



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113678263 A

(43) 申请公布日 2021.11.19

(21) 申请号 202080027206.7

(22) 申请日 2020.03.31

(30) 优先权数据

FR1903460 2019.04.01 FR

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2021.10.08

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2020/059140 2020.03.31

(87) PCT国际申请的公布数据

W02020/201290 FR 2020.10.08

(71) 申请人 法国原子能及替代能源委员会

地址 法国巴黎

(72) 发明人 阿曼德·贝蒂内利

(74) 专利代理机构 中国商标专利事务所有限公司 11234

代理人 王淑玲

(51) Int.Cl.

H01L 31/0224 (2006.01)

H01L 31/05 (2014.01)

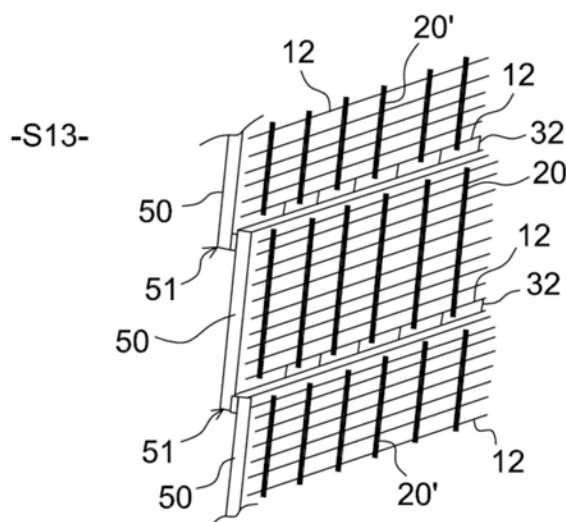
权利要求书3页 说明书14页 附图14页

(54) 发明名称

光伏电池和光伏电池串及相关方法

(57) 摘要

本发明涉及一种光伏电池(50),其包括:旨在被暴露于入射辐射的正面和与该正面相对的背面,该正面具有:-被称为“收集指”(12)并且相互平行的多个电极;-宽度大于收集指(12)的宽度的互连导电轨道(31),该互连导电轨道(31)在距光伏电池(50)的边缘(51)小于2mm处平行于光伏电池的所述边缘延伸,收集指(12)相对于互连导电轨道(31)而被定向成介于 -65° 和 65° 之间的角度;并且其中收集指(12)中的至少一些通过布置在正面上的线状或带状的连接元件(20')互连。



1. 光伏电池 (50), 包括旨在被暴露于入射辐射的正面和与所述正面相对的背面, 所述正面具有:

- 被称为“收集指” (12) 并且相互平行的多个电极;

- 宽度大于所述收集指 (12) 的宽度的互连导电轨道 (31), 所述互连导电轨道 (31) 在距所述光伏电池 (50) 的边缘 (51) 小于 2mm 处平行于所述光伏电池的所述边缘延伸, 所述收集指 (12) 相对于所述互连导电轨道 (31) 而被定向成介于 -65° 和 65° 之间的角度 (α, β);

光伏电池, 其特征在于, 所述收集指 (12) 中的至少一部分通过布置在所述正面上的线或带形式的连接元件 (20、20'、22-23) 而互连。

2. 根据权利要求 1 所述的光伏电池 (50), 其中所述互连导电轨道 (31) 的宽度介于 $70\mu\text{m}$ 和 $700\mu\text{m}$ 之间。

3. 根据权利要求 1 和 2 之一所述的光伏电池 (50), 其中所述连接元件 (20、20'、22) 被定向成垂直于所述互连导电轨道 (31)。

4. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的光伏电池 (50), 其中所述收集指 (12) 被定向成平行于所述互连导电轨道 (31)。

5. 根据权利要求 1 至 4 中任一项所述的光伏电池 (50), 还包括第一连接导体 (32), 所述第一连接导体 (32) 将所述互连导电轨道 (31) 电连接到最靠近所述互连导电轨道的收集指 (12)。

6. 根据权利要求 5 所述的光伏电池 (50), 还包括将最远离所述互连导电轨道 (31) 的两个收集指 (12) 电连接在一起的第二连接导体 (33)。

7. 根据权利要求 5 和 6 之一所述的光伏电池 (50), 还包括将最靠近所述互连导电轨道 (31) 的两个收集指 (12) 电连接在一起的第三连接导体 (34)。

8. 根据权利要求 1 至 7 中任一项所述的光伏电池 (50), 还包括多个第一焊盘 (36), 所述多个第一焊盘 (36) 被对准在所述收集指 (12) 上并且垂直于所述收集指而形成多个不连续连接轨道。

9. 根据权利要求 8 所述的光伏电池, 其中所述连接元件 (20) 通过不连续连接轨道而被固定到所述收集指 (12)。

10. 根据权利要求 9 所述的光伏电池, 还包括多个第二焊盘 (36'), 所述多个第二焊盘 (36') 被对准在所述互连导电轨道 (31) 上, 在所述不连续连接轨道的延伸中, 所述连接元件 (20) 通过第二焊盘 (36') 而被进一步固定到所述互连导电轨道 (31)。

11. 根据权利要求 1 至 10 中任一项所述的光伏电池 (50), 其中互连的所述收集指 (12) 中的至少一个被电连接到所述互连导电轨道 (31)。

12. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的光伏电池 (50), 其中所述背面具有:

- 被称为“收集指”并且相互平行的多个电极;

- 宽度大于所述背面的所述收集指的宽度的互连导电轨道, 所述互连导电轨道在距所述光伏电池的边缘小于 2mm 处平行于所述光伏电池的所述边缘延伸, 所述背面的所述收集指相对于所述背面的所述互连导电轨道而被定向成介于 -65° 和 65° 之间的角度;

并且其中, 所述背面的收集指中的至少一部分通过布置在所述背面上的线或带形式的附加连接元件而互连。

13. 包括根据权利要求 1 至 12 中任一项所述的第一光伏电池 (50) 和第二光伏电池 (50)

的光伏串,通过第一电池的正面的一部分与第二光伏电池的背面重叠,第二光伏电池与第一光伏电池互连,其中互连导电轨道(31)位于第一电池的正面。

14.根据权利要求13所述的光伏串,其中所述连接元件是电线(20')并且其中所述电线与抵靠所述第一光伏电池(50)和第二光伏电池(50)的正面布置的支撑膜(40)成一体。

15.根据权利要求13所述的光伏串,其中所述连接元件(20)一直延伸到所述互连导电轨道(31)。

16.用于制造光伏电池的方法,包括以下步骤:

- 在基板的表面上形成被称为“收集指”(12)并且彼此平行的多个电极,以及宽度大于所述收集指(12)的宽度的互连导电轨道(31),所述互连导电轨道(31)在距所述基板的边缘小于2mm处平行于所述基板的所述边缘延伸,并且所述收集指(12)相对于所述互连导电轨道而被定向成介于 -65° 和 65° 之间的角度;

- 通过沉积在所述基板的所述表面上的线或带形式的连接元件(20、20'、22-23),将所述收集指(12)中的至少一部分互连。

17.用于制造光伏串的方法,包括以下步骤:

- 提供第一光伏电池(50)和第二光伏电池(50),每一个都包括旨在被暴露于入射辐射的正面和与所述正面相对的背面,所述正面具有:

- o被称为“收集指”(12)并且相互平行的多个电极;

- o宽度大于所述收集指(12)的宽度的互连导电轨道(31),所述互连导电轨道(31)在距所述光伏电池(50)的边缘(51)小于2mm处平行于所述光伏电池的所述边缘延伸,所述收集指(12)相对于所述互连导电轨道(31)而被定向成介于

- 65° 和 65° 之间的角度(α, β);

- 通过沉积在所述正面上的线或带形式的连接元件(20、20'),在所述第一光伏电池(50)和第二光伏电池(50)的每一个中将所述收集指(12)中的至少一部分互连(S12-S13、S22-S23、S31-S32、S32');

- 通过将所述第一光伏电池的正面的一部分与所述第二光伏电池的背面重叠,互连(S11、S21、S33、S33')所述第一光伏电池与所述第二光伏电池,其中所述互连导电轨道(31)位于所述第一光伏电池的正面。

18.根据权利要求17所述的方法,其中在所述第一光伏电池(50)和第二光伏电池(50)的互连步骤(S11,S21)之后,在所述第一光伏电池(50)和第二光伏电池(50)的正面上沉积(S13,S23)所述连接元件。

19.根据权利要求18所述的方法,包括以下操作:

- 提供(S12,S22)与支撑膜(40)成一体的电线(20);

- 将所述电线(20)切割(S12,S23)成长度(L)小于所述第一光伏电池(50)和第二光伏电池(50)的宽度(1)的电线段(20');以及

- 抵靠所述第一光伏电池(50)和第二光伏电池(50)的正面按压(S13,S23)所述支撑膜(40),以使得所述电线(20、20')与所述收集指(12)相接触。

20.根据权利要求17所述的方法,其中在所述第一光伏电池(50)和所述第二光伏电池(50)的互连步骤(S33,S33')之前,将所述连接元件(20)沉积(S32,S32')在所述第一光伏电池(50)和所述第二光伏电池(50)的正面上。

21. 根据权利要求20所述的方法, 其中所述连接元件 (20) 一直延伸到所述互连导电轨道 (31)。

22. 根据权利要求17至21中任一项所述的方法, 其中所述第一光伏电池 (50) 和所述第二光伏电池 (50) 通过焊接或通过借助于导电粘合剂 (35) 的结合而互连。

光伏电池和光伏电池串及相关方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种光伏电池、涉及一种其中光伏电池部分重叠的光伏电池串,并且涉及其相应的制造方法。

背景技术

[0002] 光伏模块包括串联和/或并联连接的许多相同的光伏电池,以便在输出端提供为电气设备供电所需的电压和/或电流。最常见的模块格式采用分布在六个“串”中的、边长为156mm的、60个正方形(或“伪正方形”)电池,每串十个电池串联连接。六串光伏电池也是串联连接的。

[0003] 对光伏电池的电流有贡献的光生电荷载流子借助于沉积在电池的正面上的电极网络来收集。这些电极很窄($<100\mu\text{m}$),也被称为收集指。它们通常通过含有银膏料的丝网印刷来形成。电池的背面或者覆盖有另一个电极网络(双面电池的情况),或者覆盖有例如由铝制成的固体金属层(单面电池的情况)。电流接下来通过互连而从一个电池流向串中的另一个电池。

[0004] 现今可以区分用于对串中的光伏电池进行互连的两种主要技术:带状互连和电线状互连。这两种技术分别由图1和图2表示。

[0005] 在图1中,电池10之间的互连由覆盖有易熔合金的铜带11构成,该合金通常是锡铅合金或者锡银合金。这些矩形截面的带11被焊接在被称为“母线”的导电轨道上,并通过丝网印刷来与收集指12同时形成。母线电连接收集指12并且被定向成垂直于收集指12。

[0006] 156mm x 156mm的电池通常包括三个1.5mm宽的带或四个1.2mm宽的带,这些带具有0.2mm数量级的厚度。每个带11将电池10的正面连接到串中的下一个电池的背面(图1中未表示出)。借助于带11的光伏电池10的串联连接以完全自动化的方式在被称为“串接器”的设备中发生。

[0007] 此后若干设备制造商提出用较小截面的电线代替铜带。例如“施密德(Schmid)”公司开发的并在文章[“多母线太阳能电池和模块:高效率 and 低银消耗(Multi-busbar solar cells and modules:high efficiencies and low silver consumption)”,S.Braun等人,能源学报(Energy Procedia),卷38,第334-339页,2013]中描述的“多母线(Multi-Busbar)”技术,将沉积在电池上的母线数量倍增,从三个母线增加到十五个母线,然后将直径为 $200\mu\text{m}$ 的线焊接到每个母线上。该技术在图2中被示意性地表示。线20由铜构成并覆盖有锡铅基或者锡银基合金的薄层,其熔点高于 170°C 。母线具有不连续的形状。它们由对准在收集指12上的约 $500\mu\text{m}\times 700\mu\text{m}$ 的金属化焊盘21组成。金属化焊盘21和收集指12通常通过银膏料的丝网印刷来生产。在将线放置在焊盘上之后,立即在同一设备中发生将线20焊接到焊盘21上,同时将这些元件加热到 200°C 量级的温度。因此,覆盖铜线的合金被熔化。

[0008] 由“梅耶博格(Meyer Burger)”公司开发并在文章[“智能线连接技术(Smart Wire Connection Technology)”,T. Söderström等人,第28届欧洲光伏太阳能会议论文集(Proceedings of the 28th European Photovoltaics Solar Energy Conference),第

