



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103180966 B

(45) 授权公告日 2015. 12. 16

(21) 申请号 201180051225. 4  
(22) 申请日 2011. 08. 29  
(30) 优先权数据  
61/380, 457 2010. 09. 07 US  
(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2013. 04. 23  
(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/US2011/049485 2011. 08. 29  
(87) PCT国际申请的公布数据  
W02012/033657 EN 2012. 03. 15  
(73) 专利权人 陶氏环球技术有限责任公司  
地址 美国密歇根州  
(72) 发明人 M·德格鲁特 M·G·朗格洛伊斯  
(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所  
11256  
代理人 吴亦华

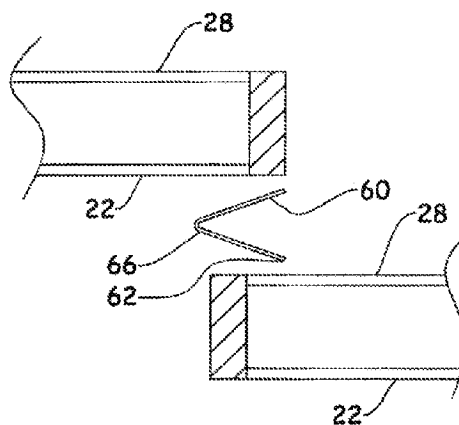
(51) Int. Cl.  
H01L 31/05(2014. 01)  
H02S 20/25(2014. 01)  
H02S 40/36(2014. 01)  
(56) 对比文件  
EP 1868250 A2, 2007. 12. 19, 全文 .  
US 2005/0257823 A1, 2005. 11. 24, 全文 .  
US 3553030 A, 1971. 01. 05, 全文 .  
审查员 许红波

权利要求书2页 说明书10页 附图5页

(54) 发明名称  
改进的光伏电池组件

(57) 摘要

本发明基于一种改进的光伏电池组件, 所述组件包括至少多个光伏电池, 所述光伏电池包含具有顶表面的光活性部分、所述顶表面上的顶部集电结构以及所述光活性部分的与所述顶表面相反侧面上的相反导电基底层。还包括具有第一表面的第一导电元件, 其中所述第一导电元件弯折至少一次, 并且其中所述第一表面与第一光伏电池的所述顶部集电结构和 / 或所述顶表面以及相邻的第二光伏电池的相反导电基底层相接触; 此外, 其中所述第一表面的至少一部分通过胶粘剂与所述电池保持接触。



1. 一种光伏电池组件,其包含:  
多个光伏电池,所述光伏电池包含:  
具有顶表面的光活性部分;  
所述顶表面上的顶部集电结构;以及  
所述光活性部分的与所述顶表面相反侧面上的相反导电基底层;  
具有第一表面的第一导电元件,其中所述第一导电元件沿着其最长维度弯折至少一次并且其中所述至少一次弯折形成 $0^{\circ}$ 至 $45^{\circ}$ 的角度 $\alpha$ ;

其中所述第一表面与第一光伏电池的所述顶部集电结构和/或所述顶表面以及相邻的第二光伏电池的相反导电基底层相接触;此外其中所述第一表面的至少一部分通过胶粘剂与所述电池保持接触,并且所述多个光伏电池还各包括前缘和后缘,其中所述导电元件与所述第一光伏电池在所述后缘处接触,并且所述导电元件与所述相邻的第二光伏电池的相反导电基底层在所述前缘处接触,此外其中所述相邻的第二光伏电池的前缘与所述第一光伏电池的后缘重叠并且与所述后缘接触的导电元件的长度为所述后缘长度50-100%。

2. 根据权利要求1所述的光伏电池组件,其中所述顶部集电结构包含一系列间隔开的导电材料迹线,其与所述顶表面相比具有较低的薄层电阻。

3. 根据权利要求2所述的光伏电池组件,其中顶部集电结构包含至少一条总线。

4. 根据权利要求1所述的光伏电池组件,其中所述电池的外围边缘部分的至少一部分包括非导电层部分。

5. 根据权利要求3所述的光伏电池组件,其中所述电池的外围边缘部分的至少一部分包括非导电层部分。

6. 根据权利要求4所述的光伏电池组件,其中所述非导电层部分包含通过UV辐照固化的液体电介质或非导电带。

7. 根据权利要求1-6任一项所述的光伏电池组件,其中所述导电元件是导电性胶带。

8. 根据权利要求1-6任一项所述的光伏电池组件,其中所述导电元件是具有压花表面的箔胶带,并且其中所述压花表面的至少10%的表面积与所述电池直接接触。

9. 根据权利要求1-6任一项所述的光伏电池组件,其中所述胶粘剂是导电胶粘剂。

10. 根据权利要求1-6任一项所述的光伏电池组件,其中所述胶粘剂是非导电胶粘剂。

11. 根据权利要求5所述的光伏电池组件,其中所述总线位于离所述非导电层10mm内并且所述导电元件接触总线的至少一部分。

12. 根据权利要求1-6任一项所述的光伏电池组件,其中所述导电元件在所述导电基底层上的重叠的长度为至少2.0mm。

13. 根据权利要求3或5所述的光伏电池组件,其中所述导电元件的重叠部分与所述总线的至少10%的面积重叠。

14. 根据权利要求1-6任一项所述的光伏电池组件,其中所述导电元件包括多个折叠。

15. 一种制造光伏组件的方法,所述方法包括如下步骤:

(a) 提供至少两个太阳能电池,所述太阳能电池包括具有顶表面的光活性部分、顶部集电结构和底部导电基底,此外其中所述太阳能电池包括前缘和后缘;

(b) 提供至少一个导电元件,其各具有第一表面;

(c) 提供至少一个末端条;

(d) 将所述至少两个太阳能电池中的第一太阳能电池放置成使得与所述至少两个太阳能电池中第一太阳能电池的所述前缘靠近的所述导电基底的底表面接触第一末端条；

(e) 使用导电部件将第一末端条与所述第一太阳能电池相连接，

(f) 将第一导电元件沿着其最长维度绕轴折叠至少一次并且其中所述至少一次弯折形成  $0^{\circ}$  至  $45^{\circ}$  的角度  $\alpha$  ；

(g) 将所述折叠的导电元件施加到所述第一太阳能电池靠近所述后缘的顶部并精确放置以使得所述导电元件接触所述太阳能电池的顶表面和 / 或所述顶部集电结构；并且

(h) 将所述至少两个太阳能电池中的第二太阳能电池置于已施加到所述第一太阳能电池上的所述折叠的导电元件上，以使得所述第二太阳能电池的导电基底的底表面接触所述折叠的导电元件，从而产生具有所述第一太阳能电池和末端太阳能电池的串，

(i) 任选地将另外的导电元件绕轴折叠至少一次，将所述另外的折叠导电元件施加到所述末端太阳能电池靠近所述后缘的顶部并精确放置以使得所述导电元件接触所述太阳能电池的顶表面和 / 或所述顶部集电结构；并将另外的太阳能电池置于已施加到所述末端太阳能电池上的所述折叠导电元件上，以使得所述另外的太阳能电池的导电基底的底表面接触所述折叠的导电元件以形成具有第一太阳能电池和至少一个中间太阳能电池和末端太阳能电池的串，其中前一个末端太阳能电池变成中间太阳能电池，

(j) 任选地重复步骤 (i)，

(k) 放置第二末端条以使其与最后一个末端太阳能电池的顶表面在总线上相接触，所述总线是所述末端太阳能电池的集电结构边缘的部分；

(l) 使用导电部件将所述第二末端条与所述最后一个太阳能电池相连接。

## 改进的光伏电池组件

### [0001] 优先权要求

[0002] 本申请要求美国临时申请号 61/380, 457 (2010 年 9 月 7 日提交) 的申请日权益, 所述美国临时申请的内容在此以其全文通过引用并入。

