



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108397472 B

(45) 授权公告日 2021.06.29

(21) 申请号 201711272302.4

(51) Int.Cl.

(22) 申请日 2017.12.06

F16B 43/00 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108397472 A

审查员 吕翔宇

(43) 申请公布日 2018.08.14

(30) 优先权数据
15/428,114 2017.02.08 US

(73) 专利权人 波音公司
地址 美国伊利诺伊州

(72) 发明人 S·C·韦伯

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245
代理人 赵志刚 赵蓉民

权利要求书2页 说明书7页 附图5页

(54) 发明名称

负荷指示垫圈

(57) 摘要

本申请涉及负荷指示垫圈。公开与紧固件一起使用的负荷指示垫圈。该垫圈由圆形基板、从基板突出的圆顶盖、在圆形基板与圆顶盖之间形成的腔体、以及延伸穿过圆形基板和圆顶盖的紧固件孔组成。该圆顶盖被配置为在施加的力超过阈值时塌缩到腔体中。

1. 一种负荷指示垫圈,包括:
圆形基板;
圆顶盖,其从所述基板突出;
腔体,其在所述圆形基板与所述圆顶盖之间形成;以及
紧固件孔,其延伸穿过所述圆形基板和所述圆顶盖,
其中所述圆顶盖和所述圆形基板整体形成,使得所述负荷指示垫圈具有单体结构。
2. 根据权利要求1所述的负荷指示垫圈,其中:
所述圆形基板和所述圆顶盖由金属材料形成。
3. 根据权利要求2所述的负荷指示垫圈,其中:
所述圆顶盖被配置为在紧固件施加的夹持力超过所述圆顶盖的屈服强度时塌缩到所述腔体中。
4. 根据权利要求3所述的负荷指示垫圈,其中:
所述腔体具有半椭圆形横截面。
5. 根据权利要求4所述的负荷指示垫圈,其中:
所述圆顶盖的所述屈服强度基于以下确定:
所述腔体的所述半椭圆形横截面的长轴线;
所述腔体的所述半椭圆形横截面的短轴线;
所述圆顶盖的厚度;以及
所述金属材料。
6. 根据权利要求1所述的负荷指示垫圈,其中:
所述圆形基板的厚度大于所述圆顶盖的厚度。
7. 根据权利要求1所述的负荷指示垫圈,其中:
所述圆顶盖的厚度从所述圆形基板向所述紧固件孔减小。
8. 根据权利要求1所述的负荷指示垫圈,其中:
所述紧固件孔的尺寸被设计为在紧固件上滑动。
9. 一种确定结构构件的接头处的夹紧负荷的方法,所述方法包括:
获取负荷指示垫圈,所述负荷指示垫圈包括:圆形基板;圆顶盖,其从所述圆形基板突出并且在所述圆顶盖与所述圆形基板之间形成腔体;以及紧固件孔,其延伸穿过所述圆顶盖和所述圆形基板;
经由所述紧固件孔将所述负荷指示垫圈滑动到紧固件的柄部上,使得所述圆顶盖与所述紧固件接合;
将所述紧固件的所述柄部插入所述接头处的通孔中;
用所述紧固件将增加的夹持力施加到所述接头;
针对所述结构构件之间的间隙检查所述接头;以及
当所述间隙闭合且所述负荷指示垫圈的所述圆顶盖尚未塌缩到所述腔体中时,确定所述接头处的所述夹紧负荷不超过阈值,
其中所述圆顶盖和所述圆形基板整体形成,使得所述负荷指示垫圈具有单体结构。
10. 根据权利要求9所述的方法,其还包括:
当所述间隙未闭合且所述负荷指示垫圈的所述圆顶盖已经塌缩到所述腔体中时,确定

所述接头处的所述夹紧负荷超过所述阈值。

负荷指示垫圈

技术领域

[0001] 本公开涉及与紧固件(诸如螺栓)一起使用的垫圈的领域。

背景技术

[0002] 垫圈是在传统上用于分配螺纹紧固件(诸如螺栓)的负荷的一件硬件。一种特定类型的垫圈可额外用来指示用于连接结构构件的紧固件上的预负荷。紧固件上的预负荷是在紧固件被拧紧时在紧固件中所产生的张力。紧固件上的张力在接头中产生称为夹持力的压缩力。当达到一定的预负荷时,一种类型的预负荷垫圈具有的凸起会变平。当达到一定的预负荷时,另一种类型的预负荷垫圈具有的硅胶会从垫圈的凹槽中喷出。

[0003] 测量结构构件的接头处存在的负荷在制造领域(诸如航空航天)中是有益的。因此,设计和改进的负荷指示垫圈(load-indicating washer)是期望的。

发明内容

[0004] 这里描述的实施例提供了具有圆顶形状的负荷指示垫圈,该负荷指示垫圈当处于紧固件所施加的特定负荷下时塑性变形。负荷指示垫圈可用在接头(诸如复合材料的层之间的接头)处的紧固件上。当接头处的紧固件施加夹持力时,也将力/负荷施加到负荷指示垫圈。由于负荷指示垫圈的几何形状和特征,如果力/负荷超过阈值,则圆顶部分可塌缩。因此,该负荷指示垫圈可用于指示接头处的负荷。

[0005] 一个实施例包括用于紧固件的垫圈。该垫圈由圆形基板、从基板突出的圆顶盖、在圆形基板与圆顶盖之间形成的腔体、以及延伸穿过圆形基板和圆顶盖的紧固件孔组成。

