



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108886340 B

(45) 授权公告日 2022.07.05

(21) 申请号 201780019309.7

(22) 申请日 2017.02.08

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 108886340 A

(43) 申请公布日 2018.11.23

(30) 优先权数据

62/292,622 2016.02.08 US

62/300,883 2016.02.28 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2018.09.21

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/US2017/017037 2017.02.08

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02017/139391 EN 2017.08.17

(73) 专利权人 MTPV动力公司  
地址 美国得克萨斯州

(72) 发明人 布莱恩·N·休伯特 张斌

埃里克·L·布朗

蒂莫西·R·斯凯勒 大卫·马瑟

保罗·格雷夫

克里斯托弗·W·梅兰森

布鲁诺·A·纳尔代利

香农·J·科瓦尔

特雷瑟·W·科迪

(74) 专利代理机构 北京超凡志成知识产权代理  
事务所(普通合伙) 11371

专利代理师 王晖 李丙林

(51) Int.Cl.

H02S 40/42 (2006.01)

H02S 50/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 102823004 A, 2012.12.12

CN 102742032 A, 2012.10.17

审查员 张玉麒

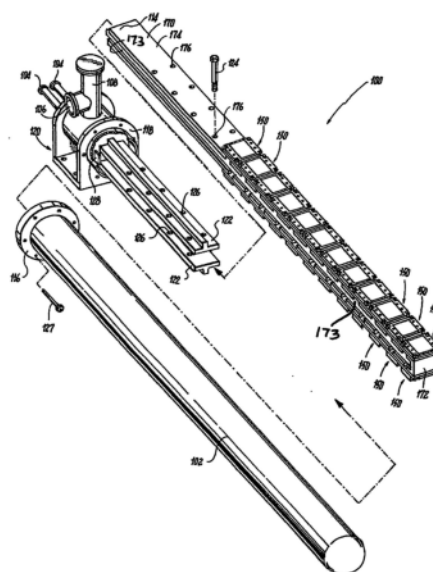
权利要求书2页 说明书17页 附图22页

### (54) 发明名称

具有透明发射体的辐射式微米间隙热光伏系统

### (57) 摘要

一种热光伏面板组件,包括散热器和安装在散热器上的多个热光伏模块。每个热光伏模块包括与发射体组件分隔开一间隙的光伏元件。发射体组件包括发射体并朝向光伏元件施加力以维持该间隙。热光伏面板组件还可以利用力施加层,该力施加层在发射体上并用螺栓固定就位。壳体可以用于保护并将能量传递到发射体。散热器悬臂式伸入壳体以在热光伏模块与壳体的内表面之间限定空间。优选地,壳体维持真空,并且进而间隙被抽空。散热器可以是整体式的并且利用被泵送通过其的流体进行冷却。发射体可以是透明的或至少部分透射的。



1. 一种面板组件(100), 包括:

热环境;

第一壳体(102), 所述第一壳体放置在所述热环境中具有内表面, 所述内表面限定内部(112)并促进能量辐射进入所述内部;

散热器组件(170); 以及

耦接到所述散热器组件的多个模块(150), 所述多个模块中的每个均包括:

平面的发射体组件(156), 用于从所述第一壳体吸收能量并辐射能量;

平面的能量转换组件(152), 所述能量转换组件与所述发射体组件分隔开微米间隙用于将来自所述能量转换组件的能量转换为电力; 以及

至少一个安装组件(1021), 所述至少一个安装组件向所述发射体组件施加力以设定并维持所述微米间隙, 其中, 所述力朝向所述平面的能量转换组件;

其中, 所述第一壳体被构造成: 吸收热并辐射能量; 以及放置在所述热环境中以保护所述散热器组件和所述多个模块; 以及在所述第一壳体和所述多个模块之间在所述内部中限定空的空间(132), 以便能量从所述第一壳体辐射能量到所述发射体组件。

2. 根据权利要求1所述的面板组件, 其中, 所述至少一个安装组件是顺从性的并耦接到所述发射体组件, 并且还耦接到选自包括下述的组的组件: 所述散热器组件; 以及基础基板组件, 所述基础基板组件定位在所述能量转换组件与所述散热器组件之间。

3. 根据权利要求1所述的面板组件, 其中, 所述至少一个安装组件包括: 紧固件, 所述紧固件选自包括螺栓、铆钉、卡钉、夹具、粘合材料及其组合的组; 以及穿过所述发射体组件和弹簧的螺栓, 其中, 所述螺栓耦接到被基础基板组件中的凹部捕获的螺母, 使得所述弹簧提供所述力。

4. 根据权利要求1所述的面板组件, 其中, 所述至少一个安装组件包括紧固件, 所述紧固件以基本上径向对称的方式围绕所述发射体组件的周缘布置, 以产生并维持所述微米间隙的均匀性。

5. 根据权利要求4所述的面板组件, 其中, 所述发射体组件是部分透明的, 以用于对所述微米间隙中可观察到的光学条纹的形成的光学检测, 借此所述至少一个安装组件手动地能调整, 以改变所述力来减少所述光学条纹的形成, 并由此改善所述微米间隙的均匀性。

6. 根据权利要求1所述的面板组件, 其中, 所述散热器组件包括鳍片以促进与冷却流体的热交换, 所述鳍片是于其间形成平行通道的多个伸长脊并且被定向为形成跑道构造, 以及还包括歧管组件, 所述歧管组件还包括多个入口狭槽, 所述入口狭槽在大小上变化以改变至所述散热器组件上的位置的流量, 以解决冷却需求的局部变化。

7. 根据权利要求1所述的面板组件, 其中, 所述第一壳体为不透明的且完全地吸收周围的能量, 并且在发热时, 所述第一壳体则将能量辐射穿过所述空的空间到所述多个模块。

8. 根据权利要求1所述的面板组件, 其中所述内部在所述多个模块与所述内表面之间包括空间; 以及

所述第一壳体被从支撑表面悬伸并可控制地插入所述热环境中。

9. 根据权利要求8所述的面板组件, 还包括:

第二壳体, 所述第二壳体在所述热环境中固定就位, 具有限定第二内部的第二内表面; 以及

控制单元和致动器以用于：可控制地将所述第一壳体选择性地插入所述第二壳体中，并由此将所述多个模块以受控的插入速度插入到期望位置；以及当满足预定条件时，以受控的取出速度和程度自动地将所述第一壳体从所述第二壳体内收回。

10. 根据权利要求1所述的面板组件，还包括所述微米间隙中的真空，所述间隙中的真空由选自包括下述的组的部件维持：第一壳体；以及定位在所述多个模块内的气密密封件。

11. 根据权利要求1所述的面板组件，其中：

所述能量转换组件包括具有有效光谱的光伏元件，以用于将处于所述有效光谱中的第一光子转换为电力；

所述发射体组件允许处于所述有效光谱中的所述第一光子通过该发射体组件；并且

所述光伏元件包括反射器，以用于将处于所述有效光谱之外的第二光子反射回到所述发射体组件以便被所述发射体组件吸收，以进一步加热所述发射体组件，并且进而生成更多的第一光子。

12. 根据权利要求1所述的面板组件，其中，所述发射体组件由选自包括下述的组的材料制成：氟化镁、石英、熔融石英、二氧化硅、熔融二氧化硅、蓝宝石、玻璃、具有第一涂层的石英、具有第二涂层的二氧化硅、具有第三涂层的蓝宝石、具有碳涂层的石英、具有硅涂层的石英、具有碳涂层和硅涂层的石英、具有不透明涂层的至少部分透明的基板、具有折射率匹配涂层的至少部分透明的基板、具有抗反射涂层的至少部分透明的基板、具有反射涂层的至少部分透明的基板、以及具有选择性发射层的基板。

13. 根据权利要求1所述的面板组件，其中，所述发射体组件还包括间隙形成装置：

所述间隙形成装置具有选自包括下述的组的几何结构：微米大小的盘；墩；柱；管；锥体；围绕有隔离沟槽的微米大小的盘；围绕有隔离沟槽的墩；围绕有隔离沟槽的柱；围绕有隔离沟槽的管；以及围绕有隔离沟槽的锥体；

所述间隙形成装置使用选自包括下述的组的工艺图案化：光刻、沉积、蚀刻、沉积然后蚀刻、沉积然后选择性氧化、沉积然后选择性生长、沉积然后剥离处理、以及开沟槽；以及

所述间隙形成装置由选自包括热阻性的且机械坚固的下述材料的组的材料形成：氧化硅；石英；蓝宝石；具有耦接到所述间隙形成装置的不透明材料层的任何上述材料；以及具有耦接到所述间隙形成装置的薄材料层的任何上述材料，所述薄材料层具有足够的薄度以用作热电阻器，从而限制热量横向地沿着所述薄材料层的横向流动。

14. 根据权利要求1所述的面板组件，其中所述散热器组件：

是四面的，每个面都具有所述多个模块中的至少一个模块；并且

以45度的取向被定向，使得尽管多个面板组件紧密堆积，所述多个模块仍各自从所述热环境接收能量。

15. 根据权利要求1所述的面板组件，其中，所述能量转换组件包括能量转换元件，所述能量转换元件具有的操作选自包括下述的组：光伏发电、远场光伏发电、太阳能光伏发电、太阳能电池发电、热光伏发电、近场热光伏发电、量子点能量转换、热电转换、近场热电转换、热离子转换、远场间隙能量转换和废热能量转换。

## 具有透明发射体的辐射式微米间隙热光伏系统

[0001] 本发明的背景

### 技术领域

[0002] 本主题技术涉及能量转换,并且具体涉及具有集成压力应用以维持微米间隙的辐射式微米间隙热光伏模块。

### 背景技术

[0003] 技术已被推动在各方面改善能量使用和产生。每个人都将受益于用于功率产生的极其有效的技术和设计。为此,已经开发出突破性技术来将热量(heat,热)转换为功率。例如,Brown等人的于2014年7月29日公告的美国专利No.8,791,357中示出的微米间隙热光伏大规模亚微米间隙方法和装置。美国专利No.8,791,357的技术是利用近场热光伏(PV)电池的能量转换系统,其中通过发射体和壳体之间的经由热界面材料的直接物理接触使能量从热壳体传导性的转移到发射体。DiMatteo等人的于2001年5月15日公告的美国专利No.6,232,546以及Greiff等人的于2009年11月12日公布的美国专利申请PGPUB No.2009/0277488(现已公告的美国专利No.8,076,569)中示出了近场热PV电池的另外的实例。

### 发明内容

[0004] 本主题技术广泛适用于各种能量转换系统,诸如热电或量子点能量收集系统、热离子发射、远场间隙能量转换、光伏以及现在已知的和以后开发的其他类型的能量转换。尽管下面关于热光伏能量转换进行了描述以用于说明,但是本领域的普通技术人员将理解本主题技术的广泛应用。本主题技术的好处是能够使用固态系统收集和产出能量。固态系统包括与光伏元件间隔开的发射体。从壳体转移到发射体的辐射能量被转换为电能。

[0005] 在一种实施方式中,本主题技术针对包括散热器的热光伏面板组件。至少一个热光伏模块安装在散热器上。每个热光伏模块包括发射体组件、与发射体组件分隔开一间隙的光伏组件、以及施加力以维持间隙的紧固件。优选地,间隙是亚微米间隙。发射体可以紧固到散热器上,或者安装在发射体上的力施加层可以耦接到散热器。光伏组件与散热器之间的基础基板也可以耦接到紧固件以施加力。基础基板可以被选择成具有优异的热传导性质。另外,可以处理基础基板或向其添加层以改善热界面性质。热光伏面板组件还可以具有壳体,该壳体具有限定内部的内表面,其中散热器悬臂式伸入内部以在至少一个热光伏模块与内表面之间限定空间。壳体典型地维持真空,并且进而间隙被抽空。典型的真空能级约为0.1至10毫托。散热器可以是整体的或由若干部分组成,以限定用于接收被泵送通过其的冷却流体的通道。在光伏元件和/或发射体的任一个上的至少一个间隔件——通常多个间隔件——可以维持间隙。

[0006] 本主题技术的另一实施方式针对热光伏面板组件,该热光伏面板组件包括壳体,该壳体具有内表面,该内表面限定了在其中具有散热器的内部。至少一个热光伏模块耦接到散热器并且具有与发射体组件分隔开一间隙的光伏元件组件。至少一个热光伏模块和内

表面在它们之间限定空间,使得壳体吸收能量,并由此向发射体组件辐射能量,并且发射体组件吸收能量并又发射能量,所述发射体发射的能量穿过间隙以用于通过光伏元件组件转换为电力。在一种实施方式中,散热器悬臂式伸入壳体中。替代性地,一个或多个热绝缘元件可以围绕散热器或从散热器突出,以防止热光伏模块与散热器之间的接触。

[0007] 本主题技术的又一实施方式包括热光伏面板组件,该热光伏面板组件包括壳体,该壳体具有内表面,该内表面限定了在其中具有散热器的内部。一个或多个热光伏模块耦接到散热器。内部包括热光伏模块与内表面之间的空间,使得由壳体辐射和/或进入壳体的能量辐射到热光伏模块,并且进而热光伏模块吸收能量以产生电力。热光伏模块可包括发射体组件、与发射体组件分隔开一间隙的光伏组件、以及施加力以维持间隙的紧固件。为了改善热传导能力和/或结构支撑,基础基板可以在光伏组件与散热器之间。

[0008] 本主题技术的又一实施方式针对微米间隙热光伏面板组件,该微米间隙热光伏面板组件包括散热器和安装在散热器上的至少一个热光伏模块。热光伏模块包括与发射体组件分隔开微米间隙的光伏元件。发射体组件包括发射体并朝向光伏元件施加力以维持微米间隙。优选地,发射体用螺栓、螺钉和/或夹具固定到散热器。微米间隙热光伏面板组件还可以利用安装在发射体上并用螺栓固定到散热器的力施加层。力施加层可以与发射体成一体或为发射体本身。

[0009] 壳体可以用于保护并将能量转移到发射体。散热器可以悬臂式伸入壳体中,以在至少一个热光伏模块与内表面之间限定空间。优选地,壳体维持真空,并且进而微米间隙被抽空。散热器可以是整体的并且用被泵送通过其的流体进行冷却。至少一个间隔件可以在光伏元件与发射体元件之间以维持微米间隙。热光伏模块可以包括在光伏元件与散热器之间的热界面层。

[0010] 本主题技术的另一实施方式针对微米间隙热光伏面板组件,该微米间隙热光伏面板组件包括壳体,该壳体具有内表面,该内表面限定了内部。散热器悬臂式伸入内部。至少一个热光伏模块安装在散热器上。至少一个热光伏模块包括与发射体分隔开微米间隙的光伏元件。至少一个热光伏模块和内表面在它们之间限定了空间,使得壳体吸收能量,并从而向发射体辐射能量。发射体吸收能量并且又发射能量,所述发射体发射的能量穿过微米间隙,以用于通过光伏元件转换为电力。发射体还可以朝向光伏元件施加力以维持微米间隙。例如,发射体用螺栓固定到散热器。替代性地,力施加层安装到发射体上并用螺栓固定到散热器。

[0011] 本主题技术的又一实施方式针对微米间隙热光伏面板组件,该微米间隙热光伏面板组件包括壳体,该壳体具有内表面,该内表面限定了内部。散热器悬臂式伸入内部。至少一个热光伏模块安装到散热器上。至少一个热光伏模块包括与发射体分隔开微米间隙的光伏元件。内部包括在至少一个热光伏模块与内表面之间的空间,使得进入壳体的能量辐射到发射体。结果,发射体吸收能量,以由此发射能量,所述发射体发射的能量穿过微米间隙,以用于通过光伏元件转换为电力。

[0012] 应该理解的是,替代性的能量转换组件可受益于本主题技术的全部或部分。例如但不限于,热电或量子点能量收集系统可以利用本主题技术。还应理解的是,可以以多种方式实现和利用本主题技术,包括但不限于用于现在已知及以后开发的应用的工艺、装置、系统、设备和方法。根据以下描述和随附图,本文公开的系统的这些和其他独特特征将变得

