(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 101567193 B
(45)授权公告日 2011.04.13

(21)申请号 200910129886.9

(22)申请日 2009.03.30

(30)优先权数据
109692/08 2008.04.21 JP

(73)专利权人 日立环球储存科技荷兰有限公司
地址 荷兰阿姆斯特丹

(72)发明人 村木拓磨 土田裕康

(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所 11105
代理人 马高平

(51)Int.Cl.
G11B 5/48(2006.01)

审查员 刘竞滢

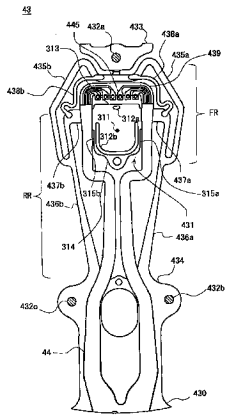
权利要求书 2 页 说明书 12 页 附图 10 页

(54)发明名称

悬架和盘驱动器

(57)摘要

本发明提供一种悬架和具有这种悬架的盘驱动器。根据本发明一个方面悬架具有万向节，所述万向节具有：位于前部的固定点(432a)，万向节在该固定点被固定到负载梁；和位于后部的固定点(432b、432c)，万向节在所述固定点处被固定到负载梁。万向节舌(431)在接触突点(311)上枢转。前环(FR)固定于固定点(432a)处从而支承万向节舌。后环(RR)固定于固定点(432b、432c)处从而支承万向节舌。与前环(RR)相比，后环(RR)向万向节舌提供更高的偏转刚度。与后环(RR)相比，前环(FR)向万向节舌提供更高的剥离刚度。



CN 101567193 B

1. 一种悬架，包括：

负载梁；以及

万向节，固定到所述负载梁以支承头滑块，所述万向节包括：

在前部的第一支承区域，包括第一固定点，在所述第一固定点处所述万向节被固定到所述负载梁；

在后部的第二支承区域，包括第二固定点，在所述第二固定点处所述万向节被固定到所述负载梁；

万向节舌，具有安装表面，所述头滑块安装在所述安装表面上，以在接触突点上进行枢转运动；

前环，其是接合到所述第一支承区域的环形弹簧结构，用于支承所述万向节舌并向所述万向节舌提供剥离刚度；以及

后环，其是接合到所述第二支承区域的环形弹簧结构，用于支承所述万向节舌并向所述万向节舌提供比所述前环更高的偏转刚度和比所述前环更低的剥离刚度，

其中，所述前环包括一对前臂和一对支承臂；

所述后环包括从所述第二支承区域向前延伸的一对带状后臂；

所述一对支承臂中的每个连接所述一对后臂的每一个和所述万向节舌；且

所述一对前臂中的每个在通往所述一对支承臂的连接部分后面连接到所述一对后臂中的每一个。

2. 如权利要求 1 所述的悬架，其中，所述第一固定点与所述接触突点之间的距离小于所述第二固定点与所述接触突点之间的距离。

3. 如权利要求 1 所述的悬架，其中，

所述一对后臂中的每个包括所述后臂中的具有最小宽度的部分和直线部分，所述直线部分为保持所述后臂中的最小宽度从所述后臂的前端向后端延伸而形成的部分。

4. 如权利要求 3 所述的悬架，其中，所述一对后臂中的每个的宽度沿从前端向后端的方向增大。

5. 如权利要求 3 所述的悬架，其中，所述一对后臂之间的距离沿从前端向后端的方向减小。

6. 如权利要求 1 所述的悬架，其中，所述第二支承区域包括两个固定点，所述两个固定点定位成在所述后部中最靠近所述接触突点。

7. 如权利要求 6 所述的悬架，其中，所述一对后臂中的每个与所述第二支承区域之间的连接部分在所述一对后臂的排列方向上位于所述两个固定点之间。

8. 如权利要求 1 所述的悬架，其中，所述支承臂在所述万向节舌的各侧边缘处的中心位于所述接触突点的前方。

9. 如权利要求 1 所述的悬架，其中，所述一对后臂中的每个的宽度从通往所述前臂的连接部分后面的特定位置开始朝向所述第二支承区域逐渐增大。

10. 一种盘驱动器，包括：

盘；

头滑块，用于访问所述盘；以及

具有悬架的致动器，所述悬架用于支承所述头滑块，从而通过在摆动轴上摆动来在

所述盘的上方移动所述头滑块，其中

所述悬架是权利要求 1 至 9 中的任一项所述的悬架。

悬架和盘驱动器

技术领域

[0001] 本发明涉及用于支承头滑块的悬架和盘驱动器，更特别地，涉及改善其上固定头滑块的万向节的刚度（stiffness）的技术。

背景技术

[0002] 硬盘驱动器（HDD）以高速旋转记录介质的磁盘，并用飞行且移动于磁盘上方的头滑块读写数据。 致动器支承头滑块且跨磁盘摆动从而沿旋转磁盘的径向移动头滑块。

[0003] 致动器包括固定在臂末梢的悬架，悬架支承头滑块。 如图 9 所示，普通悬架 9 由多个构件组成，包括负载梁 91 和固定到负载梁 91 的磁盘侧的万向节 92。 负载梁 91 根据致动器的操作将将头滑块定位在特定的磁道（track）且产生压力以将头滑块压向磁盘。在负载梁的压力与来自气垫面（ABS）和磁盘表面之间的粘滞气流导致的气垫的抬升力之间的平衡下，头滑块距磁盘表面特定间隔飞行。

[0004] 万向节 92 一般由薄的不锈钢制成且包括万向节舌（图 10 中的 921）。 头滑块固定到万向节舌。 万向节舌的背侧接触负载梁 91 的突点（projecteddimple），万向节舌和其上的头滑块在与突点的接触点上枢转。 枢转运动称为俯仰和摇摆运动或者万向节运动。该移动保持头滑块对磁盘表面的间隔和姿态。

[0005] 摇摆运动是在图 9 中的 R 表示的方向上的运动，具体地，在作为悬架 9 的纵向的 X 轴线上的枢转移动。 俯仰运动是在图 9 的 P 表示的方向上的运动，具体地，在垂直于 X 轴线且包括在与盘表面平行的表面中的 Y 轴线上的枢转运动。 俯仰运动和摇摆运动的特性由整个悬架的结构确定。 万向节舌的较低的俯仰刚度和摇摆刚度可实现较好的磁道追踪性能和较好的飞行姿态控制。

[0006] 在头滑块飞行于道上且进行追踪运动时，万向节需要柔性支承头滑块以使得头滑块能响应于磁盘表面的形状变化维持追踪运动作。 因此，减小万向节舌的俯仰刚度和摇摆刚度是重要的。 另一方面， HDD 需要具有更大的耐冲击性。 具有斜坡加载和卸载机制的 HDD 在卸载时将头滑块从盘表面上举起，在加载时将头滑块放到盘表面上。

[0007] 为了改善器件的耐冲击性且为了实现加载 / 卸载时头滑块不接触磁盘的稳定操作，除了俯仰刚度和摇摆刚度之外还需要考虑剥离刚度（peelstiffness）。 剥离刚度是向万向节舌施加垂直于盘表面的力时的竖直刚度（vertical stiffness），对于耐冲击性或加载 / 卸载操作而言期望剥离刚度是较高的。

[0008] 万向节 92 用作弹簧机构，用于将滑块支承在作为支承点的、到负载梁的固定点上。 在一般的万向节结构中，如果剥离刚度增大，则俯仰刚度和摇摆刚度一起增大，因此不能得到具有较高的剥离刚度以及较小的俯仰和摇摆刚度的万向节，不论如何调节刚度的参数。

[0009] 在这方面，已经提出了俯仰和摇摆刚度较低且剥离刚度较高的弹簧结构的万向节（例如参照专利文献 1）。 图 10 是平面图，示出这样的万向节的一部分。 万向节 92 在两个固定点 922a 和 922b 处固定到负载梁，两个固定点 922a 和 922b 将万向节舌 921 夹在

前后之间。 固定点 922a 和 922b 通常是通过梁焊接形成的焊点。 下文中，从致动器的摆动轴 (swing shaft) 观察头滑块的方向定义为向前，从头滑块观察摆动轴的方向定义为向后。

[0010] 在图 10 的万向节 92 中，支承臂 923a 和 923b 从万向节舌 921 的侧边缘的中部伸出。 支承臂 923a 和 923b 分别连接到向前延伸的主臂 924a 和 924b。 两个主臂 924a 和 924b 在前面结合到一起，主臂 924a 和 924b 以及支承臂 923a 和 923b 是连续的。 主臂 924a 和 924b 以及支承臂 923a 和 923b 形成环形弹簧结构，用于支承万向节舌 921。 主臂 924a 和 924b 形成的路径如同垂直于万向节 92 的中心线扩张的大环。

[0011] 此外，支承臂 923a 和 923b 分别连接到向后延伸的副臂 (sub arm) 925a 和 925b。副臂 925a 和 925b 在后面结合到支承体 926。 副臂 925a 和 925b、支承臂 923a 和 923b、以及支承体 926 的一部分是连续的，从而形成环形弹簧结构用于支承万向节舌 921。 副臂 925a 和 925b 从后向前基本平行于万向节 92 的中心线延伸，然后扩张，结合到主臂 924a、924b 和支承臂 923a、923b。

[0012] 在万向节中，包括主臂 924a 和 924b 的前环形弹簧结构（主环 MR）的刚度高于包括副臂 925a 和 925b 的后环形弹簧结构（副环 SR）的刚度。 主环 MR 在支承万向节舌 921 方面起主要作用。万向节舌 921（头滑块）的俯仰刚度和摇摆刚度依赖于主环的形状，副环 SR 贡献较少。

