

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103052846 A

(43) 申请公布日 2013.04.17

(21) 申请号 201180041022.7

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2011.08.23

F21V 29/02(2006.01)

(30) 优先权数据

F21K 99/00(2006.01)

61/376,866 2010.08.25 US

F04B 43/04(2006.01)

13/212,565 2011.08.18 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2013.02.25

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2011/048710 2011.08.23

(87) PCT申请的公布数据

W02012/027307 EN 2012.03.01

(71) 申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 R. 沙马 S.E. 小韦弗

G.H. 屈恩斯勒 M. 阿里克

G.R. 艾伦 J.M. 纳尔

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 李强 杨炯

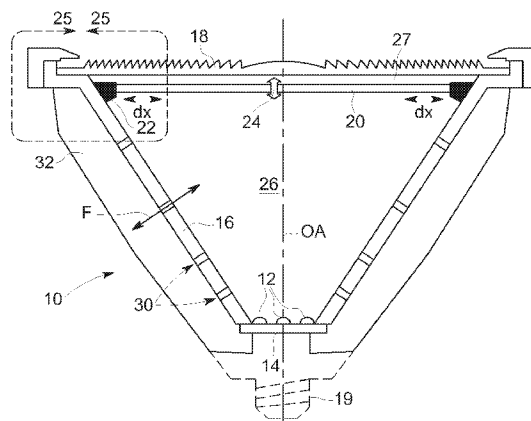
权利要求书 2 页 说明书 15 页 附图 24 页

(54) 发明名称

用于固态照明的热管理系统和其它电子系统

(57) 摘要

提供一种设备,其包括至少一个电子构件。该设备还包括封闭至少一个电子构件的封壳。封壳包括由膜片限定的至少一个壁。该设备进一步包括压电促动器,压电促动器在第一端处固定且在第二端处刚性地附连到膜片上。对压电促动器应用交流电会产生膜片的脉动式机械变形。



1. 一种设备,包括:
至少一个电子构件;
封闭所述至少一个电子构件的封壳,所述封壳包括由膜片限定的至少一个壁;
机电换能器,其构造成产生所述膜片的脉动式机械变形;以及
在所述封壳中的一个或多个开口,其用于促进来自所述封壳内的空气容积移置,其中,
所述空气容积移置由所述膜片的脉动式机械变形提供。
2. 根据权利要求1所述的设备,其特征在于,所述至少一个电子构件包括至少一个发光二极管(LED)装置。
3. 根据权利要求2所述的设备,其特征在于,所述膜片是包括透明或半透明光学扩散器的光学膜片。
4. 根据权利要求2所述的设备,其特征在于,所述膜片是包括波长变换元件的光学膜片,所述波长变换元件包含至少一种磷化合物。
5. 根据权利要求2所述的设备,其特征在于,所述膜片是包括折射透镜的光学膜片。
6. 根据权利要求2所述的设备,其特征在于,所述膜片是包括反射表面的光学膜片。
7. 根据权利要求1所述的设备,其特征在于,所述至少一个电子构件包括:
电路板;以及
设置在所述电路板上的多个电子装置,所述电子装置选自由集成电路(IC)装置和分立电子装置组成的组。
8. 根据权利要求1所述的设备,其特征在于,所述机电换能器包括:
第一压电促动器,其在所述第一压电促动器的第一端处固定,并且在所述第一压电促动器的第二端处刚性地附连到所述膜片的第一端上;以及
第二压电促动器,其在所述第二压电促动器的第一端处固定,并且在所述第二压电促动器的第二端处刚性地附连到所述膜片的第二端上;
其中,对所述第一压电促动器和第二压电促动器应用交流会产生产所述膜片的脉动式机械变形。
9. 根据权利要求1所述的设备,其特征在于,由所述膜片的脉动式机械变形提供的所述空气容积移置和所述一个或多个开口的尺寸选择成使得所述膜片的脉动式机械变形提供的所述空气容积移置产生至少一个合成射流,所述至少一个合成射流布置成提供所述至少一个电子构件的主动冷却。
10. 根据权利要求1所述的设备,其特征在于,所述机电换能器构造成产生所述膜片的脉动式机械变形,其中,所述脉动式机械变形的处于高于1500Hz的频率的频率分量构成所述脉动式机械变形的总幅度的不超过10%。
11. 根据权利要求1所述的设备,其特征在于,所述机电换能器构造成以小于100Hz的主频率产生所述膜片的脉动式机械变形。
12. 根据权利要求1所述的设备,其特征在于,所述封壳包括作为管状膜片的所述膜片。
13. 一种压电促动式组件,包括:
第一压电促动器,其在所述第一压电促动器的第一端处固定;
第二压电促动器,其在所述第二压电促动器的第一端处固定;以及

顺从性片材,其具有刚性地附连到所述第一压电促动器的第二端上的第一端,以及刚性地附连到所述第二压电促动器的第二端上的第二端;

其中,对所述第一压电促动器和第二压电促动器应用交流会产生所述顺从性片材的脉动式机械变形。

14. 根据权利要求 13 所述的压电促动式组件,其特征在于,所述顺从性片材预加载成使得当不对所述第一压电促动器和第二压电促动器应用交流会时,所述顺从性片材变形离开最小应力状态。

15. 根据权利要求 13 所述的压电促动式组件,其特征在于,包括附连到所述顺从性片材上的额外的配重。

16. 根据权利要求 13 所述的压电促动式组件,其特征在于,包括设置在所述顺从性片材以及所述第一压电促动器和第二压电促动器周围的封壳。

17. 根据权利要求 16 所述的压电促动式组件,其特征在于,所述封壳包括至少一个开口,其中,通过所述压电促动式组件,经由所述至少一个开口,由所述顺从性片材的脉动式机械变形提供空气容积移置。

18. 根据权利要求 13 所述的压电促动式组件,其特征在于,所述顺从性片材包括固态照明装置的光学膜片。

19. 根据权利要求 13 所述的压电促动式组件,其特征在于,所述顺从性片材包括包围至少一个电子构件的封壳的壁。

20. 一种设备,包括:

至少一个电子构件;

封闭所述至少一个电子构件的封壳,所述封壳包括由膜片限定的至少一个壁;以及压电促动器,其在第一端处固定,并且在第二端处刚性地附连到所述膜片上;

其中,对所述压电促动器应用交流会产生所述膜片的脉动式机械变形。

用于固态照明的热管理系统和其它电子系统

[0001] 对其它申请的交叉引用

本申请要求2010年8月25日提交的名称为“Thermal Management Systems for Solid State Lighting and Other Electronic Systems(用于固态照明的热管理系统和其它电子系统)”的美国临时专利申请 No. 61/376,866 的优先权,该申请通过引用而以其整体结合在本文中。

技术领域

[0002] 本发明涉及光照技术、照明技术、固态照明技术、电子技术、热管理技术和相关技术。

背景技术

[0003] 由于许多固态照明装置的热敏感性和低最佳运行温度,以及低最佳运行温度引起的低辐射和对流冷却效率的原因,固态照明带来了显著的热管理问题。例如,发光二极管(LED)装置典型地具有100°C或更低的最佳运行温度,在该温度下,离开LED装置的辐射和对流性热传递效率低。

[0004] 依赖于与固态照明装置处于热连通的大型散热装置的被动冷却方案的有效性有限。主动冷却可更有效。例如,在固态照明中,已经采用合成射流来进行冷却。参见,例如,Arik等人的美国公开 No. 2004/01903051 A1,该公开通过引用而以其整体结合在本文中;Bohler等人的国际申请 No. WO 2004/100213 A2,该申请通过引用而以其整体结合在本文中。在诸如电子模块的冷却的其它冷却应用中,已经采用合成射流。但是,合成射流或其它主动冷却(例如,基于风扇的冷却,参见例如Cao的美国专利 No. 6,465,961)在固态照明应用中具有显著的缺点。主动冷却系统占据了有价值的空间,在其中用壁电压(例如,110V a. c. 或220V a. c.)驱动固态照明装置的电子器件结合在照明单元中的紧凑式照明单元和/或整装式照明单元(诸如改型灯或灯泡)中,这特别成问题。定位主动冷却子系统使得足够靠近固态照明装置以便提供冷却同时不阻挡光学路径也成问题。

发明内容

[0005] 在第一实施例中,一种设备包括至少一个电子构件。设备还包括封闭至少一个电子构件的封壳。封壳包括由膜片限定的至少一个壁。设备进一步包括机电换能器,机电换能器构造成产生膜片的脉动式机械变形。设备还包括在封壳中的一个或多个开口,该一个或多个开口用于促进来自封壳内的空气容积移置。由膜片的脉动式机械变形提供空气容积移置。

[0006] 在第二实施例中,一种压电促动式组件包括第一压电促动器,第一压电促动器在第一压电促动器的第一端处固定。压电促动式组件还包括第二压电促动器,第二压电促动器在第二压电促动器的第一端处固定。压电促动式组件进一步包括顺从性片材,顺从性片材具有刚性地附连到第一压电促动器的第二端上的第一端,以及刚性地附连到第二压电促

动器的第二端上的第二端。对第一压电促动器和第二压电促动器应用交流会产顺从性片材的脉动式机械变形。

[0007] 在第三实施例中,一种设备包括至少一个电子构件。设备还包括封闭至少一个电子构件的封壳。封壳包括由膜片限定的至少一个壁。设备进一步包括压电促动器,压电促动器在第一端处固定,并且在第二端处刚性地附连到膜片上。对压电促动器应用交流会产膜片的脉动式机械变形。

附图说明

[0008] 当参照附图阅读以下详细描述时,本发明的这些和其它特征、方面和优点将变得更好理解,在附图中,相同符号在所有图中表示相同部件,其中:

图 1 是定向灯的实施例的截面侧视图,该定向灯具有在电路板上的多个发光二极管(LED)装置、聚光反射器、菲涅耳(Fresnel)透镜、光学膜片,以及用于产生光学膜片的往复位移的一个或多个换能器;

图 2 是图 1 的定向灯的实施例的截面侧视图,该定向灯具有开口,用于使得能够有来自菲涅耳透镜和光学膜片的内部空气容积的合成射流;

图 3 是图 1 的定向灯的实施例的截面侧视图,其中,光学膜片包括菲涅耳透镜;

图 4 是图 1 的定向灯的实施例的截面侧视图,该定向灯具有一个或多个换能器,以用于产生聚光反射器的往复位移;

图 5 是面板灯的实施例的透视图,该面板灯具有设置在长方形壳体中的平面中的 LED 装置,长方形壳体具有作为透明或半透明光学膜片的顶壁,以及用于产生光学膜片的往复位移的一个或多个换能器;

图 6 是线性灯的实施例的透视图,该线性灯具有设置在作为透明或半透明光学膜片的管状壳体中的成线性阵列的 LED 装置,以及沿着管状壳体间隔开的、用于产生光学膜片的往复位移的一个或多个换能器;

图 7 是全向灯的实施例的透视图,该全向灯具有在电路板上的 LED 装置、水平地跨越全向灯的灯泡形包络的透明或半透明光学膜片,以及设置在全向灯的灯泡形包络上以产生光学膜片的往复位移的一个或多个换能器;

图 8 是全向灯的实施例的透视图,该全向灯具有作为光学膜片的灯泡形透明或半透明外部光学元件、刚性的灯泡形透明或半透明内部光学元件、设置在内部光学元件和外部光学元件之间的多个散热翅片,以及用于引起外部光学元件的机械变形的多个换能器;

图 9 是电子构件冷却应用的实施例的透视图,该电子构件冷却应用具有设置在电路板上且封闭在封壳(其具有作为透明或半透明光学膜片的顶壁)中的多个电子装置,以及用于产生光学膜片的往复位移的一个或多个换能器;

图 10 是 LFL 替代管的实施例的透视图,该 LFL 替代管具有在印刷电路板的相对的侧上设置成两个线性阵列的 LED 装置,印刷电路板延伸通过用作光学膜片的透明或半透明壳体或封壳;

图 11A 是圆柱形管的实施例的透视图,圆柱形管由柔性材料制成,并且具有对柔性材料应用的压电膜;

图 11B 是当压电膜使圆柱形管缩短时圆柱形管的透视图;

图 11C 是当压电膜使圆柱形管伸长时图 11A 的圆柱形管的透视图；

图 12 是包围图 10 的 LFL 替代管的透明或半透明外部管的实施例的透视图；

图 13 是压电光学膜片的实施例的截面侧视图,可起动压电光学膜片,以经历线性位移；

图 14 是处于中性位置的压电促动式组件的实施例的截面侧视图,该压电促动式组件包括顺从性片材,顺从性片材刚性地附连到相对的第一压电促动器和第二压电促动器上；

图 15 是当顺从性片材处于第一变形状态时图 14 的压电促动式组件的实施例的截面侧视图；

图 16 是当顺从性片材处于第二变形状态时图 14 的压电促动式组件的实施例的截面侧视图；

图 17 是在构建预加载的压电促动式组件期间的预加载的压电促动式组件的实施例的截面侧视图；

图 18 是图 17 的预加载的压电促动式组件的实施例的截面侧视图,其中顺从性片材安装到第一压电促动器和第二压电促动器上,同时对第一压电促动器和第二压电促动器应用直流电；

图 19 是在直流电已经从第一压电促动器和第二压电促动器移除之后处于中性位置的图 18 的预加载的压电促动式组件的实施例的截面侧视图；

图 20 是当顺从性片材处于第一变形状态时图 19 的预加载的压电促动式组件的实施例的截面侧视图；

图 21 是当顺从性片材处于第二变形状态时图 19 的预加载的压电促动式组件的实施例的截面侧视图；

图 22 是带配重的压电促动式组件的实施例的截面侧视图,该带配重的压电促动式组件使用对顺从性片材添加的额外的配重,并且处于第一变形状态；

图 23 是处于第二变形状态的图 22 的带配重的压电促动式组件的实施例的截面侧视图；

图 24 是上面关于图 17-21 描述的预加载的压电促动式组件的实施例的截面侧视图,该预加载的压电促动式组件设置在具有至少一个空气入口开口和至少一个空气出口开口的壳体内；以及

图 25 是图 1 的定向灯的实施例的在线 25-25 内得到的局部截面侧视图,该定向灯利用上面关于图 14-24 描述的压电促动式组件。

具体实施方式

[0009] 参照图 1,显示具有围绕光学轴线 OA 的旋转对称性的定向灯 10 的截面侧视图,定向灯 10 包括在电路板 14 上的多个发光二极管(LED)装置 12、在说明性实施例中为圆锥形(但是构想到其它形状,诸如抛物线或复合抛物线)的聚光反射器 16,以及菲涅耳透镜 18。更一般而言,LED 装置 12 能由一个或多个其它固态照明装置替代,诸如一个或多个有机 LED(OLED)装置、一个或多个电致发光(EL)装置等。在典型的构造中,光引擎 12、14 布置在菲涅耳透镜 18 的焦距附近处,使得透镜 18 使光引擎在无限远处成像,以便形成定向光束。聚光反射器 16 聚集大角度光,并且可还可选地提供瞄准,以协助形成光束。在一些实

施例中,省略透镜 18,并且仅依赖于反射器 16 来形成定向光束。在另一个备选方案中,透镜可位于图 1 中显示的之外的其它位置处,诸如靠近 LED 装置 12。未显示可设置在光引擎 12、14 “后面”的模块中、例如在连接器部分 19(在图 1 中以虚线显示,并且还包括用于连接灯 10 与标准插座的可选的“螺口类型 (Edison-type)”底座)中的额外的构件,诸如电子器件。

[0010] 光学膜片 20 设置在光束路径中。如示出的那样,在某些实施例中,光学膜片 20 设置在菲涅耳透镜 18 内侧(例如,在菲涅耳透镜 18 的与 LED 装置 12 相同的侧)。但是,在其它实施例中,光学膜片 20 可设置在菲涅耳透镜 18 外侧(例如,在菲涅耳透镜 18 的与 LED 装置 12 相反的侧)。光学膜片 20 是在光学上透明或半透明的。在一些实施例中,光学膜片是透明或半透明光学窗口。在一些实施例中,通过包括扩散颗粒或用光散射材料制成膜片 20,或通过为膜片 20 提供粗糙化或以其它方式光散射或光折射的表面等,光学膜片 20 在光学上用作光扩散器。

[0011] 而且另外或备选地构想到光学膜片 20 为包含例如至少一种磷化合物的波长变换元件,或量子点波长变换器等。在一些这样的实施例中,LED 装置 12 可产生白光、蓝光、紫光或紫外光,并且光学膜片 20 的磷选择成使得输出光(其可由磷完全进行波长变换或可为直接光和经波长变换的光的混合物)为白光。而且进一步,光学膜片 20 可另外或备选地提供其它光学功能性,诸如提供防反射涂层、用以移除可能在定向光束中是不合乎需要的紫外光或其它光的波长选择性过滤等。

[0012] 光学膜片 20 还用作第二目的(除了为光学窗口或其它光学元件之外)——光学膜片 20 用作主动冷却元件。为了这个目的,至少一个机电换能器 22 构造成产生导致光学膜片 20 的脉动式机械变形的力或小量的往复线性位移 dx 。机电换能器(一个或多个)能包括在光学膜片 20 的周缘处且围绕光学轴线 OA 以一定间隔角间隔开的多个换能器,或者单个环形换能器可设置在膜片周缘处。在说明性实施例中,换能器 22 在膜片 20 的平面中产生往复线性位移 dx ,其中所有位移协调(例如,在同一瞬间都“向内”移位),以便使光学膜片 20 经历向上/向下箭头 24 所指示的“向上/向下”运动。在一些实施例中,膜片 20 的脉动式机械变形在光学膜片 20 中呈现共振驻波鼓膜片模式的激励形式。另外或备选地,脉动式机械变形可包括各种型式,并且可为或可不为共振式的。而且另外,构想到换能器(一个或多个)22 沿横向于膜片的方向或沿在平面中和横向于膜片之间中间的方向产生位移,或产生导致膜片的脉动式机械变形的一些其它复杂的运动。用语“脉动”意图广泛地包含周期性运动(例如,正弦运动、振荡运动或周期脉冲序列)、准周期运动(例如,其中脉冲频率随时间而改变的脉冲序列)、非周期运动(诸如随机运动)等。

