



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110462855 A

(43)申请公布日 2019.11.15

(21)申请号 201880021460.9

托马斯·J·梅茨勒

(22)申请日 2018.03.22

马修·R·D·史密斯

(30)优先权数据

撒格尔·A·沙·李在容

62/479,796 2017.03.31 US

詹姆斯·F·波赫·罗杰·W·巴顿

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

(74)专利代理机构 中原信达知识产权代理有限公司 11219

2019.09.26

代理人 梁晓广 李金刚

(86)PCT国际申请的申请数据

(51)Int.Cl.

PCT/IB2018/051949 2018.03.22

H01L 35/32(2006.01)

(87)PCT国际申请的公布数据

H01L 35/24(2006.01)

W02018/178821 EN 2018.10.04

(71)申请人 3M创新有限公司

权利要求书2页 说明书10页 附图8页

地址 美国明尼苏达州

(72)发明人 安基特·马哈詹

米哈伊尔·L·佩库罗夫斯基

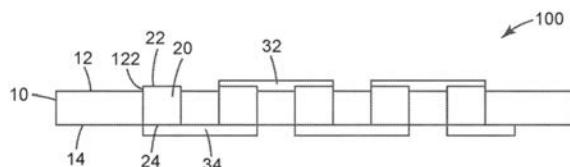
马修·S·斯泰 肖恩·C·多兹

(54)发明名称

包括固体半导体管芯的电子装置

(57)摘要

本发明提供了包括聚合物材料层和部分嵌入层中的固体半导体管芯的电子装置。管芯具有突出远离层的第一主表面的第一端部。通过将管芯的第一端部沉入衬里的主表面中可形成电子装置。将可流动的聚合物材料填充到管芯之间的空间中并硬化其以形成聚合物材料层。通过使衬里从管芯的第一端部离层而暴露管芯的第一端部。在该层上提供导电体以连接管芯的第一端部。



1. 一种方法, 所述方法包括:

提供固体半导体管芯阵列, 每个所述固体半导体管芯在其第一端部和相对的第二端部之间延伸;

将所述管芯的所述第一端部沉入第一衬里的主表面;

将可流动的聚合物材料填充到所述第一衬里的所述主表面上;

硬化所述聚合物材料以形成聚合物基质材料层, 其中所述固体半导体管芯阵列至少部分地嵌入所述层中;

使所述第一衬里从所述管芯的所述第一端部离层; 以及

电连接所述管芯的所述第一端部。

2. 根据权利要求1所述的方法, 还包括: 在与所述第一衬里相背的侧面上, 在所述管芯的所述第二端部处提供与所述管芯阵列接触的第二衬里。

3. 根据权利要求1所述的方法, 其中硬化所述聚合物材料包括热固化或辐射固化。

4. 根据权利要求1所述的方法, 还包括电连接所述管芯阵列的所述第二端部。

5. 根据权利要求3所述的方法, 其中所述聚合物材料从所述第一端部的侧面固化, 并且在固化后除去所述第二端部处的未固化材料。

6. 根据权利要求1所述的方法, 还包括: 在与所述第一衬里相背的所述侧面上, 在所述管芯阵列的所述第二端部上涂覆导电的低表面能材料。

7. 根据权利要求1所述的方法, 其中提供所述管芯阵列包括将所述管芯阵列设置到预结构化的工具中, 所述管芯阵列的所述第二端部突出远离所述预结构化的工具。

8. 根据权利要求1所述的方法, 还包括熔化所述第一衬里的所述主表面, 以允许所述管芯阵列的所述第一端部在压力下沉入所述主表面。

9. 根据权利要求1所述的方法, 其中所述第一衬里具有至少两个层, 每个层具有不同的熔点, 使得具有较低熔点的所述层面向所述管芯阵列; 并且还包括加热具有较低熔点的所述层超过其软化点, 使得所述管芯的所述第一端部浸没在具有较低熔点的所述层中。

10. 根据权利要求9所述的方法, 其中所述第一衬里包括聚乙烯邻苯二甲酸酯层和聚乙烯层作为具有较低熔点的所述层。

11. 根据权利要求3所述的方法, 其中所述可流动的聚合物材料包含聚氨酯丙烯酸酯、聚二甲基硅氧烷或聚氨酯橡胶。

12. 一种电子膜装置, 所述电子膜装置包括:

聚合物基质材料层, 所述层具有相背的第一主表面和第二主表面;

固体半导体管芯阵列, 所述固体半导体管芯阵列至少部分地嵌入所述层中, 所述管芯各自在其第一端部和第二端部之间延伸, 所述第一端部突出远离所述层的所述第一主表面; 和

第一导电体, 所述第一导电体连接所述管芯阵列的所述第一端部。

13. 根据权利要求12所述的电子膜装置, 还包括连接热电芯片阵列的第二端部的第二导电体。

14. 根据权利要求13所述的电子膜装置, 其中所述第一导电体或所述第二导电体具有直接设置在所述层的所述第一主表面或所述第二主表面上的至少一部分。

15. 根据权利要求12所述的电子膜装置, 其中所述聚合物基质材料层是可固化聚合物

材料的固化产物。

16. 根据权利要求15所述的电子膜装置,其中所述可固化聚合物材料包含聚氨酯丙烯酸酯、聚二甲基硅氧烷或聚氨酯橡胶。

17. 根据权利要求12所述的电子膜装置,其中所述聚合物基质材料层是柔性层。

18. 根据权利要求12所述的电子膜装置,其中所述固体半导体管芯阵列包括至少一个n型热电管芯和至少一个p型热电管芯。

19. 一种柔性热电模块,所述柔性热电模块包括:

柔性聚合物材料层,所述层具有相背的第一主表面和第二主表面;

固体热电管芯阵列,所述固体热电管芯阵列至少部分地嵌入所述层中,所述管芯各自在其第一端部和第二端部之间延伸,两个端部从所述柔性聚合物材料层暴露,所述第一端部和所述第二端部中的至少一个突出远离所述层;

第一导电体,所述第一导电体在所述层的所述第一主表面上延伸,以连接所述管芯阵列的所述第一端部;和

第二导电体,所述第二导电体在所述层的所述第一主表面上延伸,以连接所述管芯阵列的所述第二端部。

20. 根据权利要求19所述的柔性热电模块,其中所述管芯的所述第一端部突出远离所述层的所述第一主表面。

包括固体半导体管芯的电子装置

技术领域

[0001] 本公开涉及包括固体半导体管芯的电子装置(例如热电装置)及其制备和使用方法。

背景技术

[0002] 固体半导体管芯可用于集成到各种电子装置中。例如,通过将固体热电管芯阵列放置在两个平行陶瓷基材之间可制备陶瓷热电模块。电极可在陶瓷基材上形成以通过焊接或硬钎焊电连接热电管芯的腿部,这通常为手动组装工艺。

发明内容

[0003] 期望以大面积格式和成本有效的方式制造包括固体半导体管芯的电子装置。简而言之,在一个方面,本公开描述了一种方法,该方法包括提供固体半导体管芯阵列,每个固体半导体管芯阵列在第一端部和相对的第二端部之间延伸,将管芯的第一端部沉入第一衬里的主表面,将可流动的聚合物材料填充到第一衬里的主表面上,以及固化聚合物材料以形成聚合物基质材料层。固体半导体管芯阵列至少部分地嵌入层中。该方法还包括使第一衬里从管芯的第一端部离层以暴露管芯的第一端部,并且电连接管芯的暴露的第一端部。

[0004] 在另一个方面,本公开描述了一种包括聚合物基质材料层的电子膜装置,该层具有相背的第一主表面和第二主表面,以及至少部分地嵌入该层中的固体半导体管芯阵列。管芯各自在其第一端部和第二端部之间延伸。第一端部突出远离层的第一主表面。第一导电体在层的第一主表面上延伸,以连接管芯的第一端部。

[0005] 在另一个方面,本公开描述了一种包括柔性聚合物材料层的柔性热电模块,该层具有相背的第一主表面和第二主表面,以及至少部分地嵌入该层中的固体热电管芯阵列。管芯各自在其第一端部和第二端部之间延伸。两个端部从柔性聚合物材料层暴露。第一端部和第二端部中的至少一个突出远离该层。第一导电体在层的第一主表面上延伸,以连接管芯阵列的第一端部。第二导电体在层的第一主表面上延伸,以连接管芯阵列的第二端部。

