



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103459993 B

(45) 授权公告日 2015. 11. 25

(21) 申请号 201280017588. 0

(22) 申请日 2012. 02. 07

(30) 优先权数据

13/024, 496 2011. 02. 10 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013. 10. 09

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2012/024081 2012. 02. 07

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/109197 EN 2012. 08. 16

(73) 专利权人 西门子能源股份有限公司

地址 美国佛罗里达州

(72) 发明人 B. T. 汉弗莱斯 E. V. 迪亚特齐基斯

M. 特韦尔多克利布 J. F. 刘

E. D. 汤普森

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 曲莹

(51) Int. Cl.

G01H 9/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102032064 A, 2011. 04. 27, 说明书第 0039 段至第 0046 段, 附图 1-2.

US 2010313658 A1, 2010. 12. 16, 全文.

US 5146776 A, 1992. 09. 15, 说明书第 2 栏第 50 行至第 3 栏第 59 行、第 4 栏第 12 行至第 52 行, 权利要求 1、3、8、9, 附图 1-5.

US 6175108 B1, 2001. 01. 16, 全文.

审查员 胡小伟

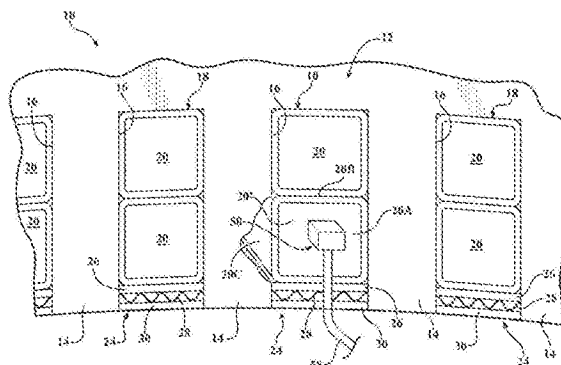
权利要求书2页 说明书7页 附图11页

(54) 发明名称

监控振动传感器的状况的方法

(57) 摘要

一种用于监控位于一系统中的振动传感器(50)状况的系统和方法。由一个或多个振动传感器接收系统中的振动。由振动传感器输出传感器数据。传感器数据包括表示系统中的振动的数据和表示相应振动传感器的固有频率的数据。监控从振动传感器输出的传感器数据, 在表示振动传感器的固有频率的数据改变时, 使振动传感器停止工作。



1. 一种用于监控位于一系统中的振动传感器 (50) 状况的方法, 包括:
由振动传感器 (50) 接收系统中的振动;
通过所述振动传感器 (50) 输出传感器数据, 所述传感器数据包括:
表示系统中的振动的数据; 以及
表示所述振动传感器 (50) 的固有频率的数据;
监控从所述振动传感器 (50) 输出的传感器数据; 以及
在表示所述振动传感器 (50) 的固有频率的数据变化时, 使所述振动传感器 (50) 停止工作,

其中振动传感器 (50) 是具有质量体-弹簧系统 (110) 的加速计传感器类型, 振动传感器 (50) 的质量体-弹簧系统 (110) 的固有频率设计成相对接近于待监控系统的驱动频率。

2. 如权利要求 1 所述的方法, 还包括在表示所述振动传感器的固有频率的数据变化时, 维护所述振动传感器。

3. 如权利要求 2 所述的方法, 其中, 维护所述振动传感器包括从系统移除所述振动传感器, 并用另一振动传感器代替所移除的振动传感器。

4. 如权利要求 1 所述的方法, 还包括将振动传感器安装到发电机中的定子线棒上, 使得由所述振动传感器接收系统中的振动包括接收发电机中的定子线棒的振动。

5. 如权利要求 1 所述的方法, 其中, 由所述振动传感器接收的大部分振动包括小于所述振动传感器的固有频率的频率。

6. 如权利要求 5 所述的方法, 由所述振动传感器接收的大部分振动包括小于 250Hz 的频率, 所述振动传感器的固有频率大于 400Hz。

7. 如权利要求 1 所述的方法, 其中, 由所述振动传感器接收的振动包括小于所述振动传感器的固有频率的谐波频率。

8. 如权利要求 1 所述的方法, 其中, 监控从所述振动传感器输出的传感器数据包括实时监控从所述振动传感器输出的传感器数据。

9. 如权利要求 1 所述的方法, 其中, 如果所述振动传感器的固有频率的峰值增加或减小至少 5Hz, 则使所述振动传感器停止工作。

10. 如权利要求 1 所述的方法, 其中, 如果所述振动传感器的固有频率的频率包络线扩展或收缩, 则使所述振动传感器停止工作。

11. 如权利要求 1 所述的方法, 还包括如果所监控的振动位于期望振动范围之外, 则改变至少一个系统操作参数。

12. 如权利要求 1 所述的方法, 其中, 所述振动传感器的固有频率独立于在系统内发生的振动。

13. 一种用于监控发电机 (201) 的系统 (200), 包括:
至少一个振动传感器 (50a-f), 接收发电机 (201) 中的振动, 每个振动传感器 (50a-f) 输出传感器数据, 所述传感器数据包括:
表示由相应振动传感器 (50a-f) 接收的振动的数据; 以及
表示相应振动传感器 (50a-f) 的固有频率的数据; 以及
处理器 (202), 监控从每个振动传感器 (50a-f) 输出的传感器数据, 其中, 所述处理器 (202) 适于使表示固有频率发生变化的数据的振动传感器 (50a-f) 中的任一停止工作,

其中每个振动传感器 (50a-f) 是具有质量体 - 弹簧系统 (110) 的加速计传感器类型, 每个振动传感器 (50a-f) 的质量体 - 弹簧系统 (110) 的固有频率设计成相对接近于待监控系统的驱动频率。

14. 如权利要求 13 所述的系统, 其中, 每个振动传感器安装到发电机中的定子线棒, 使得每个振动传感器接收相应定子线棒的振动。

15. 如权利要求 13 所述的系统, 其中, 由每个振动传感器接收的大部分振动包括小于相应振动传感器的固有频率的频率。

16. 如权利要求 15 所述的系统, 其中, 由每个振动传感器接收的大部分振动包括小于 250Hz 的频率, 每个振动传感器的固有频率大于 400Hz。

17. 如权利要求 13 所述的系统, 其中, 由每个振动传感器接收的振动包括小于每个振动传感器的固有频率的谐波频率。

18. 如权利要求 13 所述的系统, 其中, 如果发生以下情况之一, 使振动传感器停止工作:

振动传感器的固有频率的峰值增加或减小至少 5Hz ; 以及
振动传感器的固有频率的频率包络线扩展或收缩。

监控振动传感器的状况的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及监控振动传感器的状况,更具体地说,涉及通过实时监控振动传感器的固有频率来监控位于发电机中的振动传感器的状况。

背景技术

[0002] 用在发电领域中的发电机包括定子绕组,定子绕组具有大量导体或定子线棒,大量导体或定子线棒被压入基体的槽中,特别是叠层定子铁芯(core)或转子体中。这种发电机代表十分昂贵和长期的投资。其故障不仅危害本身动力设备,而且由于与维修相关的停机时间,还可导致工作时间十分严重地减少。

[0003] 为了避免这样的状况,诊断系统已发展用于早期识别缺陷。由于发电机内十分高的电压,用于发电机的诊断系统通常使用传感器技术,传感器技术避免了电导线,如果电导线配置在处于高电压的结构上,电导线会导致与地面产生电弧。例如,发电机内的感测信号通过例如玻璃纤维的光导体进行传送。

发明内容

[0004] 根据本发明的第一方面,提供了一种用于监控位于一系统中的振动传感器状况的方法。由振动传感器接收系统中的振动。由振动传感器输出传感器数据。传感器数据包括表示系统中的振动的数据和表示振动传感器的固有频率的数据。监控从振动传感器输出的传感器数据,并在表示振动传感器的固有频率的数据变化时,使振动传感器停止工作(flagged)。

[0005] 根据本发明的第二方面,提供了一种用于监控发电机的系统。该系统包括至少一个振动传感器和处理器。振动传感器接收发电机中的振动,并输出传感器数据,传感器数据包括表示由相应振动传感器接收的振动的数据和表示相应振动传感器的固有频率的数据。处理器监控从每个振动传感器输出的传感器数据,处理器适于使表示固有频率的数据发生变化的振动传感器中的任一停止工作。

附图说明

[0006] 尽管本说明书以特别指出和清楚要求本发明的权利要求结束,但是应理解,通过结合附图的下述说明,本发明会变得更易理解,附图中的相同标号代表相同元件,附图中:

[0007] 图1是示出设有根据本发明实施例的振动传感器的发电机的一部分定子铁芯的透视图;

[0008] 图2是图1所示振动传感器的内部部件的放大透视图;

[0009] 图3是图2所示振动传感器的选择部件的放大透视图;

[0010] 图4是图2所示振动传感器的分解透视图;