[0013] 脉动式机械变形以对应于脉动的频率或其它时间变化产生空气容积移置。这提供主动冷却至少一个固态照明装置(例如,说明性的 LED 装置 12)的空气运动。固态照明装置的主动冷却可直接在固态照明装置上起作用,或通过主动冷却与热固态照明装置处于热连通的散热装置而间接在固态照明装置上起作用。在一些实施例中,光学膜片 20 形成封壳的至少一个壁。用语“封壳”在这里意味着一组壁、表面、元件等,它们封闭容积或具有封闭容积的腔体的固体等,其中,除了限定合成射流或其它空气流路径的一个或多个可选开口之外,封闭容积基本是不透空气的,如本文公开的那样。如本文所用,用语“封壳”不限于外部壳体或最外部封壳。在说明性示例中,光学膜片 20 和聚光反射器 16 协作性地形成封闭

容积 26 的封壳,容积 26 典型地填充有空气(但是还构想到填充有另一种流体)。光学膜片 20 的脉动式机械变形提供的空气容积移置在容积 26 的有限空间中产生流体运动。在图 1 的说明性示例中,将注意到第二较小空气空间 27 位于菲涅耳透镜 18 和光学膜片 20 之间。这个较小空气空间可选地例如经由透镜 18 的周缘中或周缘处的孔通到外部,使得空气空间 27 不对膜片 20 的脉动式机械变形产生粘性阻力或流阻力。

[0014] 在一些实施例中,由膜片 20 部分地限定的封壳进一步设有一个或多个开口 30,一个或多个开口 30 允许空气流(对于图 1 中的一个开口,由双箭头 F 以图解的方式指示,但是要理解这在所有开口 30 处进行)进入或离开封闭容积 26。在一些这样的实施例中,开口 30 和膜片 20 协作来限定开口 30 处的合成射流。光学膜片 20 的脉动式机械变形提供的空气容积移置和至少一个开口 30 的尺寸选择成使得光学膜片 20 的脉动式机械变形提供的空气容积移置产生至少一个合成射流。为了实现这一点,空气容积移置应当足够大,而一个或多个开口 30 足够小,使得空气容积移置使进入或离开一个或多个开口 30 的空气流加速,因而形成一个或多个合成射流。大体上,较大的空气容积移置增加一个或多个合成射流的空气加速度,而类似地,一个或多个开口 30 的较小的总面积会增加一个或多个合成射流的空气加速度。一个或多个合成射流布置成增强至少一个固态照明装置(例如,说明性的 LED 装置 12)的空气冷却。

[0015] 在图 1 中,通过将开口 30 布置成在围绕聚光反射器 16 而间隔开的散热翅片 32 附近产生空气流或空气紊流,合成射流间接增强 LED 装置 12 的空气冷却。在不失去一般性的情况下,在 $360^\circ / N$ 的间隔角下存在围绕聚光反射器 16 而间隔开的 N 个散热翅片。注意在这种情况下,定向灯 10 的旋转对称性是 N 折旋转对称性。散热翅片 32 经由电路板 14(其可选地包括与散热翅片 32 处于热连通的金属芯)与 LED 装置 12 处于热连通。空气在散热翅片附近的加速产生空气流和紊流,这促进热通过空气对流从散热翅片传递到周围环境。主动冷却的优点在热移除等式 $Q = hA\Delta T$ 中看到,其中 A 表示表面面积,在该表面面积上进行对环境的热传递,并且 ΔT 表示该表面的温度和环境温度之间的差异。大体上, ΔT 基本由固态照明装置的运行温度和环境温度固定。因而, ΔT 通常不可用作设计参数。能增加表面面积 A,以增加热移除速率,如传统上通过添加翅片或其它表面面积从而对散热装置增强热消散结构所进行的那样。称为热传递效率的参数 h 由被动冷却中的对流空气流控制,并且在被动构造中难以或不能进行调节。但是,通过采用主动冷却,诸如一个或多个合成射流,空气流能显著增加,有时增加几个数量级,并且热传递系数 h 以及因此热传递速率 Q 对应地增加。

[0016] 图 2 不同于图 1,因为图 1 中的开口 30 由开口 30' 替代,从而使封闭在透镜 18 和膜片 20 之间的较小空气容积 27 与外部处于流体连通。开口 30' 弯曲,使得合成射流向下被引导经过散热翅片 32。图 3 不同于图 1,因为不是具有光学膜片 20 和单独的透镜 18,而是透镜 20' 为光学膜片。经修改机电换能器 22' 在透镜/光学膜片 20' 上起作用来产生这次为组合的透镜/光学膜片 20' 的往复线性位移 dx,以便驱动透镜/光学膜片 20' 的脉动式机械变形,如向上/向下箭头 24' 以图解的方式所表示的那样。在图 1-3 中的各个中,光学膜片 20、20' 在光学上为透明或半透明的。但是,光学膜片能具有其它光学功能性。

[0017] 参照图 4,显示了变型实施例,其中,光学膜片 20'' 在光学上是反射性的,并且呈现聚光反射器的形式。经修改机电换能器 22'' 在光学膜片/聚光反射器 20'' 上起作用来

产生光学膜片 / 聚光反射器 20'' 的大体向内 / 向外的脉动式机械变形,如双箭头 24'' 以图解的方式表示的那样。图 4 的实施例采用光学膜片 / 聚光反射器 20'' 中的开口 30 来提供合成射流。在图 4 的实施例中,使用了传统的菲涅耳透镜 18(其不用作用于冷却的膜片)。说明性换能器(一个或多个)22'' 在垂直于膜片 / 反射器 20'' 的表面的方向上产生往复力。在备选构造中,在膜片 / 反射器 20'' 的相对的端部处的换能器 22'' 在反射器表面的平面中产生往复力,以便产生作为膜片 / 反射器 22'' 的“压曲(buckling)”的脉动式机械变形 24''。

[0018] 此外,在其它实施例中,光学膜片 20'' 可为在光学上透射性的或半透明的,并且可与图 1-3 的反射器 16 间隔开(并且,在某些实施例中,大体平行),从而在光学膜片 20'' 和反射器 16 之间提供间隙。在这种实施例中,光学膜片 20'' 可以与图 4 中示出的光学膜片 20'' 相同的方式脉动。但是,光学膜片 20'' 和反射器 16 之间的间隙内的空气将通过反射器 16 中的开口 30 推出。此外,在某些实施例中,光学膜片 20'' 和反射器 16 两者可包括开口 30,从而提供来自容积 26 内的两个水平的空气容积移置。

[0019] 光学膜片 20、20'、20'' 的脉动式机械变形 24、24'、24'' 意图提供冷却。这个脉动产生听得见的声音大体是不合乎需要的。因此,在一些实施例中,脉动式机械变形的在高于 1500Hz 的频率处的频率分量构成脉动式机械变形的总幅度的不超过 10%,并且在一些实施例中,构成脉动式机械变形的总幅度的不超过 5%,并且在一些实施例中,构成脉动式机械变形的总幅度的不超过 2%。更一般而言,具有在听得见的范围之下的频率或频率范围处的脉动式机械变形是有利的。在一些实施例中,机电换能器 22、22'、22'' 构造成以小于 100Hz 的主频率(即,具有最高幅度的激励的频率分量),以及更优选地 60Hz 或更低的主频率产生光学膜片的脉动式机械变形。在一些实施例中,机电换能器 22、22'、22'' 构造成以 30Hz 或更低的主频率产生光学膜片的脉动式机械变形。在一些实施例中,机电换能器 22、22'、22'' 构造成以 20Hz 或更低的主频率产生光学膜片的脉动式机械变形。

[0020] 另一方面,在某些实施例中,如果脉动式机械变形太慢,则可产生视觉可察觉的光变化。例如,在图 3 的实施例中,如果脉动式机械变形太慢,则菲涅耳透镜 20' 的运动可产生在光学上可察觉的变化。因为人眼典型地不能察觉快于大约 50Hz 或最多大约 100Hz 的运动,所以在这些实施例中,在 50Hz 或更高(例如,60Hz 或 100Hz)的范围中的运动可为优选的,以避免在视觉上可察觉的照明变化。更一般而言,在这些实施例中,有利的是具有在视觉察觉的范围之上的频率或频率范围处的脉动式机械变形。理想上,脉动式机械变形应当处于可得见的范围之下且在视觉察觉的范围之上的频率或频率范围。但是,在实践中,可能不存在这样的范围,因为听得见的频率范围的下端可与视觉察觉的频率范围的上端重叠。在这样的情况下,可选地结合声音阻尼特征和 / 或采取来抑制脉动式机械变形的噪声和 / 或视觉影响的措施来适当地作出折衷。例如,通过明智地选择运动相对于光学路径的定向,可减小脉动式机械变形的视觉察觉。

[0021] 有利地,光学膜片 20、20'、20'' 能制造得较大,例如对于尺寸设置成与典型的 MR 或 PAR 灯标准相称的定向灯为大约几厘米或更大。较大尺寸使得对于在低频率下的运行能够有有效的主动冷却,并且较大膜片的自然共振频率典型地较小。因而,较大光学膜片 20、20'、20'' 的运行能处于比用于灯冷却的、对在电路板“后面”的电子仪器设置的合成射流显著更低频率,因为在这样的情况下的尺寸约束会限制这样的合成射流中的膜片尺寸。大

体上,膜片的自然共振频率由设计参数控制,诸如膜片面积、膜片厚度和膜片弹性属性(例如,弹性模数)。

[0022] 光学膜片 20、20'、20'' 的材料应当提供足够的透明度、半透明度、反射率或所意图的其它必需的光学属性。另外,光学膜片 20、20'、20'' 的材料应当提供适当的机械属性来适应脉动式机械变形。这些机械属性包括刚度、柔性、坚固性等。一些适当的光学膜片材料包括聚合体、铝或其它金属箔或膜,薄玻璃盘或类似物、陶瓷、纳米纤维复合材料等。

[0023] 一个或多个机电换能器 22、22'、22'' 能采用适于对光学膜片 20、20'、20'' 施加脉动式机械变形的任何机构。例如,在一些说明性实施例中,一个或多个机电换能器 22、22'、22'' 包括压电换能器,而在一些其它说明性实施例中,一个或多个机电换能器 22、22'、22'' 包括电磁体和适当的交流驱动电流或电压,而在一些其它说明性实施例中,一个或多个机电换能器 22、22'、22'' 采用微机电系统(MEMS)技术。在说明性实施例中,光学膜片 20、20'、20'' 和机电换能器 22、22'、22'' 是不同的元件,这有利地允许选择膜片材料来满足期望的光学和机械变形特性,而不管压电或其它与驱动有关的特性。但是,构想到采用具有整体驱动特性的膜片,其中,材料具有适当的光学和机械变形特性和适当的驱动特性两者。例如,石英是透明材料,其还展示一些压电性质,并且被构想到用作整体式光学膜片/机电换能器。在说明性实施例中,机电换能器 22、22'、22'' 靠近被驱动光学膜片 20、20'、20''。这种靠近使得能够将机械力引导到且因此高效地传递到膜片上。但是,还构想到具有与被驱动膜片间隔开的机电换能器,其中适当的机械联结将机械力从换能器传递到膜片上。

[0024] 图 1-4 的定向灯是说明性示例。公开的主动冷却方法可应用在其他构造的定向灯中。作为另一个示例(未示出),定向灯可包括大面积电路板,该电路板支承成阵列的 LED 装置,LED 装置可选地设置在单独的反射器杯中,其中菲涅耳透镜定位成与电路板平行,并且紧邻 LED 装置且在 LED 装置前面,大型且可选地带翅片的散热装置设置在电路板后面。在这种构造中,菲涅耳透镜适当地是光学膜片,封壳适当地由菲涅耳透镜和电路限定,并且形成合成射流的开口适当地穿过电路板,以将合成射流喷射进入位于电路板后面的散热装置中或喷射在散热装置上。此外,公开的主动冷却方法可应用于定向灯之外的其它灯设计。参照图 5-7,描述了采用公开的主动冷却方法的一些其它说明性类型的灯。

[0025] 图 5 示出面板灯,包括设置在长方形壳体或封壳 40 中的平面中的 LED 装置 12(在图 5 中以虚线显示的内部构件),壳体或封壳 40 大部分是不透明的,但是其具有包括光学膜片的顶壁 42(例如,平坦面板),光学膜片是在光学上是透明或半透明的。沿着壁/光学膜片 42 的一侧延伸的机电换能器 44 用来产生光学膜片 42 的脉动式机械变形。封壳 40 的底壁 45 是导热的,例如包括铜板,并且包括散热翅片 46 或其它热辐射表面延伸部。底壁 45 中的开口 48 与光学膜片 42 的脉动式机械变形协作,以形成合成射流,合成射流在散热翅片 46 上产生空气流,以提供主动冷却。

[0026] 图 6 示出线性(例如,伸长的)灯,包括设置在管状壳体或封壳 50 中的成线性阵列的 LED 装置 12(在图 6 中以虚线显示的内部构件),壳体或封壳 50 是透明或半透明的,并且还用作与伸长的光源(即,成线性阵列的 LED 装置 12)平行的光学膜片。管状封壳 50 具有不透空气的端部,并且包括纵向波纹管 51,纵向波纹管 51 不透空气,但是允许管状封壳 50 的直径膨胀或收缩。机电换能器 52 沿着管状(例如,伸长的)壳体或封壳/膜片 50

间隔开,并且在波纹管 51 上起作用来产生光学膜片 50 的脉动式机械变形,脉动式机械变形呈管直径的脉动式膨胀 / 收缩的形式。槽口 54 提供开口,开口与光学膜片 50 的脉动式机械变形协作而形成合成射流,合成射流主动冷却 LED 装置 12。在这个实施例中,管状封壳与 LED 装置 12 处于热连通(例如,通过可选地用子安装件、线性电路板、LED 插座 / 连接器组件,或其它中间构件将 LED 装置 12 安装在管状封壳 / 光学膜片 50 的内表面上)。LED 装置 12 经由穿过管状封壳 50 的电功率线缆 56 接收电功率。在说明性实施例中,不存在单独的散热构件,相反,管状封壳 / 光学膜片 50 本身导热(例如,通过在材料中包括散布的导热颗粒,或采用适当地导热膜片材料),并且散热是从 LED 装置 12 到管状封壳 / 光学膜片 50 再到环境,这由封闭管状膜片 50 的直径的膨胀 / 收缩在槽口 54 处形成的合成射流协助。为了实现膨胀 / 收缩,换能器 52 同时运行(即协调地膨胀和收缩)。在一些备选实施例中,换能器 52 以协调型式运行,该协调型式产生作为管膨胀 / 收缩的行进波的脉动式机械变形,该行进波沿着壳体 / 膜片 50 的长度行进。这在线性灯之上以图解的方式标绘,从而显示变形为两个时间 t_1 和 t_2 的线性位置的函数, t_2 大于 t_1 。

[0027] 在图 6 的实施例的构想的变型中,槽口 54 可省略,并且开口设置在管 / 膜片 50 的两端处,使得行进的波产生通过管的单向空气流动流。管状壳体或封壳 50 可具有较高程度的刚性,使得线性灯柔性较低。备选地,管状壳体或封壳 50 可具有较高的柔性度,使得线性灯是柔性线性照明带。在或者图 5 的面板灯或者图 6 的线性灯中,光学膜片 42、50 可选地提供额外的光学功能性,诸如光学扩散、波长变换(例如,使用嵌入或散布的磷)、微透镜化等。

[0028] 图 7 和 8 示出基于光引擎的全向灯实施例,该全向灯包括在电路板 14 上的 LED 装置 12(在图 7 中可见;在图 8 中以虚线以图解的方式指示的内部构件)。在图 7 的实施例中,电路板 14 包括金属芯 14c,并且 LED 装置 12 在灯泡形(例如,球形、似球状、蛋形等)包络 60 内照明。透明或半透明光学膜片 62 水平地跨越灯泡,以隔开在上部容积 63 和下部容积 64 之间。机电换能器 66 驱动光学膜片以激励光学膜片 62 的“向上 / 向下”脉动式机械变形,这由向上 / 向下箭头 68 指示。电路板 14 中的开口 70 和螺口连接器 19 中的槽口 71 提供空气流,加速通过开口 70 的空气提供主动冷却电路板 14 的金属芯 14c 的合成射流。虽然未示出,但是构想到在金属芯 14c 中包括凹槽、槽口或其它空气流路径,以促进在金属芯 14c 的大表面上的空气流。这样的凹槽、槽口等优选设计成平衡金属芯 14c 附近的空气流,这是期望的,以防止增大空气流阻力,增大空气流阻力会降低合成射流的有效性。这个平衡需要例如制造较大横截面积的凹槽、槽口等,以便降低它们对空气流的阻力。此外,在灯泡形状包络 60 的上部部分中的可选开口 72 确保上部容积 63 不对光学膜片 62 的运动 68 施加阻力。如在其它实施例中那样,光学膜片 62 可以可选地磨砂或以别的方式进行光扩散,以及 / 或者可包含波长变换磷等。在某些实施例中,膜片 62 可为透明的光学窗口。此外,在某些实施例中,膜片 62 可在膜片 62 的表面的一部分上为部分地反射性或反射性的。

[0029] 虽然在图 7 中示出为包括单个膜片 62,但是在其它实施例中,可改为使用多个膜片 62。在某些实施例中,多个膜片 62 可彼此平行,这类似于图 1 和 2 中示出的光学膜片 20 和菲涅耳透镜 18 的几何结构。在某些实施例中,一些膜片 62 可为较刚性的部件(例如,像上面关于图 1-4 描述的菲涅耳透镜 18),而其它膜片 62 中的一些可为例如能够经历机电换能器 66 产生的挠曲的较顺从性膜片(例如,像上面关于图 1-4 描述的光学膜片 20、20'、

20'')。多个膜片 62 中的各个可为透明的、半透明的或反射性的。另外,多个膜片 62 中的各个可为平面的、圆锥形的或一些其它形状。

[0030] 图 8 的实施例采用灯泡形(例如,球形、似球形、蛋形等)透明或半透明外部光学元件 80,其包括光学膜片。灯泡形透明或半透明光学元件 80 在图 8 中由断面线指示,并且可构造成扩散器,使得响应于光引擎 12 在灯泡形透明或半透明光学元件 82 内部产生照明,灯在跨越至少 $\theta = [0^\circ, 120^\circ]$ 或优选跨越至少 $\theta = [0^\circ, 135^\circ]$ (其中, 0° 为“光灯泡”的“顶部”)的全向照明纬度范围上发出全向照明。可选地,灯泡形透明或半透明外部光学元件 80 可包括波长变换磷,使得(作为说明性示例)LED 装置可发出紫外光、紫光或蓝光,并且光学膜片 82 的磷选择成使得输出光(其可由磷完全进行波长变换,或可为直接光和经波长变换的光的混合物)为白光。

