



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111183007 B

(45) 授权公告日 2023. 05. 16

(21) 申请号 201980004857.1

(22) 申请日 2019.07.01

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111183007 A

(43) 申请公布日 2020.05.19

(30) 优先权数据
62/693,030 2018.07.02 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2020.04.08

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/US2019/040063 2019.07.01

(87) PCT国际申请的公布数据
W02020/009961 EN 2020.01.09

(73) 专利权人 非夕科技有限公司
地址 开曼群岛大开曼绿柳楼4楼, 邮编KY1-9010

专利权人 非夕机器人科技有限公司

(72) 发明人 姜皓 王世全

(74) 专利代理机构 华进联合专利商标代理有限公司 44224
专利代理师 黄隶凡

(51) Int.Cl.
B25J 13/08 (2006.01)
G01L 1/12 (2006.01)
G01L 3/00 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 107914265 A, 2018.04.17
CN 107923775 A, 2018.04.17
CN 103154672 A, 2013.06.12
CN 106225812 A, 2016.12.14
CN 101118194 A, 2008.02.06
JP 2010243399 A, 2010.10.28
US 2013091959 A1, 2013.04.18

审查员 杨洋

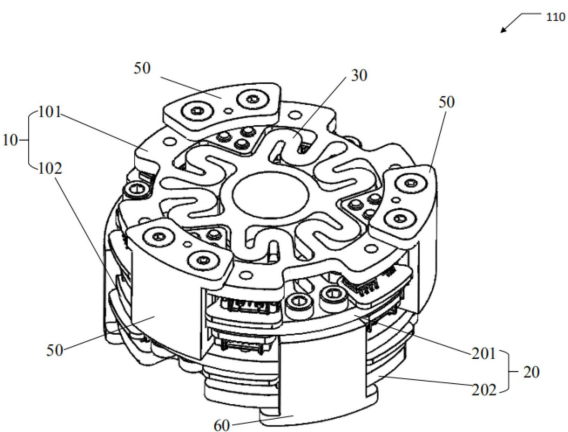
权利要求书3页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

多轴力和力矩传感器及具有该传感器的机器人

(57) 摘要

本申请提供了一种多轴力和力矩传感器, 以及机器人。该传感器包括第一支撑元件、第二支撑元件、连接在第一支撑元件和第二支撑元件之间的可变形部件以及多个信号对。可变形部件被配置为响应于在多个方向上施加的外力和力矩而偏转。多个信号对中的每个信号对包括磁体和霍尔效应检测器。磁体安装在第一支撑元件和第二支撑元件中的一个上, 霍尔效应检测器安装在另一个上。霍尔效应检测器位于对应于相应的磁体的位置。信号对的磁体的一个或多个磁化方向是不同的, 使得信号对能够测量在不同方向上施加在第一支撑元件和第二支撑元件上的力和力矩。



1. 多轴力和力矩传感器,包括:

第一支撑元件;

第二支撑元件;

连接在所述第一支撑元件和所述第二支撑元件之间的可变形部件,所述可变形部件被配置为响应于在多个方向上施加的外力和力矩而偏转;以及

多个信号对,每个所述信号对包括磁体和霍尔效应检测器,

其中所述磁体安装在所述第一支撑元件和所述第二支撑元件中的一个支撑元件上,

其中所述霍尔效应检测器安装在所述第一支撑元件和所述第二支撑元件中的另一个支撑元件上,并且位于对应于相应的磁体的位置;

其中所述多个信号对的磁体的磁化方向是不同的,使得所述多个信号对能够测量在不同方向上施加在所述第一支撑元件和所述第二支撑元件上的力和力矩;

其中所述第一支撑元件包括第一盘和第三盘,所述第二支撑元件包括第二盘和第四盘,所述可变形部件包括第一易曲元件和第二易曲元件;

其中所述第一盘和所述第二盘由所述第一易曲元件连接,并协同构成上传感组件,所述第三盘和所述第四盘由所述第二易曲元件连接,并协同构成下传感组件,所述上传感组件堆叠在所述下传感组件上;以及

所述多轴力和力矩传感器还包括:

多个第一桥接结构,所述多个第一桥接结构刚性地连接所述第一盘和所述第三盘;

多个第二桥接结构,所述多个第二桥接结构刚性地连接所述第二盘和所述第四盘。

2. 根据权利要求1所述的多轴力和力矩传感器,其特征在于,

所述第一盘、所述第二盘、所述第三盘和所述第四盘基本上彼此平行地延伸。

3. 根据权利要求2所述的多轴力和力矩传感器,其特征在于,

所述多个信号对包括六个信号对,

所述六个信号对中的三个信号对的磁体的磁化方向平行于所述传感器的周向方向,并且

所述六个信号对中的其它三个信号对的磁体的磁化方向平行于所述传感器的轴向方向。

4. 根据权利要求1所述的多轴力和力矩传感器,其特征在于,所述多个第一桥接结构和所述多个第二桥接结构中的每个桥接结构包括高磁导率材料,并且位于对应于所述多个信号对中相应的一个信号对的位置,且至少部分地封闭所述相应的一个信号对。

5. 根据权利要求1所述的多轴力和力矩传感器,其特征在于:

所述多个第一桥接结构中的每个第一桥接结构包括在所述传感器的轴向方向上与所述第二盘隔开的第一止动块,所述第一止动块被配置为防止所述第一易曲元件在所述轴向方向上过度偏转;并且

