



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106575679 B

(45)授权公告日 2018.08.31

(21)申请号 201580044813.3

(22)申请日 2015.07.02

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106575679 A

(43)申请公布日 2017.04.19

(30)优先权数据
2014-201269 2014.09.30 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2017.02.21

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2015/003326 2015.07.02

(87)PCT国际申请的公布数据
W02016/051628 JA 2016.04.07

(73)专利权人 信越化学工业株式会社
地址 日本东京都

(72)发明人 松尾阳子 渡部武纪 大塚宽之

(74)专利代理机构 隆天知识产权代理有限公司
72003

代理人 李英艳 张永康

(51)Int.Cl.
H01L 31/0224(2006.01)
H01L 31/0216(2014.01)
H01L 31/02(2006.01)
H01L 31/068(2012.01)

(56)对比文件
JP 特开2011003724 A,2011.01.06,
JP 特开2012109626 A,2012.06.07,
JP 特开2011134999 A,2011.07.07,
JP 5093821 B1,2012.09.28,

审查员 吴昊

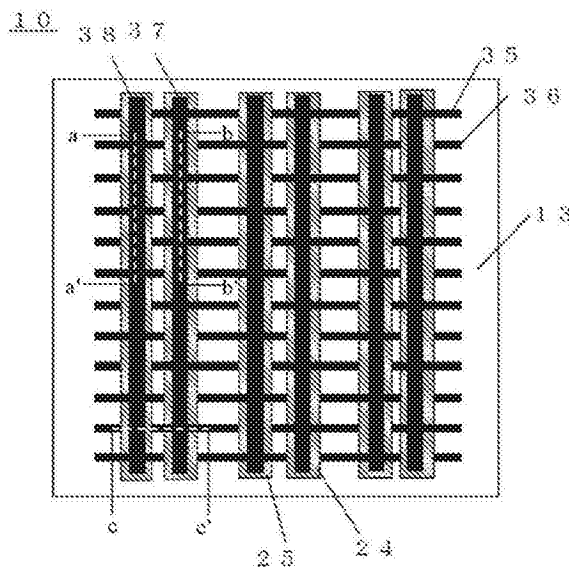
权利要求书2页 说明书13页 附图12页

(54)发明名称

太阳能电池及其制造方法

(57)摘要

本发明是一种太阳能电池,其在第1导电型半导体基板的背面,具备由第1接触部与第1集电部构成的第1指状电极、由第2接触部与第2集电部构成的第2指状电极、第1母线电极、以及第2母线电极,所述第1导电型半导体基板在受光面的相反侧的背面具有第1导电型区域与第2导电型区域,并且,至少在第1母线电极和第2母线电极正下方的全部区域具备绝缘膜,在绝缘膜上,第1集电部和第1母线电极、以及第2集电部和第2母线电极电性接合,并且,至少在绝缘膜正下方,第1接触部和第2接触部连续成线状。由此,本发明提供一种钝化区域广、线路电阻低、并联电阻高、转换效率高的太阳能电池,并且提供一种太阳能电池的制造方法,可以用低成本来制造这种太阳能电池。



1. 一种太阳能电池,其具备其中一面的主表面设为受光面且另一面的主表面设为背面的第1导电型半导体基板,该半导体基板,在所述背面具有第1导电型区域和与所述第1导电型区域相反的导电型的第2导电型区域,所述太阳能电池的特征在于,具备:

由被接合于所述第1导电型区域的第1接触部与被形成于该第1接触部上的第1集电部构成的第1指状电极、

由被接合于所述第2导电型区域的第2接触部与被形成于该第2接触部上的第2集电部构成的第2指状电极、

与所述第1集电部电性接合的第1母线电极、以及

与所述第2集电部电性接合的第2母线电极,

至少在所述第1母线电极和所述第2母线电极正下方的全部区域具备绝缘膜,在该绝缘膜上,所述第1集电部和所述第1母线电极、以及所述第2集电部和所述第2母线电极电性接合,

并且,至少在所述绝缘膜正下方,所述第1接触部和所述第2接触部连续成线状。

2. 如权利要求1所述的太阳能电池,其中,所述第1母线电极和所述第2母线电极连续成线状,且所述绝缘膜连续成线状。

3. 如权利要求1所述的太阳能电池,其中,所述第1母线电极和所述第2母线电极的根数合计为4根以上且10根以下。

4. 如权利要求2所述的太阳能电池,其中,所述第1母线电极和所述第2母线电极的根数合计为4根以上且10根以下。

5. 如权利要求1所述的太阳能电池,其中,所述绝缘膜是由以下材料构成,所述材料含有选自硅酮树脂、聚酰亚胺树脂、聚酰胺酰亚胺、氟树脂、酚树脂、三聚氰胺树脂、尿素树脂、聚胺酯、环氧树脂、丙烯酸树脂、聚酯树脂以及聚乙烯醇树脂的1种以上树脂。

6. 如权利要求2所述的太阳能电池,其中,所述绝缘膜是由以下材料构成,所述材料含有选自硅酮树脂、聚酰亚胺树脂、聚酰胺酰亚胺、氟树脂、酚树脂、三聚氰胺树脂、尿素树脂、聚胺酯、环氧树脂、丙烯酸树脂、聚酯树脂以及聚乙烯醇树脂的1种以上树脂。

7. 如权利要求3所述的太阳能电池,其中,所述绝缘膜是由以下材料构成,所述材料含有选自硅酮树脂、聚酰亚胺树脂、聚酰胺酰亚胺、氟树脂、酚树脂、三聚氰胺树脂、尿素树脂、聚胺酯、环氧树脂、丙烯酸树脂、聚酯树脂以及聚乙烯醇树脂的1种以上树脂。

8. 如权利要求4所述的太阳能电池,其中,所述绝缘膜是由以下材料构成,所述材料含有选自硅酮树脂、聚酰亚胺树脂、聚酰胺酰亚胺、氟树脂、酚树脂、三聚氰胺树脂、尿素树脂、聚胺酯、环氧树脂、丙烯酸树脂、聚酯树脂以及聚乙烯醇树脂的1种以上树脂。

9. 如权利要求1至8中任一项所述的太阳能电池,其中,所述绝缘膜的厚度为1~60 μm 。

10. 如权利要求1至8中任一项所述的太阳能电池,其中,所述第1集电部、所述第2集电部、所述第1母线电极以及所述第2母线电极是由以下材料构成,所述材料含有选自银、铜、金、铝、锌、镉、锡、铋、铅的1种以上导电性物质,且进一步含有选自环氧树脂、丙烯酸树脂、聚酯树脂、酚树脂、硅酮树脂的1种以上树脂。

11. 一种太阳能电池的制造方法,所述太阳能电池具备其中一面的主表面为受光面且另一面的主表面为背面的第1导电型半导体基板,在该半导体基板的所述背面,具有第1导电型区域及与所述第1导电型区域相反的导电型的第2导电型区域,所述太阳能电池的制造

方法的特征在于,具有以下工序:

在所述背面形成所述第1导电型区域和所述第2导电型区域的工序;

以在至少一部份具有线状地连续的形状的方式,来形成被接合于所述第1导电型区域的第1接触部、以及被接合于所述第2导电型区域的第2接触部的工序;

以覆盖所述第1接触部和所述第2接触部中的具有线状地连续的形状的部份的上部与侧部的方式,来形成绝缘膜的工序;

仅在所述绝缘膜上形成第1母线电极和第2母线电极的工序;以及,

在所述第1接触部上形成与所述第1母线电极电性接合的第1集电部,并在所述第2接触部上形成与所述第2母线电极电性接合的第2集电部的工序。

12. 如权利要求11所述的太阳能电池的制造方法,其中,同时进行所述形成第1母线电极和第2母线电极的工序、与所述形成第1集电部和第2集电部的工序。

太阳能电池及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种太阳能电池及其制造方法。

背景技术

[0002] 图14是示意性地表示以往的背面电极型太阳能电池的剖面图。关于使用以往的技术制作而成的背面电极型太阳能电池210,参照图14进行说明。在n型硅基板213的受光面侧形成有凹凸形状214,且形成有n型扩散层也就是前表面场(Front Surface Field,FSF)层215。而且,在凹凸形状214上,从n型硅基板213侧开始,形成有包含二氧化硅的介电性钝化层(表面钝化层)217、包含氮化硅的抗反射膜216。

[0003] 此外,在n型硅基板213的背面侧交互地形成有被n型掺杂而成的n型扩散层220与被p型掺杂而成的p型扩散层221。进一步地,在n型硅基板213的背面形成有氧化物层(第1背面钝化膜)219。而且,在n型扩散层220形成有n型接触电极211,在p型扩散层221形成有p型接触电极212。这些与基板本身直接结合的接触电极,也可以作为集电用的指状电极来发挥功能。

[0004] 图15是示意性地表示以往的背面电极型太阳能电池的背面的外观的俯视图。如图15所示,在背面电极型太阳能电池中,1对用以从指状电极(n型接触电极211、p型接触电极212)进行集电的母线电极(n型母线电极222、p型母线电极223)被设置于基板端。图15中,最靠近基板外缘的指状电极成为n型接触电极,但也可以是p型接触电极,也可以各自是与p型、n型不同型的金属电极。

[0005] 为了使背面电极型太阳能电池高效率化,如果尽可能地增大发电层也就是p型扩散层,可以期待短路电流的增加。因此期望为,以p型扩散层与n型扩散层的面积比例为80:20~90:10的方式宽广地形成p型扩散层的区域。此外,如果尽可能缩小基板与接触电极的接触面积(以下也记载为接触面积)并增大钝化区域,可以期待开路电压的增加,因此期望为,通过将接触电极的形状制成细线和点状,来将接触区域设计为尽可能较小。

[0006] 专利文献1中公开了一种背面电极型太阳能电池,其通过先形成接触电极,并以绝缘膜覆盖除接触电极以外的部分,然后形成线路电极这样的3个工序,将电极与基板的接触面积控制在必要的最低限度,且增大钝化区域。

[0007] 图17是示意性地表示专利文献1所公开的以往的背面电极型太阳能电池的背面的外观的俯视图。然而,专利文献1的太阳能电池,仅是在基板外缘形成有1对母线电极(n型母线电极222、p型母线电极223)(参照图17)。在此配置的情况下,指状电极的长度较长,因此线路电阻变非常大,成为填充因子(fill factor)下降的原因。此线路电阻与线路的长度成比例地变大。被认为通过增大线路电极(指状电极)的截面积、或通过将指状长度设计为较短,可以解决此问题。