[0031] 图 8 的灯进一步包括透明或半透明灯泡形(例如,球形、似球形、蛋形等)内部光学元件 82,其为刚性的且可构造成扩散器,使得响应于光引擎 12 在灯泡形透明或半透明光学元件 80 内部产生照明,灯在跨越至少 $\theta = [0^\circ, 120^\circ]$ 或优选跨越至少 $\theta = [0^\circ, 135^\circ]$ (其中, 0° 为“光灯泡”的“顶部”)的全向照明纵向范围上发出全向照明。与 LED 装置处于热连通的散热装置包括翅片 84,翅片 84 跨越在光学透明或半透明外部膜片 80 和刚性透明或半透明灯泡形内部光学元件 82 之间。在这个实施例中,刚性透明或半透明灯泡形内部光学元件 82 的内侧限定内部空气容积,并且外部空气容积限定在内部光学元件 82 和外部膜片 80 之间。在散热翅片 84 附近的槽口 86 在内部容积和外部容积之间提供有限流体连通。机电换能器 88 在光学透明或半透明外部膜片 80 上起作用来引起外部膜片 80 的脉动式机械变形,外部膜片 80 与槽口 86 协作来形成合成射流,合成射流将空气流引导到附近的翅片 84 上。

[0032] 继续参照图 7 和 8,全向灯的基座包括带螺纹的“螺口类型”的连接器 19,连接器 19 适于旋入传统的螺口类型的插座中。因此,图 7 和 8 的全向灯适于作为改型灯泡。基座可选地包含电子仪器,用于将 110Va. c. 或在螺口连接器 19 处接收到其它电压输入变换成适于驱动 LED 装置 12 的经调节电功率。备选地,在图 7 的实施例中,电线 19a 直接将高电压 a. c. 连接到电路板 14 上,电路板 14 包含用于调节用以驱动 LED 装置 12 的电功率的板上电路。

[0033] 在图 7 的说明性实施例中,光学膜片 62 能位于灯泡 60 中的其它处,并且可选地处于不同的定向(例如,沿竖向定向)。通过将膜片 62 置于灯泡中,其能制造得较大,这促进低频率(以便无噪声)下的大空气容积移置。在图 8 的实施例中,光学膜片为灯泡形外部光学元件 80,而灯泡形内部元件 82 是刚性的。但是,这个顺序能反过来,或者两个元件都能构造成促进合成射流的膜片。

[0034] 参照图 1-8,描述了各种灯实施例。但是,公开的主动冷却方法更一般而言适于其它冷却应用,诸如冷却电子构件、散热装置等。在这样的情况下,使用可为整个封壳的一部分的大面积膜片(其在这些非灯应用中可以可选地为在光学上不起作用的)使得在低共振频率下能够有较大的空气容积移置和能够运行。在用于冷却包括电路板的电子构件的一些实施例中,膜片可大于电路板本身。

[0035] 参照图 9,示出电子构件冷却应用。电子构件 100(在图 8 中以虚线显示的内部构件)包括多个电子装置,诸如集成电路(IC)装置 102 和分立电子装置 104(诸如电阻器或

电容器),它们都设置在电路板 106 上。电子构件 100 设置在封壳 110 中,封壳 110 包括膜片 112,膜片 112 形成封壳 110 的面向电子装置 102、104 的顶部外壁(在某些实施例中,其可为透明或半透明)。两个机电换能器 114 产生膜片 112 的脉动式机械变形。膜片 112 靠近电子构件 100,并且包括开口 116,开口 116 与脉动式机械变形协作来提供合成射流,合成射流被引导向电子构件 100 且主动冷却电子构件 100。在某些实施例中,膜片 112 比电子构件 100 具有更大的面积。虽然示出为平面式的,但是在某些实施例中,膜片 112 可为非平面的膜片。备选地或另外,散热装置能与在散热装置上运行的合成射流一起使用,如图 5 中以说明性示例的方式显示的那样。以另一个方式说,在非灯实施例中,能在膜片 42 可选地为不透明的情况下使用图 5 的构造,因为其在非灯应用中不透光。

[0036] 在某些实施例中,LED 荧光(LFL)替代管可还包括机电换能器,用于产生通过 LFL 替代管的空气流。图 10 是 LFL 替代管 118 的实施例的透视图,LFL 替代管 118 具有在印刷电路板 120 的相对的侧上设置成两个线性阵列的 LED 装置 12,印刷电路板 120 延伸通过用作光学膜片的透明或半透明壳体或封壳 122。在印刷电路板 120 的相对的侧上具有 LED 装置 12 使得来自 LED 装置 12 的光能够在 LFL 替代管 118 周围整个 360 度上从 LFL 替代管 118 发出。但是,LFL 替代管 118 不包括通过 LFL 替代管 118 的中心的线性散热装置。相反,示出的 LFL 替代管 118 可与用于引起通过 LFL 替代管 118 的冷却空气的其它器件结合起来使用。

[0037] 更具体而言,图 11A 是圆柱形管 124 的实施例的透视图,圆柱形管 124 由柔性材料制成且具有对柔性材料应用的压电膜。因而,当对压电膜应用电流时,可使圆柱形管 124 的柔性材料变形。具体而言,对压电膜应用的电流可使圆柱形管 124 缩短或伸长。实际上,在某些实施例中,交流电可使圆柱形管 124 以交替的方式缩短和伸长。例如,图 11B 是当压电膜使圆柱形管 124 缩短时图 11A 的圆柱形管 124 的透视图。当这个发生时,由于圆柱形管 124 缩短长度,空气可被推出圆柱形管 124 的一端,如箭头 126 示出的那样。相反,图 11C 是当压电膜使圆柱形管 124 伸长时图 11A 的圆柱形管 124 的透视图。当这个发生时,由于圆柱形管 124 的内部容积 128 减小横截面积,空气可被推出圆柱形管 124 的一端,如箭头 130 示出的那样。

[0038] 使用图 11 中示出的概念,对圆柱形管 124 应用的压电膜可用来产生空气流,空气流可用来冷却图 10 中示出的 LFL 替代管 118。例如,图 12 是透明或半透明外部管 132 的实施例的透视图,外部管 132 包围图 10 的 LFL 替代管 118。如示出的那样,在某些实施例中,图 11 的圆柱形管 124 可设置在透明或半透明外部管 132 的一端处。当对圆柱形管 124 上的压电膜应用电流时,如上面关于图 11 描述的那样,圆柱形管 124 可使冷却空气流过 LFL 替代管 118,如箭头 134 示出的那样,从而在图 10 的 LFL 替代管 118 内提供设置在印刷电路板 120 的相对的侧上的 LED 装置 12 的主动冷却。在某些实施例中,可沿着透明或半透明外部管 132 和 LFL 替代管 118 的长度使用不止一个圆柱形管 124,以提供通过 LFL 替代管 118 的冷却空气。

[0039] 如上面描述的那样,压电换能器是可用来产生本文描述的膜片的位移的许多类型的机电换能器中的一个,膜片的位移导致封壳内的容积移置,以促进空气流穿过 LED 装置 12 和 / 或其它电子装置 104,以用于主动冷却 LED 装置 12 和 / 或其它电子装置 104。实际上,在某些实施例中,被导致经历位移的膜片本身可为压电换能器的一部分。例如,图 13 是

压电光学膜片 136 的实施例的截面侧视图,可起动压电光学膜片 136,以经历线性位移。如上面描述的那样,某些材料(例如,石英)为透明的且展现压电性质,使得它们可用作整体式光学膜片/机电换能器,如图 13 中示出的那样。因而,通过使电流穿过压电光学膜片 136,压电光学膜片 136 可沿垂直于较平坦的压电光学膜片 136 的平面的方向线性地移位,如箭头 138 示出的那样。如上面描述的那样,通过改变应用通过压电光学膜片 136 的交流电,压电光学膜片 136 可在相反的变形状态 140、142 之间振荡,从而使至少部分地由压电光学膜片 136 限定的封壳的容积改变。另外,因为压电光学膜片 136 是透明的,所以其还促进来自封闭在至少部分地由压电光学膜片 136 限定的封壳内的 LED 装置(例如上面描述的,LED 装置 12)的光的分散。因此,图 13 中示出的压电光学膜片 136 可用作用于 LED 装置的光学构件,以及使得能够主动冷却 LED 装置。如将理解的那样,在上面描述的实施例中的若干个实施例(诸如图 1-4 示出的定向灯实施例)中,图 13 的压电光学膜片 136 可用作光学膜片 20。

[0040] 但是,两个因素限制对于压电光学膜片 136 可能的相对于中心线的最大挠曲 Δ_{\max} 的量(例如,在或者“向上”或者“向下”的方向上)。第一约束是图 13 中示出的压电光学膜片 136 的相对的端部 144、146 被固定(例如,以悬臂的方式固定),并且因而,不允许压电光学膜片 136 的整个长度响应于流过压电光学膜片 136 的电流而变位。在许多实施例中,本文描述的光学膜片的相对的端部都将固定到任何给定设备(例如,本文描述的灯和电子构件)的一些点上。第二约束是即便压电光学膜片 136 不在其相对的端部 144、146 处固定,由于压电光学膜片 136 的固有的机械特性,压电光学膜片 136 也仅能够经历一定量的垂直于压电光学膜片 136 的平面的线性挠曲。换句话说,在垂直于压电光学膜片 136 的平面的方向上可能的最大挠曲 Δ_{\max} 的量的方面始终存在一些限制,如箭头 138 示出的那样。

[0041] 因此,其它实施例可包括:相对的压电促动器,其具有在某些实施例中可彼此大体平行地对准的表面;以及刚性地附连(例如,使得顺从性片材能够相对于压电促动器基本不运动)到相对的压电促动器的端部上的顺从性片材。例如,图 14 是在中性位置上的压电促动式组件 148 的实施例的截面侧视图,压电促动式组件 148 包括刚性地附连到相对的第一压电促动器 152 和第二压电促动器 154 上的顺从性片材 150。如图 14 中示出的那样,压电促动器 152、154 的相应的第一端 156、158 被固定(例如,以悬臂的方式固定),使得相应的第一端 156、158 沿水平方向 160 或竖向方向 162 的运动最小。应当注意,仅包括水平和竖向方向 160、162,以协助论述当前实施例,并且它们不意图为限制性的。例如,压电促动式组件 148 可相对于水平和竖向方向 160、162 以任何方式定向。

[0042] 如还在图 14 中示出的那样,压电促动器 152、154 的相应的第二端 164、166 牢固地且刚性地附连到顺从性片材 150 的相对的第一端 168 和第二端 170 上。更具体而言,在某些实施例中,第一压电促动器 152 的第二端 164 附连到顺从性片材 150 的第一端 168 上,使得在第一压电促动器 152 和顺从性片材 150 之间形成大体 90° 角 θ_1 。类似地,在某些实施例中,第二压电促动器 154 的第二端 166 附连到顺从性片材 150 的第二端 170 上,使得在第二压电促动器 154 和顺从性片材 150 之间形成大体 90° 角 θ_2 。但是,应当注意,图 14 中示出的角 θ_1 和 θ_2 仅表示在一个特定实施例的中性位置上定向的压电促动组件 148。在其它实施例中,如下面(例如,关于图 17-21)关于压电促动式组件 148 更详细地描述的那样,当压电促动式组件 148 在中性位置上时, θ_1 和 θ_2 对于压电促动式组件 148 可不同,使

得压电促动式组件 148 相对于特定中性位置而“预加载”。

[0043] 关于顺从性片材 150 的用语“顺从性”意图表达顺从性片材 150 由较柔性材料制成,当顺从性片材 150 的第一端 168 和第二端 170 处形成的刚性连接点由于第一压电促动器 152 和第二压电促动器 154 中的弯曲而移动时,该材料能够经历垂直于顺从性片材 150 的平面的方向上的变形。除了由较柔性材料制成之外,在某些实施例中,如本文中描述的那样,顺从性片材 150 可用作光学膜片,并且因而,制造顺从性片材 150 的较柔性材料可制成也为透明或半透明的、反射性的等。

[0044] 第一压电促动器 152 和第二压电促动器 154 构造成使得当对第一压电促动器 152 和第二压电促动器 154 应用交流电时,顺从性板 150 经历在竖向方向 162 上的振荡线性位移,如箭头 172 示出的那样。例如,图 15 是当顺从性片材 150 处于第一变形状态时图 14 的压电促动式组件 148 的实施例的截面侧视图,而图 16 是当顺从性片材 150 处于第二变形状态时图 14 的压电促动式组件 148 的实施例的截面侧视图。应当注意,假设所有其它特性都相等(例如,长度、厚度、材料类型等),顺从性片材 150 可能的最大挠曲 Δ_{\max} 大体大于图 13 的压电光学膜片 136 可能的最大挠曲 Δ_{\max} 。更具体而言,因为第一压电促动器 152 和第二压电促动器 154 由类似于图 13 的那些压电光学膜片 136 的压电材料制成,所以第一压电促动器 152 和第二压电促动器 154 的水平挠曲 Δ_{hor} 的量类似于图 13 的压电光学膜片 136 的水平挠曲的量。但是,由于第一压电促动器 152 和第二压电促动器 154 以及顺从性片材 150 之间的刚性连接的原因,顺从性片材 150 的最大挠曲 Δ_{\max} 将比第一压电促动器 152 和第二压电促动器 154 的水平挠曲 Δ_{hor} 更大。因而,使用第一压电促动器 152 和第二压电促动器 154 来使顺从性片材 150 在图 15 和 16 中示出的第一和第二变形状态之间振荡可使得能够有来自内部容积 174 内的更大量的空气容积移置,内部容积 174 至少部分地由第一压电促动器 152 和第二压电促动器 154 以及顺从性片材 150 限定。

[0045] 但是,如图 15 和 16 示出的那样,顺从性片材 150 的最大挠曲 Δ_{\max} 出现在假想线 176 上面和下面(例如,在竖向方向 162 上),假想线 176 连接顺从性片材 150 的第一端 168 和第二端 170(或第一压电促动器 152 和第二压电促动器 154 的相应的第二端 164、166)。换句话说,顺从性片材 150 的总挠曲的大致一半出现在内部容积 174 的外部,内部容积 174 至少部分地由第一压电促动器 152 和第二压电促动器 154 以及顺从性片材 150 限定。在某些实施例中,由于空间约束的原因,可为有利的是设计压电促动式组件 148,使得顺从性片材 150 “预加载”在中性位置上,其中在中性位置上时,顺从性片材 150 不平坦(具有平行于连接顺从性片材 150 的第一端 168 和第二端 170 的假想线 176 的平面)。

[0046] 应当注意,虽然图 14-23 示出具有用来使顺从性片材 15 经历振荡线性位移的两个压电促动器 152、154 的压电促动式组件 148 的实施例,但是在其它实施例中,压电促动式组件 148 可仅包括一个压电促动器 152、154,而另一个压电促动器 152、154 由不被促动且因此保持较固定就位的壁或板替代。换句话说,顺从性片材 150 的端部 168、170 中的仅一个可附连到压电促动器 152、154 上,而顺从性片材 150 的相对的端部 168、170 附连到不被促动的壁或板上。因而,顺从性片材 150 的挠曲主要将发生在顺从性片材 150 的端部 168、170 处,端部 168、170 附连到压电促动器 152、154 上,顺从性片材 150 的另一端 168、170 保持较固定(例如,以悬臂的方式固定)到相对的固定壁或板上。

[0047] 例如,图 17 是在构建预加载的压电促动式组件 148 期间预加载的压电促动式组件

148 的实施例的截面侧视图。如图 17 中示出的那样,第一压电促动器 152 和第二压电促动器 154 可首先安装成使得压电促动器 152、154 的相应的第一端 156、158 被固定(例如,以悬臂的方式固定)。一旦压电促动器 152、154 的相应的第一端 156、158 固定,就可对第一压电促动器 152 和第二压电促动器 154 两者应用直流电,使得第一压电促动器 152 和第二压电促动器 154 处于图 15 中示出的第一变形状态。

[0048] 在保持应用直流电并且第一压电促动器 152 和第二压电促动器 154 保持在图 17 中示出的第一变形状态中时,顺从性片材 150 可安装到第一压电促动器 152 和第二压电促动器 154 上,使得顺从性片材 150 在第一压电促动器 152 和第二压电促动器 154 的顶部上摊平。换句话说,在保持对第一压电促动器 152 和第二压电促动器 154 应用直流电时,顺从性片材 150 沿着连接顺从性片材 150 的第一端 168 和第二端 170(或第一压电促动器 152 和第二压电促动器 154 的相应的第二端 164、166)的假想线 176 摊平,并且顺从性片材 150 的第一端 168 和第二端 170 刚性地附连到第一压电促动器 152 和第二压电促动器 154 的相应的第二端 164、166 上。例如,图 18 是图 17 的预加载的压电促动式组件 148 的实施例的截面侧视图,其中,在对第一压电促动器 152 和第二压电促动器 154 应用直流电时,顺从性片材 150 安装到第一压电促动器 152 和第二压电促动器 154 上。因而,当对第一压电促动器 152 和第二压电促动器 154 应用直流电时,顺从性片材 150 处于最小应力状态,如图 17 和 18 中示出的那样。如示出的那样,与图 14-16 中示出的实施例相反,第一压电促动器 152 的第二端 164 附连到顺从性片材 150 的第一端 168 上,使得第一压电促动器 152 和顺从性片材 150 之间的角 θ_1 显著小于 90° 。类似地,第二压电促动器 154 的第二端 166 附连到顺从性片材 150 的第二端 170 上,使得第二压电促动器 154 和顺从性片材 150 之间的角 θ_2 也显著小于 90° 。

[0049] 一旦顺从性片材 150 已经刚性地附连到第一压电促动器 152 和第二压电促动器 154 上,就可移除对第一压电促动器 152 和第二压电促动器 154 应用的直流电。这样做允许预加载的压电促动式组件 148 回复到中性位置。例如,图 19 是从第一压电促动器 152 和第二压电促动器 154 移除直流电之后在中性位置上的图 18 的预加载的压电促动式组件 148 的实施例的截面侧视图。如示出的那样,用于预加载的压电促动式组件 148 的中性位置包括顺从性片材 150 变形成使得顺从性片材 150 在是图 14-16 中示出的实施例的内部容积 174 的空间内设置在第一压电促动器 152 和第二压电促动器 154 之间。换句话说,预加载的压电促动式组件 148 的顺从性片材 150 预先设置成朝向预加载的压电促动式组件 148 的内部容积 174 而远离最小应力状态,这在图 17 和 18 中示出。