所述多个第二桥接结构中的每个第二桥接结构包括在所述传感器的所述轴向方向上与所述第三盘隔开的第二止动块,所述第二止动块被配置为防止所述第二易曲元件在所述轴向方向上过度偏转。

6. 根据权利要求5所述的多轴力和力矩传感器,其特征在于,还包括:

从所述第二盘延伸并穿过所述第一盘的第一定位销,其中在所述第一盘的延伸方向

上,所述第一定位销和所述第一盘之间存在间隙,并且其中所述第一定位销被配置为防止所述第一易曲元件在所述传感器的径向方向和周向方向上过度偏转;以及

从所述第三盘延伸并穿过所述第四盘的第二定位销,其中在所述第四盘的延伸方向上,所述第二定位销和所述第四盘之间存在间隙,并且其中所述第二定位销被配置为防止所述第二易曲元件在所述传感器的径向方向和周向方向上过度偏转。

7.根据权利要求1所述的多轴力和力矩传感器,其特征在于,还包括:

连接到所述第一支撑元件的顶壳;

连接到所述第二支撑元件的底壳;以及

连接在所述顶壳和所述底壳之间的密封件,其中所述顶壳、所述底壳和所述密封件协同地封闭所述第一支撑元件、所述第二支撑元件、所述可变形部件和所述多个信号对。

8.多轴力和力矩传感器,包括堆叠在一起的上传感组件和下传感组件,其中所述上传感组件包括:

第一盘;

第二盘;

连接在所述第一盘和所述第二盘之间的第一易曲元件,所述第一易曲元件被配置为响应于在多个方向上施加的外力和力矩而偏转;以及

多个第一信号对,每个所述第一信号对包括第一信号发射器和第一信号接收器,其中所述第一信号发射器安装在所述第一盘和所述第二盘中的一个盘上,所述第一信号接收器安装在所述第一盘和所述第二盘中的另一个盘上,并且位于对应于所述第一信号发射器的位置;

所述下传感组件包括:

第三盘;

第四盘;

连接在所述第三盘和所述第四盘之间的第二易曲元件,所述第二易曲元件被配置为响应于在多个方向上施加的外力和力矩而偏转;以及

多个第二信号对,每个所述第二信号对包括第二信号发射器和第二信号接收器,其中所述第二信号发射器安装在所述第三盘和所述第四盘中的一个盘上,所述第二信号接收器安装在所述第三盘和所述第四盘中的另一个盘上,并且位于对应于所述第二信号发射器的位置,

其中,所述第一信号对和所述第二信号对的布置不同,使得所述第一信号对和所述第二信号对被配置为测量在多个方向上施加的外力和力矩;

其中,所述多轴力和力矩传感器还包括:

多个第一桥接结构,所述多个第一桥接结构刚性地连接所述第一盘和所述第三盘;

多个第二桥接结构,所述多个第二桥接结构刚性地连接所述第二盘和所述第四盘。

9.根据权利要求8所述的多轴力和力矩传感器,其特征在于,所述第一信号发射器和所述第二信号发射器是磁体,所述第一信号接收器和所述第二信号接收器是霍尔效应检测器。

10.根据权利要求9所述的多轴力和力矩传感器,其特征在于:

所述多个第一信号对中的每个第一信号对的所述第一信号发射器的磁化方向平行于

所述传感器的周向方向；

所述多个第二信号对中的每个第二信号对的所述第二信号发射器的磁化方向平行于所述传感器的轴向方向。

11. 根据权利要求8所述的多轴力和力矩传感器,其特征在于:

所述多个第一桥接结构中的每个第一桥接结构包括在所述传感器的轴向方向上与所述第二盘隔开的第一止动块,所述第一止动块被配置为防止所述第一易曲元件在所述轴向方向上过度偏转;并且

所述多个第二桥接结构中的每个第二桥接结构包括在所述传感器的所述轴向方向上与所述第三盘隔开的第二止动块,所述第二止动块被配置为防止所述第二易曲元件在所述轴向方向上过度偏转。

12. 根据权利要求11所述的多轴力和力矩传感器,其特征在于,还包括:

从所述第二盘延伸并穿过所述第一盘的第一定位销,其中在所述第一盘的延伸方向上,所述第一定位销和所述第一盘之间存在间隙,并且其中所述第一定位销被配置为防止所述第一易曲元件在所述传感器的径向方向和周向方向上过度偏转;以及

从所述第三盘延伸并穿过所述第四盘的第二定位销,其中在所述第四盘的延伸方向上,所述第二定位销和所述第四盘之间存在间隙,并且其中所述第二定位销被配置为防止所述第二易曲元件在所述传感器的径向方向和周向方向上过度偏转。

13. 根据权利要求8所述的多轴力和力矩传感器,其特征在于,还包括:

连接到所述第一盘的顶壳;

连接到所述第四盘的底壳;以及

连接在所述顶壳和所述底壳之间的密封件,其中所述顶壳、所述底壳和所述密封件协同封闭所述上传感组件和所述下传感组件。

14. 一种机器人,包括相继地连接的多个连杆和末端执行器,其中,所述末端执行器包括根据权利要求1至13中任一项所述的多轴力和力矩传感器,所述多轴力和力矩传感器被配置为测量施加在所述末端执行器上的力和力矩。

多轴力和力矩传感器及具有该传感器的机器人

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 根据《美国法典》第35编第119(e)节,本申请要求2018年7月2日提交的,申请名称为“ROBUST SIX DEGREE OF FREEDOM FORCE AND TORQUE SENSOR WITH OVERLOAD PROTECTION”的第62/693,030号美国临时申请的优先权,该美国临时申请的公开内容以引用的方式整体并入本申请。

