(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104050983 B
(45)授权公告日 2018.02.27

(21)申请号 201410087899.5

(22)申请日 2014.03.11

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104050983 A

(43)申请公布日 2014.09.17

(30)优先权数据
13/796,767 2013.03.12 US

(73)专利权人 希捷科技有限公司
地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 P·阿帕里曼 S·奥纳撒考恩 J·芭润翁塔里

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100
代理人 顾峻峰

(51)Int.Cl.
G11B 5/58(2006.01)

(56)对比文件
US 6128164 A,2000.10.03,第6栏第1-59行,图6、9-12、14.
CN 12820160 C,2006.10.25,全文.

审查员 罗婷

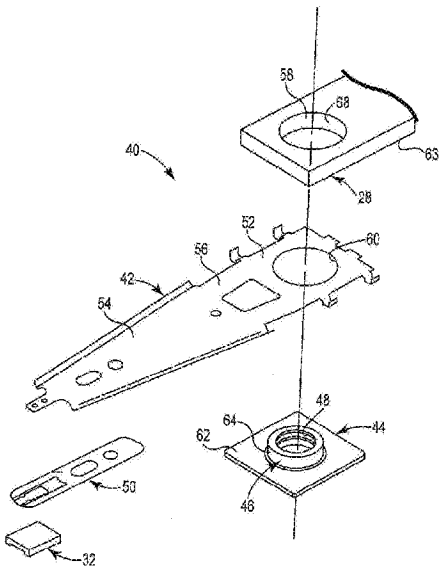
权利要求书2页 说明书7页 附图11页

(54)发明名称

用于凸台塔状结构啮合的非圆形特征

(57)摘要

一种磁头堆叠组件包括:致动臂,其上具有孔;磁头悬架组件,其包括负载杆,负载杆具有带有孔的安装区域;以及适于连接所述磁头悬架组件和所述致动臂的底座,所述底座包括具有外表面和锻造孔的凸台塔状结构。致动臂孔、凸台塔状结构外表面、或所述锻造孔中的一个是非圆形的,以在凸台塔状结构和致动臂孔之间提供沿侧倾方向比俯仰方向更大的压缩。还提供制造凸台塔状结构的方法。



CN 104050983 B

1.一种磁头堆叠组件,所述磁头堆叠组件包括:

致动臂,其上具有孔;

磁头悬架组件,其包括负载杆,负载杆具有带有孔的安装区域;以及

适于连接所述磁头悬架组件和所述致动臂的底座,所述底座包括具有外表面和锻造孔的凸台塔状结构,

其中,所述致动臂孔和所述凸台塔状结构外表面中的至少一个是非圆形的,以产生俯仰和侧倾方向的不均衡压力。

2.根据权利要求1所述的磁头堆叠组件,其特征在于:所述致动臂孔、所述凸台塔状结构外表面、或所述锻造孔中的一个是椭圆形或卵形的。

3.根据权利要求2所述的磁头堆叠组件,其特征在于:所述致动臂孔、所述凸台塔状结构外表面、或所述锻造孔中的一个是长轴与短轴之比在1.0047:1到1.0429:1范围内的椭圆形或卵形。

4.根据权利要求2所述的磁头堆叠组件,其特征在于:磁头堆叠组件具有纵向和横向,所述致动臂孔是长轴沿所述纵向延伸的椭圆形或卵形。

5.根据权利要求2所述的磁头堆叠组件,其特征在于:磁头堆叠组件具有纵向和横向,所述锻造孔是长轴沿所述纵向延伸的椭圆形或卵形。

6.根据权利要求2所述的磁头堆叠组件,其特征在于:所述磁头堆叠组件具有纵向和横向,所述凸台塔状结构外表面是长轴沿所述横向延伸的椭圆形。

7.根据权利要求1所述的磁头堆叠组件,其特征在于:磁头堆叠组件具有穿过所述锻造孔的纵轴线和横轴线,所述非圆形致动臂孔、所述凸台塔状结构外表面、或所述锻造孔围绕所述纵轴线对称。

8.根据权利要求1所述的磁头堆叠组件,其特征在于:磁头堆叠组件具有穿过所述锻造孔的纵轴线和横轴线,所述非圆形致动臂孔、所述凸台塔状结构外表面、或所述锻造孔围绕所述横轴线对称。

9.根据权利要求1所述的磁头堆叠组件,其特征在于:磁头堆叠组件具有穿过所述锻造孔的纵轴线和横轴线,所述非圆形致动臂孔、所述凸台塔状结构外表面、或所述锻造孔同时围绕所述纵轴线和所述横轴线对称。

10.根据权利要求1所述的磁头堆叠组件,其特征在于,所述锻造孔为非圆形的。

11.一种具有侧倾方向和俯仰方向的磁头堆叠组件,所述组件包括:

致动臂,其上具有孔;

磁头悬架组件,其包括负载杆,负载杆具有其上带有孔的安装区域;以及

适于连接所述磁头悬架组件和所述致动臂的底座,所述底座包括具有外表面和锻造孔的凸台塔状结构,

所述致动臂、负载杆和底座通过所述致动臂孔和所述安装区域孔与所述凸台塔状结构对齐和锻造,在所述凸台塔状结构和致动臂孔之间沿侧倾方向比俯仰方向的压缩更大,

其中,所述致动臂孔、所述凸台塔状结构外表面、或所述锻造孔中的一个是椭圆形或卵形的并具有沿所述俯仰方向的长轴,以产生俯仰和侧倾方向的不均衡压力。

12.根据权利要求11所述的磁头堆叠组件,其特征在于:所述致动臂孔、所述凸台塔状结构外表面、或所述锻造孔中的一个是长轴与短轴之比在1.0047:1到1.0429:1范围内的椭

圆形或卵形。

13.根据权利要求11所述的磁头堆叠组件，其特征在于：磁头堆叠组件具有纵向和横向，所述致动臂孔是长轴沿所述俯仰方向延伸的椭圆形或卵形。

14.根据权利要求11所述的磁头堆叠组件，其特征在于：磁头堆叠组件具有纵向和横向，所述锻造孔是长轴沿所述侧倾方向延伸的椭圆形或卵形。

15.根据权利要求11所述的磁头堆叠组件，其特征在于：磁头堆叠组件具有纵向和横向，所述凸台塔状结构外表面是长轴沿所述侧倾方向延伸的椭圆形或卵形。

16.一种在磁盘驱动器中将磁头悬架锻造到致动臂的方法，所述方法包括：

提供磁头悬架组件，其包括负载杆，负载杆具有带有孔的安装区域，提供具有孔的致动臂，以及提供包括具有外表面的凸台塔状结构和具有内表面的锻造孔的底座，其中，所述致动臂孔和凸台塔状结构外表面中的至少一个是非圆形的，以产生俯仰和侧倾方向的不均衡压力；

使所述安装区域中的孔定位成与所述致动臂中的孔同心；

将所述凸台塔状结构插入安装区域和所述致动臂的孔，从而使所述安装区域定位在所述致动臂和所述底座之间；以及

将锻造滚珠插入所述锻造孔。

用于凸台塔状结构啮合的非圆形特征

背景技术

[0001] 硬盘驱动系统(HDD)通常包括一个或多个数据存储磁盘。由滑块承载的磁头用于从磁盘上的数据磁道读取数据和向数据磁道写入数据。滑块是由包括致动臂和悬架组件的臂组件来承载的。