[0011] 图5-9是示出在发电机工作期间,根据本发明实施例的振动传感器的示例性输出的图表;

[0012] 图 10 是包括多个根据本发明实施例的振动传感器的传感器系统的示意图；以及
[0013] 图 11 和 12 是根据本发明实施例的振动传感器中使用的膜盘的替代构造的透视图。

具体实施方式

[0014] 在以下对优选实施例的详细说明中，参考了构成本发明一部分的附图，在附图中，以说明性而非局限性示出本发明，本发明在附图中实施为特定的优选实施例。应当理解的是，可利用其它实施例，在不脱离本发明的精神和范围的情况下，可以进行改变。

[0015] 参见图 1，示出了用于发电机的一部分定子 10，其包括定子铁芯 12，定子铁芯包括限定出径向延伸槽 16 的多个定子齿 14。定子铁芯 12 包括定子线圈 18，定子线圈包括位于每个槽 16 中的一个或多个定子线棒 20。在所示实施例中，一对定子线棒 20 以堆叠关系位于每个槽 16 中。定子线棒 20 可被覆盖在形成接地壁绝缘的绝缘层（未示出）中。

[0016] 线棒 20 可通过保持结构 24 保持到位，保持结构 24 包括一个或多个填料构件，比如位于内层的定子线棒 20 中沿径向向内放置在槽 16 中的顶部槽填料 26 和顶部波状弹簧 28。保持结构 24 还可包括楔形件 30，以预定密封性将定子线棒 20 压缩在槽 16 中，并基本上限制线棒 20 相对于定子铁芯 12 的移动，楔形件安装在槽 16 中，从顶部波状弹簧 28 径向向内安置。尽管该对定子线棒 20 的位置基本上由保持结构 24 维持，但是定子线棒 20 仍会响应于发电机内的振动进行一定程度的弯曲运动，从而在线棒 20 的材料中导致应力。

[0017] 另外参见图 2，根据本发明实施例的振动传感器 50 安装到从定子线棒 20' 中选择的定子线棒上，并在图 1 中显示为安装到所选定子线棒 20' 的端部 20A。应注意，定子铁芯 12 的其它定子线棒 20 可包括其它的振动传感器 50。还应注意，振动传感器 50 可以在与定子线棒 20' 端部 20A 不同的位置安装到所选定子线棒 20'，例如定子线棒 20' 的顶部 20B 或侧部 20C（见图 1）。

[0018] 根据本发明，所选定子线棒 20' 的振动和振动传感器 50 的状况（即，结构状况）可由振动传感器 50 提供的信号监控。即，振动传感器 50 提供包括传感器数据的信号，其中，传感器数据被监控，以确定所选定子线棒 20' 的振动，还确定根据本发明实施例的振动传感器 50 的状况，如本文将要描述的。由振动传感器 50 提供的信号包括具有大致周期变化值的动态测量信号，并指示出定子线棒 20 中的应力水平。特别地，测量信号可包括位移信号，该位移信号可被求一次微分，以提供关于速度的数据，并且可被求二次微分，以提供关于所选定子线棒 20' 端部 20A 的加速度的数据。

[0019] 参见图 2-4，振动传感器 50 包括壳体 52（图 2 和 4），壳体 52 容纳振动传感器 50 的内部部件，内部部件将在本文中描述。应注意，图 3 仅示出振动传感器 50 的所选部件，以更清楚地示出这些所选部件以及以便有效地描述它们的功能。

[0020] 振动传感器 50 包括光纤传感器，光纤传感器包括由形成在光纤导体 (FOC) 58 上的折射光栅的系数限定的光纤布拉格光栅 (FBG) 54，见图 3 和 4。FBG54 的折射光栅以预定间隔形成，以反射穿过 FOC58 的预定波长的光，该预定波长包括光栅特定 (grating-specific) 的中心布拉格波长 λ_0 。FOC58 包括可弹性变形材料，比如常规布拉格光栅传感器中使用的光纤，其可响应于施加在 FBG54 任一侧上的力扩展和收缩。如下面更详细所述，FOC58 可连接到可偏转质量体，可偏转质量体可相对于也连接到 FOC58 的框架移位。对应于所选定子

线棒 20' 的振动,质量体相对于框架的移位可导致 FOC58 产生周期性的弹性扩展和收缩,使得从 FBG54 反射的光的测量波长 λ 可关于中心布拉格波长 λ_0 进行周期变化。可以以常规方式监控和处理从 FBG54 反射的光的测量波长 λ 的周期变化,以确定发电机在所选定子线棒 20' 区域中的状况。

[0021] 例如宽带光源的光辐射源 56 经由联接器 60 联接到 FOC58,以给振动传感器 50 提供光辐射,见图 2-4。光辐射源 56 提供预定范围的光波长(或频率),以与振动传感器 50 的中心布拉格波长 λ_0 的反射响应一致。来自振动传感器 50 的反射光传回通过 FOC58,并由处理器 62 或频谱分析器通过联接器 60 接收,如本文中将要描述的。

[0022] 参见图 2,FOC58 经由形成在壳体 52 壁中的孔 64 进入壳体 52。如图 3 所示,FOC58 的第一部分 58A 延伸穿过孔口 66A,孔口 66A 成为穿过振动传感器 50 的锚定件 66。FOC58 的第一部分 58A 使用适合的固定程序在孔口 66A 内的第一位置 L_1 (见图 3)处紧固到锚定件 66,例如通过将 FOC58 的第一部分 58A 在孔口 66A 内胶粘或胶接到锚定件 66。锚定件 66 延伸穿过形成在锚定板结构 68 中的孔 68A,并螺纹固定到芯支撑件 70,见图 4。锚定板结构 68 用于限定 FOC58 在锚定板结构 68 的腿 69 中的沟槽 69A 与锚定件 66 之间的曲率,并将 FOC58 的第一部分 58A 保持到位。锚定板结构 68 经由多个螺栓 72 紧固到芯支撑件 70,芯支撑件 70 经由多个螺栓 74 联接到壳体 52 的下部 52A,见图 2。芯支撑件 70 在壳体 52 下部 52A 内的第一位置 L_1 处结构上支撑锚定板结构 68、锚定件 66 和 FOC58 的第一部分 58A,使得这些部件相对于壳体 52 是固定的。

[0023] 如图 4 所示,锚定件 66 的螺纹端部 66B 螺纹接收在螺纹开口 70A 中,螺纹开口形成穿过芯支撑件 70。FOC58 在锚定件端部 66B 延伸出孔口 66A,并接收在延伸穿过指示构件 80 的孔口 80A 中(见图 3),指示构件 80 将在本文中进行描述。FOC58 的在锚定件 66 和指示构件 80 之间延伸的第二部分 58B 能够经受扩展和收缩,并包括 FOC58 的容纳上述 FBG54 的感测部分。

[0024] 如图 4 所示,指示构件 80 的螺纹第一端部 80B 与第一质量体 82 的螺纹孔 82A 螺纹接合,以支撑其上的第一质量体 82,指示构件 80 的螺纹第二端部 80C 与第二质量体 84 的螺纹孔 84A 螺纹接合,以支撑其上的第二质量体 84。根据本发明的一个实施例的第一和第二质量体 82、84 均重约 20-30 克,但是根据振动传感器 50 和采用振动传感器的发电机的特定构造,质量体 82、84 可具有其它重量。与质量体 82、84 有关的其它细节将在本文中讨论。

[0025] FOC58 的第三部分 58C(见图 3)使用适合的固定程序在孔口 80A 内的第二位置 L_2 处紧固到指示构件 80 的第二端部 80C,例如通过将 FOC58 的第三部分 58C 在孔口 80A 内胶粘或胶接到指示构件 80。如本文中将要讨论的,FOC58 的第三部分 58C 在第二位置 L_2 处可相对于壳体 52 移动。

[0026] 参见图 2-4,膜弹簧组件 90 与指示构件 80 相关联。如图 4 最清楚所示,膜弹簧组件 90 包括第一膜止动件 92、第一高度盘 94、膜盘 96、第二高度盘 98 和第二膜止动件 100。膜弹簧组件 90 的这些部件优选地由不锈钢形成,并经由多个螺栓 102 联接在一起。

[0027] 螺栓 102 接合隔件 104 的螺纹孔 104A,以将膜弹簧组件 90 联接到隔件 104(见图 2 和 4),隔件 104 经由多个螺栓 105 联接到芯支撑件 70。芯支撑件 70 和隔件 104 限定出质量体-弹簧支撑结构 107,用于将膜盘 96 的外周部有效地联接到壳体 52,以将膜盘 96 的外周部有效地联接到所选定子线棒 20'。即,膜盘 96 的外周部包括固定部,固定部经由芯支撑

件 70 结构上支撑在壳体 52 内,并相对于壳体 52 和所选定子线棒 20' 是固定的。隔件 104 设置成维持膜弹簧组件 90 与芯支撑件 70 之间的期望距离,尽管膜盘 96 对应于被传送至振动传感器 50 的振动在发电机运行期间在传感器 50 的中心轴线 C_A 方向(见图 2)上少量地弯曲,如本文中将要讨论的。