[0050] 因此,当后续对第一压电促动器 152 和第二压电促动器 154 应用交流电时,顺从性片材 150 在两个变形状态之间进行振荡,变形状态较靠近至少部分地由顺从性片材 150 以及第一压电促动器 152 和第二压电促动器 154 限定的内部容积 174。例如,图 20 是当顺从性片材 150 处于第一变形状态时图 19 的预加载的压电促动式组件 148 的实施例的截面侧视图,而图 21 是当顺从性片材 150 处于第二变形状态时图 19 的预加载的压电促动式组件 148 的实施例的截面侧视图。如图 20 中示出的那样,在某些实施例中,第一变形状态可包括较靠近(并且,在某些实施例中,大体平行于)假想线 176 的顺从性片材 150,假想线 176 连接顺从性片材 150 的第一端 168 和第二端 170(或第一压电促动器 152 和第二压电促动器 154 的相应的第二端 164、166)。因而,在其中存在空间约束的环境中,向内部容积 174 预

加载顺从性片材 150 可证明为特别有益的。

[0051] 如上面描述的那样,用第一压电促动器 152 和第二压电促动器 154 促动顺从性片材 150 可比通过简单地激励压电膜片而本来可能的情况导致更大的最大挠曲。另外,在某些实施例中,可对顺从性片材 150 添加额外的配重,以进一步增大顺从性片材 150 中可能的最大挠曲,由于额外的配重会产生额外的惯量。例如,图 22 是带配重的压电促动式组件 148 的实施例的截面侧视图,带配重的压电促动式组件 148 使用对顺从性片材 150 添加的额外的配重 178,并且处于第一变形状态,而图 23 是处于第二变形状态的图 22 的带配重的压电促动式组件 148 的实施例的截面侧视图。虽然在图 22 和 23 中示出为附连在顺从性片材 150 的中点处的单个配重 178,但是在其它实施例中,可对顺从性片材 150 添加一个或多个配重,并且一个或多个配重可沿着顺从性片材 150 以任何适合的方式间隔开,以产生顺从性片材 150 的挠曲,这导致通过例如上面描述的合成射流有来自内部容积 174 的适当的空气容积移置。

[0052] 额外的配重(一个或多个)178 提供手段用于通过一般等式 $\omega = \sqrt{k/m}$ 来调节带配重的压电促动式组件 148 的自然频率,其中, ω 是自然频率, k 是弹簧常数,并且 m 是质量。在其它实施例中,可使用用于实现顺从性片材 150 的变形量的其它手段(例如,弹簧、电力、磁力、在后侧上的加压流体等),以调节弹簧常数 k 的值,使得还调节带配重的压电促动式组件 148 的自然频率。这些其它力可用作图 22 和 23 中示出的额外的配重(一个或多个)178 的备选方案,或用作用于额外的配重(一个或多个)178 的补充力。

[0053] 在某些实施例中,上面关于图 14-23 描述的压电促动式组件 148 可设计成使得内部容积 174 至少部分地由顺从性片材 150 以及第一压电促动器 152 和第二压电促动器 154 限定。但是,在其它实施例中,单独的壳体或封壳可用来限定内部容积。例如,图 24 是上面关于图 17-21 描述的预加载的压电促动式组件 148 的实施例的截面侧视图,预加载的压电促动式组件 148 设置在具有至少一个空气入口开口 182 和至少一个空气出口开口 184 的壳体或封壳 180 内。更具体而言,示出的实施例包括在壳体 180 的相对的第一和第二侧部侧 186、188 上的两个空气入口开口 182,其中,第一侧部侧 186 位于第一压电促动器 152 附近,并且和第二侧部侧 188 位于第二压电促动器 154 附近。另外,示出的实施例包括壳体 180 的顶部侧 190 中的单个空气出口开口 184。如上面在图 20 和 21 中示出的那样,在对第一压电促动器 152 和第二压电促动器 154 应用交流电时,顺从性片材 150 将在第一变形状态(例如,图 20 中示出)和第二变形状态(例如,图 21 中示出)之间振荡,从而使空气流过限定在封壳 180 和顺从性片材 150 与相关联的第一压电促动器 152 和第二压电促动器 154 之间的内部容积 192,如空气入口箭头 194 和空气出口箭头 196 示出的那样。

[0054] 图 14-24 中示出的压电促动式组件 148 的实施例可应用于上面关于图 1-12 描述的任何实施例。例如,关于上面关于图 1-8 和 10-12 描述的灯的所有实施例以及图 9 的电子构件组件的实施例都可利用关于图 14-24 的压电促动式组件 148 描述的技术。作为示例,图 25 是图 1 的定向灯 10 的实施例的在线 25-25 内得到的局部截面侧视图,定向灯 10 利用上面关于图 14-24 描述的压电促动式组件 148。在示出的实施例中,第一压电促动器 152 等效于图 1 中示出的换能器 22,并且顺从性片材 150 等效于图 1 的光学膜片 20。因而,如上面描述的那样,顺从性片材 150 可由基本透明或半透明的材料制成。虽然示出为大体垂

直于顺从性片材 150 的平面而对准,但是在其它实施例中,第一压电促动器 152 可大体垂直于聚光反射器 16 的表面 198 而对准。此外,因为图 1 的定向灯 10 是圆形的,即延伸完整的 360 度,所以图 25 中示出的压电促动式组件 148 实际上可不具有本文描述的第一压电促动器 152 和第二压电促动器 154,而是相反,可包括围绕定向灯 10 延伸 360 度的单个压电促动器延伸 360,或大体围绕定向灯 10 相等地间隔开的一定数量的分立压电促动器。

[0055] 此外,图 14-24 的压电促动式组件 148 可实现在图 1-12 中示出的其它实施例中。例如,在某些实施例中,顺从性片材 150 可为图 3 中示出的集成式透镜和光学膜片 20',或图 4 中示出的反射光学膜片 20'',在各个情况下,换能器 22'、22'' 为图 14-24 的压电促动器。在其它实施例中,顺从性片材 150 可为图 5 的面板灯的顶壁 42,换能器 44 为图 14-24 的压电促动器。在其它实施例中,顺从性片材 150 可为图 9 的电气构件组件的膜片 112,换能器 114 为图 14-24 的压电促动器。

[0056] 实际上,本发明的实施例的上面的详细描述不意图为详尽的或将本发明限于上面公开的精确形式。虽然在上面出于说明性目的描述本发明的具体实施例和示例,但是各种等效修改在本发明的范围内是可行的,如相关领域中技术人员将认可的那样。例如,虽然已给定顺序提供了步骤,但是备选实施例可以不同的顺序执行步骤。本文描述的各种实施例还可组合起来提供另外的实施例。

[0057] 根据前述内容,将理解,已经出于示出的目的在本文描述本发明的具体实施例,但是未详细显示或描述熟知的结构和功能,以避免不必要地模糊本发明的实施例的描述。在上下文容许的情况下,单数或复数用语还可分别包括复数或单数用语。

[0058] 此外,参照两个或更多物品的列表,除非词语“或”清楚地限于表示仅单个物品,不包括其它物品,否则“或”在这种列表中的使用应当解释为包括 (a) 列表中的任何单个物品, (b) 列表中的所有物品,或 (c) 列表中的物品的任何组合。另外,用语“包括”在全文中用来表示包括至少叙述的特征(一个或多个),使得不排除任何更大数量的相同特征和/或额外的类型的其它特征。将还理解,出于示出的目的在本文描述了具体实施例,但是可作出各种修改,而不偏离本发明。

[0059] 本书面描述使用实例来公开本发明,包括最佳模式,并且还使本领域任何技术人员能够实践本发明,包括制造和使用任何装置或系统,以及执行任何结合的方法。本发明的可取得专利的范围由权利要求限定,并且可包括本领域技术人员想到的其它实例。如果这样的其它实例具有不异于权利要求的字面语言的结构元素,或者如果这样的其它实例包括与权利要求的字面语言无实质性差异的等效结构元素,则它们意图处于权利要求的范围之内。

