



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106460918 B

(45)授权公告日 2019.08.06

(21)申请号 201580025420.8

(22)申请日 2015.05.15

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106460918 A

(43)申请公布日 2017.02.22

(30)优先权数据
61/994364 2014.05.16 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.11.16

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2015/031125 2015.05.15

(87)PCT国际申请的公布数据
W02015/175962 EN 2015.11.19

(73)专利权人 得克萨斯系统大学评议会
地址 美国得克萨斯州

(72)发明人 D.金

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 崔幼平 胡斌

(51)Int.Cl.
F16C 17/02(2006.01)

(56)对比文件
US 5911510 A,1999.06.15,说明书第1-3
栏,附图1-9.

US 3168358 A,1965.02.02,说明书第1-2
栏,附图1-2.

JP 特许第4322497 B2,2009.09.02,说明书
第33-55段,附图1-13.

US 4262975 A,1981.04.21,全文.

US 5116143 A,1992.05.26,全文.

US 5498082 A,1996.03.12,全文.

CN 101054995 A,2007.10.17,全文.

CN 103438091 A,2013.12.11,全文.

审查员 陈林

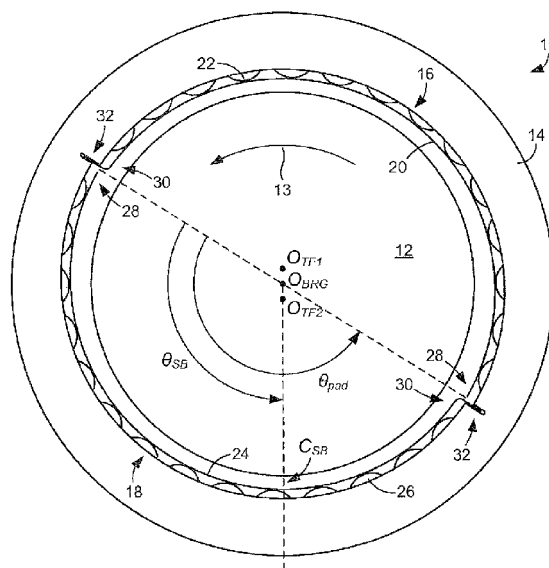
权利要求书1页 说明书3页 附图8页

(54)发明名称

具有多个垫的空气箔轴承

(57)摘要

在一个实施例中,空气箔轴承包括外部轴承衬套和多个内部垫,所述多个内部垫设置在所述轴承衬套内,每个垫包括顶部箔和在所述轴承衬套内支撑所述顶部箔的内部弹性结构,其中,每个垫均具有大于0.5的偏移比。



1. 一种空气箔轴承,其包括:

外部轴承衬套,具有形成在其中的纵向狭槽;

多个内部垫,所述多个内部垫设置在所述外部轴承衬套内,每个内部垫包括形成所述空气箔轴承的支承表面的一部分的顶部箔和在所述外部轴承衬套内支撑所述顶部箔的内部弹性结构,每个顶部箔具有前缘和后缘,每个顶部箔的后缘延伸到所述外部轴承衬套的一个纵向狭槽中;

多个保持键,在所述外部轴承衬套的每个纵向狭槽中提供一个保持键,所述保持键构造成将相关联的顶部箔的后缘固定到所述外部轴承衬套;以及

多个定位螺钉,在所述外部轴承衬套的每个纵向狭槽中提供一个定位螺钉,所述定位螺钉将相关联的保持键固定在所述纵向狭槽内的适当位置,

其中,每个内部垫具有大于0.5的偏移比。

2. 如权利要求1所述的空气箔轴承,其中,所述空气箔轴承包括仅两个内部垫。

3. 如权利要求2所述的空气箔轴承,其中,每个内部垫具有大于0.5但小于0.7的偏移比。

4. 如权利要求2所述的空气箔轴承,其中,每个内部垫具有大于0.7的偏移比。

5. 如权利要求1所述的空气箔轴承,其中,所述空气箔轴承包括至少三个内部垫。

6. 如权利要求1所述的空气箔轴承,其中,所述内部弹性结构包括内部波状波箔,所述内部波状波箔附接到所述外部轴承衬套的内表面。

7. 如权利要求6所述的空气箔轴承,其中,每个内部垫包括两个内部波状波箔,所述两个内部波状波箔支撑与其相关的顶部箔。

8. 如权利要求1所述的空气箔轴承,其中,所述顶部箔的前缘比所述顶部箔的后缘更靠近所述外部轴承衬套。

9. 如权利要求1所述的空气箔轴承,其中,每个顶部箔的前缘与邻近顶部箔的后缘重叠。

具有多个垫的空气箔轴承

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求2014年5月16日提交的共同未决的美国临时申请序列号61/994,364的优先权,该临时申请的全部内容通过引用并入本文。