[0028] 如图 3 和 4 所示,第一和第二螺母 106、108 位于相应的第一和第二质量体 82、84 与膜盘 96 之间。质量体 82、84 和螺母 106、108 有效地将膜盘 96 捕获(trap)在其间,并作用成经由螺母 106、108 与中心部任一侧的接合而将膜盘 96 的可移动(相对于壳体 52)的中心部联接到指示构件 80。指示构件 80 经由 FOC58 的第三部分 58C 在第二位置 L_2 处联接在指示构件 80 的孔口 80A 内而有效地联接到 FOC58 的容纳 FBG54 的第二部分 58B。因此,膜盘 96 的中心部有效地联接到 FOC58 的容纳 FBG54 的第二部分 58B,使得所选定子线棒 20' 的振动运动以及振动传感器 50 和膜盘 96 外周部的相应运动导致 FOC58 的容纳 FBG54 的第二部分 58B 移位。即,膜盘 96 的中心部以及第一和第二质量体 82、84 相对彼此固定,但是可以相对于壳体 52 移动,并形成质量体-弹簧系统 110(见图 2)。质量体-弹簧系统 110 被支撑至质量体-弹簧支撑结构 107,其中,由从所选定子线棒 20' 传送至壳体 52 的振动引起的膜盘 96 中心部的弯曲运动导致 FOC58 的容纳 FBG54 的第二部分 58B 相应地扩展和收缩,如本文中将要讨论的。

[0029] 位于膜盘 96 相对两侧的第一和第二高度盘 94、98 包括在其中限定出各自中心孔 94A、98A(见图 4)的环状件。第一和第二高度盘 94、98 实现对膜盘 96 中心部的振动运动的阻尼,以限制膜盘 96 的最大位移弯曲,从而限制 FOC58 的第二部分 58B 的扩展/收缩量,以防止 FOC58 断裂。具体地,第一高度盘 94 通过约束膜盘 96 外周部在传感器 50 的径向向内方向(即,平行于传感器 50 的中心轴线 C_A 的方向)上的运动而限制膜盘 96 中心部的最大位移弯曲,以有效地限制 FOC58 的第二部分 58B 的收缩量。类似地,第二高度盘 98 通过约束膜盘 96 外周部在径向向外方向上的运动而限制膜盘 96 中心部的最大位移弯曲,以有效地限制 FOC58 的第二部分 58B 的扩展量。应注意,可以修改高度盘 94、98 中的孔 94A、98A 的尺寸,以控制由高度盘 94、98 提供的对膜盘 96 中心部的振动运动的阻尼量。

[0030] 第一和第二膜止动件 92、100 也限制膜盘 96 的最大位移弯曲,从而限制 FOC58 的第二部分 58B 的扩展/收缩量,以防止 FOC58 断裂。具体地,第一膜止动件 92 充当物理止动件,用于接触膜盘 96 中心部以约束膜盘 96 中心部在径向向内方向上的运动,以便有效地限制 FOC58 的第二部分 58B 的收缩量。类似地,第二膜止动件 100 充当物理止动件,用于接触膜盘 96 中心部以约束膜盘 96 中心部在径向向外方向上的运动,以便有效地限制 FOC58 的第二部分 58B 的扩展量。

[0031] 应注意,可以修改膜止动件 92、100 中的孔 92A、100A(见图 4)的尺寸和/或高度盘 94、98 的厚度,以控制由膜止动件 92、100 提供的对膜盘 96 中心部的振动运动的限制。还应注意,尽管膜盘 96 的外周部相对于壳体 52 是固定的,膜盘 96 的中心部可相对于壳体 52 移动,但是传感器 50 可构造使膜盘 96 的外周部可相对于壳体 52 移动,膜盘 96 的中心部相对于壳体 52 是固定的。即,第一和第二高度盘 94、98 可将膜盘 96 的中心部捕获在其间,同时允许外周部沿径向弯曲。在这样的构造中,膜盘 96 的外周部或至少一部分外周部在结构上可直接或间接地联接到 FOC58 的第二部分 58B。

[0032] 而且,尽管在所示实施例中,膜止动件 92、100 中的孔 92A、100A 的尺寸是固定的,

但是孔 92A、100A 的尺寸可以变化,使得其尺寸在发电机操作期间可以被手动或自动调节,以改变膜盘 96 的最大位移弯曲。这可以以与膜片机构在相机中的运行方式类似的方式实现,如本领域技术人员所明白的。

[0033] 在优选的实施例中,第一和第二膜止动件 92、100 是与高度盘 94、98 分离的部件。然而,应注意,高度盘 94、98 可与相应的膜止动件 92、100 一体形成,即,作为梯状部件 (stepped componet)。

[0034] 在发电机运行期间,所选定子线棒 20' 的振动或振动运动经由传感器壳体 52 附接至定子线棒 20' 的端部 20A 而导致传感器壳体 52 相应地振动运动。传感器壳体 52 的振动运动经由芯支撑件 70 联接至传感器壳体 52 的下部 52A 而被传输到质量体-弹簧支撑结构 107。由于膜盘 96 的外周部固定到质量体-弹簧支撑结构 107,所以壳体 52 的振动运动被传送到膜盘 96 的外周部。在膜盘 96 的中心部,质量体 82、84 的惯量有效地抵抗膜盘 96 中心部的运动,并导致膜盘 96 响应于被传送到膜盘 96 的固定外周部的振动运动而弯曲。因此,膜盘 96 可以以与所选定子线棒 20' 的驱动频率对应的频率振动。

[0035] 由于 FOC58 的第三部分 58C 经由指示构件 80 (即,在第二位置 L_2) 联接到膜盘 96 的中心部,FOC58 的第一部分 58A 经由锚定件 66 (即,在第一位置 L_1) 联接到支撑结构 70,所以膜盘 96 中心部的位移 (即,由通过质量-弹簧体支撑结构 107 传送到膜盘 96 的振动引起) 导致 FOC58 的第二部分 58B 以与所选定子线棒 20' 的振动频率对应的频率相应地扩展和收缩。应注意,FOC58 优选地附接至处于预张紧状况的锚定件 66 和指示构件 80。因此,被传送到膜盘 96 的振动运动导致 FOC58 进一步扩展或收缩。还应注意,FOC58 的该扩展和收缩是十分小的,即处于微米量级。在宏观尺度上,膜盘 96 的运动和 FOC58 的相应运动几乎感觉不到,但是产生的 FBG54 的扩展和收缩会导致由 FBG54 反射的波长 λ 的可检测变化。反射的波长 λ 的变化是 FOC58 的扩展和收缩量的直接测量结果,FOC58 的扩展和收缩量与由壳体 52 的振动运动引起的膜盘 96 的位移直接相关。如此,膜盘 96 的弯曲运动可以被测量,并可用于确定与所选定子线棒 20' 的端部 20A 的振动相关联的位移。

[0036] 以由 FBG54 产生的反射波长 λ 形式的数据可经由联接器 60 传回通过 FOC58,到达处理器 62。处理器 62 可基于随时间的变化来处理数据 (即波长 λ 的变化),以确定与数据相关联的加速度。而且,处理器 62 可基于波长随时间的变化而确定振动频率。特别地,除了由处理器 62 接收的与所选定子线棒 20' 上的传感器 50 的位移和 / 或加速度对应的数据,处理器 62 可处理数据以识别所关注的频率,包括所关注频率处的位移和 / 或加速度量。一种所关注频率对应于由膜盘 96 和质量体 82、84 形成的质量体-弹簧系统 110 的固有频率。

[0037] 在常规加速计传感器设计中,期望将质量体-弹簧系统设计成质量体-弹簧系统的固有频率与由传感器监控的系统中的振动频率明显不同。特别地,在常规传感器设计中,通常将传感器的固有频率设计成比待测系统的频率高。提供传感器的固有频率与待监控系统的频率 (数据在该频率下收集) 之间的明显差别使得与从传感器输入的固有频率相关联的失真不可能作为所收集数据中的噪声而干扰。

[0038] 根据本发明的一方面,传感器 50 的质量体-弹簧系统 110 的固有频率设计成相对接近于待监控系统的驱动频率。特别地,系统设计成具有较高灵敏度,这导致传感器 50 的质量体-弹簧系统 110 的固有频率降低。例如,对于其中大部分监控频率可包括通常小于

约 250Hz 的谐波频率的发电机而言,传感器 50 的设计可包括大于约 400Hz 的固有频率,例如约 410Hz。然而,应注意,振动传感器 50 的设计可以变更成其固有频率被调节为用于具有其它待监控频率的其它类型的系统。例如,第一和第二质量体 82、84 的重量和 / 或高度盘 94、98 的中心孔 94A、98A 的尺寸可以变更成有效地改变振动传感器 50 的固有频率。而且,可通过改变膜盘 96 的厚度、直径和 / 或硬度进一步调整传感器 50 的灵敏度。