技术领域

[0003] 本申请一般涉及传感技术,特别是涉及多轴力和力矩传感器以及具有该多轴力和力矩传感器的机器人。

背景技术

[0004] 多轴力和力矩传感器广泛应用于机器人操纵、自动化产业以及实验室实验中。现有的解决方案使用基于应变片或基于编码器的设计。应变式传感器易受温度变化和制造质量变化的影响,且制造成本高。基于编码器的传感器具有更强的鲁棒性,但其刚度较低,这会显著影响系统的整体动态,并导致机械带宽较低,不适合高速传感和控制应用。大的结构性挠曲也会导致严重的串扰问题和非线性。

[0005] 鉴于此,需要一种新型的多轴力和力矩传感器。

发明内容

[0006] 因此,本申请旨在提供多轴力和力矩传感器以及具有该多轴力和力矩传感器的机器人。

[0007] 为了解决上述问题,本申请采用的技术方案提供了一种多轴力和力矩传感器。传感器可以包括第一支撑元件、第二支撑元件、连接在第一支撑元件和第二支撑元件之间的可变形部件以及多个信号对。可变形部件被配置为响应于在多个方向上施加的外力和力矩而偏转。多个信号对中的每个信号对包括磁体和霍尔效应检测器。磁体安装在第一支撑元件和第二支撑元件中的一个支撑元件上。霍尔效应检测器安装在第一支撑元件和第二支撑元件中的另一个支撑元件上,并且位于对应于相应的磁体的位置。多个信号对的磁体的磁化方向是不同的,使得该多个信号对能够测量在不同方向上施加在第一支撑元件和第二支撑元件上的力和力矩。

[0008] 为了解决上述问题,本申请采用的另一技术方案提供了一种多轴力和力矩传感器。该传感器可以包括堆叠在一起的上传感组件和下传感组件。上传感组件包括第一盘、第二盘、连接在第一盘和第二盘之间的第一易曲元件,以及多个第一信号对。该易曲元件被配置为响应于在多个方向上施加的外力和力矩而偏转。多个信号对中的每个信号对包括第一信号发射器和第一信号接收器。第一信号发射器安装在第一盘和第二盘中的一个盘上。第一信号接收器安装在第一盘和第二盘中的另一个盘上,并且位于对应于第一信号发射器的位置。

[0009] 下传感组件包括第三盘、第四盘、连接在第三盘和第四盘之间的第二易曲元件,以及多个第二信号对。该易曲元件被配置为响应于在多个方向上施加的外力和力矩而偏转。多个第二信号对中的每个第二信号对包括第二信号发射器和第二信号接收器。第二信号发射器安装在第三盘和第四盘中的一个盘上。第二信号接收器安装在第三盘和第四盘中的另一个盘上,并且位于对应于第二信号发射器的位置。第一信号对和第二信号对的布置不同,使得第一信号对和第二信号对被配置为在多个方向上测量施加的外力和力矩。

[0010] 为了解决上述问题,本申请采用的另一技术方案提供了一种机器人。该机器人可以包括相继地连接的多个连杆和末端执行器。末端执行器包括多轴力和力矩传感器,该多轴力和力矩传感器被配置为测量施加在末端执行器上的力和力矩。多轴力和力矩传感器包括第一支撑元件、第二支撑元件、连接在第一支撑元件和第二支撑元件之间的可变形部件,以及多个信号对。可变形部件被配置为响应于在多个方向上施加的外力和力矩而偏转。多个信号对中的每个信号对包括磁体和霍尔效应检测器。磁体安装在第一支撑元件和第二支撑元件中的一个支撑元件上。霍尔效应检测器安装在第一支撑元件和第二支撑元件中的另一个支撑元件上,并且位于对应于相应的磁体的位置。该多个信号对的磁体的磁化方向是不同的,使得多个信号对能够测量在不同方向上施加在第一支撑元件和第二支撑元件上的力和力矩。

[0011] 根据本申请,多轴力和力矩传感器可以包括多个信号对。这些信号对可用于计算在不同方向上施加在传感器上的力和力矩,也可用于离轴负载消除和温度补偿。因此,本申请提供的传感器可用于更精确地测量在不同方向上施加的力和力矩。

附图说明

[0012] 为了清楚地解释本申请的实施例中的技术解决方案,下面将简要描述在实施例的描述中使用的附图。以下描述中的附图仅仅是本申请的示例性实施例。对于本领域的普通技术人员,也可以基于这些附图无需付出任何创造性工作,得到其它实施例。

[0013] 图1示出了根据本申请的一实施例的多轴力和力矩传感器的等距视图。

[0014] 图2是根据本申请的一实施例的多轴力和力矩传感器的示例传感组件的示意图。

[0015] 图3示出了根据本申请的一实施例的多轴力和力矩传感器的截面图。

[0016] 图4示出了根据本申请的一实施例的多轴力和力矩传感器的第一盘上的信号对的示例性布置。

[0017] 图5示出了根据本申请的一实施例的多轴力和力矩传感器的第四盘上的信号对的示例性布置。

[0018] 图6是根据本申请的一实施例的多轴力和力矩传感器的示意图。

[0019] 图7是根据本申请的一实施例的机器人的示意图。

具体实施方式

[0020] 现在将参考附图和示例详细描述本申请。所描述的实施例仅仅是示例性的,且表示本申请的实施例的子集。本领域技术人员付出无需创造性的努力就可以识别基于本申请的实施例的其它实施例,并且所有这些实施例都属于本申请的范围。

