



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102714231 A

(43) 申请公布日 2012. 10. 03

(21) 申请号 201180007620. 2

(72) 发明人 J. B. 菲利普 T. 哈普

(22) 申请日 2011. 01. 27

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

(30) 优先权数据

代理人 杜荔南 李家麟

10152086. 4 2010. 01. 29 EP

(85) PCT申请进入国家阶段日

(51) Int. Cl.

2012. 07. 27

H01L 31/0336(2006. 01)

(86) PCT申请的申请数据

H01L 27/142(2006. 01)

PCT/EP2011/051133 2011. 01. 27

H01L 31/18(2006. 01)

(87) PCT申请的公布数据

W02011/092239 DE 2011. 08. 04

(71) 申请人 法国圣戈班玻璃厂

地址 法国库伯瓦

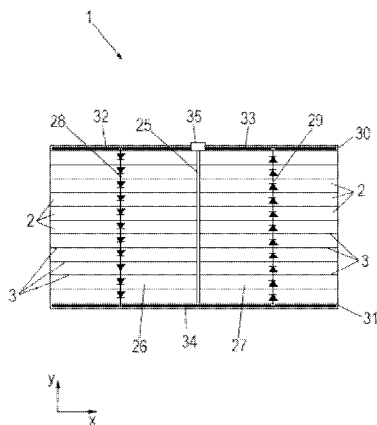
权利要求书 2 页 说明书 13 页 附图 6 页

(54) 发明名称

太阳能电池装置和薄层太阳能模块及其制造方法

(57) 摘要

本发明涉及一种尤其是能以薄层太阳能模块的形式构成的太阳能电池装置,该太阳能电池装置包括:衬底,在该衬底上施加具有多个层的层结构,其中该层结构具有第一电极层、第二电极层和设置在两个电极层之间的半导体层,通过这些层形成pn结,其中该层结构被分为多个不同的区域,这些区域通过一个或多个区域沟相互电分离,其中在每一个区域中都构成由一个或多个串联连接的、相同取向的太阳能电池组成的太阳能电池支路;第一连接接触和第二连接接触,所述第一连接接触和第二连接接触通过太阳能电池支路相互电连接,其中太阳能电池支路通过一个或多个中间接触串联连接;至少一个连接外壳,两个连接接触连接到该至少一个连接外壳。为此的制造方法包括借助结构化线对层结构进行结构化,其中一个结构化线具有超过至少两个相互电分离的区域的直线延伸,而其余两个结构化线和该结构化线相互间有位移,使得这些结构化线的顺序相反。



1. 太阳能电池装置(1, 101), 尤其是用于薄层太阳能模块, 该太阳能电池装置包括衬底(4), 在该衬底上施加具有多个层(7-10)的层结构(5), 其中该层结构(5)被分为多个不同的区域(26, 27, 110-113), 这些区域通过一个或多个区域沟(25, 107-109)相互电分离, 其中在每一个区域(26, 27, 110-113)中都构成包含多个串联连接的相同取向的太阳能电池(2, 102)的太阳能电池支路(28, 29, 103-106)。

2. 根据权利要求1所述的太阳能电池装置(1, 101), 其中太阳能电池支路(28, 29, 103-106)通过一个或多个中间接触(34, 118-120)串联连接。

3. 根据权利要求1或2之一所述的太阳能电池装置(1, 101), 其中层结构(5)具有第一电极层(10)、第二电极层(7)和设置在两个电极层(7, 10)之间的半导体层(8), 通过这些层形成pn结, 其中半导体层(8)由黄铜矿化合物、碲化镉和/或硅形成。

4. 根据权利要求1至3之一所述的太阳能电池装置(1, 101), 具有第一连接接触(32, 117)和第二连接接触(33, 121), 所述第一连接接触和第二连接接触通过太阳能电池支路(28, 29, 103-106)相互电连接, 其中太阳能电池支路(28, 29, 103-106)通过一个或多个中间接触(34, 118-120)串联连接, 具有至少一个连接外壳(35, 122, 123), 两个连接接触(32, 33, 117, 121)在该至少一个连接外壳中连接。

5. 根据权利要求4所述的太阳能电池装置(1, 101), 其中:

- 层结构分成两个通过区域沟(25)相互电分离的区域(26, 27),
- 第一连接接触(32)和第二连接接触(33)通过两个太阳能电池支路(28, 29)相互电连接, 其中两个太阳能电池支路(28, 29)通过中间接触(34)串联连接,
- 两个连接接触(32, 33)连接到共同的连接外壳(35)。

6. 根据权利要求4所述的太阳能电池装置(101), 其中:

- 层结构分成四个区域(110-113), 这四个区域通过三个区域沟(107-109)相互电分离,
- 第一连接接触(117)和第二连接接触(121)通过4个太阳能电池支路(103-106)相互电连接, 其中4个太阳能电池支路(103-106)通过3个中间接触(118-120)串联连接,
- 两个连接接触(117, 121)分别连接到单独的连接外壳(122, 123)。

7. 根据权利要求1至6之一所述的太阳能电池装置(1, 101), 其中太阳能电池(2, 102)分别构成为条纹形。

8. 根据权利要求1至7之一所述的太阳能电池装置(1, 101), 其中连接接触和中间接触(32-34, 117-121)分别以接触带的形式构成。

9. 根据权利要求1至8之一所述的太阳能电池装置(1, 101), 其中至少一个区域沟(25, 107-109)具有与其延伸垂直测量的、处于0.5至10mm范围中、尤其是1至3mm范围中的宽度。

10. 根据权利要求1至9之一所述的太阳能电池装置(1, 101), 其中至少一个区域沟(25, 107-109)被电绝缘的材料填充。

11. 薄层太阳能模块(1, 101), 其以根据权利要求1至10之一的太阳能电池装置的形式构成。

12. 根据权利要求11所述的薄层太阳能模块(1, 101), 其中第一电极层(10)是透明的前电极层并且第二电极层(7)是背电极层, 其中衬底(4)设置在背电极层的背向前电极层

的一侧。

13. 用于对薄层太阳能模块(1, 101)的层结构(5)进行结构化的方法,该层结构(5)包括第一电极层(10)、第二电极层(7)和设置在两个电极层(7, 10)之间的半导体层(8),该方法包括以下步骤:

- 在第二电极层(7)中产生第一结构化线(22),由此第二电极层(7)分为相互电分离的第二层片段(14, 15),

- 产生第二结构化线(23),用于将第一电极层(10)和第二电极层(7)电连接以用于将太阳能电池串联连接,

- 在第一电极层(10)中产生第三结构化线(24),由此第一电极层(10)分为相互电分离的第一层片段(20, 21),

其中从第一至第三结构化线(22-24)中选择一个结构化线被引导为,使得该结构化线具有超过至少两个相互电分离的区域(26, 27, 110-113)的直线延伸,而其余两个结构化线和该结构化线相互间有位移,使得这些结构化线(22-24)的顺序相反。

14. 根据权利要求13所述的方法,其中从第一至第三结构化线(22-24)中选择一个结构化线被引导为,使得该结构化线具有超过至少两个相互电分离的区域(26, 27, 110-113)的直线延伸,而其余两个结构化线与该结构化线交叉为使得这些结构化线(22-24)的顺序相反。

15. 用于制造薄层太阳能模块(1, 101)的方法,该方法包括以下步骤:

- 将层结构(5)施加到衬底(4)上,其中该层结构(5)具有至少第一电极层(10)、第二电极层(7)和设置在两个电极层(7, 10)之间的半导体层(8),通过这些层形成pn结,

- 通过根据权利要求14的方法对所述层结构(5)进行结构化,使得产生多个分别由多个串联连接的、相同取向的太阳能电池(2, 102)组成的太阳能电池支路(28, 29, 103-106),其中彼此相邻的太阳能电池支路尤其是能够具有反平行的通过方向,

- 将一个或多个区域沟(25, 107-109)设置到层结构(5)中,使得分别包含单独的太阳能电池支路的不同模块区域(26, 27, 110-113)相互电分离,

- 通过形成一个或多个中间接触(34, 118-120)将太阳能电池支路(28, 29, 103-106)串联连接,

- 形成第一连接接触(32, 117)和第二连接接触(33, 121),所述第一连接接触和第二连接接触与太阳能电池支路(28, 29, 103-106)导电地连接,

- 在至少一个连接外壳(35, 122, 123)中连接两个连接接触(32, 33, 117, 121)。

太阳能电池装置和薄层太阳能模块及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种具有集成的、串联连接的太阳能电池的太阳能电池装置,尤其是用于薄层太阳能模块,以及涉及一种用于制造该薄层太阳能模块的方法。