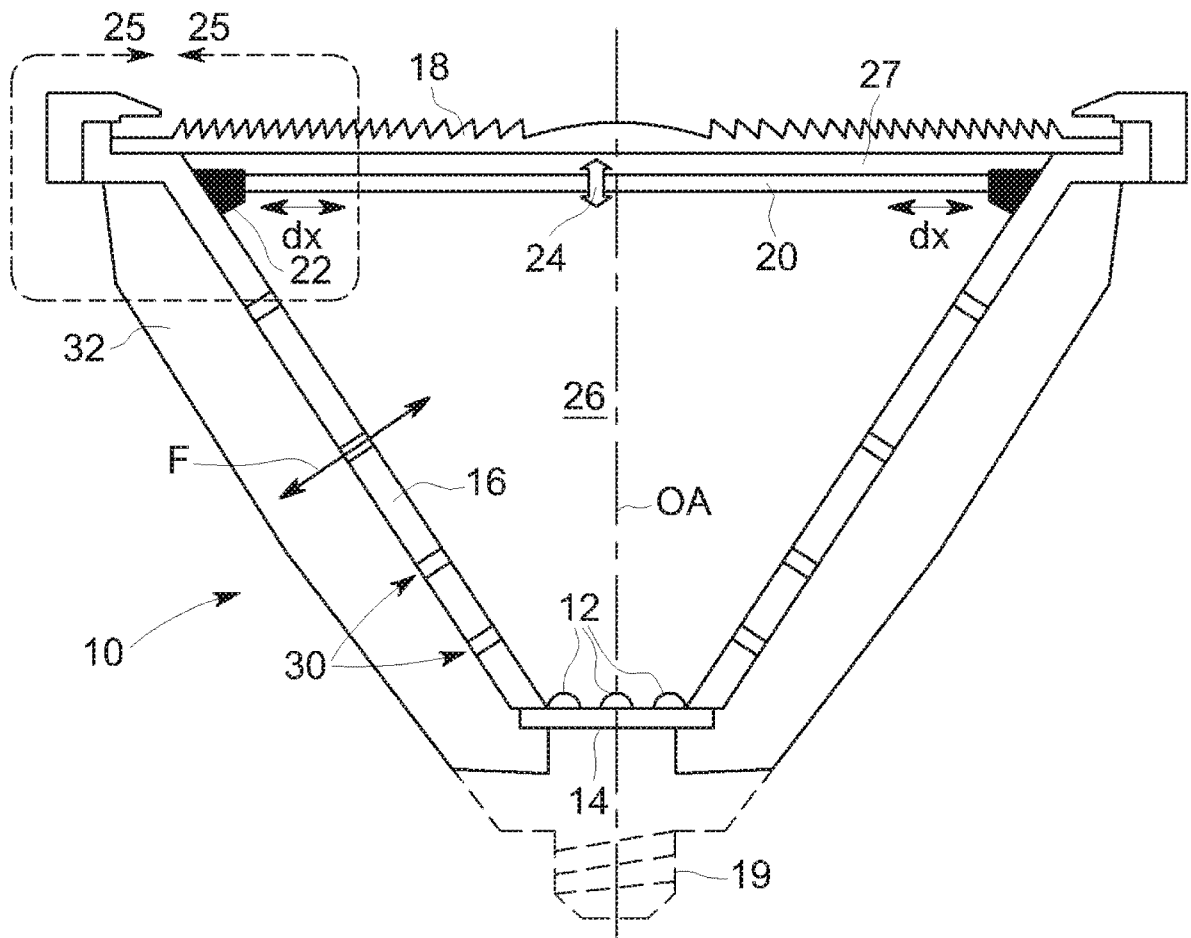


图 1

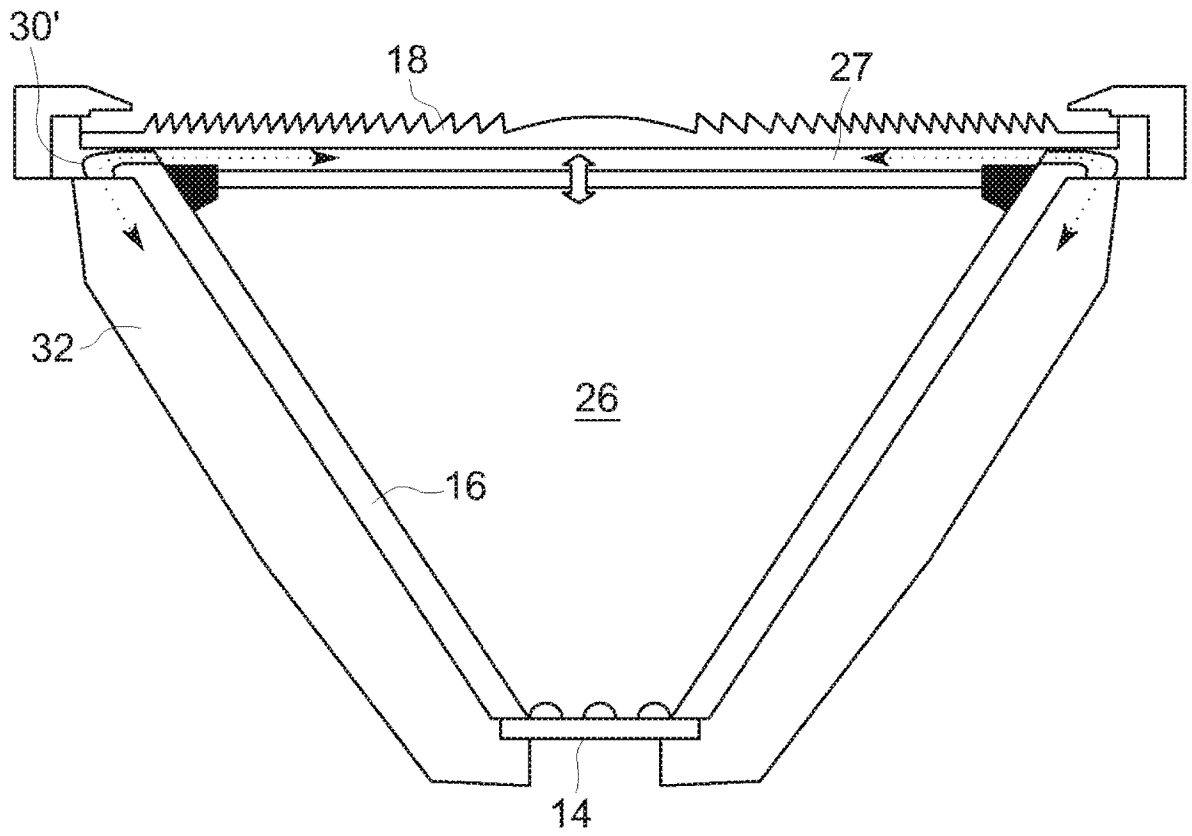


图 2

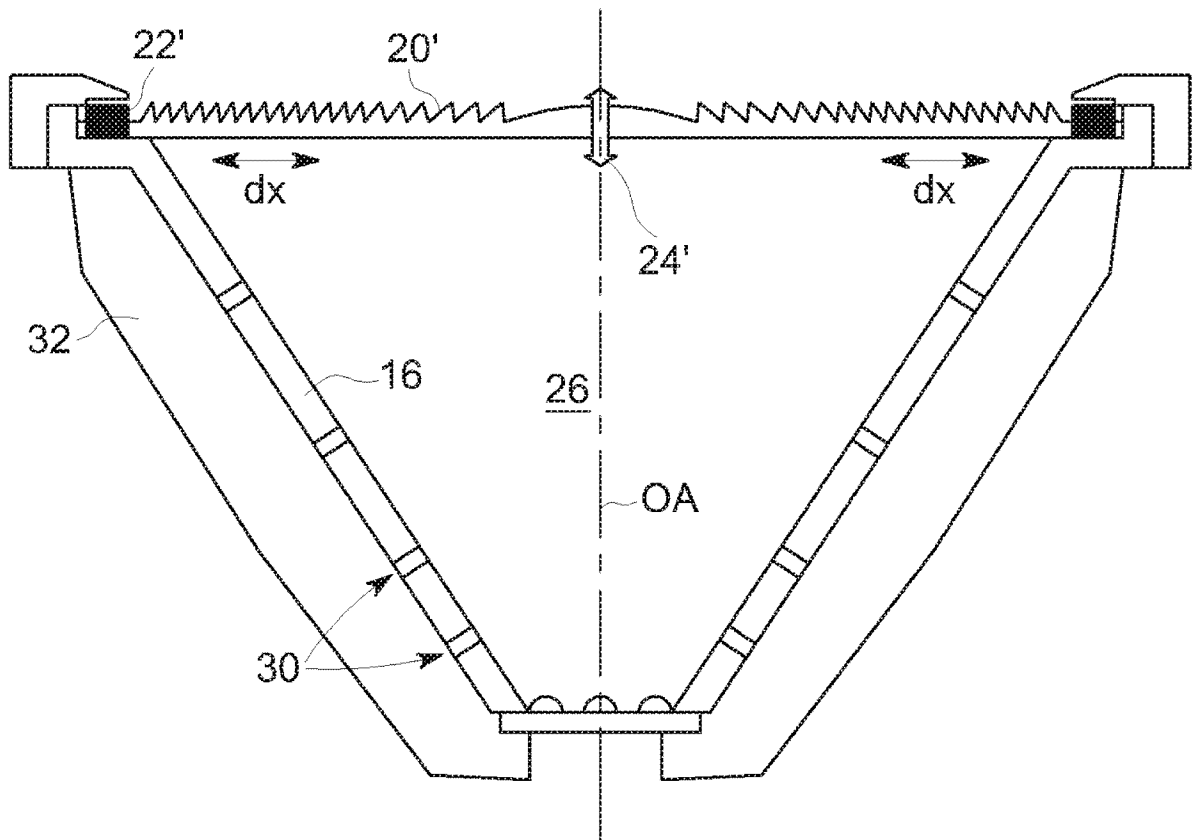


图 3

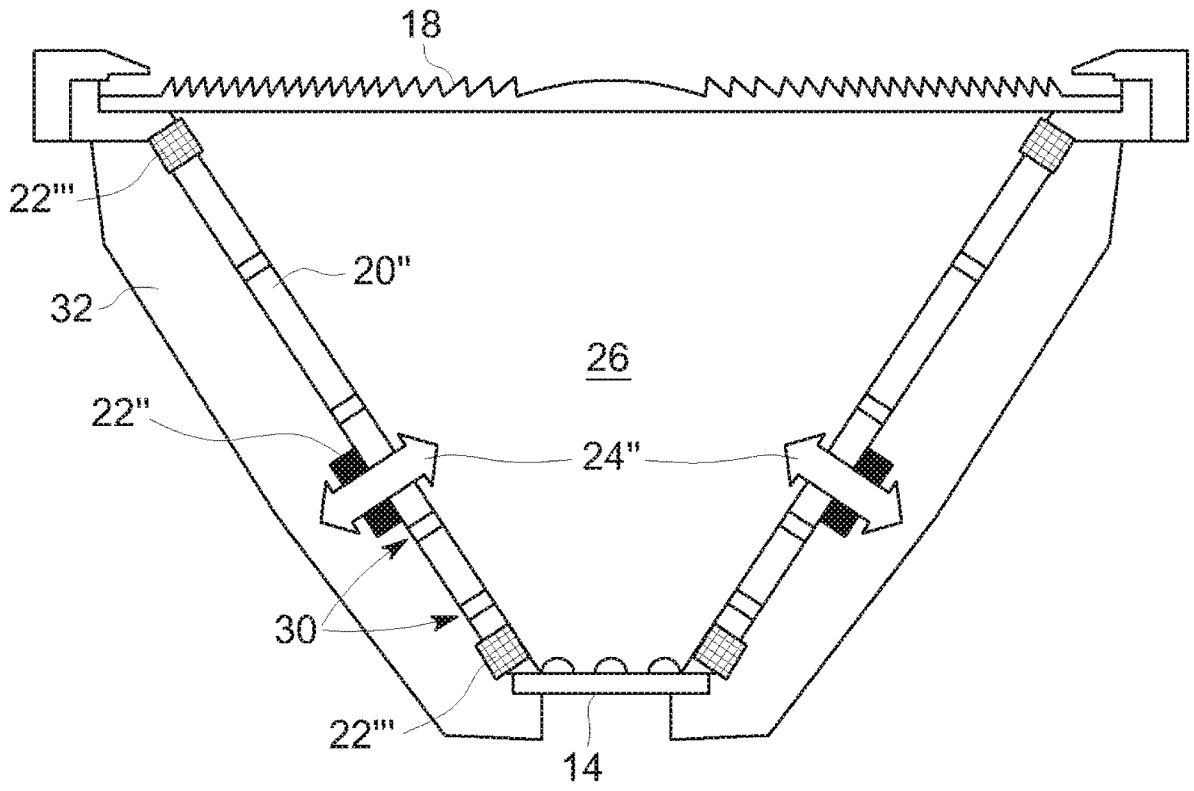


图 4

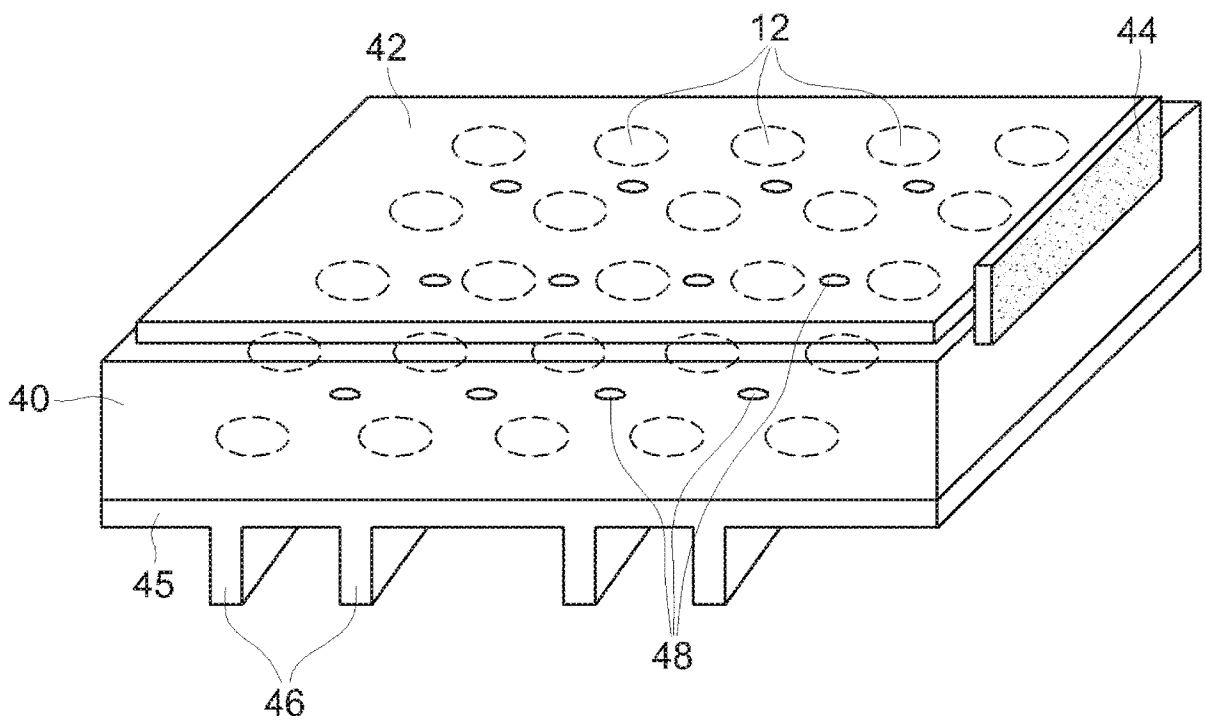


图 5

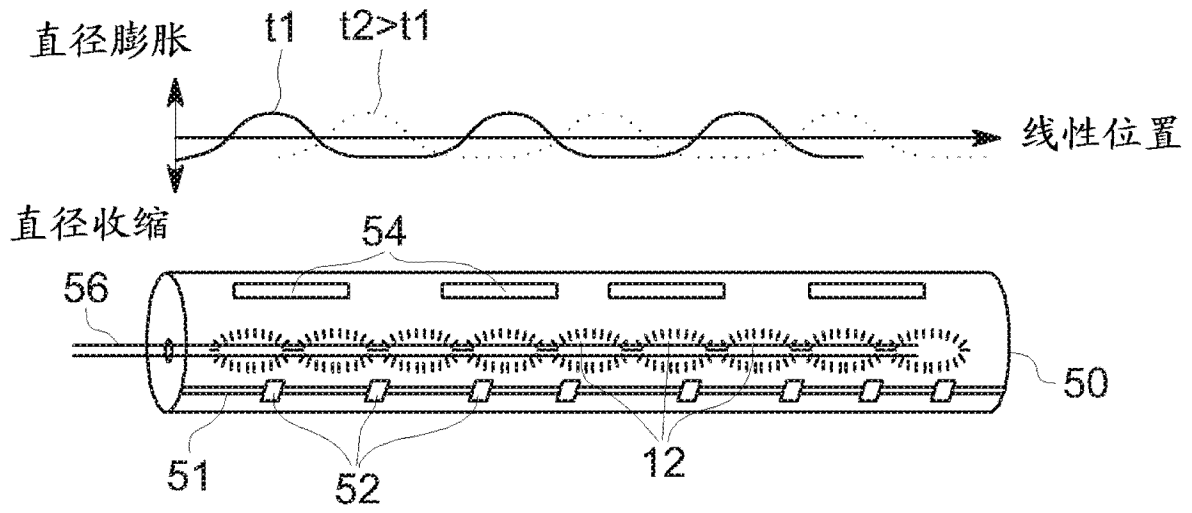


图 6

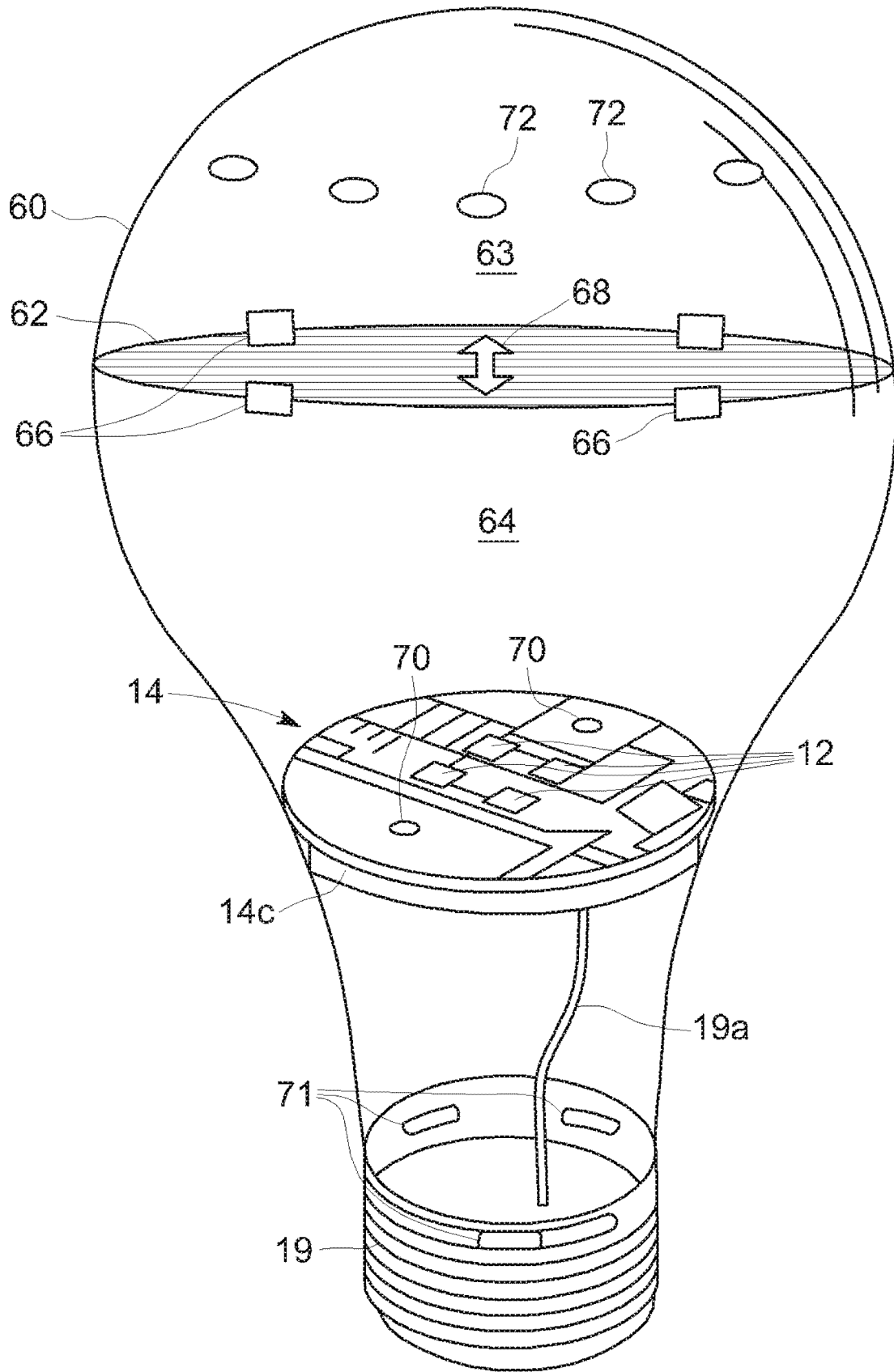