[0021] 图1至图3示出了根据本申请的实施例的示例性多轴力和力矩传感器110的结构。

如图1至图3所示,多轴力和力矩传感器110可以包括第一支撑元件10、第二支撑元件20、可变形部件30和多个信号对40。

[0022] 在本申请的一些方面中,可变形部件30可以连接在第一支撑元件10和第二支撑元件20之间。可变形部件30可以设计为使得在第一方向上施加在支撑元件10上的力或力矩,以及在不同的第二方向上施加在支撑元件20上的力或力矩导致可变形部件30偏转,使得两个支撑元件10和20之间存在相对移动。在一些实施例中,第一支撑元件10、第二支撑元件20和可变形部件30可以由相同的材料制成,例如铝合金、钛合金、不锈钢合金等。

[0023] 在一些示例中,多轴力和力矩传感器110的每个信号对40可以包括信号发射器401和信号接收器402。信号发射器401可以安装在第一支撑元件10或第二支撑元件20中的任一者上,信号接收器402可以安装在另一支撑元件上。该示例配置使得信号发射器401和信号接收器402能够用于协同地检测第一支撑元件10和第二支撑元件20之间的相对位移。

[0024] 在一些实施例中,信号对40可以被配置为使得通过信号对40检测到的在支撑元件10和20之间的相对位移能够用于计算在多个方向上作用于多轴力和力矩传感器110的力或力矩。例如,多轴力和力矩传感器110可以包括六个信号对40。六个信号对40可以被配置为测量在不同方向(轴向、径向和周向)上的第一支撑元件10和第二支撑元件20之间的相对位移。然后,检测结果可用于计算在六个轴或方向(例如,X-平移、Y-平移、Z-平移、X-旋转、Y-旋转和Z-旋转)上作用在多轴力和力矩传感器110上的力和力矩。

[0025] 在本申请的一些实施例中,多轴力和力矩传感器110可以在每个信号对40中包括更多对(例如,3对、4对或更多)信号发射器21和信号接收器22。这种具有额外的多对信号发射器21和信号接收器22的信号对40可以使在不同的方向上施加在多轴力和力矩传感器110上的力和力矩的计算更精确。它们也可用于离轴负载抵消和温度补偿,这也可以使在不同方向上施加在多轴力和力矩传感器110上的力和力矩的计算更精确。

[0026] 在本申请的一些示例中,信号对40可以是电感的、电容的、电阻的、光学的,或者可以使用其他合适的信号形式。在一些实施例中,每个信号对40的信号发射器401可以是磁体,而相应的信号接收器402可以是霍尔效应传感器。

[0027] 霍尔效应传感器的工作原理如下。当霍尔效应传感器检测垂直于磁体的磁化轴的磁场强度,并且能够沿着磁化轴移动时,传感器的位移与由传感器检测到的磁场强度之间的关系基本上是线性的。当霍尔效应传感器检测垂直于磁体的磁化轴的磁场强度,并且能够垂直于磁化轴移动时,检测到的磁场强度与传感器的位移之间的关系是更少线性的,可以用非线性函数(如多项式函数)建模。信号对40的磁体的磁化方向可以相应地布置得不一样,使得信号对40能够测量在不同方向上施加在第一支撑元件10和第二支撑元件20上的力和力矩。

[0028] 在一些实施例中,第一支撑元件10可以包括第一盘101和第三盘102,第二支撑元件20可以包括第二盘201和第四盘202。如图1所示,第一盘101、第二盘201、第三盘102和第四盘202可以基本上彼此平行地延伸。在这些实施例中,可变形部件30可包括第一易曲元件(未标记)和第二易曲元件(未标记)。第一盘101和第二盘201可以由第一易曲元件连接,并协同构成上传感组件301。第三盘102和第四盘202可以由第二易曲元件连接,并协同构成下传感组件302。在本实施例中,如图3所示,上传感组件301和下传感组件302都可以具有H型配置。

[0029] 在一些示例中,上传感组件301可以堆叠在下传感组件302上。在这样的示例中,信号对40可以均匀地分布在两个相应的传感组件301和302上。均匀分布可以使信号对40的安装更容易,并且可以减少信号对40之间的干扰。在一些实施例中,第一支撑元件10和第二支撑元件20可以各自仅包括一个盘。例如,第一支撑元件10可以仅包括第一盘101,第二支撑元件20可以仅包括第三盘102。在这些实施例中,信号对40可以安装在两个盘(例如,第一盘101和第三盘102)上,用于测量两个支撑元件10和20之间的相对移动。

[0030] 如图1至图3所示,在一些实施例中,多轴力和力矩传感器110还可以包括多个桥接结构50和60(例如,在所示例中为6个)。在各个方面,第一桥接结构50可以被配置为刚性连接第一盘101和第三盘102,而第二桥接结构60可以被配置为刚性连接第二盘201和第四盘202。在一些示例中,桥接结构50和60可能比第一支撑元件10和第二支撑元件20硬得多。在这样的示例中,当单纯的力或Z轴力矩(例如,如图3所示)或两者的组合施加在多轴力和力矩传感器110上时,该硬得多的桥接结构50和60可以使负载均匀地分布在上传感组件301和下传感组件302上。当X轴(例如,如图3所示)或Y轴(例如,图3中进出页面的轴)力矩施加到多轴力和力矩传感器110时,桥接结构50和60的刚性使得大部分的力矩负载能够分配为上传感组件301和下传感组件302上的X轴力和Y轴力。在某些情况下,这种将力矩负载分配为X轴力和Y轴力的方式可以优化和增强X轴和Y轴扭转的刚度。在各种情况下,平行的桥接结构50和60可以提高整个多轴力和力矩传感器110抗围绕X轴和Y轴施加的力矩的刚度,以便在多轴力和力矩传感器110的六个感测自由度(DOF:degree of freedom)上获得期望的感测灵敏度。