背景技术

[0002] 用于将太阳光光电地转换为电能的太阳能模块越来越多地用于产生能量。在效率方面,基于多晶黄铜矿半导体的薄层太阳能模块被证明是有利的,其中尤其是二硒化铜铟(CuInSe_2 或 CIS) 由于其与太阳光的光谱匹配的带隙而以特别高的吸收系数著称。由于利用单个太阳能电池只能达到小于 1 伏特的电压电平,因此很多太阳能电池在一个太阳能模块中串联连接,以获得技术上可用的输出电压。在此,薄层太阳能模块提供特殊的优点,即太阳能电池在制造层期间就已经能以集成形式串联连接。单个太阳能电池的这样集成的串联连接已在专利文献中被多次描述。仅示例性地参照专利文献 DE 4324318C1。

[0003] 一般地借助接线盒进行薄层太阳能模块到电负载的连接,所述接线盒设置在太阳能模块的背面上并且例如与接触接线柱一起用于薄层太阳能模块的一般以金属带的形式构成的连接接触。但是还已知具有两个接线盒的薄层太阳能模块,以减少在薄层太阳能模块内的电缆线。

发明内容

[0004] 因此本发明的任务在于,以有利的方式扩展具有集成的太阳能电池的常规薄层太阳能模块,其中尤其是应当改善该模块的长时间稳定性和耐久性并且减小该模块的制造成本。该任务以及其它任务根据本发明的建议通过具有并列权利要求的特征的一种太阳能电池装置或通过一种体现这样的太阳能电池装置的薄层太阳能模块,以及通过一种用于制造该薄层太阳能模块的方法来解决。本发明的有利设计通过从属权利要求的特征说明。

[0005] 根据本发明的一个方面,展示出一种具有集成的、串联连接的太阳能电池的太阳能电池装置。

[0006] 本发明的太阳能电池装置包括衬底,在该衬底上施加具有多个层的层结构,该层结构包括第一电极层、第二电极层和设置在两个电极层之间的半导体层。应当理解,这种计数绝不是完整的,而是该层结构可以包含其它层。每个层可以包括一个或多个单层。通过该层结构形成 pn 结,即具有不同传导类型的层序列。在特殊的实施方式中,pn 结通过异质结形成。

[0007] 在本发明的太阳能电池装置中,层结构被分为多个区域,这些区域通过一个或多个区域沟相互电分离。在此,在这些区域的每一个中都构成由一个或多个连接成串联电路的相同取向的太阳能电池组成的太阳能电池支路。每个太阳能电池具有形成在第一和第二电极层中的第一和第二电极,以及具有位于两个电极之间的半导体材料,该半导体材料通过半导体层形成。有利地可以是,相互邻接的或直接相邻的太阳能电池支路具有反平行的通过方向。

[0008] 本发明的太阳能电池装置还包括通过太阳能电池支路相互电连接的第一连接接触和第二连接接触。太阳能电池支路为此目的通过一个或多个中间接触串联连接。

[0009] 此外,本发明的太阳能电池装置包括至少一个连接外壳(例如接线盒),在连接外壳中两个连接接触电连接。连接外壳为此目的配备至少一个适合于此的设备(例如接线柱设备)。连接外壳可以用于将太阳能电池装置连接到其它电设备。

[0010] 在本发明的太阳能电池装置的在技术上特别简单地实现的有利设计中,层结构分成两个通过唯一的一个区域沟相互电分离的区域,在这些区域中分别构成太阳能电池支路。有利地,两个太阳能电池支路具有反平行的通过方向。在此,第一连接接触和第二连接接触通过两个太阳能电池支路相互电连接,其中两个太阳能电池支路通过唯一的一个中间接触串联连接。此外两个连接接触在共同的连接外壳中电连接。

[0011] 在本发明的太阳能电池装置的在技术上特别简单地实现的另一个有利设计中,层结构分成四个通过三个区域沟相互电分离的区域,在这些区域中分别构成太阳能电池支路。有利地相邻的太阳能电池支路具有反平行的通过方向。在此,第一连接接触和第二连接接触通过 4 个太阳能电池支路相互电连接,其中 4 个太阳能电池支路通过 3 个中间接触串联连接。此外两个连接接触分别连接到单独的连接外壳。

[0012] 在本发明的太阳能电池装置、尤其是在上述设计中,通过使用与常规太阳能电池装置相比更小数量的连接外壳可以有利地节省制造成本。此外由此可以改善太阳能电池装置的长时间稳定性和耐久性。本发明的其它优点从附图描述中得到。

[0013] 在本发明的太阳能电池装置的另一个有利的设计中,层结构的其中分别构成太阳能电池支路的不同区域串联地并排设置,其中两个连接接触与至少一个中间接触相对地设置。特别有利的可以是,太阳能电池分别构成为条纹形,其中通过中间接触相互电连接的太阳能电池支路可以具有至少近似为 U 形的配置。同样有利的可以是,连接接触和中间接触分别以接触带的形式构成。通过这些措施,本发明的太阳能电池装置可以按照特别简单的方式在技术上实现。

[0014] 根据本发明的另一方面,展示一种具有集成的、串联连接的太阳能电池的薄层太阳能模块,所述薄层太阳能模块具有如上所述的太阳能电池装置,其中每个太阳能电池以适于将太阳光电转换为电功率的太阳能电池的形式构成。

[0015] 在本发明的太阳能模块的有利设计中,薄层太阳能电池沉积在载体衬底上。载体衬底可以面向光入射,也称为顶层配置,或者背向光入射,也称为衬底配置。在衬底配置中,第一电极层以透明的前电极层的形式构成,并且第二电极层构成为背电极层,其中半导体层设置在背电极层的朝向前电极层的一侧。在衬底配置的情况下,可以按照特别有利的方式通过两个连接接触例如与共同的连接外壳的电连接来避免光电活性区域的遮蔽。但是还可以考虑为本发明的薄层太阳能模块设置顶层配置,在顶层配置的情况下光入射穿过透明的载体衬底地进行。

[0016] 在本发明薄层太阳能模块的另一个有利设计中,包含由黄铜矿化合物制成的半导体层,黄铜矿化合物尤其是来自铜镓/镓硫/二硒($\text{Cu}(\text{InGa})(\text{SSe})_2$)、例如二硒铜镓(CuInSe_2 或 CIS)的组的 I-III-VI 族半导体或同源化合物。黄铜矿化合物包含元素 Cu、In、Ga、Al、Zn、Sn、S、Se 或 Te 的一种或多种。如果半导体层基于黄铜矿,则衬底配置是特别有利的。但是半导体层也可以根据本发明包含碲化镉、无定形的、微形态的、微晶的和/或多

晶的薄层硅。

[0017] 根据本发明的另一个方面,展示一种用于对薄层太阳能模块的层结构进行结构化的方法,该层结构包括第一电极层、第二电极层和设置在两个电极层之间的半导体层,该方法包括以下步骤:

- 在第二电极层中产生第一结构化线,由此第二电极层分为相互电分离的第二层片段,
- 在该层结构中产生第二结构化线,用于将第一电极层和第二电极层电连接以用于将太阳能电池串联连接,
- 在第一电极层中产生第三结构化线,由此第一电极层分为相互电分离的第一层片段,其中从第一至第三结构化线中选择一个结构化线被引导为,使得该结构化线具有超过至少两个相互电分离的区域的直线延伸,而其余两个结构化线和该结构化线有位移并且优选交叉,使得这些结构化线的顺序相反。

[0018] 根据本发明的另一个方面,展示一种用于制造薄层太阳能模块的方法,该方法包括以下步骤:

- 将层结构施加在衬底上,其中该层结构具有至少第一电极层、第二电极层和设置在两个电极层之间的半导体层,通过这些层形成 pn 结,
- 通过上述用于对薄层太阳能模块的层结构结构化的方法对所述层结构进行结构化,其中产生多个分别由一个或多个串联连接的、相同取向的太阳能电池组成的太阳能电池支路,其中彼此相邻的太阳能电池支路优选具有反平行的通过方向,
- 将一个或多个区域沟设置到层结构中,使得分别包含单独的太阳能电池支路的不同模块区域相互电分离,
- 通过形成一个或多个中间接触将太阳能电池支路串联连接,
- 形成第一连接接触和第二连接接触,所述第一连接接触和第二连接接触与太阳能电池支路导电地连接,
- 在至少一个连接外壳中连接两个连接接触。

[0019] 在本发明的方法的一种有利的实施中,两个连接接触在连接外壳中连接,从而可以放弃费事的、用于将两个连接接触与共同的接线盒电连接的缆线敷设。

附图说明

[0020] 现在借助实施例详细阐述本发明,其中参照附图。

[0021] 图 1 以俯视图示出本发明的薄层太阳能模块的第一实施例的示意图;

图 2 示出图 1 的薄层太阳能模块在中间区域(左侧的图)和边缘区域(右侧的图)中的示意性截面图;

图 3 示出用于说明图 1 的本发明薄层太阳能模块的层结构的结构化的示意图;

图 4A-4B 示出用于说明图 1 的本发明薄层太阳能模块的层结构的结构化的结构化线的示意图;

图 5A-5B 示出用于说明图 1 的本发明薄层太阳能模块的层结构的结构化的变型方案的结构化线的不同示意图;