[0006] 在另一个实施例中,垫圈由金属材料形成。

[0007] 在另一个实施例中,该圆顶盖被配置为在紧固件施加的夹持力超过圆顶盖的屈服强度时塌缩到腔体中。

[0008] 在另一个实施例中,腔体具有半椭圆形横截面。

[0009] 在另一个实施例中,圆顶盖的屈服强度基于腔体的半椭圆形横截面的长轴线、腔体的半椭圆形横截面的短轴线、圆顶盖的厚度以及金属材料来确定。

[0010] 在另一个实施例中,圆形基板的厚度大于圆顶盖的厚度。

[0011] 在另一个实施例中,圆顶盖的厚度从圆形基板向紧固件孔减小。

[0012] 在另一个实施例中,紧固件孔的尺寸被设计为在紧固件上滑动。

[0013] 另一个实施例包括圆顶形垫圈。该圆顶形垫圈包括基板,其沿第一平面为圆形的;凸壁,其从基板的圆周向外突出;腔体,其在基板与凸壁之间,所述腔体沿与第一平面正交的第二平面具有平凸(planar-convex)形状;以及紧固件孔,其通过圆顶形垫圈的中心轴线延伸穿过基板和凸壁。

[0014] 在另一个实施例中,圆顶形垫圈由金属材料形成。

[0015] 在另一个实施例中,该凸壁被配置为在紧固件施加的夹持力超过凸壁的屈服强度时塌缩到腔体中且塑性变形。

- [0016] 在另一个实施例中,基板的厚度大于凸壁的厚度。
- [0017] 在另一个实施例中,凸壁的厚度从基板向紧固件孔减小。
- [0018] 在另一个实施例中,紧固件孔的尺寸被设计为在紧固件上滑动。
- [0019] 另一个实施例包括确定结构构件的接头处的夹紧(clamp-up)负荷的方法。该方法包括获取垫圈,该垫圈包括:圆形基板;圆顶盖,其从圆形基板突出并且在圆顶盖与圆形基板之间形成腔体;以及紧固件孔,其延伸穿过圆顶盖和圆形基板。该方法还包括经由紧固件孔将垫圈滑动到紧固件的柄部上,使得圆顶盖与紧固件接合;将紧固件的柄部插入接头处的通孔中;以及用紧固件将增加的夹持力施加到接头。该方法还包括针对结构构件之间的间隙检查接头,以及当间隙闭合且垫圈的圆顶盖尚未塌缩到腔体中时,确定接头处的夹紧负荷不超过阈值。
- [0020] 在另一个实施例中,该方法还包括当间隙未闭合且垫圈的圆顶盖已经塌缩到腔体中时,确定接头处的夹紧负荷超过阈值。
- [0021] 在另一个实施例中,紧固件包括螺栓和螺母。该方法还包括将螺母拧到螺栓上,以及将增加的扭矩施加到螺母,以将增加的夹持力施加到接头。
- [0022] 在另一个实施例中,结构构件包括复合材料的层。
- [0023] 已经讨论的特征、功能和优点能够在各种实施例中独立地实现,或者可在其他实施例中进行组合,所述实施例的进一步细节能够参考以下描述和附图看出。

附图说明

- [0024] 现仅以举例的方式参照附图描述本发明的一些实施例。在所有附图中,相同的附图标记表示相同的元件或相同类型的元件。
- [0025] 图1-2是在示例性实施例中负荷指示垫圈的透视图。
- [0026] 图3是在示例性实施例中负荷指示垫圈的横截面图。
- [0027] 图4是在示例性实施例中负荷指示垫圈的局部横截面图。
- [0028] 图5是在示例性实施例中负荷指示垫圈的仰视图。
- [0029] 图6是在示例性实施例中圆顶盖塌缩的负荷指示垫圈的横截面图。
- [0030] 图7是在示例性实施例中圆顶盖塌缩的负荷指示垫圈的透视图。
- [0031] 图8-9示出示例性实施例中在紧固件上使用的负荷指示垫圈。
- [0032] 图10是示出在示例性实施例中使用负荷指示垫圈来确定接头处的夹紧负荷的方法的流程图。

具体实施方式

[0033] 附图和以下描述示出具体的示例性实施例。应当理解,本领域技术人员将能够设计虽然在这里没有明确地描述或示出、但是体现这里所描述的原理并且被包括在所附权利要求的预期范围内的各种布置。此外,这里所描述的任何示例旨在帮助理解本公开的原理,并且认为这些示例不是限制性的。因此,本公开不限于以下所描述的具体实施例或示例,而是由权利要求及其等同物限定。

[0034] 图1-2是示例性实施例中负荷指示垫圈100的透视图。垫圈100与紧固件一起使用以将两个或更多个结构构件连接在一起。图1中的垫圈100的顶部部分由圆顶盖102组成,该

顶部部分表示垫圈100的与紧固件(例如,紧固件的头部、紧固件的螺母等)接合的部分。图2中的垫圈100的底部部分限定基板104,该底部部分表示垫圈100的与结构构件、另一个垫圈等的表面接合的部分。垫圈100还包括紧固件孔106,紧固件孔106允许垫圈100滑动到紧固件上。