[0002] 锻造工艺是用于连接悬架组件和致动臂的常用材料处理加工技术。悬架组件包括构造成装配在致动臂中的孔内的凸台塔状结构。当把锻造滚珠穿过装配在臂孔中的凸台塔状结构时，凸台塔状结构扩张，接触孔表面并产生使悬架组件和致动臂连接的摩擦啮合。

发明内容

[0003] 本发明一个特定实施例是一种磁头堆叠组件，所述磁头堆叠组件包括：致动臂，其上具有孔；磁头悬架组件，其包括负载杆，负载杆具有带有孔的安装区域；以及适于连接所述磁头悬架组件和所述致动臂的底座，所述底座包括具有外表面和锻造孔的凸台塔状结构，其中，所述致动臂孔、所述凸台塔状结构外表面、或所述锻造孔中的一个是非圆形的。

[0004] 阅读下列详细说明书将理解这些和各种其他特征和优势。

附图说明

[0005] 结合附图，考虑到下列本发明的各种实施例的详细说明书将更全面地理解本发明，在附图中：

[0006] 图1是示例性硬盘驱动(HDD)系统的透视图。

[0007] 图2是分解的磁头堆叠组件的透视图。

[0008] 图3是在锻造之前的底座、负载杆和致动臂的侧视图。

[0009] 图4是底座、负载杆、和致动臂的俯视图。

[0010] 图5是根据本发明的实施例的底座和致动臂的俯视图。

[0011] 图6是根据本发明的另一实施例的底座和致动臂的俯视图。

[0012] 图7是根据本发明的另一实施例的底座和致动臂的俯视图。

[0013] 图8A到图8H是根据本发明的底座的各种实施例的俯视图。

[0014] 图9A到图9I是根据本发明的致动臂的各种实施例的俯视图。

[0015] 图10A到图10B是根据本发明的底座的各种实施例的俯视图。

[0016] 图11A到图11C是“本质上圆形”形状的实例。

具体实施方式

[0017] 本发明涉及硬盘驱动器。更具体地，本发明提供通过锻造工艺附接至致动臂的磁头万向组件。仅仅通过实例，本发明应用于硬盘设备，但是将认识到，本发明具有更广的适用性。

[0018] 锻造过程是用于连接各种元件的材料处理加工技术；对于硬盘设备，锻造通常用于形成磁头堆叠组件。在处理加工过程中，凸台塔状结构扩张以联接磁头万向组件的负载

杆和致动臂或E-块。根据本发明，磁头堆叠组件啮合表面(如，凸台塔状结构的外表面、凸台塔状结的构锻造孔、或致动臂孔)中的至少一个是非圆形的。通过产生俯仰和侧倾(pitch and roll)方向的不均衡压力，非圆形啮合表面可降低当锻造圆形啮合表面时通常经历的致动臂的扭曲和弯曲。结果是由于致动臂的扭曲减少(如，向上或向下弯曲)使磁头堆叠组件的总体质量得到提高。

[0019] 在下面的描述中，参考构成描述的一部分的附图，其中附图仅仅通过实例示出至少一个具体实施例。下面的描述提供额外的具体实施例。理解的是，在不偏离本发明的保护范围或精神的情况下，可以考虑其他实施例。因此，下面的详细说明不限于有限意义。尽管本发明不受限制，但是通过讨论以下提供的实例将理解本发明的各个方面。

[0020] 本文中使用的单数形式“一”、“一个”、和“该”涵盖具有复数参照物的实施例，除非该内容清楚地表示其他意义。在本说明书和相关权利要求中使用的术语“或”一般应用于包括“和/或”的意义，除非该内容清楚地表示其他意义。

[0021] 图1是示例性硬盘驱动(HDD)系统20的透视图，该示例性硬盘驱动系统包括构造成围绕轴线24旋转的至少一个磁存储磁盘22、驱动马达26(如，音圈马达)、致动臂28、包括负载杆的悬架组件30、以及承载转换和/或读/写磁头(未示出)的滑块32。滑块32由悬架组件30支承，悬架组件30又由致动臂28支承。致动臂28、悬架组件30、和滑块32一起构成磁头堆叠组件(HSA)。驱动马达26构造成使致动臂28围绕轴线34枢转，从而使悬架30和滑块32横贯旋转磁盘22的表面以弧形扫过，滑块32在气垫(通常称为空气轴承)上“滑过”或“飞过”磁盘22。可以通过在图1中不可见的压电型微致动器相对于磁盘22的所选同心数据磁道36来定位由滑块32承载的读/写磁头。应当注意的是，可以为共同旋转的磁盘22的堆叠配备额外的致动臂28、悬架组件30和承载着用于在堆叠中的每个磁盘22的顶面和底面读取和写入的读/写磁头的滑块32。具有多个致动臂28、悬架组件30和滑块32的结构通常称为E-块。

[0022] 本发明提供用于生成HDD系统20的磁头堆叠组件(HSA)的附接系统；也就是，本发明提供用于将构成HSA的各种元件附接在一起的系统。

[0023] 图2是包括负载杆42、致动臂28、底座44和凸台塔状结构46的磁头堆叠组件(HSA)40的等距分解图。在所示实施例中，HSA40包括挠曲件50，承载转换或读/写磁头的滑块32固定于该挠曲件50；挠曲件50可以通过任何传统机构附接至负载杆42或可以与负载杆42集成为整体。在某些实施例中，负载杆42、挠曲件50和滑块32被统称为磁头悬架组件。挠曲件50允许滑块32和读/写磁头在磁盘22的数据磁道36移动时作俯仰和侧倾运动(图1)。

[0024] 负载杆42包括在近端的安装区域52、邻近远端的刚性区域54、以及在安装区域52和刚性区域54之间的弹性区域56。在安装区域52内有孔60。弹性区域56是相对弹性的，并在负载杆的远侧末端提供向下的偏置力以将带有读/写磁头的滑块32保持成一个旋转的磁盘附近，与由磁盘上方的空气垫产生的向上的力相对。HAS40通常通过致动臂28联接至驱动马达26(图1)，致动臂附连至负载杆42的安装区域52。

[0025] 采用锻造型附连将负载杆42(在安装区域52)联接至致动臂28。致动臂28的孔58和负载杆42的孔60的形状和尺寸为能接收底座44的凸台塔状结构46从中穿过。凸台塔状结构46具有外表面64和穿过凸台塔状结构46和底座44的锻造孔或穿孔48。在某些实施例中，外表面64的整个高度垂直于使凸台塔状结构46从其延伸的底座。

[0026] 为了将负载杆42锻接至致动臂28，致动臂28、负载杆42和底座44都与插入负载杆

孔60和致动臂孔58的凸台塔状结构46对齐。如图3中所示，安装区域52夹在底座44(具体地，底座44的表面62)和致动臂28(具体地，臂28的表面63)中间。凸台塔状结构46的外表面64的尺寸为能装配到致动臂28的孔58的内表面68。外表面64通常邻接内表面68，尽管在锻造之前的啮合量会改变。

[0027] 然后迫使一个或多个锻造滚珠70(图3)穿过锻造孔48，以将凸台塔状结构46扩张到致动臂孔58中。该扩张导致在凸台塔状结构46的外表面64和致动臂孔58的内表面68之间产生摩擦附连接口。在某些实施例中，摩擦附连还可以出现在负载杆孔60中。

[0028] 当穿过锻造孔48和孔58、60时，锻造滚珠70通常啮合锻造孔48的内表面(是凸台塔状结构46的内表面)，产生朝着该表面向外指向的力并使凸台塔状结构46变形，因此使外表面64摩擦啮合臂孔58的内表面68。如果锻造孔48和锻造滚珠70是对称的，那么力将同心地向外辐射。然后，随后可用更大直径的锻造滚珠70进一步扩张凸台塔状结构46，并增加在表面64和表面68之间的啮合。