图 7

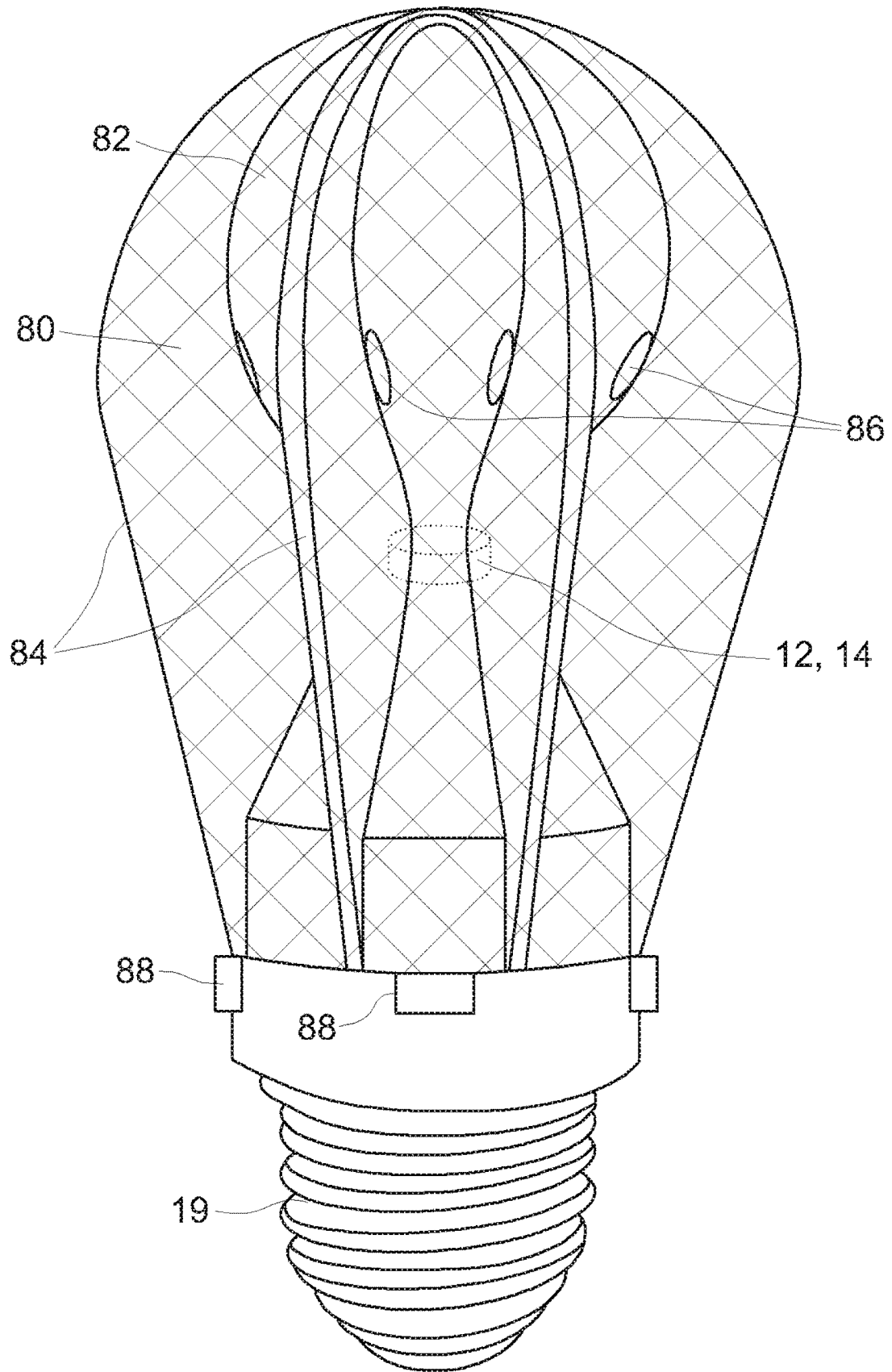


图 8

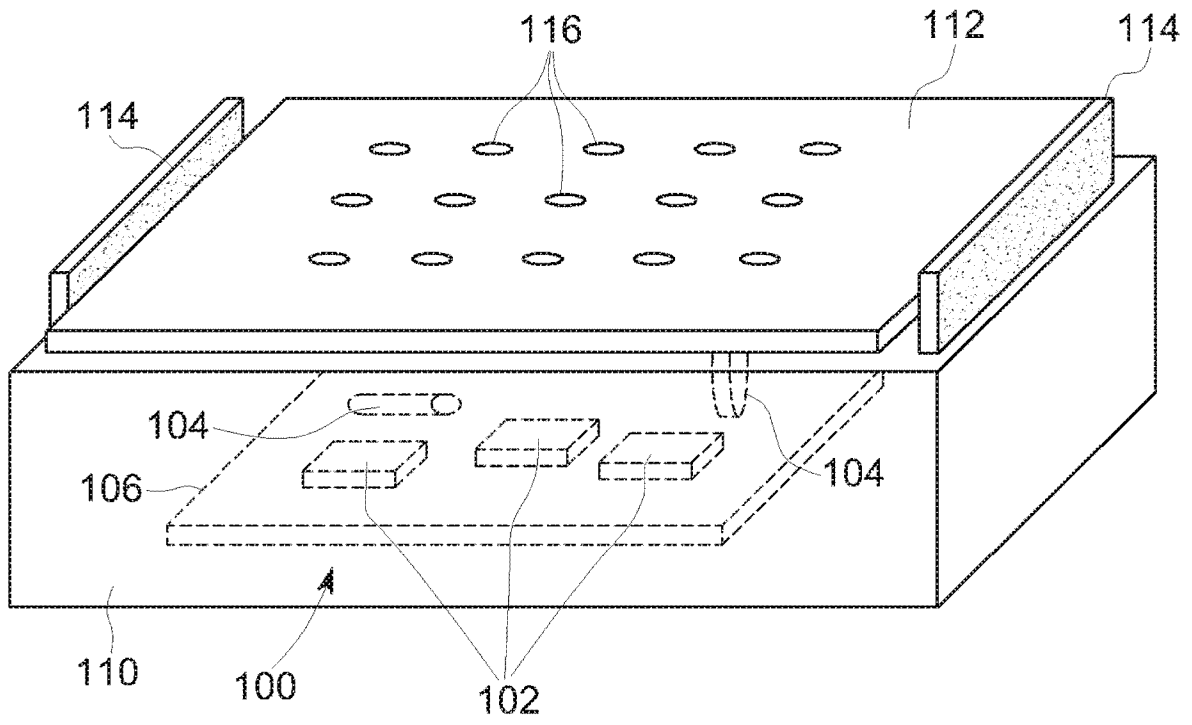


图 9

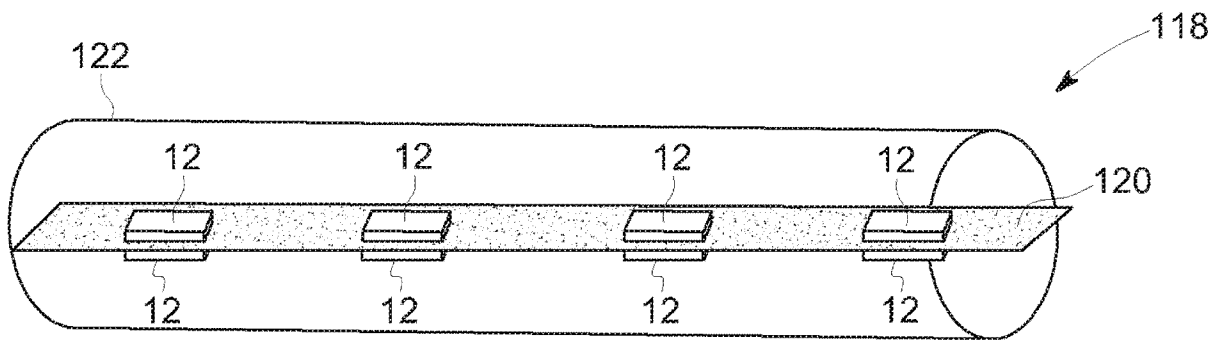


图 10

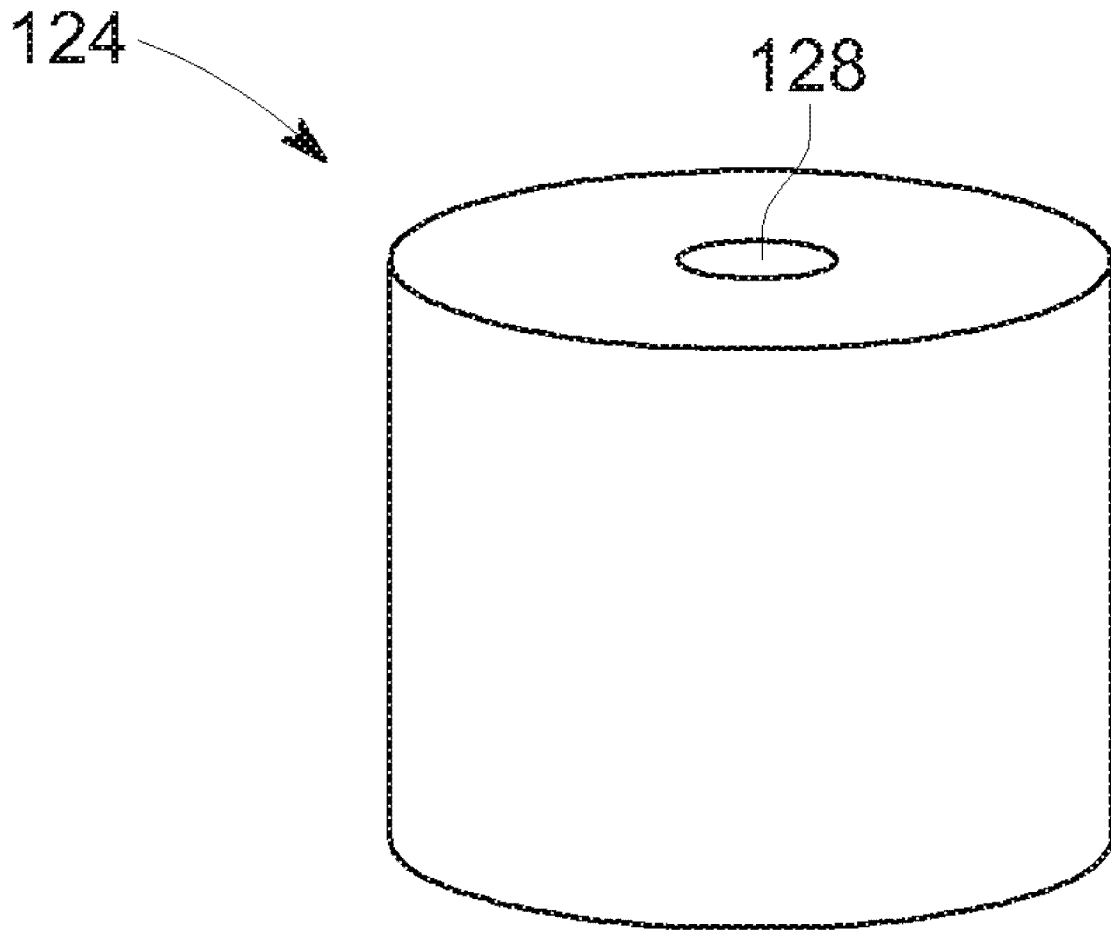


图 11A

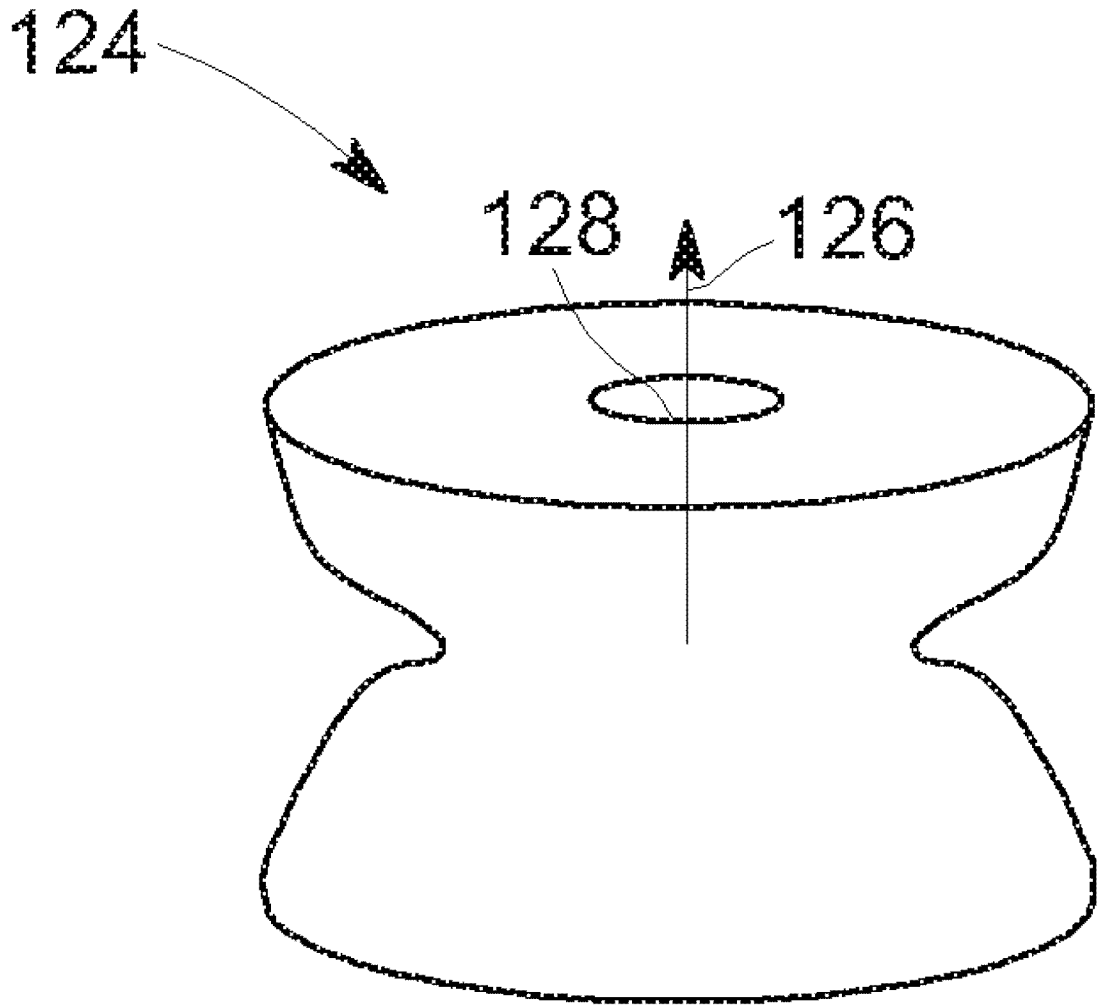


图 11B

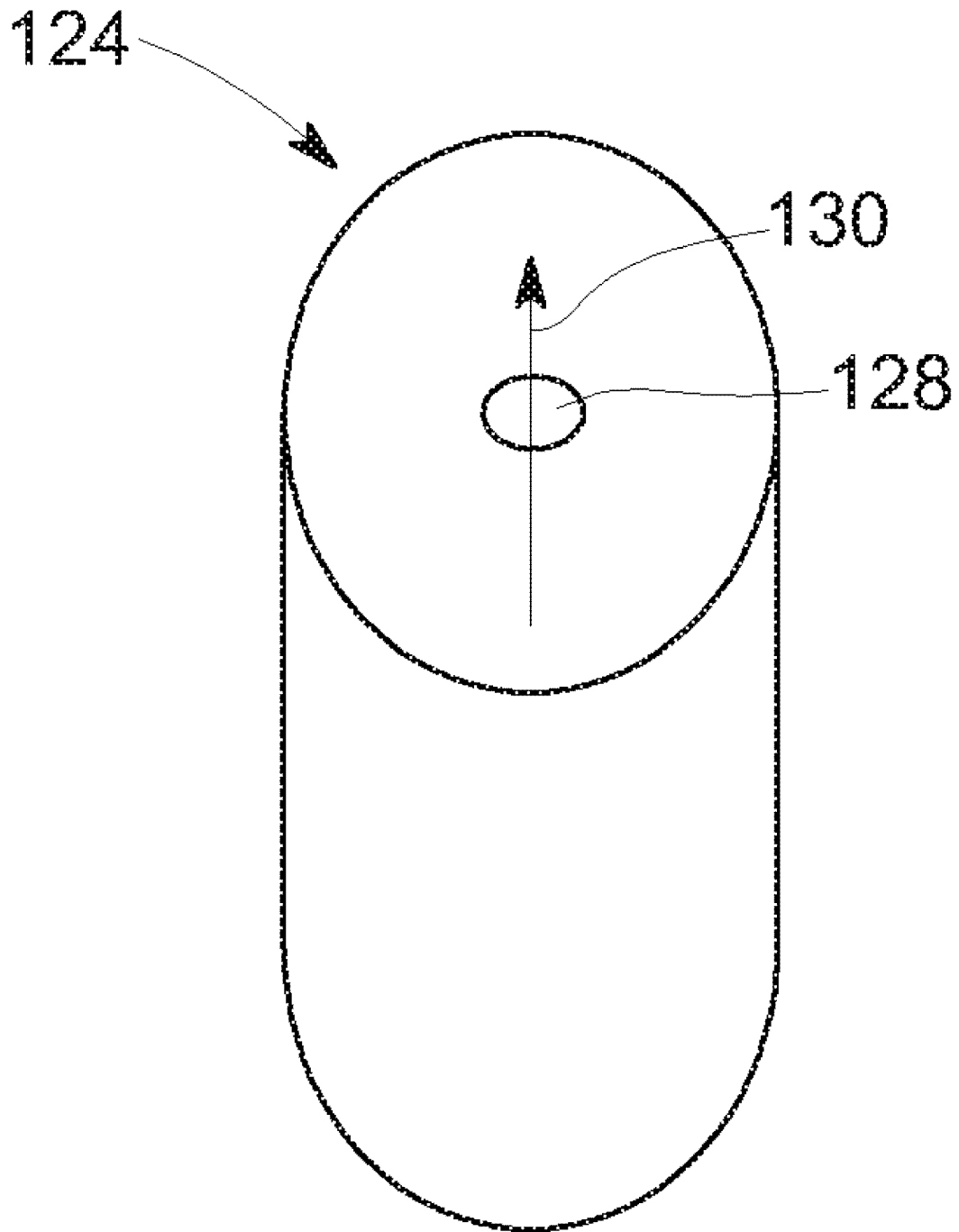


图 11C

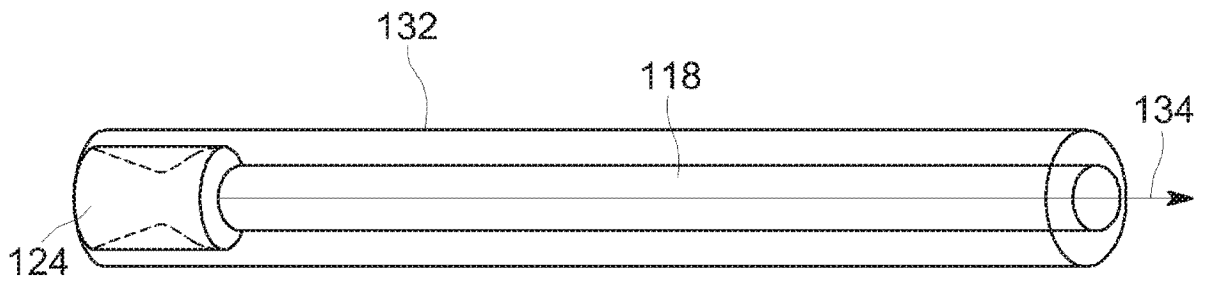