更加明显。

## 附图说明

[0013] 为使所公开的系统所属领域的普通技术人员将更容易理解如何制造和使用该系统,可以参照下述附图。

[0014] 图1是根据本主题公开内容的微米间隙热光伏面板组件的立体图。

[0015] 图2A是根据本主题公开内容的微米间隙热光伏面板组件的分解图。

[0016] 图2B是根据本主题公开内容的另一微米间隙热光伏面板组件的分解图。

[0017] 图3是根据本主题公开内容的微米间隙热光伏模块的分解图。

[0018] 图4是局部切面,以例示根据本主题公开内容的微米间隙热光伏面板组件的操作。

[0019] 图5是处于局部组装状态的另一热光伏面板组件的立体图,以例示根据本主题公开内容的部件。

[0020] 图6是现有技术散热器的分解图。

[0021] 图7是例示根据本主题公开内容的散热器的冷却隔间的纵向剖面图。

[0022] 图8是例示根据本主题公开内容的散热器的入口歧管的替代性纵向剖面图。

[0023] 图9是例示根据本主题公开内容的散热器的冷却隔间的横截面图。

[0024] 图10是例示根据本主题公开内容的另一散热器的横截面图。

[0025] 图11是根据本主题公开内容的发射体的横截面图。

[0026] 图12A是举例说明根据本主题技术的可视的不均匀间隙的图像。

[0027] 图12B是举例说明根据本主题技术的可视的均匀间隙的图像。

[0028] 图13A至图13E是根据本主题技术制作薄膜发射体的各种可能的制造步骤的一系列略微示意性横截面图。

[0029] 图13F是根据本主题技术的薄膜发射体的另一实施方式的略微示意性横截面图。

[0030] 图14是根据本主题技术的优化发射体的图形描绘,其中高透射性和高吸收性之间的过渡位于光伏元件的带隙处。

[0031] 图15是具有根据本主题技术示出的微米间隙热光伏面板组件的工业玻璃熔炉应用。

[0032] 图16A是根据本主题公开内容的另一微米间隙热光伏面板组件的立体图。

[0033] 图16B是图16A的微米间隙热光伏面板组件的远端的局部分解图。

[0034] 图16C是图16A的微米间隙热光伏面板组件的角部电跳线的横截面图。

[0035] 图16D是图16A的微米间隙热光伏面板组件的电汇流条的横截面图。

[0036] 图16E是图16A的微米间隙热光伏面板组件的散热器的立体图。

[0037] 图16F是图16E的散热器的局部分解图。

[0038] 图16G是图16E的散热器的鳍片板的平面图。

[0039] 图16H是图16E的散热器的鳍片板的端部的细节图。

[0040] 图16I是图16E的散热器的横截面图。

[0041] 图17A是根据本主题公开内容的另一热光伏(TPV)模块的顶部立体图。

[0042] 图17B是图17A的TPV模块的底部立体图。

[0043] 图17C是图17A和图17B的TPV模块中的安装组件的横截面图。

[0044] 图18是根据本主题技术的在透明或其他基板上制作纳米间隙间隔件的各种可能的制造步骤的一系列横截面图。

### 具体实施方式

[0045] 本主题技术克服了与能量转换组件相关联的诸多现有技术问题。尽管以下描述涉及用于例示的微米间隙热光伏组件,但是本主题技术同样适用于其他方法,诸如量子点能量收集系统、热离子发射组件、远场组件诸如远场光伏、太阳能电池等。

[0046] 根据下述对某些优选实施方式的详细描述连同阐述本技术的代表性实施方式的附图,本文公开的技术的优点和其他特征对于本领域的普通技术人员而言将变得更加明了。以下描述仅关于附图,并且不以限制方式解读如向上、向下、左和右等的术语,因为本主题技术的取向是可变的。

[0047] 现在参照图1,示出了微米间隙热光伏面板组件,并且总体上由附图标记100表示。微米间隙热光伏面板组件100包括多个热光伏模块150(图2A,为简单起见仅标记了其中的一些热光伏模块),以用于将热能转换成电功率。微米间隙热光伏面板组件100局部地放置在热环境中,诸如放置在来自工业工艺的加热路径中。微米间隙热光伏面板组件100可以直接穿过形成在壁10中的开口以接近热量。微米间隙热光伏面板组件100包括支撑在安装支架组件120上的伸长的壳体102。安装支架组件120耦接到支撑表面12,使得壳体102的一部分穿过壁10以暴露于热量。通过入口和出口冷却管104给微米间隙热光伏面板组件100供应冷却剂。冷却管104连接到冷却系统(未示出),该冷却系统将冷却剂泵送通过冷却管。冷却线路可包括减压阀(未示出)以解决可能发生的过压。此外,壳体102具有真空连接部106,以用于维持壳体102内的真空。真空连接部106还包括减压阀108。减压阀108具有由真空和/或附加装置如铰接板或夹具(未示出)保持就位的约束盖110。在冷却剂泄漏或在壳体102中快速产生蒸汽的情况下,逸出的蒸汽使盖110移位以释放蒸汽。

[0048] 另外参照图2A,示出了微米间隙热光伏面板组件100的分解图。热光伏模块150附接到散热器170。热光伏模块150在相反的顶表面和底表面174上朝向散热器170的远端172安装。侧壁173在顶表面和底表面174之间延伸。散热器170可以是整体式的或由多个部件制成以形成与冷却管104流体连通的多个冷却通道。当冷却系统将冷却剂泵送通过管104和散热器170的通道时,热光伏模块150被冷却。

[0049] 优选地,散热器170由高导热性的材料构成,诸如金属(例如,铝、铜或钢)或导热陶瓷,以为了冷却热光伏模块150。在一种实施方式中,微米间隙热光伏面板组件100具有二十四个热光伏模块150,上述热光伏模块大约为6cm乘6cm并且几乎是正方形。散热器170大约长55英寸、宽4英寸以及厚1英寸。

[0050] 高温壳体102封围散热器170。壳体102可以是金属、石英、陶瓷诸如碳化硅、或其他材料。壳体102可以通过对材料诸如碳化硅进行挤压或等静压制然后进行烧结来形成。壳体102可以是不透明的并且完全吸收周围的热量。在发热时,壳体102则将红外能量辐射到热光伏模块150。可替代地,壳体102可以是半透明的(translucent)或半透明的(semi-transparent),其中一些能量被吸收以使壳体发热并且一些能量被传递通过该壳体。照此,热光伏模块150从壳体辐射以及周围环境接收能量。壳体102也可以是透明的,其中周围的能量被传递通过该壳体到达热光伏模块150。在另一实施方式中,壳体102具有改变壳体102

的不同区域中的透明度、半透明度或不透明度水平的一个或多个窗口或特征。

[0051] 散热器170悬臂式伸入壳体内部112(图4),以使热光伏模块150与壳体102之间的热传导最小化。壳体102和/或散热器170可包括一个或多个缓冲器、环或突出部,以防止诸如在组装期间与壳体的无意接触造成的损坏。替代性地,散热器170不是悬臂式的,并且一个或多个元件将散热器170支撑在壳体102中和/或将散热器170的位置设定在壳体102内。优选地,支撑元件是非传导的,以使热光伏模块150和/或散热器170与壳体102之间的热传导最小化。

[0052] 例如,图5中示出了处于局部组装状态的另一散热器270。如相关领域的普通技术人员将理解的,散热器270和热光伏模块250利用与上述热光伏面板组件100类似的原理。因此,使用前面带有数字“2”而不是数字“1”的相似附图标记来表示相似的元件。主要区别在于非传导元件273在一个或多个位置处适配在散热器270周围。在一种实施方式中,非传导元件273是石英盘。可以以各种组合使用诸多替换物,诸如缓冲器、突出部、支脚、支座、刚性框架、环等。热光伏面板组件100还可以包括隔板275,以将辐射光限制在待被照射的区域。隔板275可以是反射的和/或另外支撑散热器270。

[0053] 仍然参照图2A,散热器170具有通过支撑杆122耦接到安装支架组件120的近端114。支撑杆122从安装支架组件120延伸。散热器170在支撑杆122之间滑动并且通过穿过杆122中的孔126进入散热器170中的螺纹钻孔176的螺栓124(为简单起见仅示出一个)来被保持就位。优选地,每个支撑杆122都被焊接到安装支架组件120,并且两个支撑杆122一起支撑散热器170的悬臂式重量。

[0054] 壳体102具有近侧端箍或凸缘116,其通过穿过凸缘支架118中的余隙孔的螺栓127耦接到支架118。优选地,在壳体102的近端114与支架118之间使用高温密封件(未示出)。壳体102连接到真空连接部106,使得壳体内部112被抽空,并且进而热光伏模块150处于真空。安装支架组件120还包括电导管或连接部128。电连接部128将来自热光伏模块150的电力带到电功率调节机构,诸如可根据需要被远程定位的逆变器。

[0055] 现在参照图2B,示出了根据本主题公开内容的另一微米间隙热光伏面板组件的分解图。与结合上述实施方式描述的那些元件类似的元件用相似的附图标记表示。许多元件基本上与前述实施方式的那些元件相同,并且因此,这里不再进一步描述。主要区别在于将散热器270悬臂式设置在壳体202中的方法。

[0056] 散热器270由下框架223支撑。下框架223和散热器270优选地用螺栓固定在一起。散热器270的顶表面274具有直立的L支架225,该支架被用螺栓固定到安装支架组件220,以进一步稳定并维持散热器270的适当定位。可以设想,散热器270可以仅接触下框架223和L支架225,使得在散热器270的近端与支架218之间形成间隙,以促进设施的连接。

[0057] 现在参照图3,示出了热光伏模块150的分解图。每个热光伏模块150优选地是相同的,但是各个热光伏模块也可以根据应用和热光伏模块150沿着散热器170的长度的放置位置而变化。值得注意的是,这里的绘制是出于说明性目的,并且各种部件的比例和厚度在制造时可能非常不同。

[0058] 热光伏模块150包括具有光伏元件152的光伏元件组件151和具有发射体158的发射体组件156。为清楚起见,值得注意的是,发射体组件156位于力施加层190下方,并且力施加层190被绘制为半透明。当组装时,光伏元件152和发射体158被分隔开微米间隙。该微米



间隙通过亚微米大小的间隔件(未明确示出)来维持。例如,于2014年9月9日公告的Grieff的美国专利No.8,829,335和于2014年1月21日公告的Grieff等人的美国专利No.8,633,373例示了用于维持光伏电池中的微米间隙的间隔件。现在已知的以及之后开发的这种间隔件可被利用于本主题技术中。当壳体102维持在真空下时,微米间隙被抽空。

[0059] 基础基板160夹在热光伏模块150与散热器170之间,以促进散热器170对热光伏模块150的冷却。基础基板160限定了四个与形成在散热器170中的螺纹钻孔164对准的角部安装孔162,使得螺栓166可将基础基板160固定就位。基础基板160可以具有施加到其上的具有热界面性质的层。优选地,基础基板具有高贯穿厚度热传导性和高横向热传导性,以改善热量扩散,以及促进(诸如通过表面粗糙化或纹理化或容纳位于基础基板上方的下方的热界面材料)降低表面处的界面热阻。

[0060] 人们公认螺栓是一种紧固件。可以设想,任何类型的紧固件都可以与本文所述的紧固件互换。例如但不限于,紧固件可选自螺栓、铆钉、卡钉、夹具、粘合材料等以及它们的组合。紧固件在应用时可以是机械刚性的或以机械顺从特性为特征。机械顺从性质有利地防止损坏部件的力集中。基础基板160还可以粘合到散热器170就位。

[0061] 优选地,基础基板160包括填隙材料,该填隙材料具有高热传导性并且在与其与光伏元件组件151之间以及在其与散热器170之间形成具有低热接触阻抗的界面。替代性地,热光伏模块150乃至光伏元件152可以在有或没有粘合的情况下直接接触散热器170。光伏元件组件151和光伏元件152可以是正方形、三角形、圆形或任何期望的形状。类似地,发射体组件156、发射体158和基础基板160可以是各种形状。

[0062] 通过限定用于插脚板140的凹部168,基础基板160还促进到光伏元件组件151的电耦接。插脚板140具有一系列插脚142,上述插脚穿过一系列孔口146以接触光伏元件组件151,该光伏元件组件形成有对应的电焊垫(未示出)。插脚142可以是机械顺从性的,诸如弹簧承载的。插脚板140还包括与插脚142电连通的传导焊垫144。照此,传导焊垫144与光伏元件组件151电连通。

[0063] 散热器170的侧壁176形成伸长的凹部177,线184延伸通过该凹部。凹部177优选地由盖罩(未示出)封围。线184从电连接器128(图2A中所示)起沿着散热器170的侧壁176延伸。单线184朝向各自的热光伏模块150转向。在一种实施方式中,二十四根线从电连接器128通过,其中最外面的线分别在各自的热光伏模块150处上下转向。

[0064] 因此,例如,在从远端172起的第3和第4热光伏模块150处,将存在四根线184。线184中的两根通向远端172上的第1和第2热光伏模块150,一根向上转向以连接到第3热光伏模块150,并且一根向下转向以连接到第4热光伏模块150。线184可以是分立的或制成组件,诸如其中线184被平版印刷地限定为柔性扁平线缆的柔性印刷组件。

[0065] 散热器170还形成多个狭槽186,电焊盘(land,焊接区)188分别通过这些狭槽。每个焊盘188可以是金、铜或任何导电材料。随着线184朝向热光伏模块150转向,线184连接到焊盘188。焊盘188又电连接到导电焊垫144。照此,建立了从电连接器128到光伏元件152的电连续性。

[0066] 发射体组件156基本上覆盖光伏元件组件151。发射体组件156优选地施加力以维持光伏元件152与发射体158之间的微米间隙。发射体组件156包括在发射体158顶部的力施加层190以用于施加力。力施加层190限定用于螺钉194的四个孔192,螺钉耦接到基础基板

160中的螺纹孔196。照此,与螺栓166相比,可以将相对轻的扭矩施加到螺钉194。

[0067] 在替代性的实施方式中,在基础基板160中没有螺纹孔196。取代地,基础基板160形成余隙孔,并且螺钉194耦接到螺母。螺母由弹簧支持,使得弹簧压入基础基板160的底部。弹簧提供顺从性,使得螺钉内的力不会产生会破坏热光伏模块150的一个或多个层的过大的力。力施加层190选自便于不干扰发射体158的操作的材料。通常,力施加层190将覆盖发射体158。

[0068] 替代性地,没有力施加层。取代地,发射体158足够坚固以形成螺钉孔,使得穿过螺钉孔的螺钉将部件维持在适当的位置。在另一实施方式中,热光伏模块被气密密封,使得仅热光伏模块的内部处于真空下。例如,热光伏模块可以是气密密封的,其中气密密封的壁承担力以维持微米间隙。气密密封装置还可以通过施加维持热光伏模块150的力来减轻对分离的紧固件的需求。例如,气密密封装置的壁可以施加保持力以维持微米间隙。

[0069] 现在参照图4,在运行中,微米间隙热光伏面板组件100固牢到或插入到热和/或高辐射环境中,该环境含有用于期望转换成电能的能量。壳体102可以被制成吸收和/或传递来自环境的能量,并且从而发热和/或被辐照,使得能量从壳体102(由箭头“a”表示)和/或环境(由箭头“b”表示)辐射到热光伏模块150上。当壳体102处于真空下并且不接触热光伏模块150时,最少限度的能量(如果有的话)通过传导或通过对流从环境传递到热光伏模块150。

[0070] 通过在壳体102与热光伏模块150之间具有空间132,既不需要精密平坦的内壳体表面的存在,也不需要维持被保持抵靠内壳体表面的芯片堆叠体上的均匀且大的力所需的物理坚固性。根据具体情况,壳体102与力施加层190或发射体158之间的空间132还缓解了对它们之间的热界面材料的需求。空间132减轻了来自壳体102与热光伏模块150之间的接触的应力。

[0071] 力施加层190是可靠的力施加机构,以维持微米间隙,使得当发射体158被来自壳体102和/或环境的传入能量辐照时,光伏元件152可以适当运行。当暴露于传入能量时,发射体158吸收该传入能量,并且由此升温(即,发射体组件156是热侧)。发热的发射体158将能量穿过微米间隙重发射到光伏元件152。

[0072] 抽空的微米间隙使从发射体158到光伏元件152的对流热量传递和分子热量传递最小化,同时发生能量的渐逝耦合,以用于发射体158与光伏元件152之间的高效能量传递。每个热光伏模块150都由液体冷却散热器170冷却(即,光伏元件组件151是冷侧)。光伏元件152将传递的能量转换成电能。

[0073] 由热光伏模块150产生的功率由电插脚142、焊垫144、焊盘188、线184、电连接器128和必要时的各种连接承载到电功率调节机构。计算机控制器(未示出)可以监控、改变操作和修改能量转换系统。计算机控制器还包括用于向操作员提供警告和/或针对会对微米间隙热光伏面板组件100、操作者和/或环境造成损坏的状况提供自动解决方案的能力。例如,计算机控制器可以改变插入深度或者将壳体完全从热环境移除。

[0074] 在一种实施方式中,微米间隙热光伏面板组件100具有位于线性致动器(未示出)上的壳体,以用于精密控制插入热和/或高辐射环境的深度。例如,支撑表面12可以简单地是具有轮子的推车的一部分。替代性地,支撑表面可以安装到固定装置(未示出),该固定装置由导轨和/或齿条和齿轮机构引导,以使该固定装置定位,并且从而使微米间隙热光伏面

板组件100定位。移动可以是机动化的,或者甚至是手动的。

[0075] 在替代性的实施方式中,壳体在热环境中固定就位。散热器170以及由此热光伏模块150可以位于类似的或不同的线性致动器上,以用于精密控制插入壳体102中的深度。更进一步地,外壳体(未示出)可以安装在热环境中或安装到安装支架120上以随其移动。外壳体在形状上与壳体102非常相似,除了稍大一些以围绕壳体102并因此在热环境中保护该壳体。

[0076] 在另一实施方式中,散热器170可以被不同地成形,使得散热器170具有多于两个侧面,每个侧面在其上均具有热光伏模块150。例如,散热器可以是三角形、正方形、五边形、六边形、八边形等。作为示例,参见下面描述的图16A至图16D。

[0077] 现在参照图6,示出了现有技术散热器370的分解图。散热器370包括多个冷却隔间371,作为具有入口373和出口375的流体回路的一部分。每个冷却隔间371包括销钉(pin)板377,该销钉板有助于与冷却流体进行热交换。例如,销钉板377可以具有形成流动通道以增加表面区域接触的鳍片和/或销钉。

[0078] 现在参照图7和图9,示出了散热器170的各种剖面图。散热器170包括多个冷却隔间171,在冷却隔间中具有冷却鳍片或销钉175。冷却隔间171位于每个模块150下方。入口和出口冷却管104向冷却隔间171提供冷却流体。