### 发明领域

[0003] 本发明涉及改进的光伏 (PV) 电池组件, 更具体地涉及使用折叠或弯折的导电元件将底部导电基底与相邻电池的顶部导电结构相连接而将多个电池互连的改进的光伏电池组件。

### 背景技术

[0004] 薄膜太阳能电池提供了几种优点, 特别是当用于建筑集成的光伏应用, 即例如作为屋顶瓦或外墙覆盖材料集成到建筑结构中的装置时。一种这样的优点是这些组成具有用于吸收入射光的高横截面积。也就是说, 非常薄的光伏层能够吸收相对高百分率的入射光并将其转化成电力。例如, 在许多薄膜太阳能电池装置中, 光伏层可以具有约  $1\ \mu\text{m}$  至约  $4\ \mu\text{m}$  范围的厚度。这些薄层允许整合了这些层的装置为柔性的。

[0005] 光伏电池装配的常规方式是所谓的串-接片 (string&tab) 方法, 其中使用锡或焊料涂覆的扁平线 (总线) 条将太阳能电池彼此相连接, 并通过焊接和 / 或其他胶粘材料例如导电环氧树脂将其粘结。导线条带通常粘结到施加于电池表面的导电格栅上的汇流条位置。据信, 导线的横截面可能受到限制, 因为较厚的电线硬度过高, 而薄和宽的导电遮挡过多的光。最终结果是互连电阻损失以及被条带阻挡的电池活性表面积的量可能造成光伏电池组件 (且因此 PV 装置) 的性能的显著降低。串和接片方法特别适合用于其中光伏电池是刚性的光伏应用中。该方法可能难以用于薄膜太阳能电池, 因为得到的电池串可能易碎, 并且易于发生 PV 条带与太阳能电池之间接触的丧失。此外, PV 装置表面上的大的总线条的外观对于顾客来说可能不够美观。

[0006] 一种将薄膜太阳能电池互连的方式是所谓的“搭叠 (shingling)”方法, 其中一个太阳能电池的底部导电表面与相邻电池的顶表面相接触。同样, 这种方法可以导致在器件之间易于丧失接触的太阳能电池互连。

[0007] 与这种技术有关的文献包括如下专利文献: U. S. 6, 936, 761, U. S. 7, 022, 910, U. S. 7, 432, 438, U. S. 公开 2007/0251570, 2009/00025788 和 2009/0255565, 所有专利文献在此为所有目的通过引用并入。

### [0008] 发明概述

[0009] 本发明涉及解决上面段落中描述的至少一个或多个问题的改进的光伏电池组件。

[0010] 据信, 本发明与现有技术相比的一个潜在优点是, 本发明的光伏电池组件以使得太阳能电池的水平平面不需要基本上共面来维持光伏电池之间的电学连接的方式进行构造和配置。这在由柔性太阳能电池提供的柔性之外, 还在模块的灵活性方面提供了额外的自由度。额外的灵活性由优选围绕纵轴 (即与最长维度平行的轴) 折叠 (或弯折) 至少一

次的导电互连元件提供。设想所述折叠（或多个折叠）可以不在导电互连元件的中心和/或沿着其纵轴的位置，只要它折叠至少一次即可。本文描述的光伏电池组件也没有阻碍光进入电池的大的总线条。缺少总线条也使 PV 装置与使用串和接片方式制备的常规产品相比在美学上更有吸引力。此外，使用这种方法可以通过取消常应用于使用串和接片方式制备的光伏电池组件的大的银汇流条而减少施加格栅时银导电墨的用量。设想在施加导电元件后，可以将电池串包封在聚合物层压体 (laminates) 中。设想的另一个优点是胶粘剂或焊接连接相比可以对热循环和湿热处理具有提高的耐受性，所述胶粘剂或焊接连接在这些类型的环境压力下可能易于降解。

[0011] 因此，根据本发明的一个方面，设想了一种光伏电池组件，其包括至少多个光伏电池，所述电池包括至少具有顶表面的光活性部分、所述顶表面上的顶部集电结构和所述光活性部分的与所述顶表面相反的侧面上的相反导电基底层；具有第一表面的第一导电元件，其中所述第一导电元件弯折至少一次；所述第一表面与第一光伏电池的所述顶部集电结构和/或所述顶表面以及相邻的第二光伏电池的相反导电基底层相接触；此外，其中所述第一表面的至少一部分通过胶粘剂与所述电池保持接触。

[0012] 本发明可以进一步通过本文描述的特征之一或其任何组合表征，例如所述多个光伏电池还各包括前缘和后缘，其中所述导电元件与所述第一光伏电池在所述后缘处接触，并且所述导电元件与所述相邻的第二光伏电池的相反导电基底层在所述前缘处接触；所述相邻的第二光伏电池的前缘与所述第一光伏电池的后缘重叠；所述顶部集电结构包含一系列间隔开的导电材料迹线，其与所述顶表面相比具有较低的薄层电阻；顶部集电结构包含至少一条总线；所述电池外围边缘部分的至少一部分包括非导电层部分；所述非导电层部分包含通过 UV 辐照固化的液体电介质或非导电带；所述导电元件是导电性胶带；所述导电元件是具有压花表面的箔胶带，并且其中所述压花表面的至少 10% 的面积与所述电池直接接触；所述胶粘剂是导电胶粘剂；或所述胶粘剂是非导电胶粘剂；所述至少一个弯折形成的角  $\alpha$  在  $0^\circ$  至  $90^\circ$  之间；所述导电元件与所述导电基底层的重叠长度为至少 2.0mm；所述导电元件的重叠部分与所述总线的至少约 10% 的面积重叠；所述导电元件包括多个折叠。

[0013] 因此，根据本发明的另一方面，设想了一种制造光伏组件的方法，所述方法包括如下步骤：(a) 提供至少两个太阳能电池，所述太阳能电池包括具有顶表面的光活性部分、顶部集电结构和底部导电基底，此外其中所述电池包括前缘和后缘；(b) 提供至少一个导电元件，其各具有第一表面；(c) 提供至少一个末端条；(d) 放置第一电池以使得与所述多个太阳能电池中第一电池的所述前缘靠近的所述导电基底的底表面接触第一末端条；(e) 使用导电部件将第一末端条与所述第一电池相连接；(f) 将第一导电元件绕轴折叠至少一次；(g) 将所述折叠的导电元件施加到所述第一电池靠近所述后缘的顶部并精确放置，以使得所述导电元件接触所述太阳能电池的顶表面和/或所述顶部集电结构；以及 (h) 将第二电池置于已施加到所述第一太阳能电池上的所述折叠的导电元件上，以使得所述第二太阳能电池的导电基底的底表面接触所述折叠的导电元件，从而产生具有第一电池和末端电池的串；(i) 任选地将另外的导电元件绕轴折叠至少一次，将所述另外的折叠的导电元件施加到所述末端电池靠近所述后缘的顶部并精确放置，以使得所述导电元件接触所述太阳能电池的顶表面和/或所述顶部集电结构；并将另外的电池置于已施加到所述末端太阳能

电池上的所述折叠的导电元件上,以使得所述另外的太阳能电池的导电基底的底表面接触所述折叠的导电元件,以形成具有第一电池和至少一个中间电池和末端电池的串,其中前一末端电池变成中间电池;(j) 任选地重复步骤(i);(k) 放置第二末端条,以使其与最后一个末端太阳能电池的顶表面在总线上相接触,所述总线是所述末端太阳能电池的集电结构边缘的部分;(l) 使用导电部件将所述第二末端条与所述最后的电池相连接。