495-499页,2013年]中描述的“智能线(Smart Wire)”技术包括直接在收集指上沉积直径为200 μm 或300 μm 的18至36根线的片。换句话说,光伏电池无需母线。线由聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)制成的支撑膜来保持,该支撑膜被粘合在电池的每个面上。线具有铜芯和由钢基金形成的外涂层。这种合金的熔化温度低于150 $^{\circ}\text{C}$,这使得可以不在电池的互连步骤期间(通过局部加热到200 $^{\circ}\text{C}$),而是在光伏模块的层压步骤期间(其发生在较低温度下,通常在150-160 $^{\circ}\text{C}$ 左右),在线和收集指之间进行电连接。

[0009] 电线状的互连使得可以相对于三个母线配置减小收集指的长度(图1),因为线的数量大于带的数量。由于线的尺寸较小,这种互连数量的增加不一定对光伏电池的遮蔽产生影响。另一方面,使得可以显著减少被用来印刷收集指的银量。实际上,收集指较短,有可能减小指的宽度或使用银含量较低(因此导电性较差)的膏料来获得等效串联电阻。此外,由于其圆形截面,与带宽度的100%相比,电线对光伏电池的有效遮蔽仅等于其直径的70%。因此,对于具有相同横截面的一组互连,通过线互连的电池上的遮蔽水平低于通过带互连的电池上的遮蔽水平。

[0010] 收集指处于电阻损耗的起源,这会恶化光伏电池的填充因子(FF),并且从而恶化其效率。提醒一下,填充因子FF表示电池的实际I-V特性相对于理想矩形特性的“差异”。其表达式如下:

[0011] [公式1]

$$[0012] \quad FF = \frac{P_{opt}}{I_{CC} \times V_{CO}}$$

[0013] 其中 P_{opt} 是电池在实际I-V特性的最佳工作点处所供应的功率, I_{CC} 是短路电流并且 V_{CO} 是开路电压。电池的效率 η 通过以下关系来与填充因子FF相联:

[0014] [公式2]

$$[0015] \quad \eta = \frac{V_{CO} \cdot I_{CC} \cdot FF}{P_i}$$

[0016] 其中 P_i 是入射太阳辐射的功率。

[0017] 对于电池级别的这些电阻损耗,有必要添加模块级别的电阻损耗,即在互连中。互连中的电阻损耗与模块所生成的电流I的平方和互连的串联电阻 R_S 成正比,这主要取决于所使用的铜截面。

[0018] 此外,存在不使用带或电线的被称为“叠片”的互连光伏电池的技术。例如,“叠片”互连技术在文章[“叠片式电池互连的材料挑战(Materials challenge for shingled cells interconnection)”,G.Beaucarne,能源学报(Energy Procedia) 98,第115-124页,2016年]中被描述。

[0019] 图3A和图3B分别示出了适用于“叠片”互连技术的光伏电池30的正面30a和背面30b。光伏电池30为矩形形状。其正面30a具有互连导电轨道或母线31a以及被定向成垂直于母线31a的多个收集指12。母线31a平行于光伏电池30的最长边延伸并且与收集指12电连接。如图1B所图示,电池的背面30b可以具有与正面30a相似的电极配置(双面电池的情况),即包括母线31b和收集指12,不同之处在于母线31b被定位成沿着光伏电池30的相对侧。可替代地,电池的背面30b可以被完全金属化(单面电池的情况)并且仅包括母线31b。

[0020] 图4A和图4B分别以俯视图和横截面表示通过互连若干诸如图3A和图3B所图示的光伏电池30而制造的“叠片式”电池串40。串中的光伏电池30略微重叠,就像屋顶上的瓦片或叠片。除了串中的最后一个电池之外,每个电池30的正面30a的一部分都与串中的下一个电池重叠。电池的母线31a位于这个所谓的“重叠”部分中。它例如借助于导电粘合剂(ECA)35来与位于下一个电池30的背面30b上的母线31b互连。

[0021] 在“叠片式”电池串40中,电池之间没有如在传统电池串中那样的借助于带或线形成的空间。此外,遮蔽是最小的,因为没有以线或带的形式转移到电池的正面30a上的互连元件,并且正面上的母线31a与另一个电池的有效表面重叠。因此,由这样的串所构成的光伏模块或板将具有最大的活性表面与总表面之比,使得可以获得非常高的板效率。

[0022] 然而,“叠片”互连技术有一个主要缺点:制造光伏电池串的成本缺点。实际上,在“叠片式”电池串40中,由电池所产生的电流流过收集指12的整个长度。为了限制收集指12中的电阻损耗,这些收集指因此比常规电池串更宽且更厚。用来形成收集指12的银量则非常重要,这显著增加了电池的制造成本并因此增加了电池串的制造成本。对于利用比被用于同质结电池的那些(因为必须在200℃左右的低温下烘烤)更多电阻的银膏料来金属化的异质结电池的情况,这种成本缺陷尤其严重。使用宽收集指的另一个缺点是每个电池所产生的电流减少,宽收集指导致更严重的遮蔽。

发明内容

[0023] 因此存在以较低成本制造光伏电池的“叠片式”串而不降低串的电气性能的需要。

[0024] 根据本发明的第一方面,该需要倾向于通过提供一种光伏电池来满足,该光伏电池包括旨在被暴露于入射辐射的正面和与该正面相对的背面,该正面具有:

[0025] -被称为“收集指”并且相互平行的多个电极;

[0026] -宽度大于收集指的宽度的互连导电轨道,该互连导电轨道在距光伏电池的边缘小于2mm处,优选地距光伏电池的所述边缘小于1mm处,平行于光伏电池的所述边缘延伸,收集指相对于互连导电轨道被定向成介于-65°和65°之间的角度;

[0027] 并且其中收集指中的至少一部分通过布置在正面上的线或带形式的连接元件而互连。

[0028] 通过将收集指相对于互连导电轨道定向成介于-65°和65°之间的角度,可以借助转移到电池的正面上的连接元件将所有或部分收集指互连在一起。然后电流部分地由连接元件例如以带或线的形式传送,而不再专门由收集指传送。然后可以减少用来形成收集指的银量而这不会对电池的串联电阻产生显著影响。

[0029] 因此,根据本发明的第一方面的光伏电池使得能够以较低的成本获得具有高性能的“叠片式”电池串,尤其是在生成的电流方面具有高性能。“叠片”电池串是指光伏电池串(通过“叠片”互连技术获得),其中光伏电池正面对着背面重叠,从而串联互连(串中的光伏电池像屋顶瓦片那样布置)。

[0030] 根据本发明的第一方面的光伏电池还可以具有以下特征中的一个或多个,以下特征中的一个或多个单独地考虑或者根据其所有技术上可能的组合来考虑。

[0031] 互连导电轨道的宽度有利地介于70μm和700μm之间。

[0032] 优选地,正面和背面是矩形形状并且具有介于2和10之间的长宽比,优选地等于介

于2和10之间的自然整数。

[0033] 连接元件优选地被定向成垂直于互连导电轨道。

[0034] 收集指优选地被定向成平行于互连导电轨道。

[0035] 优选地,互连的收集指中的至少一个被电连接到互连导电轨道。

[0036] 在一个实施例中,光伏电池还包括将互连的收集指中的所述至少一个电连接到互连导电轨道的连接导体。

[0037] 在一个实施例中,光伏电池还包括将互连导电轨道电连接到最靠近互连导电轨道的收集指的第一连接导体。

[0038] 在一个实施例中,光伏电池还包括将最远离互连导电轨道的两个收集指电连接在一起的第三连接导体。

[0039] 在一个实施例中,光伏电池还包括将最靠近互连导电轨道的两个收集指电连接在一起的第三连接导体。

[0040] 在一个实施例中,光伏电池还包括多个第一焊盘,其被对准在收集指上并且垂直于收集指而形成多个不连续连接轨道。

[0041] 根据该实施例的改进,连接元件通过不连续连接轨道而被固定到收集指。

[0042] 根据另一种改进,光伏电池还包括多个第二焊盘,其被对准在互连导电轨道上,在不连续连接轨道的延伸中,连接元件通过第二焊盘而被进一步固定到互连导电轨道。

[0043] 在一个实施例中,光伏电池的背面具有:

[0044] -被称为“收集指”并且相互平行的多个电极;

[0045] -宽度大于背面的收集指的宽度的互连导电轨道,该互连导电轨道在距光伏电池的边缘小于2mm处平行于光伏电池的所述边缘延伸,背面的收集指相对于背面的互连导电轨道而被定向成介于 -65° 和 65° 之间的角度;

[0046] 并且其中背面的收集指中的至少一部分通过布置在背面上的线或带形式的附加连接元件而互连。

[0047] 本发明的第二方面涉及包括根据本发明的第一方面的第一光伏电池和第二光伏电池的光伏串,通过第一电池的正面的一部分与第二光伏电池的背面重叠,第二光伏电池与第一光伏电池互连,其中互连导电轨道位于第一电池的正面。

[0048] 根据本发明的第二方面的光伏串还可具有以下特征中的一个或多个,以下特征中的一个或多个单独地考虑或者根据其所有技术上可能的组合来考虑。

[0049] 根据该实施例的改进,连接元件是电线,并且电线与抵靠第一光伏电池和第二光伏电池的正面布置的支撑膜成一体。

[0050] 在替代实施例中,连接元件一直延伸到互连导电轨道。

[0051] 本发明的第三方面涉及一种用于制造光伏电池的方法。该方法包括以下步骤:

[0052] -在基板的表面上形成被称为“收集指”并且彼此平行的多个电极,以及宽度大于收集指的宽度的互连导电轨道,该互连导电轨道距基板的边缘小于2mm处,优选地距基板的所述边缘小于1mm处,平行于基板的所述边缘延伸,并且收集指相对于互连导电轨道被定向成介于 -65° 和 65° 之间的角度;

[0053] -通过沉积在基板的表面上的线或带形式的连接元件将收集指中的至少一部分互连。

- [0054] 收集指和互连导电轨道优选地通过丝网印刷形成,例如由包含银的膏料形成。
- [0055] 本发明的第四方面涉及一种用于制造光伏串的方法。该方法包括以下步骤:
- [0056] -提供第一光伏电池和第二光伏电池,每一个都包括旨在被暴露于入射辐射的正面和与正面相对的背面,该正面具有:
- [0057] -被称为“收集指”并且相互平行的多个电极;
- [0058] -宽度大于收集指的宽度的互连导电轨道,该互连导电轨道在距光伏电池的边缘小于2mm处平行于光伏电池的所述边缘延伸,收集指相对于互连导电轨道被定向成介于-65°和65°之间的角度;
- [0059] -通过沉积在正面上的线或带形式的连接元件,在第一光伏电池和第二光伏电池的每一个中互连收集指中的至少一部分;
- [0060] -通过重叠第一光伏电池的正面的一部分,将第二光伏电池与第一光伏电池互连,其中互连导电轨道位于第一光伏电池的正面。
- [0061] 根据本发明的第四方面的用于制造光伏串的方法还可具有以下特征中的一个或多个,以下特征中的一个或多个单独地考虑或根据其所有技术上可能的组合来考虑。
- [0062] 在一个实施例中,在第一光伏电池和第二光伏电池互连的步骤之后,连接元件被沉积在第一光伏电池和第二光伏电池的正面上。
- [0063] 根据该实施例的改进,该方法包括以下操作:
- [0064] -提供与支撑膜成一体电线;
- [0065] -将电线切割成长度小于第一光伏电池和第二光伏电池的宽度的电线段;以及
- [0066] -抵靠第一光伏电池和第二光伏电池的正面按压支撑膜,以使得电线与收集指接触。
- [0067] 可以在抵靠第一光伏电池和第二光伏电池的正面按压支撑膜的步骤之前、期间或之后切割电线。
- [0068] 在替代实施例中,在第一光伏电池和第二光伏电池的互连步骤之前,连接元件被沉积在第一光伏电池和第二光伏电池的正面上。
- [0069] 连接元件可以一直延伸到互连导电轨道。
- [0070] 优选地,第一光伏电池和第二光伏电池通过焊接或通过借助于导电粘合剂的结合而互连。

附图说明

- [0071] 参考以下附图,为了说明的目的而非限制,本发明的其他特性和优点将从下面给出的描述中变得清楚。
- [0072] [图1]示意性地表示根据现有技术的互连光伏电池的技术。
- [0073] [图2]示意性地表示根据现有技术的互连光伏电池的另一种技术。
- [0074] [图3A]示出了根据现有技术的适用于“叠片”互连技术的光伏电池的正面。
- [0075] [图3B]示出了根据现有技术的适用于“叠片”互连技术的光伏电池的背面。
- [0076] [图4A]以俯视图示意性地表示借助于“叠片”互连技术所获得的根据现有技术的电池串。
- [0077] [图4B]以横截面示意性地表示图4A的电池串。