[0013] 确定主环 RM 的参数需要确定万向节舌 921 的刚度值，基本忽略副环 SR 对刚度的贡献。 具体地，万向节舌与固定点之间距离的减小实现了更高的剥离刚度。 此外，对诸如主环的路径长度、路径形状和宽度之类的值的调节实现了更小的俯仰和摇摆刚度，维持所述更高的剥离刚度。

[0014] 副环（副臂）影响刚度较小，其不是确定上述三个刚度的值的因素。 制造悬架时需要副臂 925a 和 925b。 副臂 925a 和 925b 在组装万向节和负载梁时将整个万向节维持在稳定的形状从而改善可加工性。

[0015] 【专利文献 1】 日本未审专利申请公开 No.2004-326891

[0016] 专利文献 1 公开的悬架同时实现了较低的摇摆和俯仰刚度以及较高的剥离刚度。 这是因为，如上所述，副环仅辅助地支承万向节舌，主环能主导地向万向节舌提供刚度。

[0017] 然而，专利文献 1 的万向节设计考虑了万向节舌的俯仰、摇摆和剥离刚度，而没有考虑偏转刚度 (yaw stiffness)。 偏转刚度是万向节舌（头滑块）的偏转运动的刚度。偏转运动是在图 10 的“偏转”表示的方向上的枢转运动。 具体地，其是在万向节舌的头滑块安装表面（主表面）的法线上的枢转运动，是在 ABS 内的枢转运动。

[0018] 随着 HDD 的存储容量增大，数据道的节距显著减小。 因此，头滑块的稍微偏转运动导致头元件部分径向偏离目标位置，从而产生读写错误。 尤其是，已发现如果摇摆刚度和俯仰刚度减小而不考虑偏转刚度，如专利文献 1 那样，则偏转刚度一起减小，从而容易导致低频偏转模式振动。

[0019] 摇摆刚度和俯仰刚度的增大能增大偏转刚度，然而，这削弱了头滑块响应于磁盘表面形状变化的追踪性能。 因此，期望悬架具有较高的偏转刚度，同时保持较高的剥离刚度以及较低的摇摆和俯仰刚度。

发明内容

[0020] 本发明的一个方面在于提供一种悬架，包括负载梁和固定到负载梁用于支承头滑块的万向节。 该万向节包括：在前部的第一支承区域，包括将万向节固定到负载梁的第一固定点；在后部的第二支承区域，包括将万向节固定到负载梁的第二固定点；万向节舌，具有安装表面，头滑块安装在该安装表面上以用于在接触突点上进行枢转运动；前环，其是接合到该第一支承区域的环形弹簧结构，用于支承所述万向节舌且向万向节舌提供剥离刚度；以及后环，其是接合到该第二支承区域的环形弹簧结构，用于支承所述万向节舌且向该万向节舌提供比前环更高的偏转刚度和比前环更低的剥离刚度。 该万向节结构实现了万向节舌的适当的刚度。

[0021] 优选地，第一固定点与接触突点之间的距离小于第二固定点与接触突点之间的距离。 这有效地增大了前环提供的剥离刚度，同时抑制了对其他刚度的影响。

[0022] 优选地，后环包括从第二支承区域向前延伸的一对带状后臂，所述一对后臂的每个包括该后臂中的最小宽度部分和该后臂中包括该最小宽度部分且从该后臂的前端向后端延伸同时保持最小宽度的的直线部分。 这有效地增大了后环提供的偏转刚度，同时抑制了对其他刚度的影响。

[0023] 此外，优选地所述一对后臂的每个的宽度在从前端朝向后端的方向上增大。 这增大了后环提供的偏转刚度。 在这方面，所述一对后臂的每个的宽度不是必须在从前端向后端的方向上逐渐增大。 例如，该宽度可以在特定区域均一。 然而，宽度在从前端向后端的方向上从不减小。

[0024] 优选地，所述一对后臂之间的距离在从前端朝向后端的方向上逐渐减小。 这增大了后环提供的偏转刚度，同时抑制了对其他刚度的影响。

[0025] 优选地，第二支承区域包括两个固定点，它们定位在后部中最靠近接触突点。 这增大了后环提供的偏转刚度。 此外，优选地所述一对后臂的每个与所述第二支承区域之间的连接部分在所述一对后臂的排列方向上位于所述两个固定点之间。 这有效地增大了后环提供的偏转刚度，同时抑制了对其他刚度的影响。

[0026] 优选地，后环还包括一对支承臂，每个支承臂连接万向节舌的侧边缘和所述一对后臂的前端中的一个。 此外，优选地，在所述万向节舌的每个侧边缘处的所述支承臂的中心位于所述接触突点前方。 这样增大了后环提供的偏转刚度。

[0027] 优选地，前环包括一对前臂和一对支承臂；所述一对支承臂的每个连接所述万向节舌和所述一对后臂中的一个；所述一对前臂的每个在通往所述一对支承臂的连接部分的后面连接到所述一对后臂中的一个。 这抑制了前环提供的俯仰刚度和摇摆刚度的增大。

[0028] 此外，优选地所述一对后臂的每个的宽度从通往所述前臂的连接部分后面的特定点开始向第二支承区域逐渐增大。 这增大了后环提供的偏转刚度。

[0029] 根据本发明另一方面的盘驱动器包括盘、用于访问盘的头滑块、以及具有悬架的致动器，悬架用于支承头滑块从而通过在摆动轴上摆动来在盘上方移动头滑块，该悬架是具有上述结构中的任意一种的悬架。 该悬架结构实现了适当的万向节舌的刚度。

[0030] 根据本发明，在用于支承头滑块的悬架中，偏转刚度能被增大，同时实现了较

高了剥离刚度以及较低的摇摆和俯仰刚度。

附图说明

[0031] 图 1 是平面图，示意性示出根据本实施例的 HDD 的配置；

[0032] 图 2 是平面图，示意性示出根据本实施例的头万向节组件；

[0033] 图 3 是平面图，示意性示出根据本实施例的头万向节组件的结构；

[0034] 图 4 是从磁盘侧观察的根据本实施例的万向节的末梢的放大平面图；

[0035] 图 5 是侧视图，示意性示出根据本实施例的头万向节组件的一部分；

[0036] 图 6 是根据本实施例的万向节的金属层的末梢的放大平面图；

[0037] 图 7 是根据本实施例的后臂的放大视图；

[0038] 图 8 是根据本实施例的支承臂的放大视图；

[0039] 图 9 是透视图，示意性示出常规技术中的 HGA 的结构；

[0040] 图 10 是平面图，示意性示出常规技术中的 HGA 的结构。

[0041] 1：硬盘驱动器；9：悬架；10：基底；11：磁盘；12：头滑块；13：主轴电机；14：致动器；15：摆动轴；17：斜坡；41：安装板；42：负载梁；43：万向节；44：传输线；91：负载梁；121：前导边缘；123：拖尾边缘；141：悬架；142：臂；143：线圈支承件；144：平线圈；145：接片；311：接触突点；312a、312b：间隔件；313：拖尾边缘；314：前导边缘；315a、315b：侧边缘；351：连接部分；361、361b：连接部分；362a、362b：连接部分；363a、363b：连接部分；364：最小宽度部分；365：直线部分；366：内边缘；367：弯曲点；368：外边缘；411：开口；421：突点；430：金属层；431：万向节舌；432a、432b：固定点；433：支承板；434：支承体；435a、435b：前臂；436a、436b：后臂；437a、437b：支承臂；438a、438b：限制桥；439：板；441：复式连接器；442：铜层；443：电介质层；444：覆盖层；445：连接端子；921：万向节舌；922a、922b：固定点；923a、923b：支承臂；924a、924b：主臂；925a、925b：副臂；926：支承体

具体实施方式

[0042] 下面将描述本发明的优选实施例。为了说明的清楚，下面的描述和附图包含适当的省略和简化。整个附图中，相似的部件由相似的附图标记表示，其重复描述被省略，如果对于清楚而言不是必需的话。在本实施例中，硬盘驱动器 (HDD) 将作为盘驱动器的示例来描述。本实施例在将要安装到 HDD 中的悬架的结构上具有特点。

[0043] 图 1 示出其上安装本实施例的悬架的 HDD 1 的整个配置。基底 10 安装有顶盖（未示出）以用于盖住其顶部开口，从而形成封壳且，并将 HDD 1 的部件容纳于其中。主轴马达 13 以特定角速度转动磁盘 11。作为用于存储数据的盘的示例的磁盘 11 具有磁层，用于存储数据在其记录表面中。用于访问（读写）该盘的头滑块 12 包括滑块和固定到滑块的表面的头元件部分。头元件部分具有读元件和 / 或再现元件。一个或更多磁盘安装在 HDD 1 上。

[0044] 致动器 14 由摆动轴 15 可摆动地保持，且由音圈马达 (VCM)16 驱动。致动器 14 保持头滑块 12 且在摆动轴 15 上摆动从而移动头滑块 12。致动器 14 从设置头滑块 12

的末梢起顺序包括悬架 141、用于支承悬架 141 且具有供摆动轴 15 装配于其中的开口的臂 142、线圈支承件 143 以及位于线圈支承件 143 的内周侧的平线圈 144。 悬架 141 设置为每个对应于磁盘 11 的每个记录表面。

[0045] 如图 1 的示例所示，致动器 14 在旋转磁盘 11 的数据区域上方移动头滑块 12，从而访问磁盘 11。 致动器 14 摆动从而沿磁盘 11 的表面的径向移动头滑块 12。 头滑块 12 飞行于旋转的磁盘 11 之上。 通常，磁盘 11 在图 1 中逆时针转动。