[0079] 冷却流体从入口歧管179经由入口狭槽180进入冷却隔间171。冷却流体从冷却隔间171穿过出口狭槽183进入出口歧管181。如图7中最佳所示,入口狭槽180的面积沿着朝向远端172的远侧方向从隔间171到隔间171递增。狭槽180的长度和/或高度可以增加,以提供增加的面积/流量。入口狭槽180的横截面积随着冷却隔间171从近侧前进到远侧位置的这种增加最佳地平衡了提供给所有冷却隔间171的冷却,并因此最佳地平衡了提供给所有模块150的冷却。结果,模块150被有效地冷却以使有效的电力生产最优化。替代性地,代替宽度或者除了宽度之外,入口狭槽180的长度可以变化,以实现调整沿着散热器170的长度的冷却。入口狭槽180的形状和尺寸也可以被调整以解决冷却需求的局部变化,因为热量和/或辐射可能不均衡地施加到热光伏面板组件100。图8示出了替代性地变化的狭槽180'的构造。

[0080] 现在参照图10,示出了例示根据本主题公开内容的另一散热器470的横截面图。散热器470包括插入入口歧管477中的管或套筒485。套筒485形成狭槽487,该狭槽在大小上变化以使入口狭槽480的大小沿着远侧方向从隔间471到隔间471变化。更靠近套筒485的远端的较大入口狭槽487在更远侧定位的冷却隔间471中产生增加的流量。同样,入口狭槽487的形状和大小可以根据需要调整,以便解决冷却需求的局部变化,因为热量可能不均衡地施加到热光伏面板组件100上。

[0081] 参照图11,示出了根据本主题公开内容的发射体558的横截面图。发射体558是示例性薄膜发射体,用于并入如本文所述的微米间隙热光伏面板组件中和其他应用中。发射体558具有由光学透明介质诸如熔融二氧化硅、石英或蓝宝石制作的基板560。在较低温度的实施方式中,可以使用另外的介质诸如玻璃。

[0082] 基板560具有第一表面562和与第一表面562相反的第二表面564。第二表面564面向光伏组件(未示出)。为了维持与光伏组件的间隙,第二表面564可以形成多个间隔件566。可以看出,可以将基板560制成相对厚,这提供了更大的结构强度、改善的平整度和间隙上

的力均匀性。在一种实施方式中,基板560的厚度“t”大约为4mm,其中在间隔件566之间的间距“s”约为1mm,该间隔件的直径“d”约为100 $\mu\text{m}$ ,并且高度“h”约为0.15 $\mu\text{m}$ 。

[0083] 在一种实施方式中,第二表面564具有沉积在其上的光学不透明材料的薄层568。在一种实施方式中,薄层568是碳。在另一实施方式中,薄层568是高指数(index,折射率)材料,诸如硅。薄层568被设计成吸收从热辐射热源发射的红外光,以将能量辐射到光伏元件以便由此被吸收。简言之,具有薄层568的光学透明基板560定位在热源(未示出)与可以将红外光转换成电流的光伏组件之间。优选地,至少一个间隙的尺寸小于红外光的波长。

[0084] 薄层568的厚度应被选择得足够厚以吸收从热源发射的红外光的大部分或全部,但薄层568的厚度应足够薄以限制去往并通过间隙形成装置566的热量的横向传导。薄层568的薄度像热电阻器一样起作用,从而限制热量横向通过薄层568的横向流动。在优选实施方式中,光学透明基板560通常对红外光是透明的并且具有高热阻,以及由适于高温操作的材料构成,诸如石英、二氧化硅和蓝宝石。光学透明介质基板560的高贯穿厚度热阻结合薄层568的几何约束的高横向热阻共同作用以限制热传导能量通过间隙形成装置566的传输。在一种实施方式中,薄层568的厚度至少为100纳米,并且优选地厚度为几微米,以允许红外光的充分吸收。

[0085] 在另一实施方式中,对于微米间隙热光伏应用,薄层568包括第二层570。第二层570应由具有高红外吸收性和高折射率的材料构成,诸如非晶硅和多晶硅。在又一实施方式中,可以省略薄层568并且仅使用第二层570,因为第二层570具有足够高的吸收性。如将通过回顾本主题技术而理解的,可以将各种涂层施加到第一表面562。例如,可以利用防反光涂层、过滤器层、替代性的吸收或反射层等来提高性能。此外,二级和三级层或发射体可另外施加到表面562、564、568、570中的任何表面。基板560本身可以是多层结构。实际上,两个或更多个熔融二氧化硅层可以根据需要被涂覆,根据需要与另外的层匹配,形成有纳米结构例如但不限于间隔件,并且以任何组合夹持在一起。

[0086] 间隔件或间隙形成装置566可以是小横向尺寸的物理间隔件。每个间隔件566与最近的间隔件分离足够大的距离,以使从薄层568到光伏元件的热传导最小化。然而,间隔件566之间的距离仍应该足够小,以便使薄层568与在间隔件566之间的区域中的光伏元件直接进行物理接触的可能性最小化。

[0087] 间隙形成装置566可以是微米大小的盘、墩、柱、管、锥体等。间隔件566将优选地由机械坚固的热阻材料构成,诸如氧化硅。间隔件566可以在施加薄层568之前被设置在透明基板560的第二表面564上或嵌入其中,并且在一些情况下被有意地图案化在该第二表面上。当薄层是平坦的并且未图案化时,间隔件566也可以施加到薄层568的外表面和/或光伏元件的表面。间隔件566也可以与薄层568一体地形成。间隔件566还可以通过在形成在基板中的阱中沉积热绝缘材料来形成,使得间隔件在基板表面564之上延伸。

[0088] 现在参照图12A和图12B,示出了对间隙进行视觉检查所得的两个图像。图12A是举例说明不均衡间隙的视觉图片的图像600,图12B是举例说明均衡间隙的视觉图片的图像602。通过具有透明发射体,用于对间隙进行视觉检查的方法是有效的。一旦组装成发射体位于第二表面诸如光伏元件的表面的近侧,裸眼就能看到条纹图案601。与具有最小或不具有非均匀间隙的组件(例如,图像602)相比,多个条纹指示相对大和/或不均衡的间隙(例如,图像600)。

[0089] 有利地,条纹不仅允许快速且容易地检查高质量近场间隙,还允许实时调整。技术人员可以在使用条纹图案作为用于调整的反馈时调整紧固件张力和其他装置。间隙的尺寸和均匀性还可以通过光学工具诸如UV薄膜厚度测量工具来测量。在任一种情况下,在观察条纹时,可以执行调整以改善间隙尺寸和均匀性。

[0090] 图13A至图13E是根据本主题技术的制作薄膜发射体的各种可能的制造步骤的一系列横截面图。在图13A中,该方法以相对厚的基板700开始,该基板由热绝缘材料诸如石英或熔融二氧化硅制成。优选地,抛光一侧或两侧。对于特定的光伏元件(例如,InGaAs),基板700对于带隙以上(例如,1至2.2微米)的辐射可以是透明的,并且对于带隙以下(例如,2.2至10微米)的辐射可以是吸收性的。照此,显著低于带隙的辐射暴露将导致发射体的显著发热。

[0091] 在图13B中,通过光刻和蚀刻形成多个间隔件702。典型的间隔件几何结构的直径为10至100微米,高度为0.10至0.20微米。在图13C中,碳层704已经沉积在基板700上。在操作中,碳层704吸收不被基板700吸收的入射辐射。结果,可以达到1000℃的温度。在一种实施方式中,碳层704可以是0.1至5微米厚。

[0092] 现在参照图13D,硅层706沉积在碳层上。硅层706是可选的,但是可以提供与光伏元件(例如,InGaAs)指数匹配的能力,以提高近场性能。折射率匹配是指当一种材料的折射率与另一种材料的折射率非常接近时,使得当具有相同折射率的两个项目(例如,层706和光伏元件)彼此相邻时,辐射能量以最小的反射或折射从一个传递到另一个。硅层706的厚度可以类似于碳层704的厚度。

[0093] 可选地,如图13E所示,碳层704和/或硅层706可以在间隔件702所在区域处不存在。结果,间隔件702有效地延伸穿过上层704、706中的一个或多个。在另一实施方式中,围绕间隔件702的附加区域708不具有硅层706和/或碳层704,诸如在图13F的实施方式中所示。间隔件702也可以是与基板不同的结构和/或材料,诸如氧化物或根据需要的不同掺杂区域。在另一变型中,间隔件702仅比附加层的厚度高,并且在制造过程中未被层覆盖。在另一实施方式中,基板700最初沉积有不透明层,以促进使用中断技术的标准半导体制造装备的处理。在另一种方法中,施加背面不透明层,然后在不再需要时随后移除。可以设想,图13B至图13E的结构中的每一种以及图13F的结构都可以代表成品组件。

[0094] 在制造如图13F所示的基板700的另一种方法中,基板700具有施加到一个表面的抗蚀剂(未示出)。通过光刻工艺显影抗蚀剂,以便形成孔的图案。孔的尺寸大约匹配间隔件702的期望的横向尺寸。通过在抗蚀剂层中形成孔,暴露出基板700在孔的底部处的部分。

[0095] 在抗蚀剂涂覆的基板的整个表面上沉积间隔件材料诸如氧化硅,并且间隔件材料部分地或整个地填充抗蚀剂层中的孔以与暴露在抗蚀剂层中的孔的底部处的基板700进行物理接触。在横截面中,抗蚀剂层中的孔可以是圆形或任何其他二维形状,诸如椭圆形、三角形、正方形等,然而间隔件可以逐渐变细成窄的平坦顶部、点或在形状上以其他方式变化。可以使用热过程来确保间隔件材料与孔的底部处的基板700之间的良好机械粘合。通过剥离工艺,去除抗蚀剂层和大部分间隔件材料层,留下粘附到基板700的间隔件702。然后可以优选地施加附加层704、706中的一个或多个。

[0096] 在一种实施方式中,基板700涂覆有沉积的间隔件材料,已知该间隔材料在氧化时具有增加的体积,或者随后经受使材料体积增加的进一步工艺步骤。具有由热氧化引起的

体积增加性质的这种材料可以是氧化成为氧化硅的硅。替代性地,基板700可具有粘合到其上或在其上生长的可氧化材料诸如硅的薄层。在下一步骤中,在未氧化的间隔件材料上沉积掩膜层,诸如氮化硅。通过光刻工艺步骤,在掩膜层中形成孔的图案,该孔的图案尺寸大约匹配间隔件702的期望的横向尺寸。结果,暴露出未氧化的间隔件材料在孔的底部处的部分。

[0097] 然后,基板经受热氧化步骤,这导致在孔的底部处的未氧化的间隔件材料氧化,从而增加处于氧化状态的间隔件材料的体积。随着体积的增加,孔附近的氧化的间隔件材料向上推动孔的边缘处的掩膜材料。如果对带内IR辐射足够薄和/或透明,则掩膜材料和间隔件材料可以留在适当位置,并且被向上推动的掩膜材料成为间隔件的支承表面。在另一实施方式中,可以剥去掩膜材料,使得氧化的间隔件材料成为间隔件的支承表面。并且在又一替代性的构造中,掩膜材料和未氧化的间隔件材料两者都被剥去,仅留下氧化的间隔件材料作为间隔件的支承表面。

[0098] 仍然参照图13F,可以通过在间隔件周围形成隔离沟槽708的工艺步骤来提升将间隔件形成在基板上的前述实施方式中的任何实施方式。在一种实施方式中,隔离沟槽708的形状为环形,深度为10至40微米,并且环形宽度为5至100微米。沟槽708形成在间隔件702周围,以改善间隔件702的热隔离,使得从发射体通过间隔件702的高度到光伏组件的传导传递相对少的热能。如上所述,间隔件702的形状也可以从近端到远端变化以进一步减少热能传递,诸如锥体形状。沟槽708还可以具有下端710,该下端向下切入基板700中。

[0099] 现在参照图14,示出了优化的发射体的图形描绘800,其中高透射性和高吸收性之间的过渡点806位于光伏元件的带隙处。这种发射体可用于制作被调谐以使光伏元件的效率最大化的发射体。发射体被制成在很大程度上使能量高于光伏元件的带隙(“AB”)的光子通过,在高于带隙处吸收和转换成电力是高效的(例如,范围802)。使低于带隙(“BB”)的光/能量入射到PV元件上是不期望的。因此,具有过滤器的发射体吸收BB光子并且变热(例如,范围804)。由于发射体不能完全透射AB光子,所以被吸收的AB光子也有助于使发射体发热。一旦足够热,发射体则辐射通过光伏元件或芯片(PV)被有效地转换成电力的AB光子。简言之,具有高于带隙的能量的AB光子在很大程度上通过发射体以用于由光伏元件进行的高效转换,而具有低于带隙的能量的BB光子被发射体吸收,该发射体发热升温并辐射能量高于带隙的附加AB光子。

[0100] 吸收从黑体或其他发射源发射的所有波长的PV在操作中不是最佳的。典型地,仅高于带隙(AB)的波长容易转换为电功率,而低于带隙(BB)的波长被吸收到PV中作为热量并且不被转换为电功率。在另一实施方式中,在发射源和PV之间插入选择层以改善转换。选择层可以是发射体或单独的结构。

[0101] 在一种实施方式中,熔融二氧化硅用于提供发射体的期望性质的近似。吸收的BB能量使发射体发热升温,并且发生来自发射体的近黑体的重发射。优选地,过滤器和PV由近场(即,亚波长)间隙分离,使得来自发射体的重发射的能量通过,而对PV的阻抗减小。结果,从PV的背侧反射器(例如,金层)反射回的BB能量也以低阻抗穿过近场间隙到达发射体,这也增加了发射体的发热能量以改善重发射。

[0102] 在进一步的优化中,理想发射体包括薄膜和/或结构体,该薄膜和/或结构体促进在对具有的能量高于可以由光伏元件转换的能量的光子的完全透射和完全吸收或完全反

射之间的附加的第二过渡。该高于带隙的第二过渡在能谱中的最佳布置取决于若干因素，包括但不限于：光伏元件的反射性；光伏元件的光谱响应；发射体与光伏元件之间的能量平衡；以及PV体内的光学吸收性。

[0103] 该高于带隙的第二过渡的存在帮助将由非常高能量的光子所占有的超出带隙能量的多余能量转换为使发射体发热升温的热能。发射体的发热导致热能被发射作为AB光子，以用于PV的能量转换。

[0104] 本主题技术不限于任何特定领域或技术区域，例如，本文的教导同样适用于现在已知以及随后开发的热离子技术、量子点能量收集系统、太阳能电池、远场技术等。可以设想，本主题技术将同样适用于废热转换、一次能源发电、太阳能和便携式电源以及其他领域和应用，诸如还有光伏应用。本主题技术还可以与已知的能量转换机构组合或集成，以提供顶循环或底循环，或者有效地提供组合的热电 (CHP) 能量转换系统。

[0105] 对于一种特别有用的区域的实例，废热是一种巨大的且很大程度上尚未开发的低成本能量源。世界上产出的一半以上的能量以废热的形式逃逸到大气中。在预计到2040年全球能量使用量将增加近50%，并且电力需求预期将在同一时间段内增长近70%的情况下，废热问题的严峻程度正在加剧。本主题技术解决了这一挑战。典型的工业规模废热环境可具有600℃至1400℃范围内的温度。

[0106] 本主题技术提供紧凑的模块化的系统设计，其可轻松改装到现有工业基础设施的废热流中，而不会影响上游工艺。由于占用空间小，根据本主题公开内容的微米间隙热光伏面板组件为安装到世界上一些最大工业的生产设施中提供了理想的形式，上述最大工业诸如石油和天然气勘探、石化、和化学处理以及玻璃、钢铁和水泥制造业。微米间隙热光伏面板组件可以为工业工厂提供现场电力，同时降低电网功耗和成本。

[0107] 现在参照图15，示出了根据本主题技术的具有微米间隙热光伏面板组件100的工业玻璃熔炉应用300。应用300具有用于运送热排气的烟道组件302。烟道302以局部横截面示出，以例示其中的微米间隙热光伏面板组件100。如上所述，微米间隙热光伏面板组件100通过烟道组件302的壁304中的端口安装。上升的走道306用于管道支撑系统的双重目的。走道306可以支撑公用事业线路，诸如经由管道308为组件100供应冷却流体的冷却流体系统。走道306还可以支撑真空线路、监控线路、诊断线路、通信线路、电力线路等。用户可以在一个或多个站310处监控和/或操作微米间隙热光伏面板组件100。站310具有屏幕312，以允许容易的操作检查和与微米间隙热光伏面板组件100的相互作用。替代性地，可以远程监控和/或操作微米间隙热光伏面板组件100。

[0108] 这种废热环境使得能够基于排烟气温度、成分和质量流动速率的工厂特定组合来进行热电产生。用于制造玻璃的熔炉典型地以每小时17mBTU的热速率产生800℃至1400℃之间的排气。每个烟道可放置多达20组或更多组微米间隙热光伏面板组件100，并且每个熔炉具有两个烟道，从每个玻璃熔炉输出的功率可为200kW至1MW或更高。根据美国每千瓦时\$0.07的平均工业成本，该功率将抵消高达\$600,000的年度电力费用。在高成本地区诸如加州(13.6c/kWh)、德国(15.5c/kWh)和意大利(26c/kWh)，节省的费用要显著高得多。