- [0078] [图5]表示根据本发明的第一方面的光伏电池的第一实施例。
- [0079] [图6]表示根据本发明的第一方面的光伏电池的第二实施例。
- [0080] [图7]表示根据本发明的第一方面的光伏电池的第三实施例。
- [0081] [图8]表示根据本发明的第一方面的光伏电池的第四实施例。
- [0082] [图9]表示根据本发明的第一方面的光伏电池的第五实施例。
- [0083] [图10]表示根据本发明的第一方面的光伏电池的第六实施例。
- [0084] [图11]表示根据本发明的第一方面的光伏电池的第七实施例。
- [0085] [图12A]表示用于制造根据本发明的第二方面的光伏串的第一方法的步骤,以根据图6的光伏电池为例。
- [0086] [图12B]表示第一制造方法的另一步骤。
- [0087] [图12C]表示第一制造方法的另一步骤。
- [0088] [图13]示出了在第一制造方法结束时获得的包括若干根据图7的光伏电池的光伏串。
- [0089] [图14]示出了在第一制造方法结束时获得的包括若干根据图8的光伏电池的光伏串。
- [0090] [图15A]表示用于制造根据本发明的第二方面的光伏串的第二方法的步骤,以根据图6的光伏电池为例。
- [0091] [图15B]示出了第二制造方法的另一步骤。
- [0092] [图15C]示出了第二制造方法的另一步骤。
- [0093] [图16A]表示用于制造根据本发明的第二方面的光伏串的第三方法的步骤,以根据图6的光伏电池为例。
- [0094] [图16B]示出了第三制造方法的另一步骤。
- [0095] [图16C]示出了第三制造方法的另一步骤。
- [0096] [图17A]表示用于制造根据本发明的第二方面的光伏串的第四方法的步骤,以根据图5的光伏电池为例。
- [0097] [图17B]示出了第四制造方法的另一步骤。
- [0098] [图17C]示出了第四制造方法的另一步骤。
- [0099] [图18]表示根据图16B的步骤的替代实施例。
- [0100] 为更清楚起见,相同或相似的元件在所有图中用相同的附图标记来标注。

具体实施方式

[0101] 图5至图11图示出了根据本发明的一个方面的光伏电池50的不同实施例。光伏电池50以能够以较低成本制造“叠片式”电池串的方式来设计。光伏电池50由基板制成,基板由例如硅的半导体材料制成。它可以特别是硅同质结(HMJ)电池或硅异质结(SHJ)电池。

[0102] 光伏电池50包括旨在暴露于入射电磁辐射(通常是太阳辐射)的正面,以及与正面相对的背面。光伏电池50可以是单面或双面电池。在单面电池中,只有正面捕获太阳辐射。在双面电池中,正面和背面各自捕获一部分太阳辐射。正面捕获入射(即直接)辐射,而背面捕获散射或反射辐射。双面电池的正面是使其可以在它转向入射辐射时获得最大电流。图5至图11示出了光伏电池50的正面。

[0103] 光伏电池50的正面和背面(也被称为主面)有利地彼此平行并且具有相同的表面积。它们优选地具有矩形形状。例如,光伏电池50的长边测量为156mm而短边测量为31.2mm或26mm。光伏电池50优选地通过切割具有标准格式(例如156mm×156mm)的全尺寸光伏电池而获得。光伏电池50然后构成被称为“瓦片”的一块全尺寸光伏电池。

[0104] 有利地,全尺寸光伏电池被切割成具有相同表面积的若干瓦片50。因此,瓦片将基本上产生相同的电流,并且由这些瓦片形成的串将看不到其电流受到较小瓦片的限制。作为一个示例,每个瓦片50表示全尺寸光伏电池的五分之一或六分之一。

[0105] 更一般地,光伏电池50的正面和背面可以具有介于2和10之间、优选地介于4和6之间的长度(矩形的长边)与宽度(矩形的短边)之比。该长宽比有利地等于介于2和10之间、优选地介于4和6之间的自然整数。

[0106] 瓦片50的切割可以以不同的方式来执行,例如通过锯切、通过用激光形成凹槽然后通过劈开电池、或者通过TLS(热激光分离)技术,其基于激光引发的热分离。

[0107] 以所有实施例共同的方式,光伏电池50的正面具有多个收集指12和至少一个互连导电轨道31。收集指12和互连导电轨道31是金属化层。这些金属化层有利地在单一且相同的步骤中形成,例如通过含银膏料的丝网印刷来形成。

[0108] 收集指12是细长形状且彼此平行的电极,旨在收集电池内光生的电荷载流子,同时允许准全部入射辐射到达基板。它们优选地散布在正面的整个表面区域上。它们的宽度小于100 μm ,优选地小于60 μm 。

[0109] 宽度大于收集指12的宽度的互连导电轨道31用于将光伏电池50互连到相同类型的另一个光伏电池,以形成光伏串(或菊花链)。互连导电轨道31平行于光伏电池50的第一边缘51延伸,优选地平行于电池的长边延伸。互连导电轨道31与第一边缘51之间分开的距离小于2mm,优选地小于1mm。(平行于第一边缘51测量的)互连导电轨道31的长度优选地大于第一边缘51的长度的99%。

[0110] (垂直于第一边缘51测量的)互连导电轨道31的宽度有利地介于70 μm 和700 μm 之间。因此可以在同一串的两个光伏电池50之间获得高性能的电连接和机械连接。

[0111] 互连导电轨道31可以是连续的,诸如图5-图8和图11所图示,或者可以是不连续的,如图9所图示。光伏电池50的正面也可以包括不止一个互连导电轨道31。因此,在图10的实施例中,光伏电池的正面包括两个平行的互连导电轨道31。

[0112] 光伏电池50的收集指12相对于互连导电轨道31被定向成介于 -65° 和 65° 之间的角度。这里考虑互连导电轨道31和收集指12之间的最小角度。该角度的绝对值介于0到 65° 之间。在图5至图10所图示的实施例中,收集指12被定向成平行于互连导电轨道31。换言之,收集指12和互连导电轨道31之间的角度为零。在图11的实施例中,正面具有相对于互连导电轨道31被定向成小于 65° 的正角 α 的多个第一收集指12a和相对于互连导电轨道31被定向成大于 -65° 的负角 β 的多个第二收集指12b。例如,第一收集指12a被定向成等于 45° 的角度 α ,并且第二收集指12b被定向成等于 -45° 的角度 β 。

[0113] 因此,与现有技术的光伏电池中采用的母线不同,互连导电轨道31不必将收集指12连接在一起。

[0114] 在图6的实施例中,除了收集指12和互连导电轨道31之外,光伏电池50的正面还包括多个第一连接导体32。第一连接导体32将互连导电轨道31电连接到最靠近互连导电轨道

31的收集指12。

[0115] 图7的实施例与图6的实施例的不同之处在于,光伏电池50的正面还包括多个第二连接导体33,其将最远离互连导电轨道31的两个收集指12电连接在一起。因此,第二连接导体33靠近光伏电池50的与第一边缘51相对的第二边缘52。

[0116] 在图8的实施例中,光伏电池50的正面还包括多个第三连接导体34,其将最靠近互连导电轨道31的两个收集指12电连接在一起。第三连接导体34可以补充第一和第二连接导体32-33(参见图8)或者仅补充第一连接导体32。

[0117] 第一、第二和第三连接导体32、33、34可以被定向成垂直于互连导电轨道31和收集指12。因此它们也可以被限定为第一、第二和第三横向导体。它们有利地与收集指12和互连导电轨道31同时形成。它们的宽度例如等于收集指12的宽度或介于收集指12的宽度的1到3倍之间。

[0118] 在一个实施例中,第一、第二和第三连接导体32、33、34相对于互连导电轨道31和收集指12被倾斜一个角度,该角度的绝对值在 40° 和 70° 之间(例如 60°)或在 110° 和 150° 之间(例如 120°)。当使用所谓的“ 0° ”或“无结的”丝网印刷丝网来促进收集指的印刷时,这样的倾斜是优选的(因为这些丝网不能正确印刷被定向成垂直于收集指的窄导体)。

[0119] 第一、第二和第三连接导体32、33、34的效用将在下文中结合图12至图14来进行描述。

[0120] 如图12C、图13、图14、图15C、图16B、图17B和图18所图示,光伏电池50还可以包括布置在光伏电池的正面上的连接元件20、20'或22。连接元件20、20'、22,例如以电线或带的形式,互连光伏电池50的收集指12的至少一部分。在图13和图14中,连接元件20'仅互连收集指12的一部分。在图12C、图15C、图16B、图17B和图18中,连接元件20、20'、22互连所有的收集指12。

[0121] 通过连接元件20、20'、22互连的收集指12中的至少一个与互连导电轨道31电连接。所述至少一个收集指能够以下列方式连接到互连导电轨道31:

[0122] -直接(有足够大的角度使得收集指与互连导电轨道31相交的情况;参见图11);或者

[0123] -通过连接导体32、34(在角度足够小使得没有一个收集指12与互连导电轨道31相交时);或者

[0124] -通过线或带形式的连接元件20,当这些一直延伸到互连导电轨道31时(参见图17B-图17C)。

[0125] 光伏电池50的背面可以具有类似于正面的配置,也就是说,收集指、至少一个互连导电轨道和附加连接元件(以线或带的形式)互连背面的收集指的至少一部分(双面电池的情况)。背面可以可替代地具有电极的常规配置(双面电池的情况),例如通过用大量银来对背面进行丝网印刷,或者被完全金属化并且仅包括一个(或若干)互连导电轨道(单面电池的情况)。在背面上,互连导电轨道沿着光伏电池50的第二边缘52延伸。因此,之前描述的金属化层和连接元件的布局可以仅涉及光伏电池50的正面,而无论光伏电池类型如何,双面或单面。

[0126] 现在将参考图12至图18来描述本发明的另一方面,其涉及一种用于制造光伏串的方法(或用于互连光伏电池的方法)。光伏串包括串联电连接的至少两个光伏电池50。自然

地,光伏串中的光伏电池50的数量可以大于2。它通常介于50和80之间(根据电池/瓦片的格式以及模块的格式)。

[0127] 图12A-图12C图示出了用于制造光伏串的方法的第一实施例。将借助这些附图以图6的光伏电池50为例详细描述该方法的不同步骤。为了不使图12A和图12C被无意义地复杂化,仅表示出了三个光伏电池50。

[0128] 参考图12A,该方法包括步骤S11,包括:通过将光伏电池50以正面对着背面重叠的方式将光伏电池50机械地和电气地彼此连接。因此形成“叠片式”电池串。除了串的最后一个电池之外,每个电池的正面的一部分都与串中的下一个电池重叠。电池的互连导电轨道31位于被称为“重叠区”的该部分中。它例如借助于导电粘合剂(ECA)35来与位于下一个电池的背面上的互连导电轨道互连。焊接技术可以可替代地被用来对互连导电轨道31进行互连。导电粘合剂35的使用可以使得获得更可靠的互连成为可能,因为该粘合剂比焊料更具延展性。

[0129] 串中的光伏电池50优选地在垂直于光伏电池50的第一边缘51的方向上被对准。重叠区则是宽度恒定的条,其在第一边缘51的整个长度上延伸。

[0130] 在这个阶段,光生电荷载流子的收集效率非常低,因为在每个电池的正面上,所有收集指12都没有连接到互连导电轨道31(并且因此没有连接到串中的其他电池)。“叠片式”电池串的性能,尤其是在电流和效率方面因此是非常低的。该方法的其他步骤旨在将所有收集指12互连到互连导电轨道31。为此,将使用连接元件。

[0131] 图12B表示在将这些连接元件转移到光伏电池50的正面之前制备这些连接元件的步骤S12。

[0132] 在该第一实施例中,根据“智能线(SmartWire)”技术并且以线材的方式,连接元件由与支撑膜40一体的电线20形成。当支撑膜40被加热到介于100℃和120℃之间的温度时,它具有粘合特性。这种粘合特性使得可以将电线20保持在支撑膜40上并且将支撑膜结合在光伏电池50上。支撑膜40例如由两个叠加层形成,一层聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)和一层低密度聚乙烯(LD-PE),或单层聚烯烃。聚烯烃支撑膜比PET/LD-PE双层支撑膜具有更好的抗紫外(UV)射线能力。支撑膜40的维度与在步骤S11结束时获得的“叠片式”电池串的那些基本相同(参见图12A)。

[0133] 由支撑膜40保持的电线20优选地彼此平行。它们的数量例如介于10和36之间(对于长度介于156mm和162mm之间的光伏电池50)并且它们的直径有利地介于100μm和200μm之间。它们包括金属芯(例如铜),以及由熔化温度低于150℃的金属合金形成的覆盖物。金属合金例如由铟和锡(InSn)或锡、铋和银组成(SnBiAg)。

[0134] 最初是连续的电线20在它们结合在支撑膜40上之后被切割,以便形成多组线段20'。线段20'的组数与串中的光伏电池50的数量相同,并且在每组中,线段20'有利地对准。线段20'的长度L略小于光伏电池50的宽度1。为了进行该切割,在所谓的切割区41中有利地去除长度大于或等于重叠区宽度的线的部分。例如,光伏电池50的重叠区具有1mm的宽度,而去除的线部分具有2mm的长度。切割区41例如通过对电线20和支撑膜40进行冲压而获得。