[0046] 斜坡 17 设置于磁盘 11 旁边，位于磁盘 11 的外周上。 当 HDD 1 不存取数据，例如在非操作或空闲时，致动器 14 停留在斜坡 17 上的待命位置。 卸载头滑块 12 时，致动器 14 从磁盘 11 的数据区域上朝向斜坡 17 转动（图 1 中为顺时针），致动器 14 末梢的接片 145 在斜坡 17 上滑移，并且致动器 14 停止在待命位置。 此时，头滑块 12 远离磁盘 11。 加载时，致动器 14 沿与卸载时的方向相反的方向摆动，从而将头滑块 12 移动到磁盘 11 的数据区域之上。

[0047] 图 2a 和 2b 是平面图，示出头万向节组件 (HGA) 的轮廓，其是本实施例的悬架 141 和头滑块 12 的组件。 图 2a 是从磁盘侧观察的 HGA 的图，图 2b 是从相反侧观察的 HGA 的图。 悬架 141 包括安装板 41、负载梁 42 和万向节 43。 在万向节 43 上形成传输线 44，且头滑块 12 固定在万向节 43 上。

[0048] 在安装板 41 的开口 411 中，悬架 141 固定到臂 142。 在本公开中，形成接片 145 的一侧称为悬架 141 的末梢侧或者前侧。 与前侧相反，悬架 141 的臂侧或者致动器摆动轴侧是后侧。 因此，连接致动器摆动轴 15 和头滑块 12 的方向是前后方向，平行于磁盘记录表面且垂直于前后方向的方向是左右方向。

[0049] 负载梁 42 由例如不锈钢制成，用作精确的板簧。 负载梁 42 在形状上为垂直于摆动方向纵向延伸，其薄且轻，具有必要的刚度。 负载梁 42 的弹簧属性产生平衡头滑块 12 的抬升力的负载。 该负载平衡头滑块 12 的气垫面 (ABS) 与旋转磁盘 11 之间的空气粘滞性导致的压力（抬升力），从而头滑块 12 以期望的高度飞行。 在负载梁 42 的末梢设置接片 (tab) 145。

[0050] 万向节 43 通过点焊焊接到负载梁 42 的磁盘侧。 焊接可利用激光热或电流焦耳热。 万向节 43 由例如不锈钢制成。 万向节 43 具有期望的弹性且形成为可变性的。 在万向节 43 的前部，形成舌状万向节舌 431（参照图 4）。 头滑块 12 固定到万向节舌 431。 万向节 43 的结构将在后面详细描述。

[0051] 形成在万向节 43 上的传输线 44 传输头滑块 12 上的元件的信号。 传输线 44 的一端是复式连接器 441，其具有引线的连接端子。 复式连接器 441 连接到前置放大器 IC。 传输线 44 的另一端连接到头滑块 12 的连接焊盘。

[0052] 图 3a 至 3f 是示出万向节 43 的结构的图。 万向节 43 通过微加工技术例如光刻蚀刻工艺和沉积工艺形成为层叠结构。 图 3a 和 3b 示出通过层叠多个层而形成的万向节 43，图 3c 至 3f 示出构成万向节的层的结构。 图 3a 是从磁盘侧观察的万向节 43 的图，图 3b 是从相反侧观察的图。

[0053] 图 3c 至 3f 示出朝向盘表面顺序层叠的部件。 图 3c 示出金属层 430，其通常由不锈钢薄板制成。 金属层 430 可通过压印并蚀刻成所需形状而成形。 金属层 430 的材料不限于不锈钢，还可以是其他刚性弹簧材料，例如可选择铍、铜或钛。

[0054] 金属层 430 形成万向节 43 的弹簧结构且通常具有均匀的厚度。 金属层 430 的厚度是确定弹簧结构提供的刚度的参数之一，可部分地改变从而确定该参数。 此外，材料是参数之一，可部分地改变成不同的材料。

[0055] 图 3d 示出聚酰亚胺制成的电介质层 443，用于将金属层 430 与构成传输线 44（参照图 3e）的一部分的铜层 442 绝缘。 电介质层 443 沿铜层 442 的路径层叠在金属层 430 上，铜层 442 构图在电介质层 443 上。 铜层 442 传输头滑块的信号且通过电介质层 443 与金属层 430 绝缘。

[0056] 图 3e 示出铜层 442，其是用于滑块上的头的线图案。 图 3f 示出覆盖层 444，其被沉积用来保护铜层 442 的表面的聚酰亚胺层。 电介质层 443、铜层 442 和覆盖层 444 整体构成传输线 44。

[0057] 图 4 是从磁盘侧观察的图 3a 所示的万向节 43 的末梢的放大平面图。 在万向节 43 的金属层 430 上布置传输线 44。 在图 4 所示的部分中，金属层 430 通过焊接在固定点 432a 至 432c 处固定到负载梁 42（图 4 未示出）。 在本示例中，万向节 43 的形状在固定点 432b 和 432c 前面的区域中左右对称。

[0058] 具体地，固定点 432a 位于支承板 433 中，处在末梢处，末梢是前支承区域。 两个固定点 432b 和 432c 位于支承体 434 的作为后支承区域的一部分中。 在图 4 中，后支承区域包括两个固定点 432b 和 432c，其在万向节舌 431 的后部区域的前部靠前，在这些点的后面不包括其他固定点。

[0059] 在图 4 所示的区域中，万向节 43 在这些固定点处固定到负载梁 42。 在固定点 432a 与固定点 432b、432c 之间，没有到负载梁 42 的其他固定点。 也就是说，沿前后方向在前部区域中，固定点 432a 是最靠近万向节舌 431 的固定点。

[0060] 固定点 432b 和 432c 是沿前后方向在后部区域中最靠近万向节舌 431 的固定点。在图 4 的示例中，固定点 432b 和 432c 的位置关于万向节 43 的中心线对称。 万向节 43 可在这些固定点定义的范围内进行万向节运动而不被负载梁 42 限制。 在固定点 432b 和 432c 后面（致动器摆动轴侧）的其他焊接点（固定点）处支承体 434 固定到负载梁 42。

[0061] 在固定点 432a 与固定点 432b、432c 之间，万向节舌 431 位于末梢侧靠近固定点 432a 的位置。 头滑块 12 结合到万向节舌 431 的中部。 在左右方向上万向节舌 431 的大致中心处，设置负载梁的带突点的接触点 311。 在图 4 的示例中，固定点 432a 和接触突点 311 在万向节 43 的中心线上。 从固定点 432b 到接触突点 311 和从固定点 432c 到接触突点 311 的距离相同。

[0062] 图 5 是侧视图，示意性示出 HGA 的一部分。 在万向节 43 的万向节舌 431 上，结合头滑块 12，使得头滑块 12 恰好装配在万向节舌的大致中部。 突点 421 形成在负载梁 42 上，从而在穿过头滑块 12 的大致质心的垂直线经过的位置接触万向节舌 431 的滑块安装表面的背面。 突点 421 向万向节舌 431 提供头滑块 12 的枢转运动的枢轴。 突点可形成在万向节上。 在该情况下，枢转运动的枢轴是突点与负载梁之间的接触点。

[0063] 回到图 4，在万向节舌 431 的头滑块安装表面上设置间隔件 312a 和 312b。 一般地，间隔件 312a 和 312b 由聚酰亚胺树脂制成，头滑块 12 固定为接触间隔件 312a 和 312b。 间隔件 312a 和 312b 使头滑块 12 以期望的姿态结合到万向节舌 431 上。

[0064] 万向节舌 431 在其前部和后部由两个环形弹簧结构支承。 前环形弹簧结构是前

环 FR，包括前臂 435a 和 435b、后臂 436a 和 436b 的一部分、以及支承臂 437a 和 437b。后环形弹簧结构是后环 RR，包括后臂 436a 和 436b、支承臂 437a 和 437b、以及支承体 434 的一部分。

[0065] 构成前环 FR 和后环 RR 的所有部分是金属层 430 的一部分。 此外，前环和后环的每个在万向节 43 的金属层 430 中是连续整体部分。 前环 FR 位于万向节舌 431 前面且支承它，后环 RR 位于万向节舌 431 后面且支承它。

[0066] 后臂 436a 和 436b 从支承体 434 上的固定点 432b 和 432c 附近向前延伸。 支承臂 437a 和 437b 分别将后臂 436a 和 436b 连接到万向节舌 431。 前臂 435a 和 435b 分别连接到后臂 436a 和 436b。 前臂 435a 和 435b 从后臂 436a 和 436b 向前延伸，然后分别向左和向右弯曲，并接合在一起。

[0067] 限制桥 438a 和 438b 分别联接前臂 435a 和支承臂 437a，以及前臂 435b 和支承臂 437b。 通常，限制桥 438a 和 438b 由聚酰亚胺树脂制成且防止万向节 43 的弹性变形。 根据悬架 141 的设计，限制桥 438a 和 438b 可被省略。

[0068] 下面，万向节舌 431 的前边缘 313 称为拖尾边缘，后边缘 314 称为前导边缘。右边缘和左边缘 315a 和 315b 称为侧边缘。 这些边缘中的每一个对应于头滑块 12 的每个边缘的指示。 如图 5 所示，气流从头滑块 12 的前导边缘 121 向 ABS 122 与盘表面之间流动且从拖尾边缘 123 流出。

