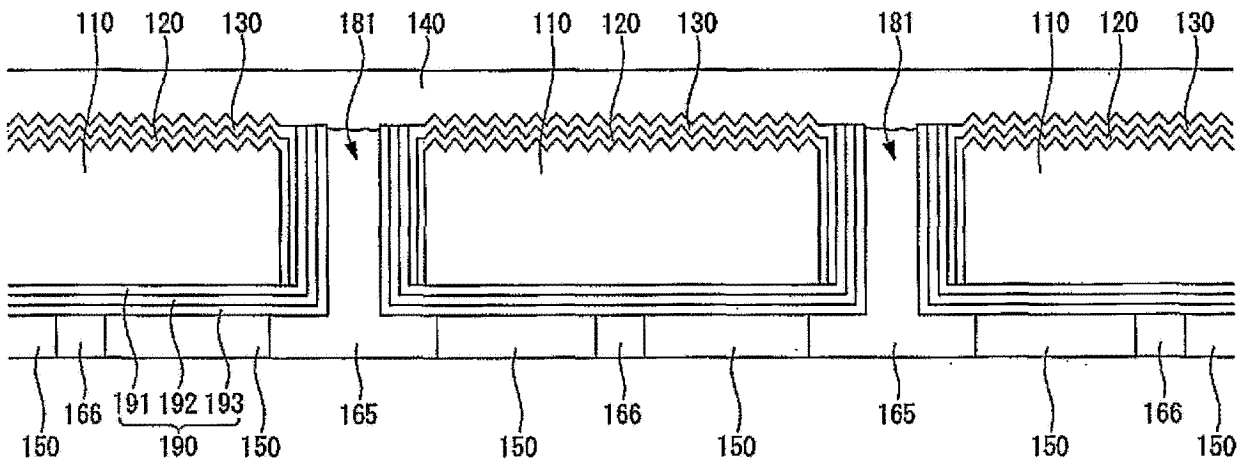


图 13

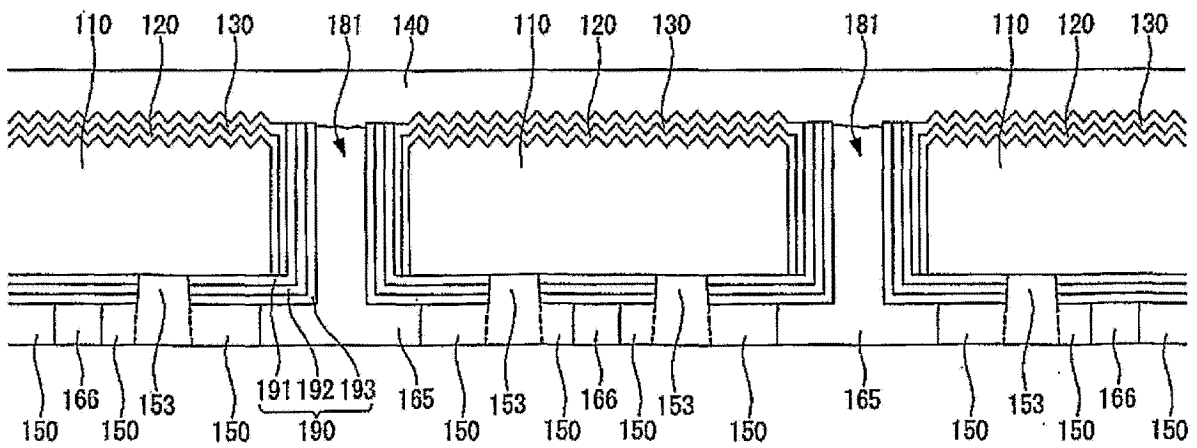


图 14

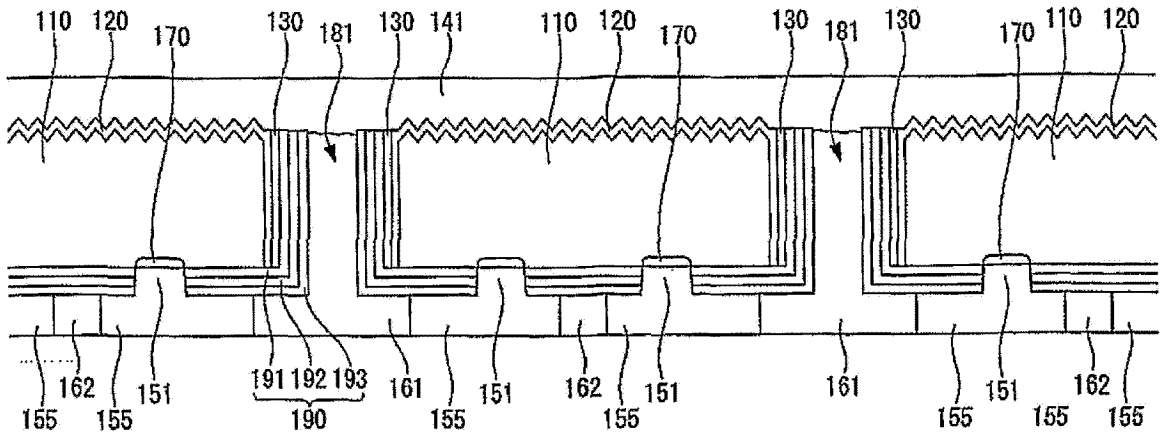


