



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118476036 A

(43) 申请公布日 2024. 08. 09

(21) 申请号 202280086872.7

(74) 专利代理机构 广州三环专利商标代理有限公司 44202

(22) 申请日 2022.12.09

专利代理师 吴君琴

(30) 优先权数据

2119064.0 2021.12.29 GB

(51) Int.Cl.

H01L 31/05 (2014.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.06.28

H01L 31/072 (2012.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2022/085154 2022.12.09

(87) PCT国际申请的公布数据

WO2023/126150 EN 2023.07.06

(71) 申请人 瑞科斯太阳能源私人有限公司

地址 新加坡新加坡市

(72) 发明人 尚卡尔·高里·斯里达尔

比约恩·安德森 柳定勋

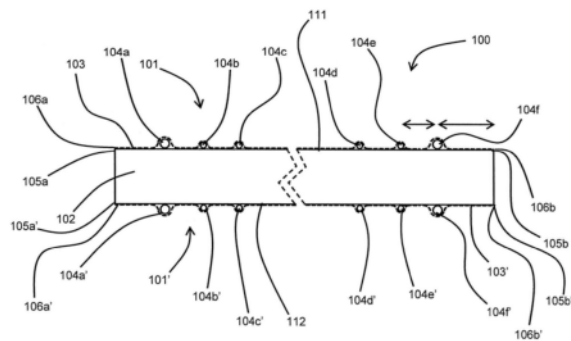
权利要求书2页 说明书11页 附图2页

(54) 发明名称

太阳能电池组件

(57) 摘要

一种太阳能电池组件(100),包括:层状结构(102),包含光伏元件和导电表面(111);及电极组件(101),包括并排配置的多个纵向延伸、横向间隔的导电元件(104a-104f),该多个导电元件包括:第一导电元件(104b),具有第一剖面区域,和第二导电元件(104a),具有大于该第一剖面区域的第二剖面区域,该电极组件配置在该层状结构的该导电表面上,使得该导电元件与该导电表面欧姆接触。



1. 一种太阳能电池组件,包括:  
层状结构,包含光伏元件和导电表面;及  
电极组件,包括并排配置的多个纵向延伸、横向间隔的导电元件,所述多个导电元件包括:第一导电元件,具有第一剖面区域,和第二导电元件,具有大于所述第一剖面区域的第二剖面区域,所述电极组件配置在所述层状结构的所述导电表面上,使得所述导电元件与所述导电表面欧姆接触。
2. 根据权利要求1所述的太阳能电池组件,其中,所述多个导电元件包括:两个最外部的导电元件,和多个中间导电元件,设置在所述两个最外部的导电元件之间。
3. 根据权利要求2所述的太阳能电池组件,其中,所述第二导电元件是所述多个导电元件中最外部的导电元件。
4. 根据权利要求2或3所述的太阳能电池组件,其中,所述第一导电元件是中间导电元件。
5. 根据权利要求2至4中任一项所述的太阳能电池组件,包括具有大于所述第一剖面区域的第三剖面区域的第三导电元件。
6. 根据权利要求5所述的太阳能电池组件,其中,所述第三导电元件是所述多个导电元件中的最外部的导电元件。
7. 根据权利要求2至6中任一项所述的太阳能电池组件,其中,所述两最外部的导电元件的每一者具有的剖面区域大于每个所述中间导电元件的剖面区域。
8. 根据权利要求2至7中任一项所述的太阳能电池组件,其中,所述多个导电元件的最外部的导电元件与所述层状结构的相邻边缘之间的距离等于或大于所述多个导电元件的两个相邻导电元件之间的距离。
9. 根据前述权利要求中任一项所述的太阳能电池组件,其中,所述多个导电元件均匀地间隔。
10. 根据前述权利要求中任一项所述的太阳能电池组件,其中,所述第一剖面区域在 $0.03\text{mm}^2$ 和 $0.07\text{mm}^2$ 之间。
11. 根据前述权利要求中任一项所述的太阳能电池组件,其中,所述第二剖面区域在 $0.05\text{mm}^2$ 和 $0.1\text{mm}^2$ 之间。
12. 根据前述权利要求中任一项所述的太阳能电池组件,其中,所述第二剖面区域比所述第一剖面区域大 $0.01\text{mm}^2$ 和 $0.03\text{mm}^2$ 之间。
13. 根据前述权利要求中任一项所述的太阳能电池组件,其中,每个导电元件具有圆形横向剖面形状。
14. 根据前述权利要求中任一项所述的太阳能电池组件,其中,所述电极组件包括:绝缘光学透明薄膜,用于将所述多个导电元件保持在所述层状结构的所述导电表面上。
15. 根据前述权利要求中任一项所述的太阳能电池组件,当根据权利要求2时,其中,所述第二导电元件具有比所述第一导电元件更大的有效服务区域,且其中,有效服务区域被判定为:  
通过将第一区域的一半与第二区域的一半相加得到中间导电元件,所述第一区域定义为所述中间导电元件和所述第一相邻导电元件之间的区域,且所述第二区域定义为所述中间导电元件和所述第二相邻导电元件之间的区域;及

通过将第三区域的一半与第四区域相加得到最外部导电元件,所述第三区域定义为所述最外部导电元件与相邻导电元件之间的区域,且所述第四区域定义为所述最外部导电元件与所述层状结构的边缘之间的区域。

16. 一种用于太阳能电池的电极组件,所述电极组件包括:

绝缘光学透明薄膜;及

在所述薄膜表面上并排配置的多个纵向延伸、横向间隔的导电元件,所述多个导电元件包括:第一导电元件,具有第一剖面区域,和第二导电元件,具有大于所述第一剖面区域的第二剖面区域。

17. 根据权利要求16所述的电极组件,其中,所述多个导电元件包括:两个最外部的导电元件,和多个中间导电元件,设置在所述两个最外部的导电元件之间。

18. 根据权利要求17所述的太阳能电池组件,其中,所述第二导电元件是最外部的导电元件。

19. 根据权利要求17或18所述的太阳能电池组件,其中,所述第一导电元件是中间导电元件。

20. 根据权利要求17至19中任一项所述的太阳能电池组件,其中,所述多个导电元件的最外部的导电元件与所述薄膜的相邻边缘之间的距离等于或大于所述多个导电元件中两个相邻导电元件之间的距离。

21. 根据权利要求16至20中任一项所述的太阳能电池组件,其中,所述导电元件均匀地间隔。

22. 根据权利要求16至21中任一项所述的太阳能电池组件,其中,所述第二剖面区域比所述第一剖面区域大 $0.01\text{mm}^2$ 和 $0.03\text{mm}^2$ 之间。