[0069] 回到图 4，传输线 44 沿万向节 43 的中心线从支承体 434 向万向节舌 431 的拖尾边缘延伸。 传输线 44 层叠在金属层 430 上，处在支承体 434 的区域中，支承体 434 是金属层的一部分，且传输线 44 从与支承体 434 分开后在空中朝向支承臂 437a 和 437b 延伸。

[0070] 在万向节舌 431 的拖尾边缘侧，形成板 439 从而提供用于定位和结合的区域，以将传输线 44 的引线连接到设置于头滑块 12 的拖尾边缘表面上的连接焊盘。 连接端子 445 从板 439 突出从而物理地且电学地连接到头滑块 12 的连接焊盘。 在图 4 中，示范了六个端子 445。

[0071] 下文中，将更详细地描述万向节 43 的金属层 430 的结构。 图 6 绘示了图 4 所示的万向节 43 的结构，其中去除了传输线 44、限制桥 438a 和 438b 以及间隔件 312a 和 312b。 如上所述，万向节舌 431 前后被两个环形弹簧即前环 FR 和后环 RR 支承。

[0072] 主要包括前臂 435a 和 435b 的前环 FR 在前环 FR 的后部支承万向节舌 431。 此外，在前环 FR 的前部，前环 FR 经由连接部分 351 连接到包括固定点 432a 的支承板 433，且在固定点 432a 处被固定。 连接部分 351 设置在前臂 435a 和 435b 接合到一起的部分处，位于万向节 43 的中心线上，且位于固定点 432a 与接触突点 311 之间。

[0073] 相反，主要包括后臂 436a 和 436b 的后环 RR 在后环 RR 的前部支承万向节舌 431。 此外，在后环 RR 的后部，后环 RR 经由支承体 434 的一部分连接到固定点 432b 和 432c，且固定在固定点 432b 和 432c 处。

[0074] 至于万向节舌 431 的刚度属性，对于头滑块 12 的更好的飞行姿态控制而言，较低的摇摆刚度和俯仰刚度是期望的。 另一方面，一般对于更好的加载 / 卸载操作，更高的剥离刚度是期望的。 此外，对于高精度的头定位而言，较高的偏转刚度是期望的。

[0075] 在本实施例的万向节 43 中，万向节舌 431 的这些刚度的值由前环 FR 和后环 RR 确定。 在本实施例中，前环 FR 主要确定万向节舌 431 的剥离刚度值。 相反，后环 RR

主要确定万向节舌 431 的偏转刚度。 如上所述，优选地万向节舌 431 的剥离刚度和偏转刚度较高。 本实施例的悬架的万向节 43 的设计使得前环 FR 提供较高的剥离刚度且后环 RR 提供较高的偏转刚度。

[0076] 另一方面，优选地万向节舌 431 的摇摆刚度和俯仰刚度尽可能小。 因此，本实施例的悬架的万向节 43 的设计使得前环 FR 和后环 RR 提供具有较低摇摆刚度和俯仰刚度的万向节舌 431。

[0077] 以此方式，与后环 RR 相比，前环 FR 提供具有更高剥离刚度的万向节舌 431，与前环 FR 相比，后环 RR 提供具有更高偏转刚度的万向节舌 431。 由增大万向节舌的不同刚度值的两个环支承的万向节舌 431 同时实现了万向节舌 431 所需的较小的俯仰和摇摆刚度以及较高的剥离和偏转刚度。

[0078] 优选地，后环 RR 对俯仰刚度和摇摆刚度的影响应小于前环 FR。 此外，优选设计万向节 43 以使得前环 FR 将主要向万向节舌 431 提供摇摆刚度和俯仰刚度，而来自后环 RR 的影响将尽可能小。 因为设计前环 FR 时几乎不必考虑来自后环 RR 的影响，所以能实现较高的剥离刚度与较低的俯仰和摇摆刚度之间更优选的平衡。

[0079] 摇摆刚度和俯仰刚度由构成所述环的带状部件诸如前臂 435a、435b 和后臂 436a、436b 的参数确定。 这些参数包括路径的长度、形状、宽度和材料。 摇摆和俯仰刚度可通过改变这些参数而得到调节。 因为在本实施例中金属层 430 的材料相同且金属层 430 的厚度均匀，所以本实施例的悬架的设计将其他参数设置到适当的值，从而实现摇摆刚度和俯仰刚度的期望值。 这些参数的值的改变影响剥离刚度，但是影响程度不大。

[0080] 为了减小后环 RR 对摇摆刚度和俯仰刚度的贡献，重要的是增大后臂 436a、436b 的前端 361a、361b 与后端 362a、362b 之间的相应距离。 后臂 436a 和 436b 分别在前端 361a 和 361b 接合支承臂 437a 和 437b，在后端 362a 和 362b 接合到支承体 434。 前端 361a、361b 与后端 362a、362b 之间各距离的增大导致了支承体 434 中的固定点 432b、432c 与接触突点 311 之间的各距离的增大。

[0081] 万向节舌 431 的剥离刚度主要由固定点 432a、432b 和 432c 与接触突点 311 之间的相应距离确定。 固定点 432b 和 432c 与接触突点 311 之间的相应距离的增大减小了后环 RR 提供的剥离刚度。

[0082] 因此，本实施例的悬架设计减小了前固定点 432a 与接触突点 311 之间的距离，从而增大万向节舌 431 的剥离刚度。 固定点 432a 与接触突点 311 之间的距离的减小增大了前环 FR 向万向节舌 431 提供的剥离刚度。 固定点 432a 与接触突点 311 之间的距离小于固定点 432b、432c 与接触突点 311 之间的相应距离。 因此，前环 FR 向万向节舌 431 提供的剥离刚度高于后环 RR 向万向节舌 431 提供的剥离刚度。

[0083] 在图 6 的实施例中，这些距离之间的差别较大，使得万向节舌 431 的剥离刚度基本由前环 FR 确定。 在物理限制的范围内适当地减小固定点 432a 与接触突点 311 之间的距离能增大剥离刚度。

[0084] 在图 6 的示例中，固定点 432b、432c 与突点 311 之间的相应距离约是固定点 432a 与接触突点 311 之间的距离的两倍。 优选地，固定点 432b、432c 与突点 311 之间的相应距离是固定点 432a 与接触突点 311 之间的距离的 1.5 倍或更大，更优选地 1.8 倍或更大。 根据悬架组件的整个尺寸和制造中条件确定最长距离。

[0085] 在本示例中，后环 RR 固定于两固定点 432b 和 432c 处。以此方式，在多个固定点处固定后环 RR 使得后环 RR 提供的偏转刚度增大。优选地，如图 6 所示，两个固定点 432b 和 432c 形成在沿左右方向夹住万向节 43 的位置处。此外，优选地这些固定点关于经过接触突点 311 的中心线对称。

[0086] 为了增大后环 RR 为万向节舌 431 提供的偏转刚度，本实施例的悬架设计确定后臂 436a 和 436b 的形状使得沿前后方向延伸的带状后臂 436a 和 436b 包括直线部分。关于本公开中包括直线部分的后臂形状，后臂 436a 是作为示例方式被描述的。

[0087] 图 7 是后臂 436a 的放大视图。由于后臂 436b 与后臂 436a 对称，所以将省略对后臂 436b 的描述。带状后臂 436a 从支承体 434 向前延伸从而接合到支承臂 437a。后臂 436a 定义在支承体 434 与支承臂 437a 之间。

[0088] 直线部分由后臂 436a 中具有最小宽度的部分（最小宽度部分）定义。如果最小宽度部分延伸，则该部分中的任何部分可选择为最小宽度部分。例如，如果前臂 435a 和后臂 436a 之间的连接部分 363a 与支承臂 437a 和后臂 436a 之间的连接部分（在前端 361a 处的部分）之间的宽度 W1 最小，则该区域内的任何位置可选择为最小宽度部分。在图 7 中，最小宽度部分由 364 表示。

[0089] 直线部分通过在后臂 436a 中沿前后方向延伸最小宽度部分 364 而定义。在图 7 中，直线部分由 365 表示。直线部分 365 从后臂 436a 的前端 361a 延伸到后端 362a，宽度均匀且为 W1，其与最小宽度部分 364 中相同。直线部分 365 延伸的方向在前臂 435a 中为任意。在图 7 的示例中，为与最小宽度部分 364 的宽度垂直的方向。

[0090] 这样，在本公开中，后臂中的直线部分是包括后臂中最窄宽度部分（最小宽度部分）且沿前后方向直地延伸的部分。直线部分的宽度是最小宽度部分的宽度且是均匀的。直线部分定义为沿前后方向从后臂的前端到后端。尽管如果直线部分从后臂的前端延伸到后端则直线部分延伸的方向是任意的，但是优选地该方向垂直于最小宽度部分的宽度方向。因此，包括直线部分的后臂允许后环向万向节舌提供较高的偏转刚度。

[0091] 如图 7 所示，优选地，在与前臂 435a 的连接部分 363a 和与支承臂 437a 的连接部分 361a 之间后臂 436a 的宽度最小，因为该部分的宽度显著影响万向节舌 431 的摇摆刚度和俯仰刚度。

[0092] 另一方面，为了向万向节舌 431 提供较高的偏转刚度，优选地在后臂 436a 与支承体 434 的连接部分（后端 362a）处后臂 436a 的宽度较大。因此，如图 7 的示例所示，优选地，与支承体 434 的连接部分附近的宽度 W2 大于与前臂 435a 的连接部分 363a 和与支承臂 437a 的连接部分 361a 之间的宽度。

[0093] 在图 7 的示例中，后臂 436a 的内边缘（万向节舌侧的边缘）366 在中部沿远离外边缘的方向弯曲。在弯曲点 367 前后，内边缘是直的。另一方面，外边缘 368 从前端 361a 到后端 362a 是直的。