图 15

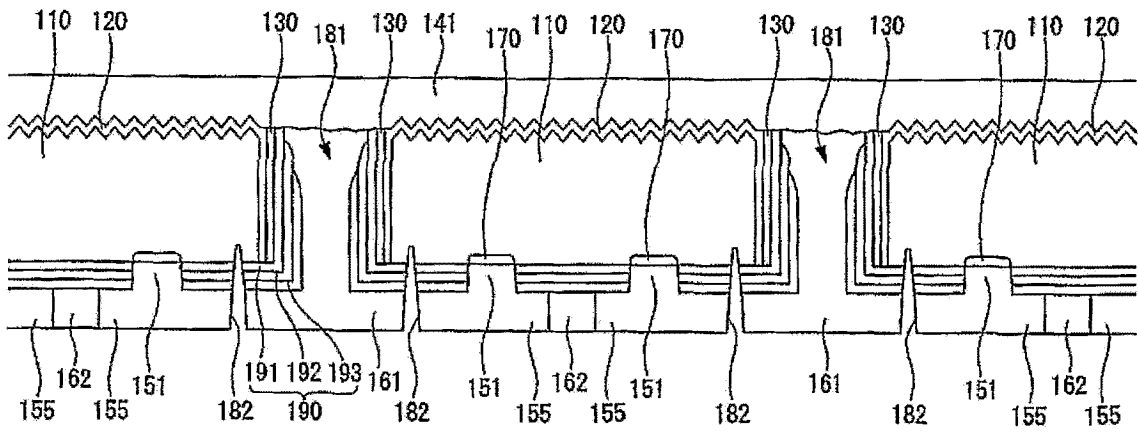


图 16

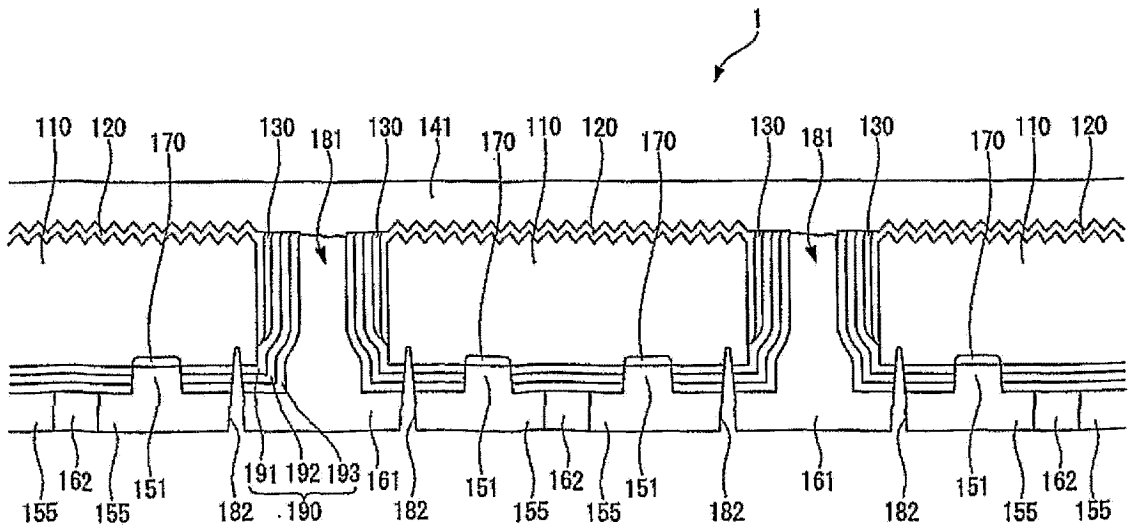


图 17