[0029] 图4示出HSA40的一部分的放大视图，其具有通过底座44的凸台塔状结构46连接至负载杆42的致动臂28。如图4中所示，组件40具有朝着纵向x的轴线(称为x轴线)和朝着横向y的轴线(称为y轴线)，两轴线在锻造孔48和凸台塔状结构46的中心相交。

[0030] 根据本发明，构成在凸台塔状结构(如，凸台塔状结构48)和致动臂(如，致动臂28)之间的锻造摩擦配合的表面是不同的；也就是说，在锻造之前，凸台塔状结构或致动臂的一个表面不是圆形的。例如，凸台塔状结构的外表面(如，表面64)可以是非圆形的，臂孔的内表面(如，内表面68)可以是圆形的。另一个实例是使凸台塔状结构锻造孔表面(如，孔48)为非圆形的并使臂孔内表面(如，内表面68)为圆形的。凸台塔状结构外表面(如，表面64)可以具有与锻造孔(如，锻造孔48)相同或不同的形状；即，它们可以都是非圆形的或只有其中之一是非圆形的。举不同形状接触表面的另一实例来说，臂孔的内表面(如，内表面68)可以是非圆形的，而凸台塔状结构外表面(如，表面64)可以是圆形的。选择两个表面形状以降低凸台塔状结构和臂孔的干涉，这将导致在朝着俯仰方向(如，x方向)和侧倾方向(如，y方向)锻造期间和之后出现不均衡的压力。

[0031] 图5到图7示出悬架组件或悬架组件的一部分的三个实施例，其使得构成锻造摩擦配合的各表面之一是非圆形的。在每个实施例中，当俯视看去，非圆形表面是椭圆形的，导致当锻造时朝着臂的纵向(x方向)的压缩减小。

[0032] 在图5中，致动臂128上具有圆形孔158，底座144的凸台塔状结构146插入该圆形孔158中。凸台塔状结构146具有圆形锻造孔148和非圆形外表面164。外表面164为椭圆形或卵形，形状的长轴朝着y方向横向延伸。因此，围绕凸台塔状结构146在锻造孔148的壁和外表面164之间具有变化的厚度。

[0033] 在图6中，致动臂228上具有非圆形孔258，底座244的凸台塔状结构246插入该非圆形孔258中。凸台塔状结构246具有圆形锻造孔248和圆形外表面264，因此，凸台塔状结构246的围绕凸台塔状结构的壁厚是恒定的。孔258具有椭圆形或卵形形状，形状的长轴朝着x方向纵向延伸。

[0034] 在图7中，致动臂328上具有圆形孔358，底座344的凸台塔状结构346插入该圆形孔358中。凸台塔状结构346具有圆形外表面364和非圆形锻造孔348。锻造孔348具有椭圆形或卵形形状，该形状的长轴朝着x方向纵向延伸。如图5中所示，在锻造孔348和外表面364之间

的壁具有变化的厚度。

[0035] 图中未示出但是可选的合适构造将是凸台塔状结构具有非圆形锻造孔(如,椭圆形或卵形)和相对应的非圆形外表面,因此,凸台塔状结构的壁厚是恒定的。非圆形凸台塔状结构的长轴朝着y方向横向延伸。该凸台塔状结构将与致动臂中的圆形孔一起使用。

[0036] 选择凸台塔状结构锻造孔、凸台塔状结构外表面或致动臂孔中的任一种非圆形结构,以提供凸台塔状结构和致动臂孔的非对称啮合,导致产生朝着俯仰方向(在图5到图7中纵向或x方向)和侧倾方向(在图5到图7中横向或y方向)的不均衡压力。尽管优选的非圆形形状是椭圆形或卵形形状,但是可以使用其他非圆形形状、对称和非对称形状、规则和不规则形状。图8A到图8H、图9A到图9I、以及图10A和图10B示出凸台塔状结构啮合表面的各种可选的非圆形形状。

[0037] 图8A到图8H示出凸台塔状结构的外表面的八个不同的适用形状。每个附图中出现下列元件:致动臂444、凸台塔状结构446、凸台塔状结构中的锻造孔448、和凸台塔状结构的外表面464。这些元件在不同附图中通过数字之后的字母指示标区分开来;例如,在图8A中,表示元件的每个数字以"A"结束,在图8B中表示元件的每个数字以"B"结束,等等,然而,除了在这些附图中,锻造孔448总是相同的,因此不包括字母指示标。当并入磁头堆叠组件(如,图2和图4的HSA40)时,这些所示的凸台塔状结构形状包括朝着臂纵向和臂横向都对称、朝着臂纵向对称和朝着臂横向不对称、朝着臂横向对称和朝着臂纵向不对称、以及朝着臂纵向和臂横向都不对称的形状。

[0038] 现在参考附图8A到图8H,每个附图示出具有带圆形锻造孔448和非圆形外表面464A-H的凸台塔状结构446A-H的底座444A-H,导致围绕凸台塔状结构的壁具有不恒定的厚度。图8A、图8B、和图8C示出凸台塔状结构啮合表面的实例,它们相对于通过底座锻造孔的纵轴线和底座将要并入其中的最终悬架组件是对称的。

[0039] 具体地,图8A示出具有带圆形锻造孔448和非圆形外表面464A的凸台塔状结构的底座444A;在该实施例中,表面部分465A具有为外表面464A提供非圆形形状的弧形轮廓。表面部分465A占据大约三分之一最远端外表面464A,并由不同于其他三分之二外表面464A半径的半径限定。在表面部分465A的凸台塔状结构446A具有的厚度小于其他三分之二凸台塔状结构446A的厚度。更薄部分的凸台塔状结构446A(在表面部分465A处)围绕底座444A的纵向以及其将要并入其中的最终悬架组件是对称的。相似地,图8B示出具有带圆形锻造孔448和非圆形外表面464B的凸台塔状结构446B的底座444B;在该实施例中,弧形表面部分465B为外表面464B提供非圆形形状。表面部分465B占据近似三分之一最近端外表面464B,并由不同于其他三分之二外表面464B的半径的半径限定。在表面部分465B的凸台塔状结构446B的厚度小于其他三分之二凸台塔状结构446B的厚度。凸台塔状结构446B的更薄部分(在表面部分465B处)围绕底座444B的纵向以及其将要并入其中的最终悬架组件是对称的。作为两个先前实例的累加,图8C示出具有带非圆形外表面464C的凸台塔状结构446C的底座444C;在该实施例中,两个弧形表面部分465C和465C'为外表面464C提供非圆形形状。表面部分465C占据近似三分之一最远端外表面464C,而表面部分465C'占据近似三分之一最近端外表面464C。表面部分465C、465C'都由不同于其他三分之一外表面464C的半径的半径限定。在表面部分465C、465C'的凸台塔状结构具有的厚度小于其他三分之一凸台塔状结构446C的厚度。凸台塔状结构446C的更薄部分围绕底座444C的纵向以及其将要并入其中的最

终悬架组件是对称的，并且在底座444C的横向上围绕锻造孔448的中心以及其将要并入其中的最终悬架组件对称。在所有附图8A、图8B、和图8C中，当与致动臂孔合并和锻造时，由于非圆形凸台塔状结构纵向或侧倾方向的压缩将减小。

[0040] 图8D、图8E、和图8F示出凸台塔状结构啮合表面的实例，它们相对于通过底座锻造孔的横轴线和底座将要并入其中的最终悬架组件是对称的。此外，图8F示出也围绕纵轴线对称的示例性底座。