[0094] 因此，从前端 361a 到弯曲点，后臂 436a 的宽度均匀地为 W1；从弯曲点到后端 362a，宽度逐渐增大。该形状有效地抑制了后臂 436a 提供的对偏转刚度之外的刚度的影响，有助于增大偏转刚度。在图 7 的示例中，后臂 436a 的内边缘 366 弯曲，但是替代地或者额外地，外边缘 368 可以弯曲以朝向支承体增大后臂 436a 的宽度。

[0095] 这样，沿从前向后的方向扩展后臂 436a 和 436b 的宽度能增大后环 RR 提供的偏

转刚度。 至于扩展宽度的方式，从特定点起宽度逐渐增大是优选的，如上面的示例中那样，但是不限于此；宽度可以除了宽度沿从前向后方向减小之外的其他方式扩展。

[0096] 接着将描述两个后臂 436a 与 436b 之间的距离。 回到图 6，为了抑制后环 RR 提供的摇摆刚度的增大，优选地在后端 362a 和 362b 处后臂 436a 和 436b 之间的距离 W3 较小。 因此，优选地后臂 436a 和 436b 的在后端 362a 和 362b 处的距离 W3 小于在前端处的距离 W4。

[0097] 在这方面，后臂 436a 与 436b 之间的距离是后臂 436a 和 436b 的外边缘之间的距离。 与万向节舌一侧比较，支承体一侧的后臂 436a 和 436b 之间的距离收窄增大了偏转刚度，同时抑制了后环 RR 提供的摇摆刚度。

[0098] 为了有效增大偏转刚度同时抑制后环 RR 提供的摇摆刚度，优选地后臂 436a 和 436b 之间的距离从前向后减小。 即，优选地后臂 436a 和 436b 之间的距离从距离 W4 减小到距离 W3，而不从前端向后端增大。从前端向后端可以有一部分具有均匀的后臂 436a 和 436b 之间的距离。

[0099] 在图 6 的优选示例中，后臂 436a 和 436b 之间的距离从前端 361a 和 361b 向后端 362a 和 362b 逐渐减小。 即，后臂 436a 和 436b 的外边缘在前后之间向内倾斜。 这样的结构实现了偏转刚度的有效增大，同时抑制了后环 RR 提供的摇摆刚度。

[0100] 后臂 436a、436b 与支承体 434 的各连接部分（后端 362a 和 362b）的位置与固定点 432b 和 432c 的位置之间的位置关系是重要的。 如上所述，为了增大后环 RR 提供的偏转刚度，优选地提供两个固定点 432b 和 432c。 另一方面，为了减小后臂 436a 和 436b 对摇摆刚度的影响，优选地后端 362a 和 362b 在左右方向（后臂 436a 和 436b 排列的方向）上位于固定点 432b 和 432c 以内。 因此，后端 362a 和 362b 处后臂 436a 和 436b 之间的距离 W3 小于两个固定点 432b 和 432c 之间的距离（沿左右方向的距离）。

[0101] 接着描述支承臂 437a 和 437b。 在图 6 中，支承臂 437a 和 437b 分别连接到万向节舌 431 的侧边缘 315a 和 315b。 因此，后臂 436a 和 436b 分别通过支承臂 437a 和 437b 连接到万向节舌 431 的侧边缘 315a 和 315b。 这样，与将后环 RR 连接到拖尾边缘 313 或者前导边缘 314 相比较，将后环 RR 连接到万向节舌 431 的侧边缘 315a 和 315b 实现了后环 RR 提供的较高偏转刚度。

[0102] 然而，根据设计，后环 RR 可连接到拖尾边缘 313 或者前导边缘 314。 在该情况下，从万向节舌 431 向左和向右延伸的臂是支承臂，连接到支承臂且从支承臂向后延伸的臂是后臂。

[0103] 后环 RR 连接到万向节舌 431 的侧边缘 315a 和 315b 的位置，即侧边缘 315a 和 315b 上支承臂 437a 和 437b 的位置，影响后环 RR 提供的俯仰刚度。 更靠近前端设置的支承臂 437a 和 437b 能实现后环 RR 提供的较低的俯仰刚度，同时增大偏转刚度。

[0104] 因此，优选地，在侧边缘 315a 和 315b 上，支承臂 437a 和 437b 沿前后方向的中心位置位于接触突点 311 之前。 图 8 示出支承臂 437a 的在侧边缘 315a 上的中心 AC 在接触突点 311 前方的区域中。

[0105] 支承臂 437a 和 437b 的宽度（沿前后方向的尺寸）影响后环 RR 提供的偏转刚度的大小。 为了增大偏转刚度，优选地支承臂 437a 和 437b 具有较大宽度。 另一方面，支承臂 437a 和 437b 的较大宽度可能会导致后环 RR 提供的俯仰刚度增大。

[0106] 支承臂 437a 和 437b 在侧边缘 315a 和 315b 接合到万向节舌 431，且在相反端接合到后臂 436a 和 436b。 支承臂 437a 和 437b 在侧边缘 315a 和 315b 上的宽度对于偏转刚度而言很重要。 图 8 示出支承臂 437a 在侧边缘 315a 上的宽度 W5。 为了增大偏转刚度，优选地该宽度大于后臂 436a 和 436b 的最小宽度（图 7 中的 W1），更优选地，大于后臂 436a 和 436b 的最大宽度（图 7 中的 W2）。

[0107] 为了减小支承臂 437a 和 437b 对俯仰刚度的影响，优选地支承臂 437a 和 437b 在远离万向节舌 431 的侧边缘 315a 和 315b 的部分（比侧边缘 315a 和 315b 处更接近后臂 436a 和 436b 的部分）的宽度小于在侧边缘 315a 和 315b 的部分的宽度。

[0108] 如图 8 所示，支承臂 437a 在远离侧边缘 315a 的部分中具有较小宽度 W6。 支承臂 437b 也是这样。 更具体地，在图 6 和 8 所示的本优选示例中，支承臂 437a 和 437b 的宽度随着远离万向节舌 431 的侧边缘 315a 和 315b 而从 W5 逐渐减小到 W6。

[0109] 如图 6 和 8 所示，在本示例的支承臂 437a 和 437b 中，宽度减小，好像后端被削去一样。 即，支承臂 437a 和 437b 的后边缘从侧边缘 315a 和 315b 向前倾斜且支承臂 437a 和 437b 在前后方向上的中心线（图 8 中由虚线表示）在远离万向节舌 431 的侧边缘 315a 和 315b 的位置向前偏移。 由此，能获得与支承臂 437a 和 437b 向前偏移相同的效果，从而后环 RR 提供的俯仰刚度能被减小。

[0110] 接着将描述前臂 435a 和 435b。 前臂 435a 和 435b 分别从前部的固定点 432a 附近向左和向右延伸，向后弯曲，在后臂 436a 和 436b 外侧向后延伸，且接合到后臂 436a 和 436b。 本示例中，前臂 435a 和 435b 的宽度是均匀的。

[0111] 前臂 435a 和 435b、支承臂 437a 和 437b、以及后臂 436a 和 436b 中的在连接部分 363a 和 363b 与连接部分 361a 和 361b 之间的部分形成前环 FR。 前环 FR 在万向节舌的侧边缘 315a 和 315b 上支承万向节舌 431。 前环 FR 在前末梢的中心通过连接部分 351 连接到固定点 432a。 连接部分 351 具有减小前环 FR 提供的俯仰和摇摆刚度的功能。 根据设计，固定点 432a 可形成在前环 FR 上而没有连接部分 351。

[0112] 重要的是，本实施例的前臂 435a 和 435b 在后臂的中部接合到后臂 436a 和 436b。 即，后臂 436a、436b 与前臂 435a、435b 之间的连接部分 363a、363b 位于前端 361a、361b 与后端 362a、362b 之间。 这样的结构减小了前臂 435a 和 435b 中的刚度，从而前环 FR 向万向节舌 431 提供的俯仰和摇摆刚度能被减小。

[0113] 为了确定地减小前环 FR 提供的俯仰和摇摆刚度，优选地后臂 436a、436b 与前臂 435a、435b 的连接部分 363a、363b 位于接触突点 311 后方（参照图 6 和 8）。

[0114] 对本实施例中具有图 6 所示结构的万向节的刚度和作为常规技术的具有参照图 10 说明的结构的万向节的刚度进行了分析。 下面将描述结果。 假定具有图 10 的结构的万向节的刚度的值为 1，具有图 6 所示结构的万向节的刚度的值如下：俯仰刚度为 1.09，摇摆刚度为 1.03，剥离刚度为 0.97，偏转刚度为 6.8。

[0115] 俯仰刚度（μNm/deg）表示万向节舌在接触突点上沿俯仰方向倾斜单位角度时的力矩 (moment)（μNm），摇摆刚度表示万向节舌在接触突点上沿摇摆方向倾斜单位角度时的力矩（μNm）。

[0116] 剥离刚度 (N/m) 是在接触突点处朝向磁盘移动万向节舌单位长度所需的力，偏转刚度（μNm/deg）是万向节舌在接触突点上沿偏转方向倾斜单位角度时的力矩

(μNm)。 这些刚度能通过本领域技术人员已知的方法测量。

[0117] 从上述分析可以理解，本实施例的万向节结构实现了高得多的偏转刚度和大致相同的俯仰刚度、摇摆刚度和剥离刚度。 较高的偏转刚度允许万向节舌的偏转模式振动频率偏移到较高的值，这能实现更精确的头定位。