背景技术

[0003] 空气箔轴承是一种流体动力轴承类型,其中,轴通过柔性的弹簧加载的箔支撑,该箔用作轴承衬套的内衬。当轴高速旋转时,轴的旋转经由粘性效应将空气吸入轴承中并形成高压气隙,该高压气隙使轴与箔分离,使得它们彼此不接触。

[0004] 在典型的空气箔轴承中,当轴承未加载时,箔和轴之间的径向空隙沿着周向方向是均匀的。然而,当使用均匀的空隙时,轴承导致轴在高速下动态不稳定。将期望的是具有一种不导致这样的轴不稳定性的空气箔轴承。

附图说明

[0005] 参考下面的附图可以更好地理解本公开。匹配的参考数字在所有附图中指示对应部分,该附图不一定按比例绘制。

[0006] 图1是两垫式空气箔轴承的实施例的端部视图。

[0007] 图2是三垫式空气箔轴承的实施例的端部视图。

[0008] 图3A是具有替代性的箔附接方法的两垫式空气箔轴承的实施例的端部视图。

[0009] 图3B是图3A的两垫式空气箔轴承的详细视图,其示出了顶部箔到轴承的附接。

[0010] 图4是具有双波箔的两垫式空气箔轴承的实施例的端部视图。

[0011] 图5A是两垫式空气箔轴承的实施例的端部视图,其中箔的前缘与其它箔的后缘重叠。

[0012] 图5B是图5A的两垫式空气箔轴承的详细视图,其示出了顶部箔到轴承的附接。

[0013] 图6是两垫式空气箔轴承的第三实施例的端部视图,该空气箔轴承具有双波箔和与后面的箔边缘重叠的前箔边缘。

具体实施方式

[0014] 如上所述的,将期望的是具有一种在高速下不产生轴不稳定性的空气箔轴承。本文公开了避免这样的不稳定性的空气箔轴承。在一些实施例中,空气箔轴承具有两个垫。在其他实施例中,空气箔轴承具有三个或更多个垫。在任一种情况下,垫的偏移比(其与垫角向宽度和最小设定孔膜厚度的位置有关)大于0.5,使得垫和轴之间的径向空隙沿着周向方向不均匀。这增加了轴在旋转期间的稳定性。

[0015] 在下面的公开中,描述了各种具体实施例。应当理解,那些实施例是本公开发明的示例实施方式,并且替代实施例是可能的。所有这些实施例都旨在落入本公开的范围。

[0016] 图1示出了适应于以稳定方式支撑能旋转轴12的空气箔轴承10的实施例。轴12的旋转方向由箭头13指示。如在图中示出的,空气箔轴承10包括外部轴承衬套14和形成衬套

的内衬的第一和第二内部垫16、18。第一垫16包括由内部波箔22支撑的第一顶部箔20。以类似的方式,第二垫18包括由内部波箔26支撑的第二顶部箔24。顶部箔20、24包括金属薄片,诸如钢或如铬镍铁合金718或X750的镍合金。波箔22、26在结构上与顶部箔20、24类似,但是是波状的,以便形成在图1中可见的“波”。顶部箔20、24一起用作空气箔轴承10的支承表面。波箔22、26支撑与其相关联的顶部箔20、24,并且用作弹性基部,其向顶部箔不仅提供刚度,并且还提供类似库仑(滑动摩擦)阻尼。虽然波状波箔在图1中示出并且在上面已被描述,但是应注意,可使用用于相同目的的替代性弹性结构,诸如金属网、弹性体、粘弹性材料等。

[0017] 进一步参考图1,每个顶部箔20、24均具有自由前缘28和固定到轴承衬套14的后缘30。在一些实施例中,后缘30以大约90°的角度弯曲并且延伸到沿着轴承衬套14的内侧形成的纵向狭槽32中。后缘30可在衬套14的狭槽32内被点焊在适当位置,或者可简单地使其向左插入狭槽中,以便顶部箔20、24可沿着径向方向自由运动。不管后缘30以何种方式连接到轴承衬套14,第二顶部箔24的前缘28均邻近第一顶部箔20的后缘30,并且第一顶部箔的前缘28邻近第二顶部箔的后缘30。在图1中所示的示例中,与后缘30相比,垫16、18的前缘28距离轴12更远地间隔开。换句话说,前缘28比后缘30更靠近外部轴承衬套14。