[0008] 现有技术文献

[0009] 专利文献

[0010] 专利文献1:日本专利第5317209号公报。

发明内容

[0011] 发明要解决的课题

[0012] 如上所述,需要一种太阳能电池,其减少接触面积,同时可以增加指状电极的截面积,并缩短指状电极的长度。因此,针对背面电极型太阳能电池,正在研究将电极结构制成立体结构等。然而,至今为止,当将电极结构制成立体结构时,会有并联电阻容易变低等问题。

[0013] 本发明是鉴于上述问题点而完成,其目的在于,提供一种钝化区域广、线路电阻低、并联电阻高、转换效率高的太阳能电池,以及提供一种太阳能电池的制造方法,可以用低成本来制造这种太阳能电池。

[0014] 解决课题的技术方案

[0015] 为了达成上述目的,本发明提供一种太阳能电池,其具备其中一面的主表面设为受光面且另一面的主表面设为背面的第1导电型半导体基板,该半导体基板,在所述背面具有所述第1导电型区域及与所述第1导电型区域相反的导电型的第2导电型区域,所述太阳能电池的特征在于,其具备:

[0016] 由被接合于所述第1导电型区域的第1接触部与被形成于该第1接触部上的第1集电部构成的第1指状电极、

[0017] 由被接合于所述第2导电型区域的第2接触部与被形成于该第2接触部上的第2集电部构成的第2指状电极、

[0018] 与所述第1集电部电性接合的第1母线电极、

[0019] 以及与所述第2集电部电性接合的第2母线电极,其中,

[0020] 至少在所述第1母线电极和所述第2母线电极正下方的全部区域具备绝缘膜,在该绝缘膜上的所述第1集电部和所述第1母线电极、以及所述第2集电部和所述第2母线电极电性接合,

[0021] 并且,至少在所述绝缘膜正下方,所述第1接触部和所述第2接触部连续成线状。

[0022] 如果是这种太阳能电池,通过设置绝缘膜且将母线电极与指状电极制成立体结构,可以增加母线电极根数,且缩短指状电极的长度,并且可以从母线电极两侧的指状电极进行集电。其结果,可以降低线路电阻,且可以增加填充因子。进一步地,不仅利用绝缘膜使不同导电型用的母线电极与指状电极不易接触,且母线电极不会与基板直接接触,因此不易分流(shunt)。此外,形成有母线电极的区域是平坦的,因此在形成该母线电极时不易发生渗出。其结果,可以制成一种并联电阻高的太阳能电池。进一步地,在绝缘膜正下方的接触部连续成线状,因此制造时可以在不增加工序数的情况下形成母线电极与指状电极的立体结构。

[0023] 另外,此处所说的分流是指并联电阻变小。被认为由于经由母线电极或经由相同导体型的扩散层(n型扩散层或p型扩散层)来连接p型用指状电极与n型用指状电极(即短路),而导致发生此情况。“分流”是指产生这种状态。

[0024] 此外,如前所述,在缩小接触部以尽可能增大钝化区域的情况下,通过存在集电部使指状电极的截面积变大,可以降低线路电阻。如果是这种太阳能电池,可以制成一种廉价、线路电阻低、转换效率高的太阳能电池。

[0025] 另外,母线电极是指,与指状电极的集电部电性接合的集电用电极。母线电极通常形成于与指状电极大致垂直的位置。

[0026] 此外,优选为,所述第1母线电极和所述第2母线电极连续成线状,且所述绝缘膜连续成线状。

[0027] 如果是这种太阳能电池,可以更提高模组化时的可靠性。

[0028] 此外,优选为,所述第1母线电极和所述第2母线电极的根数合计为4根以上且10根以下。

[0029] 如果是这种太阳能电池,可以在不增加指状电极的厚度的情况下更降低指状电极的线路电阻。例如,相较于母线电极的根数合计为2根时,母线电极的根数合计为6根时可以将线路电阻降低成六分之一,母线电极的根数合计为10根时可以将线路电阻降低成十分之一。

[0030] 此外,优选为,所述绝缘膜是由以下材料构成,所述材料含有选自硅酮树脂、聚酰亚胺树脂、聚酰胺酰亚胺、氟树脂、酚树脂、三聚氰胺树脂、尿素树脂、聚胺酯、环氧树脂、丙烯酸树脂、聚酯树脂以及聚乙烯醇树脂的1种以上树脂。

[0031] 如果是由这种材料构成的绝缘膜,耐热性优良。因此,在形成电极时实施热处理的情况下,优选为制成这种绝缘膜。

[0032] 此外,优选为,所述绝缘膜的厚度为1~60 μm 。

[0033] 如果是这种太阳能电池,可以更提高绝缘性。此外,也不会过度地形成绝缘膜,因此可以用更低成本来制造所希望的太阳能电池。

[0034] 此外,优选为,所述第1集电部、所述第2集电部、所述第1母线电极以及所述第2母线电极是由以下材料构成,所述材料含有选自银(Ag)、铜(Cu)、金(Au)、铝(Al)、锌(Zn)、铟(In)、锡(Sn)、铋(Bi)、铅(Pb)的1种以上导电性物质,且进一步含有选自环氧树脂、丙烯酸树脂、聚酯树脂、酚树脂、硅酮树脂的1种以上树脂。

[0035] 如果是由这种电极材料构成,在进行加热以形成电极时,此电极材料不会与硅基板等半导体基板直接结合,且抑制接触面积的增加。

[0036] 进一步地,本发明提供一种太阳能电池的制造方法,所述太阳能电池具备其中一面的主表面为受光面且另一面的主表面为背面的第1导电型半导体基板,在该半导体基板的所述背面,具有所述第1导电型区域及与所述第1导电型区域相反的导电型的第2导电型区域,所述太阳能电池的制造方法的特征在于,具有以下工序:

[0037] 在所述背面形成所述第1导电型区域和所述第2导电型区域的工序;

[0038] 以在至少一部份具有线状地连续的形状的方式,来形成被接合于所述第1导电型区域的第1接触部、以及被接合于所述第2导电型区域的第2接触部的工序;

[0039] 以覆盖所述第1接触部和所述第2接触部中的具有线状地连续的形状的部份的上部与侧部的方式,来形成绝缘膜的工序;

[0040] 仅在所述绝缘膜上形成第1母线电极和第2母线电极的工序;以及,

[0041] 在所述第1接触部上形成与所述第1母线电极电性接合的第1集电部,并在所述第2接触部上形成与所述第2母线电极电性接合的第2集电部的工序。

[0042] 如果是这种太阳能电池的制造方法,可以用低成本且生产性良好地制造一种钝化区域广、线路电阻低、并联电阻高、转换效率高的背面电极型太阳能电池。

[0043] 另外,本说明书中,与半导体基板、尤其与第1导电型区域和第2导电性区域形成接触的电极,被定义为接触部。此外,连接母线电极与接触部的电极,被定义为集电部。此外,集电部与接触部被统称为指状电极。集电部也可以称为“线部”。

[0044] 此外,优选为,同时进行所述形成第1母线电极和第2母线电极的工序、与所述形成第1集电部和第2集电部的工序。

[0045] 如果以这样的方式进行,可以进一步减少工序数,且可以用更低成本来制造一种转换效率高的太阳能电池。

[0046] 发明效果

[0047] 本发明的太阳能电池,通过设置绝缘膜且将母线电极与指状电极制成立体结构,可以增加母线电极根数,且缩短指状电极的长度,并且可以从母线电极两侧的指状电极进行集电。其结果,可以降低线路电阻,且可以增加填充因子。此外,通过在接触部上形成集电部,可以减少接触面积,同时增大指状电极的截面积,缩小线路电阻,并且可以提高开路电压。此外,母线电极未与基板直接接触,因此成为一种不易分流的太阳能电池。进一步地,使形成母线电极的区域平坦化,由此可以抑制形成母线电极时的渗出,因此可以提高产率。进一步地,本发明的太阳能电池的制造方法,可以在不增加制造工序数的情况下制造这种太阳能电池。

附图说明

[0048] 图1是表示本发明的太阳能电池的一个实例的俯视示意图。

[0049] 图2是将本发明的太阳能电池的一部分扩大后的扩大图。

[0050] 图3是将本发明的太阳能电池的一部分扩大后的剖面示意图。

[0051] 图4是将本发明的太阳能电池的一部分扩大后的剖面示意图。

[0052] 图5是将本发明的太阳能电池的一部分扩大后的剖面示意图。

[0053] 图6是表示本发明的太阳能电池的制造方法的一个实例的流程图。

[0054] 图7是表示本发明的太阳能电池的电极的形成工序的俯视图。

[0055] 图8是表示本发明的太阳能电池的一个实例的俯视示意图。

[0056] 图9是表示本发明人研究的太阳能电池的一个实例的俯视示意图。

[0057] 图10是将本发明人研究的太阳能电池的一部分扩大后的剖面示意图。

[0058] 图11是将本发明人研究的太阳能电池的一部分扩大后的剖面示意图。

[0059] 图12是表示本发明人研究的太阳能电池的电极的形成工序的俯视图。

[0060] 图13是表示在本发明人研究的太阳能电池中发生的不良状况的一个实例的背面的俯视示意图。

[0061] 图14是示意性地表示以往的背面电极型太阳能电池的剖面图。

[0062] 图15是示意性地表示以往的背面电极型太阳能电池的背面的外观的俯视图。

[0063] 图16是表示本发明人研究的太阳能电池的电极的形成工序的俯视图。

[0064] 图17是示意性地表示专利文献1所公开的以往的背面电极型太阳能电池的背面的外观的俯视图。

[0065] 图18是将本发明的太阳能电池的一部分扩大后的扩大图,相对于图2所示的太阳能电池,是表示变更集电部的形状后的扩大图。

[0066] 图19是将本发明的太阳能电池的一部分扩大后的扩大图,相对于图2所示的太阳能电池,是表示变更集电部的形状后的扩大图。

[0067] 图20是表示本发明的太阳能电池的一个实例的俯视示意图,相对于图8所示的太阳能电池,是表示变更集电部的形状后的示意图。

[0068] 图21是表示本发明的太阳能电池的一个实例的俯视示意图,相对于图8所示的太阳能电池,是表示变更集电部的形状后的示意图。

具体实施方式

[0069] 如上所述,需要提供一种钝化区域广、线路电阻低、并联电阻高、转换效率高的太阳能电池。此外,需要提供一种太阳能电池的制造方法,其可以用低成本来制造一种钝化区域广、线路电阻低、并联电阻高、转换效率高的太阳能电池。