[0039] 从振动传感器 50 输出的传感器数据借助 FOC58 输送通过联接器 60,到达处理器 62,所述传感器数据包括表示系统中的振动的数据(即,对应于在所选定定子线棒 20'处产生的振动位移)和表示振动传感器 50 的固有频率的数据。该数据被处理器 62 实时监控。对应于膜盘 96 的位移改变的传感器数据用于获取振幅(位移)测量结果以获取传感器 50 的振动,以及获取传感器 50 的固有频率。

[0040] 图 5 是示出在对传感器数据进行快速傅里叶变换(FFT)之后,振动传感器 50 在正常操作状况下的频率的典型输出频谱图。所选定子线棒 20'的振动(如在膜盘 96 处测得)在图中由标号 F_v 表示。 F_{v1} 和 F_{v2} 是振动 F_v 的谐波。振动传感器 50 的固有频率在图中由标号 F_n 表示。应注意,振动传感器 50 的固有频率独立于在发电机内发生的振动。即,传感器 50 的固有频率 F_n 的偏离通常不会影响到导致所选定子线棒 20'的测量振动 F_v 的明显偏离,反之亦然。如上所述,由振动传感器 50 感测的大部分振动包括小于振动传感器的固有频率的谐波频率,即,在上述具体示例中,由振动传感器 50 感测的大部分振动包括小于 250Hz 的谐波频率,而示例性振动传感器的固有频率可以为约 410Hz。

[0041] 处理器 62 监控传感器数据以寻找可损害发电机部件的振动。如果被监控的振动 F_v 被确定为位于期望振幅或频率范围之外,则可改变至少一个系统操作参数以变更发生在发电机中的振动。例如,可以减少发电机的负载,或者可以变更用于冷却发电机的气体或水的温度。

[0042] 处理器 62 还寻找表示振动传感器 50 的固有频率 F_n 的数据的改变,因为这样的改变可指示出振动传感器 50 中的结构损坏,例如裂纹。即,根据本实施例,振动传感器 50 的固有频率包络线的峰值为约 410Hz。如果该值偏离 410Hz 一预定量,例如至少约 5Hz,则振动传感器 50 可具有结构损坏,并可能需要维修或更换。因此,如果振动传感器 50 的固有频率的峰值偏离 410Hz 至少约 5Hz,即减少(如图 6 所示)或增加(如图 7 所示),则可以使振动传感器 50 停止工作以用于维修 / 更换。其它因素也可用于触发振动传感器 50 的停止工作,例如如果振动传感器 50 的固有频率的频率包络线分别扩展或收缩,如图 8 和 9 所示。应注意,图 6-9 中的虚线表示振动传感器 50 在图 5 所示正常操作状况下的频率包络线,并在图 6-9 中呈现为示出振动传感器 50 在这些图中的频率偏离。

[0043] 如果振动传感器 50 停止工作,则其可从所选定子线棒 20'移除,并得以维护,例如维修或更换。新的振动传感器(或维修的振动传感器 50)可然后放置于所选定子线棒 20'上。

[0044] 由于振动传感器 50 的状况连同所选定子线棒 20'的振动一起被监控,所以可以在早期阶段检测对振动传感器 50 的任何损害,并可在不用物理检测振动传感器 50 的情况下执行。而且,由于表示振动传感器 50 的固有频率 F_n 的数据连同表示所选定子线棒 20'的振动 F_v 的数据一起被固有地传送通过 FOC58,所以不需要专用器材来监控振动传感器 50 的状况。

[0045] 参见图 10, 示出用于监控发电机 201 的运行状况的系统 200。系统 200 包括至少一个振动传感器, 比如如上所述的振动传感器 50, 并优选地包括多个振动传感器 50a-f, 每个振动传感器 50a-f 联接到相应的定子线棒, 如上所述。

[0046] 系统 200 中的每个振动传感器 50a-f 与处理器 202 (例如, 工厂数据采集系统) 连通, 并将传感器数据发送给处理器 202, 传感器数据包括表示由相应振动传感器 50a-f 接收的振动的数据和表示相应振动传感器 50a-f 的固有频率的数据, 如上所述。而且, 系统 200 中的每个振动传感器 50a-f 具有独特的 FBG54a-f, 独特的 FBG54a-f 具有对应于特定传感器 50a-f 的独特的中心布拉格波长 λ_0 。例如宽带光源的光辐射源 56 联接到延伸至振动传感器 50a-f 的多个 FOC58a-f, 以给振动传感器 50a-f 提供光辐射。宽带光源提供处于与由传感器 50a-f 的 FBG54a-f 表示的反射波长对应的范围内的光。处理器 202 可借助从传感器 50a-f 的每个 FBG54a-f 反射的独特波长范围识别从传感器 50a-f 接收的数据源。

[0047] 处理器 202 获得与每个振动传感器 50a-f 对应的传感器数据。如果被监控的传感器数据指示出振动发生在预定范围之外, 则可以改变发电机 201 的一个或多个操作状况, 以变更在其中发生的振动。而且, 如果被监控的传感器数据指示出任一振动传感器 50a-f 的固有频率偏离其正常频率, 如, 减小或增加, 或者如果频率包络线扩展或收缩, 则可以使振动传感器 50 停止工作以用于维修 / 更换, 如上所述。

[0048] 参见图 11 和 12, 示出了用于根据本发明其它实施例的振动传感器的膜盘 300、400。图 11 中示出的膜盘 300 包括大致圆形形状, 具有从其外边缘去除或以其它方式损失的凹圆或成形部 302、304、306、308, 即, 部分 302、304、306、308 从膜盘外边缘径向向内延伸, 图 12 中示出的膜盘 400 包括大致圆形形状, 具有从其外边缘去除或以其它方式损失的较大凹形双曲线状部 402、404、406、408, 即, 部分 402、404、406、408 从膜盘外边缘径向向内延伸。通过去除所述部分 302-308 和 402-408, 膜盘 300、400 变得更易弯曲, 这转变为膜盘 300、400 的固有频率降低。此外, 由于膜盘 300、400 更易偏转, 所以定子线棒 (相应振动传感器固定到其上) 的振动中的较小振幅改变会导致膜盘 300、400 更易弯曲, 给传感器提供较高灵敏度。此外, 在图 2 的实施例中, 认为限定出从膜盘 400 去除的材料部分 402-408 的双曲线形状能够调节膜盘 400, 以符合期望设计标准。而且, 被去除部分 402-408 的双曲线形状在膜盘 400 上提供十分低的结构应力, 从而减少了盘 400 中形成裂纹的可能性。

[0049] 尽管根据使用振动传感器 50 来描述了对本文所述传感器数据的监控, 但是本发明的系统和方法可以以任何传感器来实施, 所述传感器提供输出, 所述输出包括表示传感器的固有频率的数据。而且, 尽管在本文中描述为对发电机内的状况进行监控, 但是可使用本文所述系统和方法对其它类型的系统进行监控, 即, 本文所述系统和方法不意在限制为监控发电机内的状况。

[0050] 虽然说明和描述了本发明的特定实施例, 但是本领域技术人员应明白, 在不脱离本发明的精神和范围的情况下, 可以进行各种其它改变和修改。因此, 在所附权利要求中意在涵盖处于本发明范围内的所有这样的改变和修改。