[0018] 如上所述的,当在轴和空气箔轴承之间使用均匀的空隙时,轴承使轴在高速下动态不稳定。为了避免这种不稳定性,空气箔轴承10内的轴承空隙是不均匀的。垫角向宽度是垫的宽度在轴承内延伸通过的角度。第二垫18的垫角向宽度在图1中标识为 θ_{pad} 。垫和轴之间的最小距离被称为最小设定孔膜厚度。对于第二垫18的最小设定孔膜厚度在图1中标识为 C_{SB} 。最小设定孔膜厚度的角向位置在图1中被标识为 θ_{SB} 。最小设定孔膜厚度 θ_{SB} 的角向位置和垫角向宽度 θ_{pad} 之间的比率被定义为偏移比:

$$[0019] \quad \gamma = \theta_{SB} / \theta_{pad} \quad [等式1]$$

[0020] 如从图1明显的,对于空气箔轴承10的垫16、18的偏移比 γ 大于0.5。在这种情况下,在轴12和垫16、18之间产生的空气膜的厚度从顶部箔20、24的前缘28减小直到 θ_{SB} ,然后从 θ_{SB} 增加到后缘30。在一些实施例中,偏移比 γ 大于0.5但小于0.7。在其他实施例中,偏移比 γ 大于0.7。在图1的实施例中,通过将轴承衬套14设计成具有导致该空隙分布的形状来实现期望的空隙分布。替代性地,可通过沿着周向方向改变波箔17、22的高度来实现期望的空隙分布。

[0021] 还如图1中所示,第一和第二顶部箔的径向中心 O_{TF1} 和 O_{TF2} 偏离轴承的径向中心 O_{BRG} 。这些中心之间的距离称为流体动力预载荷 r_p 。流体动力预载荷 r_p 和偏移比 γ 二者都是轴承10的设计参数,并且可基于轴承的性能要求来选择。

[0022] 图2示出了适应于支撑能旋转轴42的空气箔轴承40的另一实施例。空气箔轴承40在许多方面类似于图1中所示的空气箔轴承10。因此,空气箔轴承40包括外部轴承衬套44和多个内部垫。然而,在该实施例中,空气箔轴承40包括三个这样的垫,该三个垫包括第一内部垫46、第二内部垫48、和第三内部垫50。与空气箔轴承10一样,每个垫46-50均包括顶部箔和内部波箔。因此,第一垫46包括第一顶部箔52和波箔54,第二垫48包括第二顶部箔56和波箔58,以及第三垫50包括第三顶部箔60和波箔62。如前所述的,顶部箔52、56、60一起形成支承表面,并且波箔54、58、62支撑与其相关的顶部箔。虽然空气箔轴承40包括三个垫46、48、50,但应注意,轴承可包括多于三个垫。

[0023] 进一步参考图2,每个顶部箔52、56、60均具有自由前缘64和固定到轴承衬套44的

后缘66。后缘66延伸到沿轴承衬套44的内侧形成的纵向狭槽68中。如图2中明显的，轴承空隙是不均匀的，如其在两个垫实施例那样。在一些实施例中，偏移比 γ 大于0.5。此外，顶部箔的径向中心 O_{TF1} 、 O_{TF2} 和 O_{TF3} 偏离轴承的径向中心 O_{BRG} ，以便提供动态预载荷。

[0024] 上面关于图1和图2所描述的空气箔轴承可以各种方式修改。图3-6示出了这样的修改的示例。

[0025] 从图3A和图3B开始，示出了两垫式空气箔轴承70，其在结构上类似于图1中所示的两垫式空气箔轴承10。因此，空气箔轴承70包括含有两个内部垫74、76的轴承衬套72。每个垫均包括由波箔82、84支撑的顶部箔78、80。与图1的实施例一样，对于每个垫74、76的偏移比 γ 均可大于0.5。每个顶部箔78、80均具有自由前缘86和固定到轴承衬套14的后缘88。