23. 根据权利要求16至22中任一项所述的太阳能电池组件,其中,每个导电元件具有圆形横向剖面形状。

## 太阳能电池组件

### 技术领域

[0001] 本公开涉及用于太阳能电池的电极组件和包括电极组件的太阳能电池。

### 背景技术

[0002] 用于从太阳光提供电能的太阳能模块通常包括太阳能电池阵列,每一者包括半导体基板。太阳能电池的传统连接方式是,电流通过每个电池前及背表面上的多个指状电极至一系列更宽、垂直的总线电极,这些电极印刷在电池的前后两侧。电流从总线电极沿着一系列铜带流向接线盒,每个铜带焊接到相应的总线电极。

[0003] 太阳能电池开发的总体目标是获得高转换效率,同时需要降低生产成本。实现这的努力集中在太阳能电池模块中太阳能电池之间的电极连接和半导体基板的特性上。

[0004] 例如,一种已知的配置包括箔线(电极)组件,其中总线被配置在薄膜(或箔)上的多条线代替。总线的剖面通常为矩形(较长的尺寸平行于太阳能电池的前表面)。另一方面,箔线电极组件的线的剖面通常是圆形的。对于相同的剖面区域,圆形比矩形对光的阻碍更少。此外,圆形几何形状意味着更少的入射光被直接反射远离太阳能电池。因此,用多条电线替换总线可以减少光遮蔽引起的光损失,否则将由总线的存在引起光遮蔽。虽然这可以提高转换效率,但仍希望进一步提高太阳能电池的效率,并在这些太阳能电池的使用寿命内保持提高效率。

### 发明内容

[0005] 根据第一方面,本文提供一种太阳能电池组件,包括:

[0006] 层状结构,包含光伏元件和导电表面(例如导电外表面);及

[0007] 电极组件,包括并排配置的多个纵向延伸、横向间隔的导电元件,多个导电元件包括具有第一剖面区域的第一导电元件和具有大于第一剖面区域的第二剖面区域的第二导电元件,电极组件配置在层状结构的导电表面上,使得导电元件与导电表面进行欧姆接触。

[0008] 导电元件从层状结构收集电流(例如,经由配置在层状结构上的指状电极)。一般而言,每个导电元件将从导电表面沿导电元件两侧延伸的区域收集电流。导电元件提取的电流取决于该区域的大小以及该区域是否也由另一个导电元件提供服务。因此,例如在两个导电元件之间定义的区域中,大约一半的电流将被每个导电元件提取。另一方面,在由导电元件和导电表面的边缘定义的区域中,所有电流将由单个最外导电元件提取。出于同样的原因,导电元件的间距也会影响每个导电元件所需的电流提取。导电元件的更大间距例如将意味着每个导电元件服务于更大的区域以增加需要由每个导电元件提取的电流。

[0009] 提供至少两个不同剖面区域的导电元件允许适应电流提取的这些差异。因此,例如,较大的(第二)导电元件可以位于要提取更多电流的位置。较小的(第一)导电元件可以定位在需要导电元件提取较少电流的地方。通过以这种方式配置导电元件(即,使导电元件的尺寸与电流提取要求相匹配),可以最小化功率损耗,同时还最小化导电元件的遮蔽。也就是说,提供不同剖面区域的导电元件可以促进以最佳化电极组件的光电特性的方式配置

导电元件。

[0010] 为避免疑义,术语“剖面区域”用于描述垂直于该导电元件的(纵向)延伸的平面中导电元件的一部分的区域。

[0011] 如本文所用的术语“在...上”,例如在短语“在表面上”中,旨在包括直接和间接地配置在元件上,例如层、薄膜或区域。因此,短语“在表面上”涵盖其中提供一个或多个中间层的配置,或者替代地,其中不提供中间层的配置。相反,当一个元件被称为“直接在”另一个元件“上”(例如“直接在表面上”)时,不存在中间元件。因此,在第一方面中,电极组件可以直接或间接地配置在导电表面上。

[0012] 术语“纵向”(由导电元件的方向定义)和“横向”是指基本相互垂直的方向。

[0013] 此处使用的术语“导电”和“绝缘”分别明确表示电性导电和电性绝缘。鉴于本发明的技术背景,这些术语的含义将特别明显,即光伏太阳能电池装置。

[0014] 现在将阐述第一方面的可选特征。这些可单独应用或与任何方面的任何组合应用。

[0015] 如上所述,多个导电元件可以被配置为使得第二导电元件比第一导电元件从层状结构的导电表面提取更多的电流。例如,第二导电元件可以是多个导电元件中最外部的导电元件。多个导电元件可以包括两个最外部的导电元件和设置在两个最外部的导电元件之间的多个中间导电元件。在一些实施例中,第二导电元件可以是中间导电元件。

[0016] 如上所述,多个导电元件中的最外部的导电元件在一些情况下可以提供比中间导电元件更大的区域(即从中提取电流)(即,最外部的导电元件与导电表面的边缘间隔为大于多个导电元件之间的间距的一半的距离)。这是因为,在最外部导电元件和导电表面的相邻边缘之间的区域中提取的所有电流必须通过最外部导电元件(而在两个相邻导电元件之间的区域中,只有一半电流通过每个导电元件)。增加最外部导电元件的剖面区域意味着它可以更好地适应更大的电流,这可能有助于最小化功率损耗(否则可能会因导电元件尺寸过小而导致)。

[0017] 第二导电元件可以具有比第一导电元件更大的有效服务区域。对于中间导电元件,有效服务区域可以通过将第一区域的一半与第二区域的一半相加来判定。第一区域可以定义为中间导电元件和第一相邻导电元件之间的区域,并且第二区域可以定义为中间导电元件和第二相邻导电元件之间的区域。对于最外部的导电元件,有效服务区域可以通过将第三区域的一半与第四区域相加来判定。第三区域可定义为最外导电元件与相邻导电元件之间的区域,第四区域可定义为层状结构的最外导电元件与相邻边缘之间的区域。

[0018] 为避免疑义,第一、第二、第三和第四区域是电极组件配置在其上的层状结构的表面区域(即导电表面)。此外,提及至少部分地由线定义的区域(例如,在两条线之间,或在线和边缘之间),指的是延伸到线的中心轴的区域。

[0019] 为避免疑义,此处使用的术语“相邻”并不意味着“直接相邻”或“接触”。例如,术语“相邻的导电元件”在本文中用于描述在横向方向上最接近的导电元件(或两个最接近的导电元件之一)。类似地,术语“相邻边缘”在本文中用于描述最近的纵向延伸边缘(即,在横向方向上最近)。