图 6 示出本发明薄层太阳能模块的第二实施例的示意性透视图。

具体实施方式

[0022] 首先参照图 1 和图 2, 在此借助示意图和不同的截面图说明整体用附图标记 1 表示的薄层太阳能模块。用于将太阳光电转换为电能的薄层太阳能模块 1 是本发明太阳能电池装置的体现。在此, 薄层太阳能模块 1 包括多个串联连接的、集成的太阳能电池 2, 所述太阳能电池 2 是本发明太阳能电池装置的太阳能电池的体现。

[0023] 薄层太阳能模块 1 具有相应于衬底配置的结构, 即薄层太阳能模块 1 具有电绝缘的衬底 4 以及由薄层制成的施加在该衬底上的层结构 5, 其中层结构 5 设置在衬底 4 的光入射侧的主表面 6 上。衬底 4 在此例如由具有相对小的透光率的玻璃组成, 其中可以均匀地采用具有足够强度以及相对于所执行的过程步骤的惰性特性的其它绝缘材料。

[0024] 层结构 5 包括设置在衬底 4 的主表面 6 上的背电极层 7, 该背电极层可以例如由不透光的金属如钼(Mo)组成并且例如通过阴极溅射施加到衬底 4 上。背电极层 7 例如具有大约 $1\ \mu\text{m}$ 的层厚。在另一种实施方式中, 背电极层也可以由不同的单个层的层堆叠组成。在背电极层 7 上沉积由掺杂的半导体组成的光电活性吸收层 8, 该半导体的带隙优选能够吸收尽可能大分量的太阳光。吸收层 8 例如由 p 导通的黄铜矿半导体组成, 例如来自 $\text{Cu}(\text{InGa})(\text{SSe})_2$ 、尤其是掺杂了钠(Na)的二硒铜铟(CuInSe_2)构成的组的化合物。吸收层 8 例如具有位于 $1\text{--}5\ \mu\text{m}$ 的范围中并且例如大约为 $2\ \mu\text{m}$ 的层厚。在吸收层 8 上沉积缓冲层 9, 该缓冲层 9 在此例如由单层的硫化镉(CdS)和单层的本征氧化锌(i-ZnO)组成, 这在附图中未详细示出。缓冲层 9 例如具有比吸收层 8 更小的层厚。在缓冲层 9 上例如通过蒸镀施加前电极层 10。前电极层 10 对在对于吸收层 8 灵敏的光谱范围中的射线来说是透明的(“窗口层”), 以保证入射的太阳光只有很小的衰减。一般可以称为 TCO 层(TCO=Transparent Conductive Electrode, 透明导电电极)的透明前电极层 10 基于掺杂的金属氧化物, 例如 n 导通的、掺杂有铝(Al)的氧化锌(AZO)。通过前电极层 10, 与缓冲层 9 和吸收层 8 一起形成 pn 异质结(即具有相反的导通类型的不同层的序列)。前电极层 10 的层厚例如为大约 800nm。

[0025] 为了保护环境影响, 在前电极层 10 上施加例如由聚乙烯醇缩丁醛(PVB)或乙烯醋酸乙烯酯(EVA)组成的塑料层 11。此外, 用对太阳光来说透明的遮盖板 12 封闭层结构 5, 所述遮盖板例如由具有小的含铁量的极白的玻璃组成。

[0026] 为了提高总模块应力, 薄层太阳能模块 1 的模块面被划分为多个单个的太阳能电池 2, 这些太阳能电池在第一太阳能电池支路 28 和第二太阳能电池支路 29 中分别相互连接为串联电路。为此目的, 在采用合适的诸如激光写入的结构化技术和例如通过起模或刻划的机械处理来对层结构 5 结构化。在此重要的是, 光电面积的损失尽可能的小并且所采用的结构化技术对于待去除的材料是选择性的。这样的结构化对每个太阳能电池 3 都以典型的方式包括 3 个结构化步骤, 这些结构化步骤用缩略词 P1, P2, P3 缩写。这在下面将在参照图 2 的左侧视图的情况下详细阐述。

[0027] 在第一结构化步骤 P1 中, 通过产生第一层沟 13 中断背电极层 7, 其中形成第一背电极片段 14 和相对于其绝缘的第二背电极片段 15。第一层沟 13 在此优选通过激光写入(例如借助准分子激光或钕-YAG 激光)或者通过对背电极层 7 的机械处理来形成。第一层沟 13 在施加吸收层 8 之前形成并且在施加吸收层 8 时被该层的半导体材料填充。

[0028] 在第二结构化步骤 P2 中, 两个半导体层、也就是吸收层 8 和缓冲层 9 通过产生第二层沟 16 中断, 其中形成第一半导体片段 17 和相对于其绝缘的第二半导体片段 18。第二

层沟 16 在此优选通过激光写入(例如借助准分子激光或钕-YAG 激光)来形成。第二层沟 16 在施加前电极层 10 之前形成并且在施加前电极层 10 时被该层的导电材料填充。

[0029] 在第三结构化步骤 P3 中,前电极层 10、缓冲层 9 和吸收层 8 通过产生第三层沟 19 来中断,其中除了半导体层的中断的片段之外还形成第一前电极片段 20 和相对于其绝缘的第二前电极片段 21。第三层沟 19 在此优选通过机械处理来形成。第三层沟 19 在施加塑料层 11 之前形成并且在施加塑料层 11 时被该层的绝缘材料填充。替换的可以考虑,第三层沟 19 仅将前电极层 10 中断。

[0030] 由此,通过三个结构化步骤 P1, P2, P3 形成两个串联连接的太阳能电池 2,其中第一前电极片段 20 和第一背电极片段 14 形成一个太阳能电池 2 的前电极和背电极,以及第二前电极片段 21 和第二背电极片段 15 形成另一个太阳能电池 2 的前电极和背电极。在此,一个太阳能电池 2 的前电极与另一个太阳能电池 2 的背电极导电连接。

[0031] 在结构化步骤 P1, P2, P3 中,层沟 13, 16, 19 沿着结构化线形成,所述结构化线相应于结构化步骤 P1, P2, P3 的名称而被称作第一、第二和第三结构化线 22-24。在图 3 中示意性示出三个结构化线 22-24,其中左侧的图示出薄层太阳能模块 1 的一个截面的俯视图,中间的图示出相应于可识别的区域的、薄层太阳能模块 1 的详细片段,以及右侧的图示出用于说明结构化线 22-24 的单个太阳能电池 2 的俯视图。

[0032] 如图 1 示出的,薄层太阳能模块 1 具有在俯视图中呈矩形的构造,其中以相应方式矩形的层结构 5 通过其中将层结构 5 完全清除到衬底 4 的中间的区域沟 25 被分为第一模块区域 26 和与第一模块区域 26 电分离的第二模块区域 27。两个模块区域 26, 27 具有相同的形状和大小并且在通过薄层太阳能模块 1 或衬底 4 的较长的尺寸限定的第一方向(x)上并排设置。在此,第一方向(x)与垂直于第一方向的第二方向(y)一起张紧一个平面,该平面与衬底 4 的主表面 6 平行。可以看出,区域沟 25 直线地沿着第二方向(y)延伸。

[0033] 两个模块区域 26, 27 分别具有单独的太阳能电池支路,其中在第一模块区域 26 中构成第一太阳能电池支路 28 以及在第二模块区域 27 中构成第二太阳能电池支路 29。在两个太阳能电池支路 28, 29 中,太阳能电池 2 分别相同取向地串联连接,其中每个太阳能电池 2 可通过太阳能电池符号识别,而太阳能电池支路 28, 29 可通过逻辑连接的太阳能电池符号识别。在图 1 中,每个太阳能电池支路 28, 29 例如包含 11 个太阳能电池 2,其中应当理解,这些太阳能电池可以分别包含更大或更小数量的太阳能电池 2。每个太阳能电池支路 28, 29 可以例如具有例如 40 至 150 个、优选 50 至 110 个、特别优选 100 至 110 个和完全特别优选 104 个连接成串联电路的、相同取向的太阳能电池 2。

[0034] 条纹形太阳能电池 2 沿着第一方向(x)延伸,并且沿着第二方向(y)设置,其中相邻的太阳能电池 2 通过沿着第一方向(x)延伸的(想象的)分离线 3 相互分离,所述分离线 3 通过所属的第三层沟 19 的位置给出。太阳能电池 2 的通过第一至第三结构化线 22-24 的结构化沿着第一方向(x)进行。相应地,太阳能电池支路 28, 29 分别沿着第二方向(y)串联连接,所述第二方向与薄层太阳能模块 1 或衬底 4 的较短的尺寸相应。

[0035] 两个太阳能电池支路 28, 29 具有反平行的通过方向,其中第一太阳能电池支路 28 沿着负的第二方向(-y)通过,而第二太阳能电池支路 29 沿着正的第二方向(y)通过。反平行太阳能电池支路 28, 29 通过三个结构化步骤 P1, P2, P3 的制造在下面详细阐述。