[0070] 本发明人为了获得满足这种要求的太阳能电池而进行研究。其结果,首先,研究出一种太阳能电池,其将母线电极配置于比以往更内侧,且以使不同导电型用的指状电极与母线电极不接触的方式配置绝缘膜,来将母线电极、以及由接触部与集电部构成的指状电极制成立体结构。将这种太阳能电池的一个实例表示于图9~11中。图9是表示本发明人研究的太阳能电池的一个实例的俯视示意图。图10、11是将本发明人研究的太阳能电池的一部分扩大后的剖面示意图。另外,图10是沿着图9所示的太阳能电池的1-1'线的剖面图。此外,图11是沿着图9所示的太阳能电池的2-2'线的剖面图。

[0071] 图9所示的太阳能电池110中,通过设置多根第1母线电极137、第2母线电极138且尽可能缩短指状电极的长度,来降低线路电阻。此太阳能电池中,为了设置多根母线,仅在不同导电型用的指状电极与母线电极相交的区域(以下也记载为绝缘区域)设置有设置绝缘膜124、125。由此,简便地形成立体结构。此外,此太阳能电池中,在除绝缘膜正下方以外的地方,可以将第1接触部126、第2接触部127的形状制成点状等,因此可以减少接触面积。

[0072] 此处,如图10、11所示,第1接触部126被接合于第1导电型区域120,如图9所示,在其上部形成有第1集电部135,所述第1导电型区域120被形成于第1导电型半导体基板113的背面。另一方面,第2接触部127被接合于第2导电型区域121,如图9所示,在其上部形成有第2集电部136。第1集电部135与第1母线电极137、第2集电部136与第2母线电极138各自电性接合。其他结构基本上与图14所示的太阳能电池相同,在受光面侧具有凹凸形状114、FSF层115及抗反射膜116,在背面侧具有第1背面钝化膜119和第2背面钝化膜118。

[0073] 此处,参照图12、16来说明将母线电极与指状电极制成立体结构的太阳能电池的制造方法。图12、图16是表示本发明人研究的太阳能电池的电极的形成工序的俯视图。

[0074] 图16所示的方法中,点状地不连续形成接触电极128后(图16(1)),形成用以连接这些电极的另一线路电极129(图16(2)),且仅在绝缘区域设置绝缘膜125'(图16(3)),然后形成母线电极130(图16(4))。此时,如上所述,需要形成线路电极129的工序,因此有工序增加、成本变高等问题。

[0075] 图12所示的方法中,先形成第1接触部126和第2接触部127(图12(1)),且仅在绝缘区域形成绝缘膜124、125后(图12(2)),在形成第1母线电极137、第2母线电极138时也可以同时形成第2集电部136、第1集电部135(图12(3))。由此,相较于图16所示的方法,可以在不增加工序数的情况下增大指状电极的截面积,并且可以降低线路电阻。

[0076] 图9所示的太阳能电池中,仅在绝缘区域部分地形成有绝缘膜124、125。其结果,在用以形成母线电极的地方会存在绝缘膜的形成、非形成部。此时,母线电极与基板直接接触的区域多,容易分流。此外,绝缘膜通常具有1~60 μm 的厚度,因此,如果要在绝缘膜的上部形成母线电极,吐出量会不均匀,如图13的虚线部分所示地发生渗出。此处,图13是表示在本发明人研究的太阳能电池中发生的不良状况的一个实例的背面的俯视示意图。由此,例如,由于p型用指状电极与n型用母线电极接触,会导致太阳能电池的并联电阻降低,因而有转换效率大幅降低的问题。

[0077] 本发明人为了解决上述问题点而进一步进行研究。其结果,发现一种太阳能电池可以解决上述问题点,所述太阳能电池在母线电极正下方的全部区域具备绝缘膜,且将母线电极与指状电极制成立体结构,从而完成本发明的太阳能电池。此外,发现一种太阳能电池的制造方法可以解决上述问题点,所述太阳能电池的制造方法仅在绝缘膜上形成母线电极,且形成母线电极与指状电极的立体结构,从而完成本发明的太阳能电池的制造方法。

[0078] 以下,参照附图具体地说明本发明的太阳能电池,但本发明并不受限于此这些附图。另外,以下是以第1导电型半导体基板为n型硅基板的情况(即第1导体型为n型,第2导体型为p型)为中心进行说明,但即使第1导电型半导体基板为p型硅基板,只要将硼、磷等杂质来源相反地使用即可,可以同样地应用本发明。

[0079] [太阳能电池(背面电极型太阳能电池单元)]

[0080] 图1是表示本发明的太阳能电池的一个实例的俯视示意图。图2是将本发明的太阳能电池的一部分扩大后的扩大图。图3~5是将本发明的太阳能电池的一部分扩大后的剖面示意图。另外,图3是沿着图1所示的太阳能电池的a-a'线的剖面图,图4是沿着图1所示的太阳能电池的b-b'线的剖面图,图5是沿着图1所示的太阳能电池的c-c'线的剖面图。

[0081] 如图1所示,本发明的太阳能电池10具备第1导电型半导体基板13,所述第1导电型半导体基板13的其中一面的主表面设为受光面且另一面的主表面设为背面。如图3~5所示,太阳能电池10是所谓的背面电极型太阳能电池,所述太阳能电池,其半导体基板在背面具有第1导电型区域(n型扩散层)20及与第1导电型区域相反的导电型的第2导电型区域(p型扩散层)21。

[0082] 进一步地,如图2~5所示,太阳能电池10具备由被接合于第1导电型区域20的第1接触部26与被形成于第1接触部26上的第1集电部35构成的第1指状电极。此外,所述太阳能电池10具备由被接合于第2导电型区域21的第2接触部27与被形成于第2接触部27上的第2集电部36构成的第2指状电极。此外,所述太阳能电池10具备与第1集电部35电性接合的第1母线电极37。此外,所述太阳能电池10具备与第2集电部36电性接合的第2母线电极38。

[0083] 如此一来,第1集电部35、第2集电部36,各自连接于第1接触部26、第2接触部27,可以从接触部将电流收集至母线电极。

[0084] 如图3~5所示,此太阳能电池10在第1导电型半导体基板13的受光面侧可以形成凹凸形状14和FSF层(n型扩散层)15。此外,在凹凸形状14上可以形成包含氮化硅等的抗反射膜16。在FSF层15与抗反射膜16之间也可以形成介电性钝化层(未图示)。

[0085] 此外,在第1导体型半导体基板13的背面可以形成氧化物层(第1背面钝化膜)19。在氧化物层19上也可以形成第2背面钝化膜18。优选为,受光面和背面各自是以这样的方式被保护膜(钝化膜)覆盖。钝化膜优选为,由选自氧化硅膜、氮化硅膜及氧化铝膜的至少1种

以上构成。

[0086] 进一步地,如图2所示,太阳能电池10至少在第1母线电极37和第2母线电极38正下方的全部区域具备绝缘膜24、25。此外,在绝缘膜24上,第1集电部35和第1母线电极37电性电性接合。此外,在绝缘膜25上,第2集电部36和第2母线电极38电性接合。

[0087] 绝缘膜24、25通常是以能够覆盖第1接触部26、第2接触部27的上部和侧部的厚度,形成于第1母线电极37、第2母线电极38正下方的接触部上。

[0088] 进一步地,如图2~5所示,太阳能电池10,至少在绝缘膜24、25正下方,第1接触部26和第2接触部27连续成线状。如图5所示,在太阳能电池10中,可以隔着绝缘膜24、25来物理性接合不同导电型用的母线电极与指状电极。即,不同导电型用的母线电极与集电部未进行电性接合(被分开)。另一方面,如图5所示,在相同导电型用的母线电极与指状电极相交的区域(最靠近的邻接部)中,绝缘膜24、25被夹在接触部与集电部之间。即,相同导电型用的母线电极与指状电极在绝缘膜上电性接合。另外,图5中的符号37(符号35)表示第1母线电极37与第1集电部35重叠(电性接合)的部分。

[0089] 如果是这种太阳能电池,通过设置绝缘膜,可以将母线电极与指状电极制成立体结构。由此,可以增加母线电极的根数,且缩短指状电极的长度。此外,母线电极不会与硅基板直接接触,因此不会发生分流。进一步地,通过在母线电极正下方的全部区域形成有绝缘膜,可以在不使形成母线电极时的工序不良发生的情况下,更确实地使第1指状电极与第2母线电极绝缘,且更确实地使第2指状电极与第1母线电极绝缘。由此,可以制成一种并联电阻高、转换效率高的太阳能电池。进一步地,本发明的太阳能电池,在绝缘膜正下方,与基板本身直接结合的接触部是线状地连续形成。因此,如图16(2)所示,可以减少1个用以连接接触部彼此的工序,因而可以高产率地制造一种廉价的太阳能电池。

[0090] 以下,更详细地说明本发明的太阳能电池的各构成。

[0091] [第1导电型半导体基板]

[0092] 可以用于本发明的半导体基板并无特别限定。例如可以使用n型硅基板。此时,基板的厚度可以设为例如100~200 μm 。基板的主面的形状和面积并无特别限定。

[0093] [接触部]

[0094] 作为第1接触部和第2接触部的材料,例如可以使用,以有机物粘合剂混合玻璃粉(glass frit)与银粉末而得的具有流动性的糊料(以下也记载为烧结糊料)。

[0095] 如上所述,在绝缘膜正下方,与基板本身直接结合的接触部需要线状地连续形成,但在其他地方的接触部的形状并无特别限定。例如,优选为,在除形成有绝缘膜的地方以外的地方的接触部的形状是点状、线状及这些形状的组合的任一种。例如,如果在该地方的接触部的形状为点状,可以更缩小接触面积。由此,可以扩大钝化区域,增加开路电压。

[0096] 此外,优选为,被形成于母线电极正下方的绝缘膜的宽度与长度大于母线电极的宽度与长度。通过以这样的方式设计,可以充分地分开第1母线电极与第2接触部,且可以充分地分开第2母线电极与第1接触部。此外,通过这种设计,绝缘膜可以充分地覆盖接触部的侧面。因此,可以确实地达成不同导电型用电极间的绝缘。

[0097] [绝缘膜]

[0098] 绝缘膜至少被形成于母线电极正下方的全部区域。绝缘膜的数量和形状等并无特别限定。如图1所示,绝缘膜优选为连续成线状。作为绝缘膜的形状的另一实例,可以列举