[0109] 现在参照图19，示出了根据本主题技术的便携式诊断工具1300的后立体图。便携式诊断工具1300可以容易地评估来自废热环境的功率的产生。便携式诊断工具1300包括安装系统1302上的热光伏面板组件100。安装系统1302可以通过传统方法容易地运输，优选地



不需要拆卸或组装。在另一实施方式中,便携式诊断系统被局部拆卸以用于装运。在又一实施方式中,突出部件可以借助于安装的铰链被旋转到直立位置以用于装运。安装系统1302易于移动到期望的位置,以用于将热光伏面板组件选择性地插入废热环境中。控制单元1304也在安装系统上,以用于控制热光伏面板组件100的操作。

[0110] 安装系统1302包括用于将部件安装到其上的基座结构1306。将回转脚轮1308锁定在基座结构1306上使得便携式诊断工具1300容易地滚动并锁定就位。基座结构1306具有轨道系统1310,以用于选择性地使热光伏面板组件100沿轴移动。优选地,还可以调整热光伏面板组件100的高度。基座结构1306还包括用于向热光伏面板组件100提供真空的真空系统。由于真空系统具有显著的重量,因此真空系统可以放置成在热光伏面板组件的延伸期间用作平衡装置或可移动以在热光伏面板组件的延伸期间用作平衡装置。基座结构1306包括用于保持维护用品、维修工具、保护罩和防护物、燃烧套件等的存储单元1320。

[0111] 基座结构1306还具有冷却单元,以用于向热光伏面板组件100提供冷却流体。替代性地,冷却可以借助于外部源,诸如通过基础设施(例如,水、水管设施、HVAC、冷却塔等)或通过天然源(例如,地热冷却、河流、溪流、海洋、空气等)提供的那些外部源。便携式诊断工具1300根据需要具有电气和其他公用设施接线、线缆、软管和连接器,以与现场公用设施联接,以用于快速和容易的连接。在一种实施方式中,机载冷却系统包括大的冷却剂流体贮存器、泵和热交换器。照此,冷却系统具有显著的重量,其被放置成在热光伏面板组件的延伸期间用作平衡装置或可移动以在热光伏面板组件的延伸期间用作平衡装置。便携式诊断单元1300的其他部件也可以帮助用作平衡装置。

[0112] 便携式诊断单元1300还具有逆变器1312。逆变器1312可以是可拆卸的并且通过特定目的建造的线缆连接与便携式诊断单元1300配对。类似地,控制单元1304和其他部件可以是可拆卸的。通过能够减少部件,便携式诊断单元1300可以部署在更多样化的环境中。整体大小、高度和/或重量也可以减少。

[0113] 如果机动化,则控制单元1304管理便携式诊断工具1300的热光伏面板组件100和其他部件诸如轨道系统1310的操作。控制单元1304具有视觉警告“灯堆栈”或“堆栈指示器”或“指示器灯”1314和视频记录/监控装备1316。取决于需要,控制单元1304还可以具有UPS备用单元、数据获取模块和远程访问模块,以经由智能手机应用等进行操作。

[0114] 在一种实施方式中,控制单元1304是特殊的专用硬件设计。控制单元1304典型地包括中央处理单元,该中央处理单元包括一个或多个微处理器、随机存取存储器(RAM)、用于执行I/O操作的机构和结构(未示出)、存储介质诸如磁性硬盘驱动器、用于从可移动计算机可读介质读取和/或向其写入的设备、以及用于在中央处理单元上执行的操作系统。根据一种实施方式,控制单元1304的硬盘驱动器执行启动和存储操作系统、待执行的其他应用或系统,硬盘和RAM之间的分页和交换等。在一种实施方式中,应用程序驻留在硬盘驱动器上,以用于根据本主题技术执行功能。在另一实施方式中,控制单元1304具有用于访问托管在分布式计算网络诸如局域网或因特网内的应用的浏览器。控制单元1304还可以利用可移动计算机可读介质,诸如插入其中的CD或DVD类型的介质,以用于读取可移动计算机可读介质和/或向其写入。在其他实施方式中,通过具有或不具有用于SCADA(监督控制和数据采集)的通信能力的简单可编程逻辑控制器(PLC)来实现控制。

[0115] 控制单元1304具有本领域技术人员已知的输入设备,该输入设备可用于提供用于



控制应用程序和其他程序诸如在控制单元1304上执行的操作系统输入信号。在例示性实施方式中,输入设备优选地包括开关、滑动件、鼠标、跟踪球、滚动点或操纵杆、麦克风或其他这样的设备(例如,具有一体安装的滚动点或鼠标的键盘),通过这些设备用户诸如消费者可以输入控制信号和其他命令。尽管本文没有进一步描述使用键盘和/或触摸屏作为输入设备,但是包括本领域技术人员已知的多种键盘和触摸屏中的任何键盘和触摸屏的输入设备都在本公开内容的范围内,其中,用于实现和与用户交互的控制信号或命令以及体现这种方法学的应用程序可以经由键盘或触摸屏以离散命令的形式实现。

[0116] 如将由相关领域的普通技术人员所理解的,控制单元1304具有显示器。显示器可以是本领域技术人员已知的用于响应于来自计算机14、16的输出信号而显示图像的多个设备中的任何设备。这些设备包括但不限于阴极射线管(CRT)、液晶显示器(LCDS)、等离子屏幕等。尽管在图19中示出了简化图,但是该图示不应被解释为将本公开内容限制于所例示的实施方式。应该认识到,从控制单元1304输出的信号可以源自下述多个设备中的任何一个:所述多个设备包括PCI或AGP视频板或安装在控制单元1304壳体内部的可操作地耦接到控制单元1304的微处理器和显示器的卡。

[0117] 在操作中,便携式诊断单元1300具有热光伏面板组件,使得可以测试各种位置是否适合更加永久地安装热光伏面板组件以由热量产生电力。在一种实施方式中,需要四个连接(例如,208 30amp功率电路;208 30amp功率电路以将逆变器连接到电网;用于监控系统的110功率电路;以及水供应)。所有连接和设备均符合nema评级和UL规定。例如,废热环境中的若干位置可适合用于产生电力。可以创建在各个位置中的访问(例如,通过创建用于插入热光伏面板组件的多个孔)。可以将一个或多个便携式诊断单元1300运输到现场并设立在每个可能的位置一段时间。便携式诊断单元1300将收集所有相关数据以分析位置的适用性和盈利能力,以便可以做出关于永久安装的热光伏面板组件的数量和放置的知情决定。控制单元也可以部分或全部用于永久性安装。例如,在监控操作时,控制单元1304可以使用自动化轨道系统,以在满足预定条件时自动地将热光伏面板组件从废热环境中收回,所述预定条件诸如可能指示冷却系统的故障的过热条件。控制单元控制插入速度和取出速度,以便根据组件的热冲击曲线处理热冲击。

[0118] 可以设想,自动化轨道系统也可用于控制永久热光伏面板组件到发热区中的插入。自动化致动器可以由导螺钉或滚珠螺钉或梯形螺纹驱动的线性致动器,然而可以使用任何类型的导轨(例如,圆形、磁性、齿条&小齿轮等)。驱动机构也可以是任何类型,诸如液压缸、气动缸、气动马达、手摇齿轮等。

[0119] 控制单元还可以借助于因特网、电话、蜂窝、蓝牙或类似的通信协议,基于可定制的警报参数向指定的接收者提供警报。在动态系统控制中典型的是,控制单元可以接收来自大量传感器的输入,以监控各种温度(例如,环境、控制、熔炉、冷却水、真空电机、系统内部、逆变器等)、压力(例如,系统真空、环境压力、冷却流体压力等)、流动速率(例如,空气抽空、冷却水),以及接收来自系统控制领域的技术人员共用的任何其他数字或模拟传感器的输入。在一种实施方式中,控制单元包括可编程逻辑控制器(PLC),其使用热电偶、电阻温度检测器(RTD)、电流信号(0-20mA、4-20mA等)、电压信号(0-10VDC,仅举一例)、任何协议(即RS-232、RS-485、USB、MODBUS等)的串行通信以及用于触发系统动作的输入/输出继电器。典型的系统可以具有逆变器以直接在电网上放置功率,并且可以借助于第三方硬件和软件

(如通常内置在逆变器中)或者借助于上述信号通过仪器诸如用于监控DC电流的霍尔效应传感器来直接监控功率产生。

[0120] 在其他实施方式中,使用典型的系统平衡产生离网功率并将其存储在电池中,诸如充电控制器(具有或不具有最大功率点跟踪)和电池组。这些系统可以使用他们自己产生的功率来运行,而不是依靠不间断电源(UPS)或电网功率连接。存储装置可以是便携式诊断单元的一部分或单独的组件。

[0121] 便携式诊断单元还可用于评估现实世界条件下的各种特征。例如,各种配置可以在各种环境中不同地执行。便携式诊断单元可以具有不同的热光伏面板组件,以便可以在现实世界条件下执行特征之间的比较。在另一实施方式中,冷却系统作用于另一种应用的流体的加热器或预热器。还可以设想便携式诊断单元可具有多个热光伏面板组件。若干部件可以是模块化的,以便例如两个便携式诊断单元可以具有单个控制单元等。

[0122] 现在参照图16A,示出了根据本主题公开内容的另一微米间隙热光伏面板组件900的立体图。如将由相关领域的普通技术人员理解的,微米间隙热光伏面板组件900利用与上述微米间隙热光伏面板组件100类似的原理。因此,当可能时,使用前面带有数字“9”而不是数字“1”的相同附图标记来表示相同的元件。以下描述针对不同之处。

[0123] 微米间隙热光伏面板组件900的不同之处在于散热器970是四面的。在一种实施方式中,散热器970在其上具有四十八个TPV模块950,每面有十二个。散热器970在每个面上均设有冷却鳍片板971(图16B、图16F和图16G),其中每个上有12个TPV模块950。还应注意,散热器970旋转大约45度。45度取向确保尽管多个组件900紧密堆积(pack,排列),散热器的所有四个面上的模块仍都接收来自环境的辐射。出于例示的目的,壳体902被绘制为半透明的,但可以是透明的、不透明的、半不透明的(semi-opaque)或半透明的(translucent)。

[0124] 现在参照图16B,示出了微米间隙热光伏面板组件900的散热器970的远端972的局部分解图。特别地,示出了一个与散热器970断开连接的TPV模块950。TPV模块950具有相对较厚的基础基板960,以用于增加刚度,并且用于螺钉966的安装孔962被重定位。值得注意的是,安装孔962的数量加倍以容纳附加螺钉966。力施加层990也具有不同的形状,使得安装螺钉994更紧密地定位在大致正方形的四个角部中。相关领域的普通技术人员应该理解,在TPV模块950中提到的不同之处可以施加于设置在双面或任一面散热器上的TPV模块,因为TPV模块设计独立于散热器设计。

[0125] 四面微米间隙热光伏面板组件900的另一个不同之处在于电连接被嵌入到散热器970中,如图16B至图16D所示。散热器970沿其角部边缘909形成伸长的狭槽907。如图16D中的横截面所示,汇流条911装配到狭槽907中,以用于承载来自TPV模块950的电压。

[0126] 现在参照图16C,示出了微米间隙热光伏面板组件900的角部电跳线913的横截面图。角部电跳线913电连接TPV模块950。在一种实施方式中,角部电跳线913在沿着散热器970的长度的相同点处将四个TPV模块950连接成一组。角部电跳线913可以以变化的方式对TPV模块950分组成其他组合,诸如通过形成具有十二个的分组。汇流条911和角部电跳线913优选地由金属制成并且支持低电压(例如,10V)应用和高电压(例如,50V)应用两者。

[0127] 现在参照图16E,示出了微米间隙热光伏面板组件900的散热器970的立体图。散热器970具有一体的背板983,该背板具有两个相对较大的钻孔985,以用于流体进入和出去。较大的钻孔985允许冷却流体的较高流量和较低压降。优选地,散热器970由高传导率铝合

金、铜、钢等制成。

[0128] 另外参照图16F,示出了散热器970的局部分解图。散热器970包括四面的主体981,在每面上均具有鳍片板987。在每个鳍片板987下方,主体981形成与钻孔985流体连通的大流动区域989。鳍片991从鳍片板987延伸到流动区域989中,以促进对散热器970的冷却,如图16G和图16I中最佳所示。鳍片991通常是在它们之间形成平行通道的多个伸长脊。鳍片991的端部993形成跑道构造,如图16H中最佳所示。

[0129] 现在参照图17A,示出了根据本主题公开内容的另一热光伏(TPV)模块1050的顶部立体图。如将由相关领域的普通技术人员理解的,TPV模块1050利用与上述TPV模块150、950类似的原理。因此,当可能时,使用前面带有数字“10”而不是数字“1”或“9”的相同附图标记来表示相同的元件。

[0130] TPV模块1050的不同之处在于改变了力施加层1090的形状和安装螺钉1094的布置。力施加层1090基本上是正方形的,但包括四个扩大的角部1091。安装螺钉1094以基本上径向对称的方式布置,以减少角部间隙的拉开并在热界面上均衡地分布压力以改善冷却。在所示的实施方式中,安装螺钉1094以相对成对的方式布置在每个角部1091中。

[0131] 现在参照图17B,示出了TPV模块1050的底部立体图。TPV模块1050具有耦接到安装螺钉1094的安装组件1021。基础基板1060形成凹部1061,使得安装组件1021不会阻止与散热器的良好接触。基础基板1060还可以包括用于定位在散热器上的安装插脚1067以及凹部区域1068以用于电连接等。

[0132] 其中一个安装组件1021以分解图示出。每个安装组件1021包括安装螺钉1094、螺母1023和弹簧1025。螺母1023和凹部1061成形为使得当安装螺钉1094被转动时螺母被凹部捕获。参照图17C,示出了组装的安装组件1021的横截面图。凹部1061具有外部部分1063,该外部部分被构造成且大小设置成将螺母1023保持在设定取向。凹部1061还具有在径向上相对较窄的内部部分1065。当组装时,弹簧1025通过螺母1023保持在内部部分1065中,该螺母位于外部部分1063中。螺钉1094穿过弹簧1025并螺纹地耦接到螺母1023。外部部分1063具有足够的深度,使得螺钉1094不突出。此外,足够的深度允许在将TPV安装到散热器之后调整螺钉1094,进而调整TPV模块1050中的间隙。由施加层1090施加的力通过弹簧1025的压缩来提供,该弹簧抵抗由螺钉1094和螺母1023提供的张力。

[0133] 现在参照图18,示出了根据本主题技术在透明或其他基板上制作纳米间隙间隔件的各种可能的制造步骤“a-1”的一系列横截面图。在一种实施方式中,基板是用于热光伏模块的透明发射体。可以通过使用半导体工业中典型的已知微光刻工艺来执行步骤“a-1”。在步骤a,提供裸基板1100。在步骤b,将裸基板1110涂覆光致抗蚀剂层1102。在步骤c中,将光致抗蚀剂层1102图案化,使得形成多个孔1104。孔1104可以是任何大小和形状。

[0134] 在步骤d,沉积氧化物层1106。由于孔1104的缘故,氧化物层1106的部分或间隔件1108直接位于基板1100上。通过将光致抗蚀剂层1102与该光致抗蚀剂层上的氧化物层1106一起去掉,仅氧化物间隔件1108将保留在基板1100上,如步骤e所示。

[0135] 在步骤f,在间隔件1108和基板1100上沉积金属掩模层1110。为了使金属掩模层1110图案化,如步骤g所示,将光致抗蚀剂1112施加到其上。一旦以期望的图案形成光致抗蚀剂1112以创建具有孔1114的图案化的光致抗蚀剂1112' (步骤h),就可以将金属掩模层1110蚀刻成相同的图案以形成图案化的金属掩模层1110',如步骤i所示。结果,孔1114被形

成为穿过光致抗蚀剂1112' 和金属掩模层1110' 向下到达基板1100。金属掩模层可以由任何足够坚固的掩模材料制成, 诸如甚至厚的光致抗蚀剂。金属掩模层应是坚固的以抵抗用于图案化基板1100的蚀刻和其他需要的工艺步骤, 这些步骤可能是相当具有侵略性的。在一种实施方式中, 基板1100是使用反应离子蚀刻(RIE) 蚀刻的熔融二氧化硅。

[0136] 在去除光致抗蚀剂1112' (步骤j) 之后, 可以在孔1114的位置处蚀刻基板1100, 以在基板1100中形成沟槽1116, 如步骤k所示。一旦去除金属掩模层1110', 如步骤l所示, 结果是基板1100具有被沟槽1116围绕的间隔件1108, 以改善间隔件热阻。

[0137] 相关领域的普通技术人员将理解, 在替代性的实施方式中, 若干元件的功能可以由更少的元件或单个元件来实施。类似地, 在一些实施方式中, 任何功能元件可以执行比关于所示实施方式描述的那些操作更少或不同的操作。而且, 为了例示的目的而示出为不同的功能元件(例如, 散热器、冷却管、法兰、电连接器、接合层、螺栓等) 在特定实施方案中可以并入其他功能元件内。