[0026] 如图3A和图3B中所示，每个顶部箔78、80的后缘88均使用保持键90附接到轴承衬套72，该保持键90用定位螺钉92固定在适当位置，定位螺钉92旋入在轴承衬套中形成的螺纹开口94中。

[0027] 转向图4，示出了另一两垫式空气箔轴承100，其包括含有两个内部垫104、106的轴承衬套102。每个垫104、106均包括顶部箔108、101。然而，代替通过单个波箔支撑，每个顶部箔108、110通过两个波箔112、114支撑。这为轴承100提供了增加的阻尼。每个顶部箔108、110均包括前缘116和后缘118。

[0028] 与先前实施例一样，每个顶部箔108、110的后缘118使用保持键120附接到轴承衬套102，该保持键120用定位螺钉122固定在适当位置，定位螺钉122旋入在轴承衬套中形成的螺纹开口124中。与图1的实施例一样，对于每个垫74、76的偏移比 γ 可大于0.5。

[0029] 接下来参考图5A和图5B，示出了另一两垫式空气箔轴承130，其包括含有两个内部垫134、136的轴承衬套132。每个垫134、136均包括顶部箔138、140，其通过波箔142、144支撑。与图1的实施例一样，对于每个垫74、76的偏移比 γ 可大于0.5。

[0030] 每个顶部箔138、140均包括前缘146和后缘148。如在图中示出的，每个顶部箔138、140的前缘146均延伸以便与另一顶部箔的后缘148重叠并与其接触。这为轴承130提供了更大且更连续的支承表面。如还在图中示出的，每个顶部箔138、140的后缘148均使用保持键150附接到轴承衬套132，该保持键150用定位螺钉152固定在适当位置，该定位螺钉旋入在轴承衬套中形成的螺纹开口154中。

[0031] 转向图6，示出了另一两垫式空气箔轴承160，其是在图4和图5中所示的实施例的混合。空气箔轴承160包括含有两个内部垫164、166的轴承衬套162。每个垫均包括顶部箔168、170，其各自通过两个波箔172、174支撑。每个顶部箔168、170均包括前缘176和后缘178。每个顶部箔168、170的前缘176延伸以便与另一顶部箔的后缘178重叠并与其接触。此外，每个顶部箔168、170的后缘178均使用保持键180附接到轴承衬套162，该保持键180用定位螺钉182固定在适当位置，该定位螺钉旋入在轴承衬套中形成的螺纹开口184中。

[0032] 本公开中描述的空气箔轴承可用在许多不同的应用中。示例包括涡轮增压器、无油涡轮压缩机/鼓风机、小型燃气轮机、小型航空器发动机、涡轮交立电机及马达驱动的压缩机/鼓风机。