[0020] 提供更大的最外部导电元件的另一个好处是,这可以允许导电元件与层状结构的边缘(例如导电表面的边缘)间隔更大的距离,同时仍然能够适应从它服务的更大区域(由

于间距增加)增加的电流收集。通过提供与层状结构的边缘(例如导电表面)的这种增加的间距,在层状结构的边缘(例如导电表面)存在没有导电元件的更大区域。这个更大的无导电元件区域可以提供更好的黏合,例如,从薄膜(如果存在)和太阳能电池(因为该区域尺寸的增加提供薄膜和太阳能电池之间更大的接触区域)之间。因此,当存在时,薄膜(以及因此是导电元件)可以更牢固地保持在太阳能电池上。

[0021] 更一般地,使用更大的导电元件(不管它是否是最外部的导线)可以在导电元件和导电表面之间提供更大的接触区域,从而在导电元件和导电表面之间提供改进的接触(和更好的黏附)导电表面。

[0022] 第一导电元件可以是中间导电元件。或者,第一导电元件可以是最外部的导电元件。这可能是理想的,例如,其中最外部的导电元件被配置在导电表面的边缘处或靠近导电表面的边缘以服务于比中间导电元件更小的区域。第一导电元件可以与第二导电元件相邻。

[0023] 多个导电元件可以包括第三导电元件,其可以具有第三剖面区域。第三剖面区域可以大于第一剖面区域。第三剖面区域可以与第二剖面区域相同。因此,第二和第三导电元件可以具有相同的剖面区域。第三导电元件可以是多个导电元件中的最外部的导电元件(即,第二和第三导电元件可以定义多个导电元件中的两个最外部的导电元件)。

[0024] 因此,多个导电元件中的两个最外部的导电元件(例如第二和第三导电元件)可以各自具有比至少一个中间导电元件(例如第一导电元件)更大的剖面区域。多个导电元件中的两个最外部的导电元件可以各自具有比多个中间导电元件更大的剖面区域。在一些实施例中,多个导电元件中的两个最外部的导电元件可以各自具有比中间导电元件中的每一者更大的剖面区域(即,最外部的导电元件可以大于所有中间导电元件)。

[0025] 在一些实施例中,所有(或基本上所有)中间导电元件可以具有相同的剖面区域(例如,第一剖面区域)。

[0026] 多个导电元件可以是均匀间隔的(即,等间隔的)。即,多个导电元件中的每个相邻的导电元件对(pair)之间可以存在一致的间距。多个导电元件可替代地不均匀地间隔。也就是说,至少一对相邻导电元件之间的横向间距可以大于另一对相邻导电元件之间的横向间距。在第一对导电元件之间的间距大于(多个导电元件中的)第二对导电元件的情况下,第一对导电元件可以包括第二导电元件并且第二对导电元件可以包括第一导电元件。

[0027] 多个导电元件可以基本上彼此平行。

[0028] 可以选择导电元件的形状(除剖面区域之外,如上所述)以最佳化电极组件的光电特性,即通过它们的电流收集和遮光特性。

[0029] 每个导电元件可以具有圆形截面形状,即横向于其轴向长度。或者,每个导电元件可具有不同的剖面形状,例如包括矩形或三角形。或者,每个导电元件可具有椭圆形、长圆形(即赛马场形)或不规则的剖面形状。

[0030] 每个导电元件可以包括导电金属或金属合金。每个导电元件可以涂覆有合金涂层,该合金涂层包含具有低熔点的合金,即熔点低于形成导电元件的核心的导电金属/金属合金的熔点。每个导电元件可以完全涂覆在合金涂层中,或者至少部分地涂覆在面向太阳能电池(当配置在其上时)的层状结构的一个或多个侧面上。

[0031] 每个导电元件沿其长度可具有基本恒定的剖面区域。每个导电元件沿其长度可具

有基本恒定的剖面形状。

[0032] 第一导电元件和/或每个中间导电元件可以具有第一直径。第一直径可以在 $200\mu\text{m}$ 和 $300\mu\text{m}$ 之间,或者例如在 $225\mu\text{m}$ 和 $275\mu\text{m}$ 之间,或大约 $250\mu\text{m}$ 。第一剖面区域可以在 $0.03\text{mm}^2$ 和 $0.07\text{mm}^2$ 之间,或者例如在 $0.04\text{mm}^2$ 和 $0.06\text{mm}^2$ 之间,或大约 $0.05\text{mm}^2$ 。

[0033] 第二导电元件和/或第三导电元件可以具有第二直径。第二直径可以在 $250\mu\text{m}$ 和 $350\mu\text{m}$ 之间,或者例如在 $275\mu\text{m}$ 和 $325\mu\text{m}$ 之间,或大约 $300\mu\text{m}$ 。第二剖面区域可以在 $0.05\text{mm}^2$ 和 $0.10\text{mm}^2$ 之间,或者例如在 $0.06\text{mm}^2$ 和 $0.08\text{mm}^2$ 之间,或大约 $0.07\text{mm}^2$ 。

[0034] 第二直径可以比第一直径大 $30\mu\text{m}$ 和 $70\mu\text{m}$ 之间。第二直径可比第一直径大约 $50\mu\text{m}$ 。

[0035] 第二剖面区域可以比第一剖面区域大 $0.01\text{mm}^2$ 和 $0.03\text{mm}^2$ 之间。第二剖面区域可以比第一剖面区域大大约 $0.02\text{mm}^2$ 。

[0036] 第二剖面区域可以比第一剖面区域大30%和60%之间。第二剖面区域可以比第一剖面区域大大约45%。

[0037] 可以在多个导电元件的两个相邻导电元件(例如,第一导电元件和相邻导电元件)之间定义第一距离。当导电元件均匀间隔时,第一距离可以表示每个导电元件之间的(偶数)间距(即,每个导电元件可以与相邻导电元件间隔第一距离)。

[0038] 第一距离可以在 $8\text{mm}$ 和 $10\text{mm}$ 之间或者在 $8.5\text{mm}$ 和 $10\text{mm}$ 之间,或者在 $9\text{mm}$ 和 $9.5\text{mm}$ 之间,或者大约 $9.3\text{mm}$ 。