[0006] 在本公开的示例性实施方案中获取各种意料不到的结果和优点。本公开的示例性实施方案的一个此类优点是包括固体半导体管芯的电子装置可以大面积格式和成本有效的方式制造。固体半导体管芯可与柔性聚合物层集成,这可产生柔性电子装置。制造柔性电子装置的工艺可包括卷对卷(R2R)工艺,其可有效地减小电子膜装置的厚度,提供柔性的大面积电子装置,并降低加工成本。

[0007] 已总结本公开的示例性实施方案的各种方面和优点。上面的发明内容并非旨在描述本公开的当前某些示例性实施方案的每个例示的实施方案或每种实施方式。下面的附图和具体实施方式更具体地举例说明了使用本文所公开的原理的某些优选实施方案。

附图说明

[0008] 结合附图考虑本公开的各种实施方案的以下详细描述可更全面地理解本公开,其

中：

- [0009] 图1是根据本公开的一个实施方案的电子装置的剖视图。
- [0010] 图2A是根据本公开的一个实施方案的预结构化的工具的剖视图。
- [0011] 图2B是根据本公开的一个实施方案的图2A的预结构化的工具的剖视图,其中设置有任何管芯阵列。
- [0012] 图2C是根据本公开的一个实施方案的将从预结构化的工具转移到胶带上的图2B的管芯的剖视图。
- [0013] 图2D是根据本公开的一个实施方案的设置在胶带上的图2C的管芯的剖视图。
- [0014] 图2E是根据本公开的一个实施方案的从胶带转移到第一衬里的图2D的管芯的剖视图。
- [0015] 图2F是根据本公开的一个实施方案的图2E的管芯的剖视图,其中管芯的一个端部沉入第一衬里中。
- [0016] 图3A是根据本公开的一个实施方案的图2F的管芯的剖视图,其中管芯的另一个端部与第二衬里接触。
- [0017] 图3B是根据本公开的一个实施方案的图3A的管芯的剖视图,其中第一衬里和第二衬里之间的空间填充有聚合物材料。
- [0018] 图3C是根据本公开的一个实施方案的图3B的管芯的剖视图,其中聚合物材料硬化以形成聚合物层。
- [0019] 图3D是根据本公开的一个实施方案的部分嵌入聚合物层中的图3C的管芯的剖视图。
- [0020] 图3E是根据本公开的一个实施方案的图3D的管芯的剖视图,其中管芯的第一端部电连接。
- [0021] 图3F是根据本公开的一个实施方案的图3E的管芯的剖视图,其中管芯的第二端部电连接。
- [0022] 图4A是根据本公开的一个实施方案的具有沉入第一衬里的一个端部的图2F的管芯的剖视图,其中通过喷墨印刷在管芯之间的空间填充有油墨材料。
- [0023] 图4B是根据本公开的一个实施方案的图4A的管芯的剖视图,其中通过喷墨印刷在管芯之间的空间填充有油墨材料。
- [0024] 图5A是根据本公开的一个实施方案的具有沉入第一衬里的一个端部的图2F的管芯的剖视图,其中通过涂覆在管芯之间的空间填充有聚合物材料。
- [0025] 图5B是根据本公开的一个实施方案的图5A的管芯的剖视图,其中聚合物材料通过从一个侧面固化而硬化以形成聚合物层。
- [0026] 图5C是根据本公开的一个实施方案的图5B的管芯的剖视图,其中未固化的聚合物材料将被移除。
- [0027] 图5D是根据本公开的一个实施方案的图5C的管芯的剖视图,其中未固化的聚合物材料被洗掉。
- [0028] 图5E是根据本公开的一个实施方案的图5E的管芯的剖视图,其中第一衬里从管芯的第一端部离层。
- [0029] 图6A是根据本公开的一个实施方案的图2F的管芯的剖视图,其中导电低表面能材

料涂覆在管芯的第二端部上。

[0030] 图6B是根据本公开的一个实施方案的图6A的管芯的剖视图,通过涂覆在管芯之间的空间填充有聚合物材料。

[0031] 图6C是根据本公开的一个实施方案的图6B的管芯的剖视图,其中聚合物材料从管芯的第二端部去湿。

[0032] 图6D是根据本公开的一个实施方案的图6C的管芯的剖视图,其中聚合物材料硬化以形成聚合物层。

[0033] 图6E是根据本公开的一个实施方案的图6D的管芯的剖视图,其中第一衬里从管芯的第一端部离层。

[0034] 图6F是根据本公开的一个实施方案的图6E的管芯的剖视图,其中管芯的第二端部电连接。

[0035] 图6G是根据本公开的一个实施方案的图6F的管芯的剖视图,其中管芯的第一端部电连接。

[0036] 在附图中,相似的附图标号指示相似的元件。虽然可不按比例绘制的上面标识的附图阐述了本公开的各种实施方案,但还可想到如在具体实施方式中所提到的其它实施方案。在所有情况下,本公开以示例性实施方案的表示的方式而非通过表述限制来描述当前所公开的公开内容。应当理解,本领域的技术人员可想出许多其它修改和实施方案,这些修改和实施方案落在本公开的范围和实质内。

具体实施方式

[0037] 对于以下定义术语的术语表,除非在权利要求书或说明书中的别处提供不同的定义,否则整个申请应以这些定义为准。

[0038] 术语表

[0039] 在整个说明书和权利要求书中使用某些术语,虽然大部分为人们所熟知,但仍可需要作出一些解释。应当理解:

[0040] 术语“可流动的聚合物材料”是指液体组合物,诸如油墨组合物或熔融或半熔融的聚合物材料。

[0041] 术语“衬里”是指具有主表面的基材,该主表面可变形以适应固体半导体管芯的端部的下沉,并且能够在主表面和管芯的端部之间形成流体密封。

[0042] 通过所公开的涂覆制品中的各种元件的位置使用取向术语诸如“在...顶上”、“在...上”、“在...之上”“覆盖”、“最上方”、“在...下面”等,我们指元件相对于水平设置的、面向上方的基底的相对位置。然而,除非另外指明,否则本发明并非旨在基底或制品在制造期间或在制造后应具有任何特定的空间取向。

[0043] 关于数值或形状的术语“约”或“大约”意指该数值或属性或特征的+/-5%,但明确地包括确切的数值。例如,“约”1Pa·sec的粘度是指粘度为0.95Pa·sec至1.05Pa·sec,但也明确地包括刚好1Pa·sec的粘度。类似地,“基本上正方形”的周边旨在描述具有四条侧棱的几何形状,其中每条侧棱的长度为任何其它侧棱的长度的95%至105%,但也包括其中每条侧棱刚好具有相同长度的几何形状。

[0044] 关于属性或特征的术语“基本上”意指该属性或特征表现出的程度大于该属性或

特征的相背对面表现出的程度。例如，“基本上”透明的基底是指与不透射(例如,吸收和反射)相比透射更多辐射(例如,可见光)的基底。因此,透射入射在其表面上的可见光多于50%的基底是基本上透明的,但透射入射在其表面上的可见光的50%或更少的基底不是基本上透明的。

[0045] 如本说明书和所附实施方案中所用,除非内容清楚指示其它含义,否则单数形式“一个”、“一种”和“所述”包括多个指代物。因此,例如,关于包含“一种复合物”的细旦纤维包括两种或更多种复合物的混合物。如本说明书和所附实施方案中所用的,除非内容清楚指示其它含义,否则术语“或”通常以其包括“和/或”的含义使用。

[0046] 如本说明书中所用的,通过端点表述的数值范围包括该范围内所包括的所有数值(例如,1至5包括1、1.5、2、2.75、3、3.8、4和5)。

[0047] 除非另外指明,否则本说明书和实施方案中所使用的表达量或成分、性质测量等的所有数字在所有情况下均应理解成由术语“约”来修饰。因此,除非有相反的说明,否则在上述说明书和所附实施方案列表中示出的数值参数可根据本领域的技术人员利用本公开的教导内容寻求获得的期望属性而变化。最低程度上说,并且在不试图将等同原则的应用限制到受权利要求书保护的实施方案的范围内的情况下,每个数值参数应至少根据所报告的数值的有效数位的数量并通过应用惯常的四舍五入法来解释。

[0048] 现在将具体参考附图对本公开的各种示例性实施方案进行描述。在不脱离本公开实质和范围的情况下,可对本公开的示例性实施方案进行各种修改和更改。因此,应当理解,本公开的实施方案并不限于以下所述的示例性实施方案,而应受权利要求书及其任何等同物中示出的限制因素的控制。

[0049] 图1示出了制品100的剖视图。制品100包括聚合物材料层10,其具有相背的第一主表面12和第二主表面14。在一些实施方案中,层10可以是聚合物基质材料的柔性层,其可以是例如可固化聚合物材料的固化产物。合适的可固化聚合物材料可包括例如聚氨酯丙烯酸酯、聚二甲基硅氧烷、聚氨酯橡胶、聚烯烃泡沫等。层10的厚度为例如约10微米至约0.5厘米。