[0041] 图8D示出具有带圆形锻造孔448和非圆形外表面464D的凸台塔状结构446D的底座444D；在该实施例中，表面部分465D具有为外表面464D提供非圆形形状的弧形轮廓。表面部分465D占据近似三分之一外表面464D，并由不同于其他三分之二外表面464D的半径的半径限定。在表面部分465D的凸台塔状结构446D具有的厚度小于其他三分之二凸台塔状结构446D的厚度。更薄部分的凸台塔状结构446D(在表面部分465D处)围绕通过锻造孔448的中心的横轴线对称。图8E示出图8D的镜像，具有带圆形锻造孔448和非圆形外表面464E的凸台塔状结构446E的底座444E；在该实施例中，弧形表面部分465E占据近似三分之一凸台塔状结构446E，导致厚度小于其他三分之二凸台塔状结构446E的厚度。凸台塔状结构446E的更薄部分围绕通过锻造孔448的中心的横轴线对称。图8F是两个先前实例的累加，示出具有带圆形锻造孔448和非圆形外表面464F的凸台塔状结构446F的底座444F；在该实施例中，两个弧形表面部分465F和465F’为外表面464F提供非圆形形状。表面部分465F占据外表面464F的近似三分之一，表面部分465F’占据外表面464F的另外近似三分之一。表面部分465F、465F’都由不同于其他三分之一外表面464F半径的半径限定。在表面部分465F、465F’的凸台塔状结构446F具有的厚度小于其他三分之一凸台塔状结构446F的厚度。凸台塔状结构446F的更薄部分围绕纵向以及其将要并入其中的最终悬架组件是对称的，并在横向围绕锻造孔448的中心对称。在所有附图8D、8E、和8F中，当与致动臂孔合并和锻造时，由于有非圆形凸台塔状结构，使朝着横向或侧倾方向的压缩将减少。

[0042] 图8G是图8C和图8F的累加，图8C和图8F朝着横向和纵向都对称。具体地，图8G示出具有带圆形锻造孔448和非圆形外表面464G的凸台塔状结构446G的底座444G；在该实施例中，外表面464G的所有部分都不是圆形的，外表面464G是由四个弧形段构成的。凸台塔状结构446G围绕纵向以及其将要并入其中的最终悬架组件是对称的，，并在横向围绕锻造孔448的中心对称。

[0043] 图8H与图8G相似，区别在于，底座444H具有带圆形锻造孔448和外表面464H的凸台塔状结构446H，其中外表面464H的所有部分都不是圆形的，外表面464H是由三个弧形段构成的。如图所示，凸台塔状结构446H围绕通过锻造孔448的中心的横轴线对称。形成外表面464H的三个弧形段可以交替地构造成，使得凸台塔状结构围绕纵轴线对称或同时围绕横轴线和纵轴线不对称。

[0044] 先前的实例(图8A到图8H)示出具有非圆形凸台塔状结构外表面的实施例。如上所述，非圆形形状可以在任何啮合表面，(如，凸台塔状结构外表面、凸台塔状结构锻造孔、或致动臂孔)。以下实例图9A到图9I示出具有非圆形孔458A-I的致动臂428A-I。图9A和图9B示出相对于通过致动臂的纵轴线以及致动臂将并入其中的结果悬架组件对称的凸台塔状结构啮合表面(具体地，致动臂孔)的实例。图9D和图9E示出相对于通过致动臂孔的横轴线对称的凸台塔状结构啮合表面(具体地，致动臂孔)。图9C、图9F、和图9G都是围绕通过致动臂

的纵轴线和通过致动臂孔的横轴线对称的凸台塔状结构啮合表面(具体地,致动臂孔)的实例。

[0045] 具体地,图9A示出具有非圆形孔458A的致动臂428A;在该实施例中,孔458A的一部分455A具有为孔458A提供非圆形的弧形轮廓。部分455A占据孔458A近端侧的近似三分之一,并由不同于其他三分之二孔458A的半径的半径限定。孔458A围绕致动臂428A的纵向以及其将要并入的最终悬架组件是对称的。相似地,图9B示出具有非圆形孔458B的致动臂428B;在该实施例中,孔458B的一部分455B具有为孔458B提供非圆形的弧形轮廓。部分455B占据孔458B远端侧的近似三分之一,并由不同于其他三分之二孔458B的半径的半径限定。孔458B围绕致动臂428B的纵向以及其将要并入的最终悬架组件是对称的。作为两个先前实例的积加,图9C示出具有非圆形孔458C的致动臂428C;在该实施例中,两个弧形表面部分455C和455C'为孔458C提供非圆形。部分455C占据近似三分之一近端侧孔458C,455C'占据近似三分之一远端侧孔458C。部分455C和455C'都由不同于其他三分之一孔458C的半径的半径限定。孔458C围绕致动臂428C的纵向以及其将要并入的最终悬架组件是对称的,并且在横向上围绕孔458C的中心对称。

[0046] 转向图9D,图9D示出具有非圆形孔458D的致动臂428D;在该实施例中,孔458D的一部分455D具有为孔458D提供非圆形的弧形轮廓。部分455D占据近似三分之一孔458D,并由不同于其他三分之二孔458D的半径的半径限定。孔458D围绕穿过孔458D的中心的横轴线对称。相似地,图9E示出具有非圆形孔458E的致动臂428E;在该实施例中,孔458E的一部分455E具有为孔458E提供非圆形的弧形轮廓。部分455E占据近似三分之一孔458E,并由不同于其他三分之二孔458B的半径的半径限定。孔458E围绕穿过孔458E的横轴线对称。作为两个先前实例的累加,图9F示出具有非圆形孔458F的致动臂428F;在该实施例中,两个弧形表面部分455F和455F'为孔458F提供非圆形。部分455F占据孔458F第一侧的近似三分之一,455F'占据孔458F第二侧的近似三分之一。部分455F和455F'都由不同于其他三分之一孔458F的半径的半径限定。孔458F围绕致动臂428F的纵向以及其将要并入的最终悬架组件是对称的,并且在横向上也围绕孔458F的中心对称。

[0047] 图9G是图9C和图9F的累加,图9C和图9F朝着横向和纵向都对称。具体地,图9G示出具有非圆形孔458G的致动臂428G;在该实施例中,孔458G的所有部分都不是圆形的,孔458G是由四个弧形段形成的。孔458G围绕纵向以及其将要并入的最终悬架组件是对称的,并且在横向上围绕孔458G的中心对称。

[0048] 图9H与图9G相似,区别在于,臂428H的孔458H没有圆形部分,而是由三个弧形段构成的。如图所示,孔458H既不关于纵轴线对称也不关于横轴线对称。构成孔458H的三个弧形段可以交替地构造,使凸台塔状结构围绕纵轴线对称、围绕横轴线对称、或围绕纵轴线和横轴线两者对称。

[0049] 图9I示出围绕通过致动臂的纵轴线以及其将要并入的最终悬架组件对称的凸台塔状结构啮合表面(具体地,致动臂孔)的另一实例。在图9I中,致动臂428I具有为孔458I提供非圆形的两个弧形轮廓部分455I、455I'。

[0050] 先前的实例(图9A到图9I)已经示出具有非圆形致动臂孔的实施例。如上所述,本发明包括在任何磁头堆叠组件啮合表面(如,凸台塔状结构外表面、凸台塔状结构锻造孔、或致动臂孔)中的非圆形形状。以下实例图10A和图10B示出非圆形锻造孔。