[0039] 为避免疑义,此处提及的导电元件和/或边缘之间的距离和/或间距应被视为横向距离/间距(即在垂直于导电元件的轴向延伸的方向上)。此外,关于一个或多个导电元件的(横向)距离应该从导电元件的中心轴开始。作为示例,参考两个相邻导电元件之间的距离是一个导电元件的中心轴与另一个相邻导电元件的中心轴之间的距离。作为第二个例子,参考导电元件和边缘(薄膜或层状结构的)之间的距离是指导电元件的中心轴和边缘之间的横向距离。可以理解,在该第二示例中,导电元件的中心轴可以与边缘形成其一部分的部件(例如薄膜或层状结构)的表面间隔(例如在上方)。在这种情况下,强调参考这种距离是指中心轴和边缘之间距离的横向分量(即该距离应平行于表面)。

[0040] 多个导电元件中最外部的导电元件与层状结构的相邻边缘(例如导电表面的边缘)之间的距离可以等于或大于多个导电元件中两个相邻导电元件之间的距离。换句话说,电极组件可以配置在导电表面上,使得在多个导电元件的最外部的导电元件(例如,第二导电元件)和电极组件配置在其上的层状结构的导电表面的相邻(纵向)边缘之间定义第二(横向)距离。第二距离可以等于或长于第一距离。也就是说,最外部的导电元件可以与层状结构的相邻边缘间隔比多个导电元件的两个相邻导电元件之间的距离更大的距离。

[0041] 第一距离可以被定义在部分地定义第二距离的最外部的导电元件(例如第二导电元件)和与该最外部的导电元件相邻的导电元件(例如第一导电元件)之间。

[0042] 正如上面已经讨论的,最大化导电元件与太阳能电池组件边缘的距离可能是有益的,因为它提供用于以导电元件固定到太阳能电池组件的装置(比如薄膜)进行黏合的更大的无导电元件的区域。较大的最外部导电元件可通过确保有足够的容量从这种距离导致的较大区域提取电荷(以最小的功率损失)来允许这种距离。

[0043] 在其他实施例中,第二距离可以小于第一距离(例如可以是第一距离的大约一半)。

[0044] 第三(横向)距离可以定义在两个最外部的导电元件中的另一者(例如第三导电元件)和层状结构的相邻边缘(例如导电表面的相邻边缘)之间。第三距离可以与第二距离相同。在这方面,多个导电元件可以配置在层状结构上,使得层状结构的相对(纵向延伸)边缘与相邻的最外部导电元件之间的间距大于导电元件本身之间的间距。

[0045] 第二和/或第三距离可以在10mm和13mm之间,或者在11mm和12mm之间,或者在11mm和11.5mm之间,或者大约11.25mm。

[0046] 电极组件可以包括绝缘光学透明薄膜。薄膜可以覆盖导电元件(即导电元件可以设置在薄膜和导电表面之间)。薄膜(也称为箔)可以提供用于在安装到导电表面期间将导电元件保持在它们的间隔配置中的手段。该薄膜可以被配置成将电极组件保持在层状结构的表面上(从而保持导电元件和导电表面之间的欧姆接触)。当电极组件包括这样的薄膜时(并且当导电元件为线的形式时),电极组件可被称为箔(或薄膜)和线组件。

[0047] 多个导电元件中最外部的导电元件与薄膜的相邻边缘之间的距离可以等于或大于多个导电元件中两个相邻导电元件之间的距离。即,多个导电元件可以配置成使得等于或大于第一距离的第四(横向)距离被定义在多个导电元件的最外部的导电元件(例如,第二导电元件)和薄膜的相邻(纵向)边缘之间。

[0048] 等于或大于第一距离的第五(横向)距离可以定义在两个最外部的导电元件中的另一者(例如第三导电元件)和薄膜的相邻边缘之间。第五距离可以与第四距离相同。

[0049] 在这方面,多个导电元件可以配置成使得薄膜的相对纵向边缘与相邻的最外部导电元件之间的间距大于导电元件之间的间距。

[0050] 第四和/或第五距离可以在10mm和13mm之间,或11mm和12mm之间,或11mm和11.5mm之间,或大约11.25mm。

[0051] 第一、第二、第三、第四和第五距离中的每一者都可以沿着相同的横向延伸轴线取得。

[0052] 如上所述,最大化导电元件与薄膜边缘的距离可能是有益的,因为它提供更大的无导电元件区域,用于薄膜边缘与太阳能电池的黏合(并且这可以通过改变导电元件的尺寸实现)。

[0053] 如上所述,该薄膜可以配置成将导电元件保持在太阳能电池的层状结构上。导电元件可以附着(例如黏附)到薄膜上。导电元件可以部分地嵌入薄膜中,使得每个导电元件的表面从薄膜的表面突出。或者,导电元件可完全嵌入薄膜中。

[0054] 每个导电元件可以包括细长形式,例如电线或电线部分(尽管在其他实施例中导电元件可以是例如总线)。每个导电元件可以是连续的(即没有中断)并且可以延伸跨过薄膜的大部分(例如基本上完全跨过)。每个导电元件可以基本上从薄膜的一个边缘延伸到薄膜的相对边缘而没有间断。每个导电元件可以延伸超过薄膜的至少一个边缘。在一些实施例中,本文对导电元件的引用可以仅指那些配置在层状结构的表面上的导电元件的部分。

[0055] 薄膜可以是矩形的。薄膜可具有长尺寸和短尺寸。导电元件可以在短尺寸的方向上延伸(即,纵向可以在短尺寸的方向上)。在这样的实施例中,横向方向因此可以在长尺寸方向上。或者,导电元件可以在长边方向上延伸,并且横向可以在短尺寸方向上。

[0056] 该薄膜可以包括具有高延展性、良好绝缘特性、光学透明度和热稳定性、抗收缩性的聚合物材料。示例性的聚合物材料可以包括醋酸酯、环氧树脂、氟树脂、聚酰胺树脂、聚

砒、螺索、聚烯烃、塑料、人造丝、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚氟乙烯薄膜和改性乙烯四氟乙烯等。

[0057] 薄膜的表面(即面向导电元件)可以涂覆有透明密封层(例如黏合剂层)。密封层可以配置为在室温下处于非黏附状态并且可以配置为在加热时进入黏附状态(即,加热到高于室温的温度)。因此,在太阳能电池的制造过程中,可以加热薄膜使得密封层软化以使得薄膜能够由于力的施加而黏附到导电元件。这样,导电元件可以至少部分地嵌入密封层中。附加地或替代地,薄膜(例如被配置为接触太阳能电池的薄膜的一部分或表面)可以被配置为在室温下处于非黏附状态并且可以被配置为在被加热时进入黏附状态(即到高于室温的温度)。因此,在太阳能电池的制造过程中,薄膜可以被加热和软化以使得薄膜能够由于力的施加而黏附到导电元件。以此方式,导电元件可至少部分嵌入薄膜中。在该实施例中,可以不存在密封层。