[0031] 在本申请的一些示例中,桥接结构50和60可以至少部分地封闭信号对40,以保护信号发射器401和信号接收器402免受外部信号的干扰。在一些示例中,桥接结构50和60可以由基于所使用的信号对40的类型的材料制成。例如,如果在信号对40中使用磁信号,则桥接结构50和60可以由高磁导率材料(诸如超透磁合金(supermalloy)、超导磁合金(super mumetal alloy)、SANBOLD、坡莫合金(permalloy)、碳钢、马氏体钢(martensite steel)等)制成。如果在信号对40中使用光信号,则桥接结构50和60可以由遮光材料(诸如不透明塑料、金属或橡胶等)制成。

[0032] 参照图2,多轴力和力矩传感器110还可以包括多个定位销70。图3示出了具有定位销701和702的实施例的横截面。在一些示例中,定位销701可以从第二盘201延伸并穿过第一盘101。如图3所示,在第一盘101的延伸方向上,定位销701和第一盘101之间可能存在间隙(例如缝隙)。在一些示例中,定位销702可以从第三盘102延伸并穿过第四盘202。如图3所示,在第四盘202的延伸方向上,定位销702和第四盘202之间也可能存在间隙(例如缝隙)。

[0033] 回到图2,定位销70可以提供X轴和Y轴平移以及Z轴扭转的过载保护,使得可变形部件30可以避免在多轴力和力矩传感器110的径向和周向上过度偏转。例如,回到图3,如果上传感组件301或下传感组件302在外力或力矩下过度偏转,则定位销701和/或定位销702可以移动通过其相应的间隙(例如缝隙)并接触相应的盘。例如,过载可能导致定位销701接触第一盘101,以及定位销702接触第四盘202。因此定位销701和702可以分别防止上传感组件301和/或下传感组件302的进一步偏转,该进一步偏转可能会导致塑性变形并损坏上传感组件301或下传感组件302。

[0034] 在本申请的一些实施例中,桥接结构50和/或桥接结构60可以具有止动块。止动块

可以提供X轴和Y轴扭转以及Z轴平移的过载保护。例如,如图3所示,桥接结构50可以包括止动块501。止动块501可以与第二盘201在多轴力和力矩传感器110的轴向方向(如图中所示的Z轴)上稍微间隔开来。在所示的示例中,当第一盘101移动得离第二盘201(例如,沿着所示的Z轴的方向)太近或太远时,第二盘201接触止动块501,并且第二盘201和止动块501之间的刚性压缩可以防止可能导致塑性变形并损坏上传感组件301的进一步移动。在一些示例中,桥接结构60可以具有同样地配置的止动块以保护示例的下传感组件302。

[0035] 参照图3,在一些实施例中,保持结构403可以安装在第二盘201上(以及同样地安装在第三盘102上)用于安装信号接收器402。在这样的实施例中,止动块501可以被配置为在过大的外力或力矩的情况下碰撞保持结构403而不是第二盘201。应当理解,即使本文未详细描述桥接结构60的结构和功能,桥接结构60也可以具有与本文所述的桥接结构50相似或相同的结构和功能。

[0036] 图4和5分别示出了信号对40在第一支撑元件10和第二支撑元件20上的示例性布置。在这个实施例中,多轴力和力矩传感器110可以包括六个磁性信号对40,三个磁性信号对在第一支撑元件10上而三个磁性信号对在第二支撑元件20上。在一个示例中,如图4所示,安装在第一盘101上的磁体401a的磁化方向可以平行于多轴力和力矩传感器110的周向方向。如图5所示,安装在第四盘202上的磁体401b的磁化方向可以平行于多轴力和力矩传感器110的轴向方向。在图4中,示出了与磁体401a相对的霍尔效应传感器402a,在图5中示出了与磁体401b相对的霍尔效应传感器402b。

[0037] 在安装有磁体401a和霍尔效应传感器402a的上传感组件301的配置中(如图4所示)可以检测除了Z轴力之外的所有五个力/力矩,但是只有围绕Z轴的力矩可以从该单个上传感组件301直接计算出来。在安装有磁体401b和霍尔效应传感器402b的下传感组件302的配置中(如图5所示)可以检测除了Z轴力矩之外的所有五个力/力矩,但是只有Z轴向的力可以从该单个下传感组件302直接计算出来。然而,通过运用多轴力和力矩传感器110的机械结构的简单的传递函数,可以推导出整个多轴力和力矩传感器110上的偏转和力/力矩。

[0038] 例如,施加在整个多轴力和力矩传感器110上的六维的力/力矩可以使每个霍尔效应传感器402a或402b相对于其相应的磁体401A或401B在所有三个维度(例如,沿着X轴、Y轴和Z轴)上线性移动。可以通过磁场的变化来获得这三种类型的移动中的两种类型的移动(例如,沿着X轴和Y轴的移动),而无法获得最后一种类型的移动(例如,沿着Z轴的移动)。所获得的两种类型的移动可以通过线性或非线性函数计算。因此,随着每个霍尔效应传感器402a或402b中的读数变化,可以推导出每个霍尔效应传感器402a或402b相对于其磁体401a或401b的移动。运用机械结构的简单的传递函数,可以推导出在整个多轴力和力矩传感器110上的偏转和力/力矩。因此,根据本申请的一个方面,可以使用校准方法从六个信号对40中计算出所有六个力和力矩。