[0050] 固体半导体管芯20的阵列至少部分地嵌入聚合物层10中。固体半导体管芯20各自在其第一端部22和第二端部24之间延伸。第一端部22突出远离层10的第一主表面12。在一些实施方案中,管芯20的第一端部22通过台阶122突出远离聚合物层10的第一主表面12。台阶122的平均高度可为约1微米至约100微米、约1微米至约50微米、约1微米至约25微米或约2微米至约25微米。管芯20的第一端部22通过第一导电体32电连接。管芯20的第二端部24通过第二导电体34电连接。管芯20的阵列可包括任何数量(例如,一个、两个、三个或更多个)管芯。管芯20可规则地或随机地布置。

[0051] 图1的制品100可以是电子装置诸如例如热电装置、光电装置等,这可取决于固体半导体管芯20的类型。在一些实施方案中,固体半导体管芯20可包括一个或多个热电芯片,并且制品100可以是热电装置。热电芯片可由n型半导体材料(例如,Bi₂Te₃或其合金)或p型半导体材料(例如,Sb₂Te₃或其合金)制成。在一些实施方案中,固体半导体管芯20可包括一个或多个LED芯片,并且制品100可以是光电装置。

[0052] 在一些实施方案中,固体半导体管芯20可包括设置在第一端部22和第二端部24中的至少一个的表面上的电触点(例如,用于热电芯片的腿)。管芯20的电触点可例如通过第

一导电体32或第二导电体34电连接,以形成具有期望功能的电路。

[0053] 固体半导体管芯20至少部分地嵌入聚合物材料层10中。在图1所示的实施方案中,第一端部22和第二端部24至少部分地从聚合物材料层10暴露,以允许电子导体32和34分别电连接第一端部22和第二端部24上的触点。

[0054] 图2A-2F示出了根据一个实施方案的制造图1的制品100的过程。预结构化的工具2在其主表面6上设置有预定义腔体4,以接收固体半导体管芯20。预结构化的工具2可以是例如图案化的旋转带、图案化的鼓等。通过使用例如标准的“拾取和放置”设备、芯片射击器或基于激光的转移方法可执行将固体半导体管芯20放置到腔体4中。将固体半导体管芯20限制在工具2上的预定义腔体4中可以是有利的,因为a)即使在较高速度下它也能够精确放置,并且b)它保持固体半导体管芯20在移动工具2上的绝对和相对取向,而不必将它们钉住。

[0055] 如图2B所示,固体半导体管芯20设置在工具2的腔体4中。第二端部24突出远离主表面6。然后,通过使胶带8与管芯20的第二端部24接触,将固体半导体管芯20的阵列从预结构化的工具2转移到胶带8,如图2C-D所示。胶带8可压靠在预结构化的工具2的主表面6上。当从工具2移除胶带8时,管芯20可被转移到胶带8。在转移之后,管芯20的相对取向可保持在胶带8上。胶带8可以是涂覆有“弱”粘合剂诸如例如3M Scotch可移除带材的基材。应当理解,胶带8可以是任何合适的保持表面(例如,粘合表面、图案化表面等),其可牢固地保持管芯20的第二端部,这可在以后容易地移除。

[0056] 然后提供第一衬里50以接触管芯20的第一端部22,如图2E所示。本文所述的衬里是指具有主表面的基材,该主表面可变形以适应固体半导体管芯的端部的下沉,并且能够在主表面和管芯的端部之间形成紧密密封。另外,衬里的主表面可具有低表面能,使得聚合物涂层和设置在其上的管芯可从其释放。

[0057] 在图2E所示的实施方案中,第一衬里50包括设置在其基材54上的表面层52。表面层52和基材54可由不同的材料制成,其中表面层52具有比基材54低的熔化温度。在一些实施方案中,可将第一衬里50加热到某些温度,在该温度下,表面层52(而不是基材54)可至少部分地熔化或软化,以允许管芯20的第一端部22沉入表面层52中。基材54可在这样的温度下维持其刚度,并且用作停止层以将表面层52和管芯20保持在适当位置。在一些实施方案中,第一衬里可包括聚乙烯邻苯二甲酸酯层和聚乙烯层。

[0058] 在一些实施方案中,在管芯20的第一端部22沉入第一衬里50的主表面之后,主表面可再硬化以将管芯阵列锚固在其上。例如,第一衬里50可例如在室温下冷却,以重新硬化表面层52。在将管芯20的阵列定位并固定在第一衬里50上之后,可移除胶带8并将管芯20从胶带8转移到第一衬里50,如图2F所示。

[0059] 在图3A所示的实施方案中,提供第二衬里60以接触管芯20的第二端部24。类似于第一衬里50,第二衬里60包括设置在其基材64上的表面层62。第二衬里60的表面层62和基材64可由不同的材料制成,其中表面层62具有比基材64低的熔化温度。在一些实施方案中,可将第二衬里60加热到某些温度,在该温度下,表面层62(而不是基材64)可至少部分地熔化或软化,以允许管芯20的第二端部24沉入表面层62中。基材64可在这样的温度下维持其刚度,并且用作停止层以将表面层62和管芯20保持在适当位置。

[0060] 在管芯20的第一端部22和第二端部24分别定位在相对的衬里50和60的情况下,

形成平行板状结构。相对的衬里50和60之间的距离基本上由管芯20的高度确定。然后用可流动的聚合物材料10a'填充第一衬里50和第二衬里60之间的空间10'，如图3B所示。保护管芯20的第一端部22和第二端部24免受聚合物材料10a'的影响。

[0061] 在一些实施方案中，聚合物材料10a'可被提供以流入空间10'。在一些实施方案中，液体、熔融或半熔融聚合物材料10a'可例如通过分配、注射、印刷等被提供到空间10'中。在一些实施方案中，聚合物材料10a'可以是具有低粘度的液体。当低粘度液体接近平行板状结构的边缘时，它可通过毛细管压力流入空间10'。只要存在液体的连续供应，液体前沿就可前进以完全填充管芯20之间的填隙。通过衬里50和60之间的管芯阵列20的存在可辅助毛细管流动，这形成局部流体通道。毛细管填充的速率可通过流变学、表面能量学、管芯的高度和它们的相对取向等来确定。

[0062] 在完全填充空间10'时，可流动的聚合物材料10a'可通过例如热固化或辐射固化（例如UV固化）硬化，以形成聚合物材料层10a。图3C是图3B的平行板状结构的剖视图，其中聚合物材料硬化以形成层10a。应当理解，可流动的聚合物材料可通过任何其它合适的方法或工艺硬化。

[0063] 在形成层10a之后，第一衬里50和第二衬里60从管芯20和层10a离层。应当理解，衬里50和60可包括任何合适的材料和构造，只要(i)主表面可变形以适应固体半导体管芯的端部的下沉，并且(ii)衬里可以是从管芯和聚合物层离层。图3D是部分嵌入聚合物材料层10a中的管芯20的剖视图。在移除第一衬里50和第二衬里60之后，管芯20的第一端部22和第二端部24暴露。在一些实施方案中，第一端部和/或第二端部可突出远离层10a的相应主表面12或14。

[0064] 提供第一导电体32以电连接管芯20的第一端部22上的触点；提供第二导电体34以电连接管芯20的第二端部24上的触点，如图3E-3F所示。导电体32和34可在层10a的相应主表面12和14上的管芯22或24的相邻端部之间延伸。可通过任何合适的方法在层10a上形成导电体32和34。在一些实施方案中，层10a的平滑度和平坦度可便于使用例如印刷方法、层压方法等。

[0065] 在图3F所示的实施方案中，固体半导体管芯20包括n型热电芯片阵列和p型热电芯片阵列，它们电连接以形成热电电路（例如，热电发电机）。当热电芯片20的相对的两端部22和24之间存在温差时，直流电流可在电路中流动。

[0066] 导电体32或34可由沉积或印刷的金属图案形成。金属可包括例如铜、银、金、铝、镍、钛、钼、它们的组合等。在一些实施方案中，金属图案可通过使用金属复合油墨或浆料的丝网印刷形成。在其它实施方案中，可通过柔性版印刷或凹版印刷来形成金属图案。在其它实施方案中，金属图案可通过喷墨印刷形成。在其它实施方案中，金属图案可通过无电沉积形成。在其它实施方案中，可通过溅射或CVD沉积然后通过光刻图案化来沉积金属。金属厚度的范围可以是例如在1微米至100微米之间。在一些实施方案中，导电体可印刷到聚合物层10a的平坦表面上以连接管芯20的相应端部。在一些实施方案中，导电体可通过层压图案化金属带（例如，Cu带）或通过金属的无电沉积来形成。应当理解，导电体可通过任何合适的方法形成，以电连接管芯20的相应端部。