[0051] 图10A示出具有带非圆形锻造孔548A和圆形外表面564A的凸台塔状结构546A的底座544A；在该实施例中，锻造孔548A具有朝着纵向更长尺寸的拉长形状(例如，椭圆形或卵形)。凸台塔状结构546A具有不同厚度，朝着纵向的厚度更薄。当与圆形致动臂孔合并时，朝着横向或侧倾方向的压缩增加。图10B示出具有带非圆形锻造孔548B和圆形外表面564B的凸台塔状结构546B的底座544B；在该实施例中，锻造孔548B具有朝着横向更长尺寸的拉长形状(如，椭圆形或卵形)。凸台塔状结构546B具有不同厚度，朝着横向的厚度更薄。当与圆形致动臂孔合并时，朝着纵向或俯仰方向的压缩增加。

[0052] 如上多次所述，至少一个磁头堆叠组件啮合表面是非圆形的，以上已经提供各种非圆形磁头堆叠组件啮合表面。这些形状可以是规则的、不规则的、对称的或非对称的。优选地，形状由弧形段限定，但在某些实施例中可以出现直线和/或锐角(例如，尽管不是优选的，但是非圆形形状可以是正方形或矩形等)。为了本发明的目的，将“本质上是圆形(circular-in-nature)”的形状看成是“圆形”，而不是非圆形。在图11A到图11C中提供“本质上是圆形”但不是真正圆形形状的实例。尽管每个形状具有从真正圆形中去除该形状的次要特征，但是主要形状是圆形，因此“本质上是圆形”。

[0053] 对于椭圆形或卵形形状，优选的长轴与短轴之比的范围大约在1.001:1到1.1:1之间；在某些实施例中，该比率范围在1.0047:1到1.0429:1是优选的。

[0054] 在任何磁头堆叠组件啮合表面(如，凸台塔状结构外表面、凸台塔状结构锻造孔、或致动臂孔)中本质上非圆形的非圆形形状提供凸台塔状结构和致动臂孔的非对称啮合，这导致朝着俯仰方向(纵向)和侧倾方向(横向)产生不均衡压力。在某些实施例中，优选的是，朝着侧倾方向比俯仰方向具有更大的压力。

[0055] 以上讨论和各种示例涉及在锻造工艺之前的非圆形磁头堆叠组件啮合表面。在锻造之后，也就是，在使得锻造滚珠70穿过凸台塔状结构46和锻造孔48之后(如参考图3中所示和所述)，由于锻造滚珠70朝着凸台塔状结构46和致动臂28的孔58的内表面68压缩，会使啮合表面变形。在锻造组件中，尽管不可能确定哪个具体表面是非圆形的(如，凸台塔状结构外表面、凸台塔状结构锻造孔、或致动臂孔)，但是锻造啮合在靠近不存在非圆形部分的区域压缩最小。

[0056] 应理解的是，在维持总体创新设计和在本发明的保护范围内，可以对磁头堆叠组件啮合表面和制造磁头堆叠组件的方法作出改进。以上讨论许多可选的设计或元件特征。

[0057] 因此，本发明公开了用于凸台塔状结构啮合的非圆形特征的实施例。以上所述的实施和其他实施都在权利要求的保护范围内。本领域的技术人员将理解，本发明可以通过除了所公开的实施例之外的实施例实践。所公开的实施例是为了进行描述而非限制，并且本发明仅限定于权利要求。