[0135] 提供电线20和支撑膜40,然后将电线20切割成线段20',其是独立于“叠片式”电池串的形成的操作,图12B的步骤S12可以是在图12A的步骤S11之前执行、之后执行或与其并行执行。

[0136] 图12C的步骤S13包括:抵靠光伏电池50的正面按压支撑膜40,以使得每组线段20'直接与关联电池的收集指12相接触。优选地,电线20在支撑膜40上的布置使得当支撑膜40被施加在电池串上时,线段20'被定位成垂直于光伏电池50的第一边缘51,换言之,被定位在光伏电池50的“串接”方向上。在图12C中,每组中的线段20'具有足够的长度以接触关联电池的所有收集指12。

[0137] 在按压支撑膜40之前,切割区41在光伏电池50的重叠区上被对准。它们接下来覆盖光伏电池50的侧壁。由于切割区41,光伏电池50的正面彼此之间没有被短路。

[0138] 因为支撑膜40是柔性的,所以可以通过使用辊进行层压来抵靠光伏电池50按压所述膜。辊有利地被加热到介于100°C和120°C之间的温度以改善支撑膜40在电池上的粘附。

[0139] 在步骤S13结束时,线段20'和收集指12之间的电接触尚未建立。这种电接触在随后的步骤期间通过熔化电线的覆盖物而发生,并且优选地在光伏模块的层压步骤期间发生(在145°C-165°C的温度下完成)。

[0140] 制造方法的这个实施例,当其使用图6的光伏电池50时,需要高对准精度,以便线段20'与位于最靠近互连导电轨道31(并且在重叠区之外)的收集指12接触。由于该收集指12通过第一连接导体32而被电连接到互连导电轨道31(位于重叠区中),所以确保了互连的收集指12和互连导电轨道31之间的电连续性。

[0141] 因此,由于第一连接导体32,电线不需要一直延伸到重叠区以与互连导电轨道31相接触。互连光伏电池50所需的导电粘合剂35的厚度因此可以被最小化。

[0142] 与关于图12B描述的相同的第二线材可以被提供,并且抵靠光伏电池50的背面而被施加。该第二线材仅在背面上提供有收集指12的双面电池的情况下有用。在单面电池的情况下,可以通过覆盖整个背面的导电层(例如由铝制成)来确保电荷载流子在背面上的收集及其向互连导电轨道的传送。

[0143] 图13示出了当用图7的光伏电池50(而不是用图6的那些)完成根据第一实施例的制造方法(步骤S11-S13,参见图12A-图12B)时所获得的光伏串。在这第二种情况下,对准约束较低,因为线段20'可以不接触最远离互连导电轨道31的收集指 12_n ,被限定为从第一边缘51出去的“最终”收集指。实际上,第二连接导体33确保这个最终收集指 12_n 和倒数第二个收集指 12_{n-1} 之间的电连续性。换句话说,通过线段20'的收集指12的互连可以在第一收集指 12_1 (最靠近互连导电轨道31并且位于重叠区之外)处开始并且在倒数第二个收集指 12_{n-1} 处停止。

[0144] 图14示出了当用图8的光伏电池50(而不是用图6或图7的那些)完成根据第一实施例的制造方法时所获得的光伏串。在这第三种情况下,对准约束甚至更低,因为第一收集指 12_1 ,如最终收集指 12_n 一样,可以不通过线段20'互连。第一收集指 12_1 实际上通过第三连接导体34而被电连接到第二收集指 12_2 (由于线段而与其他收集指互连),而最终收集指 12_n 通过第二连接导体33而被电连接到倒数第二个收集指 12_{n-1} 。

[0145] 因此,第二和第三连接导体33-34促进了将电线材转移到光伏电池50上的步骤S13。

[0146] 制造方法的第一实施例(步骤S11-S13,参见图12A-图12B)与除了图5至图7的那些之外的光伏电池50的其他实施例兼容,尤其是图9至图11的那些兼容。

[0147] 图15A至图15C图示出了用于制造光伏串的方法的第二实施例。

[0148] 参考图15A,光伏电池50以与关于图12A描述的方式相同的方式被布置在“叠片式”(即级联)电池串中。

[0149] 图15B表示准备要被转移到光伏电池50的串上的线材的步骤S22。该线材与在步骤S12开始时提供的类型相同,包括多个连续的电线20和在其上结合电线20的支撑膜40。然而,与第一实施例不同,在该步骤中不进行电线20的切割。

[0150] 在图15C的步骤S23处,接下来抵靠光伏电池50的正面按压支撑膜40,以使得电线20与收集指12相接触。在该相同步骤期间,电线20抵靠限定光伏电池50的第二边缘52的突出脊而被按压。然后电线20在这些突出脊的水平处被断开,从而获得不同组的线段20'。可以在全尺寸光伏电池的锯切或劈裂过程中获得这种突出脊(劈裂有利地由激光或凹槽的形成而引发)。

[0151] 支撑膜40可以通过在“叠片式”电池串上通过辊而抵靠光伏电池50和切割的电线20被按压。电线20的直径有利地小于或等于150 μm ,优选地介于50 μm 和100 μm 之间,以便它们可以在无需将过高的机械应力施用在“叠片式”电池串上情况下就很容易地被切割。

[0152] 电线20的切割也可以在将支撑膜40压在光伏电池50的正面上之后完成。

[0153] 因此,在这第二实施例中,与支撑膜40(“智能线”类型)成一体电线20在它们转移到光伏电池50的正面上期间或之后被切割成线段20',而在第一实施例中,它们在它们转移之前被切割成线段20'(参见图12B的步骤S12)。

[0154] 遵循第一实施例的示例,第二实施例与光伏电池50的所有实施例兼容,除了图5的实施例。

[0155] 根据第二实施例的制造方法消除了切割区在重叠区上的对准的约束以及切割操作本身的约束。因此,它实现起来更快更简单。

[0156] 图16A至图16C图示出了用于制造光伏串的方法的第三实施例。该第三实施例与第一实施例和第二实施例的不同之处在于,收集指12的至少一部分在电池50被“叠片”互连之前通过电线互连。将以图6所示类型的光伏电池为例进行详细描述。

[0157] 图16A表示将焊膏(或钎焊膏)沉积在每个光伏电池50的收集指12上以进行互连的步骤S31。焊膏例如通过丝网印刷以形成对准在收集指12上的多个焊盘36的方式来沉积。这些焊盘36旨在接收电线。它们垂直于收集指12,形成多个不连续的连接轨道(以类似于由金属化焊盘形成的不连续“母线”的方式)。焊膏例如由珠粒组成,珠粒由SnPb/SnPbAg合金(熔化温度大于170 $^{\circ}\text{C}$)制成或由SnBiAg合金(较低熔化温度)制成。

[0158] 接下来,在图16B的步骤S32处,借助于焊盘36将电线20焊接到每个光伏电池50的收集指12。首先将电线20放置成与焊盘36相接触,然后焊膏通过加热熔化,例如在约200 $^{\circ}\text{C}$ (SnPb/SnPbAg型钎焊膏)或约150 $^{\circ}\text{C}$ (SnBiAg型钎焊膏)的温度下熔化。焊盘36足以在电线20和收集指12之间形成耐久且电阻不大的电连接。因此,在该第三实施例中,电线20不必覆盖有低温易熔合金。使用非包覆线(即由单一金属形成),例如仅使用铜,降低了制造光伏串的成本。

[0159] 在图16B中,电线20具有足够的长度以互连电池的所有收集指12。(互连的)收集指12此外还借助于第一连接导体32而被电连接到互连导电轨道31。

[0160] 最后,在图16C所图示的步骤S33期间,各自都提供有电线20的若干光伏电池50被“叠片”互连。由于在该示例中,电线20没有一直延伸到互连导电轨道31,并且因此没有延伸

到重叠区中,所以互连两个光伏电池50所必需的导电粘合剂35的量可以被最小化。在该示例中,电线具有小于或等于150 μm 的直径,优选地介于75 μm 和125 μm 之间。

[0161] 如图16C中所表示的,还可以在存在于光伏电池50的背面上的收集指上形成焊盘,以便将电线20连接到其上(双面电池的情况)。

[0162] 在沉积焊膏的步骤S31之后并且在将电线20焊接在收集指12上的步骤S32之前,制造方法可以包括预熔化焊盘36的步骤。该预熔化步骤倾向于使附着在收集指12上的焊料的体积均匀化。换言之,焊膏被更均匀地散布在收集指12上。恒定的焊料体积使得可以使互连的质量均匀化。

[0163] 相反,当焊盘36在电线20的存在下第一次被熔化时,焊膏在收集指12和电线20之间散布开。由于这种散布是可变的,获得在焊盘之间变化的附着到收集指12上的焊料的体积。

[0164] 焊膏的沉积和焊盘的预熔化步骤可以在每个光伏电池50上完成,如图16A所表示,或者在它们切割之前在全尺寸光伏电池上完成。

[0165] 在熔化时,焊膏可以从收集指12溢出到光伏电池的基板上。溢出区,即被融化焊膏所覆盖的基板区,作为焊盘的函数是可变的(尤其是由于沉积的膏体积的差异,在焊膏的沉积期间相对于收集指的未对准的差异和收集指之间的润湿性的差异)。因此,焊膏的溢出区不会在一个电池与另一个电池之间导致相同的遮蔽,这导致电池之间的不同电流。因此,在预熔化焊盘36的情况下,制造方法有利地包括基于I-V特性对光伏电池进行分类的步骤。光伏电池因此可以通过电流值而被分组在一起,目的是将光伏串的电流最大化。I-V分类优选地在切割全尺寸光伏电池之后进行,换言之,I-V分类对于光伏电池50进行,因为焊膏的溢出对小尺寸电池具有更重要的影响。

[0166] 图17A至图17C表示关于图16A-图16C描述的制造方法的替代实施例。在该替代实施例中,可以使用根据图5的实施例的光伏电池50。

[0167] 在图17A的步骤S31'处,沉积焊膏,以便除了在收集指12上对准的焊盘36之外,还形成在互连导电轨道31上对准的附加焊盘36'。附加焊盘36'位于由焊盘36形成的不连续连接轨道的延伸中。

[0168] 然后将电线20一直延伸到互连导电轨道31,以使得它们在步骤S32' (参见图17B)期间与其焊接。

[0169] 最后,光伏电池50借助于布置在电池的重叠区中的导电粘合剂35而以“叠片式”电池串的形式互连。

[0170] 在制造方法的该替代实施例中使用的电线20优选地具有比先前在步骤S31-S33期间使用的那些更小的直径,有利地直径小于100 μm 。这使得可以限制所使用的导电粘合剂的量,尽管与位于重叠区中的电线20相联有额外厚度。

[0171] 在制造方法的第三实施例(图16A-图16C)中,如在参考图17A-图17C描述的替代实施例中那样,不是电线20,而是电带可以被用作连接元件。然而,如果由于它们的矩形截面(与带宽度的100%相比,圆形截面的电线对光伏电池的有效遮蔽仅等于其直径的70%),它们在遮蔽(以及由此产生的电流)方面的优势较小。

[0172] 尽管线和带在常规电池串(除了免于此类线或带的“叠片式”电池串)中构成用于互连电池的所谓“互连”元件,但是它们在这里被用来将收集指连接在一起,并可能连接到

实际上在每个电池内的互连导电轨道。

[0173] 图18还示出了在步骤S32或S32'期间可以使用金属网格代替电线20。该金属网格包括例如彼此平行的多个第一线22,旨在通过焊盘36被焊接到收集指12,以及在它们的末端将第一线22连接在一起的多个第二线23。例如由银或铜形成的金属网格,有利地,当它没有到达覆盖区时具有介于 $70\mu\text{m}$ 和 $100\mu\text{m}$ 之间的厚度(参见图18),并且当它到达覆盖区(未示出)时具有介于 $35\mu\text{m}$ 和 $70\mu\text{m}$ 之间的厚度。

[0174] 在制造方法的另一个实施例中(附图未示出),提供有焊盘36的光伏电池50(参见图16A或图17A)首先互连以形成“叠片式”电池串,然后连续的电线(直径 $<100\mu\text{m}$,没有支撑膜,有覆盖物或没有覆盖物)通过焊盘36的熔化(预熔化或未预熔化)而被焊接到光伏电池50的收集指。在它们焊接之后,通过例如使用辊将电线抵靠在光伏电池50的突出脊而按压,来对电线进行切割。

[0175] 一般地,根据本发明的一个方面的用于制造光伏串的方法,包括以下步骤:

[0176] -提供根据由图5至11表示的任一实施例的第一光伏电池50和第二光伏电池50;

[0177] -通过沉积在正面上的线或带形式的连接元件20、20'、22,在每一个光伏电池50中互连(图12B-图12C的步骤S12-S13;图15B-图15C的步骤S22-S23;图16A-图16B的步骤S31-S32;图17A-图17B的步骤S31'-S32')收集指12的至少一部分;