[0138] 本文公开的所有专利、专利申请和其他参考文献在此通过引用明确地整体并入本文。虽然已经关于优选实施方式描述了本主题技术, 但是本领域的技术人员将容易地理解的是, 在不脱离由所附权利要求限定的本发明的精神或范围的情况下, 可以对本主题技术进行各种改变和/或修改。例如, 值得注意的是, 传递到发射体的能量可以从壳体辐射, 或者壳体可以直接让来自周围环境的光子通过。此外, 权利要求可以被重写, 使得权利要求的一部分在另一权利要求中被叙述, 以及每个权利要求都可以以多种从属方式从属于任何、一些或所有权利要求, 即使最初没有要求保护这种技术方案。

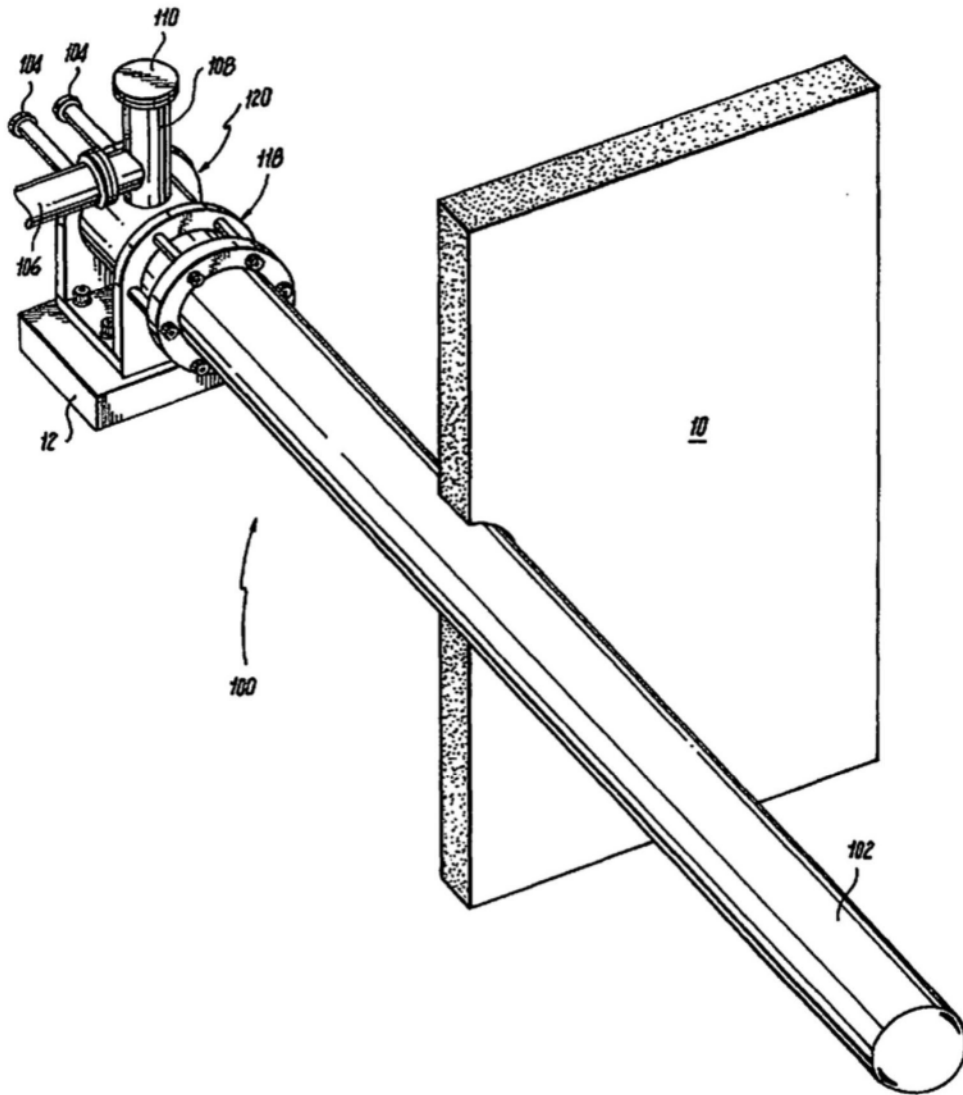


图1

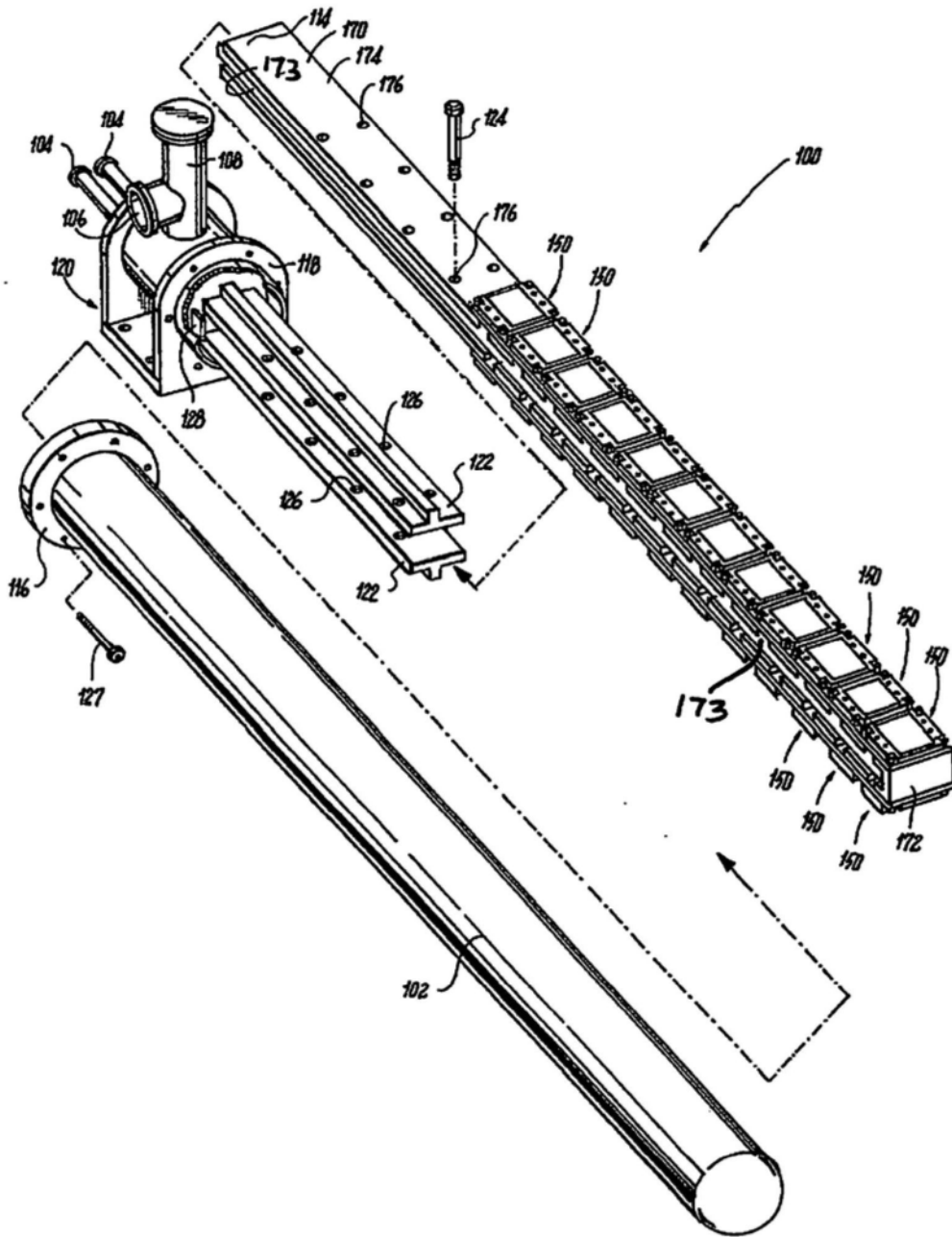


图2A

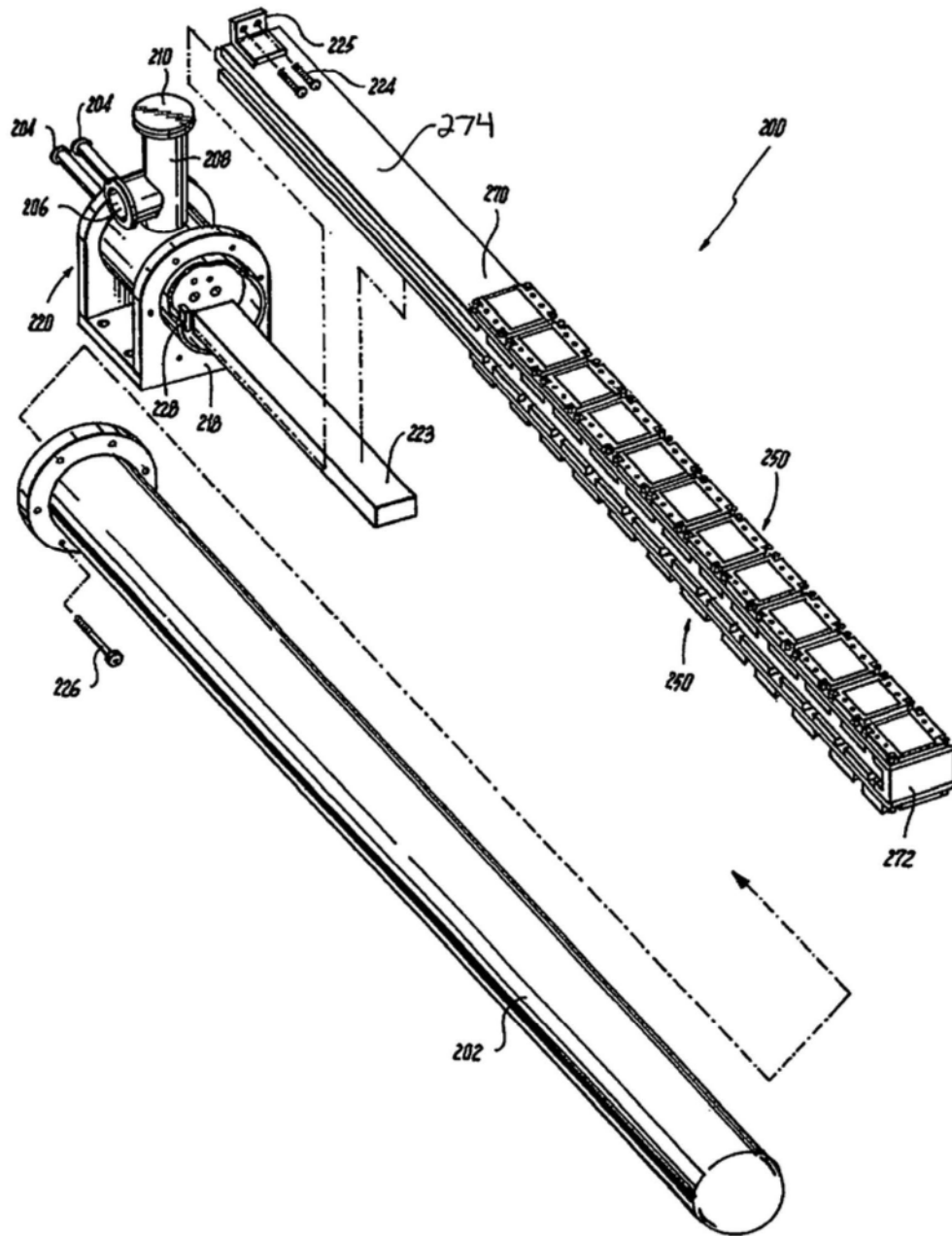


图2B

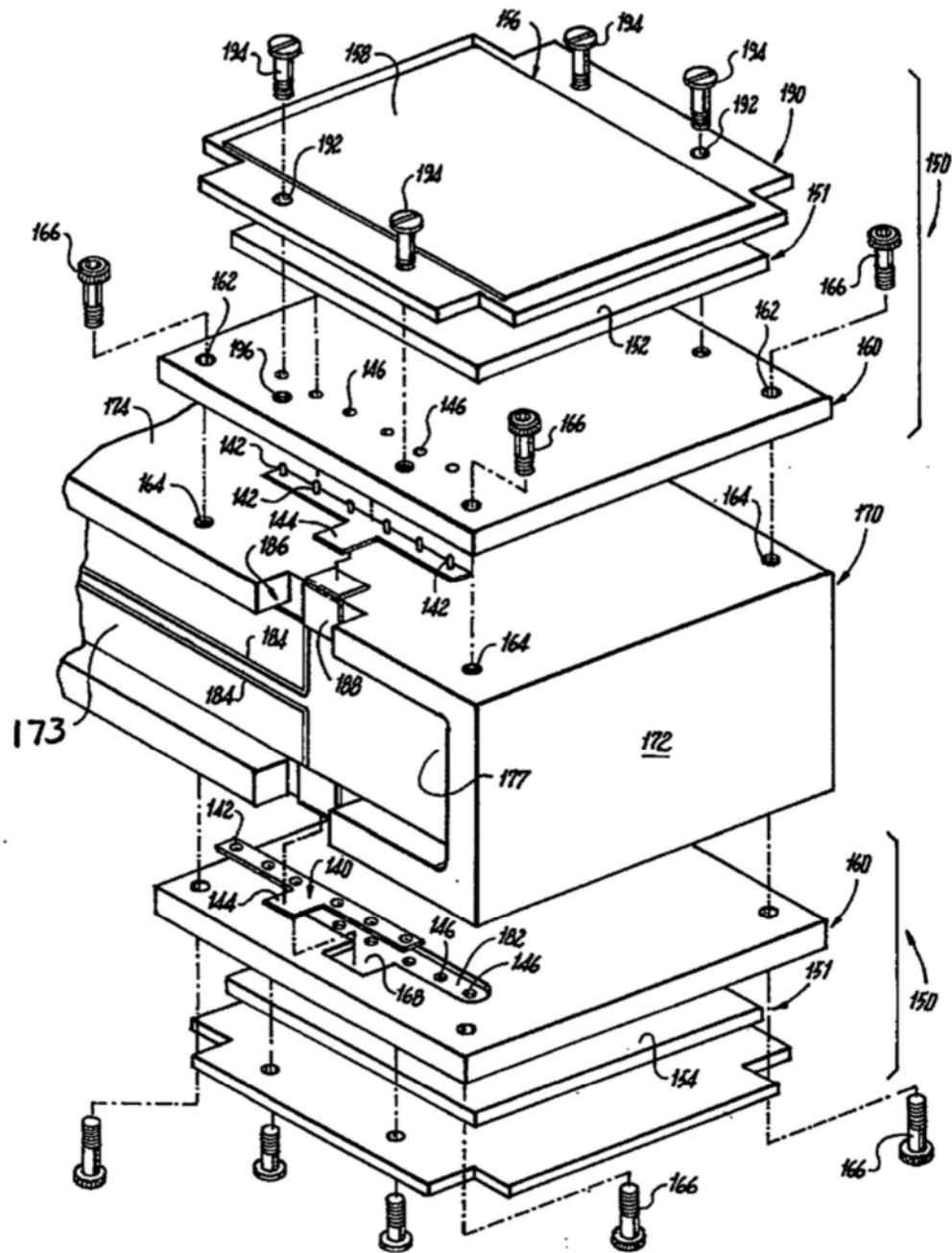


图3



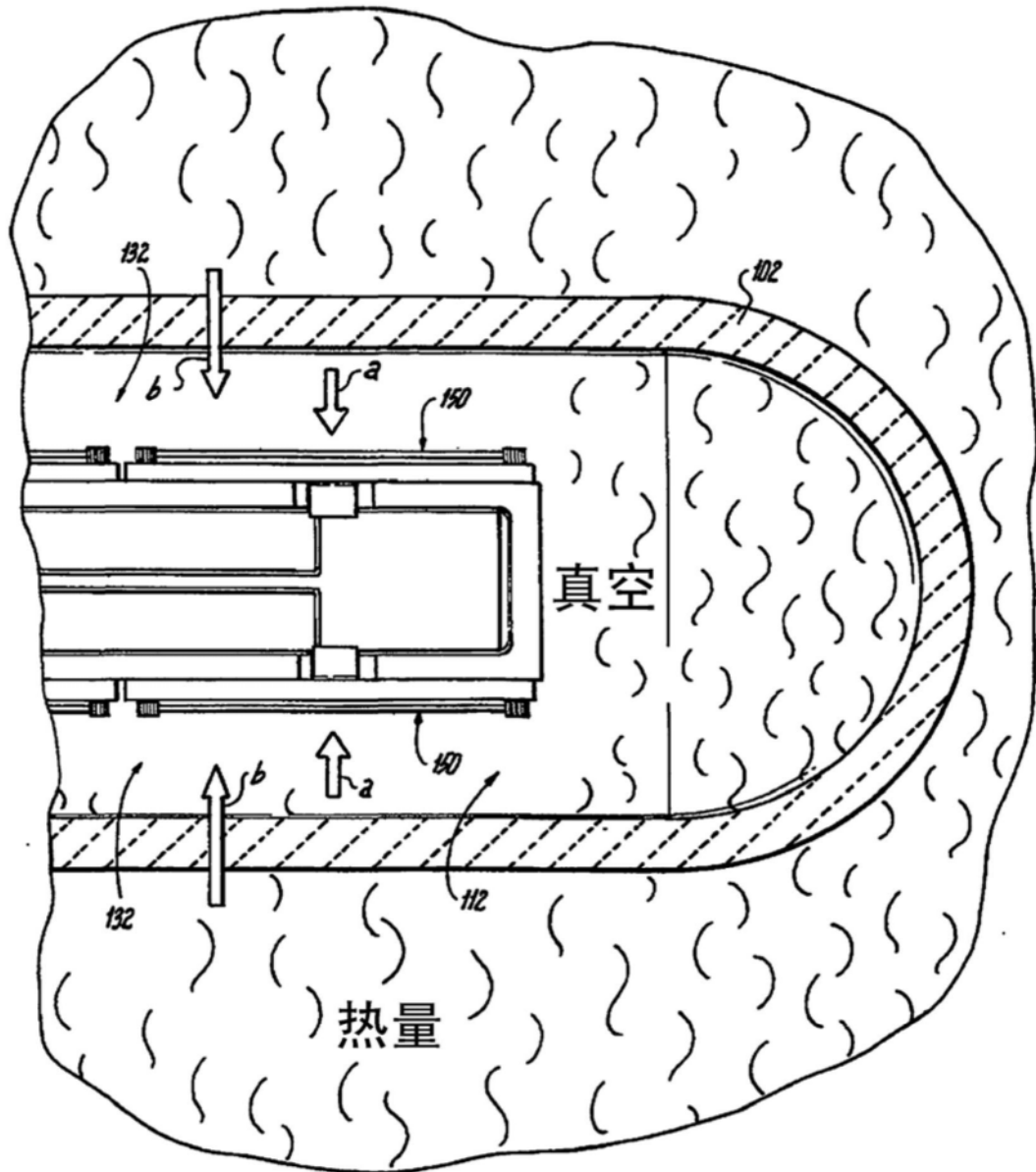