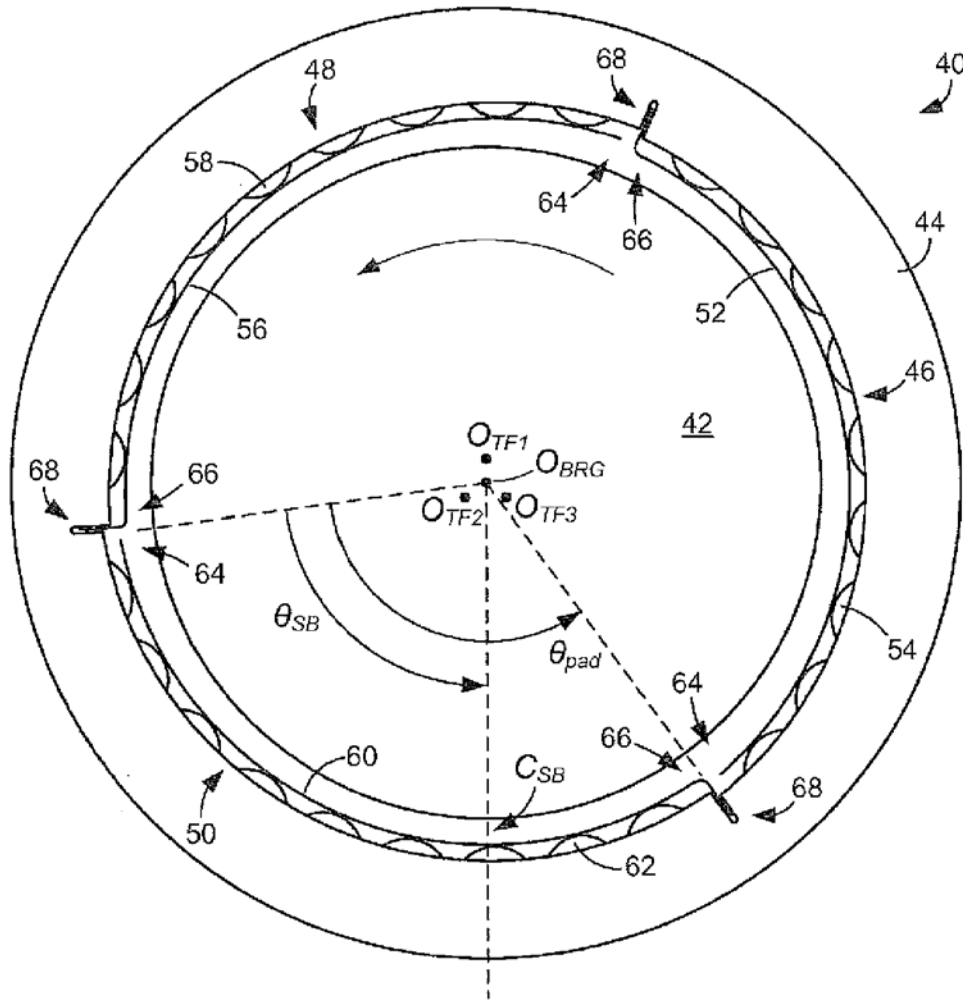


图 2

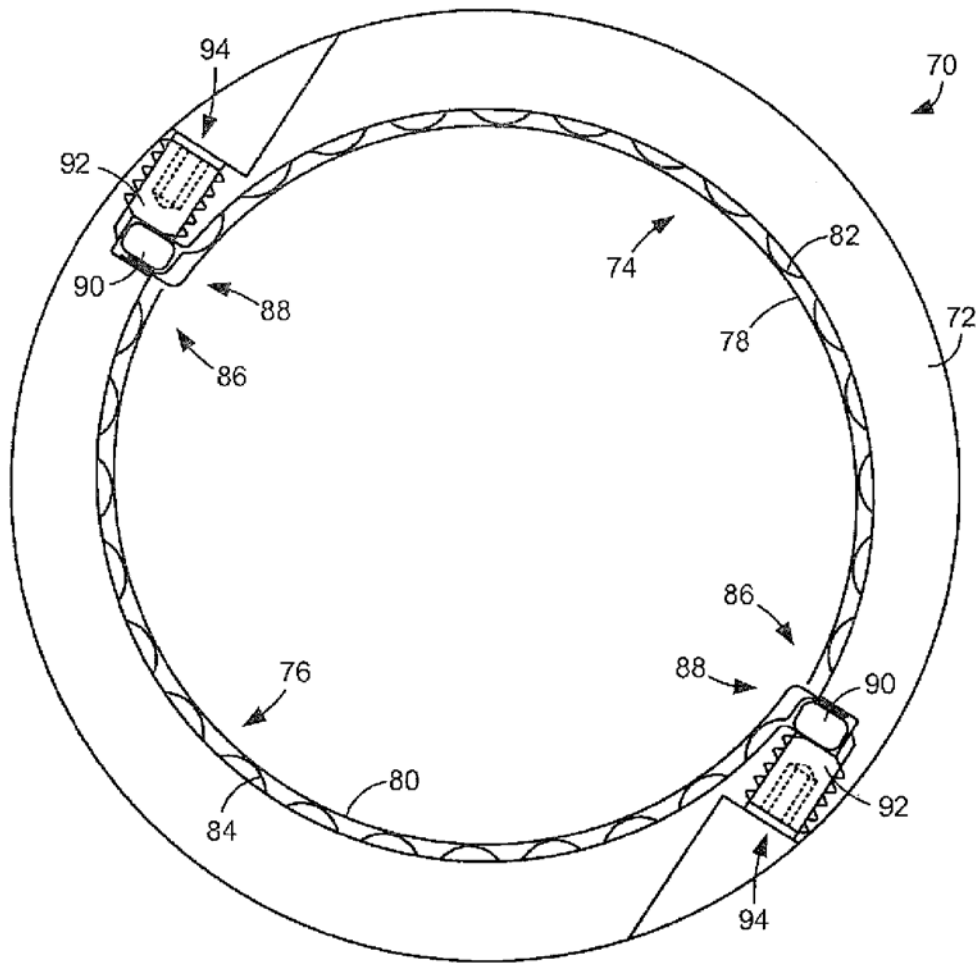