[0035] 圆顶盖102由从基板104突出并具有圆顶或凸面形状的材料层或壁(例如,金属)组成。基板104由圆形材料层(例如,金属)组成,该圆形材料层可为基本上平面的或平坦的,以将紧固件的负荷分布在结构构件的表面上。圆顶盖102和基板104可整体形成,使得垫圈100具有由金属材料(诸如铝)形成的单体结构。

[0036] 图3是示例性实施例中垫圈100的横截面图。图3是沿着图2的线3-3的横截面。圆顶盖102由从基板104向外突出的凸壁形成。在该实施例中,凸壁从基板104的圆周突出。圆顶盖102的形状在基板104和圆顶盖102之间形成腔体304,腔体304是在基板104和圆顶盖102之间的中空空间或空的空间。当从横截面(即,沿着与基板104的平面正交的平面)观察时,腔体304具有半椭圆形状或平凸形状。

[0037] 图4是示例性实施例中垫圈100的局部横截面图。基板104的厚度为 T_1 ,并且圆顶盖102的厚度为 T_2 。尽管基板104和圆顶盖102的厚度可基于设计选择而变化,但基板104的厚度 T_1 可大于圆顶盖102的厚度 T_2 。这可允许圆顶盖102在基板104之前或代替基板104塑性变形。另外,圆顶盖102的厚度 T_2 可从圆顶盖102从基板104突出的点向紧固件孔106(也参见图3)减小或渐缩。圆顶盖102和基板104之间的界面限定角度 402 。图5是示例性实施例中的垫圈100的仰视图。基板104具有直径 D_1 ,直径 D_1 可基于设计选择根据需要而改变。如图5所示,紧固件孔106可延伸穿过基板104(和圆顶盖102)的中心轴线。

[0038] 垫圈100被设计为使得如果足够高的力通过紧固件施加到圆顶盖102则圆顶盖102塌缩到腔体304中。图6是示例性实施例中圆顶盖102塌缩的垫圈100的横截面图。如在该图中显而易见的,超过圆顶盖102的阈值、屈服强度、压缩强度或弹性极限的力 602 (例如,来自紧固件的夹持力)或负荷将导致圆顶盖102塌缩到腔体304中并塑性变形。该阈值可取决于垫圈100的各种设计特征。例如,该阈值可基于腔体304的半椭圆形横截面的长轴线 310 (参见图3)、腔体304的半椭圆形横截面的短轴线 311 、圆顶盖102的厚度 T_2 以及用于形成垫圈100的材料来确定。该阈值也可基于基板104的厚度 T_1 、基板104的直径 D_1 、圆顶盖102和基板104之间的角度 402 (参见图4)以及可能的其他特征来确定。基板104的圆形直径 D_1 可在几何上与腔体304的半椭圆形横截面的长轴线 310 相关。例如,直径 D_1 可等于腔体304的半椭圆形横截面的长轴线 310 与在圆顶盖102和基板104交点处的厚度 T_1 两倍的总和。图7是示例性实施例中圆顶盖102塌缩的垫圈100的透视图。

[0039] 图8-9示出在示例性实施例中在紧固件上使用的垫圈100。在该实施例中,紧固件802是具有螺母的螺栓,但在其他实施例中,紧固件802可包括另一种类型的紧固件,诸如螺钉、铆钉等。紧固件802用于固定接头813处的结构构件810-812的搭接表面。结构构件810-812可包括由多组分材料(诸如碳纤维增强聚合物(CFRP)材料)形成的复合材料层。可替代地,结构构件810-812可包括正被连接的任何部件、物体、材料等。接头813具有用于紧固件802的通孔817,该通孔817从顶表面815延伸到底表面816。

[0040] 在该实施例中,垫圈100在紧固件802的柄部806上滑动,直到圆顶盖102与紧固件头部804接合。然后紧固件802可被插入接头813的通孔817中,如图8所示,其中垫圈100的基

板104与接头813的顶表面815接触。然后,可将螺母808拧到柄部806的螺纹端上。在接头813处使用的硬件仅仅是一个实施例,因为其他平垫圈或其他硬件可与紧固件802和垫圈100一起使用。

[0041] 垫圈100有利地能够指示接头813处的负荷。紧固件802通过向紧固件头部804或螺母808施加扭矩而被旋紧。施加的扭矩导致紧固件802的旋紧,并产生了压缩结构构件810-812的夹持力。如果由紧固件802产生的夹持力超过圆顶盖102的屈服强度,则圆顶盖102将塌缩到腔体304中并塑性变形(参见图9)。因此,垫圈100可用作感测机构,该感测机构对超过用于垫圈100的几何形状和材料的弹性极限的负荷具有机械响应(即,圆顶盖102的塌缩)。如上所述,垫圈100的设计特征确定圆顶盖102的屈服强度。例如,圆顶盖102的厚度T2和基板104的厚度T1(参见图3)可被选择为满足垫圈100的期望塑性屈服点,该期望塑性屈服点与接头813所需的夹持力对应。圆顶盖102的厚度T2结合基板104的厚度T1和直径D1确定腔体304内的设计角度402(参见图4)和腔体304的所得容积。垫圈100的塑性变形导致对紧固件802不提供额外的预负荷。这是因为一旦晶格结构永久脱位并破坏金属结构内的原子键,自然提供线性相反阻力的储存弹性能量就被释放。这在张力临界接头中能够是有利的,其中额外的预负荷可不利地影响紧固件802或邻接的结构构件810-812的静态和疲劳寿命周期。由于这一点,在变形完成之后,垫圈100能够用作具有给定厚度的标准平垫圈,或者一旦获得的信息用于作出接头813的设计意图的决定,就能够丢弃垫圈100(例如关闭间隙所需的负荷超出公差范围以外)。