图8所示的形状。此处,图8是表示本发明的太阳能电池的一个实例的俯视示意图。图8中,较大地形成绝缘膜25',并示出一体化地形成图1中的绝缘膜24(第1母线电极37正下方的绝缘膜)与绝缘膜25(第2母线电极38正下方的绝缘膜)的实施方式。其中,将电极结构制成立体结构,且使相同导电型用的母线电极与指状电极接触,因此一部分的绝缘膜25'是以图8所示的方式开口。如果将绝缘膜制成图8的形状,会使接触部与除该接触部以外的部分的高度均等,因此在以印刷形成下一工序的集电部时可以避免位置偏差。图1、图8所示的绝缘膜能够防止母线电极与基板直接接触,并且通过减少用以形成母线电极的区域的凹凸,在形成母线电极时防止发生渗出且分流的情况。

[0099] 另外,绝缘膜通常是以覆盖母线电极正下方的接触部的侧部与上部的方式形成。绝缘膜的宽度与长度,优选为大于母线电极的宽度与长度。

[0100] 绝缘膜的厚度优选为1~60 μm 。更优选为5~40 μm 左右,特别优选为10~30 μm 。通过制成这样的厚度,可以更提高绝缘性。此外,也不会过度地形成绝缘膜,因此可以用更低成本来制造所希望的太阳能电池。

[0101] 此绝缘膜优选为,由以下材料构成(以下也记载为绝缘材料),所述材料含有选自硅酮树脂、聚酰亚胺树脂、聚酰胺酰亚胺、氟树脂、酚树脂、三聚氰胺树脂、尿素树脂、聚胺酯、环氧树脂、丙烯酸树脂、聚酯树脂以及聚乙烯醇树脂的1种以上树脂。尤其是在形成集电部和母线电极时实施热处理的情况下,期望为选择耐热性树脂。例如,相较于主链由碳骨架构成的有机高分子材料,硅酮树脂的主链也就是硅氧烷键的键能较大且稳定,因此耐热性和耐候性优良。此外,其他树脂也可以通过在分子链设置芳香环,成为具有高耐热性的材料。

[0102] [集电部、母线电极]

[0103] 集电部和母线电极优选为由以下材料构成,所述材料含有选自银、铜、金、铝、锌、镉、锡、铋、铅的1种以上导电性物质,且进一步含有选自环氧树脂、丙烯酸树脂、聚酯树脂、酚树脂、硅酮树脂的1种以上树脂。如果是由这种电极材料构成,不需要包含玻璃粉,因此在加热时电极材料不会与硅基板等半导体基板直接结合,且抑制接触面积的增加。

[0104] 母线电极的根数并无特别限定,优选为合计4根以上且10根以下。由此,可以降低指状电极的线路电阻,提高转换效率。另外,母线电极的形状并无特别限定。例如,母线电极的形状可以制成依母线电极的长度方向分割的不连续形状。作为母线电极的形状,优选为连续成线状。如果是这种形状,可以容易制作母线电极。

[0105] 此外,如图1等所示,集电部与母线电极可以形成为相交成直角。

[0106] 另外,第1指状电极通常依沿着第1导电型区域的长度方向的方向形成。第2指状电极通常依沿着第2导电型区域的长度方向的方向形成。指状电极通常形成多个。

[0107] [太阳能电池的制造方法]

[0108] 图6是表示本发明的太阳能电池的制造方法的一个实例的流程图。以下,参照图6的(a)~(1)所示的示意剖面图,说明本发明的背面电极型太阳能电池的制造方法的一个实例。尤其是以n型硅基板的情况为例子进行说明。此外,以下也将第1导电型区域记载为n型扩散层,第2导电型区域记载为p型扩散层。以下说明的方法为典型示例,本发明不受限于此示例。

[0109] 首先,作为其中一面的主表面成为受光面且另一面的主表面成为背面的第1导电

型半导体基板,准备例如具有100~200 μm 的厚度的n型硅基板13。此n型硅基板13的其中一面的主表面成为受光面,且另一面的主表面成为背面。接着,如图6(a)所示,在成为此n型硅基板13的受光面的面(以下称为“n型硅基板的受光面”)的相反侧的面也就是背面(以下称为“n型硅基板的背面”),利用化学气相沉积(CVD)法或溅镀法等形成氮化硅膜等绒面遮罩(texture mask)31。

[0110] 然后,如图6(b)所示,在n型硅基板13的受光面,利用蚀刻来形成绒面结构也就是凹凸形状14。例如,对氢氧化钠或氢氧化钾等碱性水溶液添加异丙醇,并加热至60 $^{\circ}\text{C}$ 以上且80 $^{\circ}\text{C}$ 以下后,利用所得到的溶液来进行蚀刻。

[0111] 接着,使用图6(c)说明下一工序。如图6(c)所示,将形成于n型硅基板13的背面的绒面遮罩31去除后,在n型硅基板13的受光面与背面形成氧化硅膜等扩散遮罩32、33。对于要形成n型扩散层的地方,以网版印刷法等涂布蚀刻膏(etching paste),并利用加热处理去除要形成n型扩散层的地方的扩散遮罩32,使基板露出。进行超音波清洗,并利用酸处理将进行图案化处理后的蚀刻膏去除。此蚀刻膏例如包含选自磷酸、氟化氢、氟化铵以及氟化氢铵所构成的组中的至少1种作为蚀刻成分,且包含水、有机溶剂以及增粘剂。也可以使用光刻法进行此处理。

[0112] 然后,利用使用 POCl_3 的气相扩散,对n型硅基板13的背面露出的地方扩散n型杂质也就是磷,来形成n型扩散层20。也可以通过以下方式形成n型扩散层:旋转涂布将磷酸等n型杂质溶于醇和水中而得的溶液,并进行热扩散。

[0113] 接着,如图6(d)所示,利用氢氟酸处理,将形成于n型硅基板13的扩散遮罩32和扩散遮罩33、以及对扩散遮罩32、33扩散磷而形成的玻璃层去除后,在氧或水蒸气环境中进行热氧化,来形成氧化硅膜34。

[0114] 接着,如图6(e)所示,对n型硅基板13的背面的要形成p型扩散层的地方,以网版印刷法等涂布蚀刻膏,并利用加热处理去除要形成p型扩散层的地方的扩散遮罩34,使基板露出。进行超音波清洗,并利用酸处理将进行图案化处理后的蚀刻膏去除。此蚀刻膏例如包含选自磷酸、氟化氢、氟化铵以及氟化氢铵所构成的组中的至少1种作为蚀刻成分,且包含水、有机溶剂以及增粘剂。

[0115] 如图6(f)所示,对n型硅基板13的背面,旋转涂布将硼酸等p型杂质溶于醇和水中而得的溶液,并干燥后,利用热处理,对n型硅基板13的背面露出的地方扩散p型杂质也就是硼,来形成p型扩散层21。此时,也可以利用 BBr_3 等的气相扩散法来形成p型扩散层21。

[0116] 接着,使用图6(g)说明下一工序。如图6(g)所示,利用氢氟酸处理,将形成于n型硅基板13的氧化硅膜34、以及对扩散遮罩34扩散磷而形成的玻璃层去除。然后,在n型硅基板13的背面,利用CVD法或SOG(旋转涂布玻璃)涂布、煅烧,来形成氧化硅膜等兼作扩散遮罩的第1背面钝化膜19。

[0117] 然后,如图6(h)所示,可以利用以下方法来形成受光面扩散层也就是 n^- 层(FSF层15):对n型硅基板13的受光面,旋转涂布将磷酸等n型杂质溶于醇和水中而得的溶液,并进行热扩散的方法;或者,根据 POCl_3 进行的气相扩散法。

[0118] 接着,如图6(i)所示,在n型硅基板13的背面,以CVD或溅镀法来形成基于氮化膜等的第2背面钝化膜18。此外,也可以在表面,利用CVD或溅镀法来形成氮化膜作为抗反射膜16。

[0119] 另外,本发明中,在n型硅基板的背面形成第1导电型区域(n型扩散层)20和第2导电型区域(p型扩散层)21的方法,不受限于图6(a)~(i)所示的方法,可以适当变更。

[0120] 接着,如图6(j)所示,在形成于n型硅基板13的背面侧的n型扩散层20、p型扩散层21上形成电极。

[0121] 图7是表示本发明的太阳能电池的电极的形成工序的俯视图。如图7所示,第1接触部26、第2接触部27是与硅基板形成接触的电极。这些接触部的电极图案,至少在接触部与母线电极相交的区域需要制成线状地连续的图案,但在其他地方可以是椭圆、矩形、点状等不连续的形状,也可是线状。此外,也可以使这些形状混合存在。在接触部与母线电极相交的区域,通过预先线状地形成接触部,在其他地方不论接触部是任何形状,也都可以收集例如在第1母线电极37正下方的第2导电型区域21发生的电流。

[0122] 此外,期望为,将第1接触部、第2接触部的面积相对于基板面积的比例分别设为1%~6%左右。例如,当指状电极间的距离为1.5mm间距时,线宽为14 μ m~90 μ m。原因在于,通过尽可能缩小背面电极(接触部)的接触面积,钝化区域增加,可以预期开路电压的上升。

[0123] 例如,可以使用具有开口的网版制版,以网版印刷来形成此接触部,所述开口具有如上所述的线状等的图案。另外也可以使用胶板印刷(offset printing)和油墨印刷、点胶机、蒸镀法等来形成此接触部。

[0124] 参照图6(j)、图7来说明接触部等的具体的形成方法。首先,使用上述烧结糊料作为接触部的材料,以如上所述的印刷法在n型扩散层20上或p型扩散层21上形成烧结糊料。接着,以700~800 $^{\circ}$ C的温度煅烧此烧结糊料5~30分钟,可以形成第1接触部26或第2接触部27。此时,以在至少一部分具有线状地连续的形状的方式,形成被接合于第1导电型区域20的第1接触部26以及被接合于第2导电型区域21的第2接触部27(图7(1))。如下所述,在此具有线状地连续的形状的部分,接触部与母线电极相交。

[0125] 通过以这样的方式使用含有玻璃粉的烧结糊料,在煅烧时使玻璃粉熔融,第2背面钝化膜18和第1背面钝化膜19也同时熔融,并穿透这些膜且以电极与基板本身直接结合的方式粘合。另外, n^{+} 电极、 p^{+} 电极(第1接触部、第2接触部),同时进行印刷,可以同时煅烧,也可以依次进行印刷、煅烧。

[0126] 接着,说明绝缘膜的形成。图6(k)是p型用母线电极(第2母线电极)的剖面图,图6(l)是n型用母线电极(第1母线电极)的剖面图。分别表示沿着图1所示的太阳能电池的a-a'线的剖面图、与沿着b-b'线的剖面图。