[0067] 在一些实施方案中，在其上提供导电体32和34之前，可进一步清洁半导体管芯20的端表面。清洁方法可包括例如溶剂冲洗、用超声波酸洗、用砂纸或通过喷砂处理、高压水

喷雾、溅射清洁、等离子体清洁等。这种清洁可改善电触点的质量。

[0068] 当管芯20具有定位在第一衬里50中的第一端部22时,如图2F所示,聚合物层可直接形成在第一衬里50上以填充其上的空间10'。在图4A所示的实施方案中,固体半导体管芯20之间的填隙26填充有通过喷墨印刷3分配的油墨材料10b'。在毛细管压力的驱动下,油墨10b'可从每个分配部位行进一定距离,这可取决于流变学、表面能量学和/或管芯几何形状。可沿着基材的宽度在周期性部位分配新鲜油墨,以确保管芯20之间的填隙26的连续覆盖。

[0069] 在一些实施方案中,油墨可以合适的量提供,具有合适的特性,使得当油墨在管芯20之间的空间/填隙中前进时,由于钉扎效应,它可被限制在由管芯20的上边缘限定的水平下方,如图4B所示。油墨10b'可不流到管芯20的第二端部24上或覆盖管芯20的第二端部24。在完全填充时,第一衬里50和支撑的管芯20和油墨10b'可通过层压辊隙,以在硬化步骤之前使油墨表面轮廓变平。

[0070] 在图5A所示的实施方案中,可流动的聚合物材料10c'经由涂覆设备5直接涂覆到第一衬里50上,以填充管芯20之间的填隙26。可涂覆聚合物材料10c'以完全覆盖管芯20,即,聚合物材料10c'的水平12'高于管芯20的端部24。然后聚合物材料10c'通过辐射7从管芯20的背面固化,以形成聚合物材料层10c。辐射7可以是例如准直的UV照射。管芯20可阻止辐射固化管芯20的第二端部24上的聚合物材料的部分14'。在形成层10c之后,可移除未固化的材料14' (例如,通过洗涤) 以暴露管芯20的第二端部24。在移除未固化材料14'之后,可从层10c的第二主表面14到管芯20的第二端部24形成凹痕142,如图5D所示。凹痕142的尺寸可以是例如约1微米至约100微米、约1微米至约50微米、约1微米至约25微米或约2微米至约25微米。在移除第一衬里50之后,可暴露管芯22的第一端部22。第一端部22通过台阶122突出远离层10c的第一主表面12。台阶122的尺寸可以是例如约1微米至约100微米、约1微米至约50微米、约1微米至约25微米或约2微米至约25微米。

[0071] 在图6A所示的实施方案中,导电涂层36设置在管芯20的第二端部24上。导电涂层36可由低表面能材料制成,诸如例如硅氧烷基银油墨。可使用任何合适的方法来形成导电涂层36,诸如例如通过使用平坦压模柔性印刷管芯的顶表面。可流动的聚合物材料10d'可通过涂覆设备5涂覆到第一衬里50上。当涂覆的聚合物材料10d'接近管芯20的端部24时,它可从导电涂层36去湿,如图6B-C所示。涂覆的聚合物10d'的水平12'可基本上等于或低于导电涂层36。然后将聚合物材料10d'硬化以形成聚合物层10d,如图6D所示。移除第一衬里50以暴露管芯20的第一端部22,其通过第一导电体32电连接,如图6G所示。管芯的第二端部24上的导电涂层36通过第二导电体34电连接,如图6F-6G所示。在一些实施方案中,当导电涂层36薄(例如,比第一导电体32薄)时,可使第二导电体34覆盖导电涂层36。

[0072] 本公开提供了用于制造柔性电子装置(例如,热电装置)的方法。本文描述的制造柔性电子装置的工艺可包括卷对卷(R2R)工艺,其可有效地减小电子膜装置的厚度,提供柔性的大面积电子装置,并降低加工成本。

[0073] 将参照以下实施方案进一步描述本公开的操作。提供这些实施方案以进一步说明各种具体的和优选的实施方案和技术。然而,应当理解,可做出许多变型和修改而仍落在本公开的范围内。

[0074] 示例性实施方案列表

- [0075] 应当理解,实施方案1-18、实施方案19-25和实施方案26-27中任一项可组合。
- [0076] 实实施方案1是一种方法,所述方法包括:
- [0077] 提供固体半导体管芯阵列,每个所述固体半导体管芯在其第一端部和相对的第二端部之间延伸;
- [0078] 将所述管芯的所述第一端部沉入第一衬里的主表面上;
- [0079] 将可流动的聚合物材料填充到所述第一衬里的所述主表面上;
- [0080] 硬化所述聚合物材料以形成聚合物基质材料层,其中所述固体半导体管芯阵列至少部分地嵌入所述层中;
- [0081] 使所述第一衬里从所述管芯的所述第一端部离层;以及
- [0082] 电连接所述管芯的所述第一端部。
- [0083] 实实施方案2是根据实施方案1所述的方法,还包括:在与所述第一衬里相背的侧面上,在所述管芯的所述第二端部处提供与所述管芯阵列接触的第二衬里。
- [0084] 实实施方案3是根据实施方案1或2所述的方法,其中硬化所述聚合物材料包括热固化或辐射固化。
- [0085] 实实施方案4是根据实施方案1-4中任一项所述的方法,还包括电连接所述管芯阵列的所述第二端部。
- [0086] 实实施方案5是根据实施方案3或4所述的方法,其中所述聚合物材料从所述第一端部的侧面固化,并且在固化后除去所述第二端部处的未固化材料。
- [0087] 实实施方案6是根据实施方案1-5中任一项所述的方法,其中填充所述可流动聚合物材料包括通过毛细力用所述聚合物材料填充所述管芯之间的所述空间。
- [0088] 实实施方案7是根据实施方案1-6中任一项所述的方法,其中填充所述可流动聚合物材料包括通过喷墨印刷填充所述管芯之间的所述空间。
- [0089] 实实施方案8是根据实施方案1-7中任一项所述的方法,还包括:在与所述第一衬里相背的所述侧面上,在所述管芯阵列的所述第二端部上涂覆导电的低表面能材料。
- [0090] 实实施方案9是根据实施方案1-8中任一项所述的方法,其中提供所述管芯阵列包括将所述管芯阵列设置到预结构化的工具中,所述管芯阵列的所述第二端部突出远离所述预结构化的工具。
- [0091] 实实施方案10是根据实施方案9所述的方法,其中提供所述管芯阵列还包括将所述管芯阵列从所述预结构化的工具转移到所述胶带上。
- [0092] 实实施方案11是根据实施方案10所述的方法,其中提供所述管芯阵列还包括将所述管芯阵列从所述胶带转移到所述第一衬里。
- [0093] 实实施方案12是根据实施方案1-11中任一项所述的方法,还包括熔化所述第一衬里的所述主表面,以允许所述管芯阵列的所述第一端部在压力下沉入所述主表面。
- [0094] 实实施方案13是根据实施方案12所述的方法,其中所述管芯阵列的第一端部沉入所述第一衬里的所述主表面中,平均深度为约0.5微米至约10微米。
- [0095] 实实施方案14是实施方案1-13中任一项所述的方法,其中所述第一衬里具有至少两个层,每个层具有不同的熔点,使得具有较低熔点的所述层面向所述管芯阵列;并且还包括加热具有较低熔点的所述层超过其软化点,使得所述管芯的所述第一端部浸没在具有较低熔点的所述层中。

[0096] 实施方案15是根据实施方案14所述的方法,其中所述第一衬里包括聚乙烯邻苯二甲酸酯层和聚乙烯层作为具有较低熔点的所述层。

[0097] 实施方案16是根据实施方案12所述的方法,还包括重新硬化所述第一衬里的所述主表面以将所述管芯阵列锚固在其上。

[0098] 实施方案17是根据实施方案3所述的方法,其中所述可流动的聚合物材料包含聚氨酯丙烯酸酯、聚二甲基硅氧烷或聚氨酯橡胶。

[0099] 实施方案18是根据实施方案1-17中任一项所述的方法,还包括在电连接所述管芯的第一端部之前清洁所述管芯的所述第一端部。

[0100] 实施方案19是一种电子膜装置,所述电子膜装置包括:

[0101] 聚合物基质材料层,所述层具有相背的第一主表面和第二主表面;

[0102] 固体半导体管芯阵列,所述固体半导体管芯阵列至少部分地嵌入所述层中,所述管芯各自在其第一端部和第二端部之间延伸,所述第一端部突出远离所述层的所述第一主表面;和

[0103] 第一导电体,所述第一导电体连接所述管芯阵列的所述第一端部。

[0104] 实施方案20是根据实施方案19所述的电子膜装置,还包括连接所述热电芯片阵列的第二端部的第二导电体。

[0105] 实施方案21是根据实施方案20所述的电子膜装置,其中所述第一导电体或所述第二导电体具有直接设置在所述层的所述第一主表面或所述第二主表面上的至少一部分。

[0106] 实施方案22是根据实施方案19-21中任一项所述的电子膜装置,其中所述聚合物基质材料层是可固化聚合物材料的固化产物。

[0107] 实施方案23是根据实施方案22所述的电子膜装置,其中所述可固化聚合物材料包含聚氨酯丙烯酸酯、聚二甲基硅氧烷或聚氨酯橡胶。

[0108] 实施方案24是根据实施方案19-23中任一项所述的电子膜装置,其中所述聚合物基质材料层是柔性层。

[0109] 实施方案25是根据实施方案19-24中任一项所述的电子膜装置,其中所述固体半导体管芯阵列包括n型热电管芯和p型热电管芯。

[0110] 实施方案26是一种柔性热电模块,所述柔性热电模块包括:

[0111] 柔性聚合物材料层,所述层具有相背的第一主表面和第二主表面;

[0112] 固体热电管芯阵列,所述固体热电管芯阵列至少部分地嵌入所述层中,所述管芯各自在其第一端部和第二端部之间延伸,两个端部从所述柔性聚合物材料层暴露,所述第一端部和所述第二端部中的至少一个突出远离所述层;

[0113] 第一导电体,所述第一导电体在所述层的所述第一主表面上延伸,以连接所述管芯阵列的所述第一端部;和

[0114] 第二导电体,所述第二导电体在所述层的所述第一主表面上延伸,以连接所述管芯阵列的所述第二端部。

[0115] 实施方案27是根据实施方案26所述的柔性热电模块,其中所述管芯的所述第一端部突出远离所述层的所述第一主表面。

[0116] 整个本说明书中关于的“一个实施方案”、“某些实施方案”、“一个或多个实施方案”或“实施方案”,无论在术语“实施方案”前是否包括术语“示例性的”都意指结合该实施

方案描述的特定特征部、结构、材料或特征包括在本公开的某些示例性实施方案中的至少一个实施方案中。因此，在整个本说明书的各处出现的短语诸如“在一个或多个实施方案中”、“在某些实施方案中”、“在一个实施方案中”或“在实施方案中”不一定是指本公开的某些示例性实施方案中的同一实施方案。此外，特定特征、结构、材料或特性可在一个或多个实施方案中以任何合适的方式组合。

[0117] 虽然本说明书已经详细地描述了某些示例性实施方案，但是应当理解，本领域的技术人员在理解上述内容后，可很容易地想到这些实施方案的更改、变型和等同物。因此，应当理解，本公开不应不当地受限于以上示出的示例性实施方案。特别地，如本文所用，用端值表述的数值范围旨在包括该范围内所包含的所有数值(例如，1至5包括1、1.5、2、2.75、3、3.80、4和5)。另外，本文所用的所有数字都被认为是被术语“约”修饰。

[0118] 此外，本文引用的所有出版物和专利均以引用的方式全文并入本文中，如同各个单独的出版物或专利都特别地和单独地指出以引用方式并入一般。已对各个示例性实施方案进行了描述。这些实施方案以及其它实施方案均在以下权利要求书的范围内。