图 3A

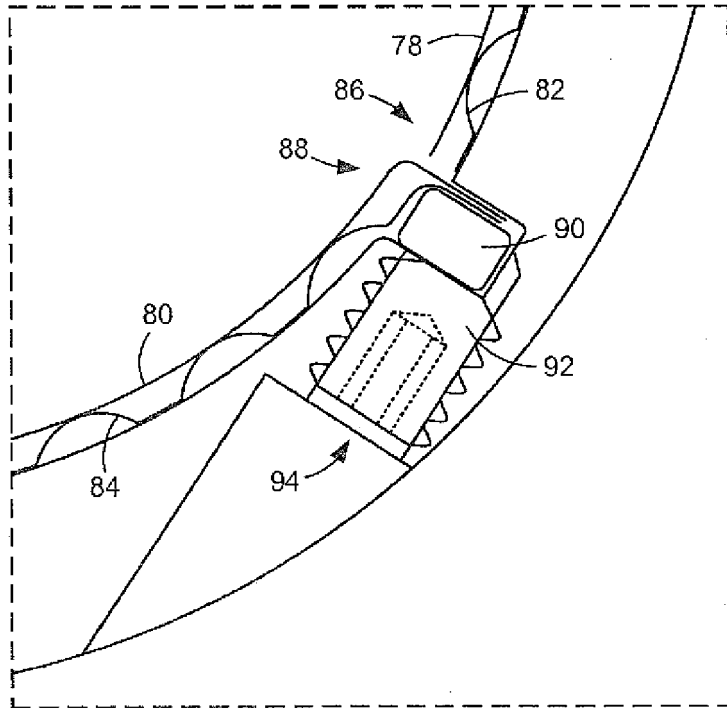


图 3B

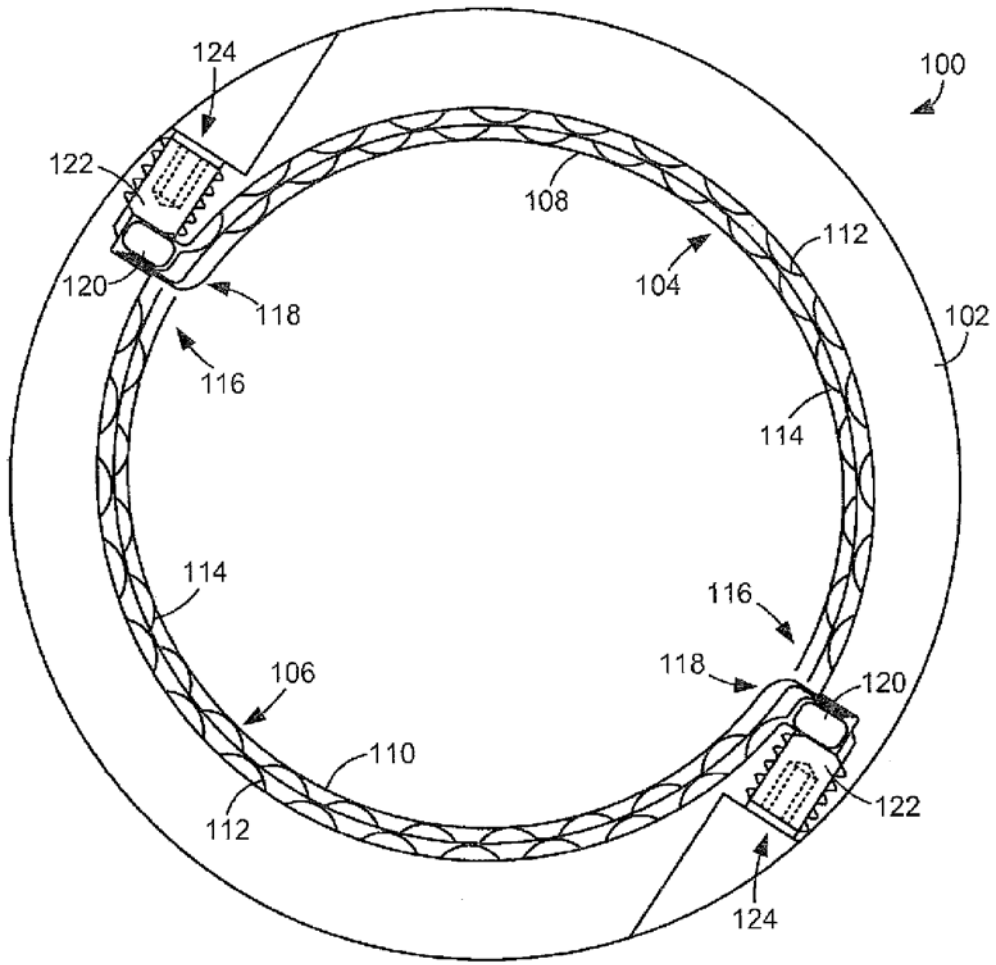