[0058] 导电表面可以包括多个指状电极(例如导电元件/构件)。每个指状电极可以是细长的并且可以在基本横向方向上延伸。(电极组件的)导电元件可以在纵向方向上延伸跨过多个指状电极。在这方面,指状电极可以基本上垂直于导电元件。

[0059] 指状电极可以包括印刷导电材料。印刷导电材料可以在层状结构的表面上形成精细的(即窄宽度和小深度)指状电极。

[0060] 指状电极可以基本上均匀地分布在导电表面上。因此,例如,最外部的导电元件和导电表面的边缘之间的区域可以具有与两个相邻导电元件之间的区域相同数量的指状电极。换言之,导电表面可以没有冗余线(从平行于导电元件的导电表面的相对纵向边缘中的一个或两个延伸)。

[0061] 一个或多个较大的最外部导电元件的存在可有助于提供这种配置。冗余线通常设置在太阳能电池的边缘以减少由于边缘处的区域各仅由一个导电元件服务而发生的损失。提供具有较低电阻的较大的最外部导电元件可能意味着在某些情况下可以去除冗余线而不损害太阳能电池组件的效率。这是因为较大的最外部导电元件的较低功率损耗和最外部区域中的较高电流(由冗余线引起的阴影减少导致)可以抵消去除冗余线的任何负面影响。

[0062] 层状结构可以包括在使用中光入射在其上的前表面(例如最前表面)和与前表面相对的背表面(例如最背表面)。

[0063] 导电表面可以是层状结构的前表面(光入射表面)。因此,电极组件可以配置在层状结构的前表面上(即在导电表面的指状电极上),并且导电元件可以延伸穿过层状结构的前表面(即穿过指状电极)。这种电极组件可称为前电极组件。

[0064] 在其他实施例中,导电表面可以是层状结构的背表面。因此,电极组件可以配置在层状结构的背表面上,并且导电元件可以延伸穿过层状结构的背表面(即,在导电表面的指状电极上)。这种电极组件可称为背电极组件。

[0065] 太阳能电池组件可以包括前电极组件和背电极组件(并且层状结构可以包括前导电表面和后导电表面)。

[0066] 层状结构可以包括多个层,其包括光伏元件。光伏元件可以包括半导体材料。因此,光伏元件可以是半导体基板。半导体基板可以由结晶硅(例如单晶硅晶圆)形成。基板可以配置有第一导电类型(例如n型)并且层状结构可以包括收集层,该收集层配置有与第一导电类型相反的第二导电类型(例如p型),并且因此与基板形成p-n接面。根据这样的配置,

收集层可以定义太阳能电池的少数电荷载子收集层(例如电洞收集层)。

[0067] 在太阳能电池的操作期间,多个电子-电洞对由入射在基板上的光产生。当基板为n型且少数载子收集层为p型(例如电洞收集层)时,分离的电洞和电子分别移动到p型电洞收集层和n型基板。因此,电洞在p型电洞收集层中作为多数电荷载子起作用,而电子在n型基板中作为多数电荷载子起作用。

[0068] 根据替代配置,基板可以是p型并且少数电荷载子收集层可以是n型(例如电子收集层),因此与基板形成p-n接面。在这种情况下,分离的电子和电洞分别移动到n型电子收集层和p型基板。

[0069] 收集层可以定义配置有第一导电类型(例如n型)的多数电荷载子收集层,其与基板的导电类型相同。例如,基板和多数电荷载子收集层都可以是n型,使得多数电荷载子收集层定义电子收集层。因此,多数电荷载子收集层可以被配置为选择性地从基板屏蔽或提取电荷载子。因此,当太阳能电池在使用中时,由入射在基板上的光产生的电子可被收集在电子收集层中,其中它们作为多数电荷载子起作用。

[0070] 收集层可以配置在基板的第一表面上。太阳能电池的层状结构还可以包括第二收集层(例如背场层),其配置在基板的与第一表面相对的第二表面上。第一表面和第二表面可以分别定义基板的前表面和后(或背)表面。太阳能电池的层状结构还可以包括配置在基板与相应的第一收集层和第二收集层之间的钝化层。

[0071] 根据示例性配置,基板可以由n型单晶硅晶圆形成,与p型单晶硅晶圆相比,其表现出更长的寿命特性。前收集层可以包括至少部分掺杂以成为n型的非晶材料(例如非晶硅)。背收集层可以包括至少部分掺杂以成为p型的非晶材料(例如非晶硅)。在其他实施例中,背收集层可以至少部分掺杂以成为n型并且前收集层可以至少部分掺杂以成为p型。

[0072] 这种排列可能有助于形成异质接面技术(HJT)型太阳能电池,之所以这样定义是因为它结合两种不同的材料以建立电荷分离p-n接面。或者,太阳能电池可包括多接面(例如串联)太阳能电池,如此定义是因为它包括两个或更多个电荷分离接面和两个或更多个产生电荷的光子吸收层。当然,层状结构可以采用其他形式(例如太阳能电池组件可以不是异质接面太阳能电池)。

[0073] 电极组件可以配置成使得集电层介于电极组件和基板之间。

[0074] 当集电层配置在基板的背面(例如最背面)时,电极组件可以配置在层状结构的背面,以定义太阳能电池的背电极。当集电层配置在基板的正面(例如最正面)上时,电极组件可以配置在层状结构的正面上,以定义太阳能电池的前电极。太阳能电池可包括配置在前层状结构的前表面上的前电极组件和配置在后层状结构的背表面上的背电极组件。

[0075] 半导体基板可以包括晶体硅(c-Si)。当半导体基板是n型半导体时,半导体材料可以被配置为包含诸如磷(P)、砷(As)和锑(Sb)的V族元素的杂质。当半导体材料是p型半导体材料时,它可以包含诸如硼(B)、镓(Ga)和铟(In)的III族元素的杂质。或者,半导体材料可以由除硅之外的材料形成。

[0076] 层状结构的表面,例如前表面可以有纹理以形成不平坦的表面或具有不平坦特性的表面。在这种情况下,由于层状结构的纹理表面,入射在层状结构上的光量增加,因此可以提高太阳能电池组件的效率。