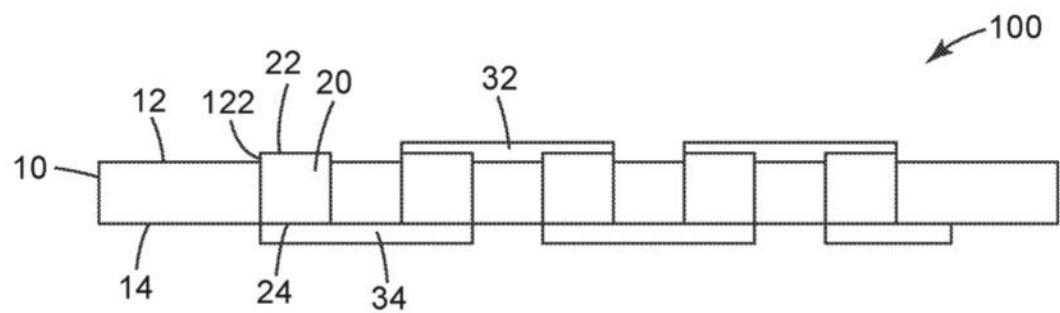


图1

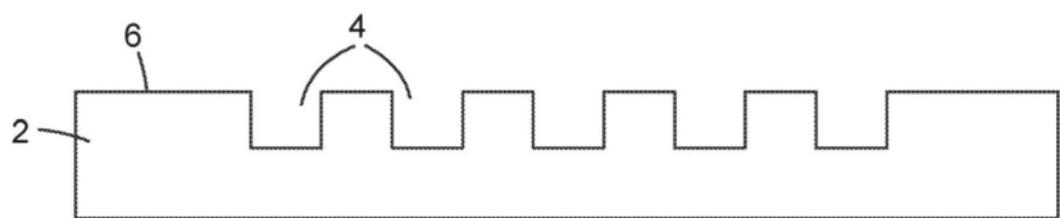


图2A

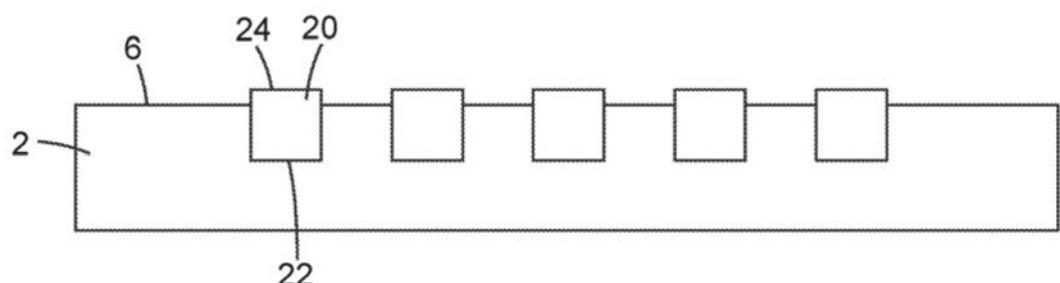


图2B

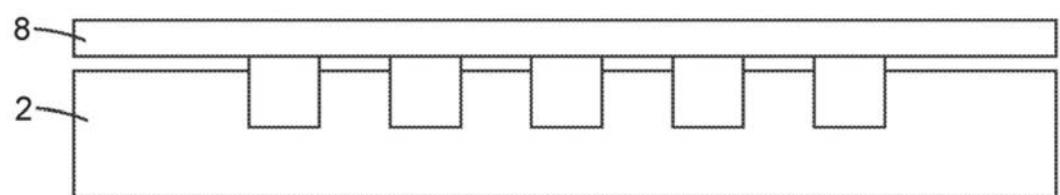


图2C

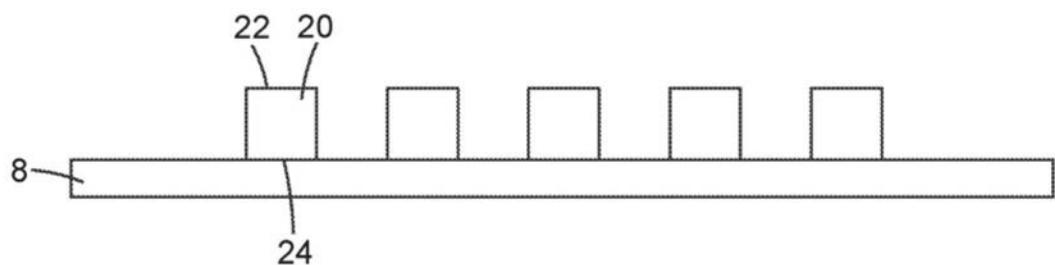


图2D

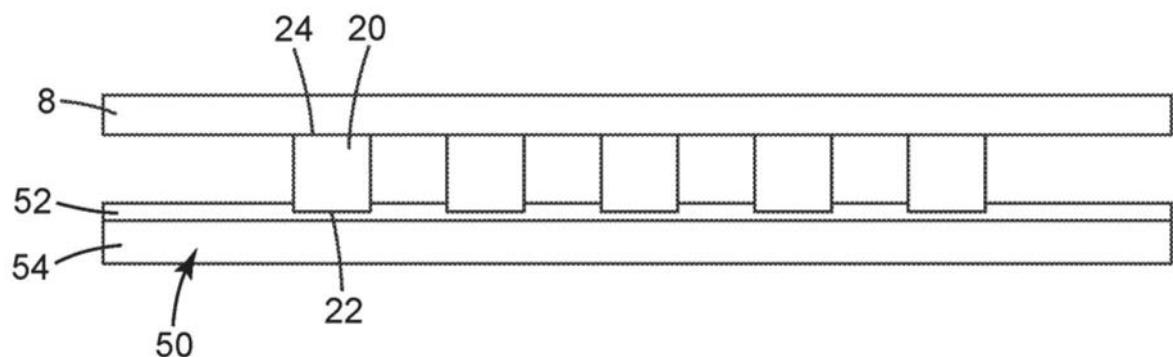


图2E

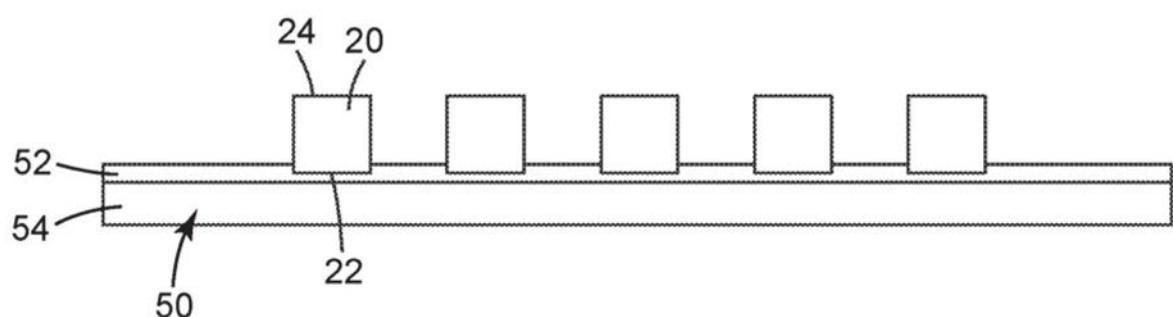


图2F

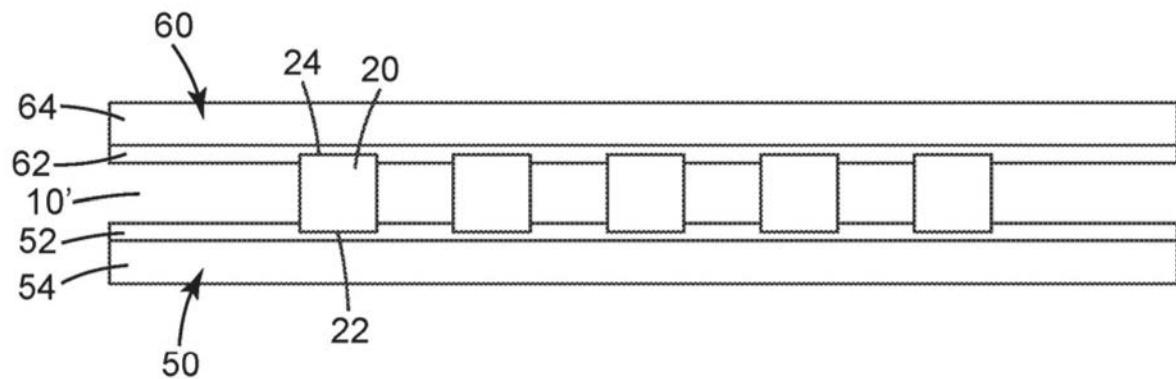


图3A

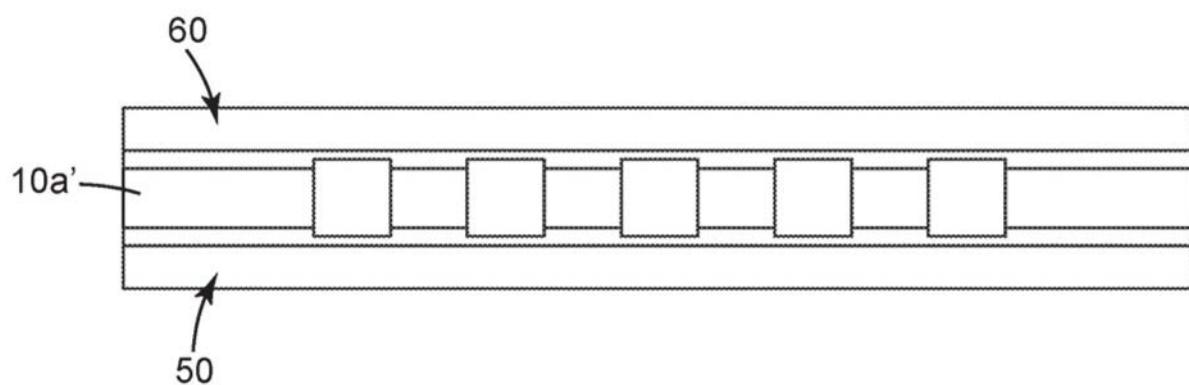


图3B