图4

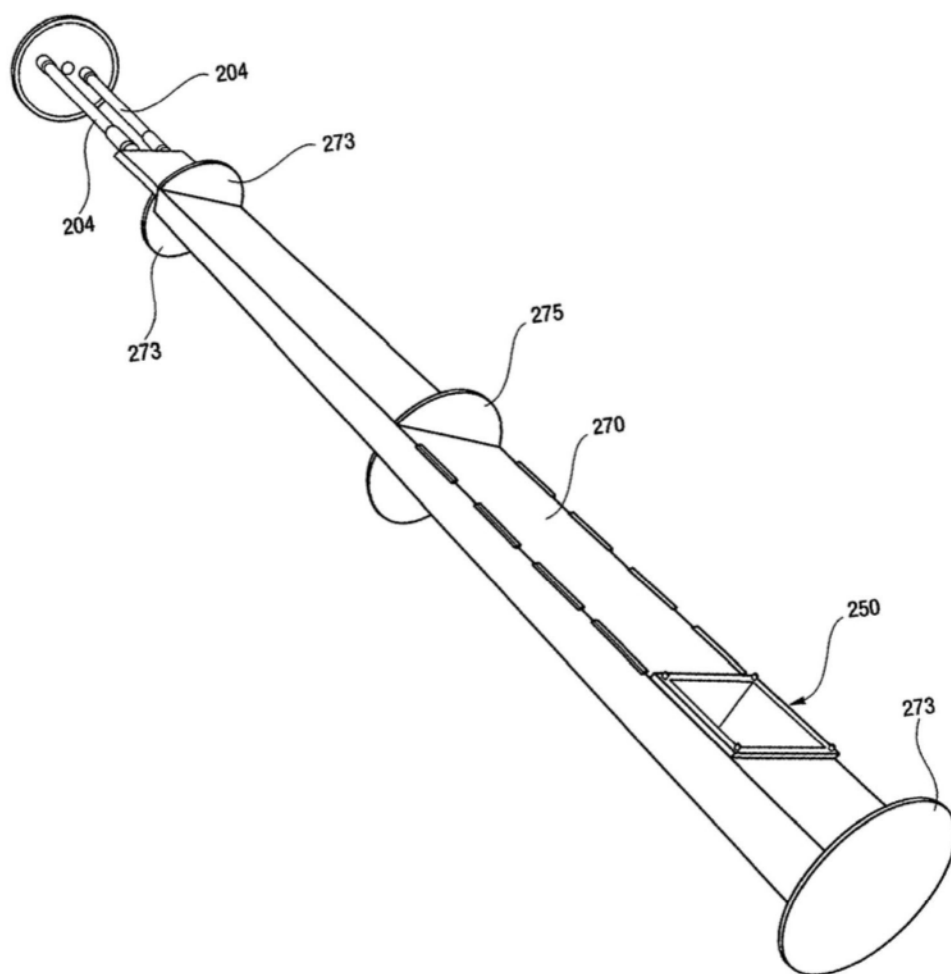


图5

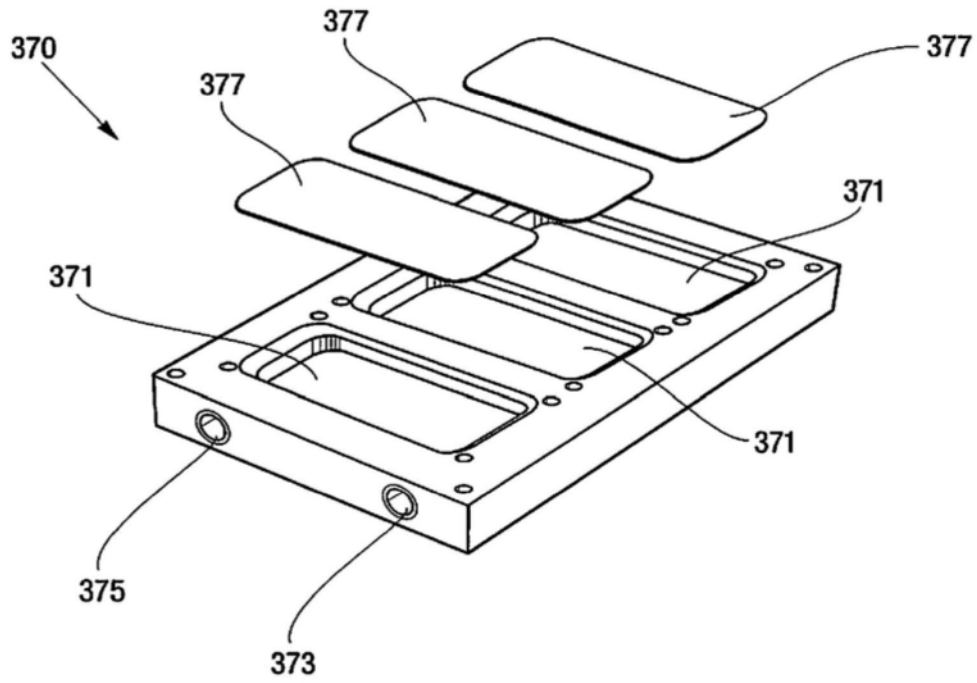


图6现有技术

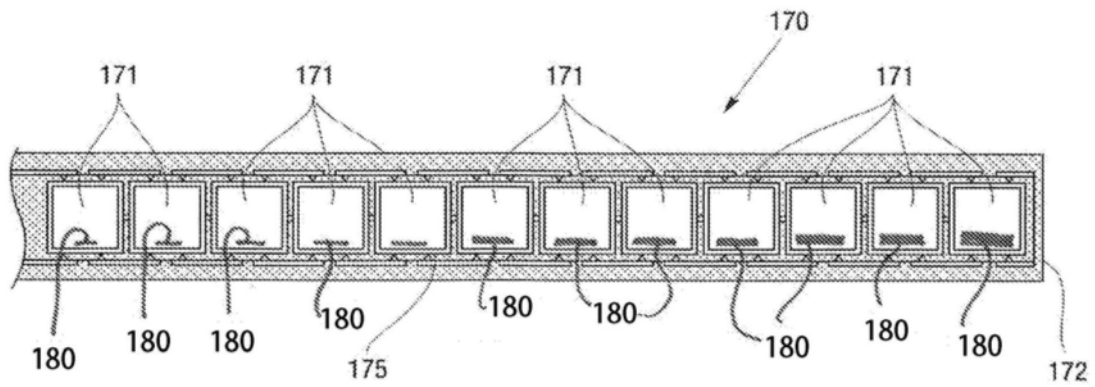


图7

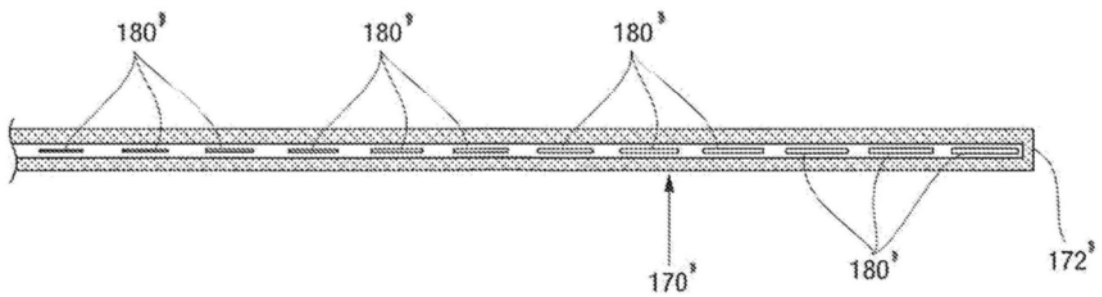


图8

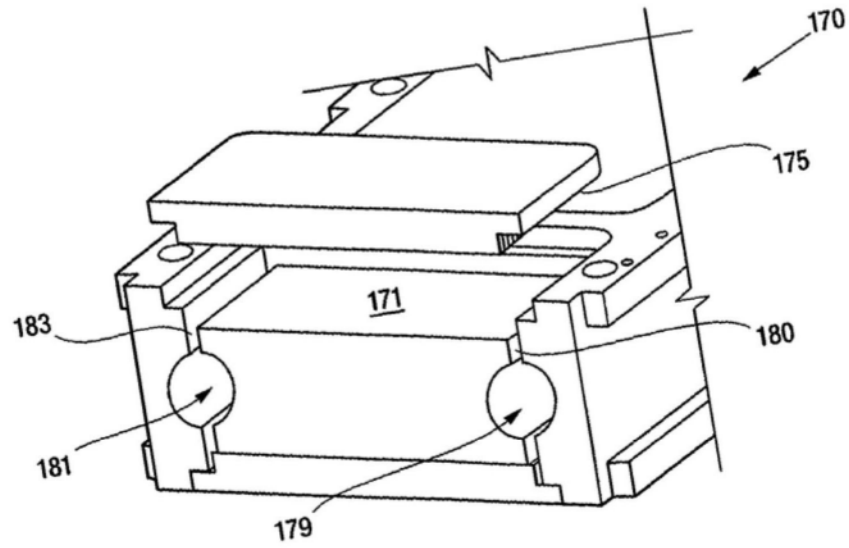


图9

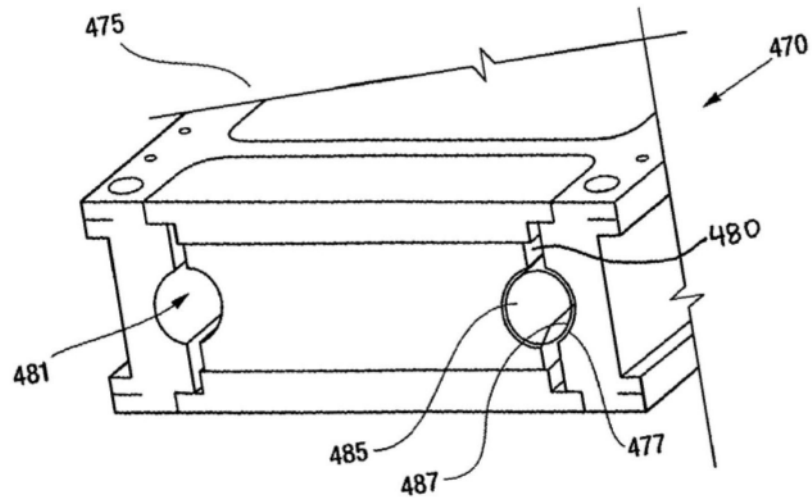


图10

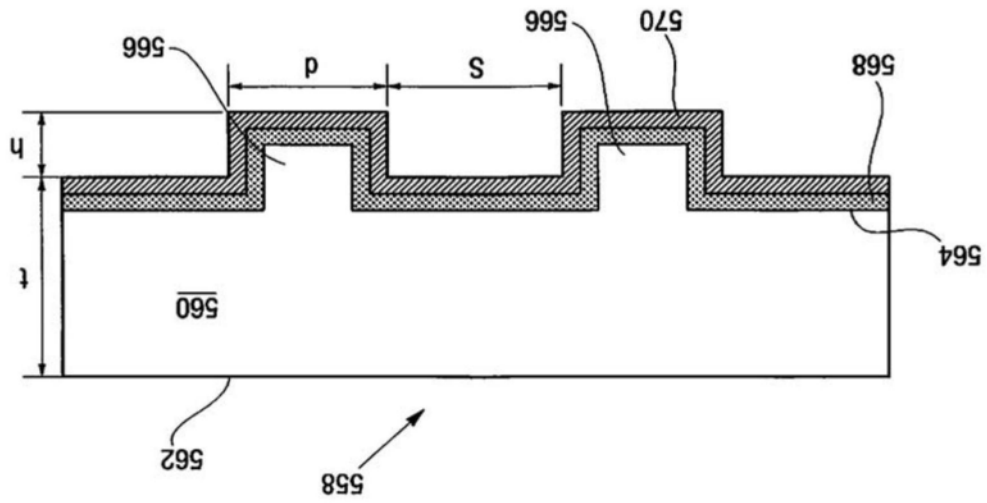


图11

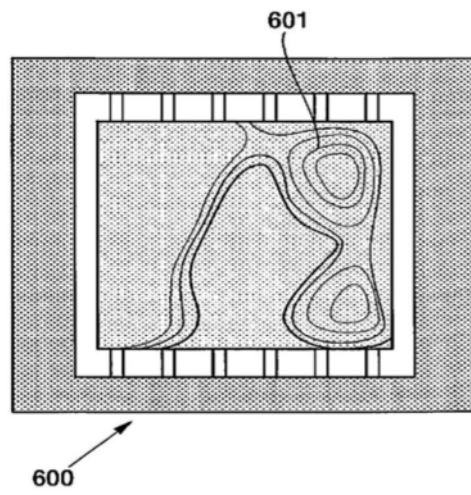


图12A

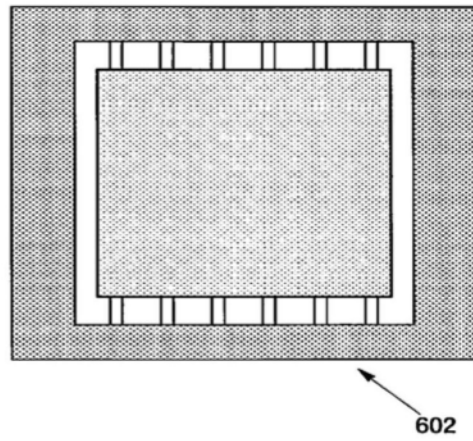


图12B

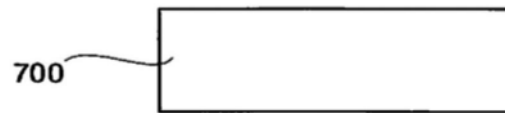


图13A