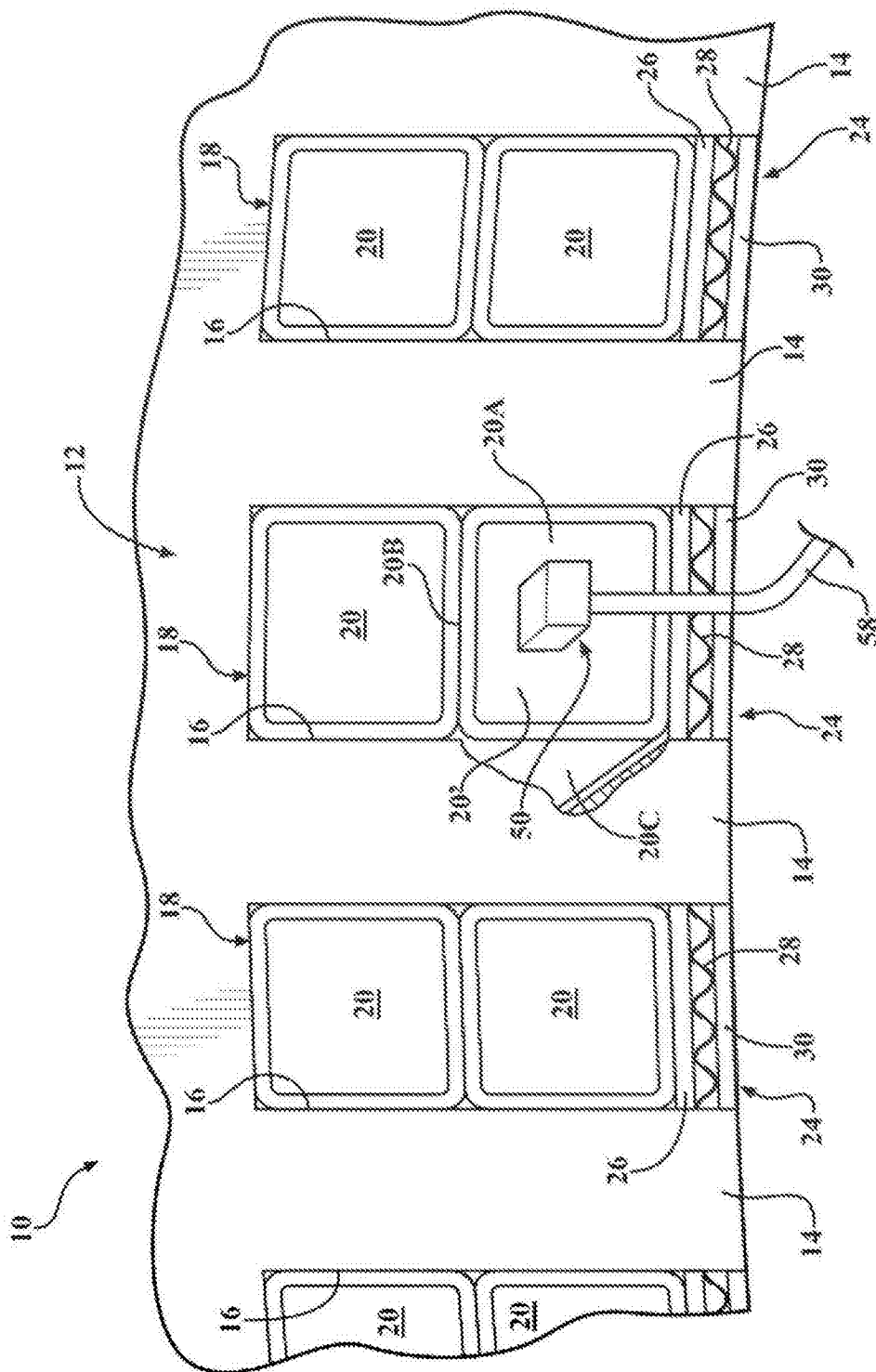


图 1

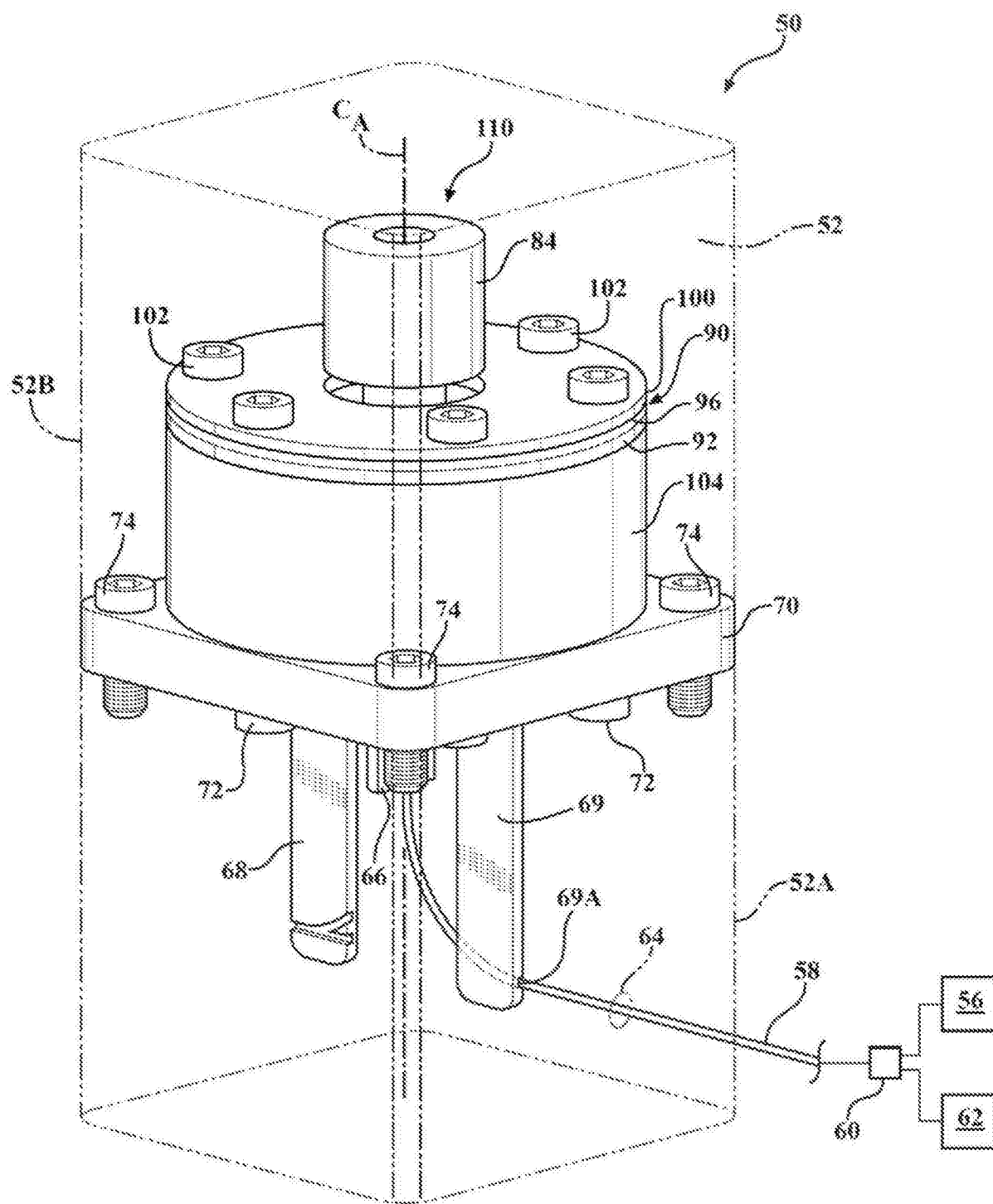


图 2

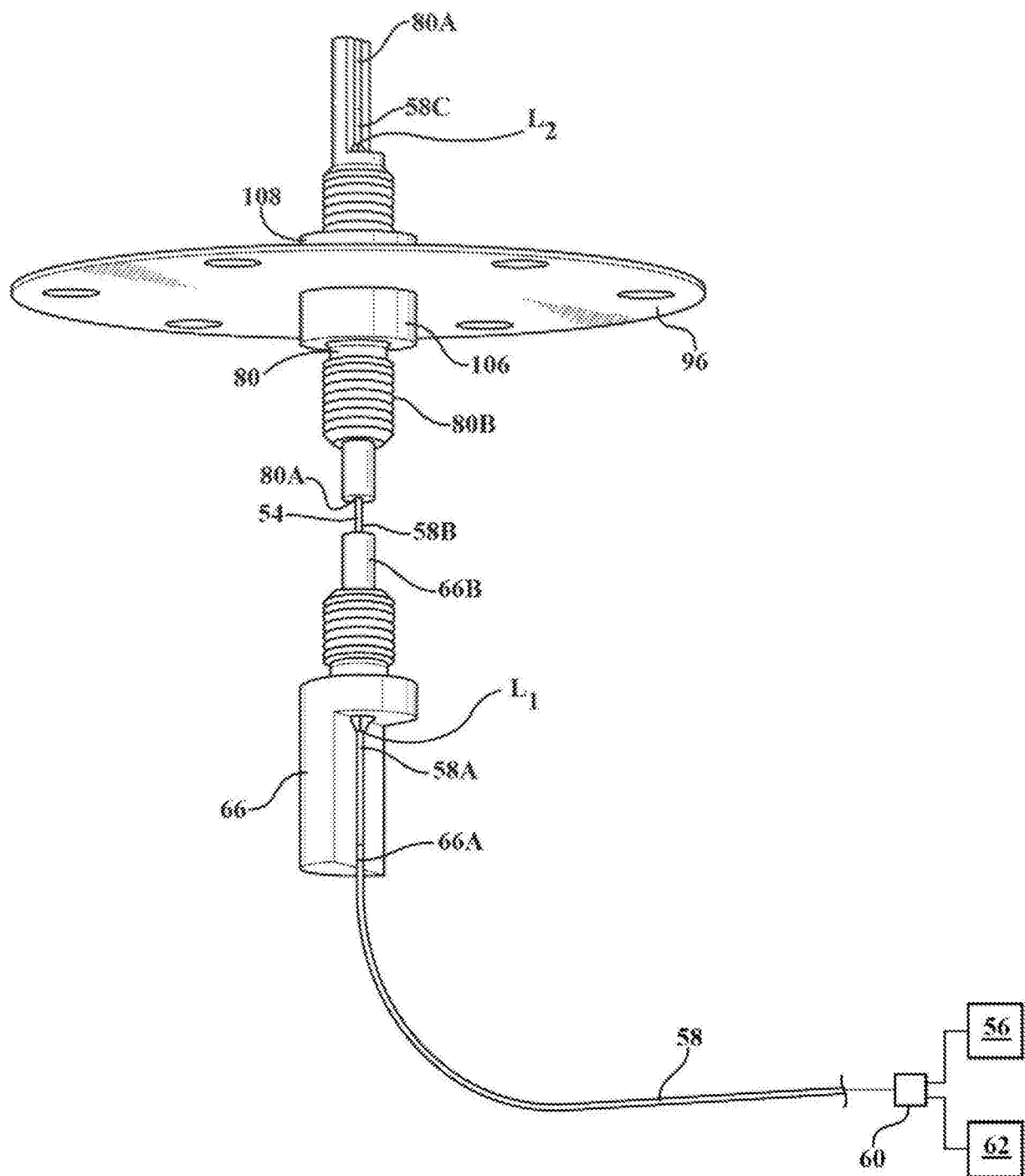


图 3