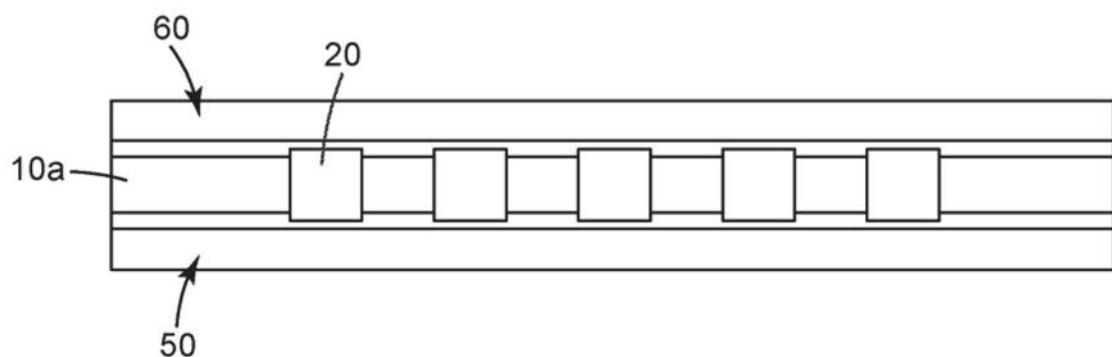


图3C

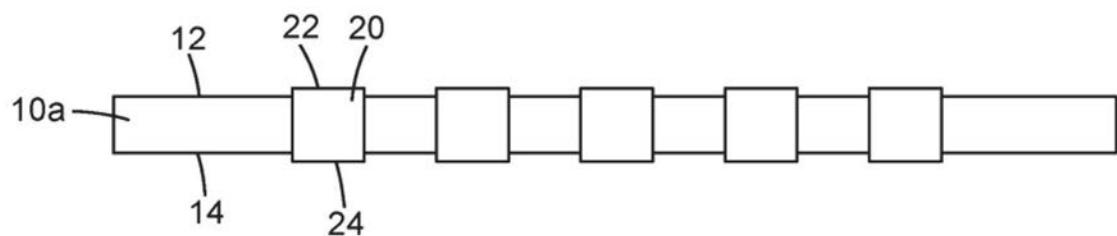


图3D

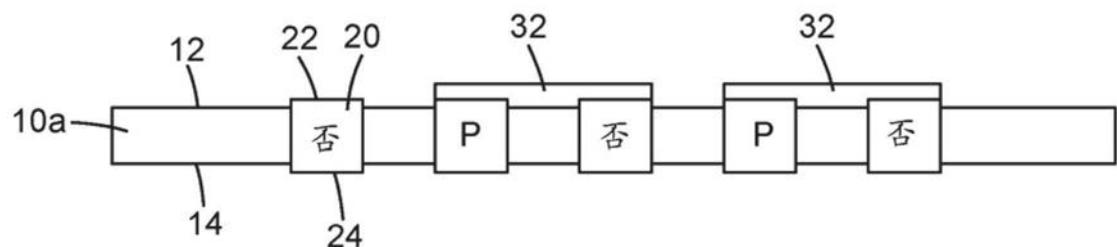


图3E

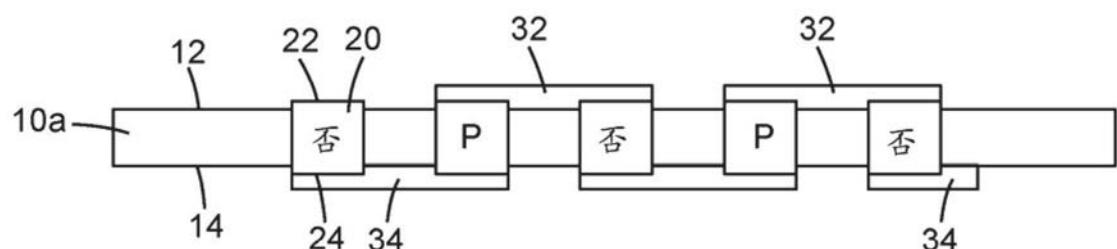


图3F

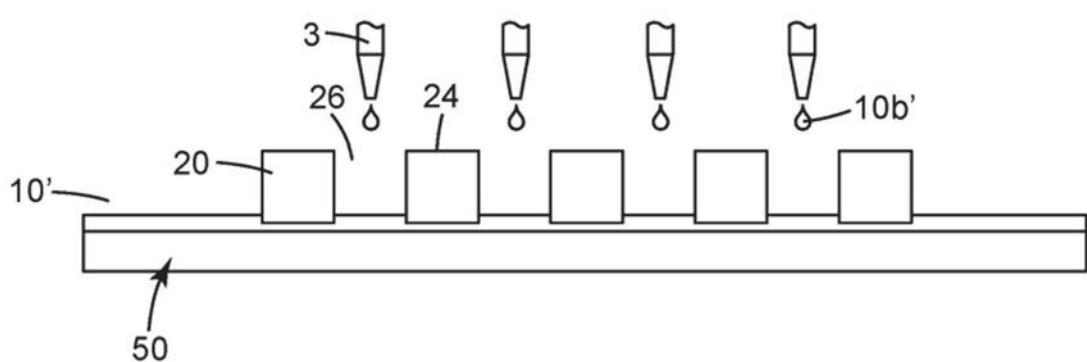


图4A

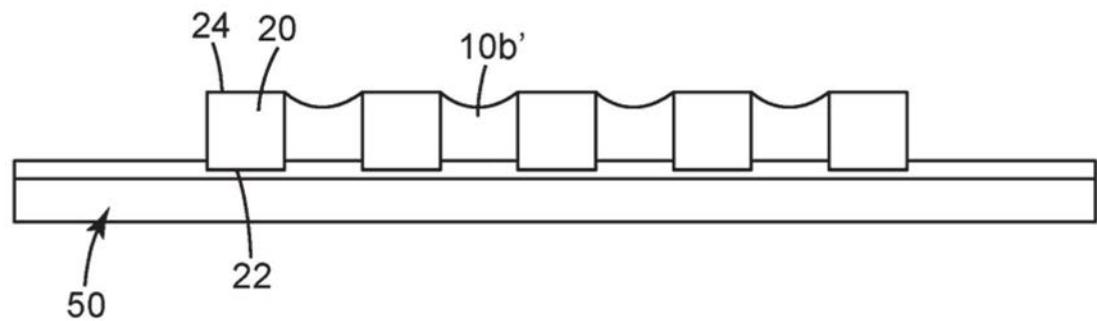


图4B

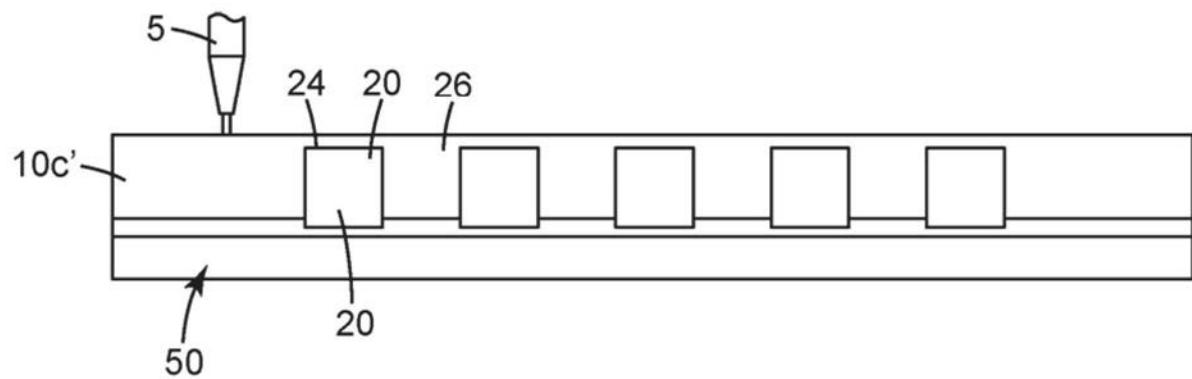


图5A

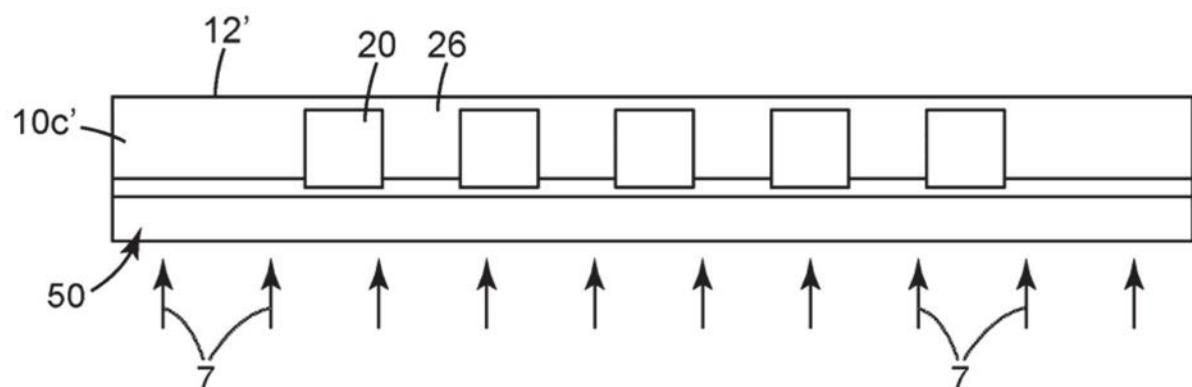


图5B

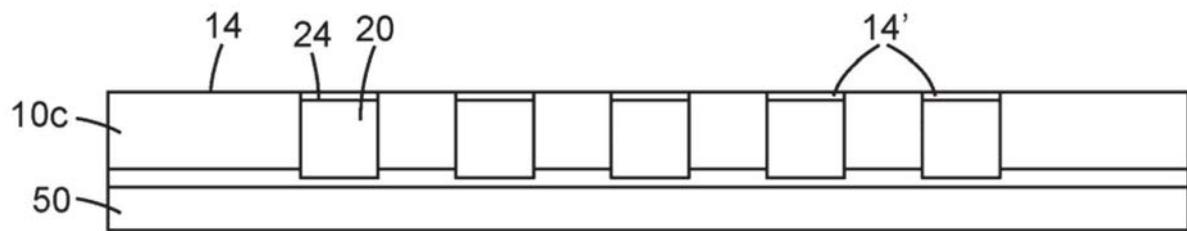


图5C