[0042] 垫圈100的另一个优点是几何设计使得圆顶盖102的塑性(永久)变形提供了凹陷腔体902以供紧固件头部804驻留。另一个实施例提供了用于防止由于振动引起的螺栓接头的螺纹移动的解决方案,并且在高安全性应用中提供防篡改紧固接头。通过将双组分环氧树脂和硬化剂注入到凹陷腔体902中,硬化的填充物能够防止由于动态加载引起的接头813的松动,并且为了安全应用起见防止将来触及接头。如果紧固件头部804被设计为充分小于凹陷腔体902,则树脂能够完全包封紧固件802,从而防止工具触及紧固件头部804的内部表面和外部表面,这是拆卸接头813所必需的。另外,垫圈100的后力几何形状使得环氧树脂的混合物被很好地容纳,而没有溢出、泄漏或需要额外的容纳设备。

[0043] 垫圈100的一个特定应用是确定接头处的夹紧力/负荷。在接头813处的结构构件810-812的配合表面或搭接表面之间可不存在齐平对准。例如,结构构件810可具有变形(例如,轻微的弯曲或弯折),该变形在结构构件810和结构构件811之间产生间隙820(参见图8)。该间隙820在接头813处产生反作用力或反作用强度,反作用力或反作用强度必须由紧固件802的夹持力克服以桥接间隙820,该夹持力被称为夹紧力或夹紧负荷。夹紧负荷是接头813处的附加的残余负荷,该负荷需要通过紧固件802的夹持力克服,以将结构构件810-812之间的间隙820合并。在生产环境中,对接头813处的该附加负荷施加限制或阈值,使得紧固件802和结构构件810-812不会结构老化,从而导致静态和疲劳强度的损失。因此,可期望知道接头处的夹紧负荷量是否超过阈值。

[0044] 图10是示出在示范性实施例中用垫圈100来确定接头处夹紧负荷的方法1000的流程图。虽然方法1000的步骤将参照图8-9进行描述,但是本领域技术人员将会理解,方法1000可用其他紧固件并对其他接头执行。该流程图的步骤并不包括所有步骤,并且可包括其他未示出的步骤,并且所述步骤可以以可替代顺序执行。

[0045] 方法1000的步骤可由操作者或自动化系统(例如,机器人)在组装由结构构件810-812(例如,复合结构的层)形成的结构(诸如图8-9所示)时执行。方法1000包括获取(步骤1002)如上所述的垫圈100,并将垫圈100滑动(步骤1004)到紧固件的柄部上,使得圆顶盖102与紧固件接合(参见图8)。方法1000还包括将紧固件的柄部插入(步骤1006)接头处的通孔中(参见图8)。如果紧固件是如图8所示的螺栓,则螺母可以拧到螺栓上。方法1000还包括利用紧固件将增加的夹持力施加(步骤1008)到接头813。例如,操作者可以将扭矩施加到紧固件头部或紧固件的螺母。所施加的扭矩导致紧固件的旋紧并在结构构件810-812中产生压缩。方法1000还包括针对结构构件810-812之间的间隙820,检查(步骤1010)接头813。

[0046] 当间隙820闭合且垫圈100的圆顶盖102尚未塌缩到腔体304中时,方法1000还包括确定(步骤1012)接头813处的夹紧力不超过阈值。因为接头813处的夹紧力不超过阈值,所以间隙820不在接头813处增加不可接受的负荷。因此,可验证接头813在可接受的制造公差内。此时,可将额外的扭矩施加到紧固件,直至达到期望的扭矩(通常为紧固件的保证强度的百分比)。该额外的扭矩产生夹持力,该夹持力克服垫圈100的屈服强度,使得垫圈100塌缩,并且垫圈100用作标准平垫圈。可替代地,垫圈100可以在指示夹紧力之后从紧固件移除并被丢弃。

[0047] 当间隙820未闭合且垫圈100的圆顶盖102已经塌缩到腔体304中,方法1000还包括确定(步骤1014)接头813处的夹紧力超过阈值。因为接头813处的夹紧力超过阈值,所以间隙820在接头813处增加了不可接受的负荷量,这可不利地影响接头813的结构完整性。因此,接头813可不在可接受的制造公差内。

[0048] 此外,本公开包括根据以下条款的实施例:

[0049] 条款1.一种装置,其包括:

[0050] 用于紧固件的垫圈,所述垫圈由以下部件组成:

[0051] 圆形基板;

[0052] 圆顶盖,其从所述基板突出;

[0053] 腔体,其在所述圆形基板和所述圆顶盖之间形成;以及

[0054] 紧固件孔,其延伸穿过所述圆形基板和所述圆顶盖。

[0055] 条款2.根据条款1所述的装置,其中:

[0056] 所述垫圈由金属材料形成。

[0057] 条款3.根据条款2所述的装置,其中:

[0058] 所述圆顶盖被配置为在所述紧固件施加的夹持力超过所述圆顶盖的屈服强度时,塌缩到所述腔体中。

[0059] 条款4.根据条款3所述的装置,其中:

[0060] 所述腔体具有半椭圆形横截面。

[0061] 条款5.根据条款4所述的装置,其中:

[0062] 所述圆顶盖的屈服强度基于以下确定:

[0063] 所述腔体的半椭圆形横截面的长轴线;

[0064] 所述腔体的半椭圆形横截面的短轴线;

[0065] 所述圆顶盖的厚度;以及

[0066] 金属材料。

- [0067] 条款6.根据条款1所述的装置,其中:
- [0068] 所述圆形基板的厚度大于所述圆顶盖的厚度。
- [0069] 条款7.根据条款1的所述装置,其中:
- [0070] 所述圆顶盖的厚度从所述圆形基板向所述紧固件孔减小。
- [0071] 条款8.根据条款1所述的装置,其中:
- [0072] 所述紧固件孔的尺寸被设计为在紧固件上滑动。
- [0073] 条款9.一种装置,其包括:
- [0074] 圆顶形垫圈,所述圆顶形垫圈由以下部件组成:
- [0075] 基板,其沿第一平面为圆形的;
- [0076] 凸壁,其从所述基板的圆周向外突出;
- [0077] 腔体,其在所述基板与所述凸壁之间,所述腔体沿着与所述第一平面正交的第二平面具有平凸形状;以及
- [0078] 紧固件孔,其通过所述圆顶形垫圈的中心轴线延伸穿过所述基板和所述凸壁。
- [0079] 条款10.根据条款9所述的装置,其中:
- [0080] 所述圆顶形垫圈由金属材料形成。
- [0081] 条款11.根据条款10所述的装置,其中:
- [0082] 所述凸壁被配置为在紧固件施加的夹持力超过所述凸壁的屈服强度时,塌缩到所述腔体中并塑性变形。
- [0083] 条款12.根据条款9所述的装置,其中:
- [0084] 所述基板的厚度大于所述凸壁的厚度。
- [0085] 条款13.根据条款9所述的装置,其中:
- [0086] 所述凸壁的厚度从所述基板向所述紧固件孔减小。
- [0087] 条款14.根据条款9所述的装置,其中:
- [0088] 所述紧固件孔的尺寸被设计为在紧固件上滑动。
- [0089] 条款15.一种确定结构构件的接头处的夹紧负荷的方法,所述方法包括:
- [0090] 获取垫圈,所述垫圈包括:圆形基板;圆顶盖,其从圆形基板突出并且在圆顶盖与圆形基板之间形成腔体;以及紧固件孔,其延伸穿过圆顶盖和圆形基板;
- [0091] 经由所述紧固件孔将所述垫圈滑动到紧固件的柄部上,使得所述圆顶盖与所述紧固件接合;
- [0092] 将所述紧固件的柄部插入接头处的通孔中;
- [0093] 用所述紧固件将增加的夹持力施加到接头;
- [0094] 针对所述结构构件之间的间隙检查接头;以及
- [0095] 当所述间隙闭合且所述垫圈的圆顶盖尚未塌缩到所述腔体中时,确定接头处的夹紧负荷不超过阈值。
- [0096] 条款16.根据条款15所述的方法,还包括:
- [0097] 当所述间隙未闭合且所述垫圈的圆顶盖已经塌缩到所述腔体中时,确定接头处的夹紧负荷超过阈值。
- [0098] 条款17.根据条款15所述的方法,其中所述紧固件包括螺栓和螺母,并且还包括:
- [0099] 将所述螺母拧到所述螺栓上;以及

[0100] 将增加的扭矩施加到所述螺母,以将增加的夹持力施加到接头。

[0101] 条款18.根据条款15所述的方法,其中:

[0102] 所述结构构件包括复合材料的层。

[0103] 尽管在此描述了具体实施例,但是范围不限于这些具体实施例。相反,所述范围由所附权利要求及其等同物限定。

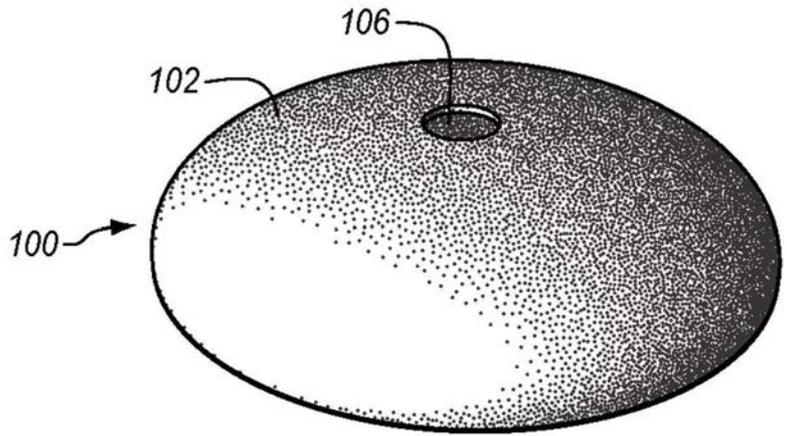


图1

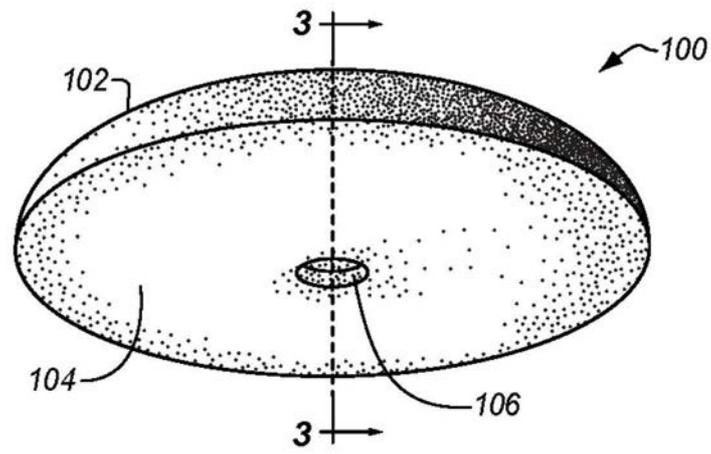


图2