[0036] 在薄层太阳能模块 1 中,至少沿着第一方向(x)在两侧分别构成狭窄的边缘区域

30, 31, 所述边缘区域尤其是用作太阳能电池支路 28, 29 的接触区, 其中为此目的显露相应的电极层。从而在第一边缘区域 30 的第一模块区域 26 中形成第一连接接触 32 而在第二模块区域 27 中形成第三连接接触 34, 这两个连接接触相互电分离。与此相反, 在第二边缘区域 31 中, 超出两个模块区域 26, 27 地形成中间接触 33。在此, 接触 32-34 例如以尤其是可以由铝制成的金属带的形式构成。

[0037] 在此, 第一连接接触 32 通过第一太阳能电池支路 28 与中间接触 34 导电连接, 其中与前面的太阳能电池 2 的前电极与后面的太阳能电池 2 的背电极的电连接相应, 第一连接接触 32 与第一太阳能电池 2 的前电极电连接, 而中间接触 34 与最后一个太阳能电池 2 的背电极电连接。

[0038] 中间接触 34 与最后一个太阳能电池 2 的背电极的电连接在图 2 的右侧图可以看出, 该图是薄层太阳能模块 1 在第二边缘区域 31 中的截面图。因此, 背电极层 17 一直扩展到第二边缘区域 31 中, 其中中间接触 34 被施加到背电极层 7 上。

[0039] 此外, 中间接触 34 通过第二太阳能电池支路 29 与第二连接接触 33 导电连接, 其中与第一模块区域 26 中的连接相应, 第二中间接触 34 与第一太阳能电池 2 的前电极导电连接, 而第二连接接触 33 与第二太阳能电池支路 29 的最后一个太阳能电池 2 的背电极导电连接。

[0040] 在两个边缘区域 31, 32 中的电接触 32-34 例如可以通过焊接、粘接或焊剂焊接来制造, 优选通过超声波焊接制造。根据本发明, 被设定用于连接的各自电极层与金属带根据本发明焊接、粘接或焊剂焊接, 并且制造持续稳定的电连接。

[0041] 由此在薄层太阳能模块 1 中第一连接接触 32 通过两个太阳能电池支路 28, 29 与第二连接接触 33 导电连接, 所述太阳能电池支路 28, 29 通过中间接触 34 串联连接。在串联连接的太阳能电池支路 28, 29 中所有太阳能电池 2 都相同取向。

[0042] 此外, 在第一边缘区域 30 中设置对两个太阳能电池支路 28, 29 来说共同的接线盒 35, 该接线盒设置在衬底 4 的背向主表面 6 的背面上并且配备有用于连接两个连接接触 32, 33 的设备。例如, 两个连接接触 32, 33 通过可松脱或固定的装置与接线盒 35 连接。接线盒 35 用于将薄层太阳能模块 1 与电负载连接, 例如未在图中示出的变流器。

[0043] 现在参照图 4A 和 4B 阐述一种用于在制造薄层太阳能模块 1 时对层结构 5 结构化的方法。

[0044] 据此, 第一结构化步骤 P1 的第一结构化线 22 超出完整的层结构 5 地沿着第一方向 (x) 直线地引导。与此不同, 结构化步骤 P2、P3 的其余两个结构化线 23, 24 在两个相应于模块区域 26, 27 的区域 36, 37 中分别具有沿着第二方向 (y) 的横向位移。从而, 第二结构化线 23 在层结构 5 的与第一模块区域 26 相应的第一区域 36 中在正的第二方向 (y) 上与第一结构化线 22 有位移地设置, 相反, 第二结构化线 23 在层结构 5 的与第二模块区域 27 相应的第二区域 37 中在负的第二方向 (-y) 上与第一结构化线 22 有位移地设置。另一方面, 第三结构化线 24 在第一区域 36 中在正的第二方向 (y) 上与第二结构化线 23 有位移地设置, 相反, 第三结构化线 24 在层结构 5 的第二区域 37 中在负的第二方向 (-y) 上与第二结构化线 23 有位移地设置。优选的, 为此目的第二和第三结构化线 23, 24 分别在为了形成区域沟 25 而设置的第三区域 38 中与第一结构化线 22 相交, 其中在第一区域 36 中沿着正的第二方向 (y) 与第二结构化线 23 有位移地设置的第三结构化线 24 在第二区域 37 中沿着

负的第二方向 (y) 与第二结构化线 23 有位移地设置。由此,三个结构化线 22-24 在第一区域 36 中的空间顺序与三个结构化线 22-24 在层结构 5 的第二区域 37 中的空间顺序相反,其中在第一区域 36 中第一、第二和第三结构化线沿着正的第二方向 (y) 并排设置,相反在第二区域 37 中第三、第二和第一结构化线沿着正的第二方向 (y) 并排设置。

[0045] 在另一步骤中,区域沟 25 在第三区域 38 中构成,其中为此目的清除层结构 5 直到衬底 4。通过形成区域沟 25,形成两个相互电分离的模块区域 26, 27。区域沟 25 仅在层结构 5 的第三区域 38 中形成,其中存在结构化线 23, 24 的与第一方向 (x) 倾斜延伸的片段。如已经提到的,可以通过第二和第三结构化线 23, 24 沿着第二方向 (y) 的横向位移以简单的方式实现结构化线的顺序的颠倒,这导致太阳能电池 2 在两个模块区域 25, 26 中的通过方向相反地或反平行地取向。

[0046] 在图 5A 说明的用于对层结构 5 结构化的方法的变型中,代替第一结构化线 22 地,结构化步骤 P2 的第二结构化线 23 超出完整的层结构 5 地沿着第一方向 (x) 直线地引导。与此不同,其余两个结构化线 22, 24 在第一和第二区域 36, 37 中分别具有沿着第二方向 (y) 的横向位移。在此,第一结构化线 22 在层结构 5 的第一区域 36 中沿着负的第二方向 (-y) 与第二结构化线 23 有位移地设置,相反,第一结构化线 22 在层结构 5 的第二区域 37 中在正的第二方向 (y) 上与第二结构化线 23 有位移地设置。另一方面,第三结构化线 24 在第一区域 36 中沿着正的第二方向 (y) 与第二结构化线 23 有位移地设置,相反,第三结构化线 24 在层结构 5 的第二区域 37 中在负的第二方向 (-y) 上与第二结构化线 23 有位移地设置。优选的,为此目的第一和第三结构化线 22, 24 分别在第三区域 38 中与第二结构化线 22 相交。由此,三个结构化线 22-24 在第一区域 36 中的空间顺序与三个结构化线 22-24 在层结构 5 的第二区域 37 中的空间顺序相反,其中在第一区域 36 中第一、第二和第三结构化线沿着正的第二方向 (y) 并排设置,相反在第二区域 37 中第三、第二和第一结构化线沿着正的第二方向 (y) 并排设置。

[0047] 在图 5B 说明的用于对层结构 5 结构化的方法的变型中,第三结构化线 24 超出完整的层结构 5 地沿着第一方向 (x) 直线地引导。与此不同,其余两个结构化线 22, 23 在两个区域 36, 37 中分别具有沿着第二方向 (y) 的横向位移。在此,第二结构化线 23 在第一区域 36 中沿着正的第二方向 (y) 与第三结构化线 24 有位移地设置,相反,第二结构化线 23 在第二区域 37 中在负的第二方向 (-y) 上与第三结构化线 24 有位移地设置。另一方面,第一结构化线 22 在第一区域 36 中在正的第二方向 (y) 上与第二结构化线 23 有位移地设置,相反,第一结构化线 22 在第二区域 37 中在负的第二方向 (-y) 上与第二结构化线 23 有位移地设置。优选的,为此目的第一和第二结构化线 22, 23 分别在第三区域 38 中与第三结构化线 24 相交。由此,三个结构化线 22-24 在第一区域 36 中的空间顺序与三个结构化线 22-24 在层结构 5 的第二区域 37 中的空间顺序相反,其中在第一区域 36 中第一、第二和第三结构化线沿着正的第二方向 (y) 并排设置,相反在第二区域 37 中第三、第二和第一结构化线沿着正的第二方向 (y) 并排设置。

[0048] 用于对层结构 5 结构化的方法的不同变型可以是用于制造薄层太阳能模块 1 的方法的一部分。

[0049] 在用于制造薄层太阳能模块 1 的示例性方法的第一变型中,采用图 4A 和 4B 说明的用于对层结构 5 结构化的第一变型。在此连续地执行以下步骤:

- 利用背电极层 7 (钼) 对衬底 4 涂层；
- 用于制造背电极层 7 的绝缘的背电极片段 14, 15 的结构化步骤 P1, 其中第一结构化线 22 具有直线的延伸；
- 沉积或形成掺杂的吸收层 8 (Cu-Ga-In-(Se/S):Na)；
- 沉积缓冲层 9 的第一层 (CdS)；沉积缓冲层 9 的第二层 (i-ZnO)；
- 用于在相邻的太阳能电池的前电极片段和背电极片段之间制造电连接的结构化步骤 P2, 其中第二结构化线 23 相应于图 4A 有横向位移；
- 沉积掺杂的前电极层 10 (ZnO:A)
- 用于对相邻的太阳能电池 2 结构化的结构化步骤 P3, 其中第三结构化线 24 相应于图 4A 有横向位移, 并且将层结构 5 去除到背面为止, 用于在两个边缘区域 30, 31 内构成接触区；
- 除了接触区之外去除两个边缘区域 30, 31, 并且必要时还去除沿着衬底 4 的其它未详细示出的边缘区域, 并且将区域沟 25 去除到衬底 4 为止；
- 制造中间接触和连接接触 32-34 (Al 金属条纹)；
- 对层结构 5 与塑料层 11 进行层压；
- 安装接线盒 35, 以及将接线盒 35 与两个连接接触 32, 33 连接。

[0050] 在用于制造薄层太阳能模块 1 的示例性方法的第二变型中, 采用图 5A 中说明的用于对层结构 5 结构化的方法的第二变型。在此连续地执行以下步骤：

- 利用背电极层 7 (钼) 对衬底 4 涂层；
- 用于制造背电极层 7 的绝缘的背电极片段 14, 15 的结构化步骤 P1, 其中第一结构化线 22 相应于图 5A 地有横向位移；
- 沉积或形成掺杂的吸收层 8 (Cu-Ga-In-(Se/S):Na)；
- 沉积缓冲层 9 的第一层 (CdS)；
- 沉积缓冲层 9 的第二层 (i-ZnO)；
- 用于在相邻的太阳能电池的前电极片段和背电极片段之间制造电连接的结构化步骤 P2, 其中第二结构化线 23 具有直线延伸；
- 沉积掺杂的前电极层 10 (ZnO:A)
- 用于对相邻的太阳能电池 2 结构化的结构化步骤 P3, 其中第三结构化线 24 相应于图 5A 有横向位移；
- 去除两个边缘区域 30, 31, 并且必要时还去除沿着衬底 (4) 的较短尺寸的其它未详细示出的边缘区域, 并且去除区域沟 25；
- 制造中间接触和连接接触 32-34 (Al 金属条纹)；
- 对层结构 5 与塑料层 11 进行层压；
- 安装接线盒 35, 以及将接线盒 35 与两个连接接触 32, 33 连接。

[0051] 在用于制造薄层太阳能模块 1 的示例性方法的第三变型中, 采用图 5B 中说明的用于对层结构 5 结构化的方法的第二变型。在此连续地执行以下步骤：

- 利用背电极层 7 (钼) 对衬底 4 涂层；
- 用于制造背电极层 7 的绝缘的背电极片段 14, 15 的结构化步骤 P1, 其中第一结构化线 22 相应于图 5B 地有横向位移；

- 沉积或形成掺杂的吸收层 8 (Cu-Ga-In-(Se/S):Na)；
- 沉积缓冲层 9 的第一层 (CdS)；
- 沉积缓冲层 9 的第二层 (i-ZnO)；
- 用于在相邻的太阳能电池的前电极片段和背电极片段之间制造电连接的结构化步骤 P2, 其中第二结构化线 23 相应于图 5B 地有横向位移；
- 沉积掺杂的前电极层 10 (ZnO:A)
- 用于对相邻的太阳能电池 2 结构化的结构化步骤 P3, 其中第三结构化线 24 具有直线延伸, 并且将层结构 5 去除到背面为止, 用于在两个边缘区域 30, 31 内构成接触区；
- 除了接触区之外去除两个边缘区域 30, 31, 并且必要时还去除沿着衬底 4 的其它未详细示出的边缘区域, 并且将区域沟 25 一直去除到衬底 4 为止；
- 制造中间接触和连接接触 32-34 (Al 金属条纹)；
- 对层结构 5 与塑料层 11 进行层压；
- 安装接线盒 35, 将接线盒 35 与两个连接接触 32, 33 连接。

[0052] 用于制造薄层太阳能模块 1 的不同变型使得可以通过在对层结构 5 结构化时合适地引导结构化线 22-24 来简单地产生反平行的太阳能电池支路 28, 29。有利地, 除了接触区之外, 区域沟 25 与两个边缘区域 30, 31 共同地、优选同时地被去除到衬底为止。

[0053] 薄层太阳能模块 1 的特殊优点在于, 只需要唯一的一个接线盒 35 来将两个连接接触 32, 33 连接, 由此可以减小制造成本并且由于尤其是通过湿气的入侵而导致的接线盒 35 的易腐蚀性而改善薄层太阳能模块 1 的长时间稳定性和可靠性。通过两个反平行取向的太阳能电池支路 28, 29, 两个连接接触 32, 33 设置在薄层太阳能模块 1 的同一侧上, 从而以有利的方式可以放弃费事的、用于将两个连接接触 32, 33 与共同的接线盒 35 电连接的缆线敷设, 该缆线敷设在衬底配置中还可能导致光电活性区域被不期望地遮盖。通过两个连接接触 32, 33 借助两个太阳能电池支路 28, 29 的串联连接——所述太阳能电池支路 28, 29 本身通过中间接触 34 彼此串联连接, 实现了 U 形的配置。

[0054] 区域沟 25 的宽度尤其是取决于两个模块区域 26, 27 的击穿电压并且例如处于从 1 至 10mm 的范围中。区域沟 25 可以用电绝缘的材料填充, 以提高击穿强度。在制造技术上, 区域沟 25 的宽度取决于结构化线 22-24 的写入速度。薄层太阳能模块 1 被划分为两个大致相同大小的模块区域 26, 27 导致太阳能电池电流的减半以及太阳能电池电压的加倍。由此, 太阳能电池电流是沿着第一方向 (x) 测量的太阳能电池 2 的宽度的函数, 该宽度例如处于 1 至 11mm 的范围中, 优选处于 2 至 8mm 的范围中, 并且尤其是等于大约 5.5mm, 以获得对技术应用来说有利的电流 / 电压特性。

[0055] 参照图 6, 现在描述整体用附图标记 101 表示的本发明薄层太阳能模块 1 的第二实施例, 其中为了避免不必要的重复仅描述与第一实施例的区别, 其它部分参照上面进行的实施。

[0056] 据此, 薄层太阳能模块 101 的模块面被划分为多个单个太阳能电池 102, 这些太阳能电池在第一太阳能电池支路 103、第二太阳能电池支路 104、第三太阳能电池支路 105 和第四太阳能电池支路 106 中分别相互连接成串联电路。在此, 在俯视图中具有矩形构造的薄层太阳能模块 101 分为第一模块区域 110、第二模块区域 111、第三模块区域 112 和第四模块区域 113, 其中第一模块区域 110 和第二模块区域 111 通过第一区域沟 107 相互电分

离,第二模块区域 111 和第三模块区域 112 通过第二区域沟 108 相互电分离,以及第三模块区域 112 和第四模块区域 113 通过第三区域沟 109 相互电分离。模块区域 110-113 具有相同的形状和大小,并且在通过薄层太阳能模块 101 的较长的尺寸限定的第一方向(x)上串联地并排设置。区域沟 107-109 分别直线地沿着与第一方向垂直的第二方向(y)延伸。

[0057] 每个模块区域 110-113 具有单独的太阳能电池支路,其中在第一模块区域 110 中构成第一太阳能电池支路 103、在第二模块区域 111 中构成第二太阳能电池支路 104、在第三模块区域 112 中构成第三太阳能电池支路 105 以及在第四模块区域 113 中构成第四太阳能电池支路 106。在每个太阳能电池支路 103-106 中,太阳能电池 102 分别相同取向地串联连接。条纹形的太阳能电池 102 沿着第一方向(x)延伸,并且沿着第二方向(y)设置,其中相邻的太阳能电池 103 通过沿着第一方向(x)延伸的(想象的)分离线 114 相互分离。太阳能电池 102 通过第一至第三结构化步骤 P1-P3 的结构化沿着第一方向(x)进行。相应地,太阳能电池支路 103-106 分别沿着第二方向(y)串联连接,该第二方向与薄层太阳能模块 101 的较短的尺寸相应。在薄层太阳能模块 101 中,相邻的太阳能电池支路 103-106 分别具有反平行的通过方向,其中第一太阳能电池支路 103 沿着负的第二方向(-y)通过,第二太阳能电池支路 29 沿着正的第二方向(y)通过,第三太阳能电池支路 105 沿着负的第二方向(-y)通过,并且第四太阳能电池支路 106 沿着正的第二方向(y)通过。

[0058] 在薄层太阳能模块 101 中,沿着第一方向(x)两侧分别构成狭窄的边缘区域 115, 116, 它们尤其是用作太阳能电池支路 103-106 的接触区,其中为此目的显露各自的电极层。从而在第一边缘区域 115 的第一模块区域 110 中形成第一连接接触 117 (即超出第二和第三模块区域 111, 112 的第二中间接触 119) 而在第四模块区域 113 中形成第二连接接触 121, 这两个连接接触分别相互电分离。与此相反,在第二边缘区域 116 中,超出第一和第二模块区域 110, 111 地形成第一中间接触 118, 以及超出第三和第四模块区域 112, 113 地形成第三中间接触 120, 所述第一和第三中间接触相互电分离。在此接触 117-121 例如以尤其是可以由铝制成的金属带的形式构成。在此,第一连接接触 117 通过第一太阳能电池支路 103 与第一中间接触 118 导电连接,第一中间接触 118 通过第二太阳能电池支路 104 与第二中间接触 119 导电连接,第二中间接触 119 通过第三太阳能电池支路 105 与第三中间接触 120 导电连接,以及第三中间接触 120 通过第四太阳能电池支路 106 与第二连接接触 121 导电连接。