[0127] 绝缘膜24、25是以覆盖第1接触部26和第2接触部27中的具有线状地连续的形状的部分的上部与侧部的方式形成(图7(2))。

[0128] 作为绝缘膜的材料,可以使用由上述含有硅酮树脂等树脂的材料构成的材料(绝缘材料)。为了将此材料形成于太阳能电池基板上,可以使用添加溶剂来赋予流动性后的膏状态的材料(绝缘膏)。如果具有流动性,可以使用胶板印刷和网版印刷、以及点胶机等。

[0129] 例如,为了形成如图7所示的绝缘膜的图案,可以使用具有与此图案相同形状的开口的网版制版。使用此网版制版,利用网版印刷,对n型硅基板13的规定位置涂布绝缘膏,在350 $^{\circ}$ C以下进行热处理5分钟~30分钟,由此可以使绝缘膏固化,形成绝缘膜(图7(2))。此外,在整个面形成绝缘膜后,可以使用利用光刻进行蚀刻处理和图案处理的方法,在所希望的位置形成绝缘膜。

[0130] 接着,说明第1母线电极和第2母线电极的形成方法。如前所述,图12所示的制作方法中,母线电极可能与基板直接接触而分流、或由于部分地形成绝缘膜而造成基板表面的凹凸,以致在形成母线电极时有可能发生渗出(图13),并从绝缘膜露出,于是不同导电型用的电极有可能彼此连接等。如果发生这种不良状况,太阳能电池的并联电阻会下降,因而有转换效率下降的问题。

[0131] 因此,本发明中,利用此工序,仅在绝缘膜24、25上形成第1母线电极37和第2母线电极38。如图7所示,尤其当将母线电极的形状制成连续的长方形时,以连续的长方形的方式形成绝缘膜。即,在母线电极正下方形成绝缘膜。由此,用以形成母线电极的区域的凹凸变小。本发明成为以下结构:母线电极不与n型硅基板13和接触部直接接触,且在两者之间插入有绝缘膜。当缩小绝缘膜的面积时,绝缘膜与母线电极会成为相同形状,但在本发明中,绝缘膜的宽度与长度优选为大于母线电极的宽度与长度。由此,母线电极与基板更确实地被隔离。此外,用以形成母线电极的区域的凹凸减少,因此能够抑制形成母线电极时的渗出。另外,在以网版印刷形成母线电极时,为了极力抑制宽度方向的渗出,期望为使印刷方向与母线电极的长度方向大致平行。

[0132] 接着,说明第1集电部和第2集电部的形成方法。本发明中,利用此工序,在第1接触部26上形成与第1母线电极37电性接合的第1集电部35,在第2接触部27上形成与第1母线电极38电性接合的第2集电部36(图7(3))。

[0133] 此时优选为,同时进行形成第1母线电极和第2母线电极的工序与形成第1集电部和第2集电部的工序。由此,可以进一步减少工序数,且可以用更低成本来制造一种转换效率高的太阳能电池。

[0134] 另外,当使用网版印刷等印刷法来形成集电部时,集电部的形状(图案)优选为,制成如图18~21所示的形状。图18~21中,是设想从右至左地印刷集电部。一般来说,印刷的印刷终点(例如图2和图8的虚线部分)的印刷物容易膨大。此处,如果集电部的形状是如图18~21所示的形状,集电部的印刷的印刷终点不存在于接触部上,只存在于绝缘膜上。因此,如果是这些形状,在接触部上会防止用以形成集电部的印刷物膨大,可以防止集电部线宽大于接触部线宽。其结果,可以容易制作一种不易分流的太阳能电池。另外,图18、19是将本发明的太阳能电池的一部分扩大后的扩大图,相对于图2所示的太阳能电池,是表示变更集电部的形状后的扩大图。图20、21是表示本发明的太阳能电池的一个实例的俯视示意图,相对于图8所示的太阳能电池,是表示变更集电部的形状后的示意图。

[0135] 此处,对母线电极的上部,焊接被称为tab线的被涂布铅-锡等而成的铜线路后,将太阳能电池密封于玻璃与密封材料之间,来模组化为暴露于屋外时也可以维持输出。因此,如果母线电极具有与tab线的粘合力,可以连续,也可以不连续。

[0136] 作为用以形成集电部和母线电极的材料,优选为使用热固化糊料,所述热固化糊料含有所述选自银、铜、金、铝、锌、钢、锡、铋、铅的1种以上导电性物质,且进一步含有选自环氧树脂、丙烯酸树脂、聚酯树脂、酚树脂、硅酮树脂的1种以上树脂。原因在于,如果是这种热固化糊料,可以用低于400℃的温度进行用以形成电极的热处理,所述温度是适合用作绝缘膜的材料且包含有机物的绝缘材料不会分解的温度。

[0137] 例如,以网版印刷法对规定的地方涂布添加有溶剂的热固化糊料后,进行干燥,以350℃以下的温度加热5~30分钟,来使其固化。此方法中,热固化糊料不像接触部的材料也

就是煅烧糊料那样包含玻璃粉,因此在加热时电极材料(热固化糊料)不会与硅基板直接结合,因而抑制接触面积的增加。可以先使用这种热固化树脂的糊料,使tab线与母线部分接触,再进行热处理。如果以这样的方式进行,可以用不焊接的方式来粘合tab线与母线部分。

[0138] 实施例

[0139] 以下,示出实施例和比较例来更具体地说明本发明,但本发明不受限于此实施例。

[0140] (实施例和比较例)

[0141] 为了确认本发明的有效性,对于100片半导体基板(实施例1、比较例1各50片)进行以下工序,制作100片太阳能电池。母线电极是设置3组。

[0142] 如图6所示,首先,在边长15cm的正方形、厚度200 μm 的n型硅基板13的背面,利用CVD法形成厚度200nm的氮化硅膜,并制成绒面遮罩31(图6(a))。然后,在n型硅基板13的受光面,利用添加有异丙醇的氢氧化钾溶液来形成绒面结构(凹凸形状)14(图6(b))。

[0143] 接着,利用氢氟酸溶液将形成于n型硅基板13的背面的绒面遮罩31去除后,在n型硅基板13的受光面与背面,利用热氧化来形成氧化硅膜作为扩散遮罩32、33。在要形成n型扩散层的地方,以网版印刷来涂布以磷酸作为主成分的蚀刻膏,并利用加热处理去除要形成n型扩散层的地方的扩散遮罩32,使基板露出(图6(c))。进行超声波清洗进行,并利用酸处理将进行图案化处理后的蚀刻膏去除。然后,利用使用 POCl_3 的气相扩散,对n型硅基板13的背面露出的地方扩散n型杂质也就是磷,来形成n型扩散层20(图6(c))。

[0144] 接着,利用氢氟酸处理,将形成于n型硅基板13的扩散遮罩32和扩散遮罩33、以及对扩散遮罩32、33扩散磷而形成的玻璃层去除后,利用氧进行热氧化,来形成氧化硅膜34(图6(d))。接着,利用蚀刻将背面的要形成p型扩散层的地方的氧化硅膜34去除(图6(e))。

[0145] 进一步地,对n型硅基板13的背面,旋转涂布含有硼酸的水溶液,并干燥后,利用热处理,对n型硅基板13的背面露出的地方扩散p型杂质也就是硼,来形成p型扩散层21(图6(f))。

[0146] 接着,作为相当于图6(g)~(i)的工序,是利用氢氟酸处理,将形成于n型硅基板13的氧化硅膜34、以及对扩散屏蔽34扩散磷而形成的玻璃层去除,接下来,利用CVD法,在表面和背面形成氧化硅膜作为钝化膜。到此处为止的工序,在实施例1和比较例1中是共通地进行。接下来,进行电极的形成。

[0147] [实施例1]

[0148] 实施例1中,形成有如图2、7所示的图案的接触部、绝缘膜、集电部以及母线电极(图6(j)~(l))。

[0149] 首先,形成宽度100 μm 的线状图案的接触部。具体来说,对扩散层上的规定的地方,利用网版印刷来涂布由银颗粒、玻璃粉、粘合剂、溶剂构成的导电性糊料(烧结糊料),并进行干燥,再以700 $^{\circ}\text{C}$ 进行5分钟的煅烧,来形成第1接触部26和第2接触部27。接着,在母线电极正下方,以与指状电极(接触部)正交的方式形成宽度3mm(指状电极长度方向)、长度150mm(母线电极长度方向)的绝缘膜。使用聚酰亚胺糊料作为绝缘膜的材料,并利用网版印刷对规定的地方涂布此糊料,再以150 $^{\circ}\text{C}$ 加热20分钟使其固化,来形成绝缘膜。

[0150] 接着,同时形成宽度100 μm 的集电部、与1.2mm宽且长度为148mm的母线电极。作为集电部与母线电极的材料,是使用由银颗粒与热固化树脂构成的导电性糊料(热固化糊料)。利用网版印刷来涂布此热固化性糊料,并干燥,再以200 $^{\circ}\text{C}$ 加热30分钟使其固化,来同

时形成第1集电部35、第2集电部36、第1母线电极37以及第2母线电极38。

[0151] [比较例1]

[0152] 比较例1中,形成有如图9、12所示的图案的接触部、绝缘膜、集电部以及母线电极。

[0153] 首先,形成宽度100 μm 的线状图案的接触部。具体来说,对扩散层上的规定的地方,利用网版印刷来涂布由银颗粒、玻璃粉、粘合剂、溶剂构成的导电性糊料(烧结糊料),并进行干燥,再以700 $^{\circ}\text{C}$ 进行5分钟的煅烧,来形成第1接触部126和第2接触部127。接着,仅在绝缘区域(不同导电型用的指状电极与母线电极相交的区域),形成长度3mm(指状电极长度方向)、宽度500 μm (母线电极长度方向)的绝缘膜。使用聚酰亚胺糊料作为绝缘膜的材料,并利用网版印刷对规定的地方涂布此糊料,再以150 $^{\circ}\text{C}$ 加热20分钟使其固化,来形成绝缘膜。

[0154] 接着,同时形成宽度100 μm 的集电部、与1.2mm宽且长度为148mm的母线电极。作为集电部与母线电极的材料,是使用由银颗粒与热固化树脂构成的导电性糊料(热固化糊料)。利用网版印刷来涂布此热固化性糊料,并干燥,再以200 $^{\circ}\text{C}$ 加热30分钟使其固化,来同时形成第1集电部135、第2集电部136、第1母线电极137以及第2母线电极138。