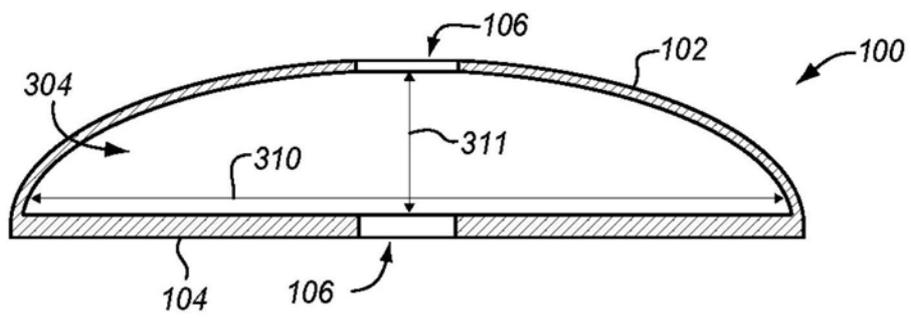


图3

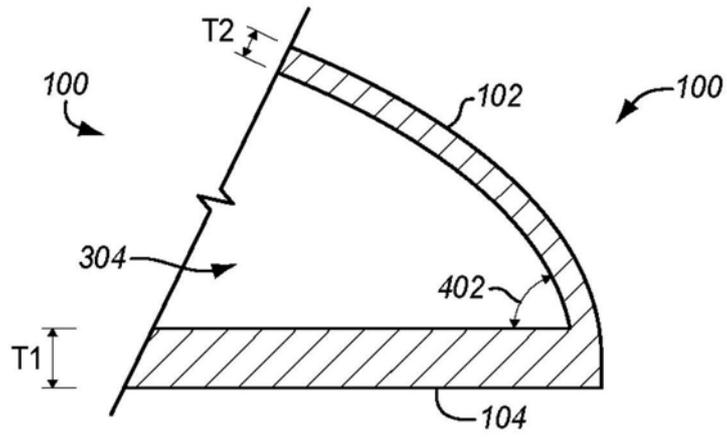


图4

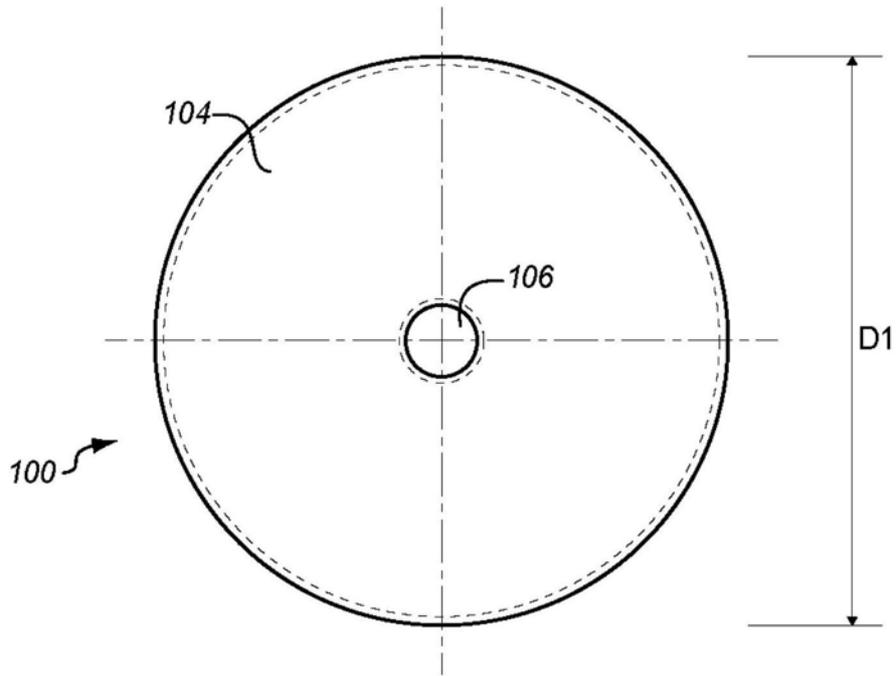


图5

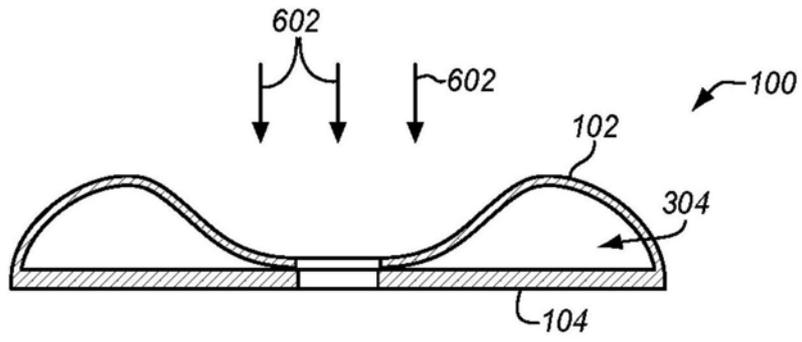


图6