图 12

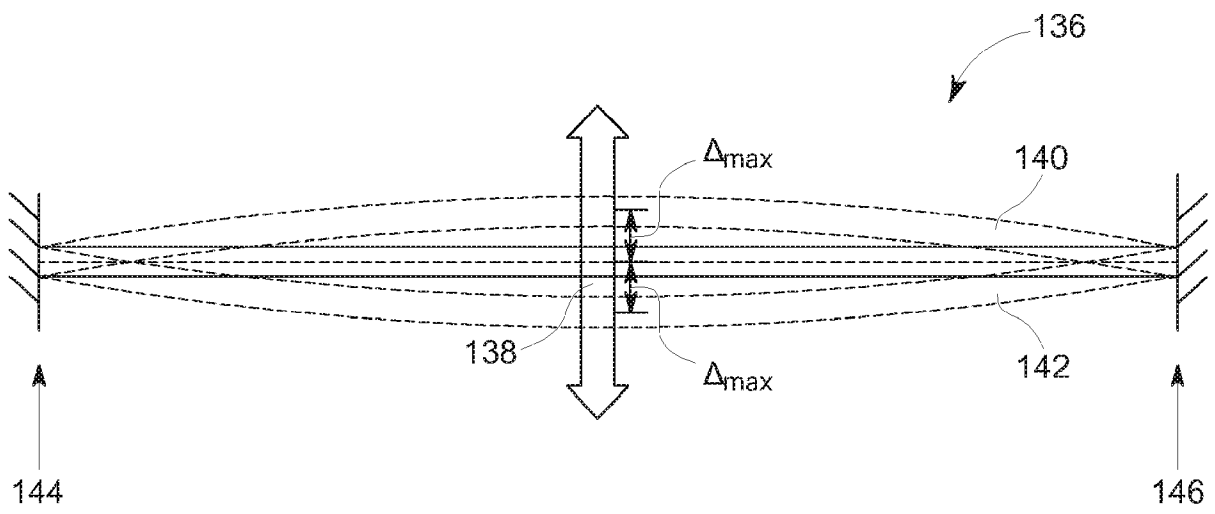


图 13

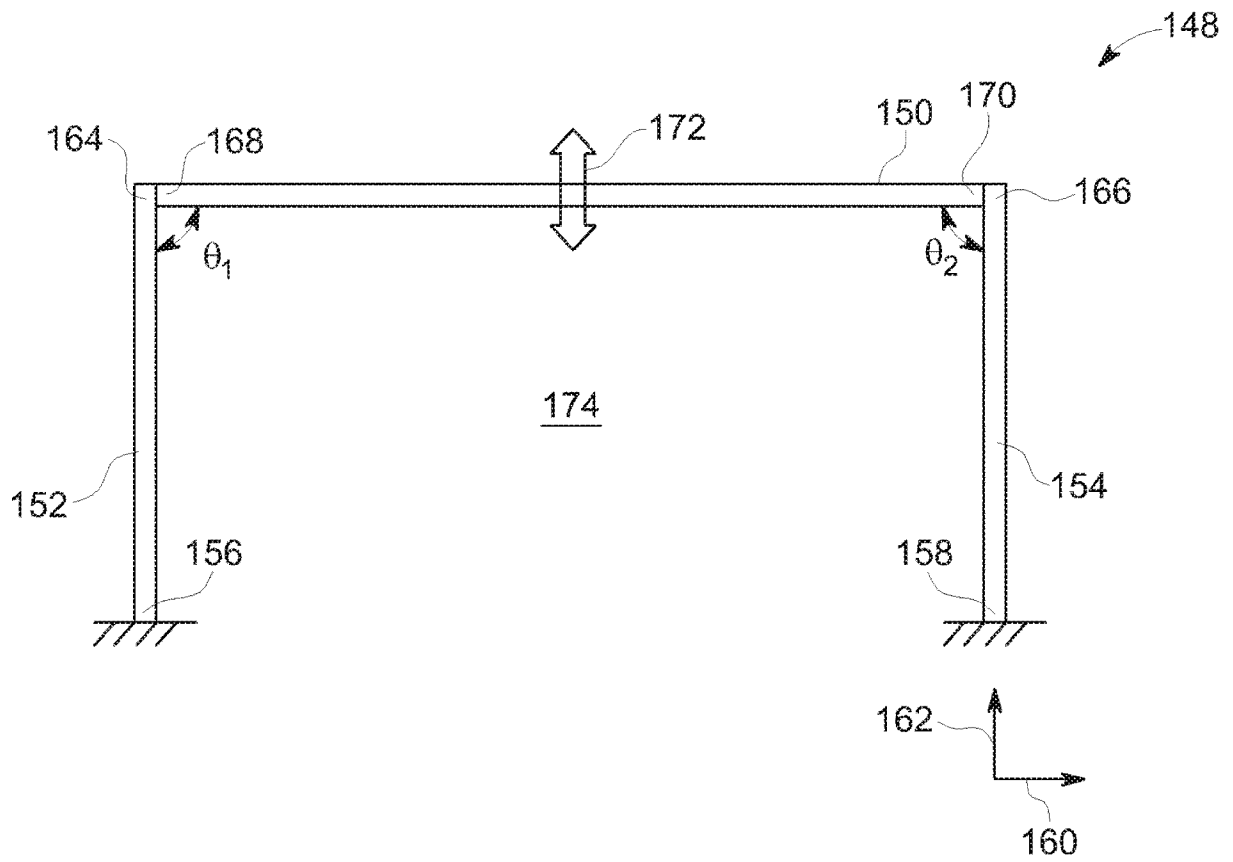


图 14

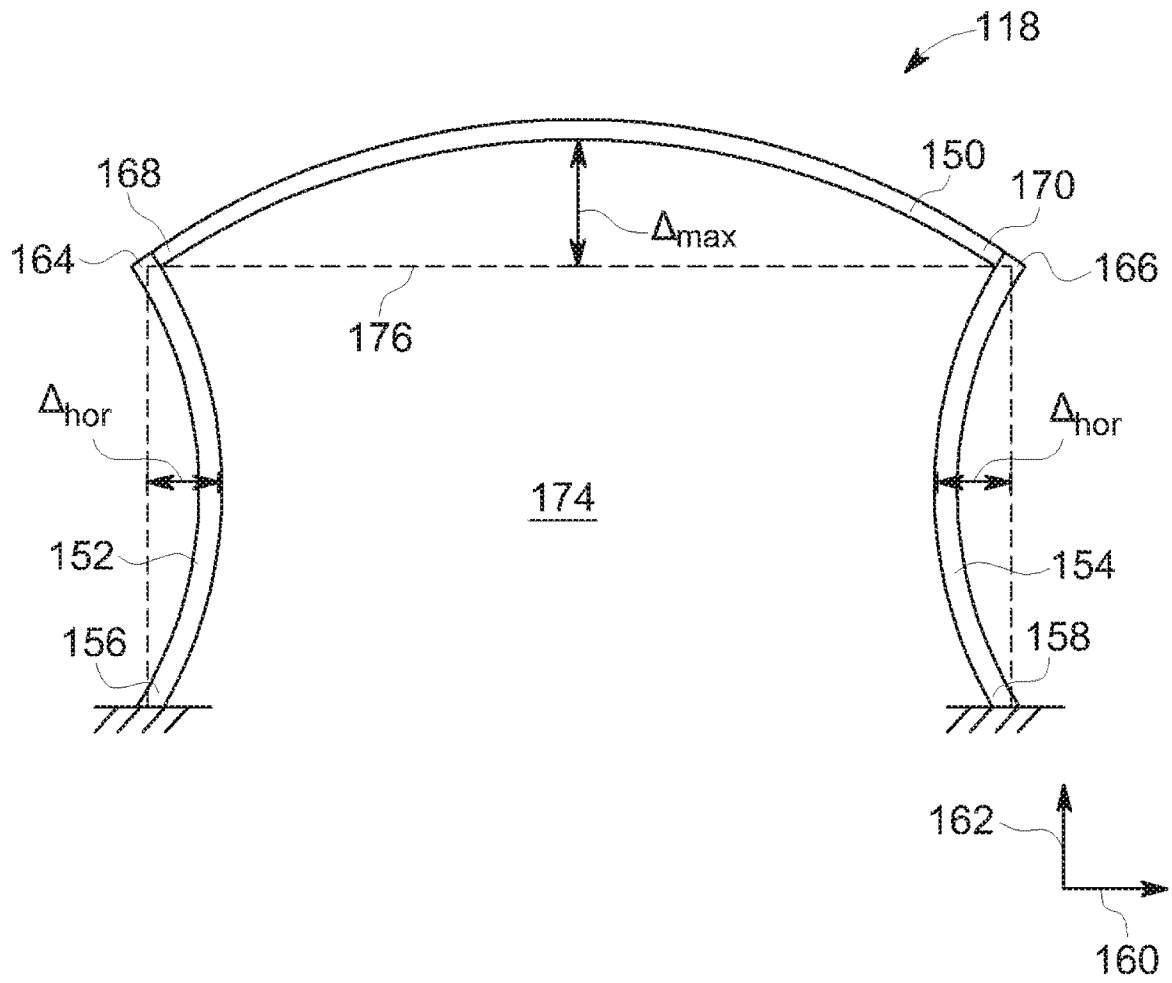


图 15

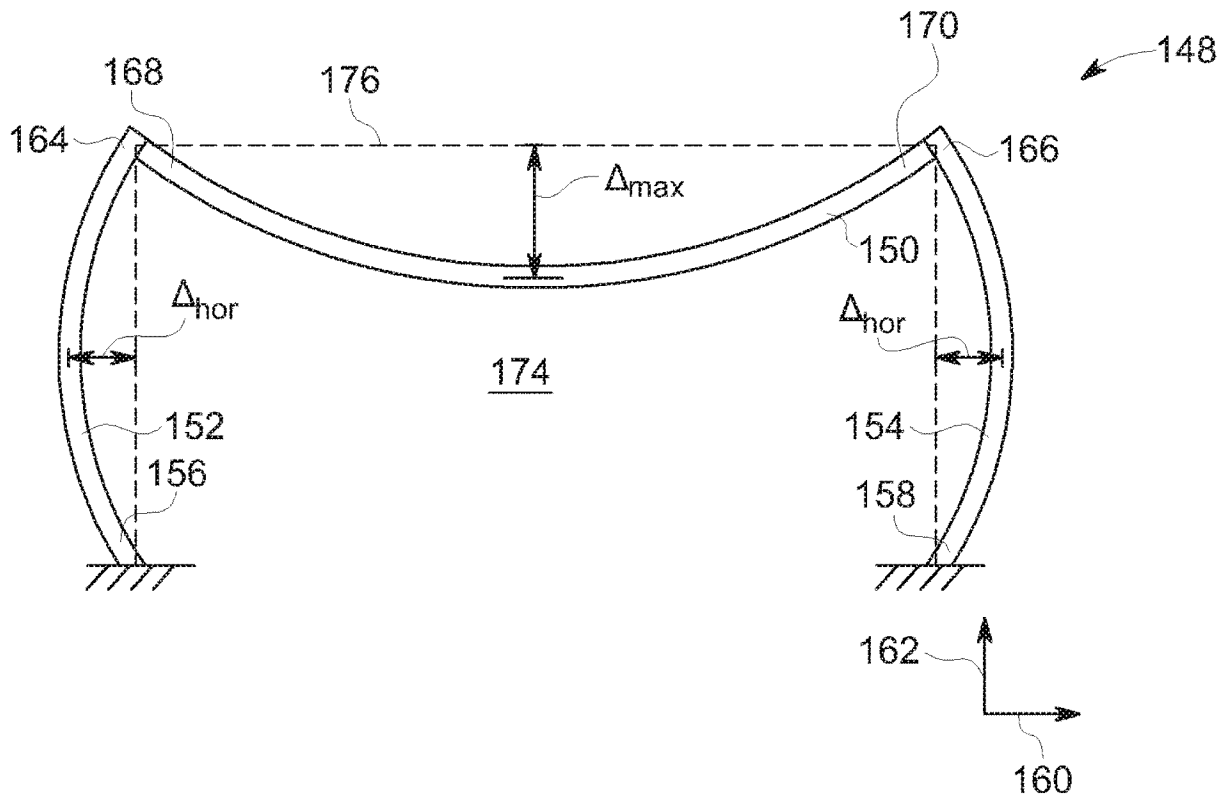


图 16

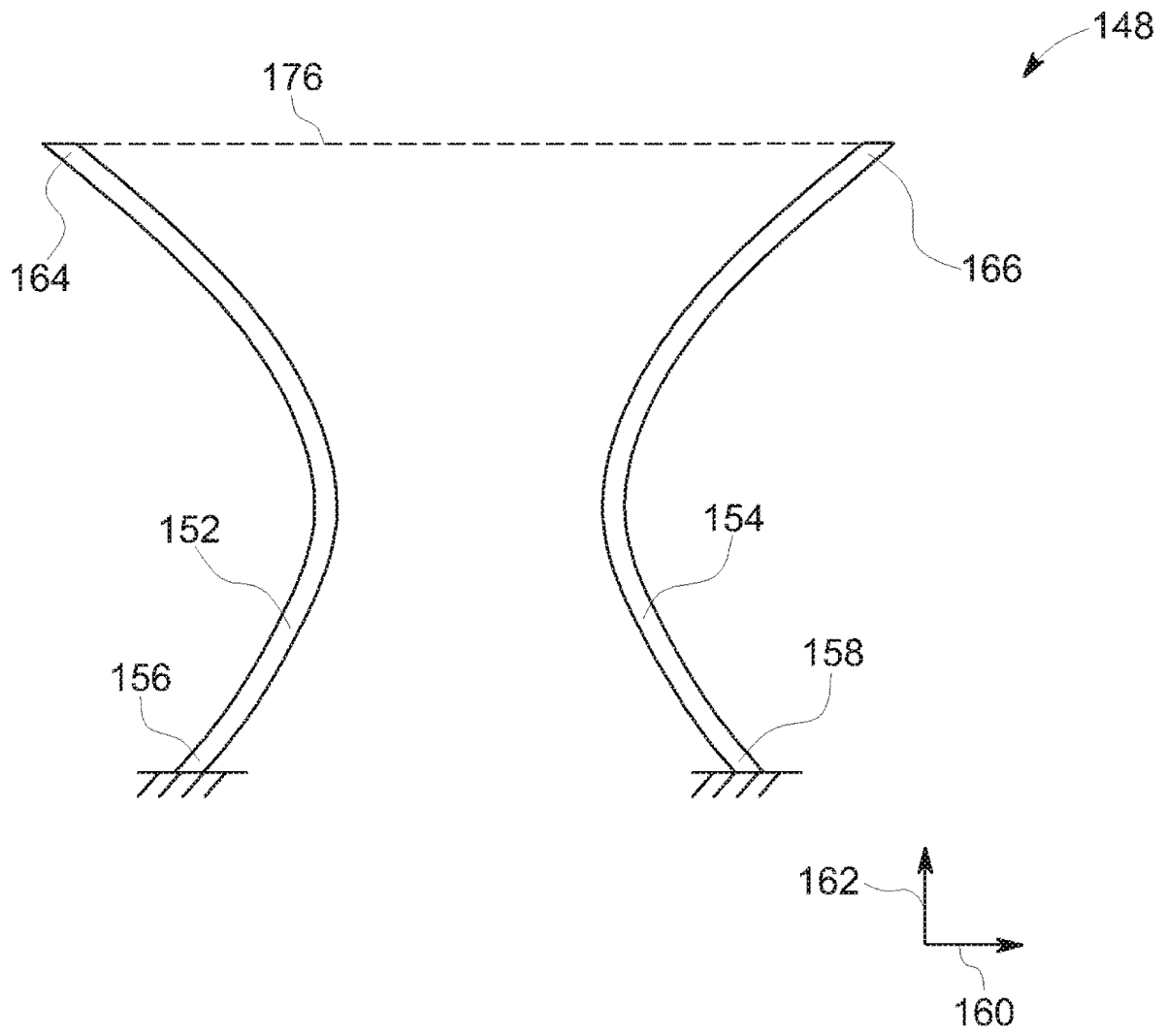


图 17

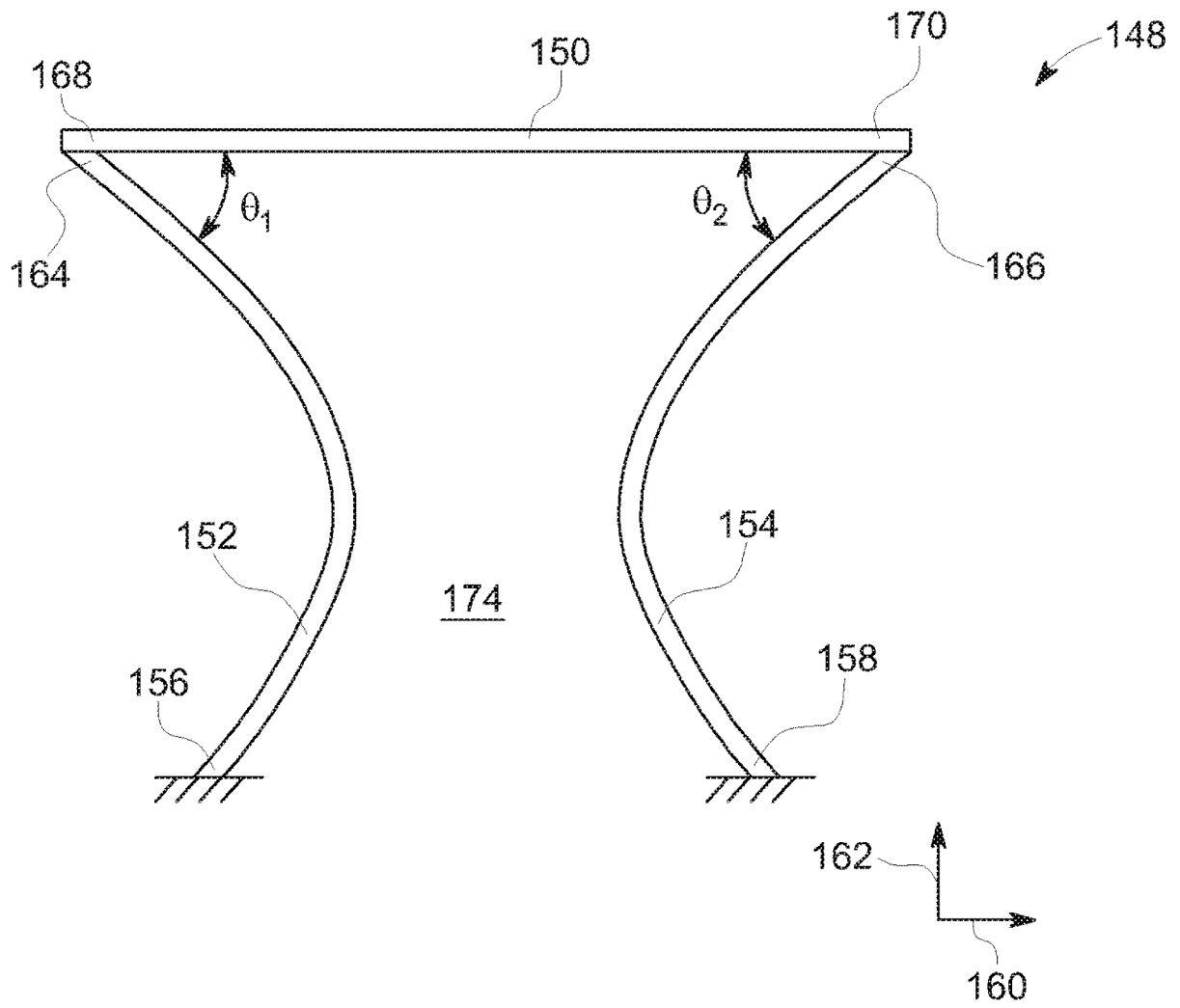


图 18