[0118] 如上所述，已借助于优选实施例描述了本发明，但是本发明不限于以上实施例。 在本发明的范围内，本领域技术人员能容易地修改、增加、转换以上实施例中的每个元件。 例如，本发明可应用于采用除了磁盘之外的盘作为介质的盘驱动器。 一般地，万向节通过焊接固定到负载梁，但是亦可采用其他方法。

[0119] 本发明可应用于左右对称形悬架。 本发明对于斜坡加载和卸载盘驱动器尤其有用，但是也可应用到接触始停型盘驱动器(contact start and stop diskdrive)。 本发明可应用到头滑块的拖尾边缘面对悬架后方的HGA。 在这样的盘驱动器中，盘的旋转方向与以上描述相反。

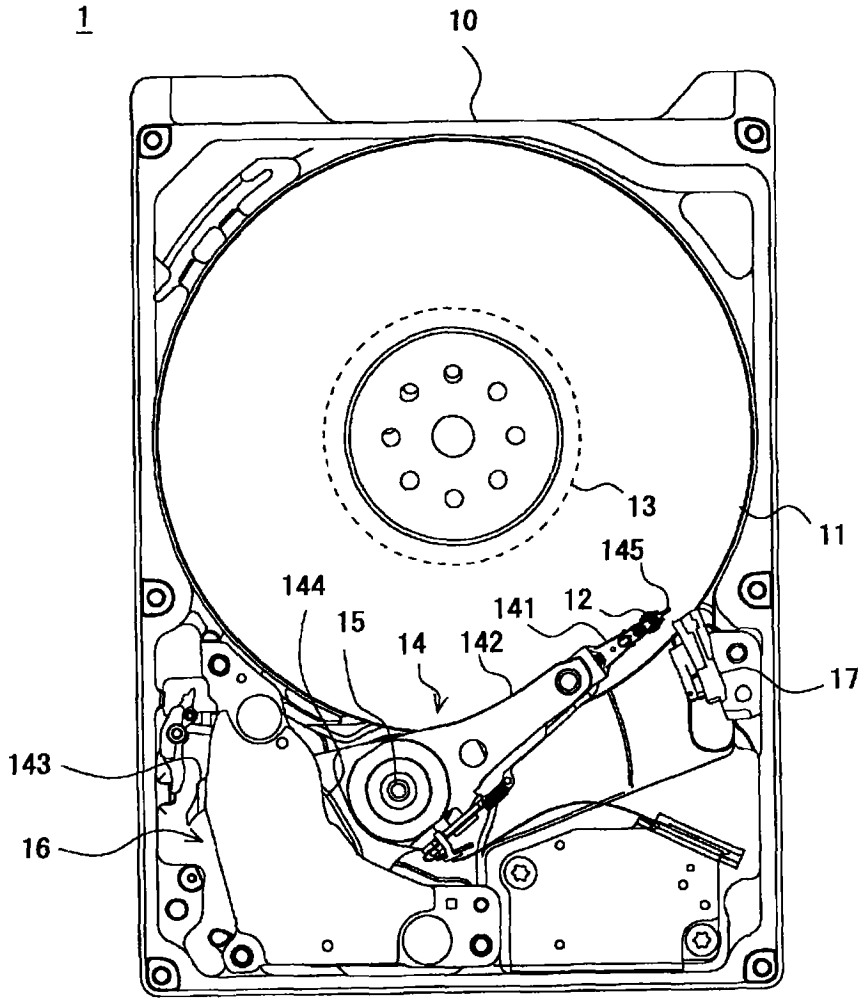


图 1

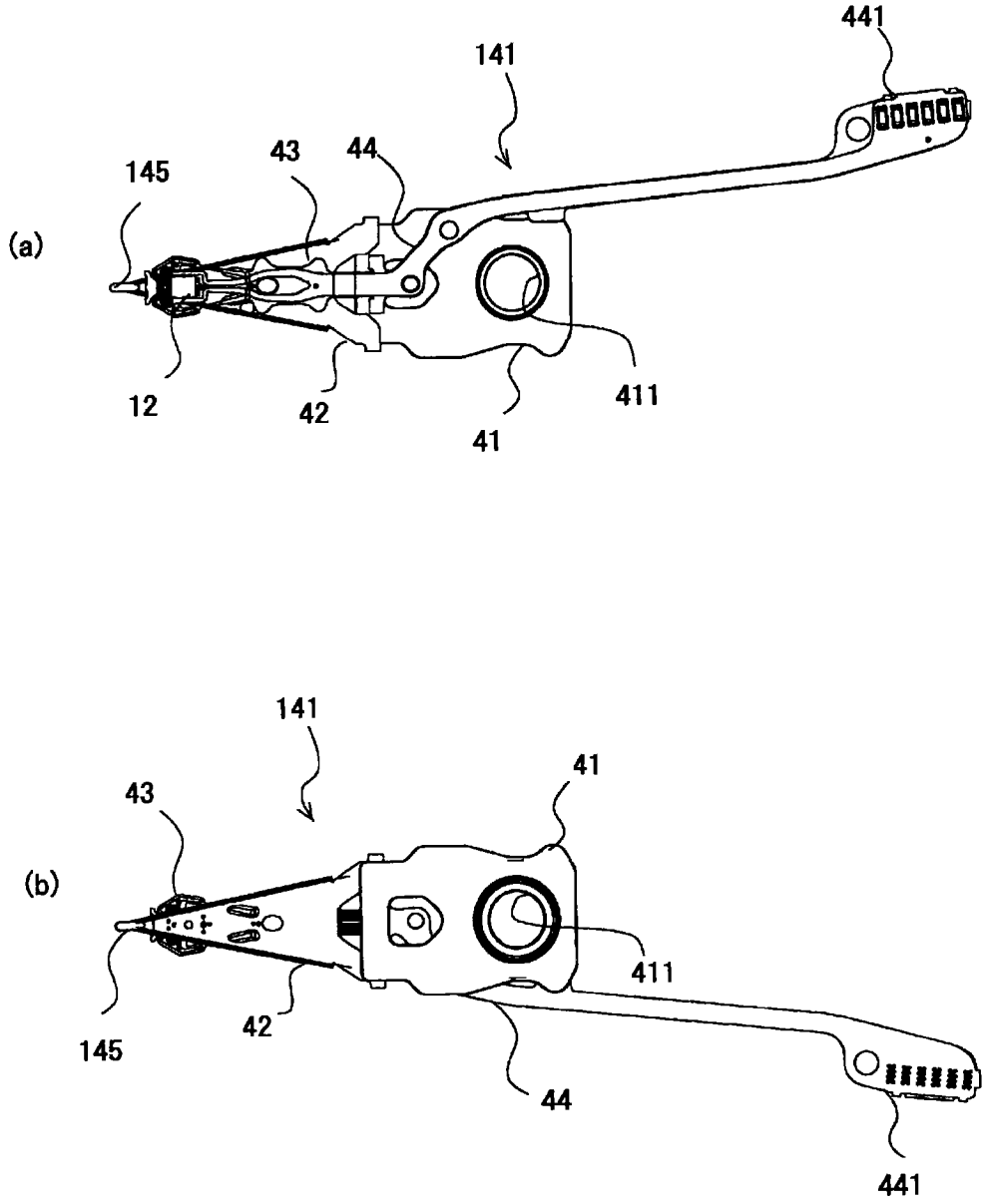


图 2

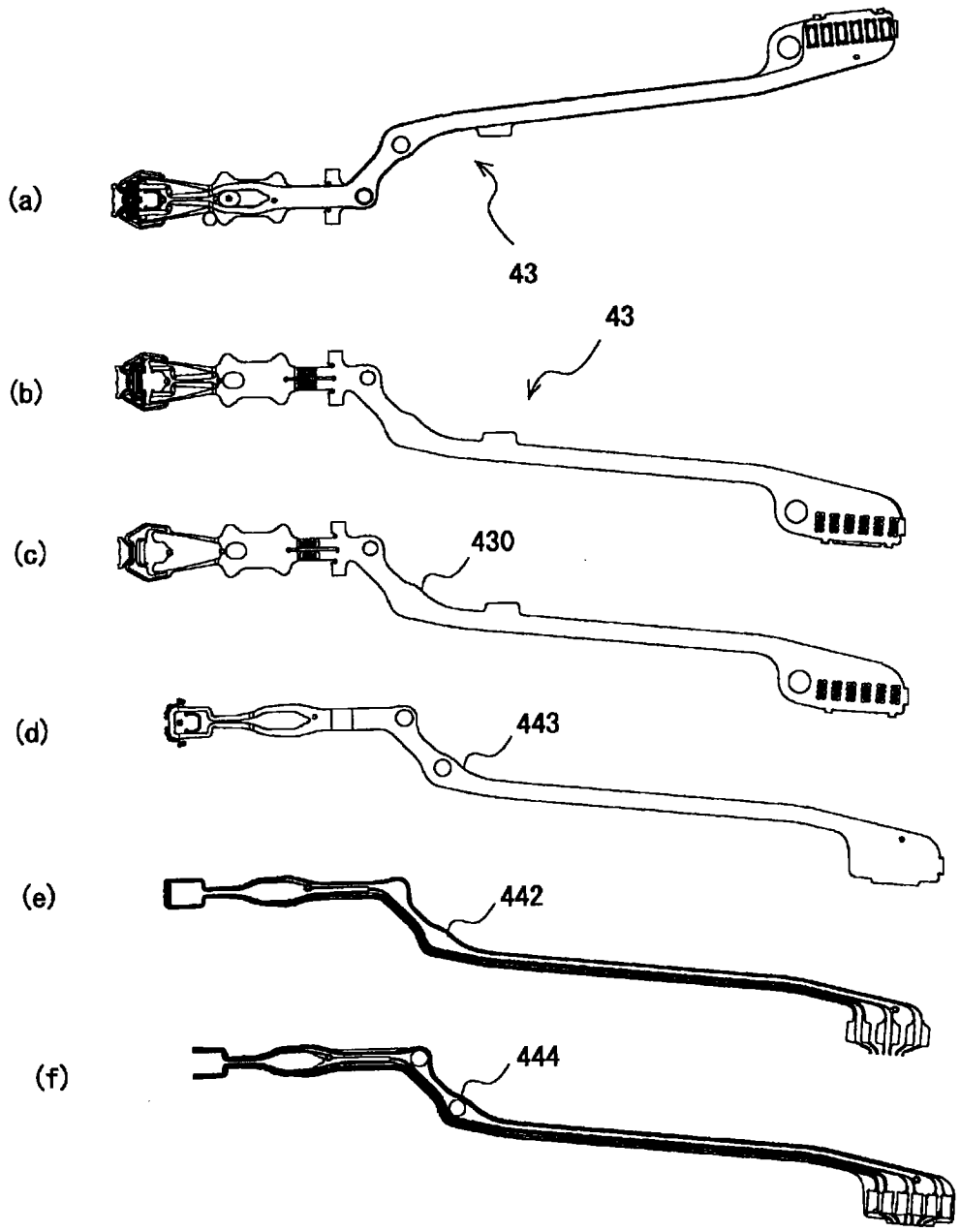