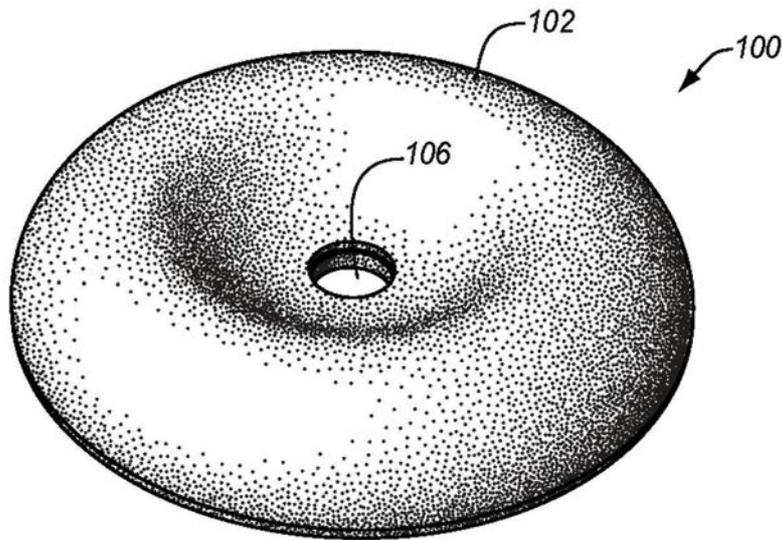


图7

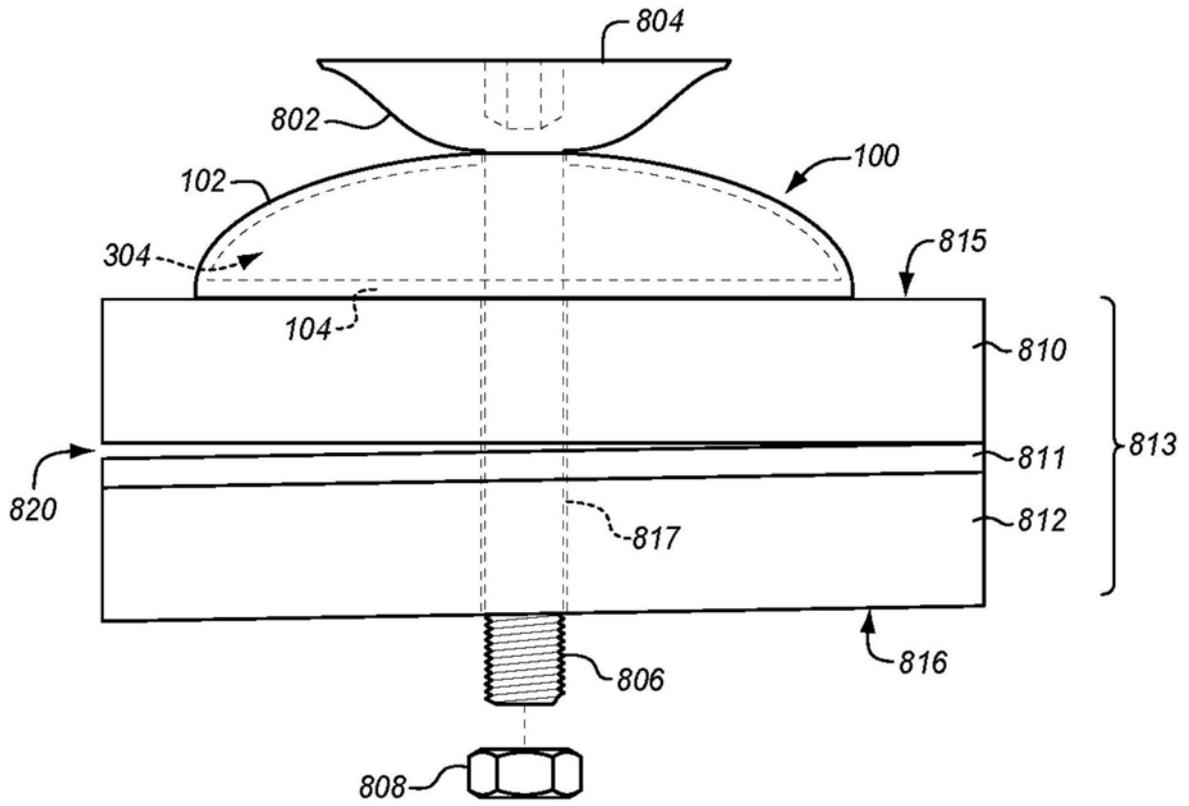


图8

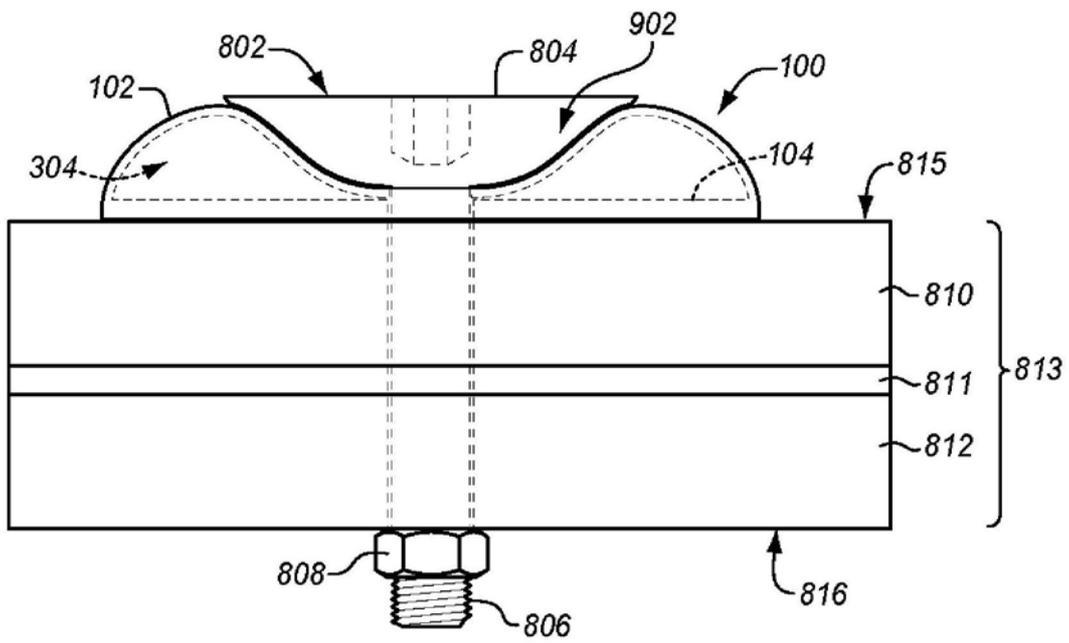


图9

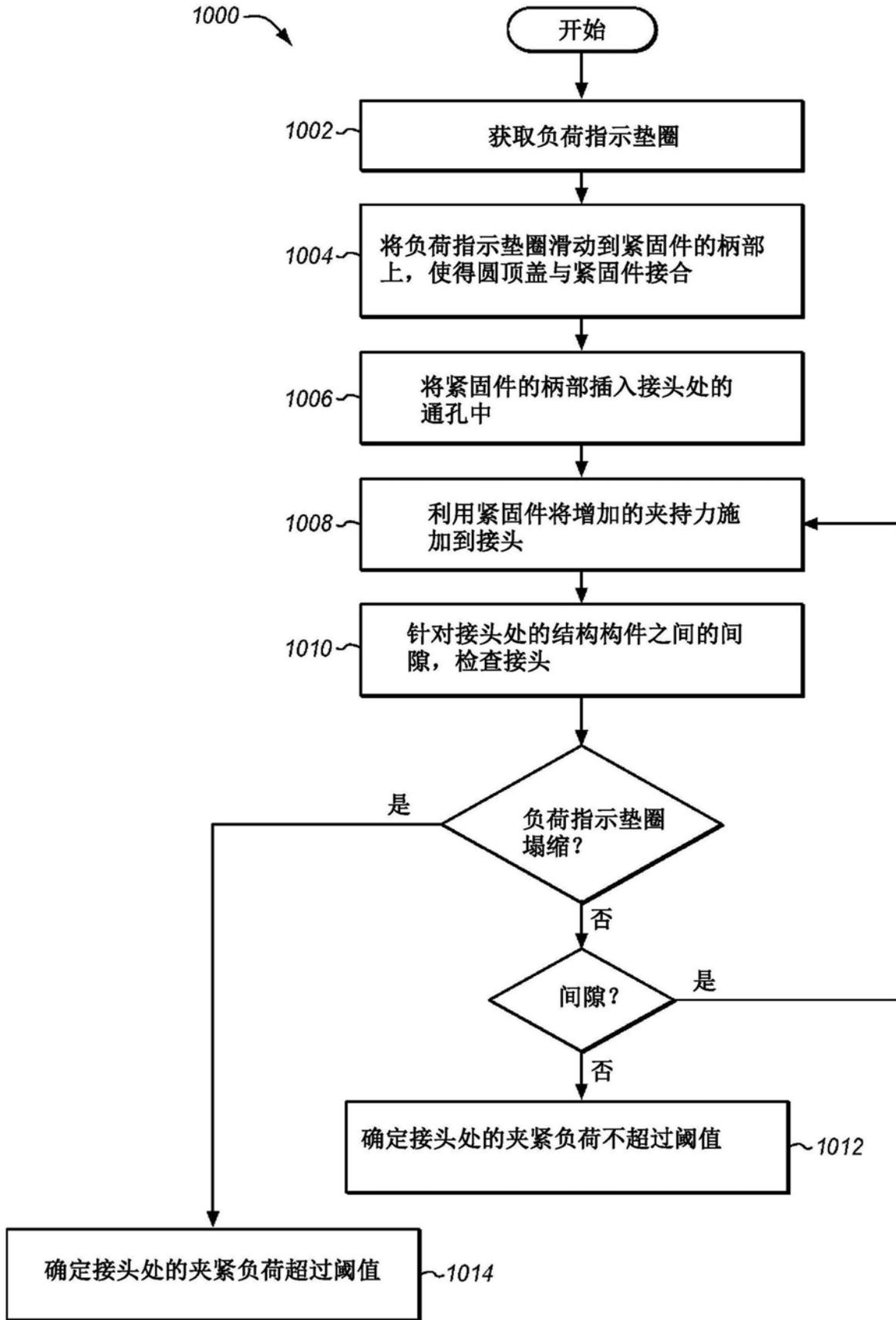


图10