[0014] 应该认识到,上面提到的方面和实例是非限制性的,因为如本文中所示和描述,在本发明中还存在其他方面和实例。

## 附图说明

[0015] 图 1 是本发明的一个示例性实施例的顶部透视图。

[0016] 图 1A 是图 1 的下面电池的俯视图,包括示例性总线。

[0017] 图 2 是图 1 中所示实施例的部件分解图。

[0018] 图 3 是图 2 中所示实施例的更详细的侧视图。

[0019] 图 4 是图 1 中所示实施例的更详细的侧视图。

[0020] 图 5 是图 4 的更详细的侧视图,示出了示例的层。

[0021] 图 6 是其中包括 4 电池光伏电池组件的 PV 装置的顶部透视图。

[0022] 图 7A-7D 是示例性的弯折导电元件的侧视图。

[0023] 图 7E-F 是两个导电元件的顶部透视图,其中一个元件的长度比宽度长,和一个元件的宽度比长度长。

[0024] 图 8A-8B 是侧视图,示出了在不同平面上的电池的实例。

[0025] 图 9 是本发明的一个具有末端条和交替构造的迹线的说明性实例的顶部透视图。

### [0026] 优选实施方式的详细描述

[0027] 本发明涉及如图 1-5 中所示的改进的光伏电池组件 10,并且可一般地描述为在受到太阳辐照(例如,日光)时发挥提供电能的功能的多个部件和部件集合的组件。在一个实施例中,改进的光伏电池组件 10 可以整合到更大的光伏装置中,例如图 6 中所示的太阳能屋顶板 100 中。

[0028] 本公开的特别关注点和主要焦点是一种改进的光伏电池组件 10,其包括至少多个光伏电池 20 和导电元件 60 以及任选的第一和第二封装材料层 40、50。导电元件 60 被折叠或弯折至少一次,并将一个电池的导电基底 22 与相邻电池的顶部导电结构 26 和 / 或 28 相连接。在优选实施方式中,导电元件 60 沿着其最长维度(即沿着其长度  $L_c$ ) 折叠至少一次。然而,在某些实施方式中,例如如果折叠超过一次或者是手风琴式折叠,所述折叠可以沿着不同维度(如图 7A-F 中所示)。一般来说,多个光伏电池可以由多个毗邻的层构成。这些层可以被进一步限定(例如从下往上)为包括至少:导电基底层 22、光活性层 24 和顶部集电结构 28。还优选的是至少沿着电池的一部分外围边缘包括非导电层部分 30,例如如在图 5 中所示。此外,组件 10 被构造成使得当导电元件 60 被折叠至少一次时,导电元件 60 的第一表面与第一光伏电池的顶部集电结构 28 和相邻光伏电池的相反导电基底层 22 两者相接触。

[0029] 设想部件和部件集合之间的关系(例如至少几何性质和材料性质)对于解决上面背景部分中讨论的一个或多个问题来说具有出人意料的重要性。在下面的段落中,更详细

并具体地公开了各个部件和部件集合及其关系。

#### [0030] 导电基底层 22

[0031] 导电基底层 22 在传导由光活性部分产生的电能方面发挥类似于顶部导电层 24 的功能。导电基底层 22 可以是刚性的或柔性的,但理想的是柔性的,特别是在其中得到的光伏装置可以与非平坦表面结合使用的实施方案中。导电基底层可以是单一的整体层,或者可以从一个或多个由宽范围的材料(包括金属、金属合金、金属间组合物和/或它们的组合)形成的层形成。对于其中需要柔性基底层的应用来说,层 22 通常为金属箔片。其实例包括包含 Cu、Al、Ti、Mo 或不锈钢的金属箔片。典型情况下,该导电基底层由不锈钢形成,并且在基底层上方形成光活性部分 24,尽管也设想其他配置并且它们不必然影响本文中提出的电池互连的概念。在示例性实施方案中,不锈钢是优选的。

[0032] 导电基底层 22 可以在一个或两个侧面上涂覆宽范围的导电材料,包括 Cu、Mo、Ag、Al、Cr、Ni、Ti、Ta、Nb、W 和/或它们的组合中的一种或多种。在示例性实施方案中可以使用掺有 Mo 的导电组合物。在导电基底层上紧邻光活性层形成的背接触层 122 有助于将光活性层 24 与支持体隔开以最小化支持体成分到光活性层中的迁移。例如,背接触层 22 可以帮助阻断不锈钢支持体的 Fe 和 Ni 成分迁移到光活性层 24 中。在导电基底层 22 的一个或两个侧面上形成的导电金属层也可以保护基底层免于可能在光活性层 24 形成过程中引起的降解,例如如果在光活性区域 24 的形成中使用 S 或 Se,通过提供针对 S 或 Se 的保护来保护基底层免于降解。

#### [0033] 光活性部分 24

[0034] 光伏电池 20 的光活性层或部分 24 含有将光能转变成电能的材料。可以使用任何已知提供这种功能的材料,包括无定形硅、CdTe、GaAs、染料敏化太阳能电池(所谓的 Graetzel 电池)、有机/聚合物太阳能电池,或通过光电效应将太阳光转变成电的任何其他材料。然而,光伏电池优选为基于 IB-III A 硫属化物的电池,例如 IB-III A 硒化物、IB-III A 硫化物或 IB-III A 硒化物硫化物(即吸收层是 IB-III A 硫属化物,优选为铜硫属化物)。更具体的实例包括铜铟硒化物、铜铟镓硒化物、铜镓硒化物、铜铟硫化物、铜铟镓硫化物、铜镓硒化物、铜铟硫化物硒化物、铜镓硫化物硒化物和铜铟镓硫化物硒化物(其在本文中全都称为 CIGS)。它们也可以用化学式  $\text{CuIn}_{(1-x)}\text{Ga}_x\text{Se}_{(2-y)}\text{S}_y$  表示,其中 x 是 0 至 1 且 y 是 0 至 2。铜铟硒化物和铜铟镓硒化物是优选的。除了吸收层之外,所述部分 24 还可以包含多个层,例如本技术领域已知用于基于 CIGS 的电池中的发射(缓冲)层、导电层(例如透明导电层)等中的一个或多个,在本文中也考虑到这些层。这些电池可以是柔性的或刚性的,并可以具有多种形状和尺寸,但通常是脆性的,并易于发生环境降解。在优选实施方案中,光伏电池 20 是可以被弯折而不显著破裂和/或没有显著功能损失的电池。示例性的光伏电池被教导和描述在多个美国专利和公开中,包括 US3767471、US4465575、US20050011550 A1、EP841706 A2、US20070256734 A1、EP1032051A2、JP2216874、JP2143468 和 JP10189924A,其在此为所有目的通过引用并入。

[0035] 在示例性实施方案中,光活性层 24 也可以进一步由任何数量的层构造而成,例如:背接触层 122(通常为 Mo)、吸收层 124(通常为  $\text{CuInGaSe(S)}$ )、缓冲层 126(通常为 CdS)、窗层 128(通常为 ZnO)和透明导电层 130(通常为氧化铟锡(ITO)或铝锌氧化物(AZO))。据信这种构型的电池 20 通常被称为“CIGS 太阳能电池”,参见图 5A-A。

[0036] 设想光伏电池 20 可以由其他已知太阳能电池技术形成。它们的实例包括基于无定形硅或碲化镉的太阳能电池装置。此外,如上所述的光伏电池 20 中的部件可以用替代材料代替。例如,缓冲层 126 可以用 Cd、Zn、In、Sn 及其组合的硫化物、硒化物或氧化物代替;在缓冲层 126 与透明导电层 130 之间可以包括由例如 Zn、Cd、In、Sn 的阻抗透明氧化物构成的任意的窗层。优选情况下,窗层是本征氧化锌。

[0037] 透明导电层 130 可以被设置为光活性层 24 的顶层。在透明导电层中可以掺入广泛的透明导电氧化物或其组合。在典型的实施方案中,透明导电层 130 是透明导电氧化物(TCO),其代表性实例包括氟掺杂的氧化锡、氧化锡、氧化铟、氧化铟锡(ITO)、铝掺杂的氧化锌(AZO)、氧化锌、它们的组合等。在一个说明性实施方案中,透明导电层是氧化铟锡。透明导电层可以通过溅射或其他合适的沉积技术方便地形成。