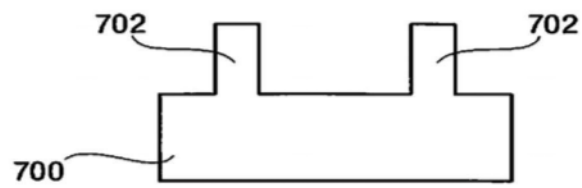


图13B

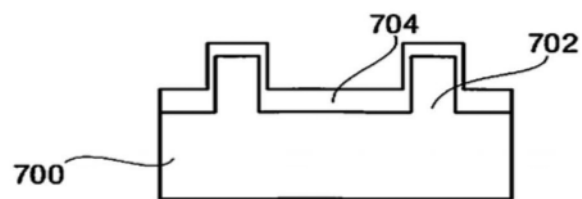


图13C

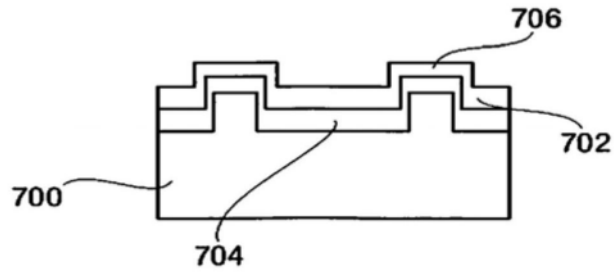


图13D

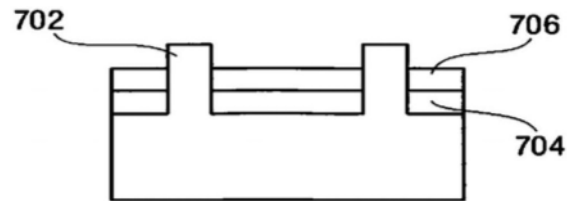


图13E

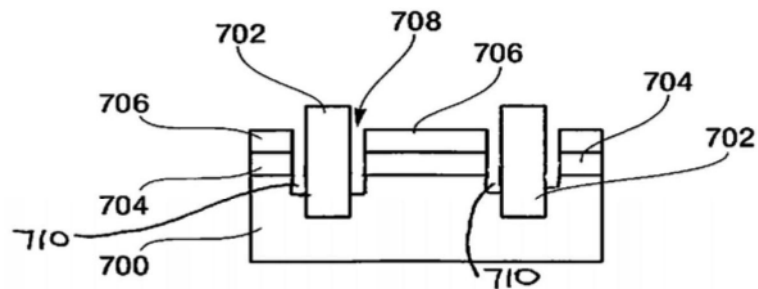


图13F

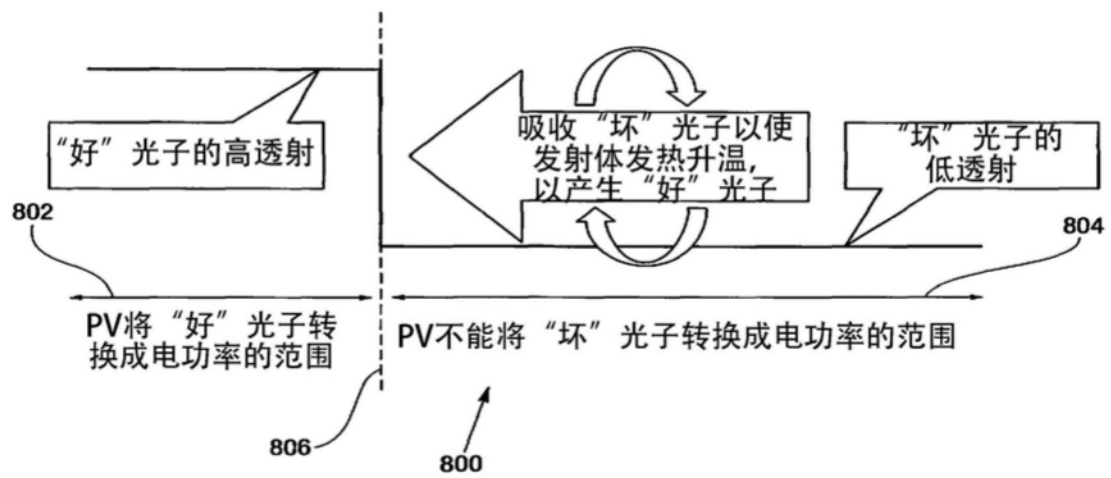


图14

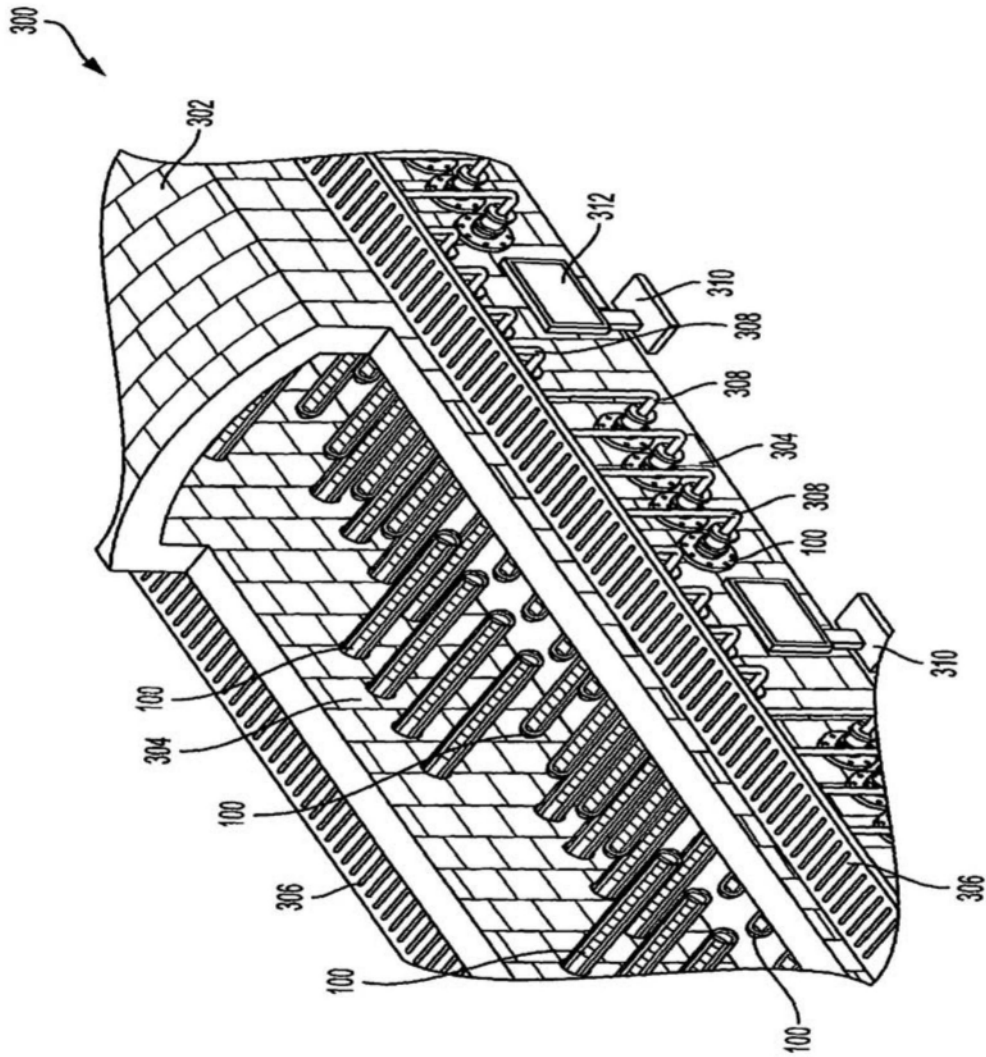


图15



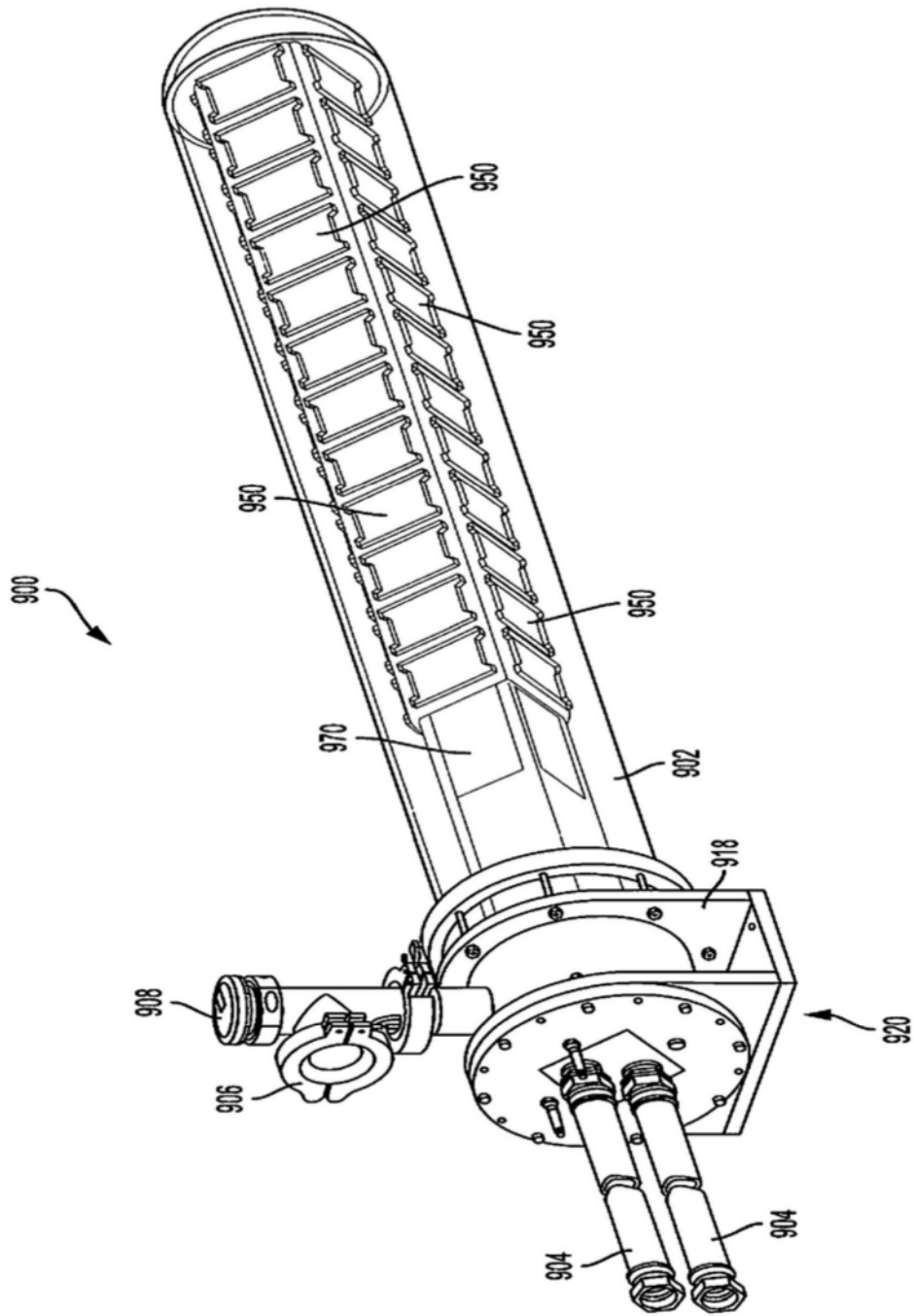


图16A

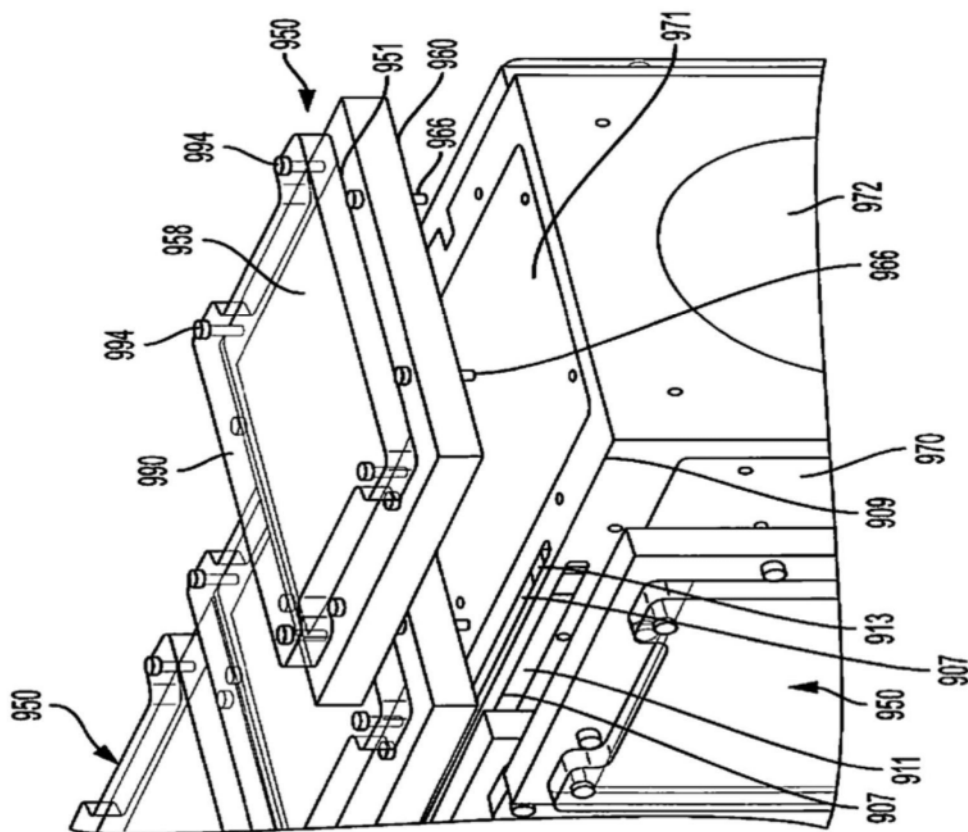


图16B

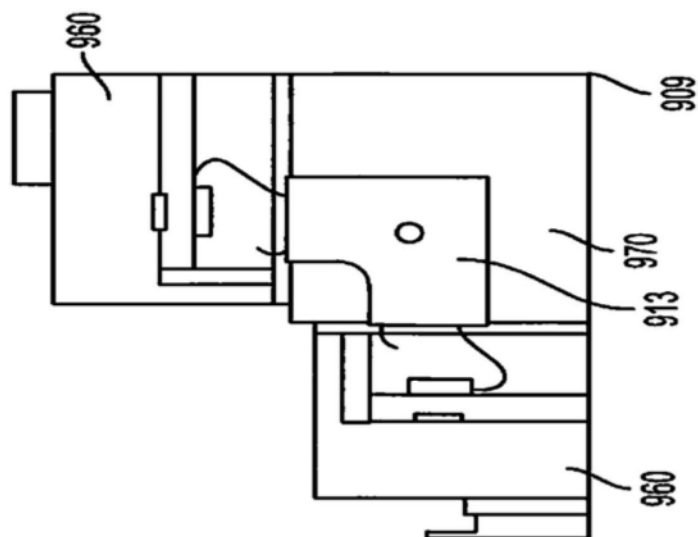


图16C

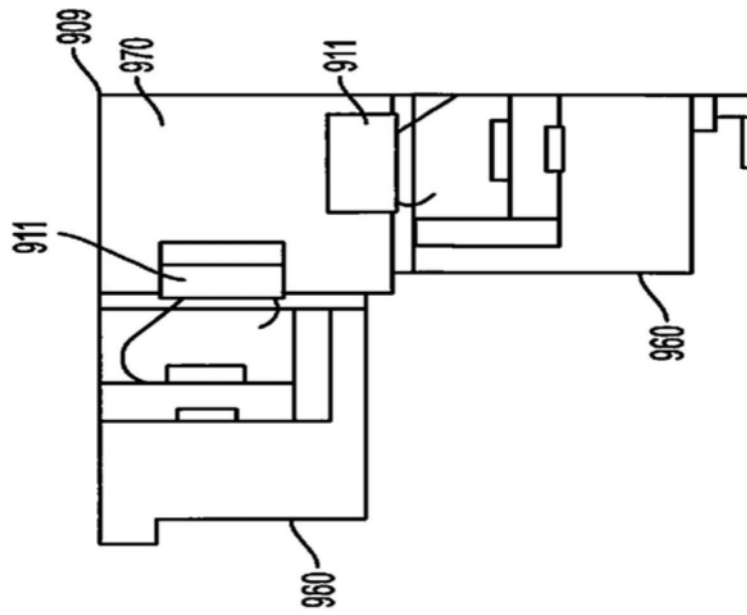