[0039] 此外,在一些情况下,由于并非所有磁体401a或401b对于上传感组件301和下传感组件302中的每一者都在相同方向上极化,所以可以使用差分方法抑制温度对传感组件301和302的影响。例如,由温度变换引起的信号变化使得来自信号对40的信号以相同的趋势变化,因此通过将两者相减,可以去除温度变化引起的偏移。在本申请的其他方面中,为了实现同样的所描述的目的,信号对40的布置可以不同于图4和图5中所示。

[0040] 参照图6,多轴力和力矩传感器110还可以包括顶壳801、底壳802和密封件803。顶

壳801可以和第一支撑元件10固定连接,底壳802可以和第二支撑元件20固定连接。密封件803可以连接在顶壳801和底壳802之间。顶壳801、底壳802和密封件803可以协同地封闭第一支撑元件10、第二支撑元件20、可变形部件30和信号对40,从而可以防止外部的水或灰尘进入内部并损坏这些元件。

[0041] 本申请还提供了机器人和末端执行器。图7示出了示例机器人900,该示例机器人900可以包括相继地连接的多个连杆901和末端执行器902。末端执行器902可以包括多轴力和力矩传感器110,该多轴力和力矩传感器110用于测量作用在末端执行器902上的外力和力矩。多轴力和力矩传感器110可以类似于上述任何一个实施例。在其他实施例中,多轴力和力矩传感器110可替代地被机器人900的其他部件(例如,执行器)所利用。

[0042] 在根据本申请的其他示例中,多轴力和力矩传感器110可用于其它领域和设备,例如,工业机器人、人形机器人、车辆、驱动装置、测量装置等。

[0043] 不需要进一步详细阐述,相信本领域技术人员可以使用上述描述来最大限度地利用所要求保护的发明。本文所公开的示例和实施例仅被解释为说明性的,而不是以任何方式限制本申请的范围。对于本领域技术人员来说,显而易见的是,在不脱离所讨论的基本原理的情况下,可以改变上述实施例的细节。换言之,上面的描述中具体公开的实施例的各种修改和改进均在所附权利要求的范围内。例如,所描述的各种实施例的特征的任何适当组合均是预期的。