[0038] 设想在某些光伏电池 20 中,可能不需要独立的透明导电层 130。例如, GaAs 型电池通常不需要透明导电体,因为 GaAs 层可以充分地导电。出于本发明的目的,紧接在集电结构 28 下方的层应该被视为电池 20 的顶表面 26。

[0039] 这些替代对于本领域技术人员来说是已知的,并且不影响本文提出的电池互连的概念。

[0040] 顶部集电结构 28

[0041] 顶部集电结构 28 的功能是收集由光活性部分 22 产生的电能并将其集中到导电通路中。集电结构 28 可以被沉积在光活性层 24 上方(例如顶表面 26 上)以降低电池的顶表面层(例如 TCO 层 130)的有效薄层电阻。集电结构 28 通常可以包含光学上不透明的材料,并可以作为一系列基本上平行的导电迹线 27 施加(尽管也可以设想其他构造,并且它们不必然影响本文提出的电池互连的概念,如图 9 中所示),其中迹线之间的间隔使得格栅占据表面上相对小的覆盖区。一种示例性的其他集电结构 28 构造显示在图 1A 中,其中结构 28 包括总体垂直于所示的其他导电迹线 27 延伸的总线 29。在一种优选实施方式中,总线 29 可以于后缘 34 处位于电池 20 的外围边缘附近(例如约 10.0mm 之内)。更优选情况下,它被定位成与非导电层部分 30 直接邻接。

[0042] 例如,在某些实施方案中,集电结构占使光活性材料暴露于入射光中的与光捕获相关的总表面积的约 5%或更低,甚至约 2%或更低,或甚至约 1%或更低。集电结构 28 优选包括导电金属例如 Ag、Al、Cu、Cr、Ni、Ti、Ta 和 / 或其组合。在一个说明性实施方案中,格栅具有包含镍和银的双层构造。集电结构可以由多种技术形成,包括丝网印刷、喷墨印刷、电镀和使用物理气相沉积技术例如蒸发或溅射通过荫罩掩模进行的金属化。

[0043] 非导电层部分 30

[0044] 非导电层部分 30 起到绝缘体或电介质的作用,其将导电元件 60 与太阳能电池的边缘电隔离。据设想,非导电层部分的存在减少了太阳能电池边缘处可能由与导电元件 60 的接触所引起的电短路的发生。在太阳能电池组件中各单个太阳能电池的前缘或后缘 32, 34 之一或两者处,绝缘体可以施加到太阳能电池或导电元件 60 上。绝缘体可以沿着装置的边缘在导电元件跨越太阳能电池边缘的位置处作为离散的区域形成,或者它可以沿着电池 20 边缘的整个长度或主要部分作为单一的层施加以便它可以包含在电池与导电元件 60 之间的离散的层。绝缘体可以是能够作为液体沉积并固化或交联以形成固体材料的合成聚合物的类型。固化或交联可以通过例如施加热能或紫外(UV)能量来实现。对于可 UV 固化的



组合物来说,期望的是固化过程可以在短的时间段内完成,例如短于 10 秒,更具体来说可以短于约 3 秒。许多可光固化的聚合物需要在 200-400nm 范围内的至少  $300\text{mJ}/\text{cm}^2$  和更典型为约  $500-1200\text{mJ}/\text{cm}^2$  的 UV 能量。示例性的实施方案包括基于丙烯酸酯和环氧树脂的组合物。可选地,非导电层部分 30 可以作为固体材料施加,例如以带的形式。适合的替代物可以包括氟碳聚合物例如乙烯-四氟乙烯共聚物 (ETFE)、可以涂覆在电池或互连材料上的可固化绝缘聚合物或可施加于太阳能电池或互连材料上的无机介电材料。设想它也可以代替用作封装材料层 40、50 的材料,例如聚乙烯薄膜。在优选实施方案中,非导电层部分 30 是通过 UV 辐射固化的液体介电环氧树脂组合物。在一个说明性实施方案中,所述部分 30 是聚酰亚胺带。一种这样的可商购带是由 Dupont <sup>®</sup> 提供的 Kapton <sup>®</sup> 带。一般来说,非导电层部分 30 可以表现出大于约 2 的介电常数,并且甚至可以大于约 4。示例性的电绝缘材料具有大于约 4.8 的介电常数和大于约  $3 \times 10^{14} \Omega\text{-cm}$  的体积电阻率。

[0045] 导电元件 60

[0046] 导电元件 60 起到光伏电池 20 之间的电桥的作用。在本发明中设想了在一个电池的顶部(例如集电结构 28 和 / 或顶表面 26) 与邻接电池的导电基底层 22 之间形成电桥。理想情况下,这一元件具有相对低的电阻率(优选低于约  $1.0 \Omega/\text{m}$ ,更优选低于约  $0.20 \Omega/\text{m}$ ,最优选低于  $0.05 \Omega/\text{m}$ )。它们可以为导电箔片或导电胶带的形式或执行上述桥接功能的任何类似结构。说明性的导电元件金属箔包含 Cu 或 Al,并可以镀有 Ag、Sn 或 Ni。根据一种实施方式,可以向金属箔施加胶粘剂以提供将箔片附着于太阳能电池的顶表面和底表面的手段。据设想,金属箔胶带可以包含可以是导电性或非导电性的胶粘剂。可商购的金属箔胶带的实例包括由 3M <sup>®</sup> 提供的 EMI 保护胶带 (shielding tape)。在示例性实施方式中,金属箔胶带包含非导电的丙烯酸胶粘剂。

[0047] 在优选实施方式中,导电元件 60 沿着第一光伏电池的后缘 34 与光伏电池在前缘 32 区域处的集电结构 28 和顶表面 26 相接触的区域施加。设想导电元件 60 跨越单个电池的后缘 34 的长度 ( $L_c$ ) 可以在低至电池长度的 50% 到高达跨过整个长度的范围内变化,如图 2 中所示。导电元件 60 的长度通常为后缘长度的 50-100%,优选为后缘 34 长度的 75-100%,甚至更优选为后缘 34 长度的 85-95%。优选情况下,导电元件接触集电结构 28 的总线 29 的至少一部分。在示例性实施方式中,总线 29 和导电元件 60 具有近似相同的长度。

[0048] 据设想,导电元件 60 的宽度 ( $W_c$ ) 应该是在元件 60 与导电基底层 22 及集电结构 28 和顶表面 26 之间提供足够接触以满足电阻率要求(例如小于约  $1.0 \Omega$ ,更优选小于约  $0.2 \Omega$ ,甚至更优选小于约  $0.05 \Omega$ ) 的尺寸。在一种优选实施方式中,至少对于导电基底层 22 来说,重叠部分 " $C_A$ " 为约 2.0mm 至 50.0mm、更优选约 5.0mm 至 50.0mm、最优选约 10.0mm 至 25.0mm。在另一种优选实施方式中,至少对于集电结构 28 和顶表面 26 来说,重叠部分 " $C_A$ " 为约 2.0mm 至 20.0mm、更优选约 2.0mm 至 15.0mm、最优选约 2.0mm 至 10.0mm。在又另一种优选实施方式中,至少对于存在总线 29 的集电结构 28 来说,重叠部分 " $C_A$ " 可以覆盖总线 29 面积的至少约 10%、更优选约 50%、最优选约 100%。

[0049] 设想了导电元件的外表面(第一表面)66 包括胶粘剂,所述胶粘剂使导电元件 60 附着于电池 20 上,尽管胶粘剂也可以位于电池上以代替元件 60 上的胶粘剂或除元件 60 上的胶粘剂之外还有位于电池上的胶粘剂。当导电元件是金属箔时,可以施加导电胶粘剂成分例如导电环氧树脂或焊料,以将金属箔粘附于太阳能电池的顶表面和底表面。在优选实