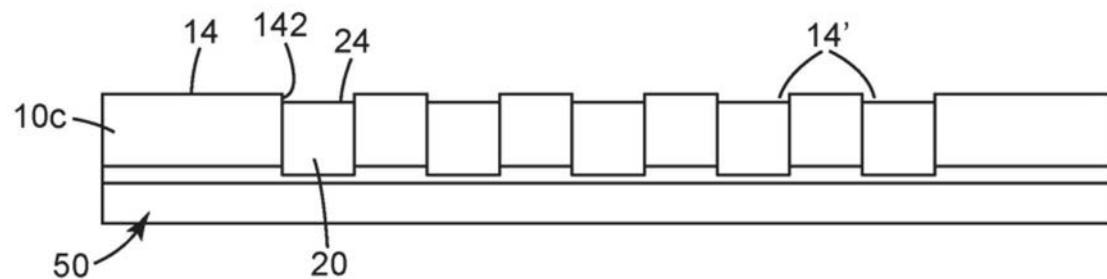


图5D

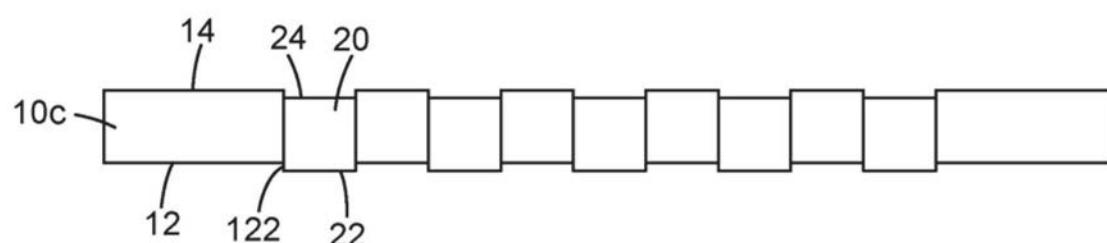


图5E

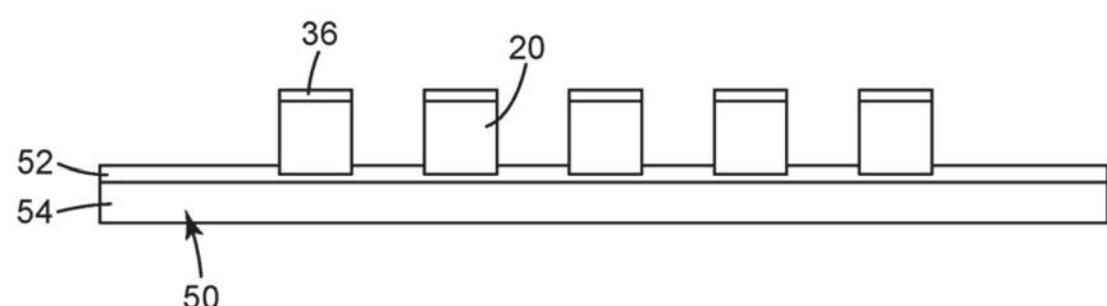


图6A

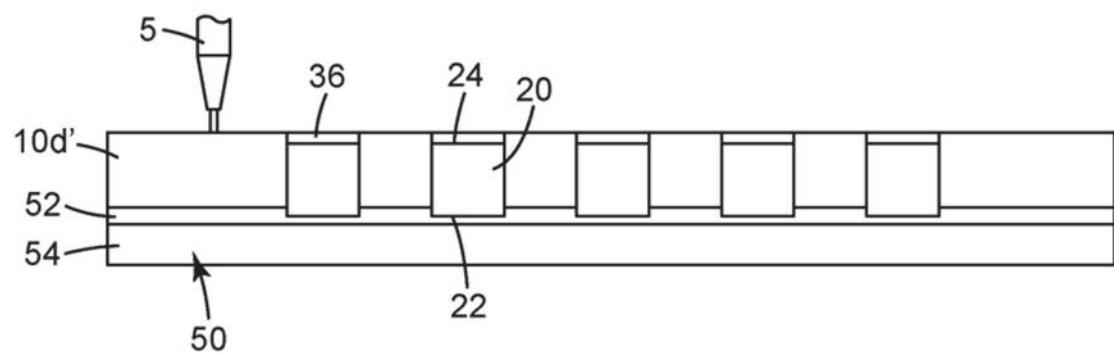


图6B

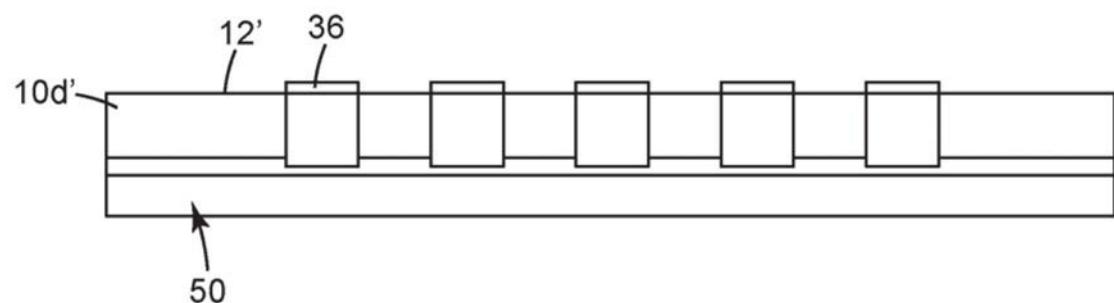


图6C

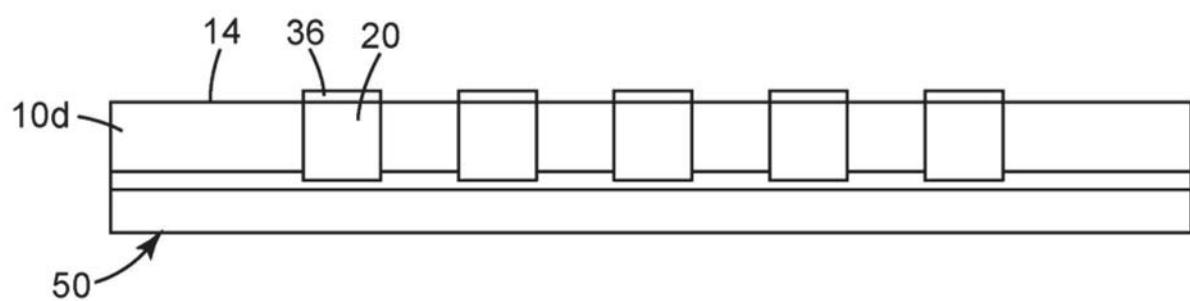


图6D

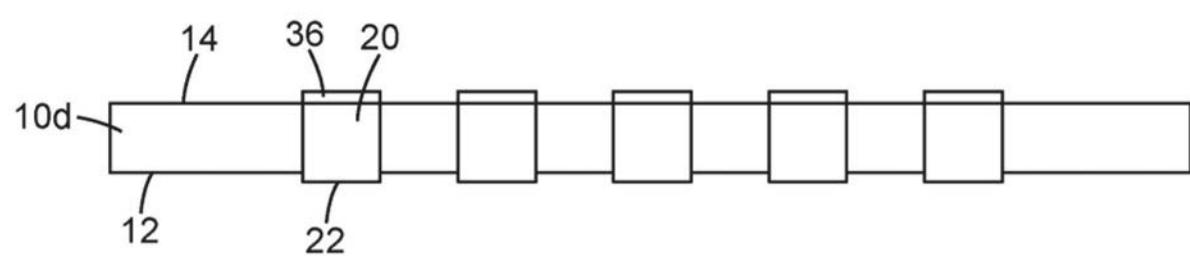


图6E

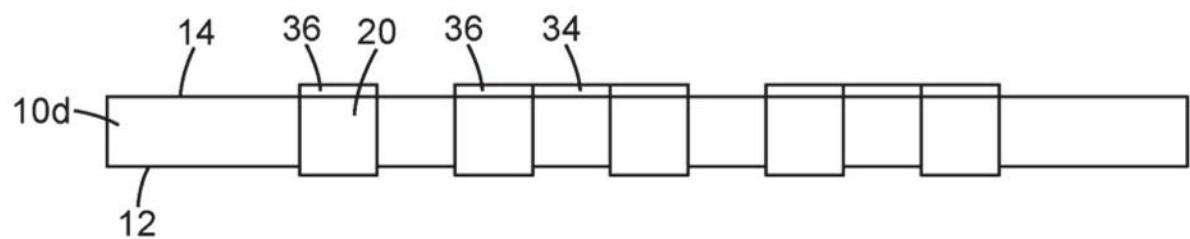


图6F

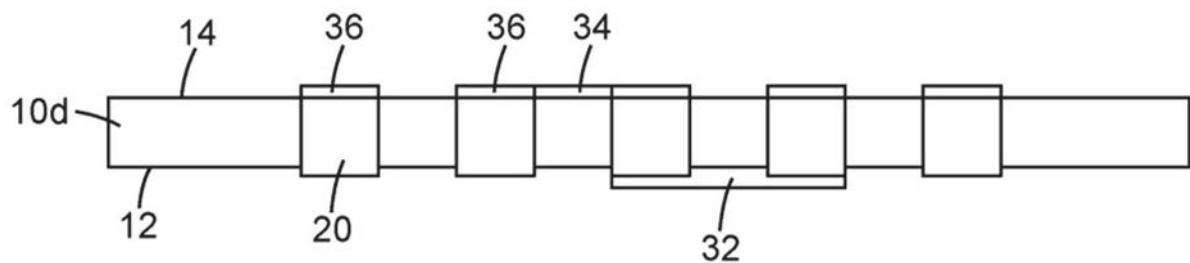


图6G