图16D

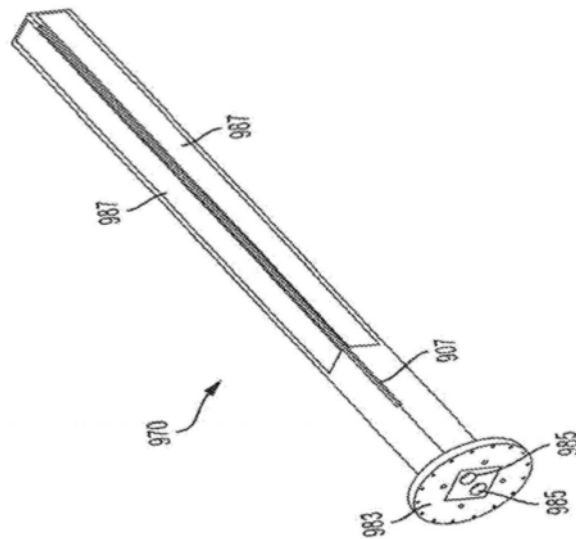


图16E

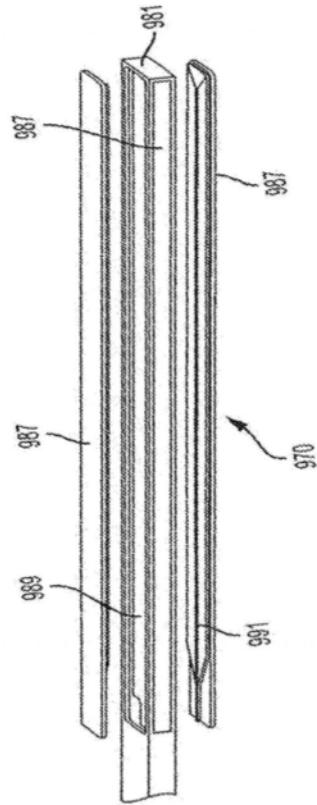


图16F

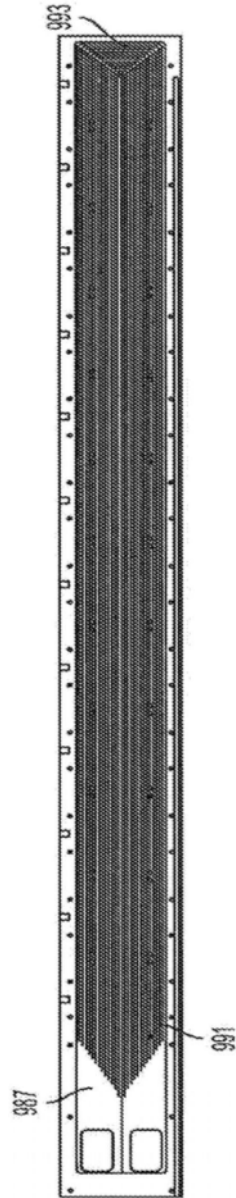


图16G

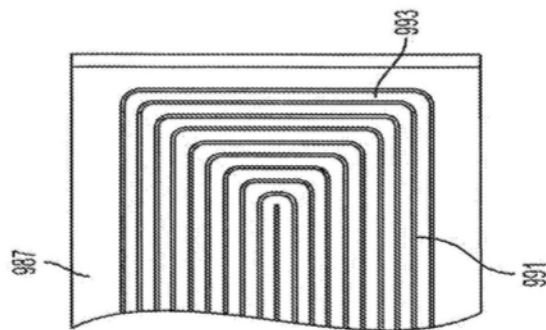


图16H

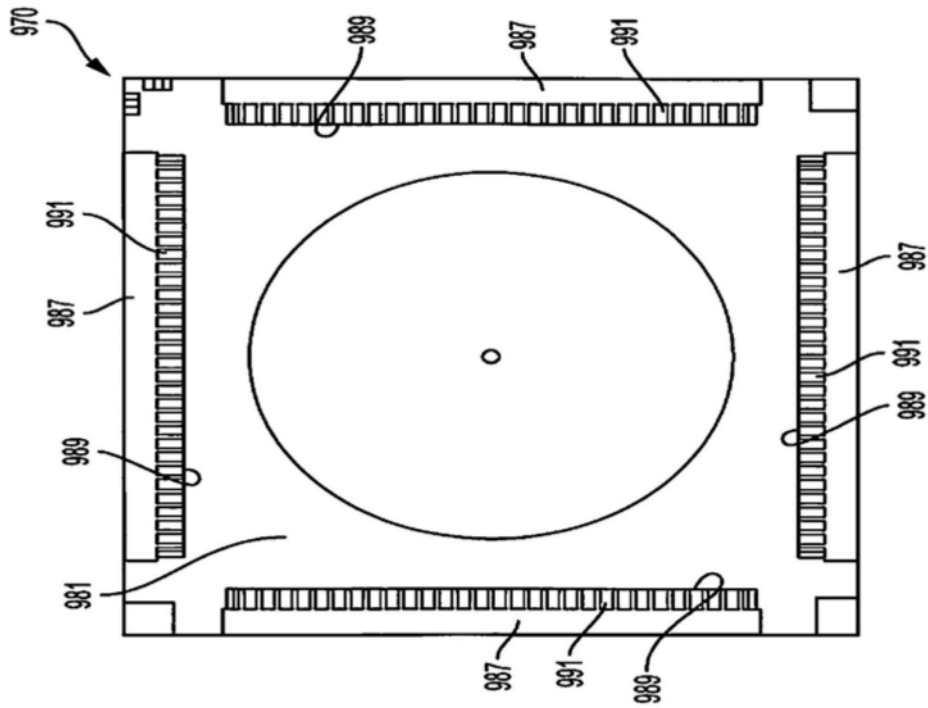


图16I

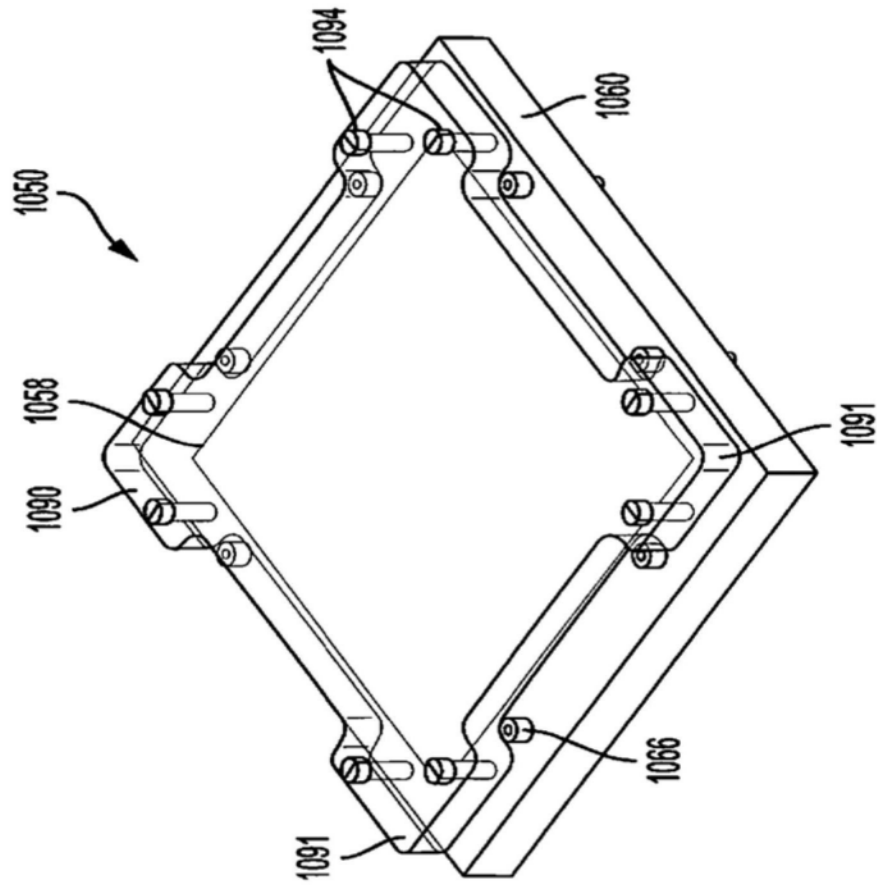


图17A

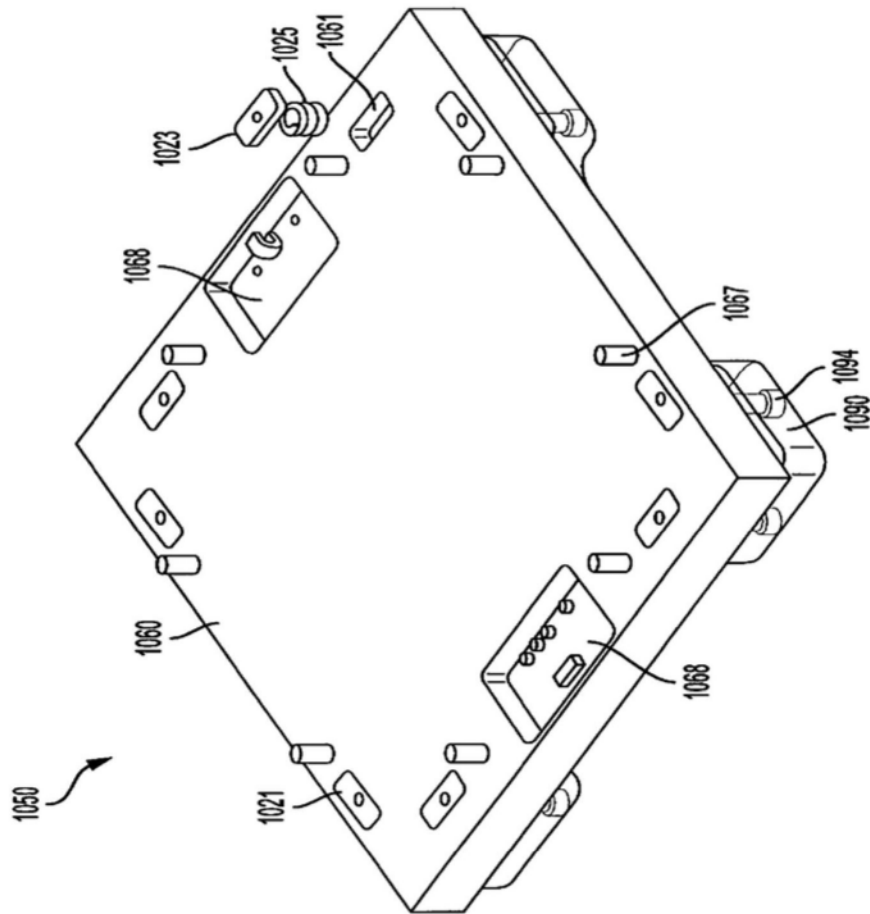


图17B

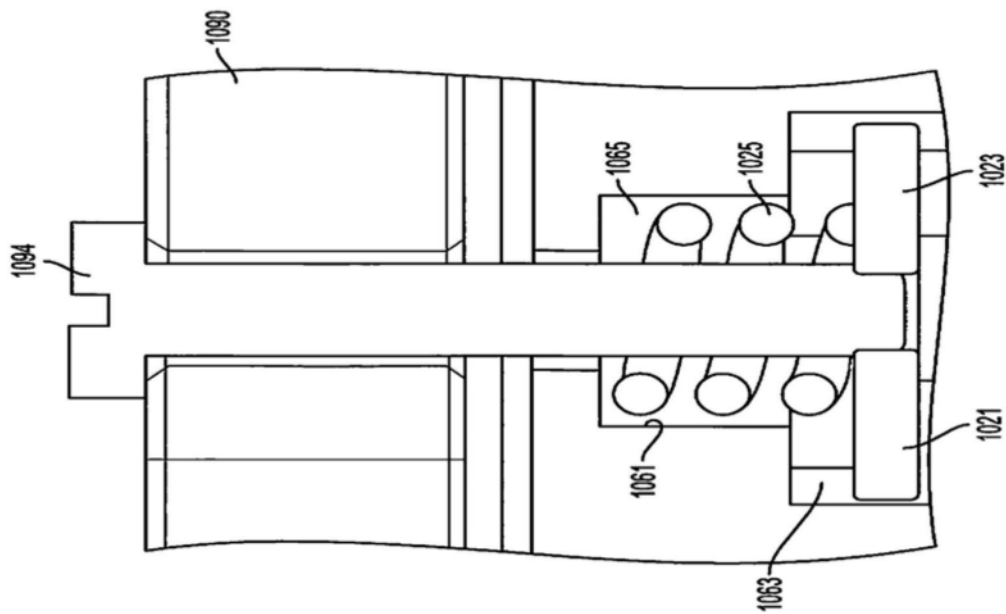


图17C



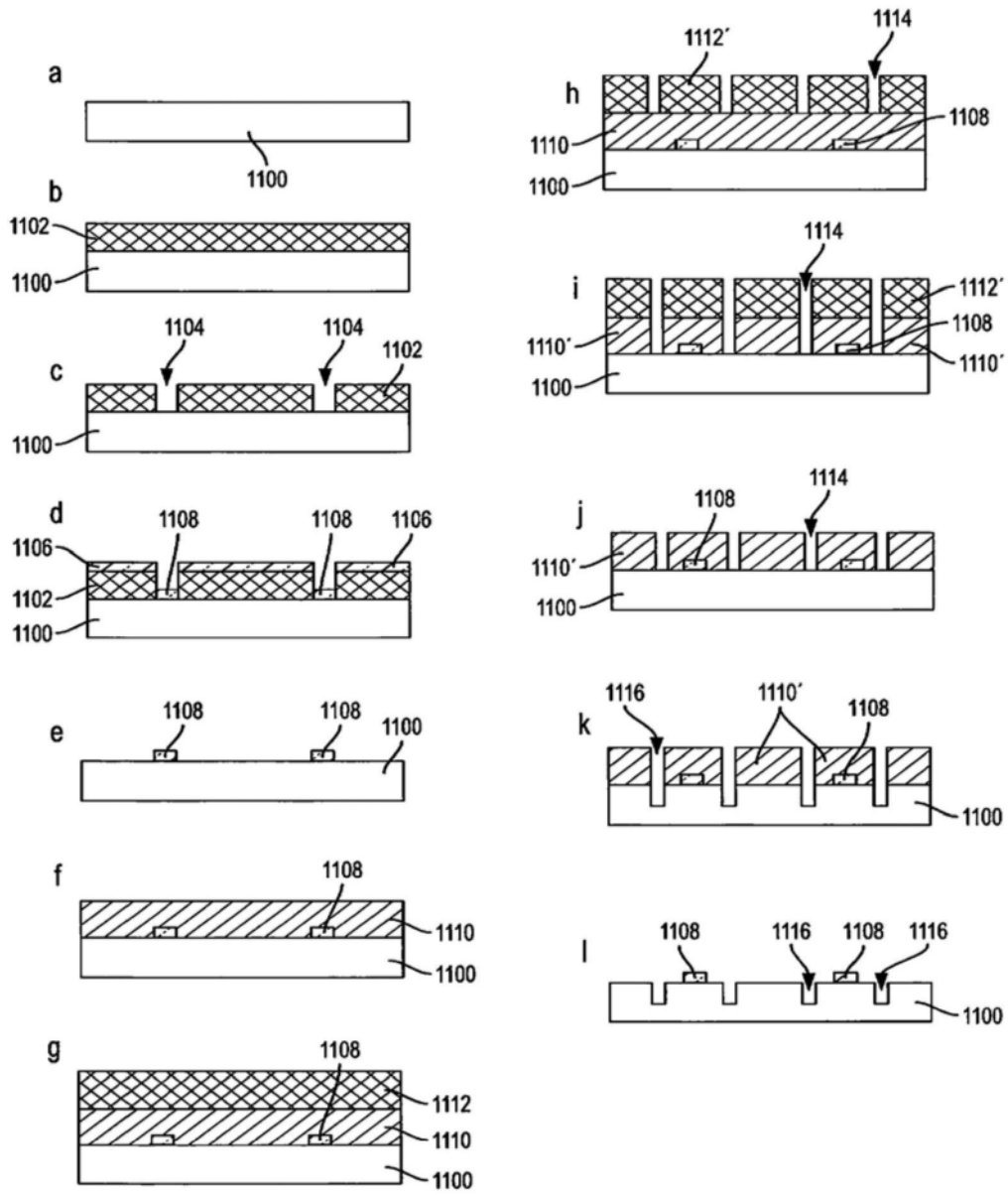


图18

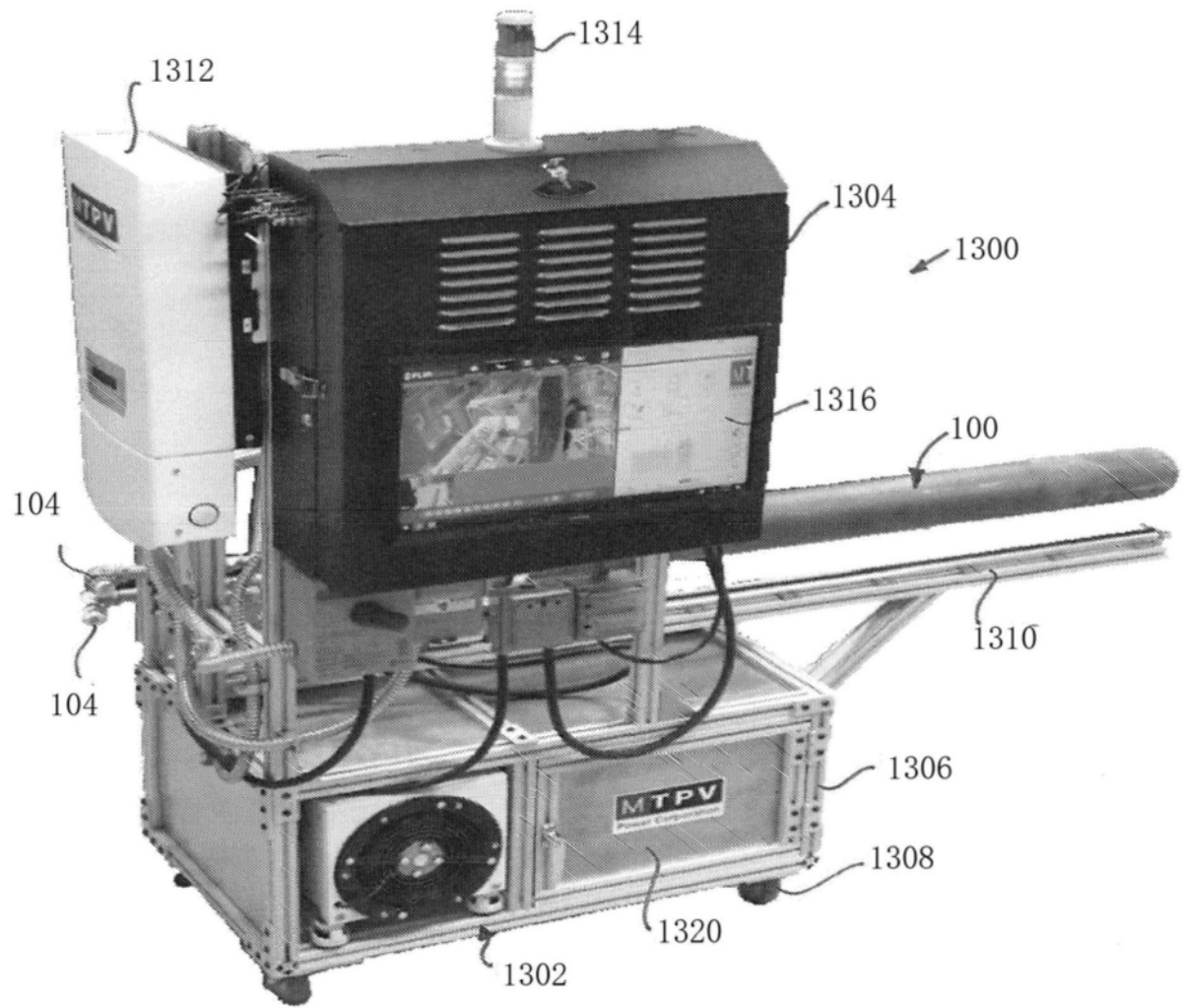


图19