图 3

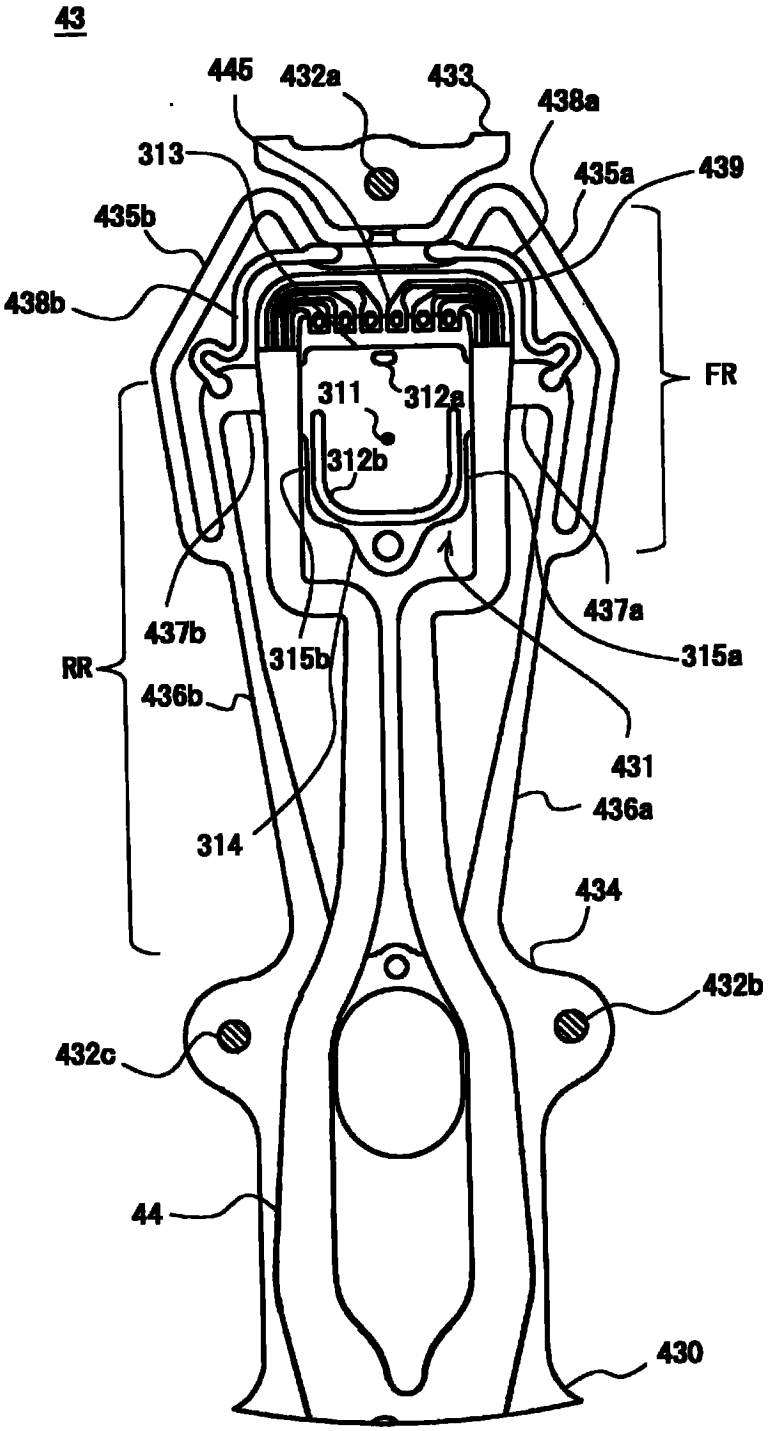

43
445
432a
433
438a
313
435a
439
435b
438b
FR
311
312a
312b
437a
437b
315b
315a
RR
436b
431
436a
314
434
432b
432c
44
430

图 4

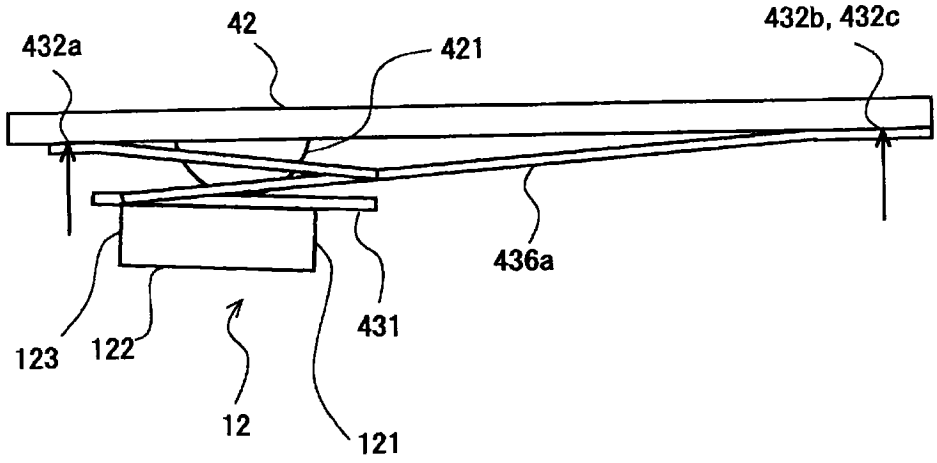


图 5

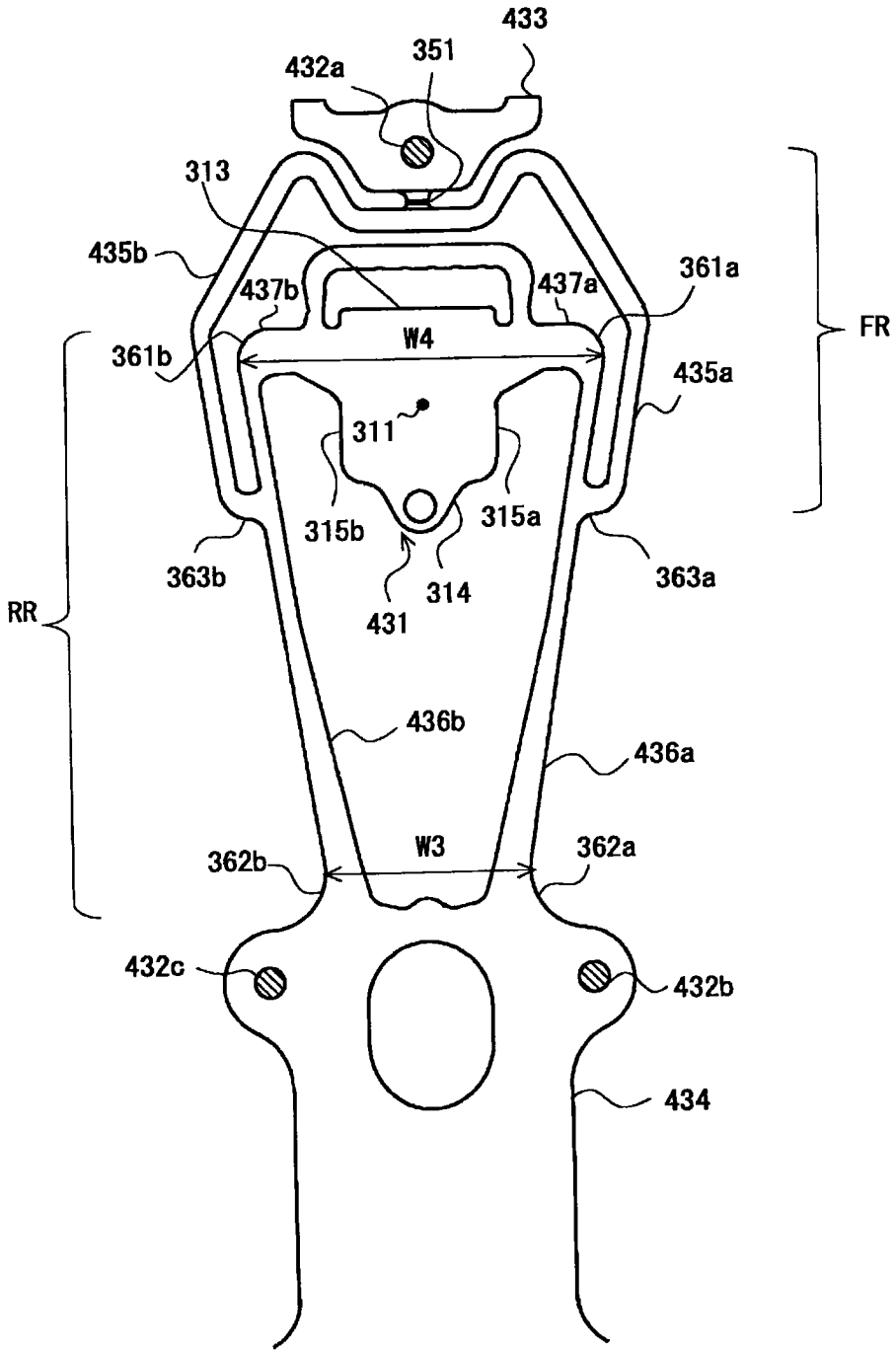

433
351
432a
313
435b
437b
437a
361a
FR
W4
361b
435a
311
315b
315a
363b
363a
314
431
RR
436b
436a
W3
362b
362a
432c
432b
434