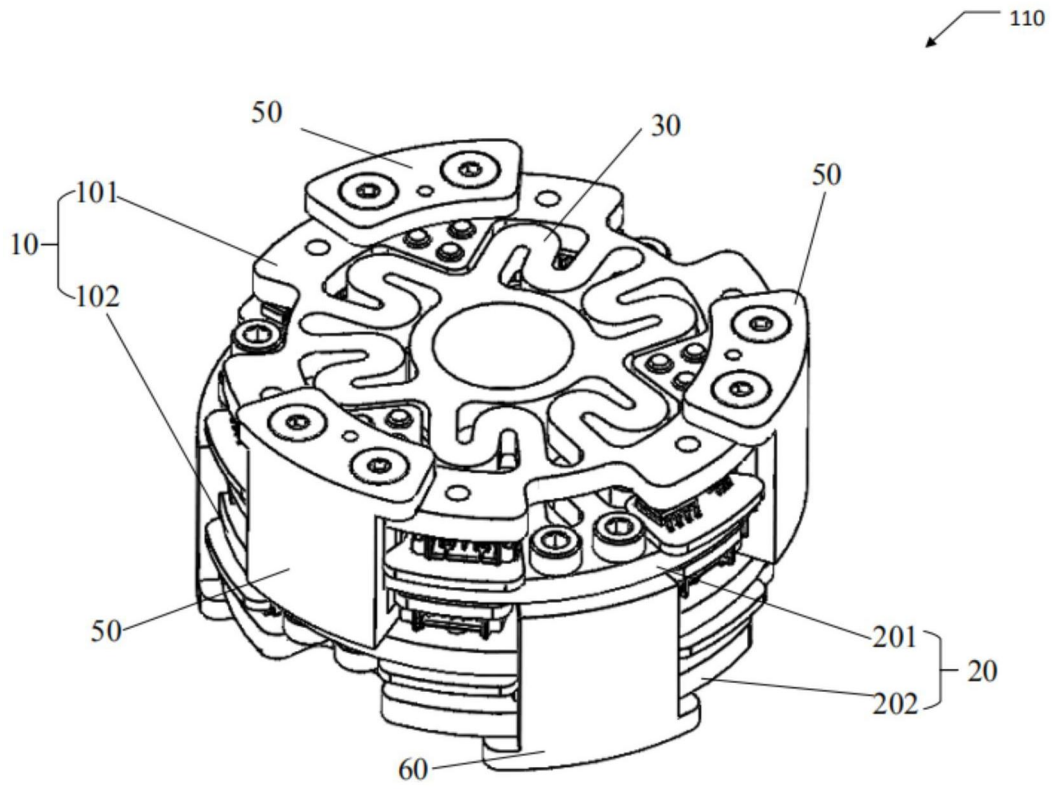


图1

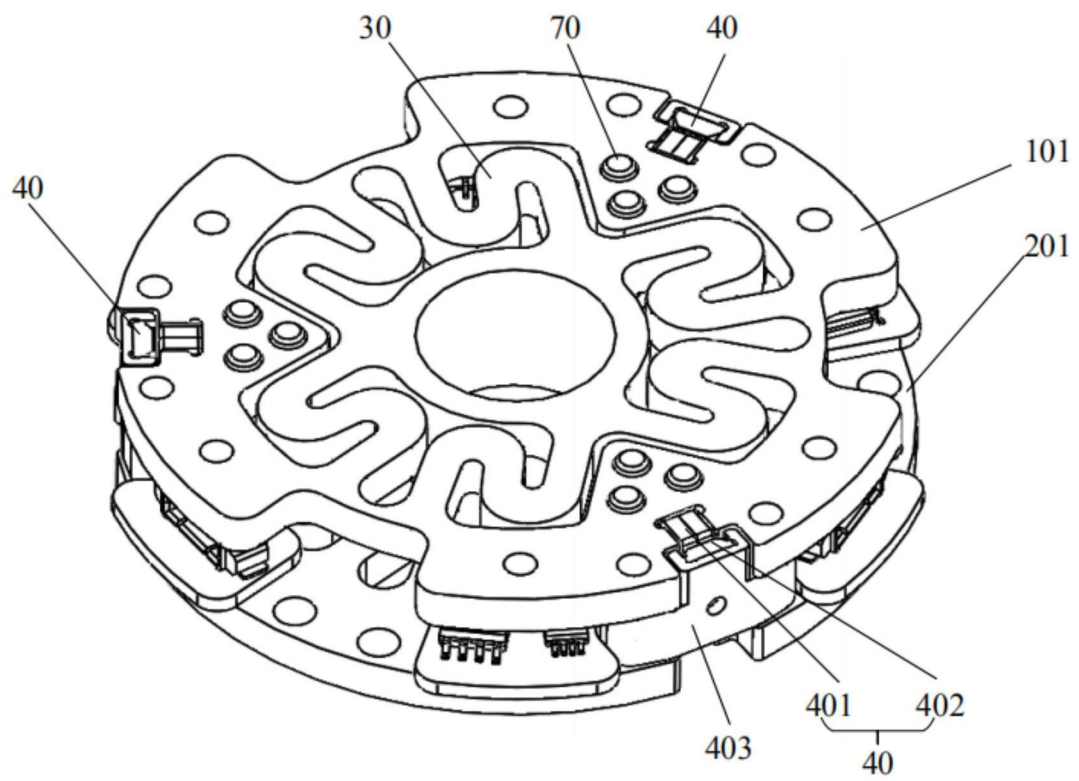


图2

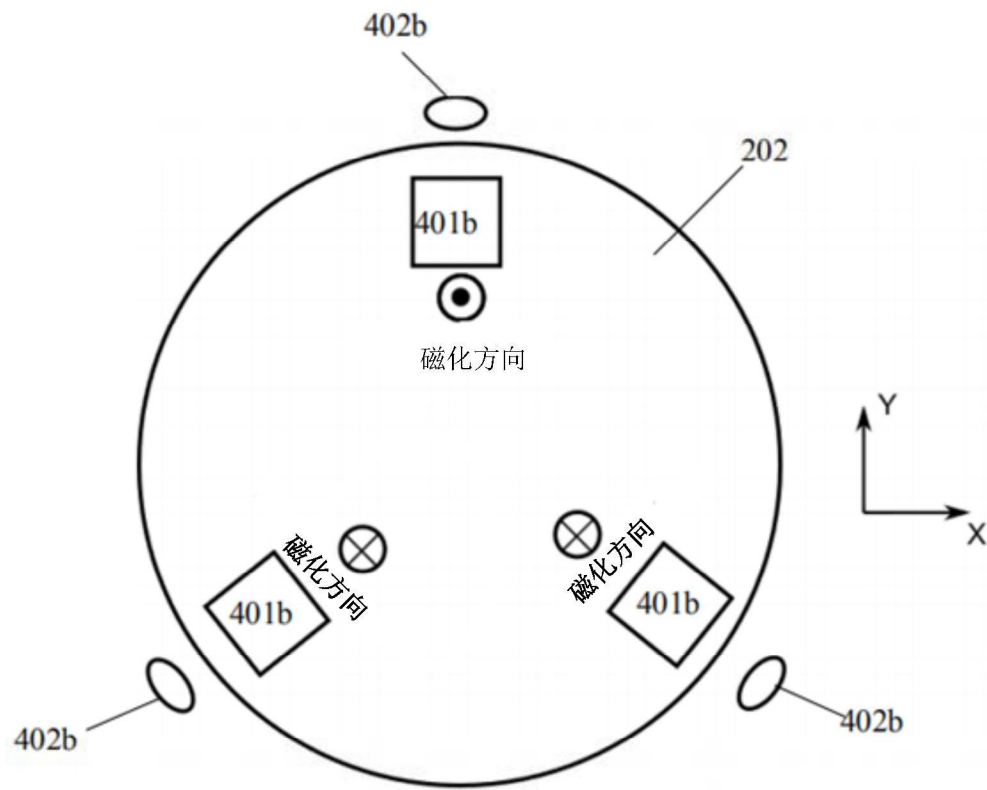