[0178] -通过第一光伏电池的正面的一部分(互连导电轨道31位于其中)与第二光伏电池的背面重叠,互连(图12A的步骤S11、图15A的步骤S21、图16C的步骤S33、图17C的步骤S33')光伏电池50。

[0179] 在该方法的第一实施例和第二实施例中(图12A-图12C和15A-图15C),连接元件20、20'在光伏电池50的互连步骤之后被沉积在光伏电池50的正面上。在该方法的第三实施例及其替代方案(图16A-图16C和17A-图17C)中,连接元件20在光伏电池50的互连步骤之前被沉积在光伏电池50的正面上。在这种情况下,还可以考虑通过每个光伏电池50中的连接元件将收集指互连形成用于制造光伏电池的方法的一部分。

[0180] 在上面描述并由图12C、图13-图14、图15C、图16C和图17C表示的光伏串中,电流主要通过连接元件(例如线型)在每个光伏电池50内循环,连接元件的电阻比收集指小得多(直径为 $100\mu\text{m}$ 的1厘米铜线为 0.02Ω ,而1厘米收集指的电阻为 0.4Ω 至 8Ω ,具体取决于几何形状)。实际上,一旦从基板中被取出,电荷载流子仅在一小段距离内穿过收集指,以到达最靠近的连接元件。收集指中的这种短行进距离允许形成更具电阻性的收集指(优选为 2Ω 至 7Ω),也就是说,具有更小截面和/或由导电性较低的膏料形成(并且因此银含量较低),一旦互连,这不会恶化电池的串联电阻。例如,与现有技术的“叠片式”光伏电池30中的 $70\mu\text{m}\times 15\mu\text{m}$ 相比,光伏电池50中的收集指的截面可以等于 $45\mu\text{m}\times 6\mu\text{m}$ (参见图3)。与现有技术的光伏电池30的超过300mg相比,每个双面光伏电池50的银总消耗量可以小于100mg。光伏电池50因此制造起来更便宜。此外,收集指较薄,它们可以被单次印刷(而不是通常的两次),这也对降低电池的成本有贡献。

[0181] 与收集指和连接元件中的传输相联的电阻损耗在本发明的光伏串中不如在现有技术的“叠片式”电池串(连接元件除外)中重要。因此,由根据本发明的光伏串所制造的模块的填充因子(FF)将优于根据现有技术的“叠片式”模块的填充因子(FF)。

[0182] 这些益处对于形成硅异质结(SHJ)电池串特别有意义,因为这种类型的光伏电池

比同质结电池 (HMJ) 消耗更多的银。实际上,与异质结电池的“低温”制造方法兼容的丝网印刷膏料(对于相同量的银)导电性较低(高温膏料的电阻率为 $2-2.5\mu\Omega\cdot\text{cm}$,而高温膏料的电阻率为 $4-7\mu\Omega\cdot\text{cm}$)。

[0183] 光伏电池50的收集指具有减小的截面,它们在电池的正面上带来更少的遮蔽。考虑到线的小直径($<100\mu\text{m}$)及其较低的有效遮蔽水平(直径的70%),由电线引起的附加遮蔽(现有技术的“叠片式”光伏电池30不存在)很低。这种附加遮蔽小于与收集指的最小截面相联的遮蔽的减少。因此,通过以能够通过线将收集指互连的方式来定向收集指,总体上减少了电池正面上的遮蔽,这导致电流增益。

[0184] 由于与电流传输相联的电阻减少,所以形成具有更大表面积(因此具有更大电流)的瓦片的串是有利的,例如全尺寸光伏电池的三分之一或四分之一而不是全尺寸光伏电池的五分之一或六分之一。因此,减少了在瓦片的切割(且未钝化)边缘的水平处的电子空穴对的重新组合所造成的损耗。

[0185] 最后,本发明的光伏串尤其是在活性表面和模块效率方面具有传统的“叠片”互连技术的优点。

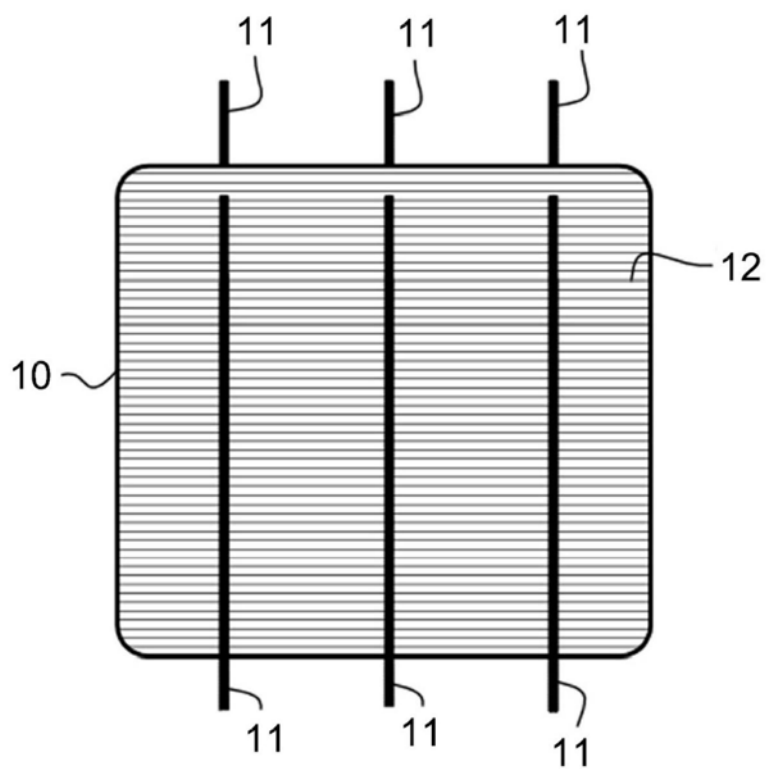


图1

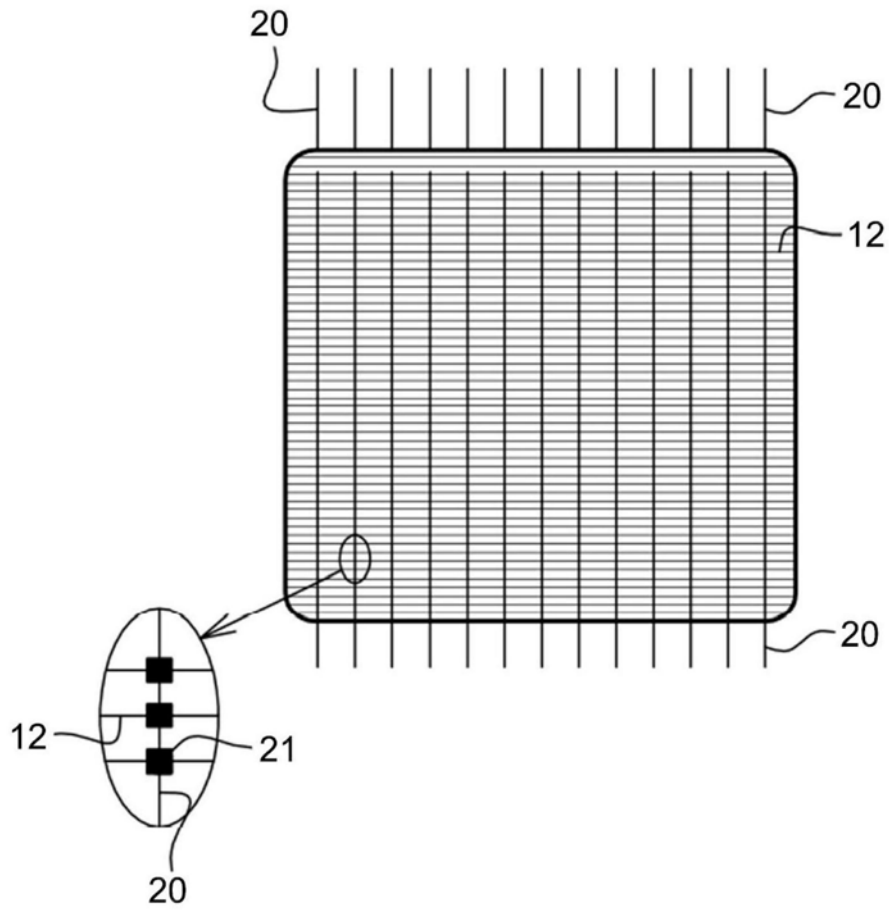
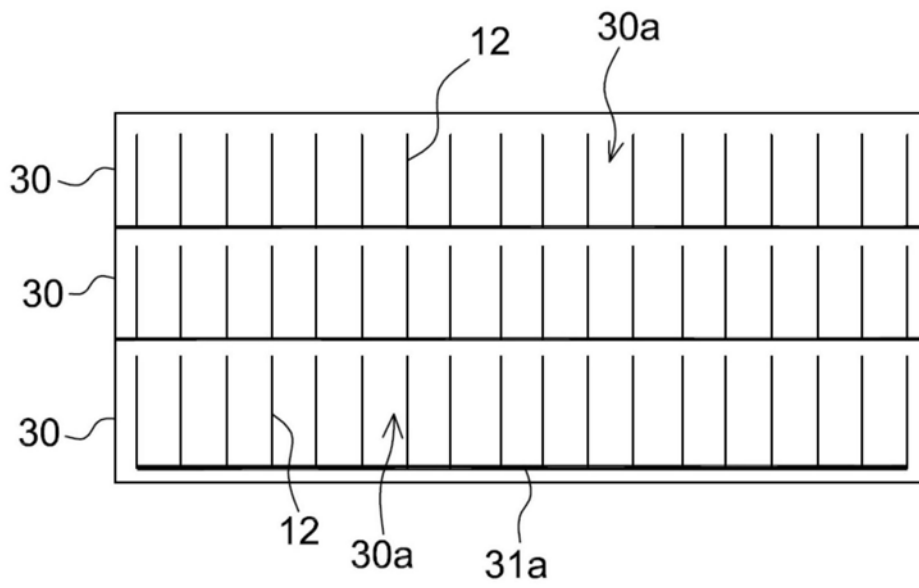
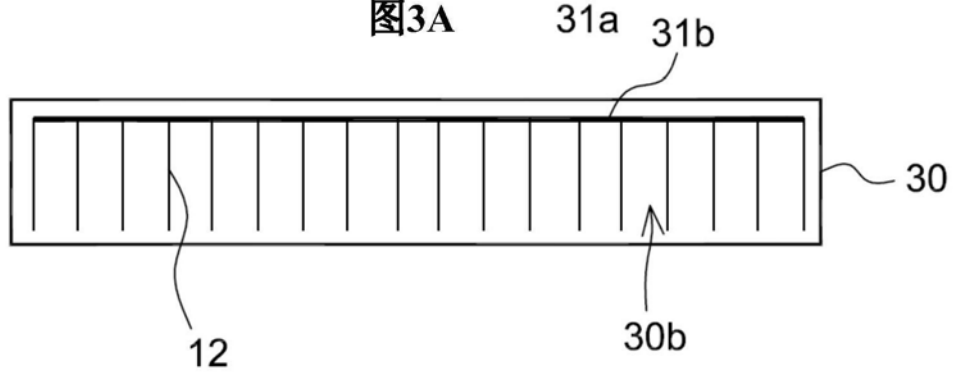
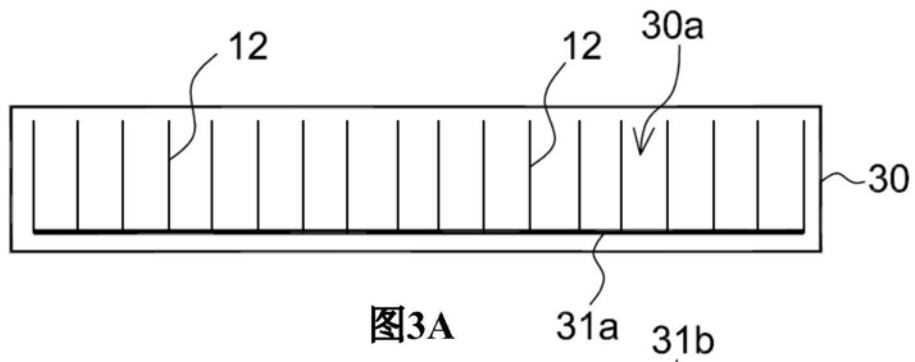