[0059] 由此在薄层太阳能模块 101 中,第一连接接触 117 通过四个串联连接的太阳能电池支路 103-106 与第二连接接触 121 导电连接。在串联连接的太阳能电池支路 103-106 中,所有太阳能电池 102 相同取向。

[0060] 此外在第一边缘区域 115 的第一模块区域 110 中设置与第一连接接触 117 连接的第一接线盒 122, 该第一接线盒设置在薄层太阳能模块 101 的背面并且配备有用于连接第一连接接触 117 的设备。此外,在第一边缘区域 115 的第四模块区域 113 中设置与第二连接接触 121 连接的第二接线盒 123, 该第二接线盒同样设置在薄层太阳能模块 101 的背面上并且配备有用于连接第二连接接触 121 的设备。两个接线盒 122, 123 用于将薄层太阳能模块 101 与电负载(例如变流器)电连接。

[0061] 替换的,还可以在该配置中将连接接触 117 和 121 也在接线盒 122, 123 中连接。

[0062] 反平行太阳能电池支路 103-106 的制造可以相应于借助图 4A, 4B, 5A 和 5B 阐述的

结构化线的横向位移在三个结构化步骤P1-P3中进行,其中沿着负的第二方向(-y)取向的太阳能电池支路方向被颠倒为沿着正的第二方向(y)取向的太阳能电池支路方向通过结构化线的直线延伸以及在附图中示出的两个其它结构化线的横向位移来实现,而沿着正的第二方向(y)取向的太阳能电池支路方向被颠倒为沿着负的第二方向(-y)取向的太阳能电池支路方向通过两个其它结构化线的相对于直线的结构化线来说镜像相反的横向位移来实现。图6所示的薄层太阳能模块101可以通过上面示出的制造方法的变型来完成,其中应用这样的结构化方法,通过该结构化方法使得可以简单地产生反平行的太阳能电池支路103-106。有利地,区域沟107-109与两个边缘区域115,116共同地、优选同时地被去除。

[0063] 薄层太阳能模块101的特殊优点在于,对反平行取向的每一对太阳能电池支路103-106来说只需要唯一的一个接线盒122,123来连接连接接触117,121,由此可以减小制造成本并且改善薄层太阳能模块101的长时间稳定性和可靠性。通过由本身通过中间接触118-120相互串联连接的4个太阳能电池支路103-106将两个连接接触117,121串联连接,实现由多个连接的U组成的配置,该配置使得可以放弃费事的缆线敷设。通过设置模块区域110-113的数量和大小,尤其是串联连接的U的数量,可以有针对性地影响薄层太阳能模块101的电流/电压特性。虽然在图6中示出具有四个模块区域110-113的薄层太阳能模块101,应当理解,可以设置更大或更小数量的模块区域。在此优选的是,存在偶数数量的模块区域,其中相邻的太阳能电池支路具有反平行的通过方向。

[0064] 本发明提供了一种薄层太阳能模块,其可以在工业连续生产中成本低廉地制造并且其相对于常规薄层太阳能模块的长时间稳定性和牢固性得到了改善。可以按照期望的方式有针对性地影响薄层太阳能模块的电流/电压特性。

[0065] 附图标记列表

- 1 薄层太阳能模块
- 2 太阳能电池
- 3 分离线
- 4 衬底
- 5 层结构
- 6 主表面
- 7 背电极层
- 8 吸收层
- 9 缓冲层
- 10 前电极层
- 11 塑料层
- 12 覆盖板
- 13 第一层沟
- 14 第一背电极片段
- 15 第二背电极片段
- 16 第二层沟
- 17 第一半导体片段
- 18 第二半导体片段

- 19 第三层沟
- 20 第一前电极片段
- 21 第二前电极片段
- 22 第一结构化线
- 23 第二结构化线
- 24 第三结构化线
- 25 区域沟
- 26 第一模块区域
- 27 第二模块区域
- 28 第一太阳能电池支路
- 29 第二太阳能电池支路
- 30 第一边缘区域
- 31 第二边缘区域
- 32 第一连接接触
- 33 第二连接接触
- 34 中间接触
- 35 接线盒
- 36 第一区域
- 37 第二区域
- 38 第三区域
- 101 薄层太阳能模块
- 102 太阳能电池
- 103 第一太阳能电池支路
- 104 第二太阳能电池支路
- 105 第三太阳能电池支路
- 106 第四太阳能电池支路
- 107 第一区域沟
- 108 第二区域沟
- 109 第三区域沟
- 110 第一模块区域
- 111 第二模块区域
- 112 第三模块区域
- 113 第四模块区域
- 114 分离线
- 115 第一边缘区域
- 116 第二边缘区域
- 117 第一连接接触
- 118 第一中间接触
- 119 第二中间接触