[0155] 对于以这样的方式制作的100片太阳能电池,利用太阳仿真器(在25 $^{\circ}\text{C}$ 的环境中,照射强度:1kW/m²,光谱:AM1.5global)进行评价。此外,测量太阳能电池的并联电阻。结果表示于表1中。在表1中,示出了并联电阻超过1000 Ωcm^2 的基板的比例。表1中的转换效率表示实施例1、比较例1各自的各50片太阳能电池的平均值。

[0156] [表1]

[0157]

		比较例1	实施例1
并联电阻	>1000 Ωcm^2 的比例(%)	40	96
转换效率	%	18.0	19.6

[0158] 表1是示出实施例1和比较例1的实验结果的表。如表1所示,比较例1中并联电阻为1000 Ωcm^2 以下的比例较多,转换效率大幅下降,但实施例1中获得一种并联电阻充分高且较高转换效率的太阳能电池。原因在于,在母线电极正下方的全部区域形成有绝缘膜,因此使母线电极与基板不直接接触。此外,原因在于,绝缘膜表面(用以形成母线电极的区域)为平坦,可以抑制形成母线电极时的渗出,其结果,使第1指状电极和第2母线电极、以及第2指状电极和第1母线电极各自不接触。

[0159] 另外,本发明并不限定于上述实施方式。上述实施方式为示例,具有与本发明的权利要求书所述的技术思想实质相同的结构并发挥相同作用效果的技术方案,均包含在本发明的技术范围内。