施方式中,导电胶粘剂包括至少环氧树脂(通常为基于双酚的环氧树脂)、固化剂和导电金属颗粒。导电金属颗粒优选为银或铜颗粒,并且优选占导电胶粘剂重量组成的至少30%、更优选至少50%。当导电元件是导电金属箔胶带时,胶粘剂可以是导电性或非导电性的胶粘剂。对于具有导电胶粘剂的金属箔胶带来说,胶粘剂部分可以包含有机(非导电的)胶粘剂组分和导电颗粒。在示例性实施方式中,导电胶粘剂可以是丙烯酸类胶粘剂或导电环氧树脂。对于具非导电胶粘剂的金属箔胶带来说,金属箔可以具有压花表面(其允许金属箔的部分直接接触太阳能电池的顶表面和底表面),以及其中非导电胶粘剂接触太阳能电池的顶表面和底表面的区域。在优选实施方式中,在金属箔接触太阳能电池的区域中,金属箔压花表面的至少10%的表面积与太阳能电池的顶部和底部直接接触。更优选情况下,至少40%的表面积与太阳能电池的表面直接接触。在优选实施方式中,导电元件60是具有压敏丙烯酸类胶粘剂的压花镀锡铜箔。

[0050] 导电元件60的厚度应该足够厚以满足电阻率要求,也足够薄以使材料能够折叠。在优选实施方式中,金属箔胶带的厚度在0.01mm至约0.15mm之间,更优选在0.025至约0.05mm之间。

[0051] 还设想了导电元件60可以是多片(2片或更多片),只要仍能实现上述结果即可。元件60中的折叠(或多个折叠)的示例性构型显示在图7A-7F中。它们用于说明目的,不应被当作对所有可能的弯折构型的限制。

[0052] 还设想了导电元件60自身可以不完全折叠,而是维持一定角度 $\alpha$ ,如图8A和8B中所示。在图8A中,电池20被安置在不同平面上,而在图8B中,电池安置在弯曲表面上。据设想,角度 $\alpha$ 可以高达 $360^\circ$ ,但优选情况下它在约 $0^\circ$ 至 $90^\circ$ 之间,更优选在约 $0^\circ$ 至 $45^\circ$ 之间,最优选在约 $0^\circ$ 至 $15^\circ$ 之间。

[0053] 在本发明的另一方面,设想了组件10还可以包括其他导电元件60,其可以弯折或可以不弯折,并起到将电池20的链与一个或多个末端条70连接的作用,如图9中所示。末端条70对于组件20的电能起到导管的作用。设想了可以通过胶粘剂(导电性或非导电性的)、焊接、软焊或可能的任何其他结合技术技术在元件60与末端条70之间产生和/或保持连接。

[0054] 第一包封材料层40

[0055] 据设想,光伏电池组件还可以包含任选的第一包封材料层40,其可以执行几种功能。例如,该层40可以起到粘结机构的作用,从而帮助将相邻层保持在一起(例如电池20,导电元件60和/或第二包封材料层50)。它还允许所期望量和类型的光能透过以到达光伏电池20(例如光活性部分24)。第一包封材料层40也可以起到补偿相邻层的几何形状不规则性或通过那些层表现出来的不规则性(例如厚度变化)的作用。它也可以起到允许由环境因素(例如温度变化、湿度等)及物理移动和弯折造成的挠曲和层之间的移动的作用。在优选实施方案中,第一包封材料层40可以基本上由胶粘薄膜或网构成,但优选为热塑性材料例如EVA(乙烯-乙酸乙烯酯)、热塑性聚烯烃或类似材料。据设想,该层40可以由单一层构成,或者可以由多层(例如第一、第二、第三、第四、第五层等)构成。该层40的优选厚度可以为约0.1mm至1.0mm、更优选约0.2mm至0.8mm、最优选约0.25mm至0.5mm。

[0056] 据设想,通过包封材料层与所有待接触表面的吸附获得的“良好”粘附对于维持包封的组件的完整性来说是重要的。作为一般性准则,对于与玻璃的吸附所测量的粘附力应

该高于约 20N/15mm,更优选高于约 30N/15mm,且甚至更优选高于约 40N/15mm。粘附强度可以使用如 ASTM D903-98 中所述的标准 180° 牵拉试验来测定。

[0057] 第二包封材料层 50

[0058] 在包封材料层的另一个实例中,任选的第二包封材料层 50 通常连接性地置于光伏电池 20 下方,尽管在某些情况下它可以直接接触第一包封材料层 40。设想第二包封材料层 50 可以起到与第一包封材料层类似的作用,尽管它不是必需透射电磁辐射或光能。

[0059] 方法

[0060] 据设想,将光伏电池 20 组装成组件 10 的方法也具有创造性。设想提供上述所有部件,并且用于制造组件 10 的组装方法包括如下步骤。太阳能电池可以成批地或成堆地提供,并手动或自动提供到卸载站。可选地,太阳能电池 20 可以以包含多个太阳能电池的连续卷的形式提供,并在即将组装之前在被称为切单颗 (singulation) 的步骤中从卷中分离。切成单颗的太阳能电池可以被提供到按照光伏性能分类的组件屉 (bin) 中。提供在组件屉中的电池 20 可以由操作人员单个地手工装载,或者更优选情况下可以使用工业机器人从组件屉中拣出单个电池并置于检查区中。然后可以使用图像系统指导工业机器人将光伏电池 20 精确地拣出并以正确定向放置在平顶真空传送带上。在一个实施方案中,图像系统包括获取电池顶表面的图片的相机,并将关于电池准确定向的信息传送至机器人,以使得机器人能够将其拣出并以精确定位的方向置于传送带上。

[0061] 放置太阳能电池串中的第一电池以使得导电基底 22 靠近太阳能电池 20 前缘 32 的底表面接触第一末端条。使用导电胶粘剂组分例如导电环氧树脂或焊料将第一末端条连接到第一太阳能电池。可选地,可以通过导电元件 60 将第一太阳能电池与第一末端条相连,所述导电元件可以按以下所述方式提供用于将太阳能电池互连。为了使电池互连,将导电元件绕轴折叠至少一次。据设想,导电元件可以以连续形式提供,例如在辊上,并且折叠操作可以使用折叠导电元件的一系列机械引导装置和压辊来进行。然后可以使用机械切割机例如捏合剪切机将折叠的导电元件切割成适合的长度。优选将折叠的导电元件提供为金属箔胶带。然而,如果导电元件 60 被提供为金属箔,那么在放置导电元件 60 之前,必须将导电胶粘剂例如导电环氧树脂施加到太阳能电池 20 的顶表面上集电结构 28 上的总线上。

[0062] 然后将折叠的导电元件施加到第一太阳能电池 20 的顶部靠近后缘 34 处并精确定位,以使得导电元件在作为太阳能电池表面上集电结构 28 或“格栅”的部分的总线上与太阳能电池的顶表面相接触,并平行于电池的后缘 34。然后真空传送带转位 (index) 适当的长度,且第二太阳能电池精确置于真空传送带上以使得第二太阳能电池的导电基底 22 的底表面接触已经施加到第一太阳能电池上的折叠导电元件 60。设想第二太阳能电池的前缘 32 与第一太阳能电池的后缘 34 重叠。重复施加导电元件和电池的过程直至完成所期望的串长度。在放置串中的最后一个电池后,可以将第二末端条施加到最后一个电池的顶表面上以使得末端条在最后一个电池的后缘 34 附近与集电结构 28 的总线相接触。使用导电胶粘剂组分例如导电环氧树脂或焊料将第一末端条固定于第一太阳能电池上。在导电环氧树脂的情形中,导电环氧树脂应该在提供第二末端条之前施加到最后一个电池的总线上。可选地,第一太阳能电池可以通过导电元件 60 与第一末端条相连接,所述导电元件可以以上述方式提供用于太阳能电池的互连。

[0063] 在相反末端处连接有末端条的互连组件完成之后,可以将太阳能电池串置于第一

包封材料层 40 与第二包封材料层 50 之间。将具有第一包封材料层 40、太阳能电池 20、多个导电元件 60、末端条和第二包封材料层 50 的产品例如在真空层压机中层压,并由此完成组装。