- 120 第三中间接触
- 121 第二连接接触
- 122 第一接线盒
- 123 第二接线盒

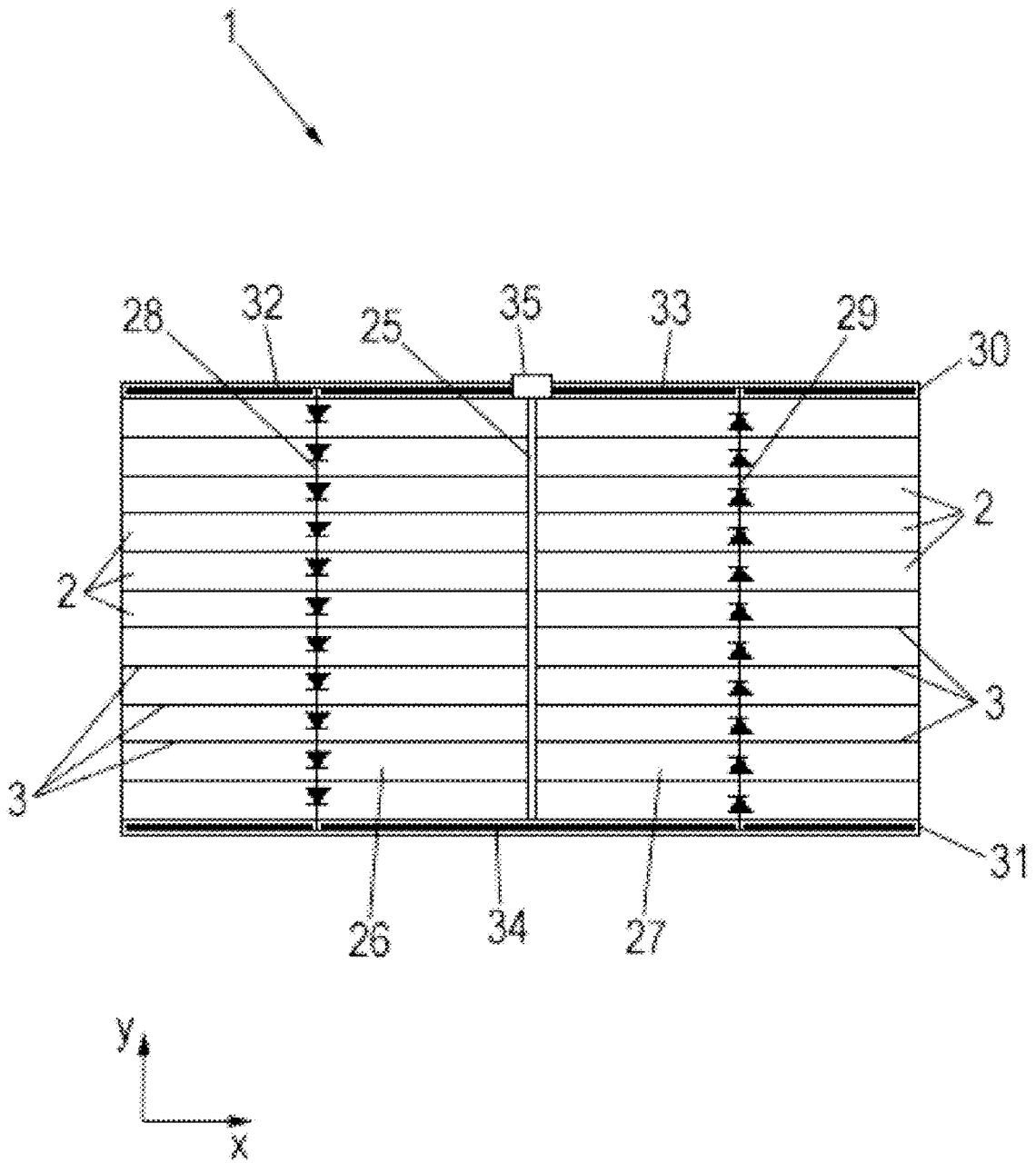


图 1

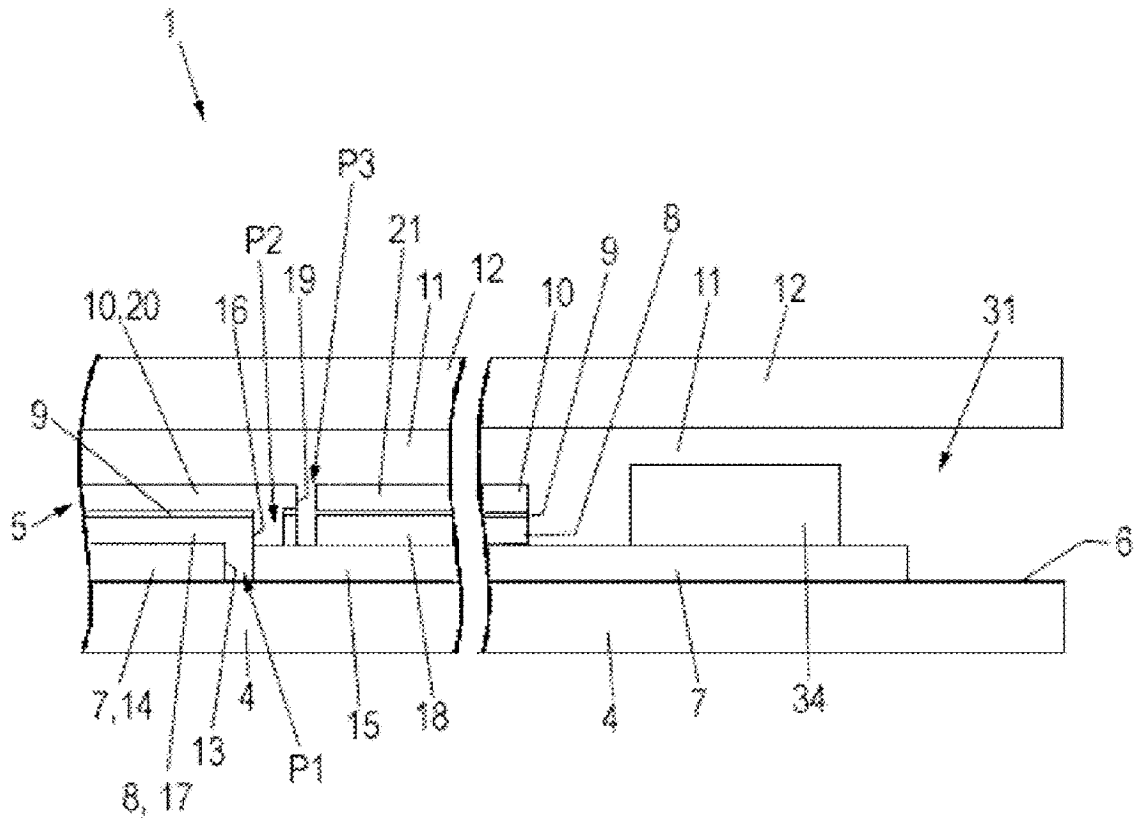


图 2

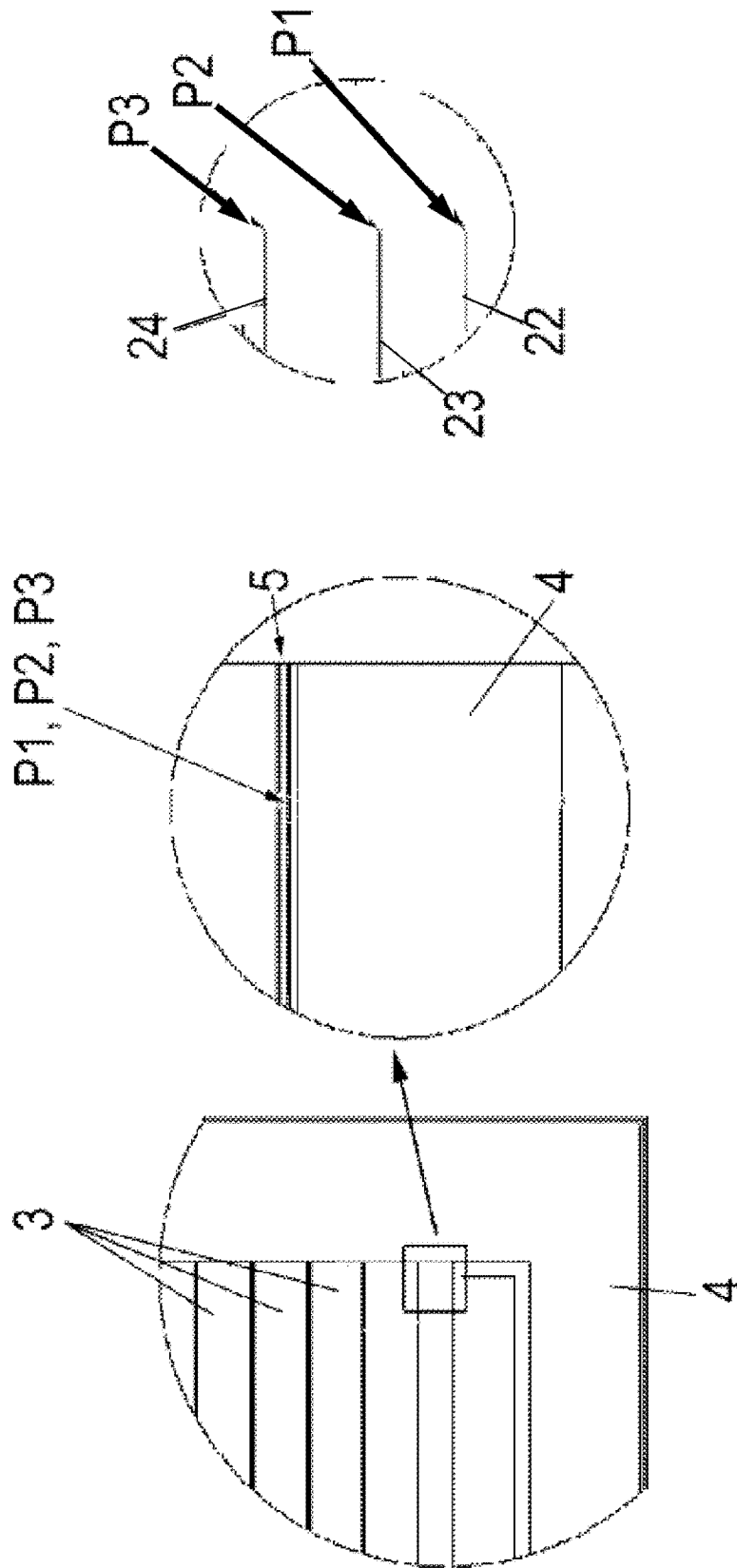


图 3

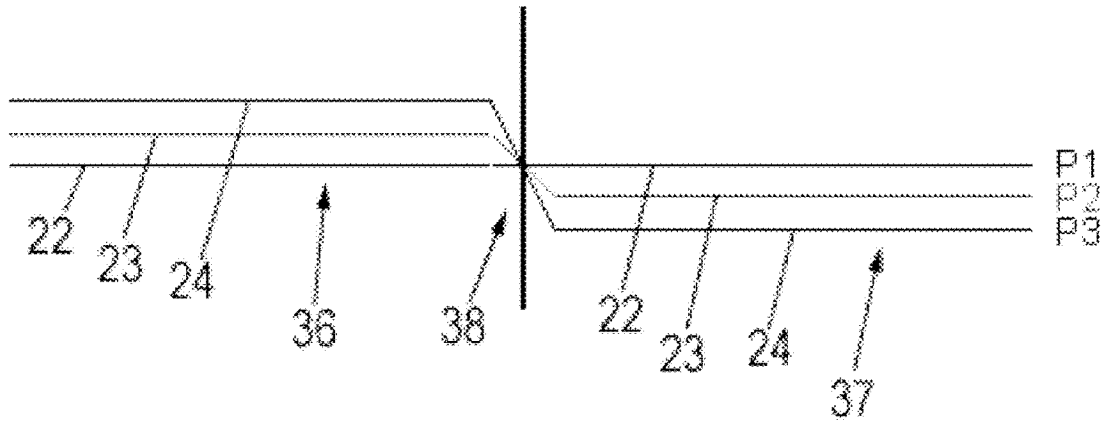


图 4A

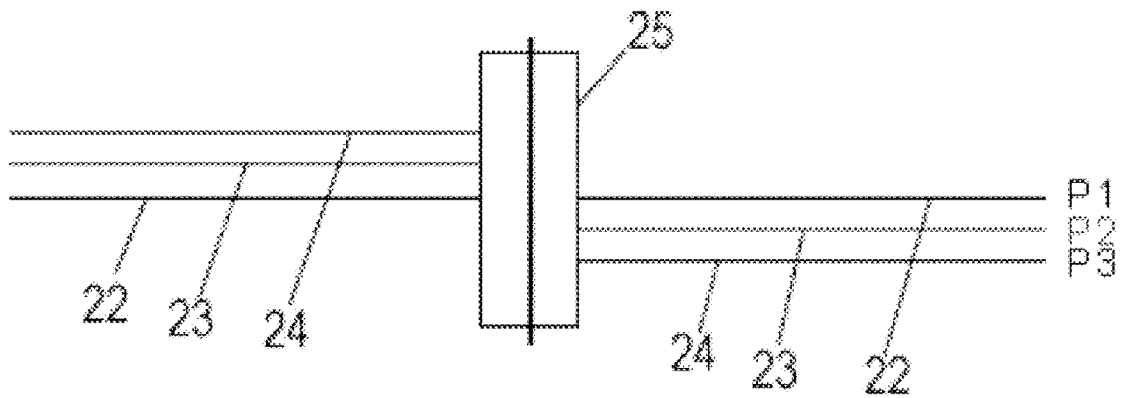
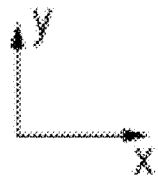