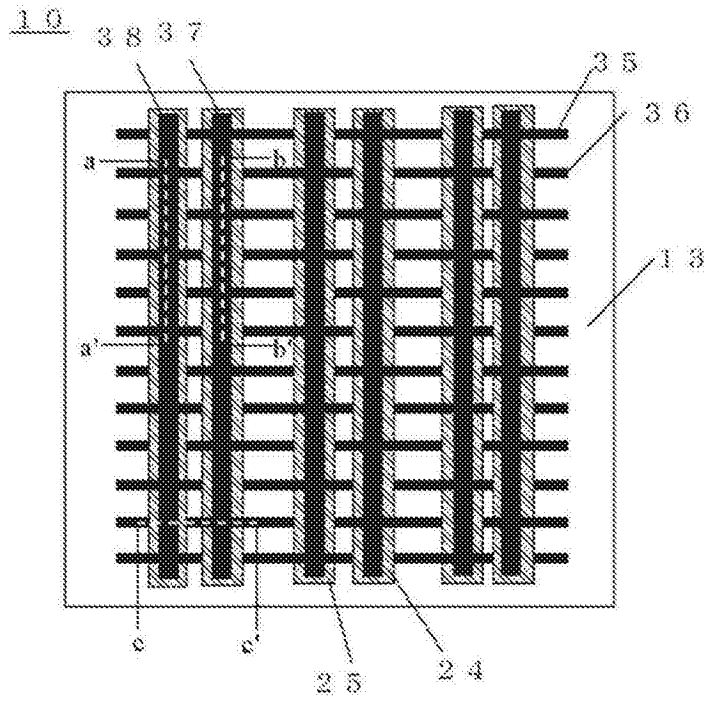


图1

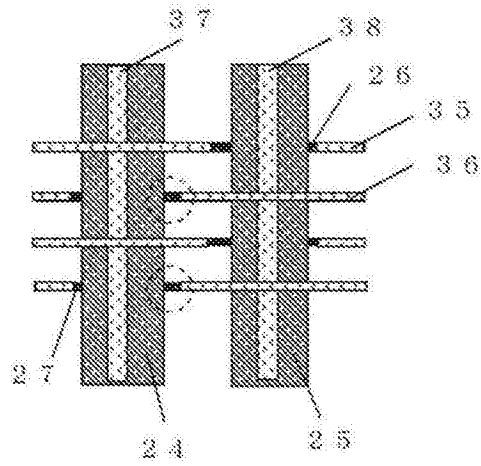


图2

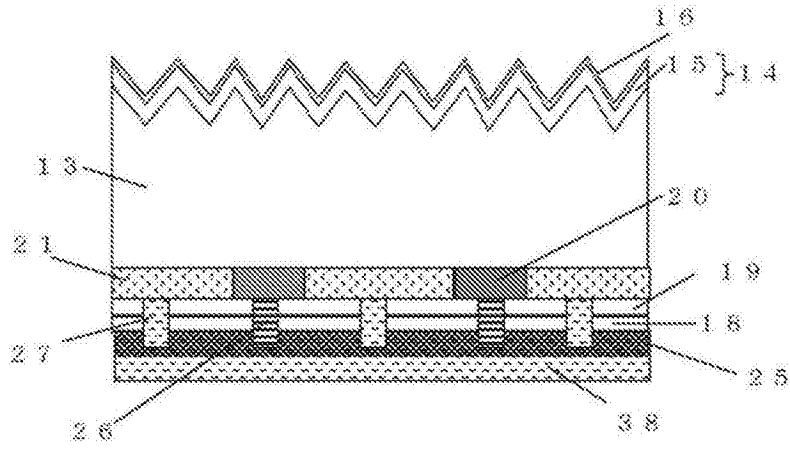


图3

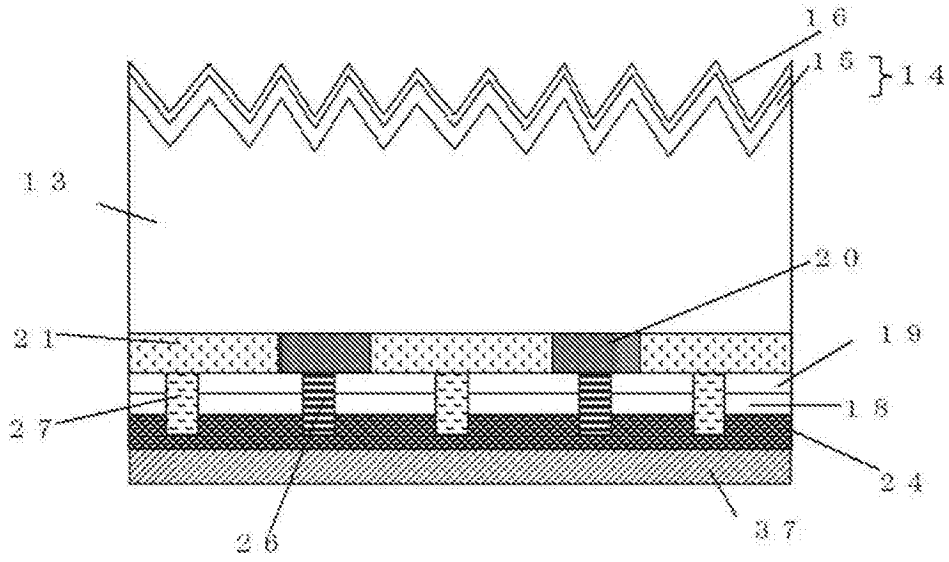


图4

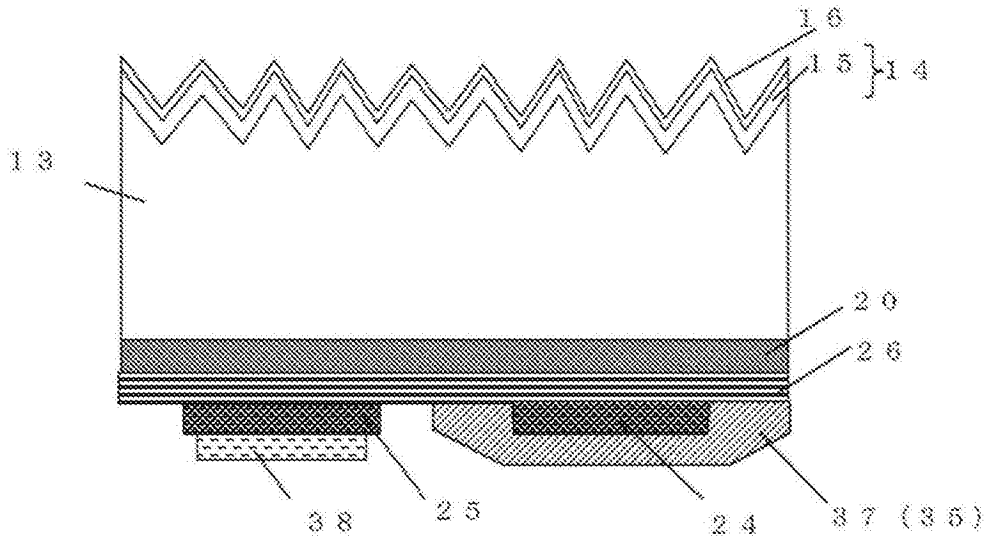


图5

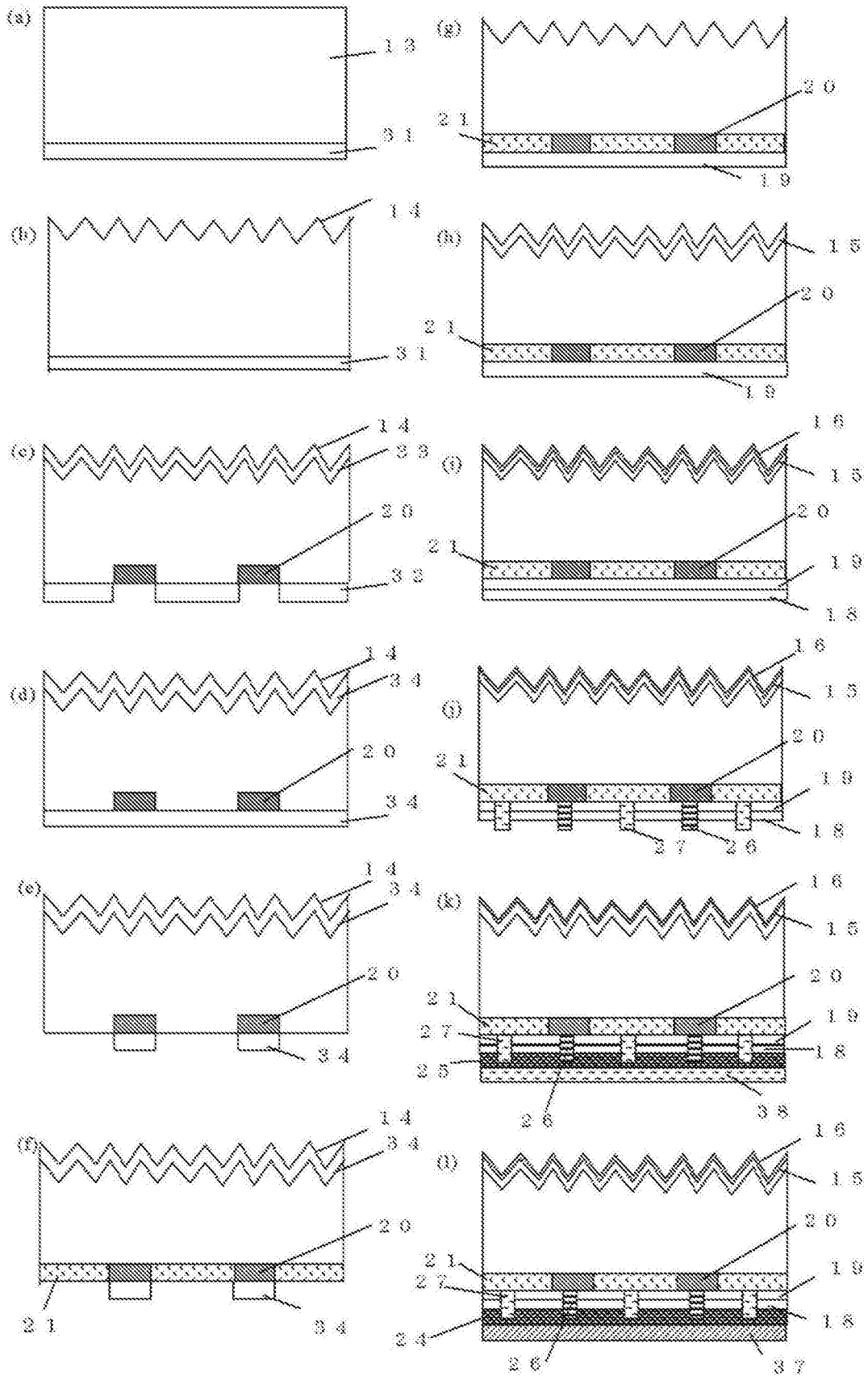


图6

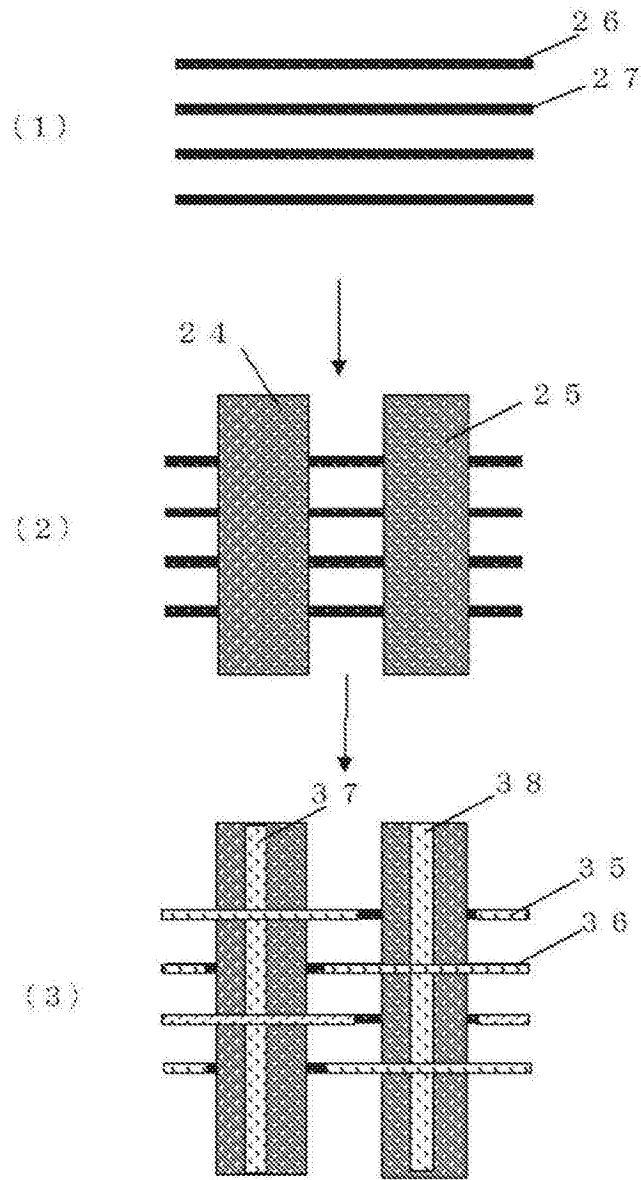


图7

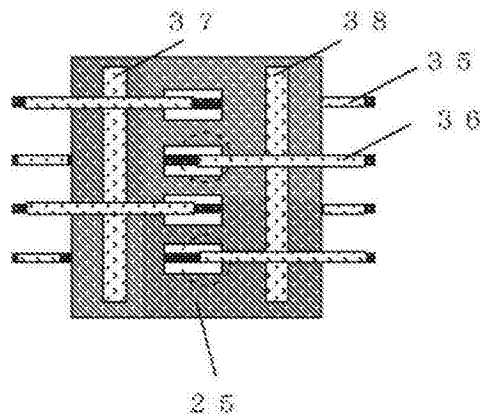


图8

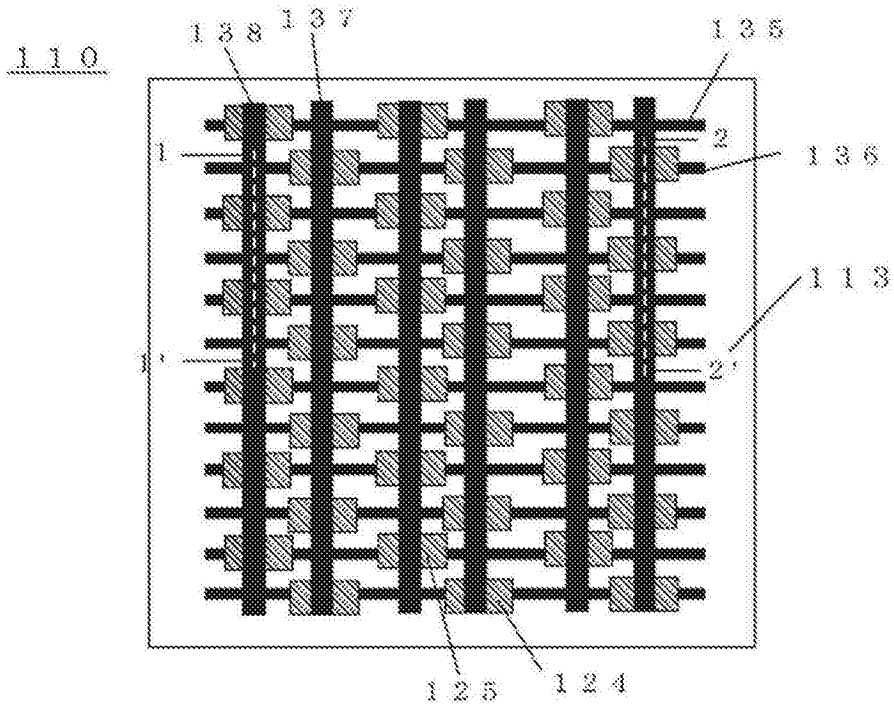


图9

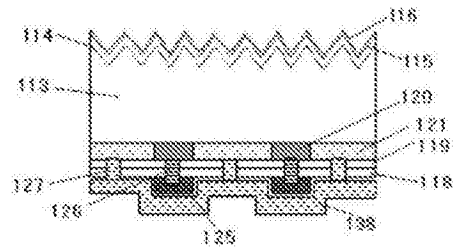


图10

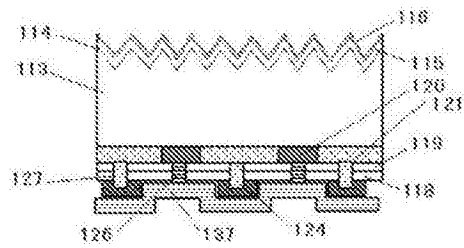