[0064] 除非另有说明,否则在本文中描述的各种结构的尺寸和几何形状不意图限制本发明,其他的尺寸或几何形状也是可能的。多个结构部件可以由单一整体结构提供。可选地,单一整体结构可以分割成单独的多个部件。此外,尽管本发明的特征可能已经描述在仅仅一个示例性实施方案的情形中,但这样的特征可以与其他实施方案的一个或多个其他特征组合而用于任何给定的应用。从上述内容还应该认识到,本文中的独特结构的制造及其操作也构成了本发明的方法。

[0065] 已经公开了本发明的优选实施方案。然而,本领域的普通技术人员将意识到,某些修改将在本发明的教导范围内。因此,应该研究下面的权利要求来确定本发明的真正范围和内容。

[0066] 在上述应用中列举的任何数值包括从较小值至较大值以一个单位的增量递增的所有值,只要在任何较小值与任何较大值之间相隔至少 2 个单位即可。例如,如果说到某组分的量或过程变量(例如温度、压力、时间等)的值为例如 1 至 90、优选 20 至 80、更优选 30 至 70,则意图的是诸如 15 至 85、22 至 68、43 至 51、30 至 32 等的值也明确地列举在本说明书中。对于小于 1 的值来说,适当情况下一个单位被认为是 0.0001、0.001、0.01 或 0.1。这些仅仅是具体意图指示的数值的实例,并且在最低值与最高值之间的数值的所有可能的组合都应该被认为以类似的方式在本说明书中明确地陈述。

[0067] 除非另有说明,否则所有范围包括两个端点和端点之间的所有数字。与范围相结合使用的“约”或“近似”适用于所述范围的两个端值。因此,“约 20 至 30”旨在覆盖“约 20 至约 30”,并包括至少指明的端点。

[0068] 所有文章和参考文献(包括专利申请和公开)的公开内容为所有目的通过引用并入。

[0069] 用于描述组合的术语“基本上由……构成”应该包括指明的要素、成分、部件或步骤,以及不实质性影响该组合的基本和新颖特征的这类其他要素、成分、部件或步骤。

[0070] 在本文中使用描述要素、成分、部件或步骤的组合的术语“包含”或“包括”也涵盖基本上由所述要素、成分、部件或步骤构成的实施方案。

[0071] 多个要素、成分、部件或步骤可以由单一的集成要素、成分、部件或步骤提供。可选地,单一的集成要素、成分、部件或步骤可以分割成独立的多个要素、成分、部件或步骤。用来描述要素、成分、部件或步骤的“一(a)”或“一个”不意图排除其他的要素、成分、部件或步骤。本文中对属于某个族的元素或金属的所有指代是指由 CRC Press, Inc., 1989 出版并具有版权的元素周期表。对一个或多个族的任何指代应该是如在该元素周期表中使用 IUPAC 系统进行族编号而反映的一个或多个族。

[0072] 元件编号列表

[0073] 光伏电池组件 10

[0074] 光伏电池 20

[0075] 导电基底层 22

[0076] 光活性层 24

- [0077] 底表面 25
- [0078] 顶表面 26
- [0079] 导电迹线 27
- [0080] 集电结构 28
- [0081] 总线 29
- [0082] 非导电层部分 30
- [0083] 导电元件 60
- [0084] 导电元件 60 的外表面 66
- [0085] 末端条 70
- [0086] 导电元件的长度  $L_c$
- [0087] 导电元件的宽度  $W_c$
- [0088] 重叠部分  $C_A$
- [0089] 背接触层 122
- [0090] CuInGaSe(S) 吸收层 124
- [0091] 缓冲层 126
- [0092] 窗层 128
- [0093] 透明导电层 130