[0077] 层状结构还可以包括配置在层状结构的前表面和/或背表面的抗反射层或涂层。

抗反射层或每个抗反射层可具有单层结构或多层结构。抗反射层可以由氮化硅(SiNx)和/或氧化硅(SiOx)形成。或者,抗反射层可以由透明导电氧化物(TCO)形成,例如氧化铟锡(ITO),其已经被纹理化以提供抗反射表面。抗反射层可有利地降低入射在太阳能电池组件上的光的反射率并增加预定波段的选择性,从而增加太阳能电池组件的效率。

[0078] 在第二方面,本文提供一种包括多个太阳能电池组件的太阳能模块,每个太阳能电池组件根据第一方面。太阳能电池组件可以彼此电耦接。

[0079] 多个太阳能电池组件可包括第一和第二太阳能电池组件,第一太阳能电池组件的导线电耦接到第二太阳能电池组件的导电元件。因此,多个导电元件可以在太阳能电池模块中的两个或更多个太阳能电池组件之间形成电连接。

[0080] 多个导电元件可以包括成对的电耦接导电元件,每对包括形成第一太阳能电池组件的一部分的第一导电元件和形成第二太阳能电池组件的一部分的第二导电元件。第一和第二导电元件可以通过第三导电元件(例如铜带)电耦接在一起以允许电流在第一和第二导电元件之间流动。第三导电元件可以基本上平行于或基本上垂直于第一和第二导电元件。

[0081] 第一、第二和第三导电元件可以一体形成以形成单个一体形成的元件(例如,电线)。以这种方式配置导电元件消除在相邻太阳能电池之间提供单独连接(例如铜带)的需要,从而减少制造太阳能电池组件所需的制造步骤的数量和复杂性。

[0082] 或者,第一和第二导电元件(和第三导电元件,当存在时)可以单独形成但电耦接在一起。

[0083] 第一导电元件可以接触第一太阳能电池组件的层状结构的前导电表面,并且第二导电元件可以接触第二太阳能电池组件的后导电表面。第三导电元件,当存在时,可以因此从第一太阳能电池组件的层状结构的前表面延伸到第二太阳能电池组件的层状结构的背表面。

[0084] 如上所述,每个太阳能电池组件的电极组件包括薄膜。导电元件容纳在这些薄膜和相应太阳能组件的各导电表面之间。一太阳能电池组件的薄膜可以与另一个太阳能电池组件的薄膜分开。因此,每个第一导电元件可以容纳在第一薄膜和第一太阳能电池组件的层状结构的前表面之间,并且每个第二导电元件可以容纳在第二薄膜和第一太阳能电池组件的层状结构的背表面之间。每个第三导电元件可以在第一薄膜和第二薄膜之间延伸(即,可以不附接/接收在第一薄膜和第二薄膜中的任一者上)。

[0085] 可以理解,第二太阳能电池组件可以以类似方式耦接到第三太阳能电池组件(即,导电元件从第二太阳能电池组件的层状结构的前导电表面延伸到第三太阳能电池组件的层状结构的后导电表面)。以这种方式,可以形成一系列或一串耦接的太阳能电池组件。

[0086] 在第三方面,本文提供一种用于太阳能电池的电极组件,该电极组件包括:

[0087] 绝缘光学透明薄膜;及

[0088] 多个纵向延伸、横向间隔的导电元件,并排配置在薄膜表面上,多个导电元件包括具有第一剖面区域的第一导电元件和具有大于第一剖面区域的第二剖面区域的第二导电元件。

[0089] 第三方面的电极组件可以与上面关于第一方面描述的电极组件相同(并且可以包括第一方面的一个或多个可选特征)。因此,薄膜可以如上文关于第一方面所述,并且同样

地,多个导电元件(包括它们的配置)可如上文关于第一方面所述。

[0090] 本领域中具有通常知识者将理解,除相互排斥的情况外,关于上述任一方面描述的特征或参数可应用于任何其他方面。此外,除非相互排斥,本文描述的任何特征或参数可应用于任何方面和/或与本文描述的任何其他特征或参数组合。

### 附图说明

[0091] 现在将参考附图仅通过示例的方式描述实施例,其中:

[0092] 图1A是太阳能电池的俯视图;

[0093] 图1B是图1A的太阳能电池的侧剖面图;及

[0094] 图2是说明图1A的太阳能电池的层状结构的示意图。

### 具体实施方式

[0095] 现在将参考附图讨论本公开的方面和实施例。进一步的方面和实施例对于本领域中具有通常知识者将是显而易见的。

[0096] 图1A和图1B示出太阳能电池组件100,包括配置在层状结构102的相应前侧和背侧上的前电极组件101和背电极组件101',层状结构102包括光伏元件(未示出)以及前导电表面111和后导电表面。为简洁起见,下面仅讨论前电极组件101,但应该理解,该描述同样适用于背电极组件101'(并且出于这个原因,相似的参考数字已用于标记背电极组件101')。

[0097] 前电极组件101包括电绝缘光学透明薄膜103和并排配置在薄膜103表面上导线104a-104f形式的多个横向间隔的导电元件。如下文将进一步描述的,电极组件101被配置为配置在太阳能电池组件100的层状结构102的前导电表面111上,用于提取由层状结构102的光伏元件产生的电流(回应于入射在太阳能电池组件100上的光)。

[0098] 多条导线104a-104f中的每条都具有圆形剖面形状(如从图1B中可见)。多条导线104a-104f也均匀间隔,彼此平行,并沿纵向方向(图1中的垂直方向)延伸。虽然只显示六条导线104a-104f,但应该理解,为清楚起见,图中省略许多(中间)导线。多条导线104a-104f中的第一条导线104b具有第一剖面区域,而多条导线104a-104f中的第二条导线104a具有大于第一剖面区域的第二剖面区域(即,第二导线104a具有比第一导线104b更大的直径)。同样,这在图1B中尤为明显。第一导线104b的直径为250 $\mu\text{m}$ ,第二线104a的直径为300 $\mu\text{m}$ 。

[0099] 具有较大剖面区域的第二导线104a是多条导线104a-104f中最外部的两条导线之一(另一条为第三导线104f)。尽管未示出,这些导线104a-104f配置在层状结构的前导电表面111的多个指状电极上,这些指状电极相对于导线104a-104f垂直延伸。指状电极均匀地分布在表面上并将电流从层状结构102传送到导线104a-104f以通过导线104a-104f从太阳能电池组件100提取电流。通常,由多条导线104a-104f中的特定导线提取的电流量取决于该导线与任何相邻导线和/或层状结构102的相邻边缘的接近程度。