图 4B

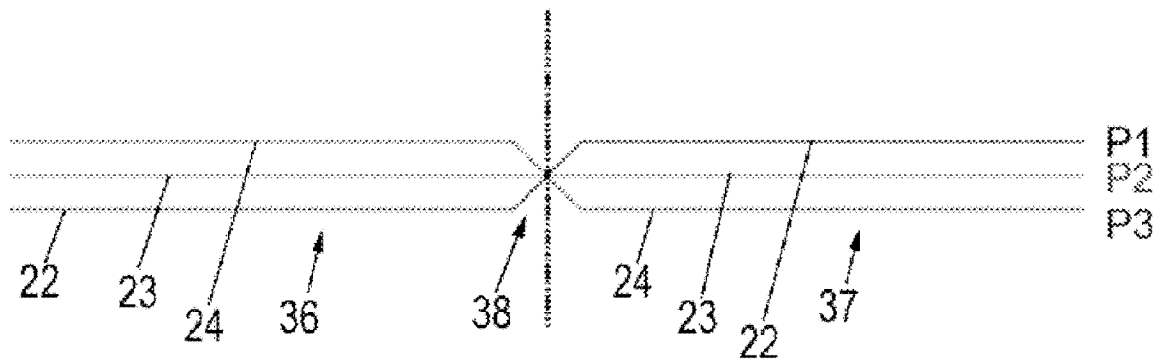


图 5A

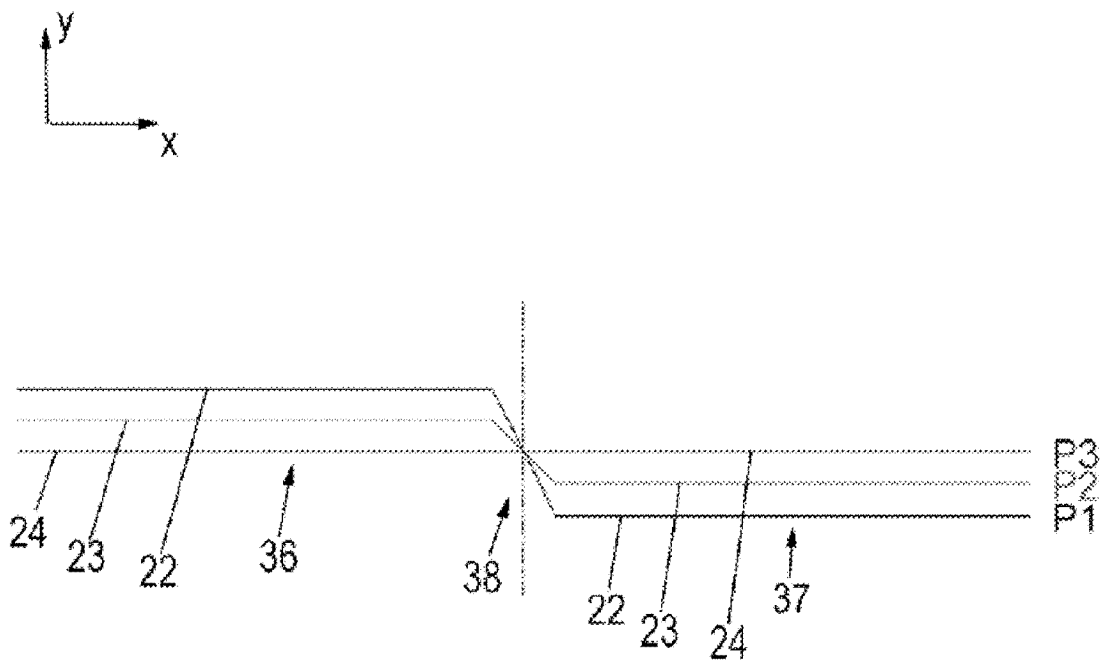


图 5B

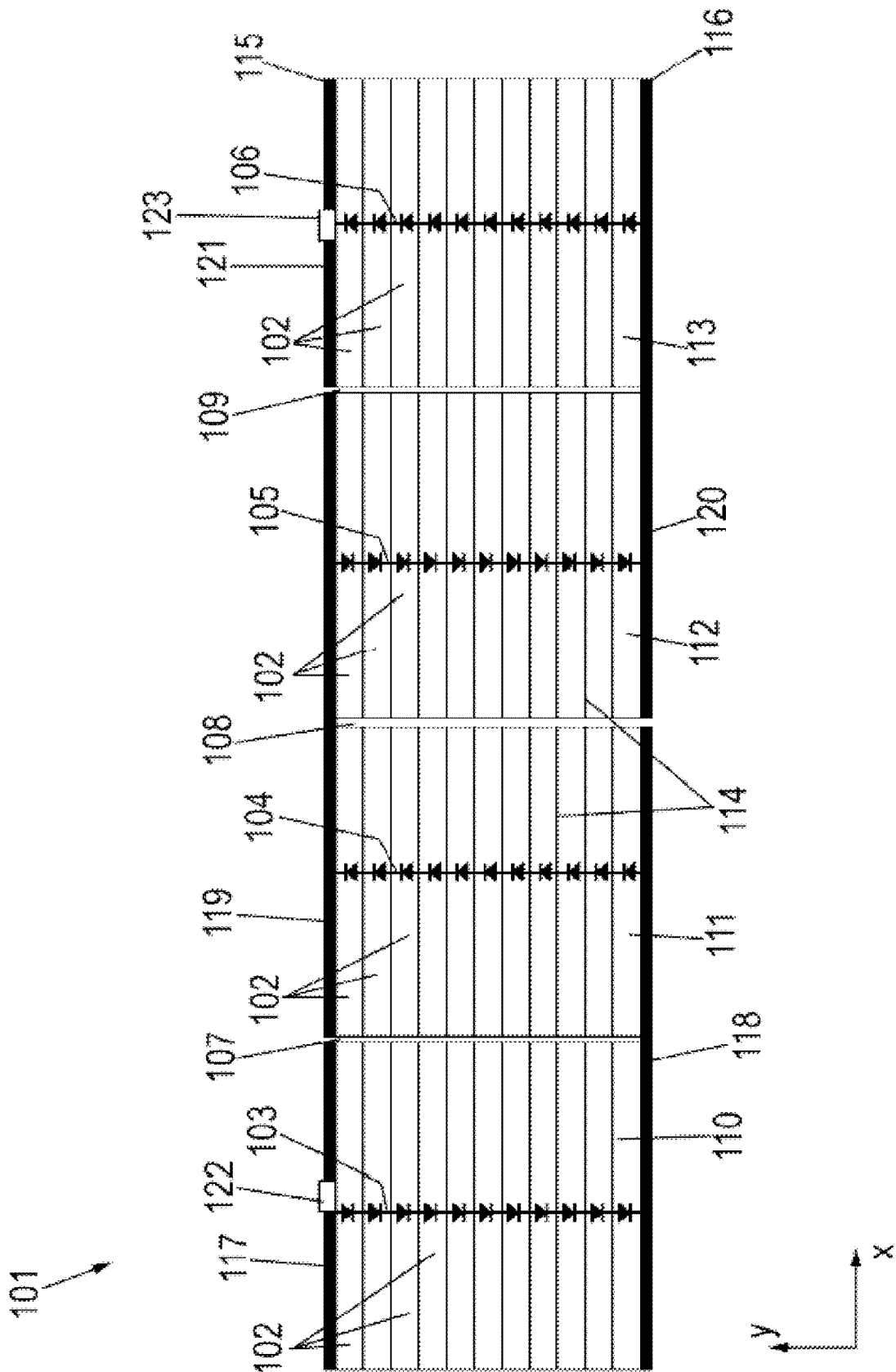


图 6