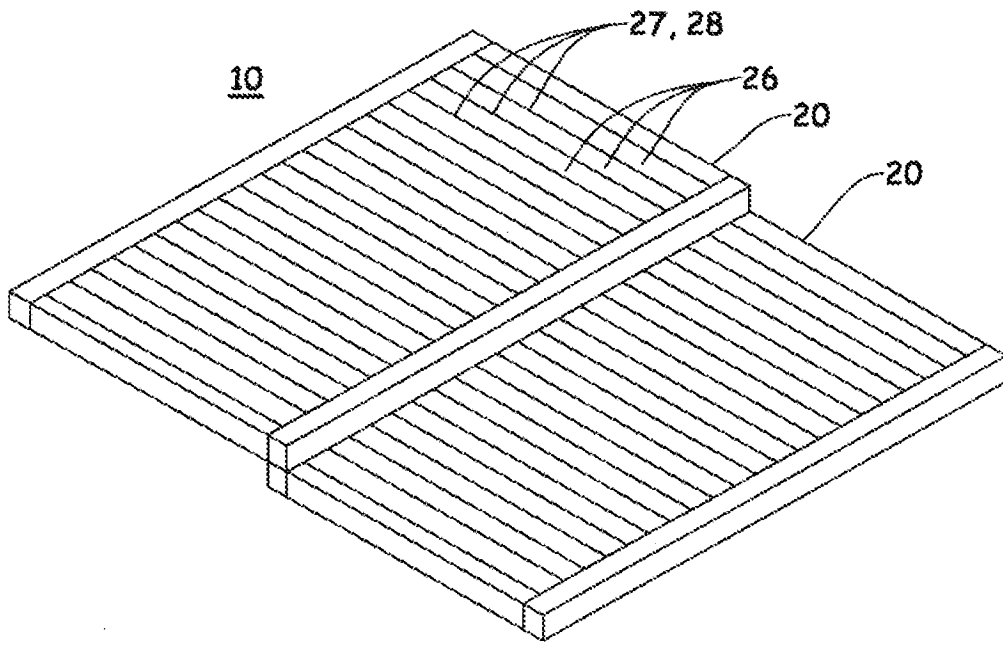


图 1

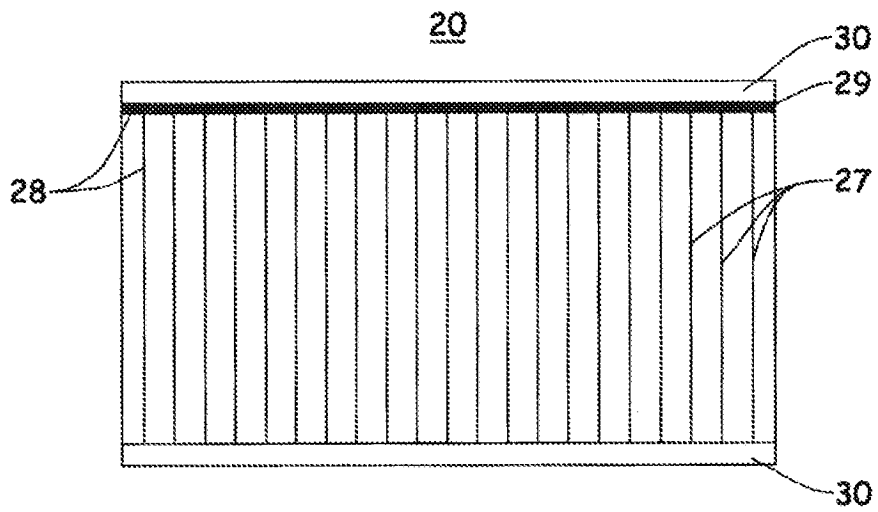


图 1a

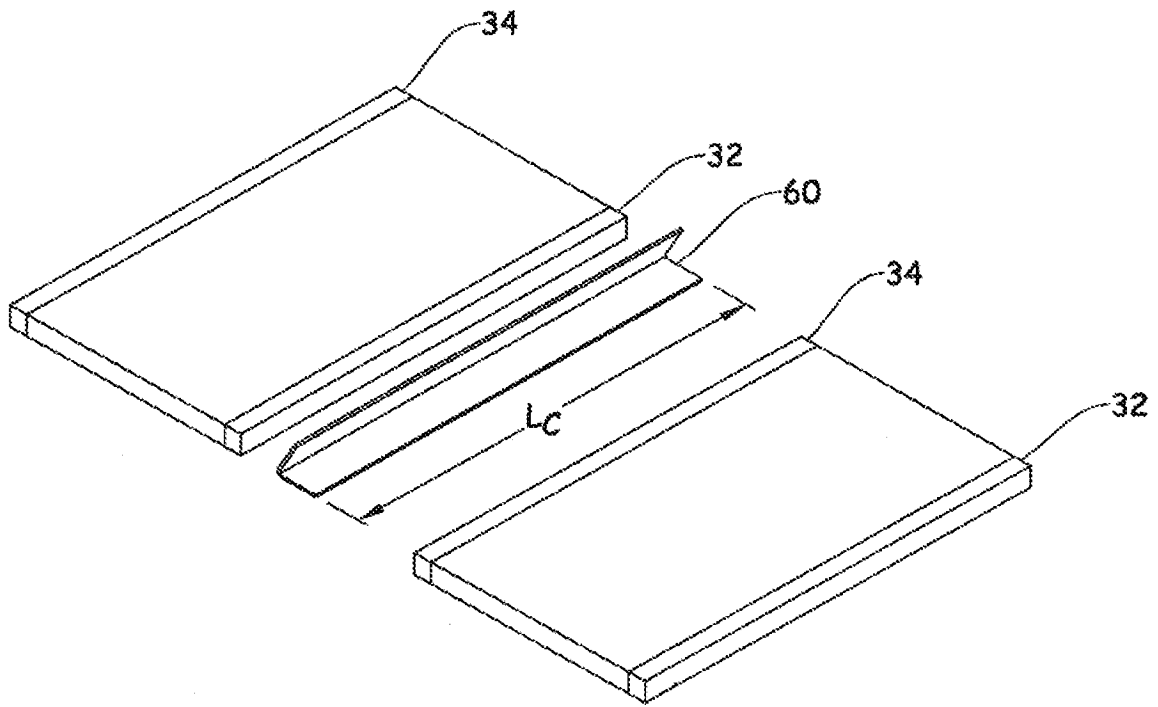


图 2

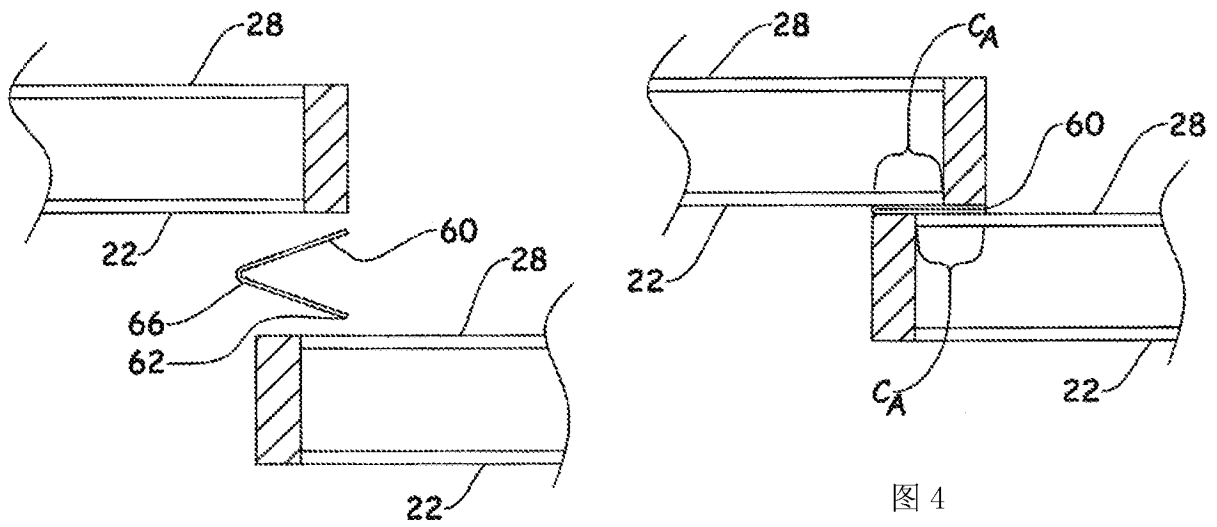


图 3

图 4

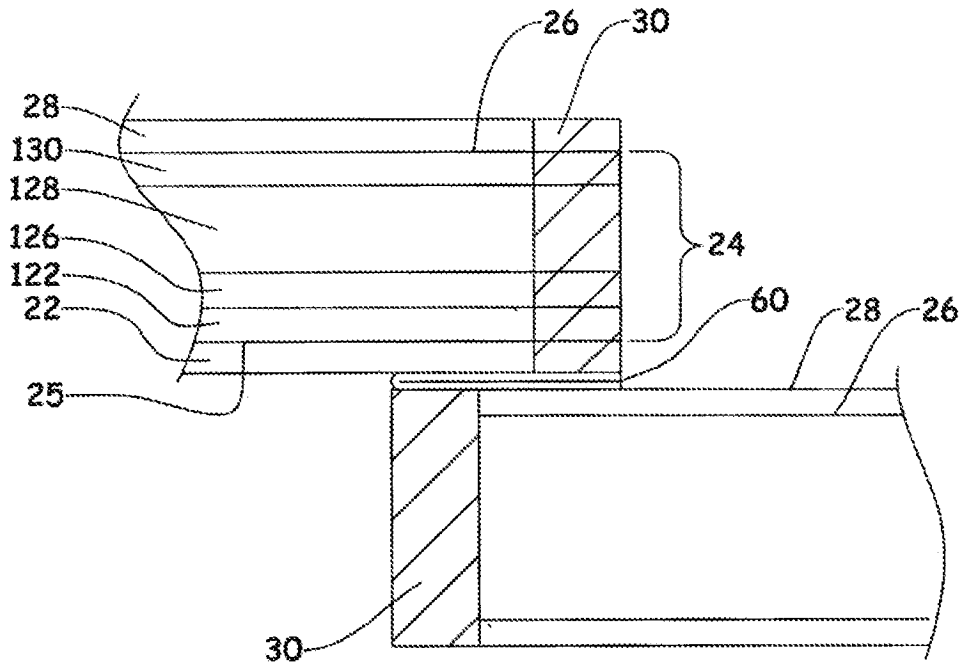


图 5

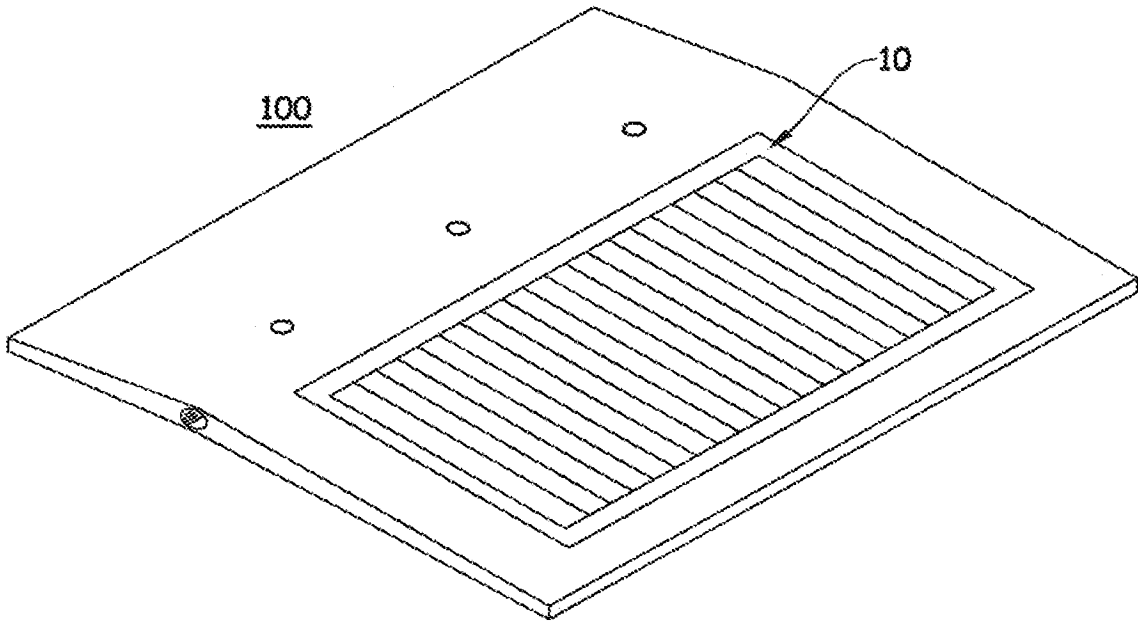


图 6

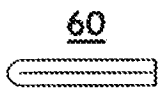


图 7a

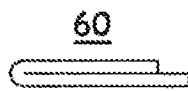