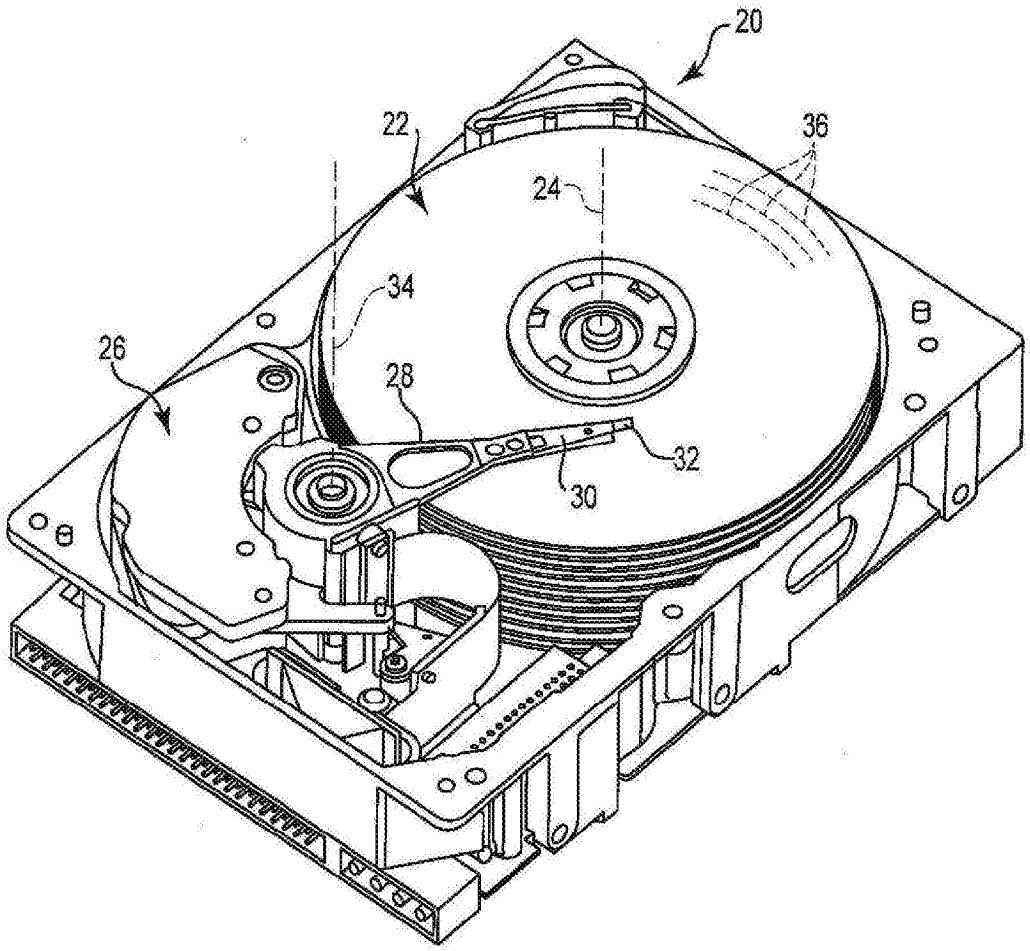


图1

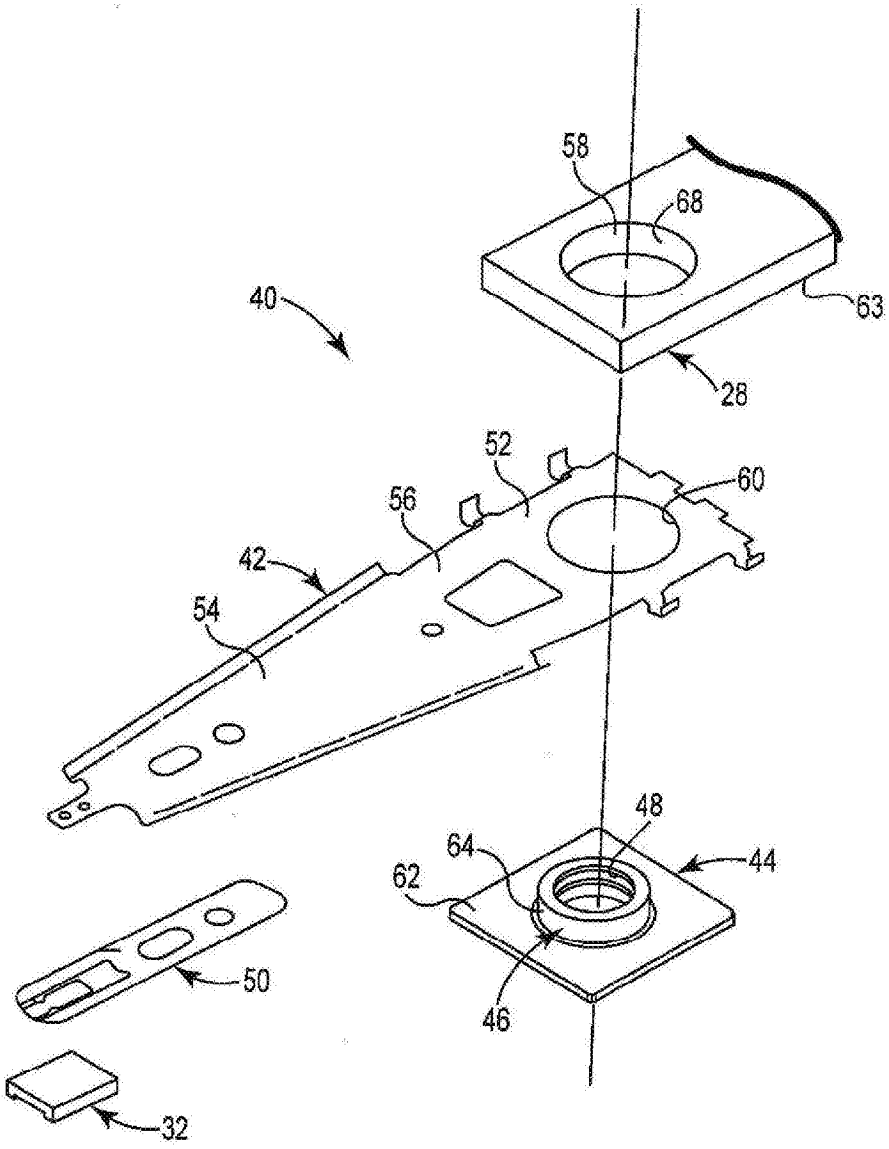


图2

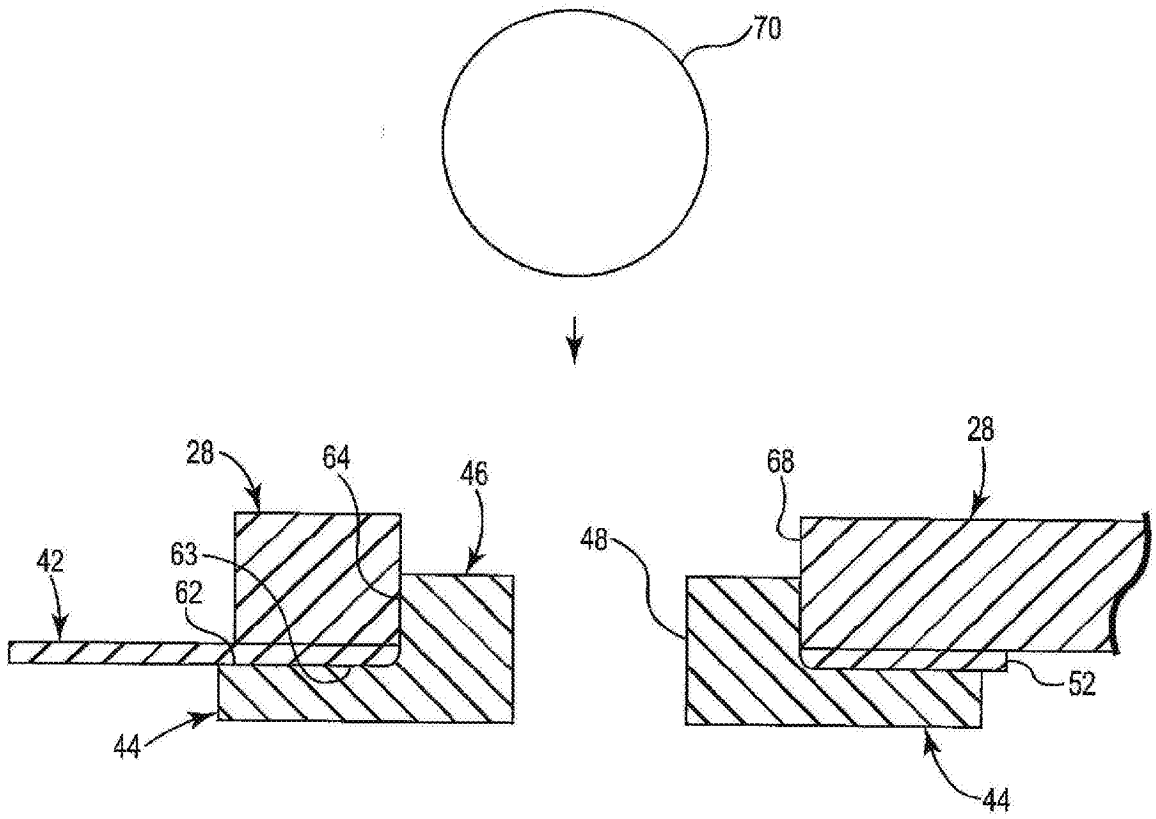


图3

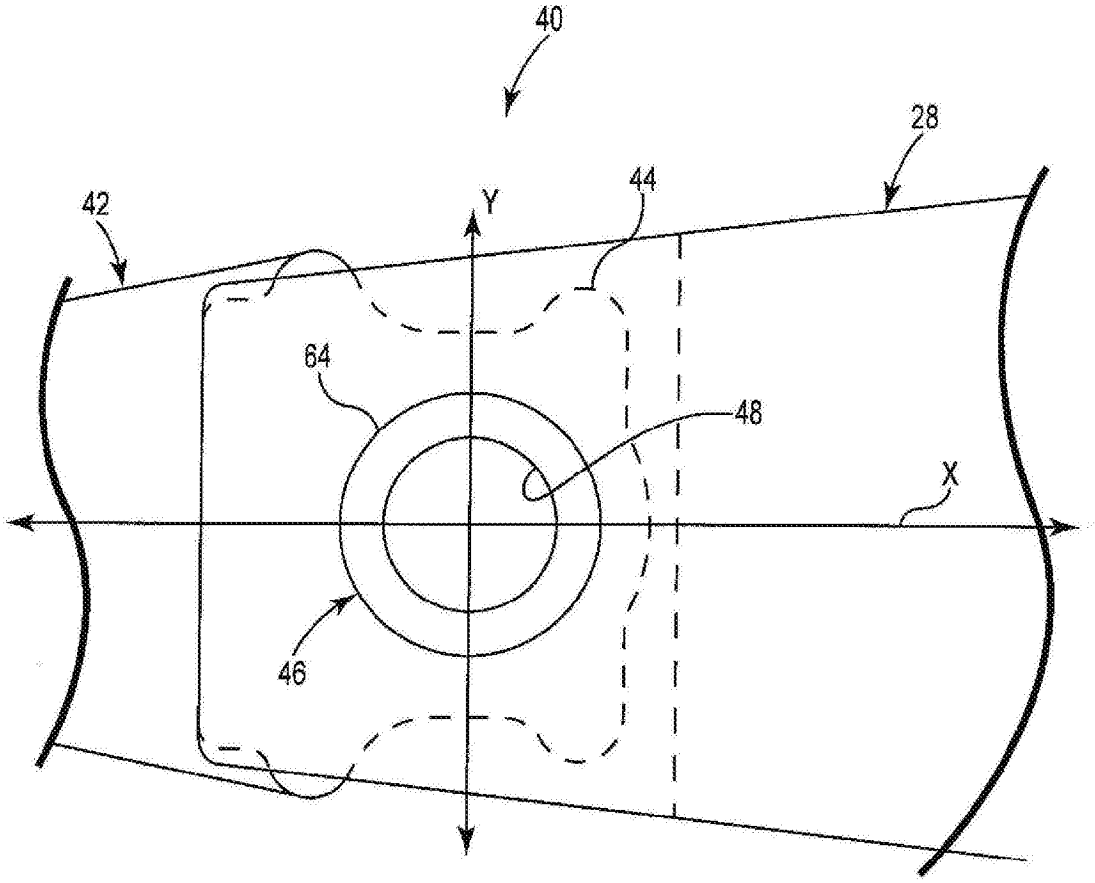


图4

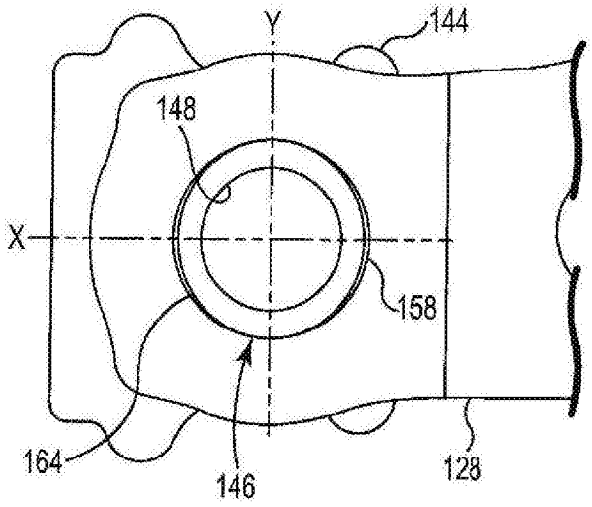


图5

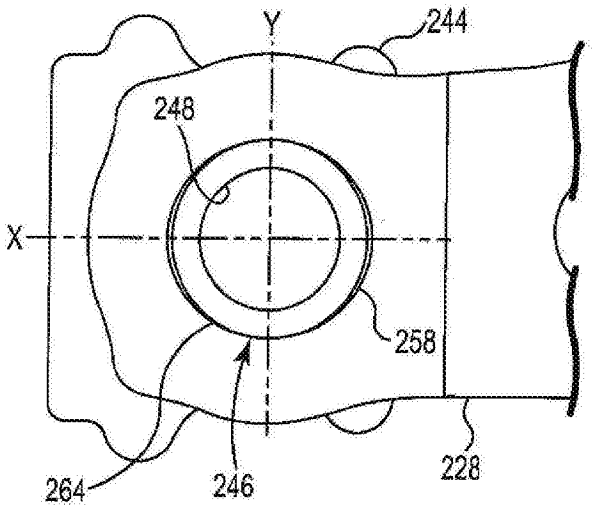


图6

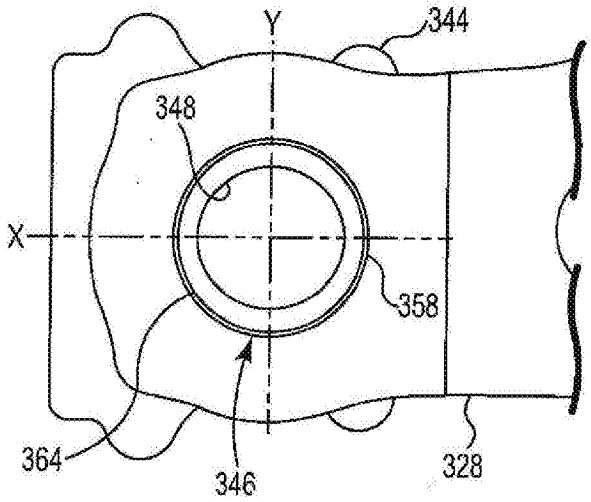


图7

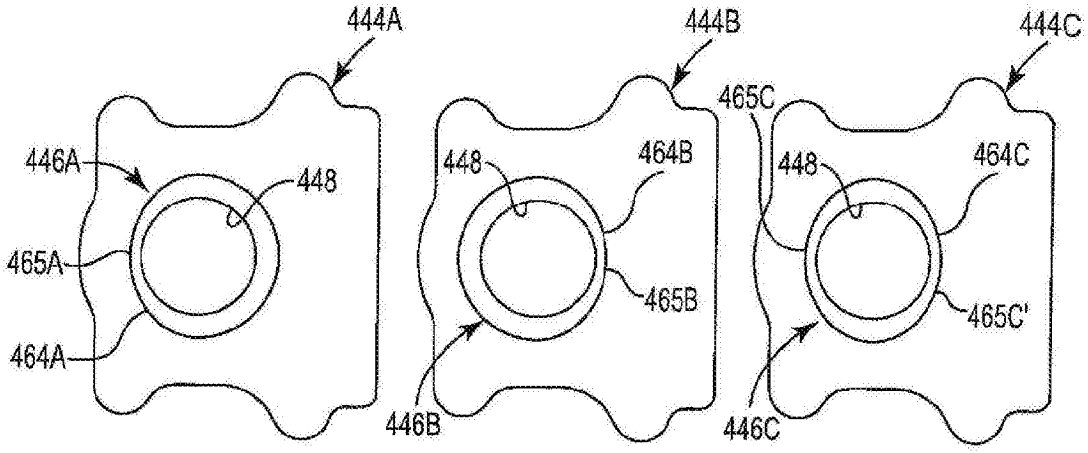


图 8A 图 8B 图 8C