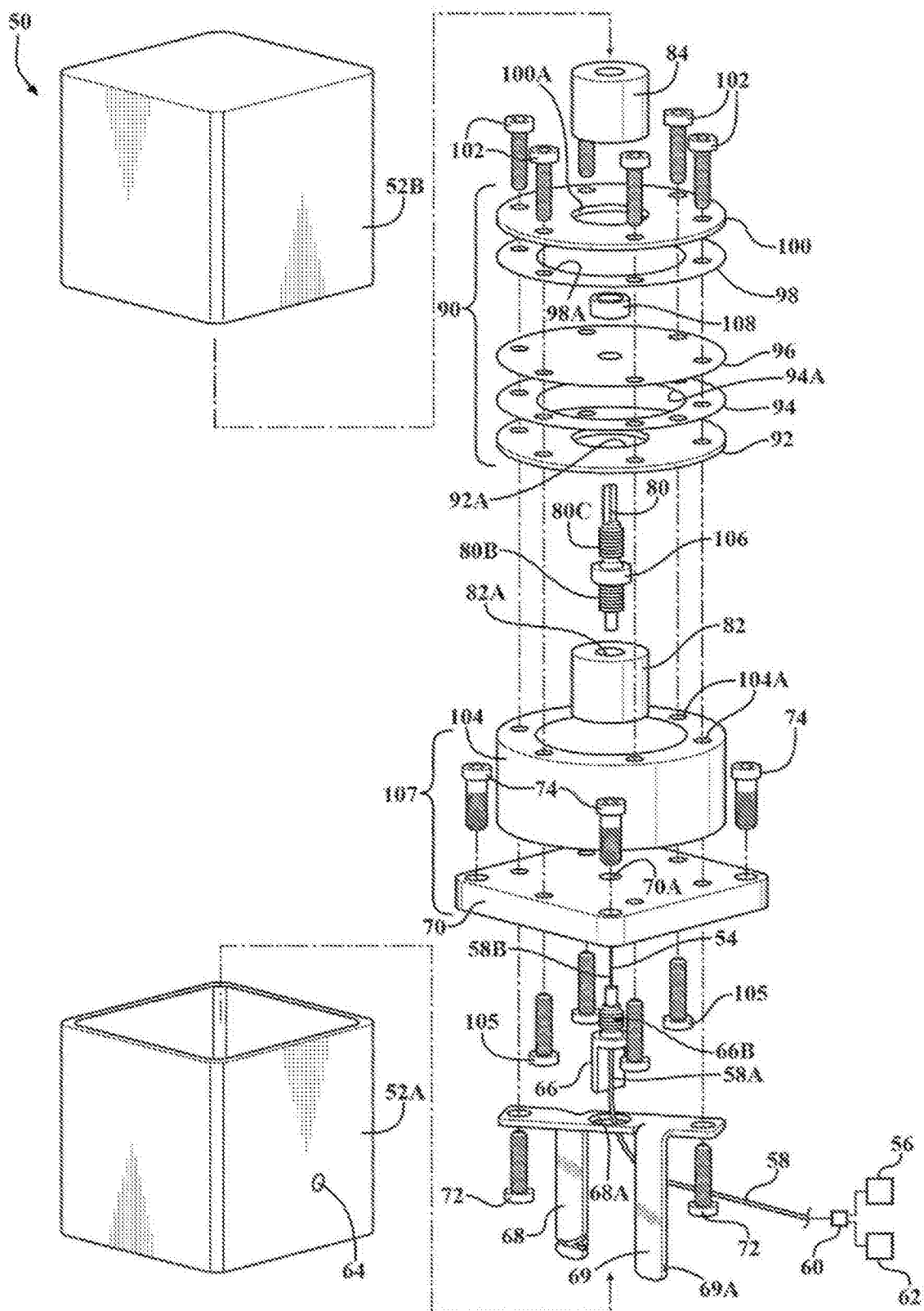


图 4

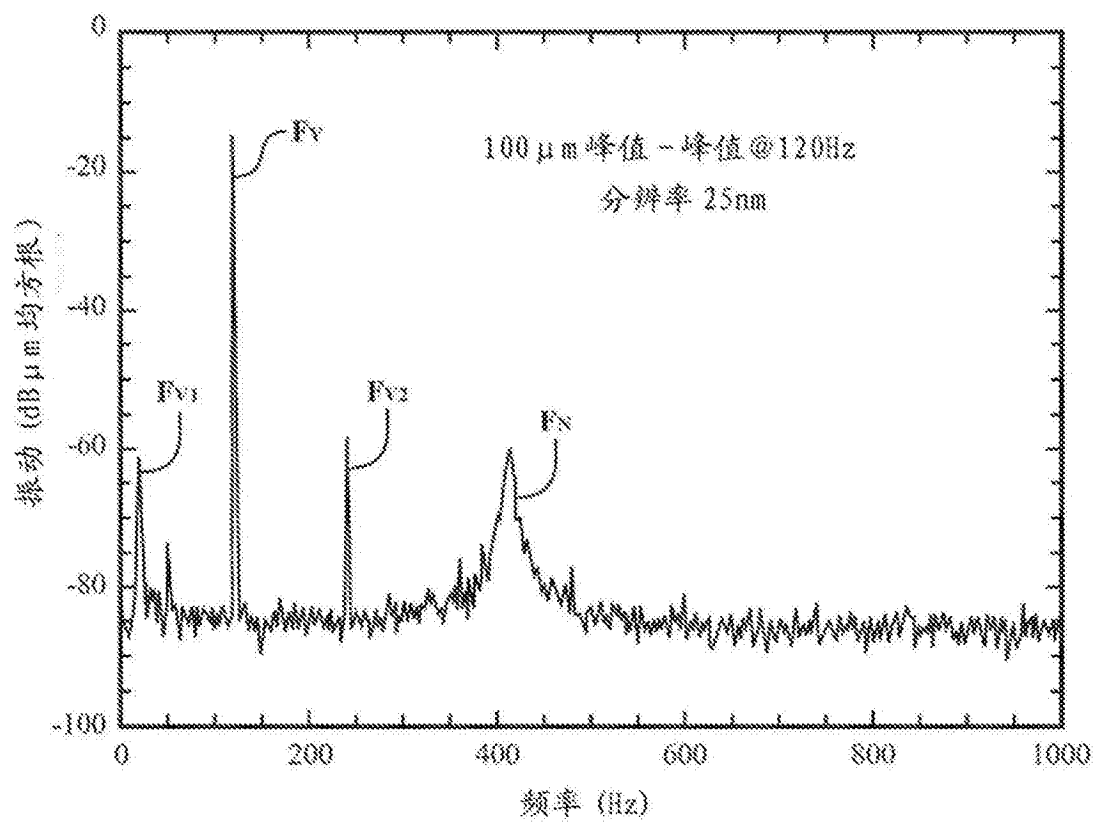


图 5

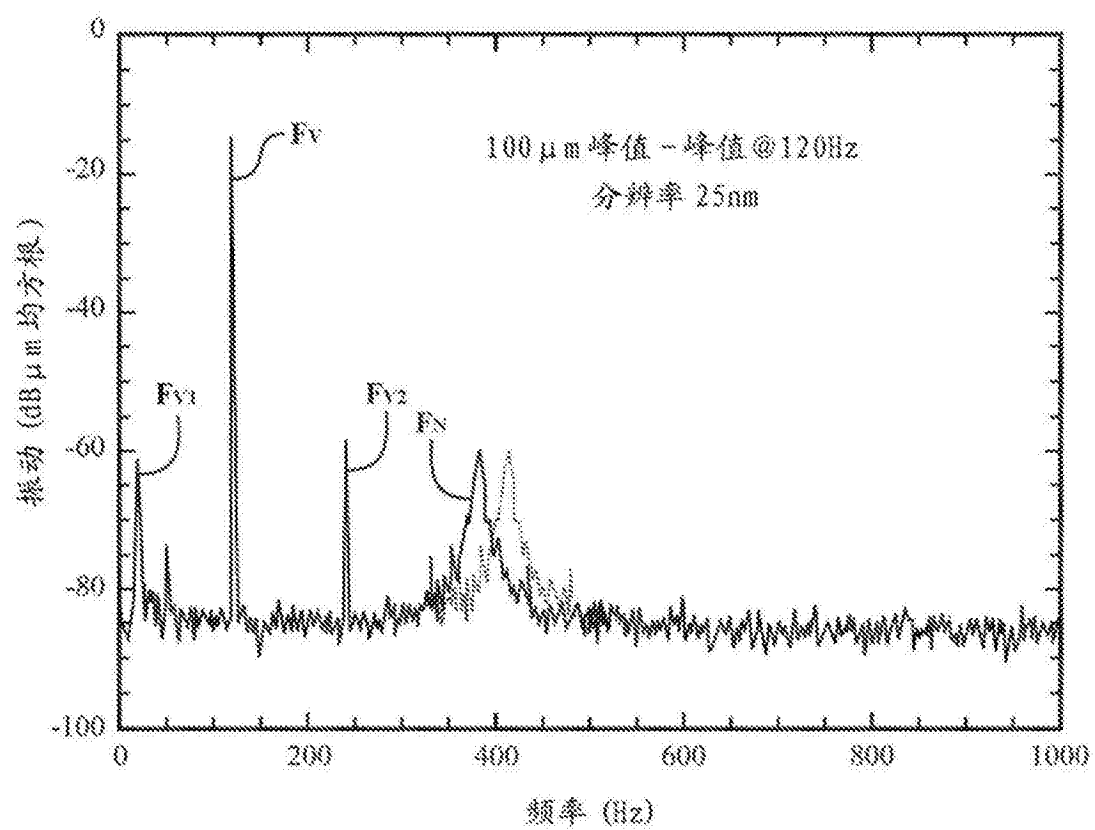


图 6