图2



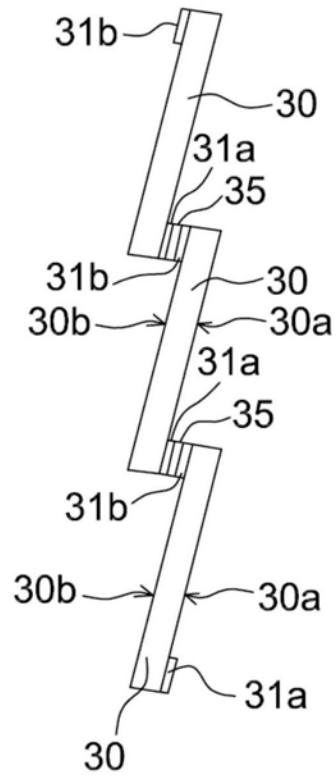


图4B

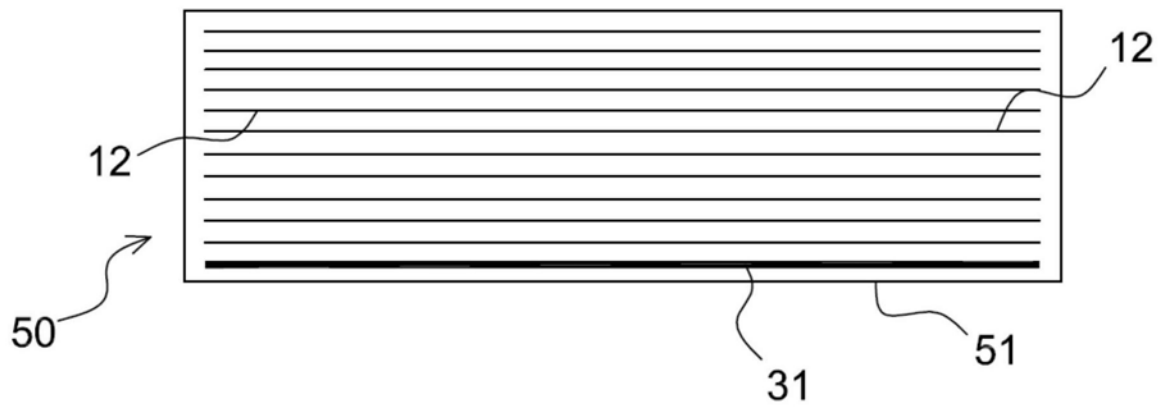


图5

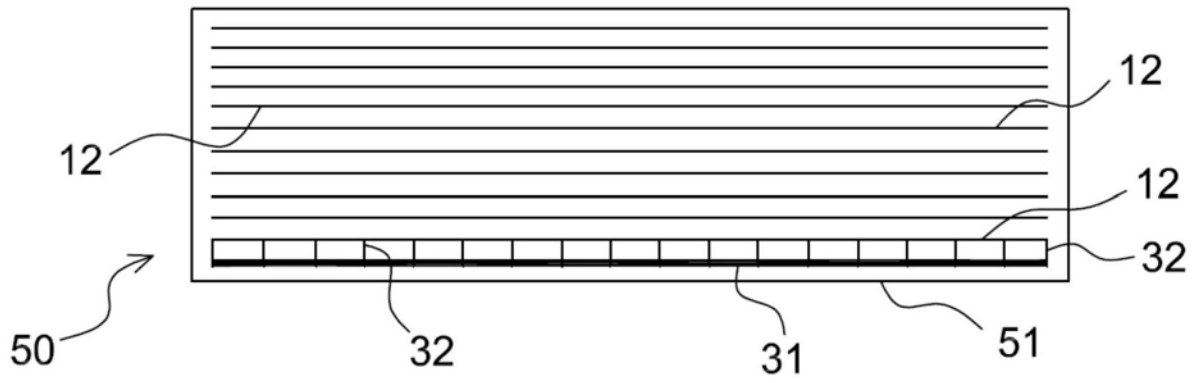


图6

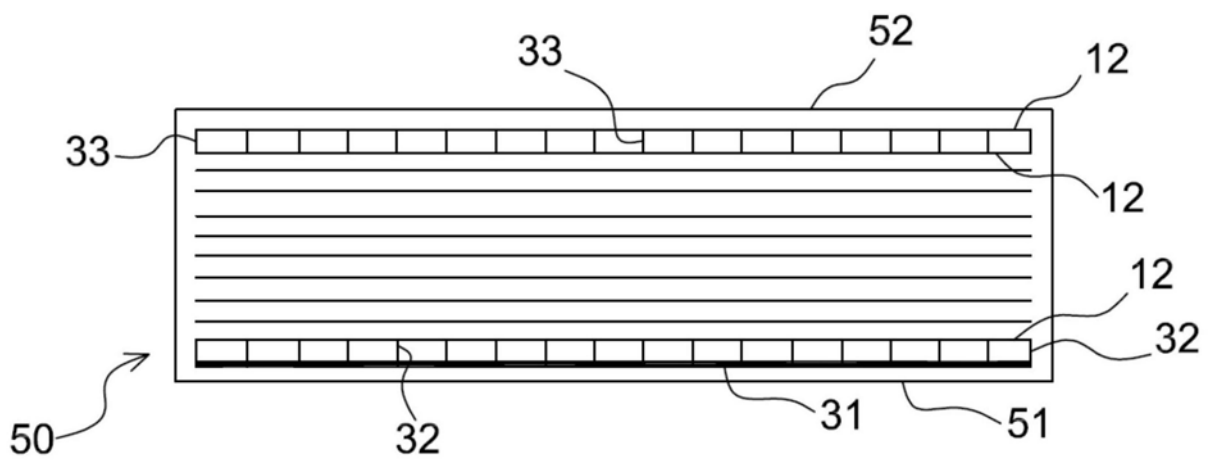


图7

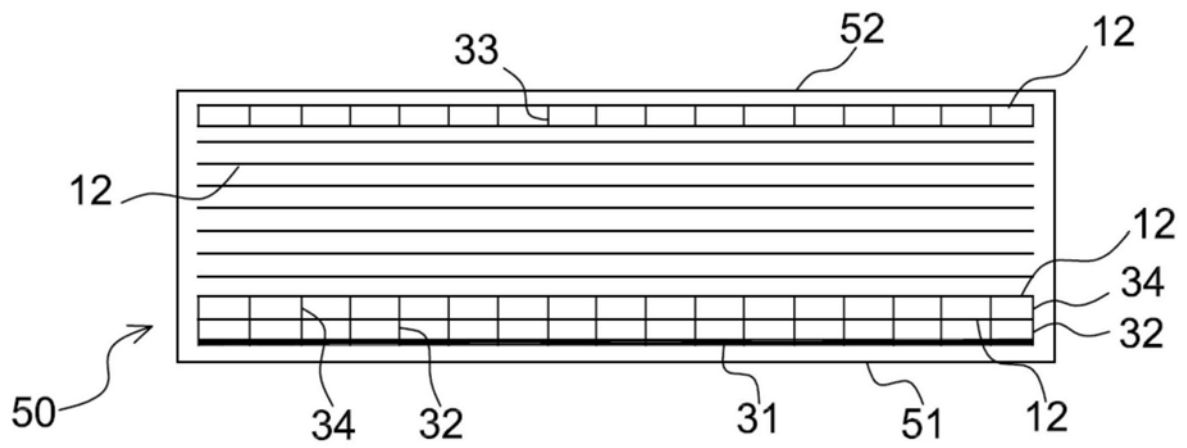


图8

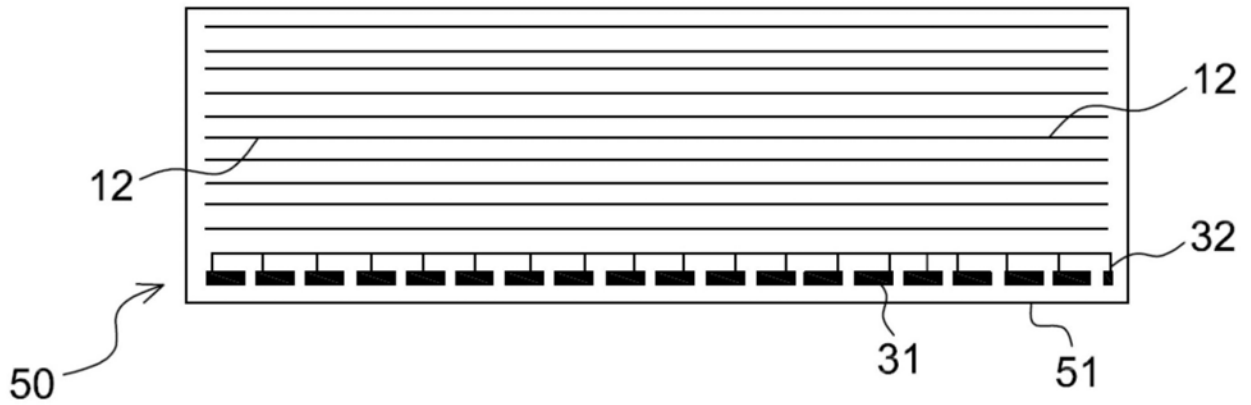


图9

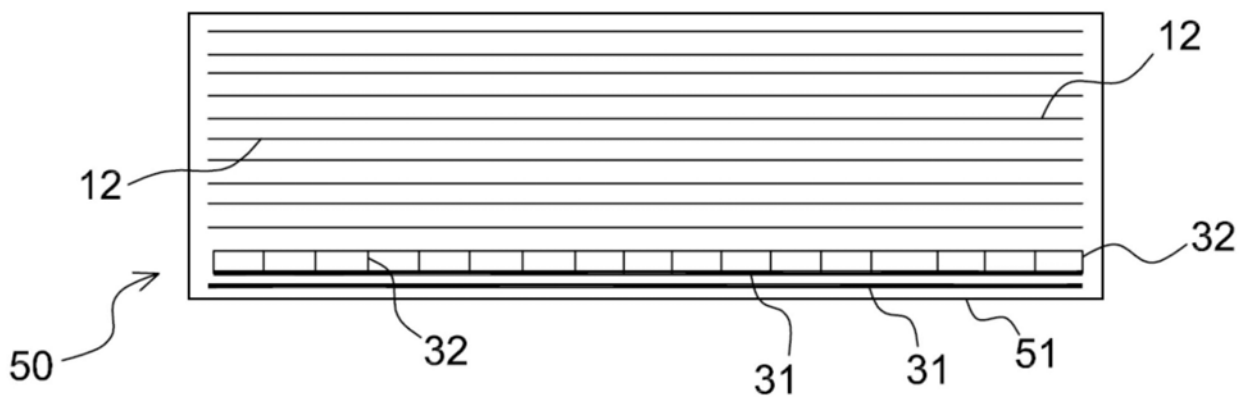


图10

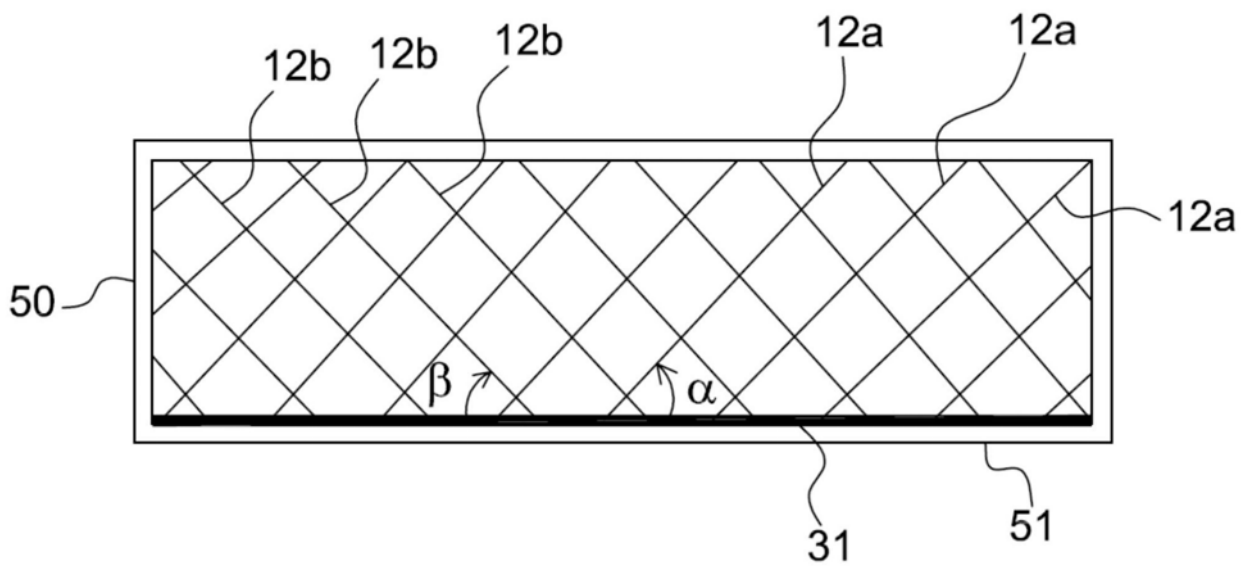