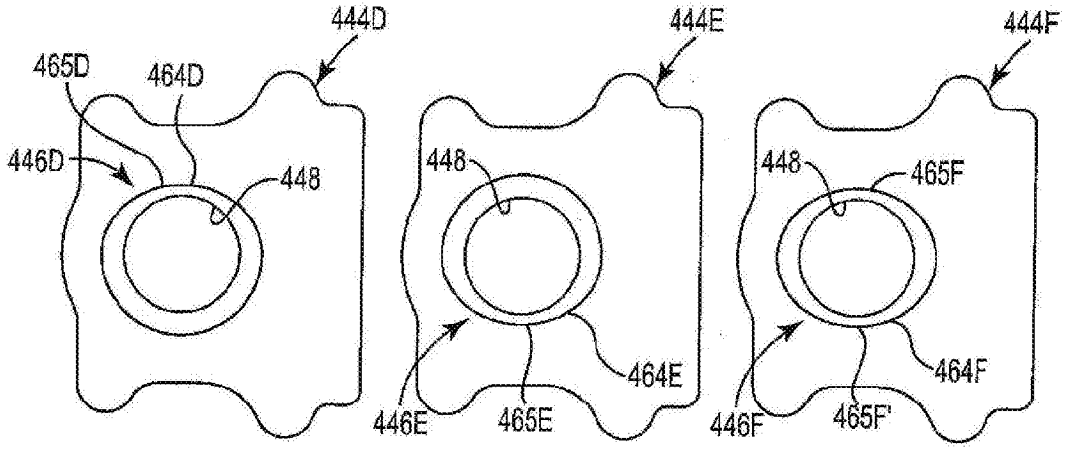


图 8D 图 8E 图 8F

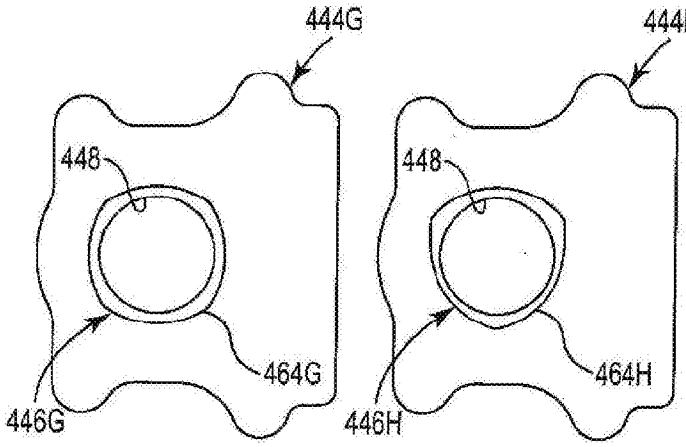


图 8G 图 8H

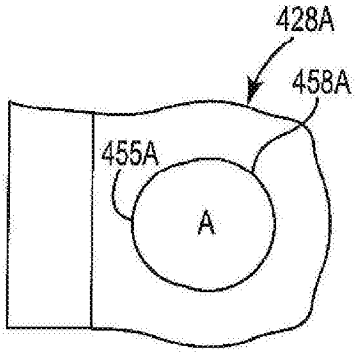


图9A

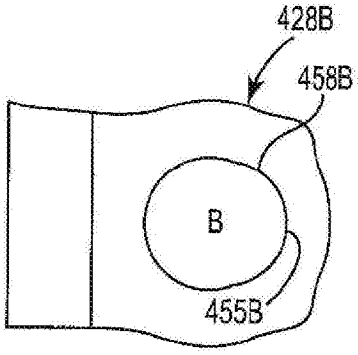


图9B

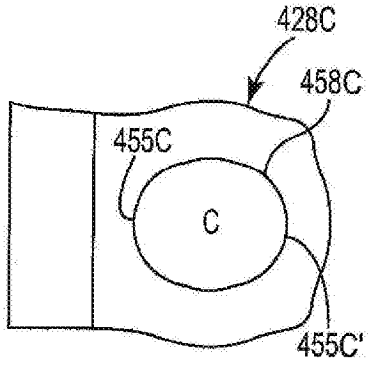


图9C

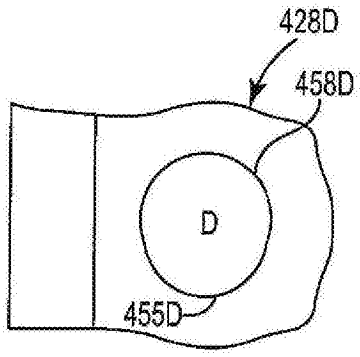


图9D

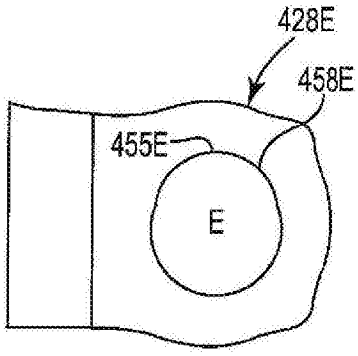


图9E

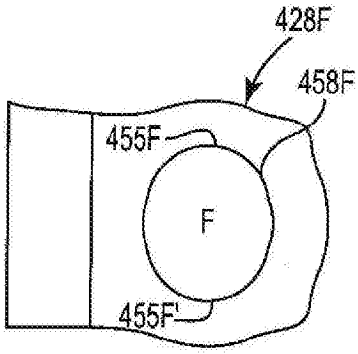