图11

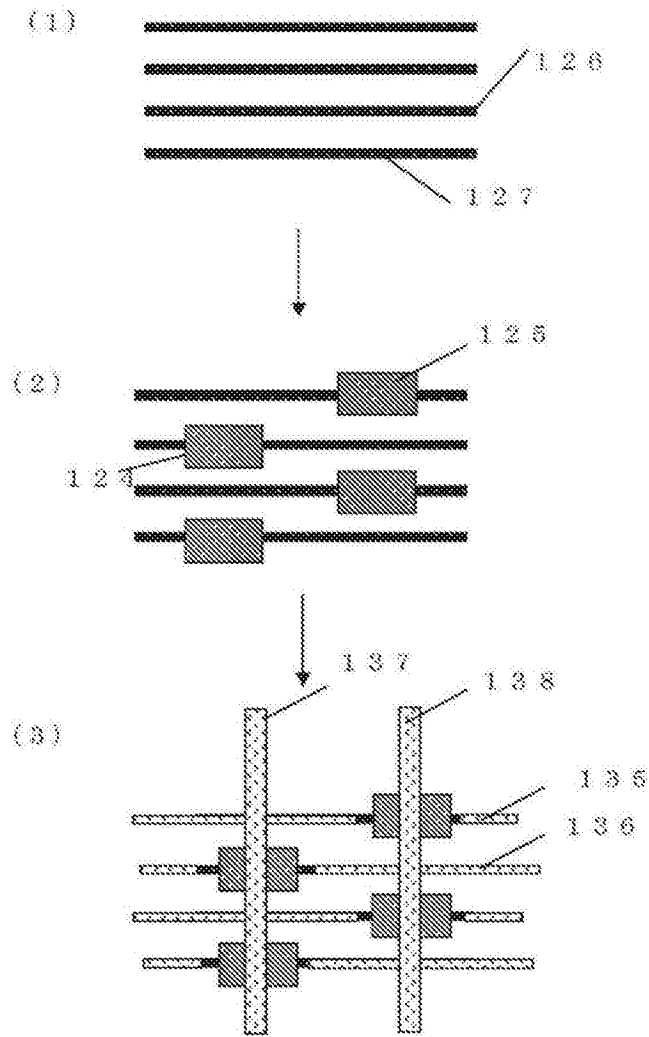


图12

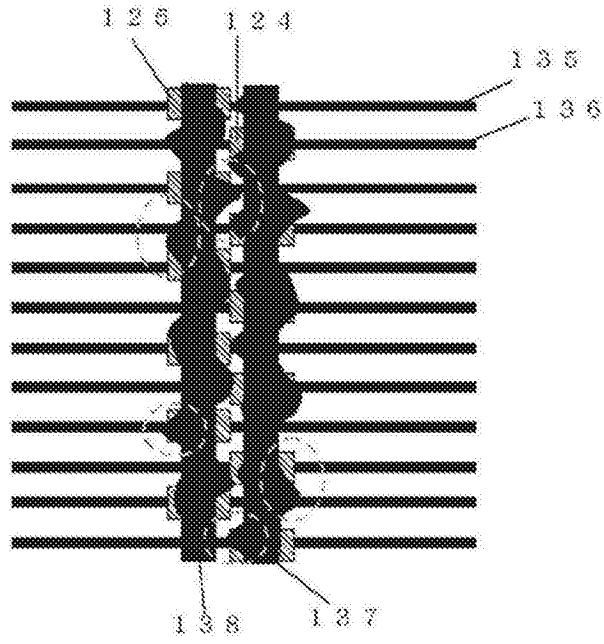


图13

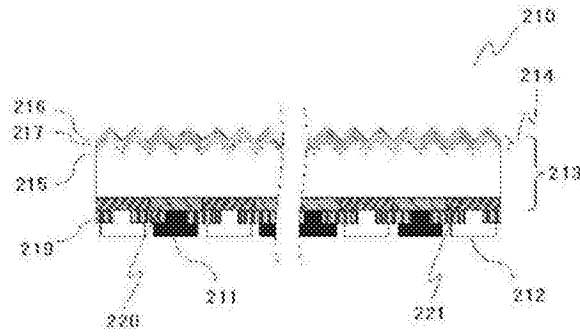


图14

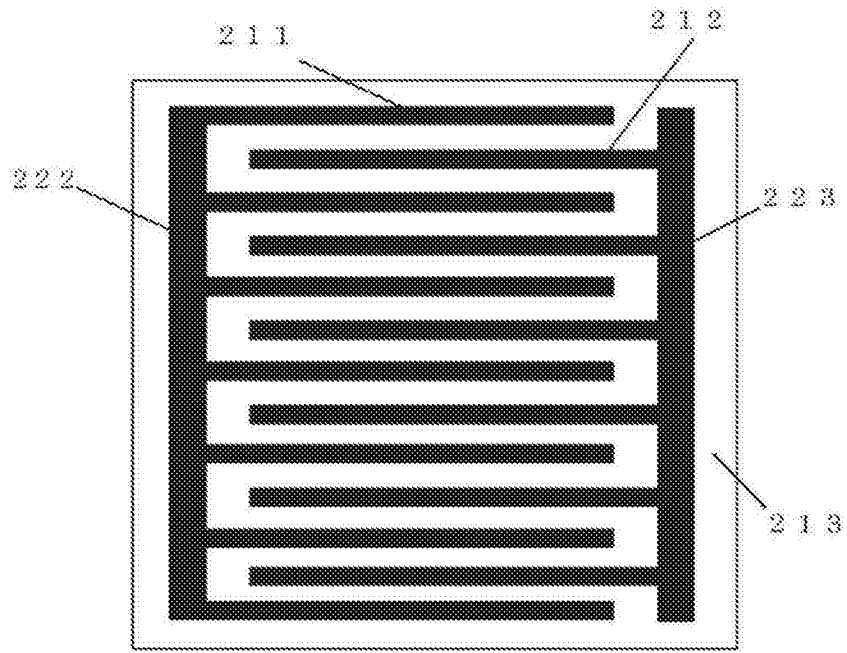


图15

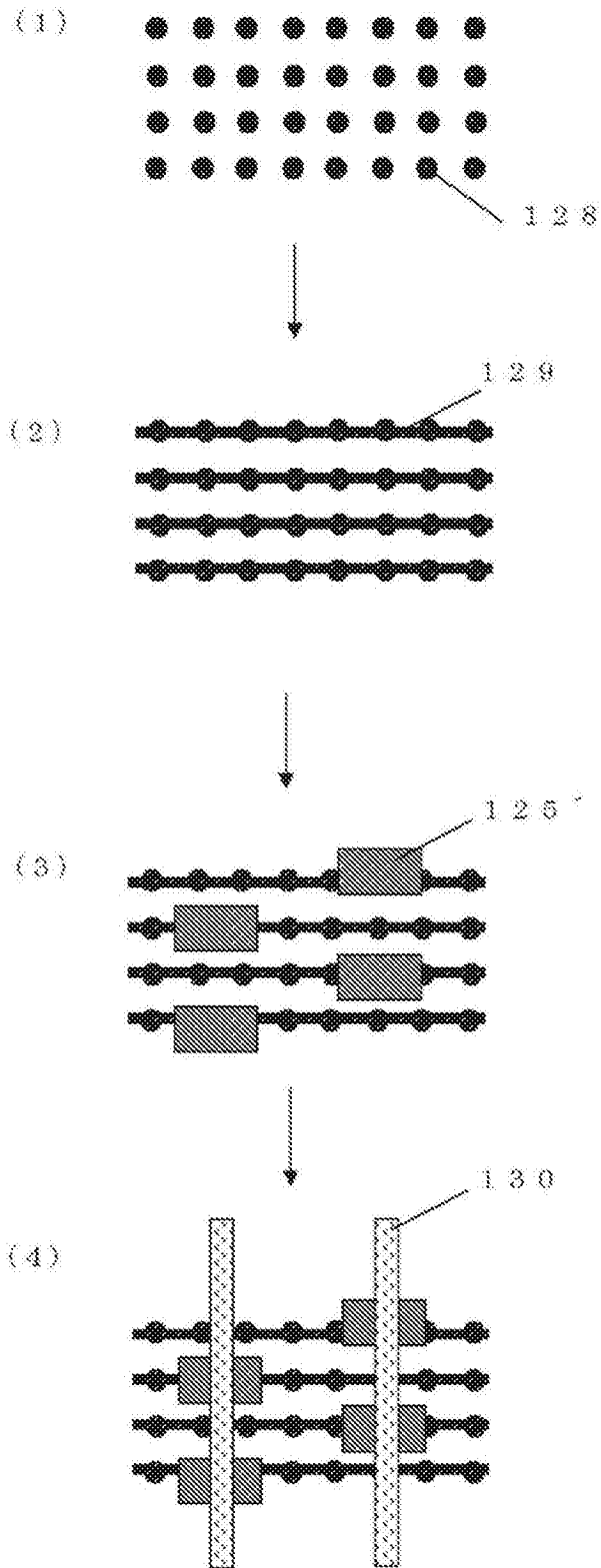


图16

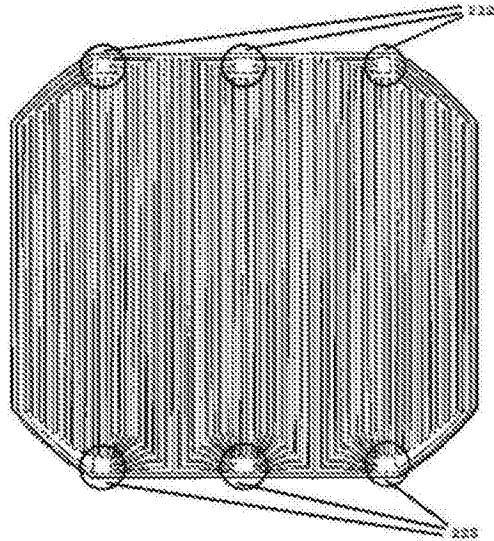


图17

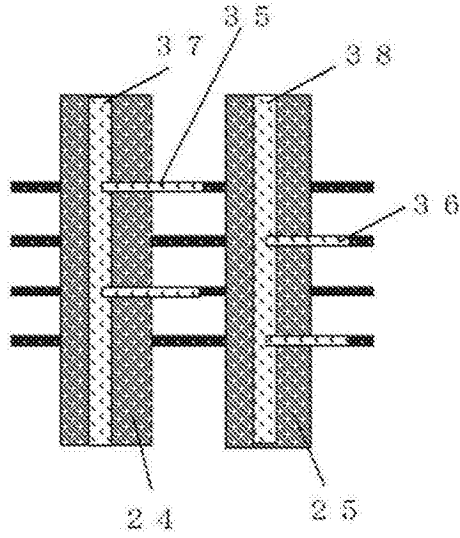


图18

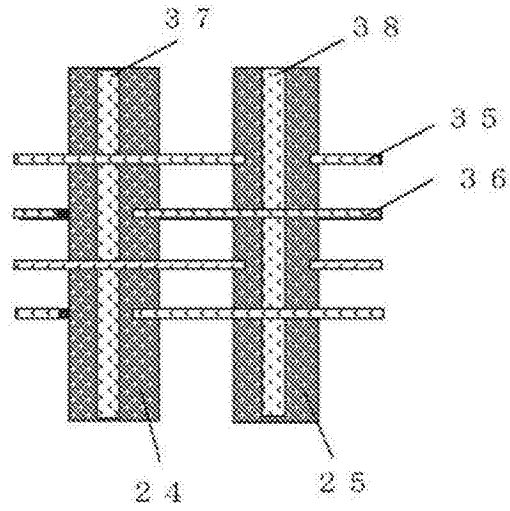


图19

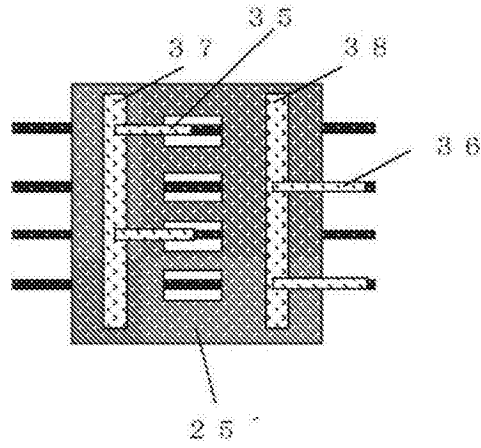


图20

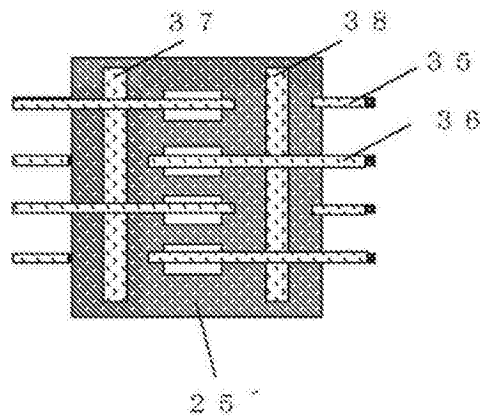


图21