图 6

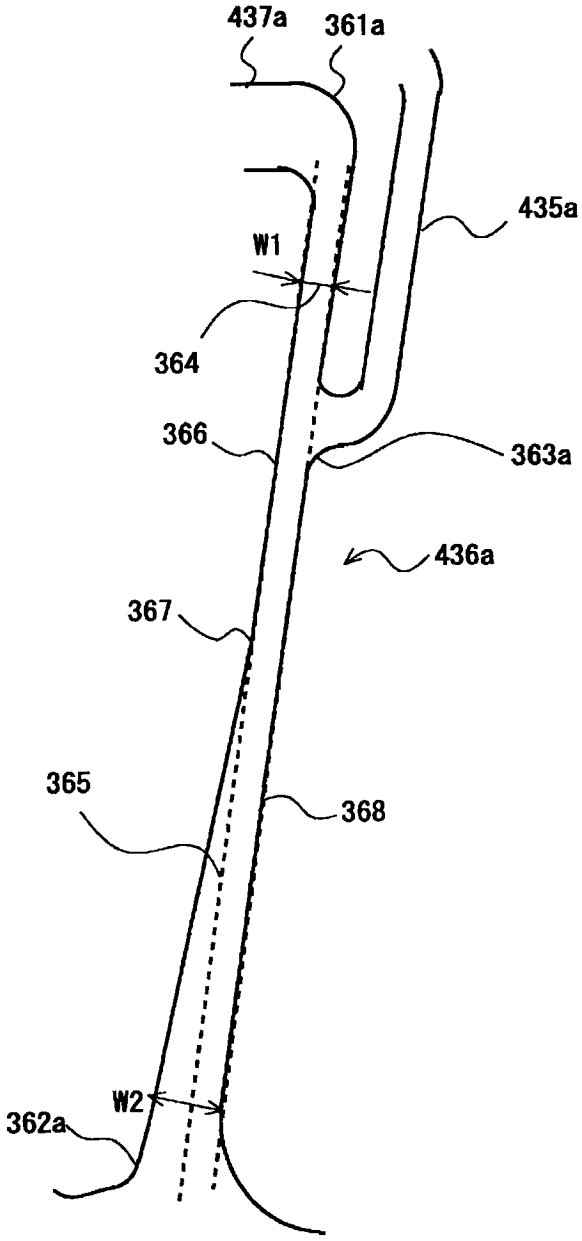


图 7

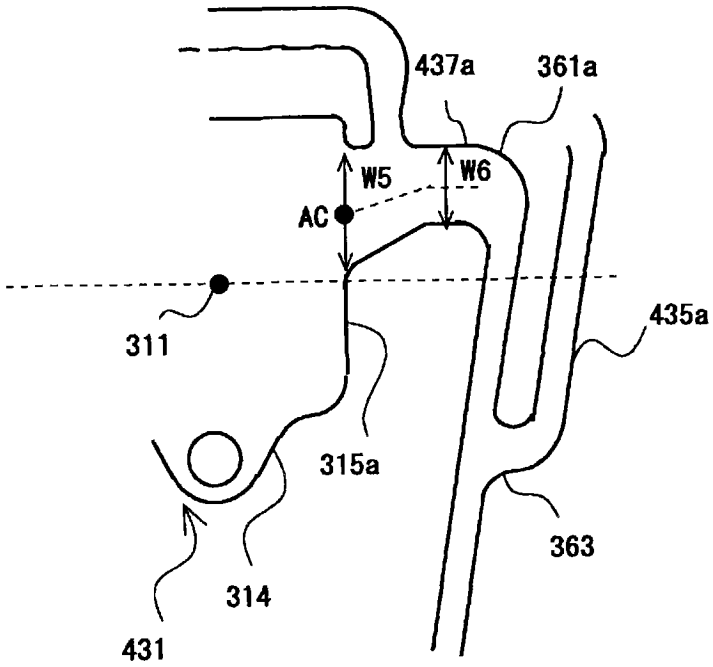


图 8

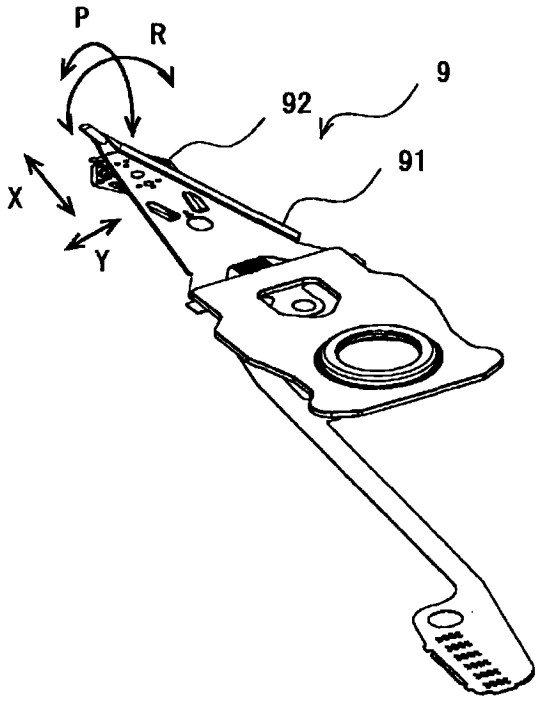


图 9

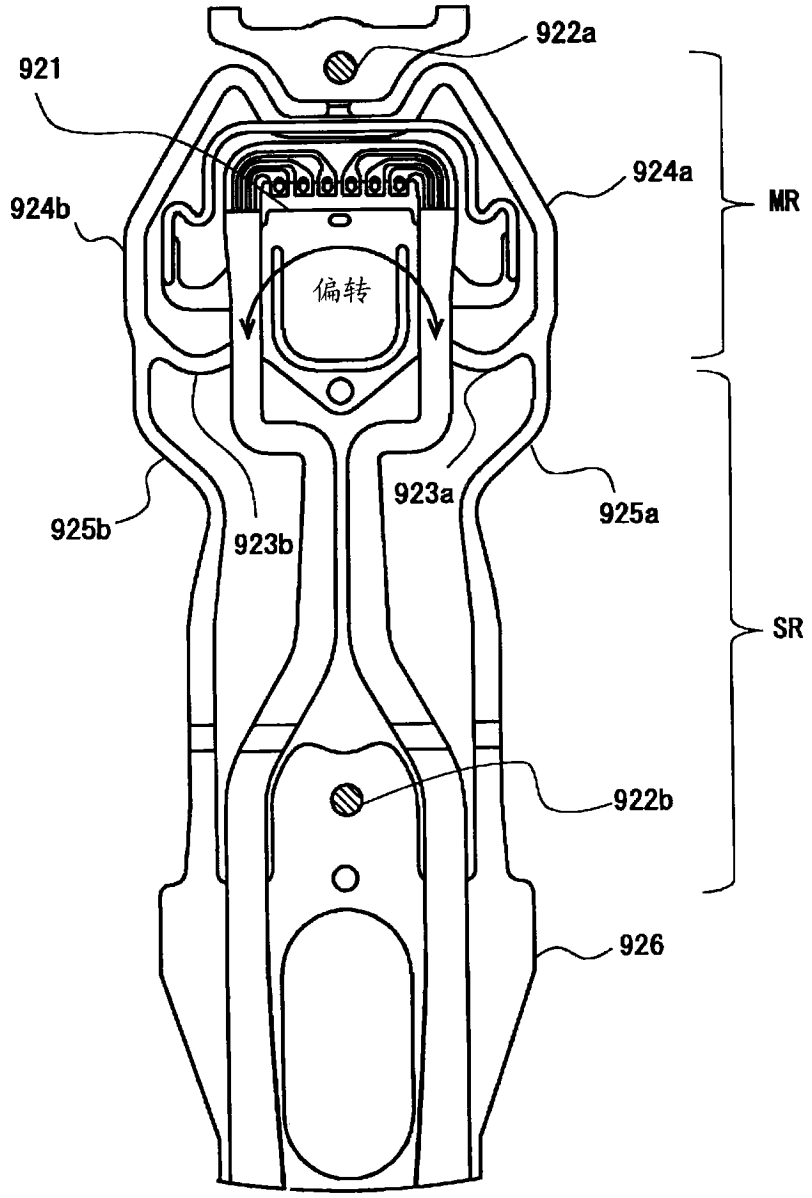


图 10