图9F

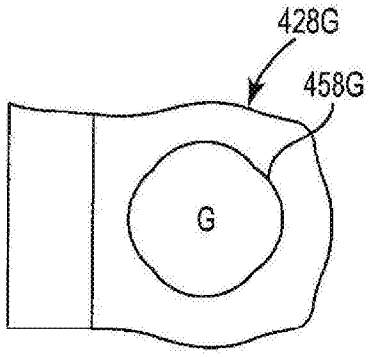


图9G

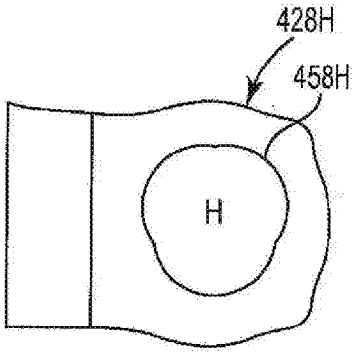


图9H

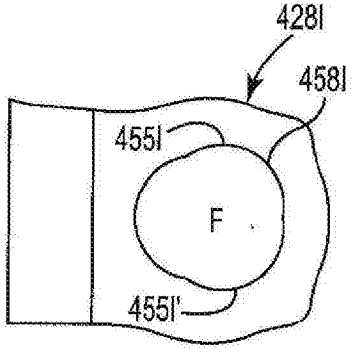


图9I

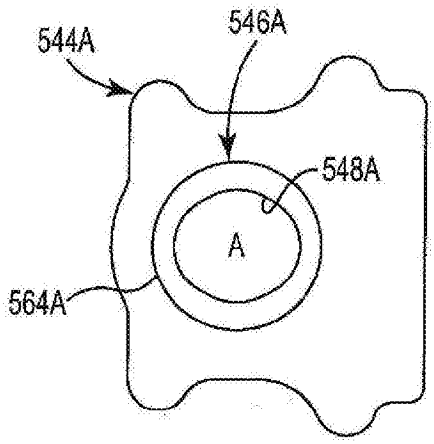


图10A

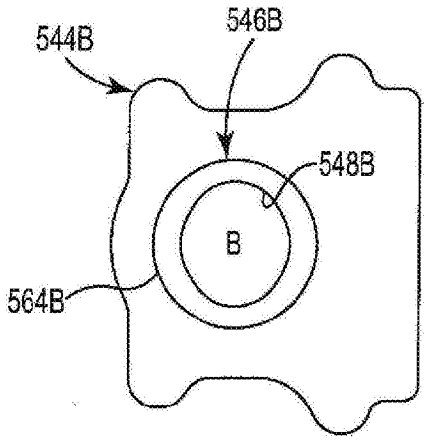


图10B

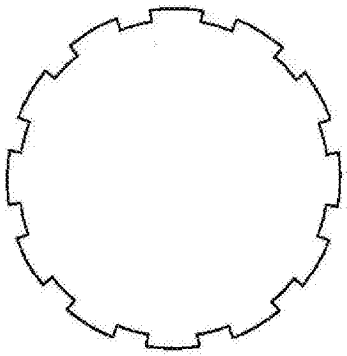


图11A

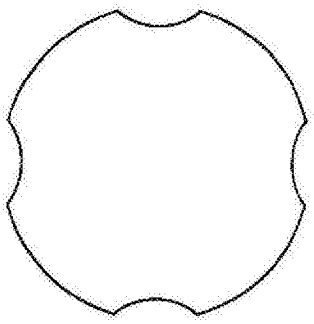


图11B

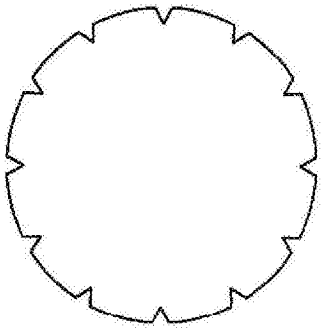


图11C