图5

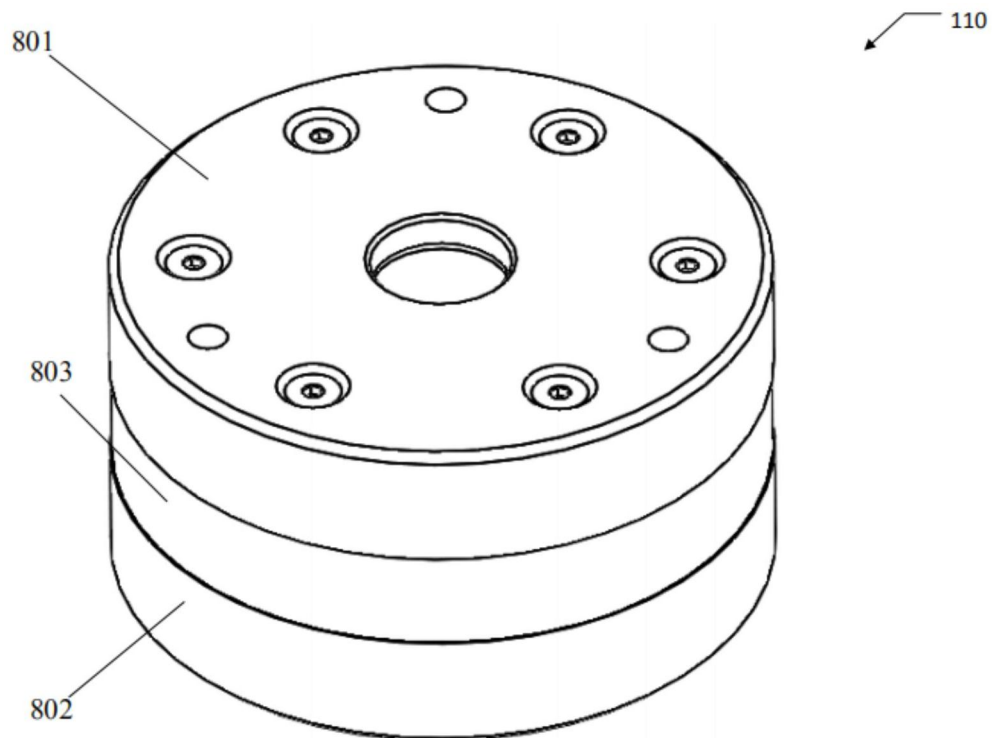


图6

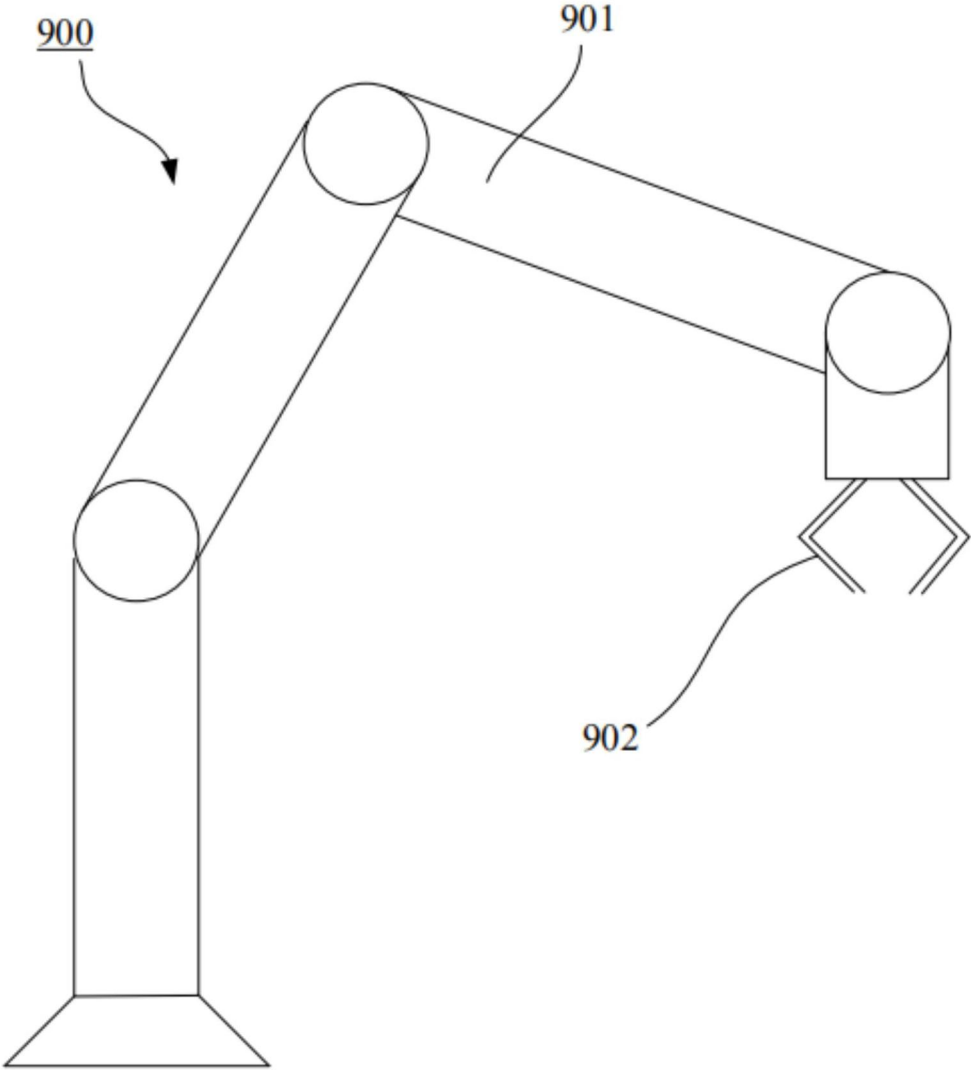


图7