图11

-S11-

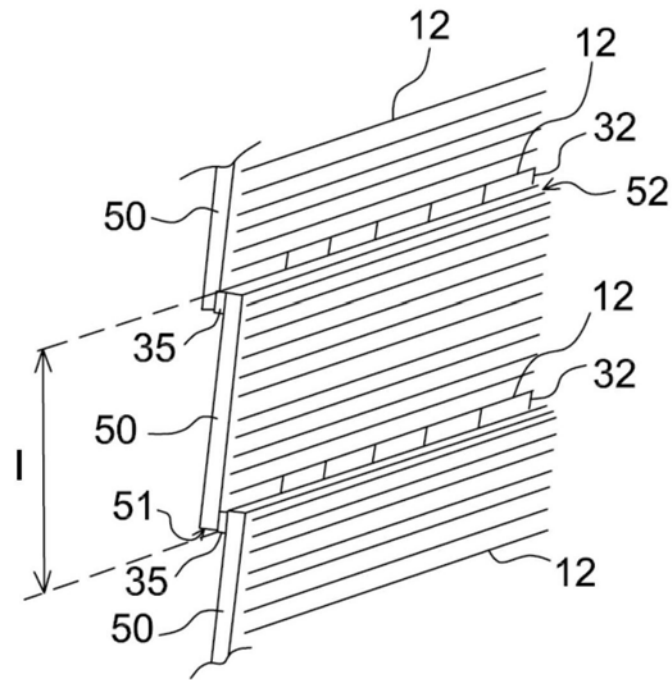


图12A

-S12-

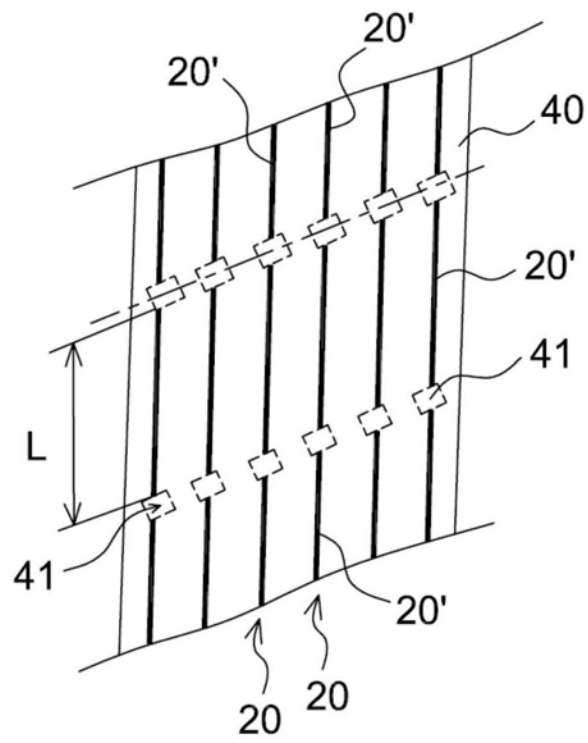


图12B

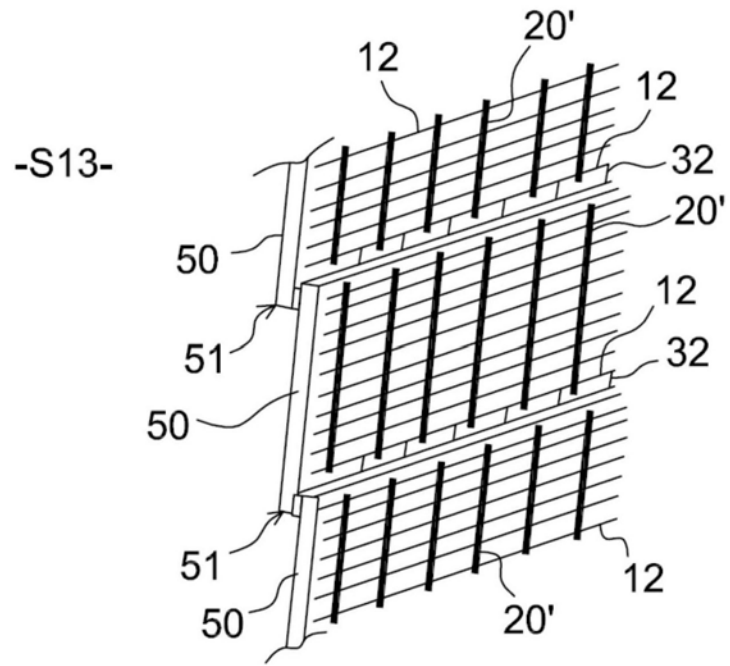


图12C

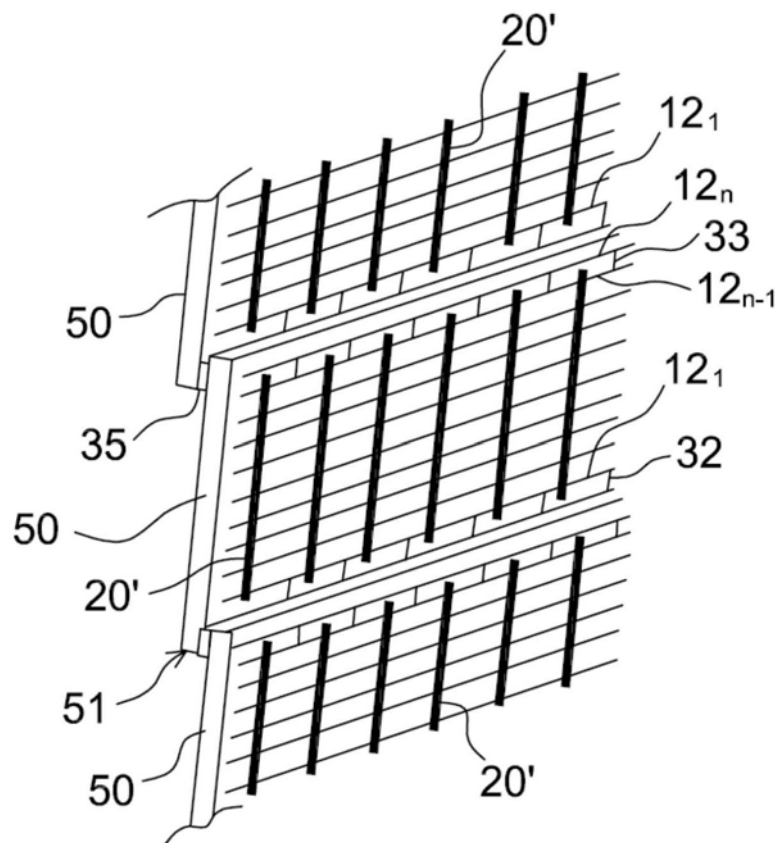


图13

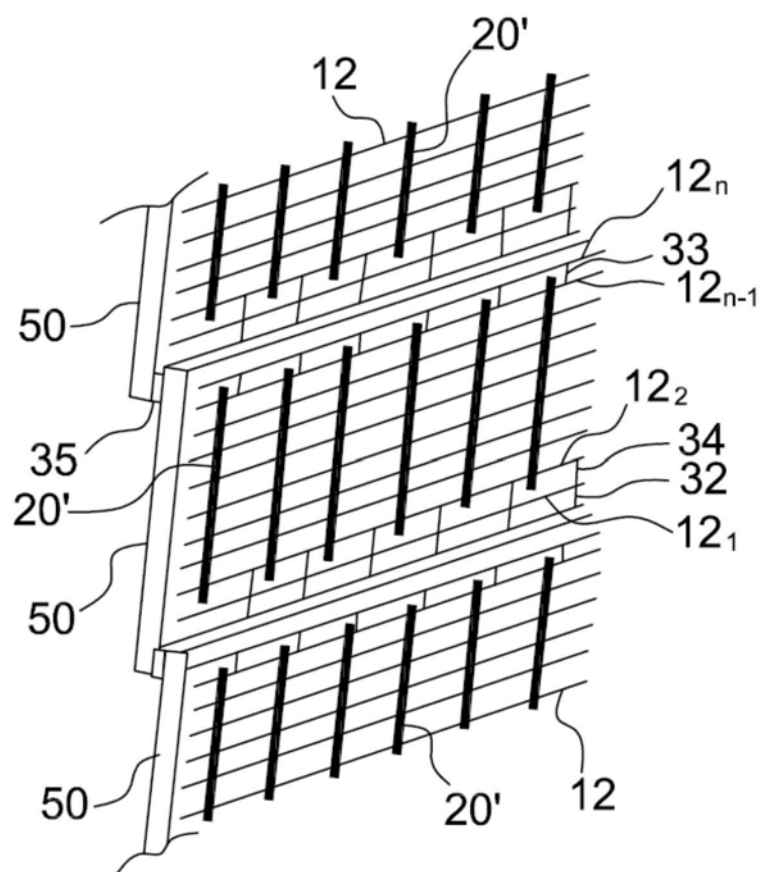


图14

-S21-

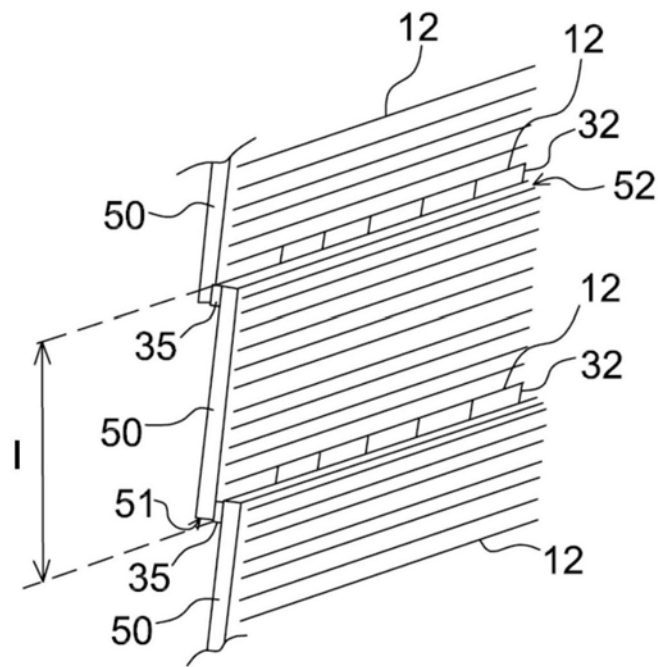


图15A

-S22-

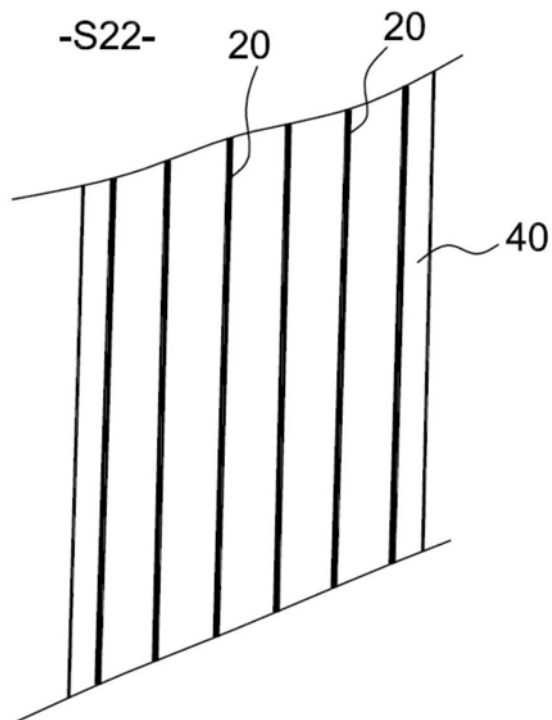


图15B