[0100] 因此,并且如从图中应当清楚的那样,第二导线104a需要比第一导线104b提取更多的电流。这是因为第二导线104a是多条导线104a-104f中最外部的导线,这意味着在第二导线104a和层状结构的相邻纵向边缘105a之间的区域中产生的所有电流仅通过第二导线104a提取。这与第一导线104b不同,第一导线104b位于另外两条相邻导线(第二导线104a和第四导线104c)之间,因此从第一导线104b任一侧的区域中提取的电流与相邻导线104a、

104c共享。

[0101] 特别地,第二导线104a具有比第一导线104b更大的有效服务区域。第一导线104b的有效服务区域通过将第一区域117a的一半与第二区域117b的一半相加来判定。第一区域117a被定义在第一导线104b和第二导线104a之间,第二区域117b被定义在第一导线104b和第四导线104c之间。第二导线104a的有效服务区域通过将第一区域117a的一半与第三区域117c相加来判定。第三区域117c被定义在第二导线104a和层状结构102的相邻边缘105a之间。尽管为说明的目的,指示第一117a、第二117b和第三117c区域的虚线从导线/边缘104a、104b、104c插入参照图,应当理解,这些区域117a、117b、117c延伸穿过导线/边缘104a、104b、105a之间的整个区域。

[0102] 第二导线104a的较大剖面区域有助于最小化如果例如第二导线尺寸相对于它服务的该区域过小(例如,具有与第一导线104b相同的剖面区域)将会发生的功率损失。

[0103] 如上所述,多条导线104a-104f还包括第三导线104f,其是第二条导线104a-104f中第二最外部的导线,因此设置在多条导线104a-104f对于第二导线104a的相对侧。第三导线104f具有与第二导线104a相同的直径(300 $\mu\text{m}$ ),因此具有相同的剖面区域。

[0104] 多条导线104a-104f包括配置在最外部的导线104a、104f之间的多条中间导线104b-104e。第一导线104b是这些中间导线104b-104e中的一个。从图1B可以明显看出,中间导线104b-104e中的每一者都具有与第一导线104b相同的直径(使得每条中间导线104b-104e具有第一剖面区域)。中间导线104b-104e中的每一者提供比两个最外部的导线104a、104f中的每一者更小的区域(相对于电流提取)。在这方面,导线104a-104f的直径(因此剖面区域)对应于它们需要服务的相应区域(因此它们需要提取的电流大小)。这确保功率损失(电线尺寸过小造成)和遮蔽(电线尺寸过大造成)都最小化。

[0105] 除最小化功率损耗之外,较大的第二104a和第三104f导线允许薄膜103和层状结构102的表面之间更好的黏附。现在将对此进行更详细的描述。

[0106] 从图中可以明显看出,表示线104a-104f之间的间距的第一距离A短于定义在第二导线104a和层状结构102的相邻边缘105a之间的第二距离B。同样,第一距离A还短于由第三导线104f和层状结构102的相邻边缘105b定义的第三距离C。在所实施例中,薄膜103具有与层状结构102相同的宽度和长度尺寸。因此,第二距离B与定义在第二导线104a和薄膜103的相邻边缘106a之间的第四距离D相同。类似地,第三距离C与定义在第三导线104f与薄膜103的相邻边缘106b之间的第五距离E相同。

[0107] 第二、第三、第四和第五距离可以比第一距离长,因为第二104a和第三104f导线的剖面区域更大(即,因为这些导线104a、104f能够提取更大的电流)。这些较长距离所提供的好处源于这样的事实,即第二导线104a和第三导线104f之间的两个空间及其层状结构102的相应相邻边缘105a、105b定义没有导线的区域107a、107b。这些无线区域提供薄膜103在其中与层状结构102的前表面直接接触的区域(即未被线的存在中断)。期望使这种直接接触最大化,因为这样做可以增加膜103和层状结构102之间的黏附力(并且因此可以帮助确保导线104a-104f牢固地保持在层状结构102上)。

[0108] 图2是上述太阳能电池组件100的层状结构102的剖视图。在这个视图中,层状结构102显示为与前电极组件101和背电极组件101'隔离。层状结构102包括多层半导体组件,其包括半导体基板108形式的光伏元件,半导体基板108夹在前收集层109和后收集层110之

间。因此,前收集层109和后收集层110配置在基板108的相对侧。

[0109] 前收集层109朝向层状结构102的前表面111配置,而后收集层110朝向背表面112配置。组装时,前电极组件101电连接到前收集层109且背电极组件101'电连接到后收集层110。这种配置定义异质界面技术(HJT)型太阳能电池。在其他实施例中,层状结构可以采用其他形式(例如太阳能电池组件可以不是HJT型太阳能电池的形式)。例如,在一些其他实施例中,可以不存在一个或多个层,可以将一个或多个层组合在一起,和/或可以添加额外的层,条件是层状结构102可以继续从入射辐射(例如光)执行它的发电功能。

[0110] 基板108由晶体硅(c-Si)形成,其被负掺杂(即n型材料),具有V族元素杂质,例如磷(P)、砷(As)和锑(Sb)。前收集层109和后收集层110均由非晶硅(a-Si:H)形成。使用PECVD将非晶硅沉积在硅晶圆的前表面和背表面上。

[0111] 后收集层110包括正掺杂半导体材料(即p型材料),而前收集层109包括n型材料。p型材料含有硼(B)、镓(Ga)、铟(In)等III族元素的杂质。

[0112] 在层状结构102的该示例性配置中,后收集层110定义层状结构102的杂质区,其具有与基板108的导电类型相反的导电类型,因此与基板108一起形成p-n界面。

[0113] 多层半导体组件还包括第一本征层113和第二本征层114。本征层113、114均由本征掺杂的非晶硅形成。第一本征层113配置在前收集层109和基板108之间以形成前侧钝化层。另外,第二本征层114设置在基板108和后集电层110之间以形成背侧钝化层。

[0114] 最后,层状结构102的前表面111覆盖有由氧化铟锡(ITO)形成的透明导电涂层115。ITO层的上表面被纹理化以提供抗反射特性。抗反射层有利地降低入射在太阳能电池组件100上的光的反射率并增加预定波段的选择性,从而增加太阳能电池组件100的效率。

[0115] 层状结构102的背表面112也覆盖有由氧化铟锡(ITO)形成的透明导电涂层116。透明导电涂层115、116被配置为增加到配置在层状结构102的相应表面上的指状电极的横向载子传输。透明导电涂层115、116在包括由非晶硅形成的层的异质界面型装置中特别有利,所述非晶硅表现出差的载子迁移率。