图 4

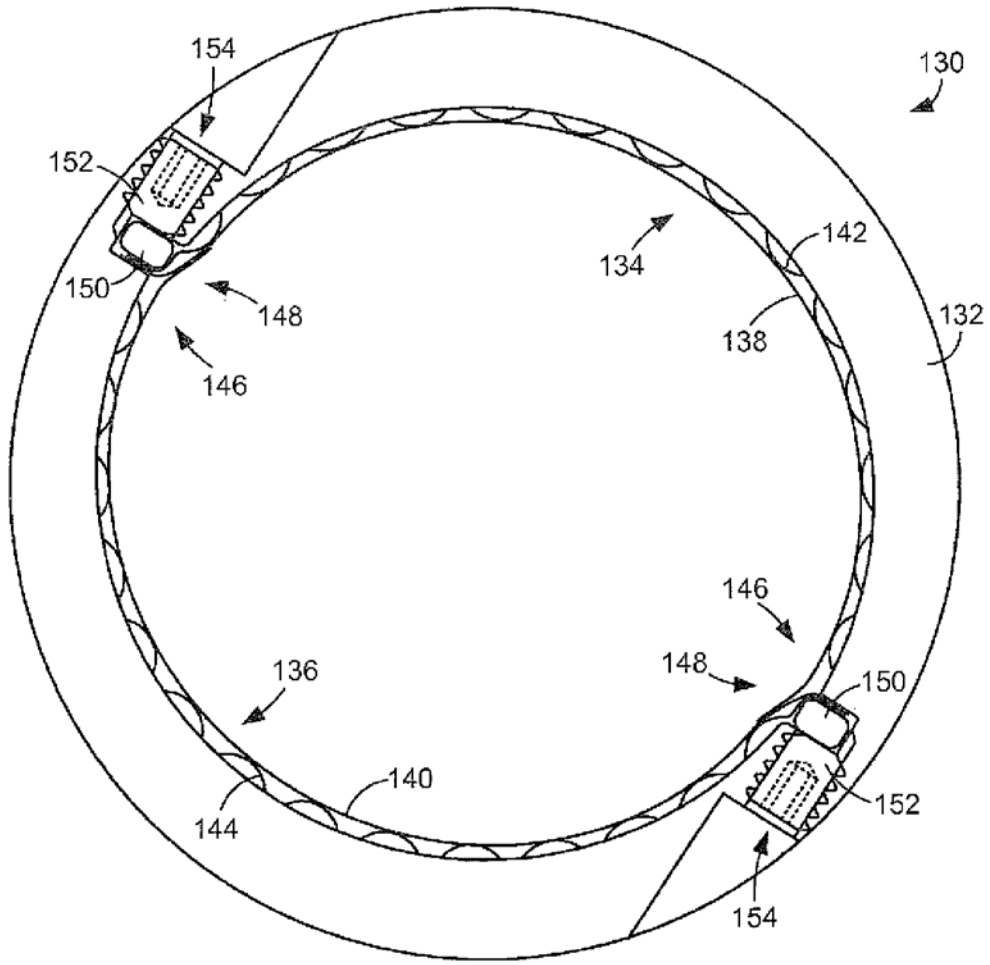


图 5A