图 7b

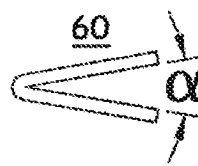


图 7c

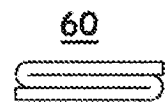


图 7d



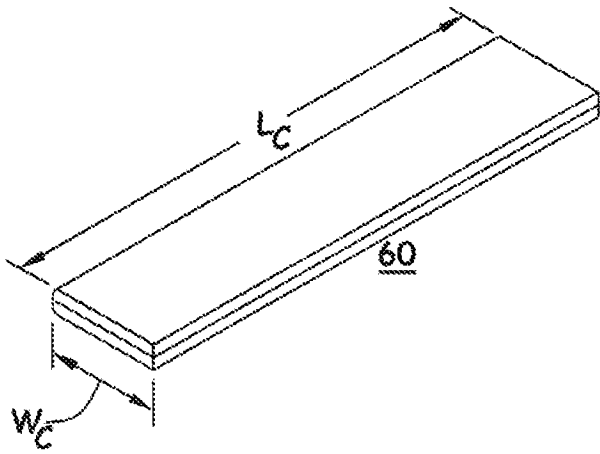


图 7e

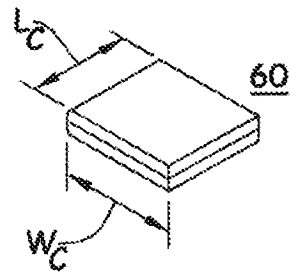


图 7f

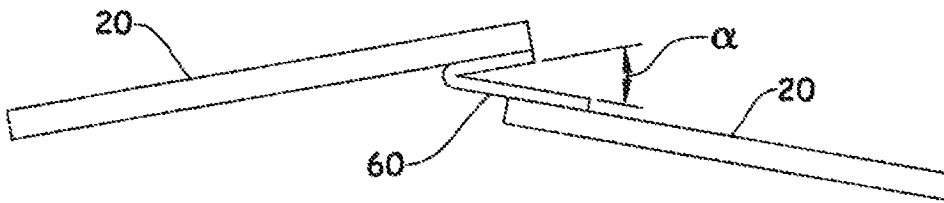


图 8a

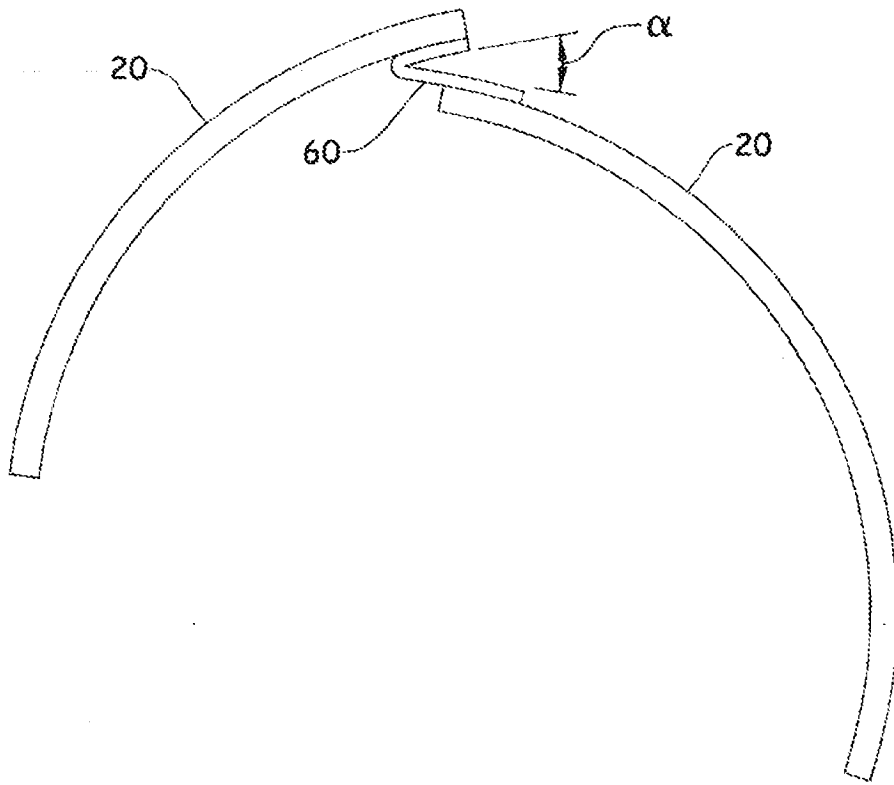


图 8b

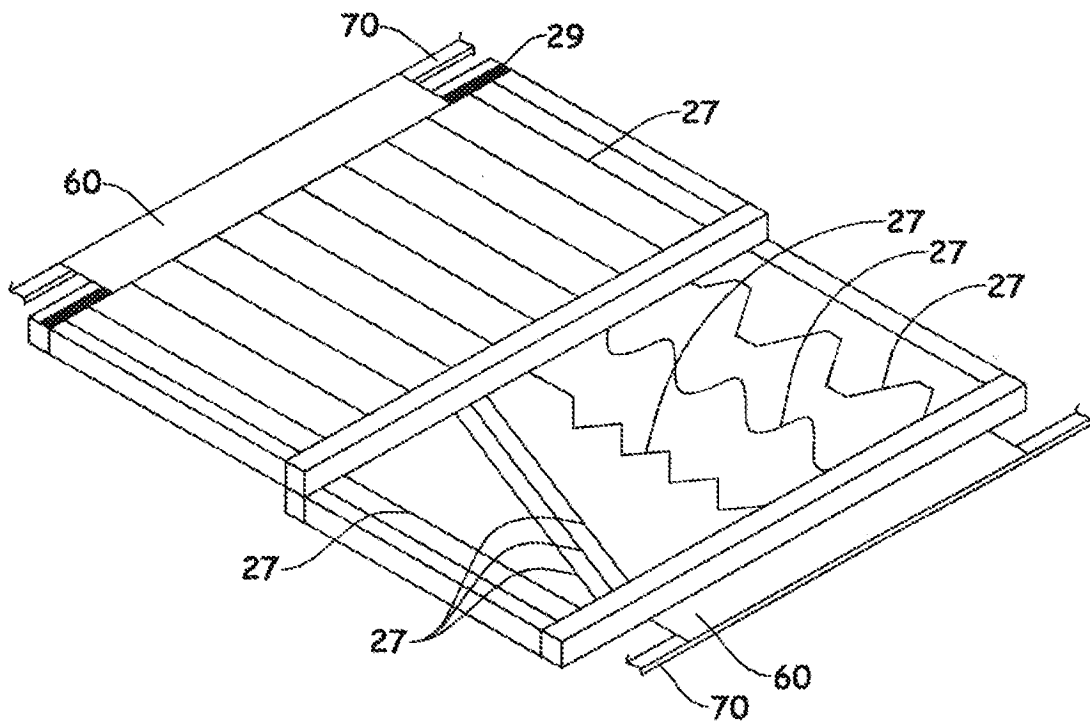


图 9