[0116] 在太阳能电池组件100的操作期间,光入射到层状结构102上,如图2顶部的箭头所示。通过入射光子的吸收产生多个电子-电洞对。然后,电子-电洞对通过p-n界面产生的内建电势差分为电子和电洞。分离的电子移动到基板108中的n型半导体,并且分离的电洞移动到后收集层110中的p型半导体。因此,电子成为基板108中的主要载子,并且电洞成为后收集层110中的主要载子。这些多数载子中的每一者都被相应的电极组件101、101'从层状结构102中提取出来。

[0117] 应当理解,本发明不限于上述实施例,并且在不脱离本文描述的概念的情况下可以进行各种修改和改进。除非相互排斥,否则任何特征都可以单独使用或与任何其他特征组合使用,并且本公开延伸至并包括本文所述的一个或多个特征的所有组合和子组合。

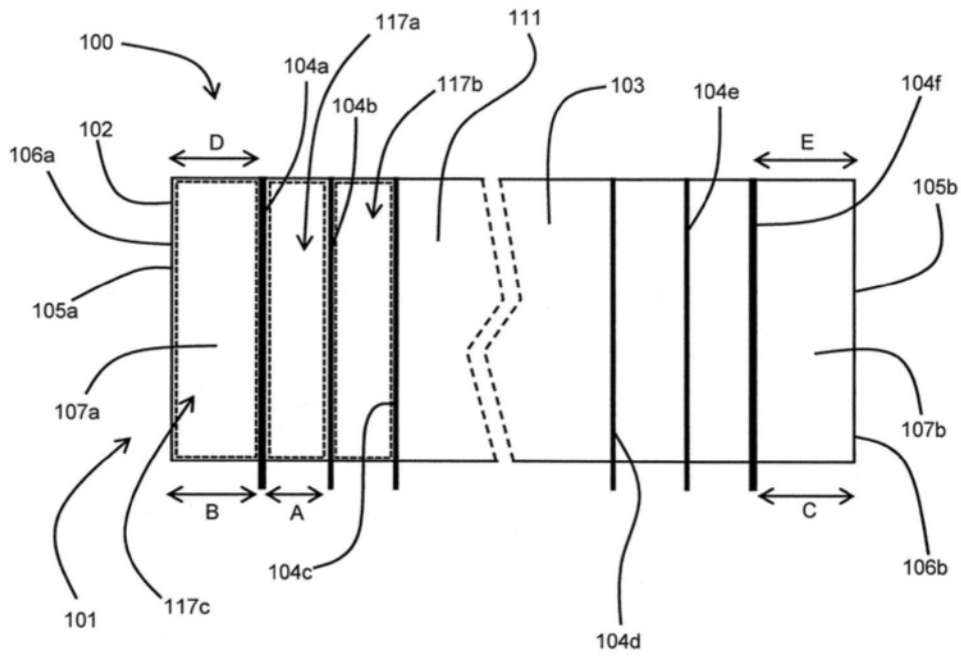


图1A

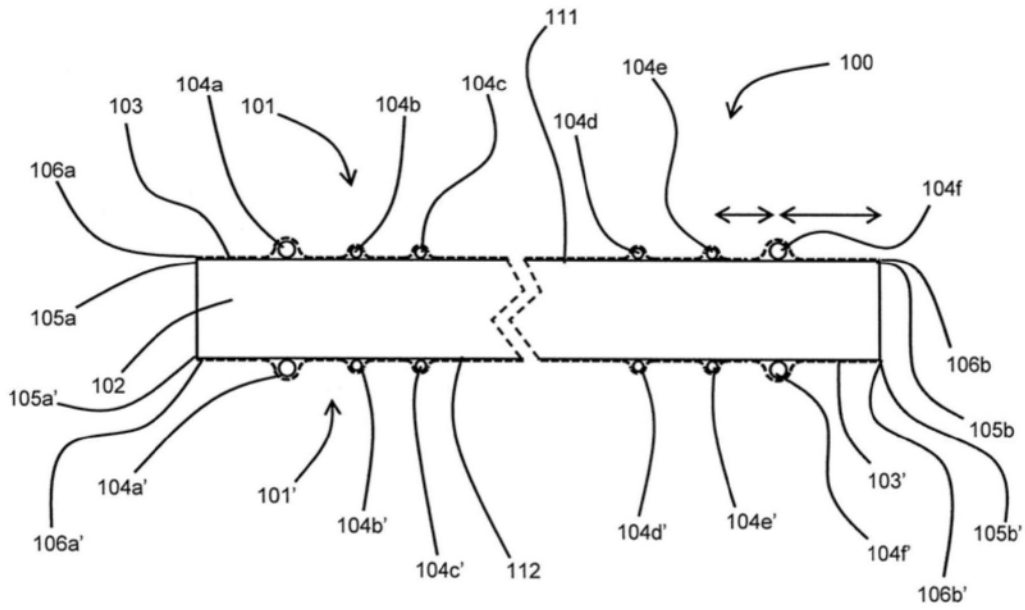


图1B

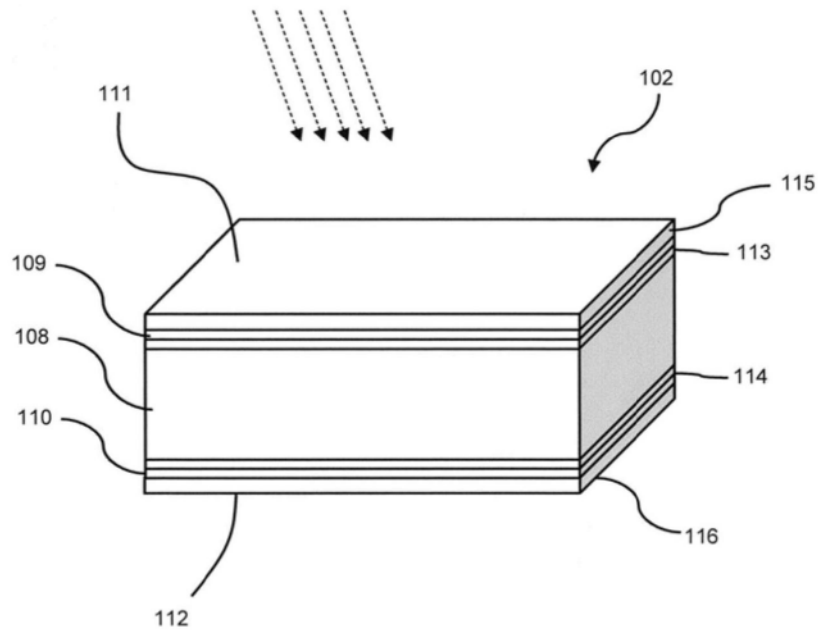


图2