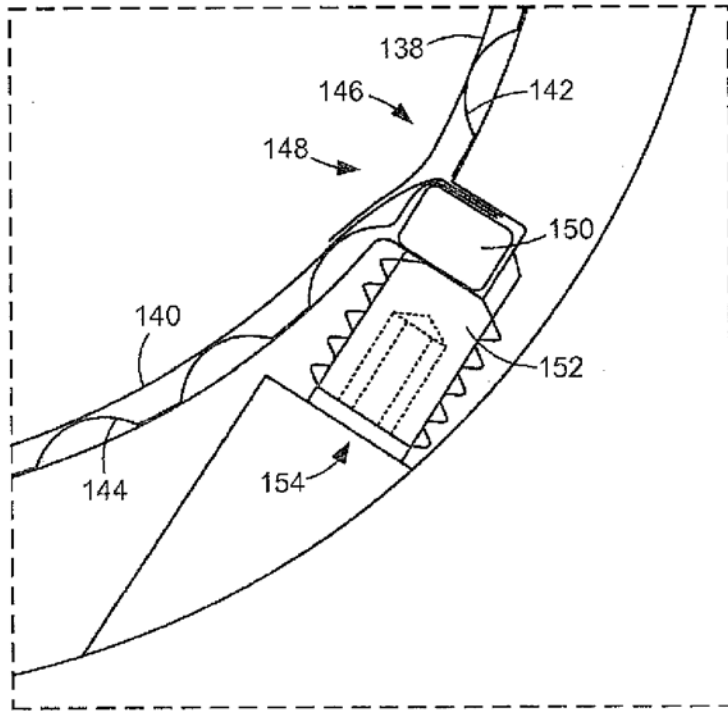


图 5B

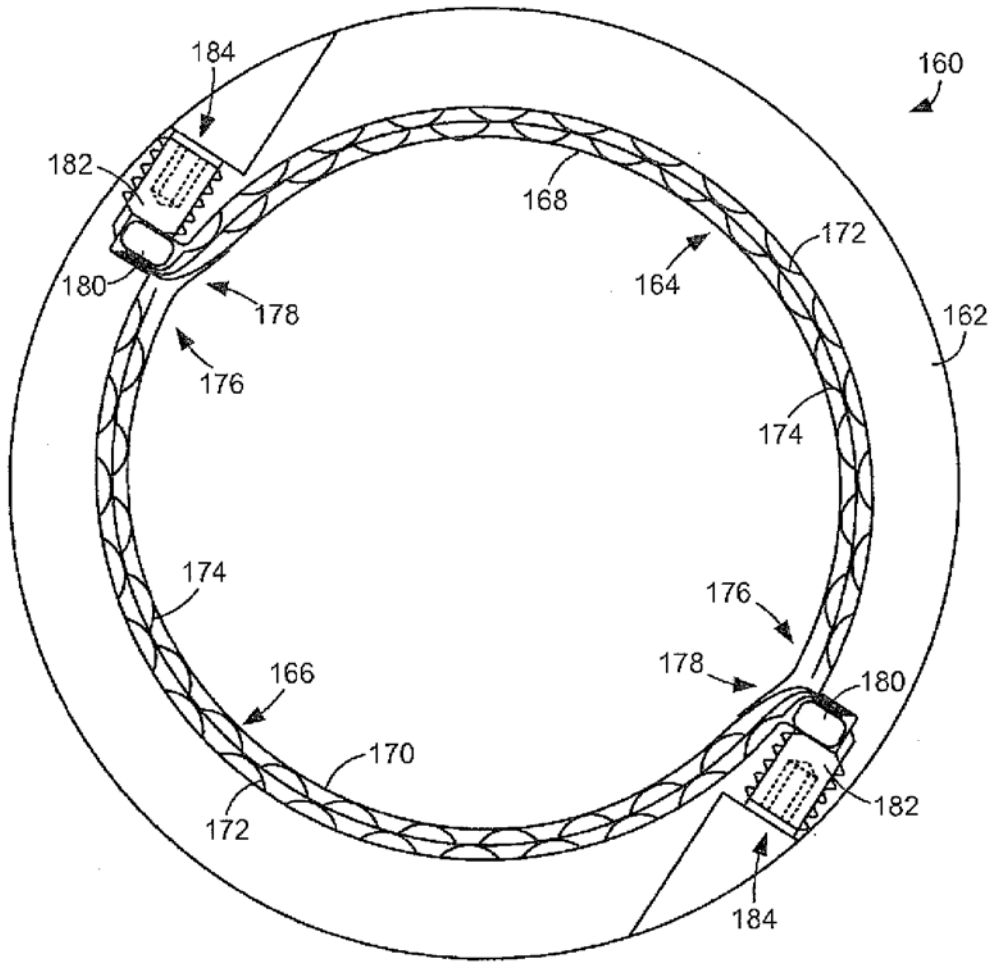


图 6