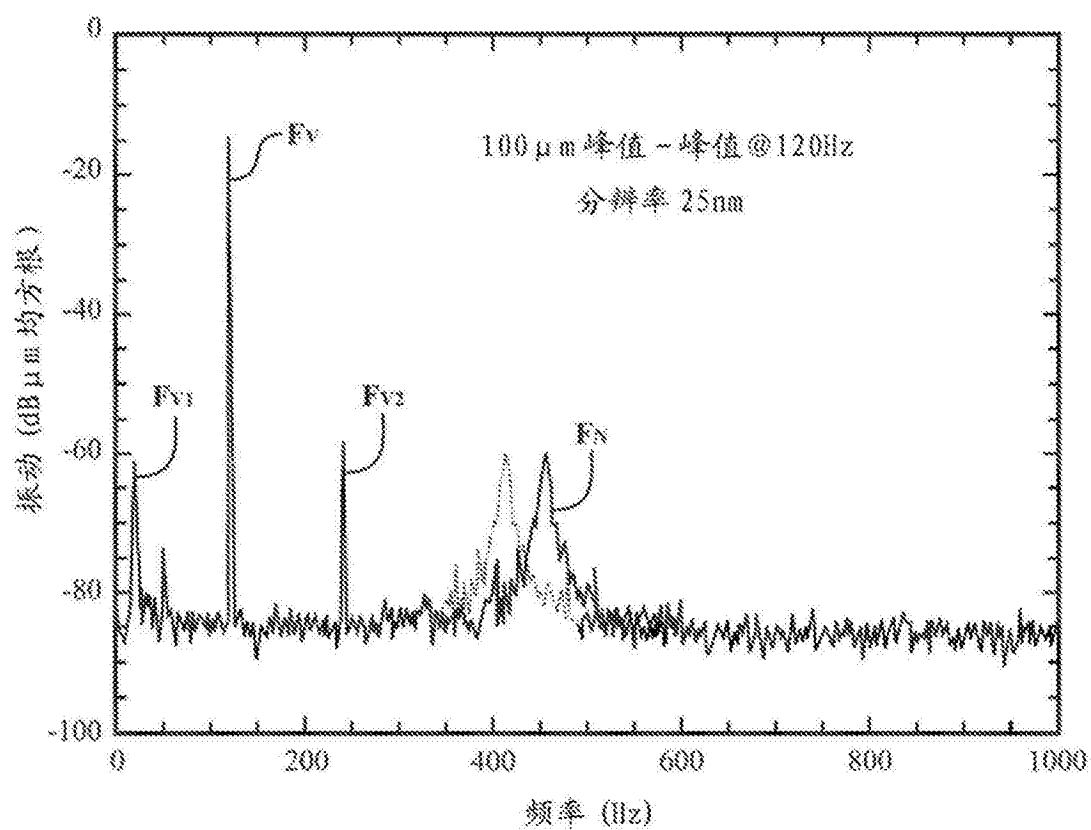


图 7

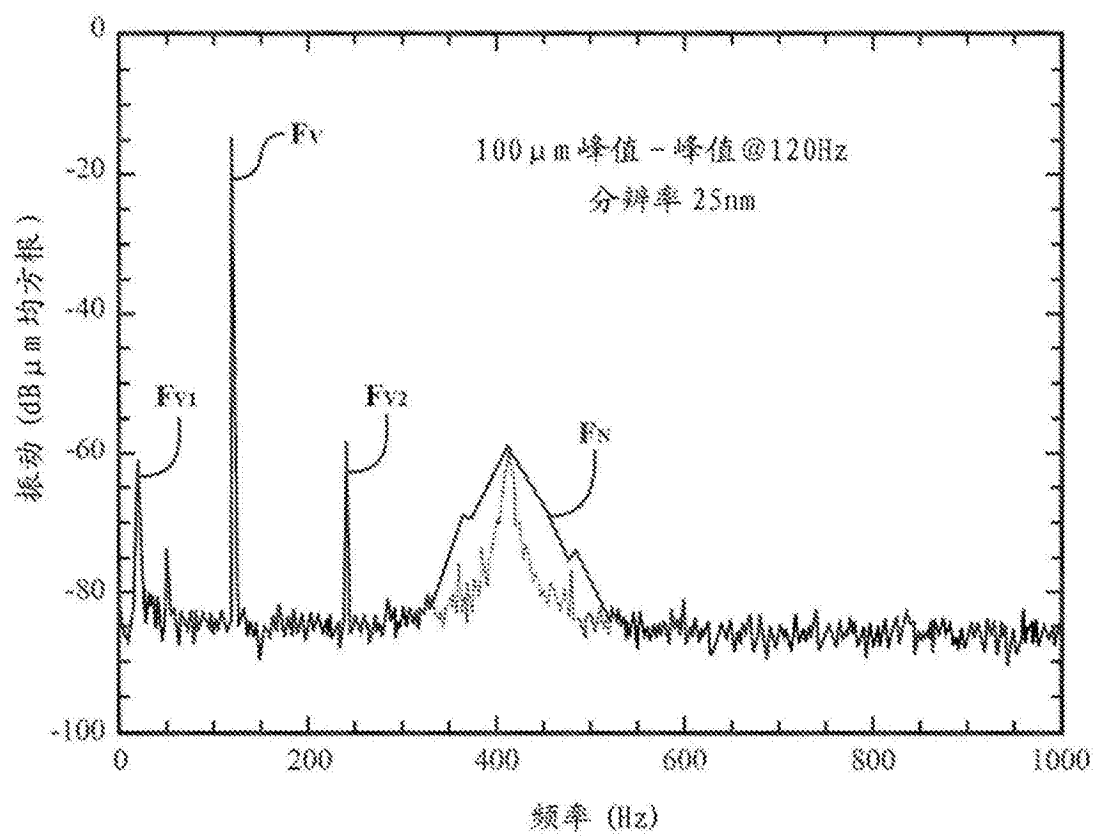


图 8

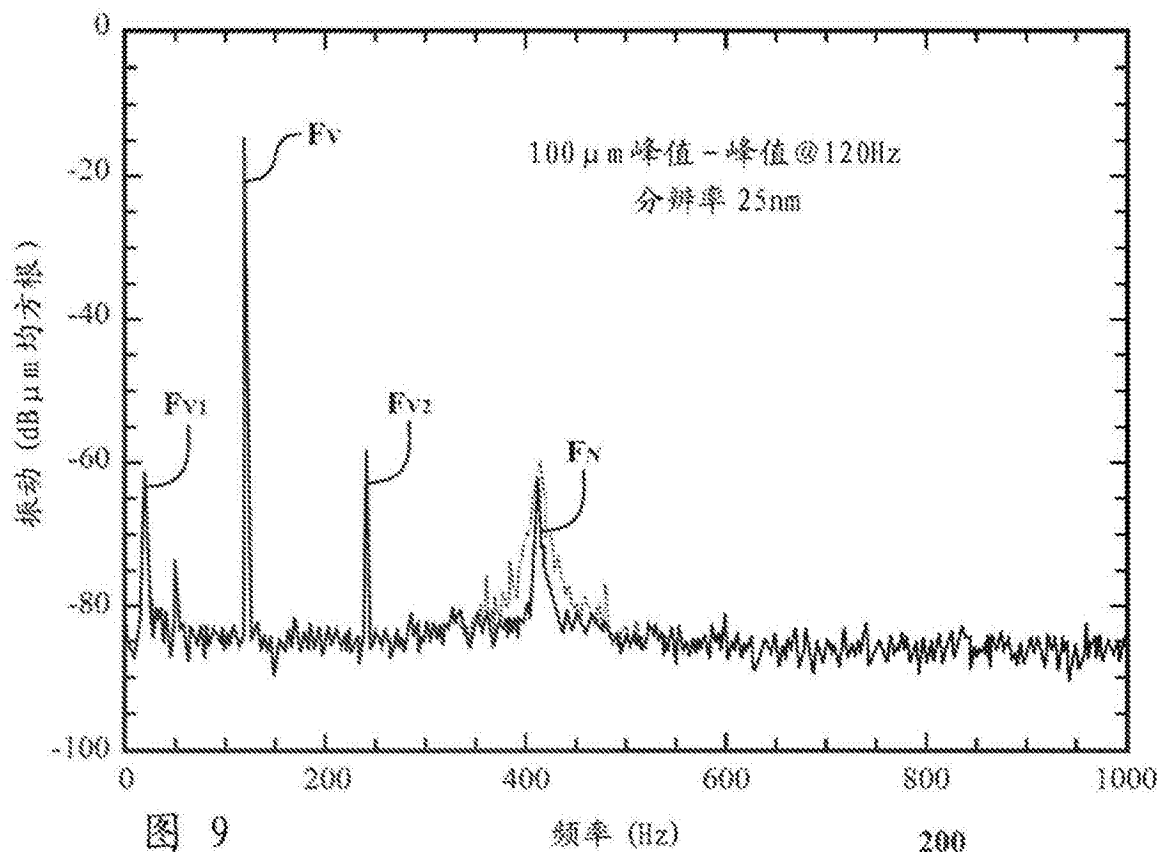