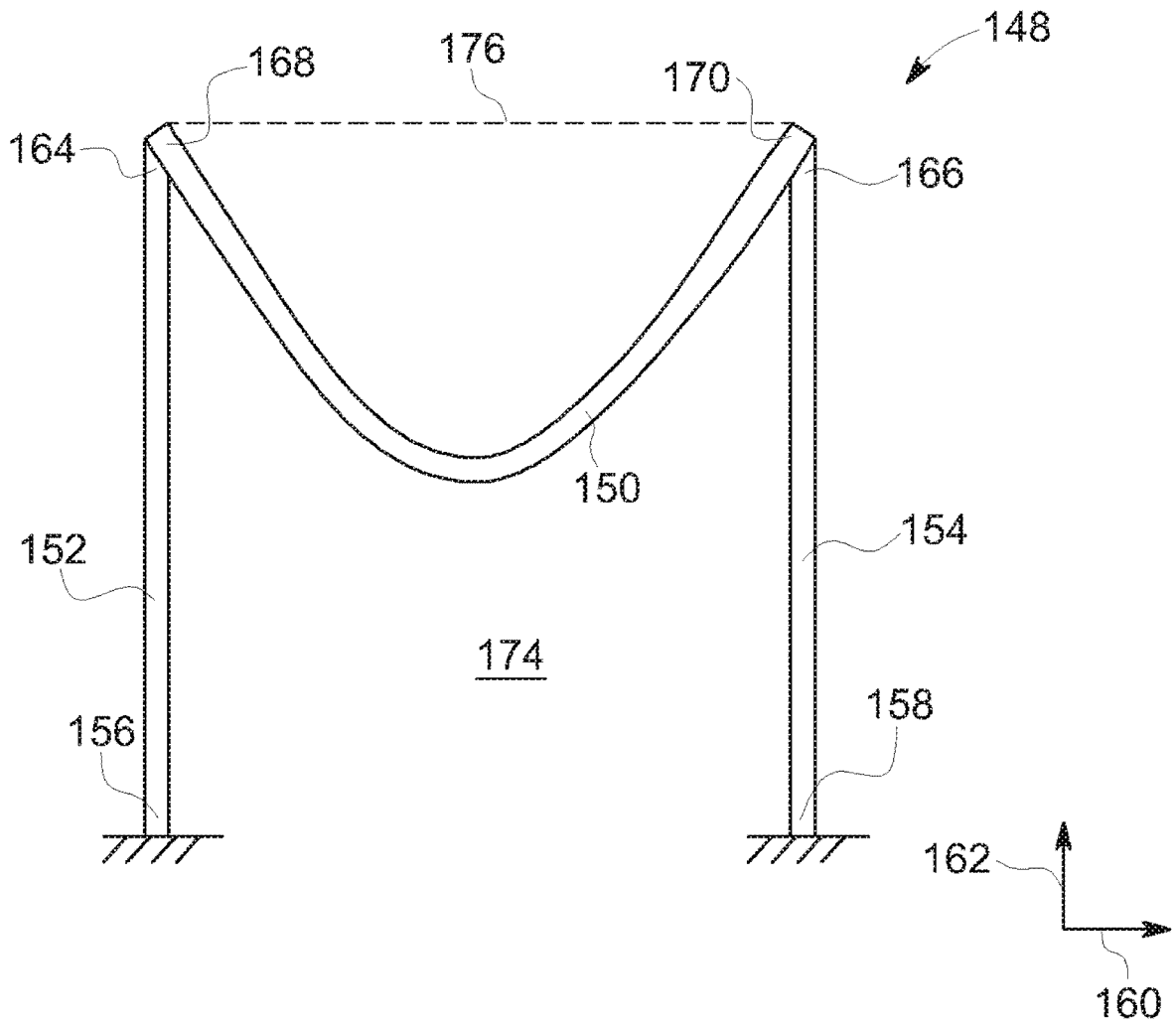


图 19

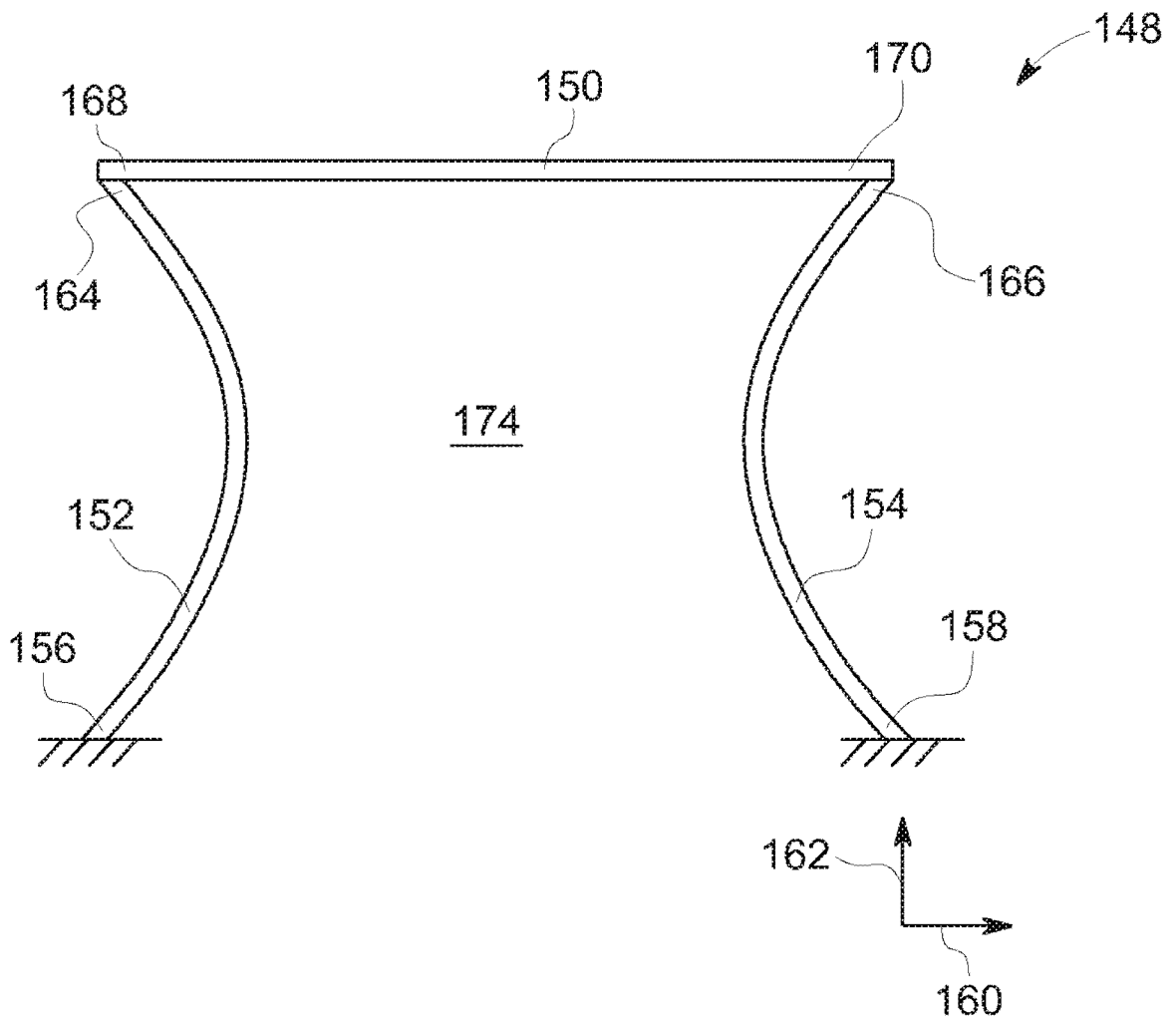


图 20

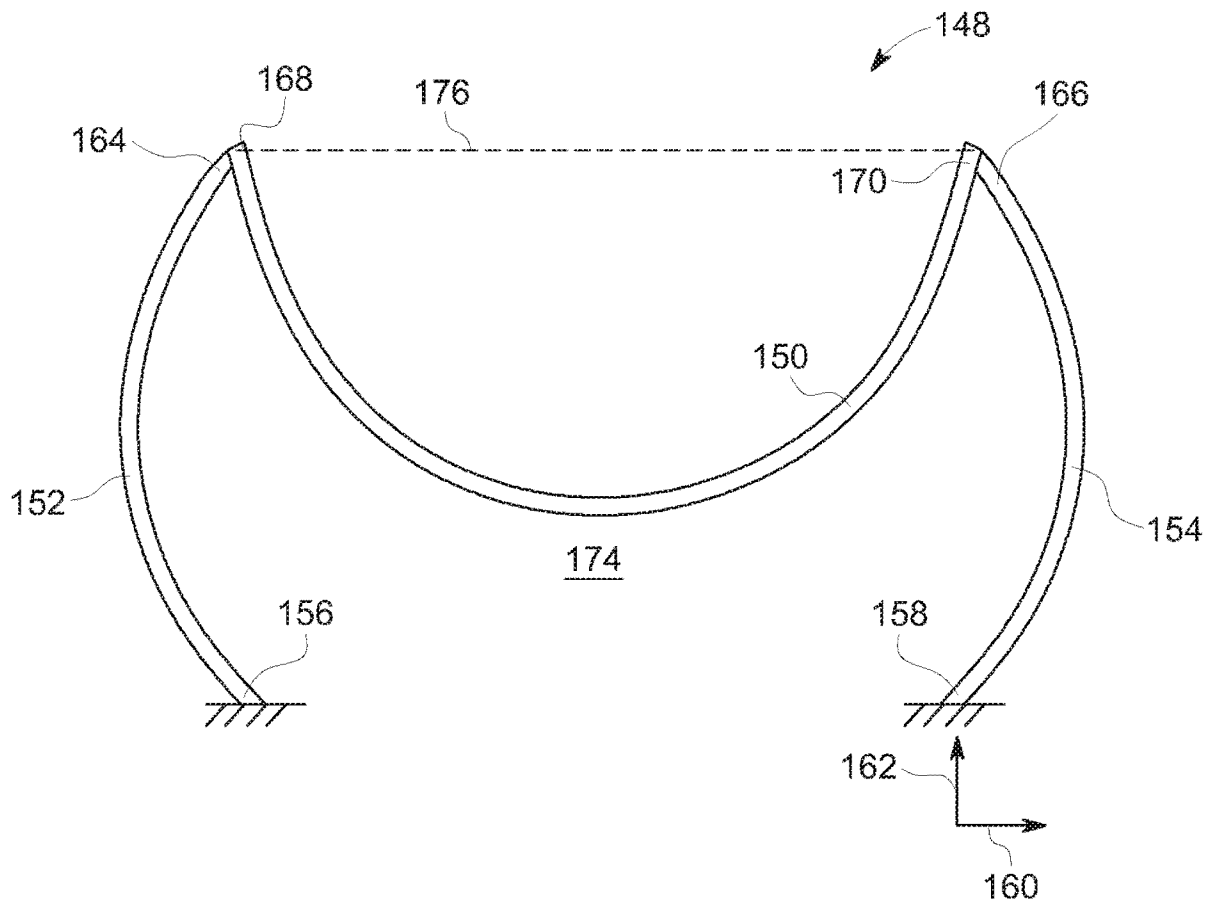


图 21

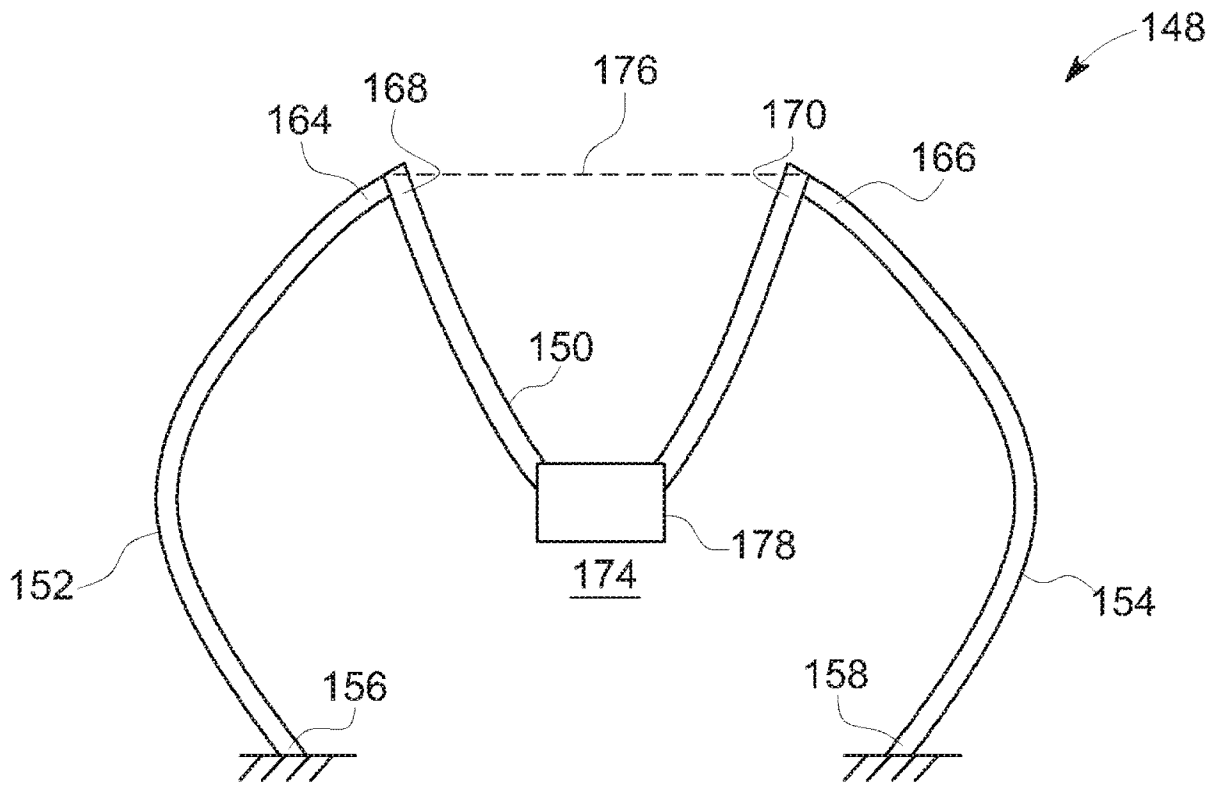


图 22

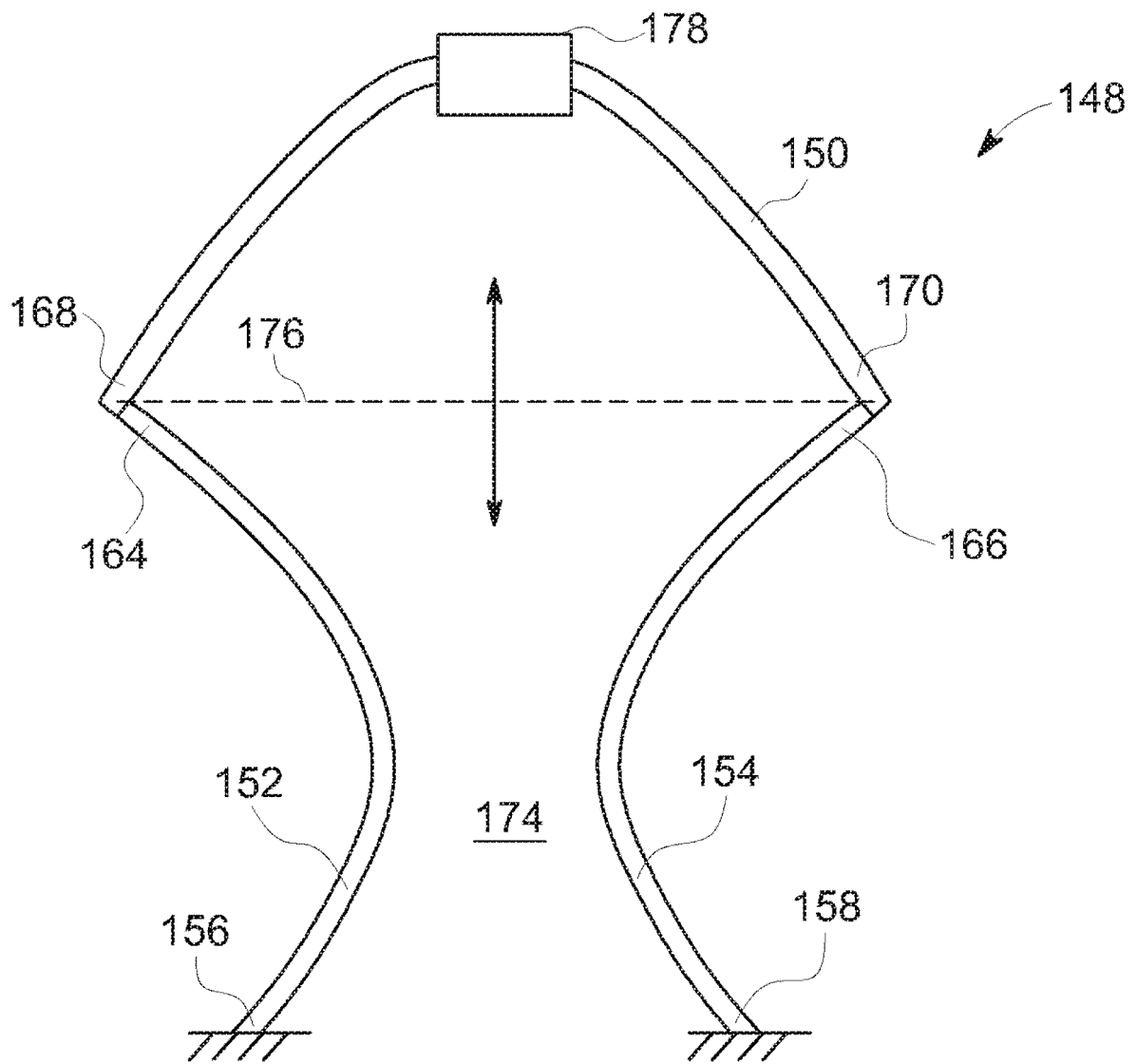


图 23

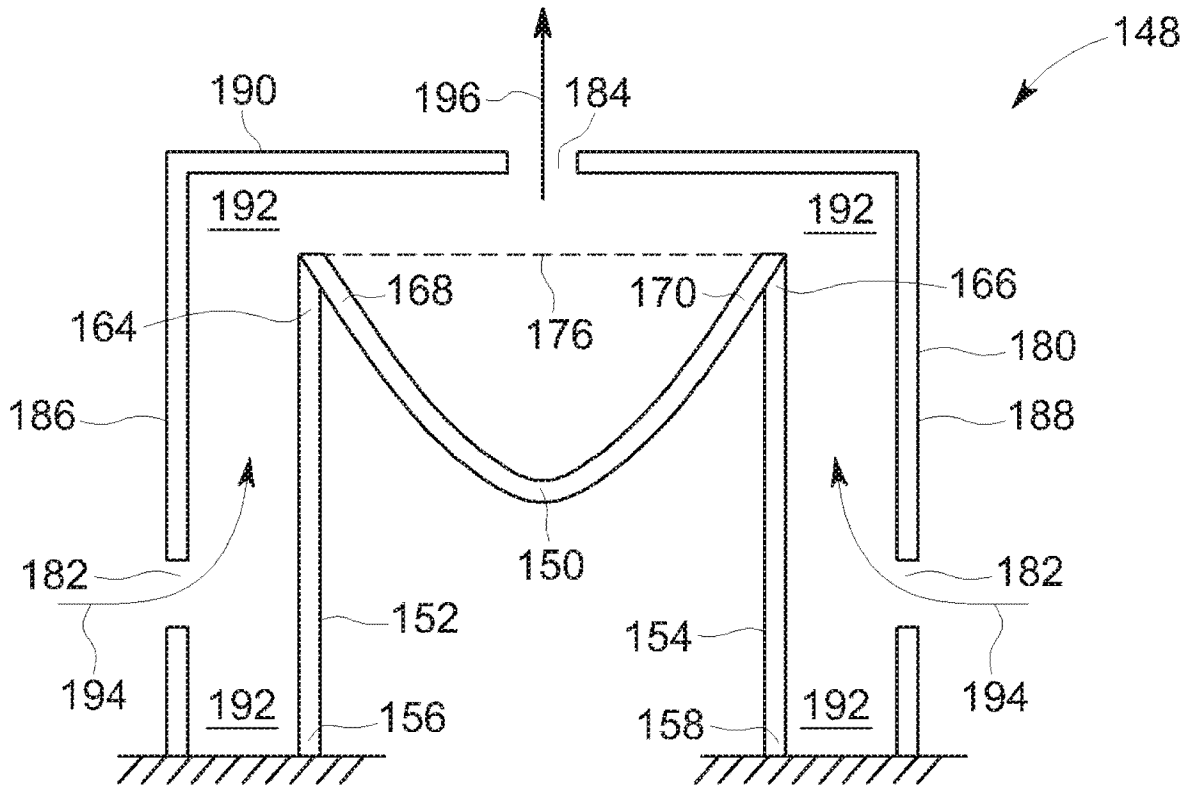


图 24

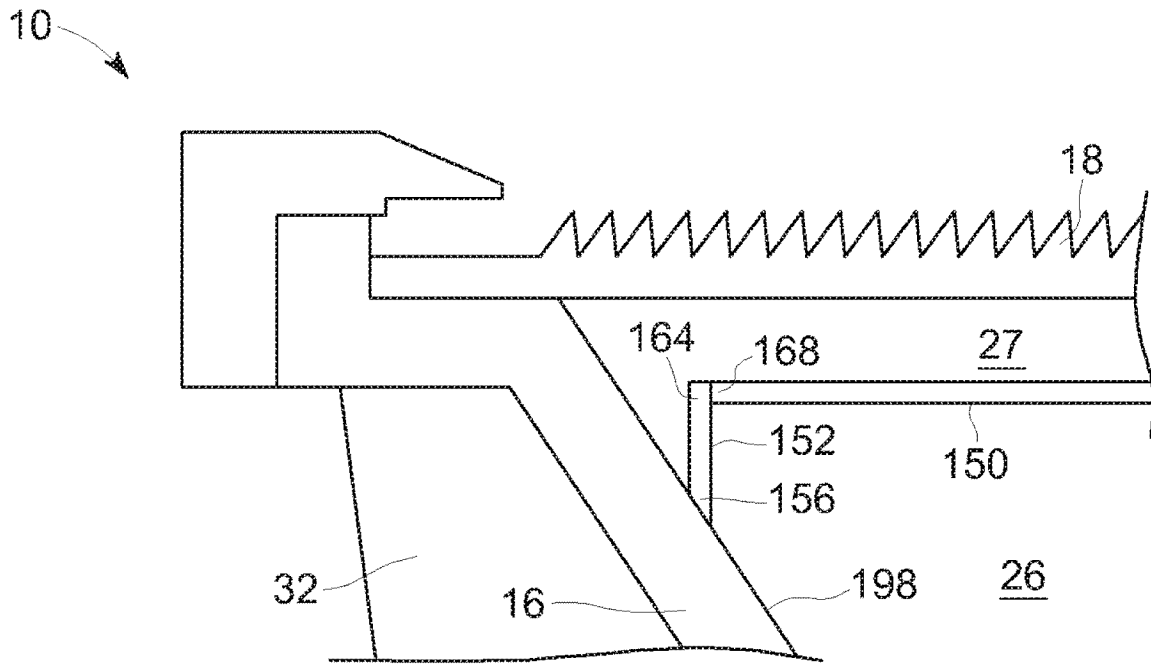


图 25