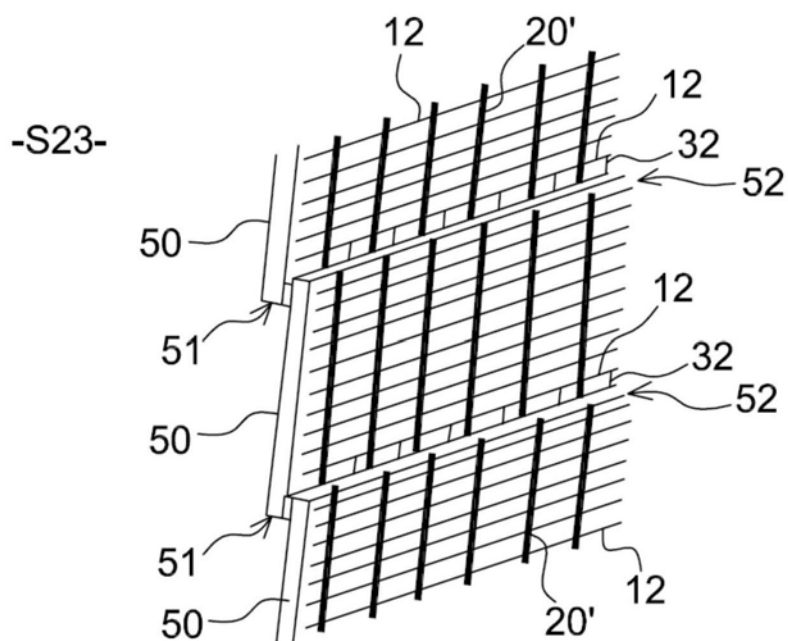


图15C

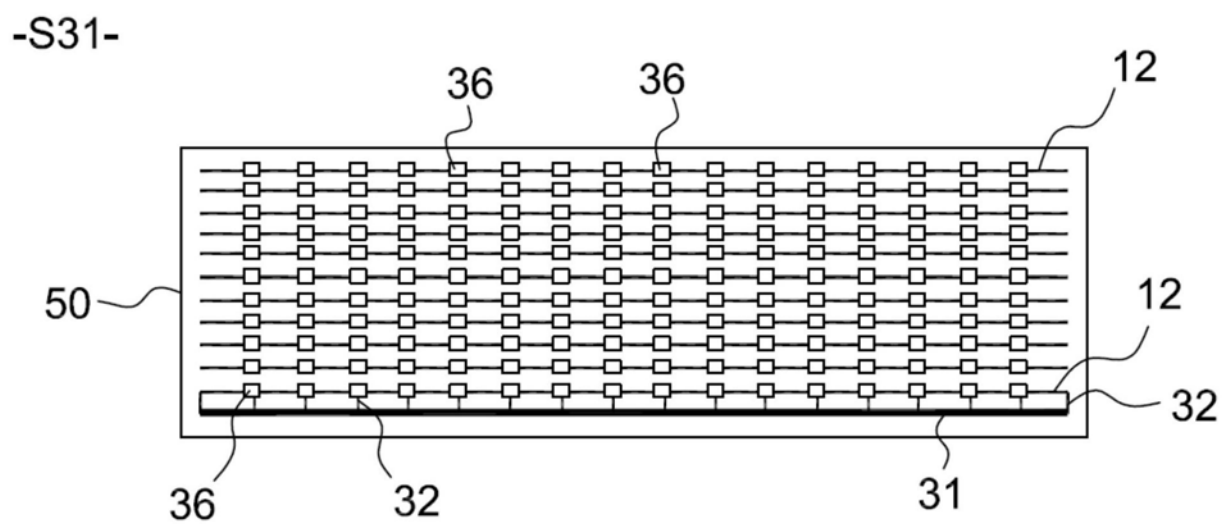


图16A

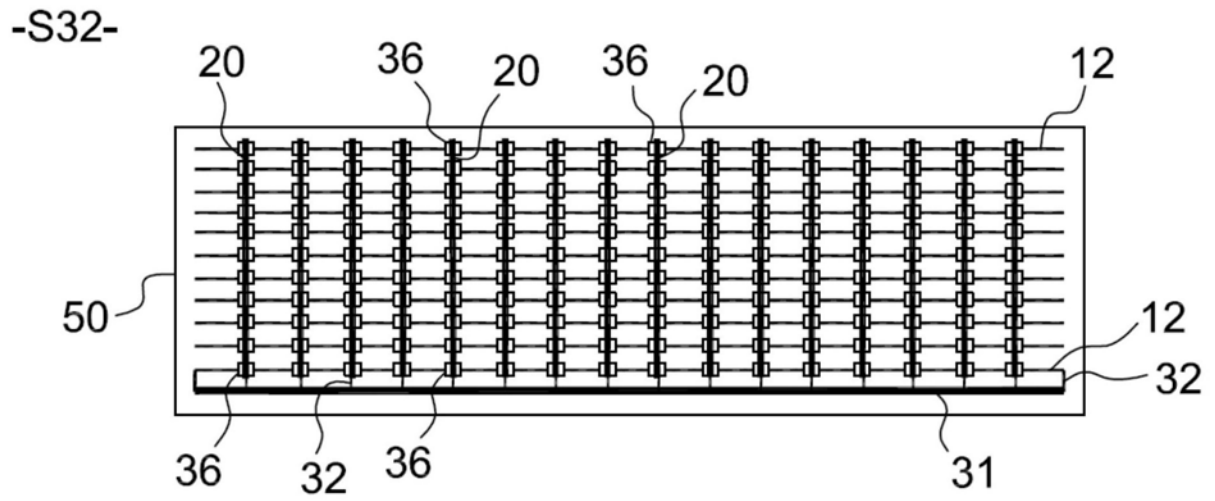


图16B

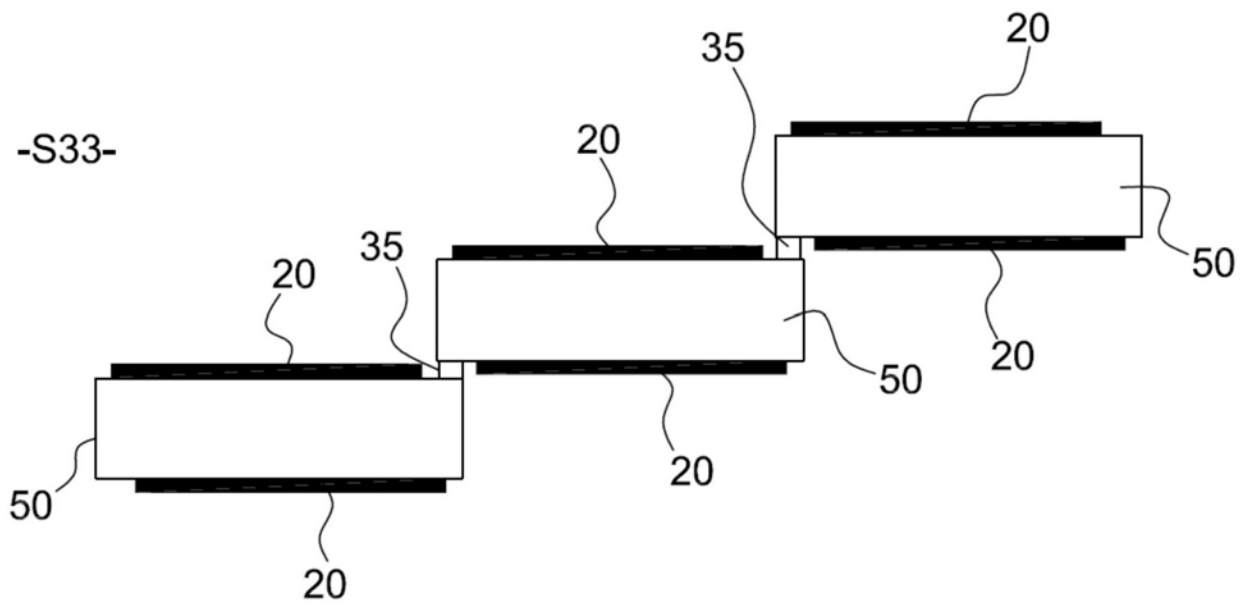


图16C

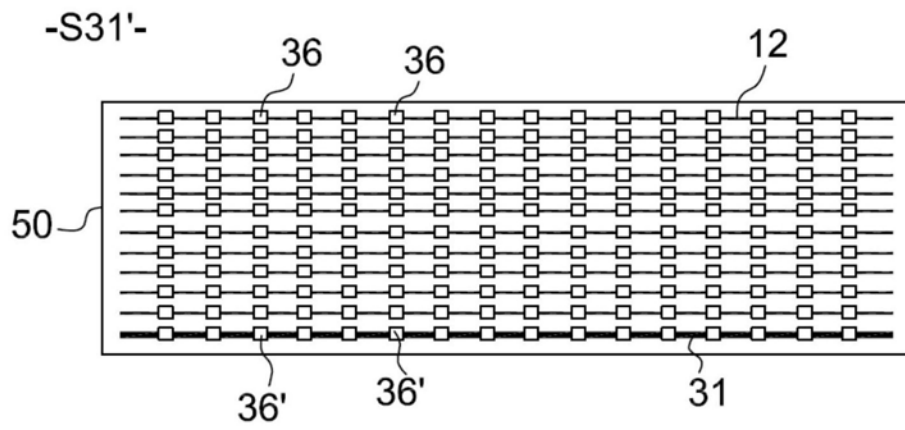


图17A

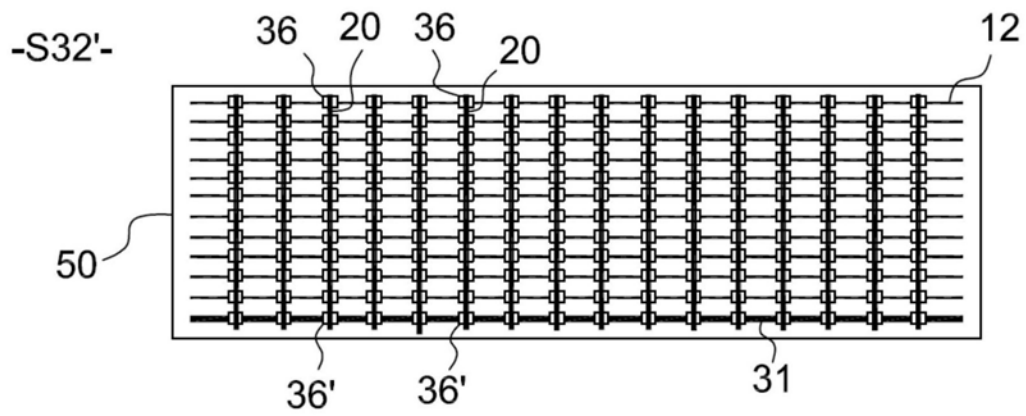


图17B

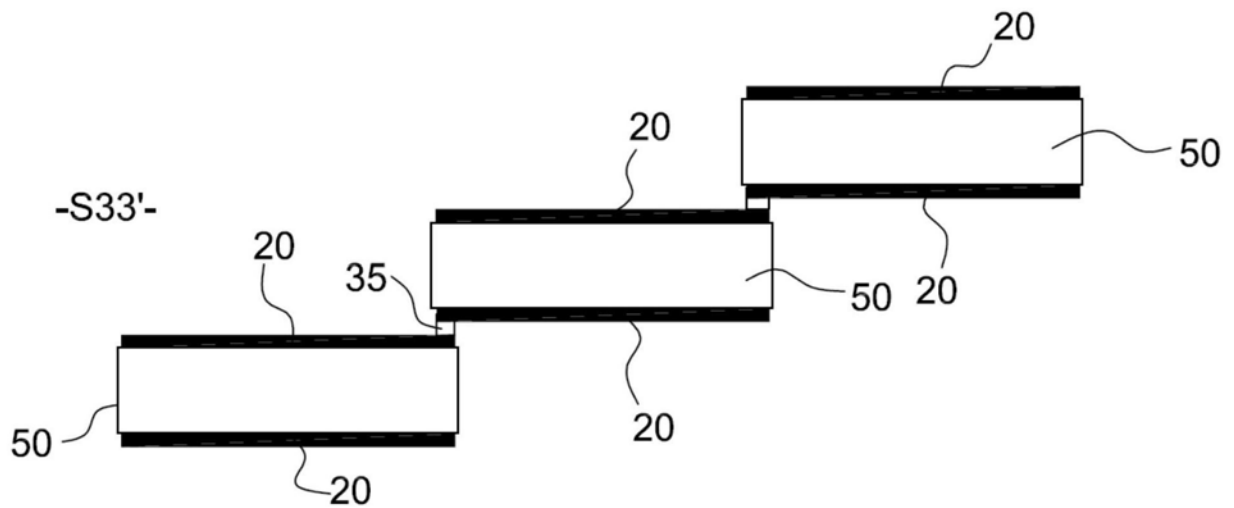


图17C

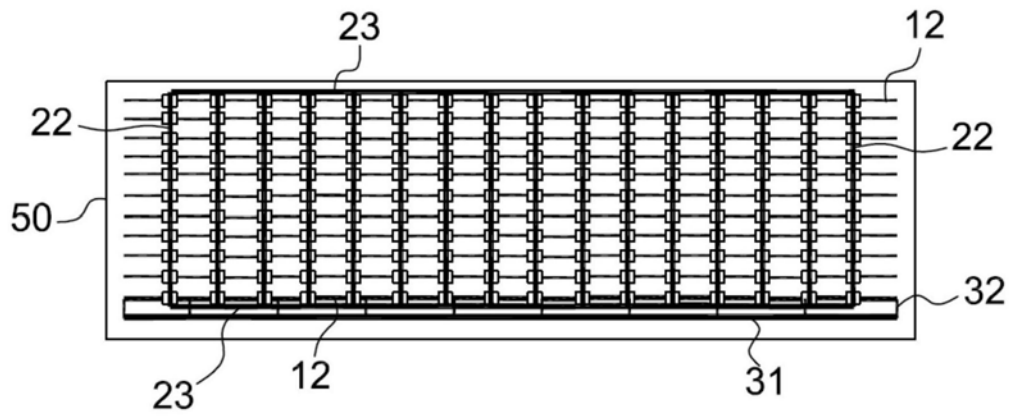


图18