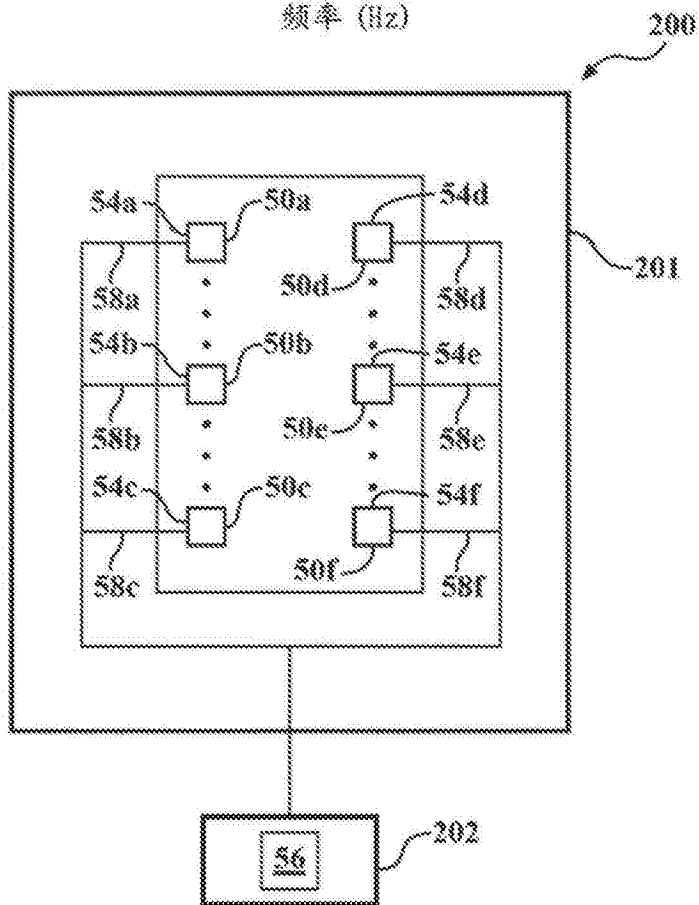


图 10



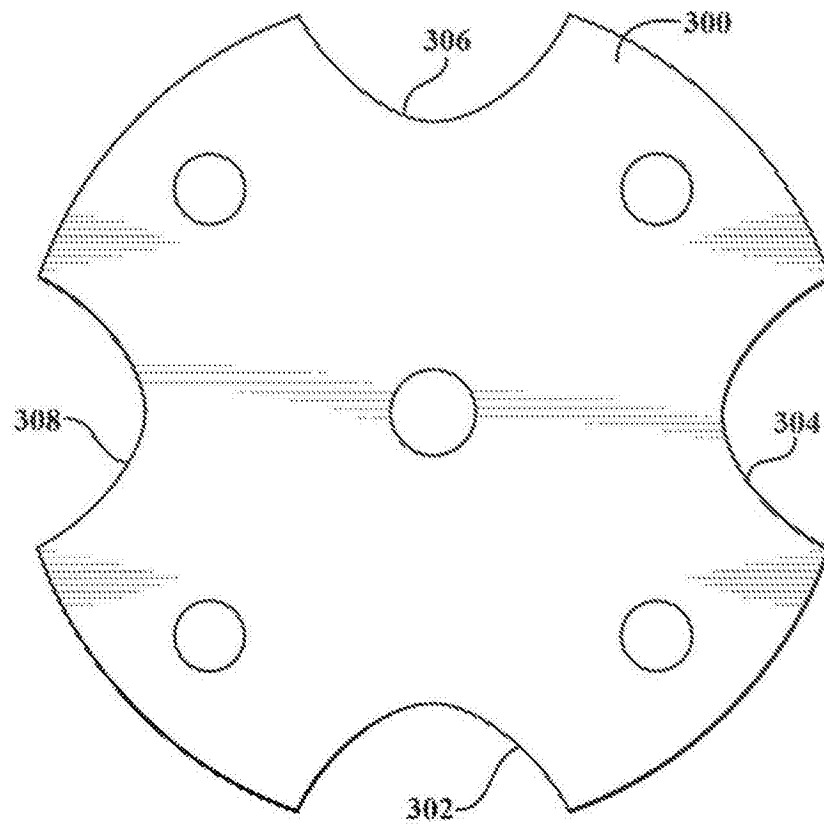


图 11

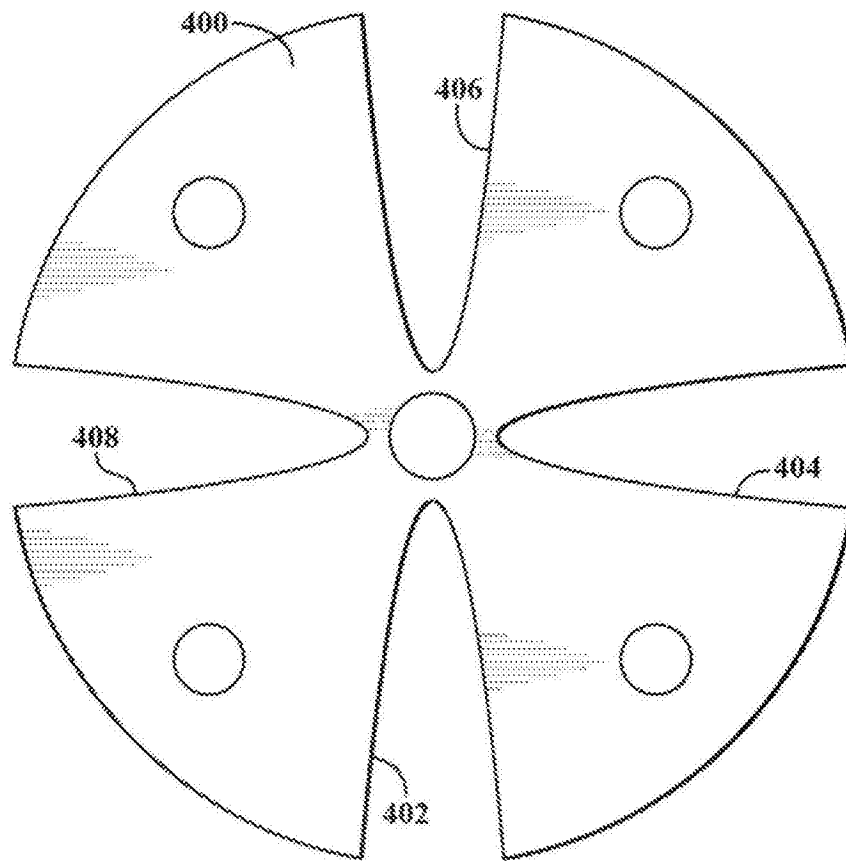


图 12