



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107110670 A

(43)申请公布日 2017.08.29

(21)申请号 201580062152.7

(22)申请日 2015.11.27

(30)优先权数据

1421196.5 2014.11.28 GB

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.05.16

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/GB2015/053621 2015.11.27

(87)PCT国际申请的公布数据

W02016/083825 EN 2016.06.02

(71)申请人 帝国创新有限公司

地址 英国伦敦

(72)发明人 刘晋东 杨广中

(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司 11240

代理人 陈鹏 李静

(51)Int.Cl.

G01D 5/249(2006.01)

G01D 5/14(2006.01)

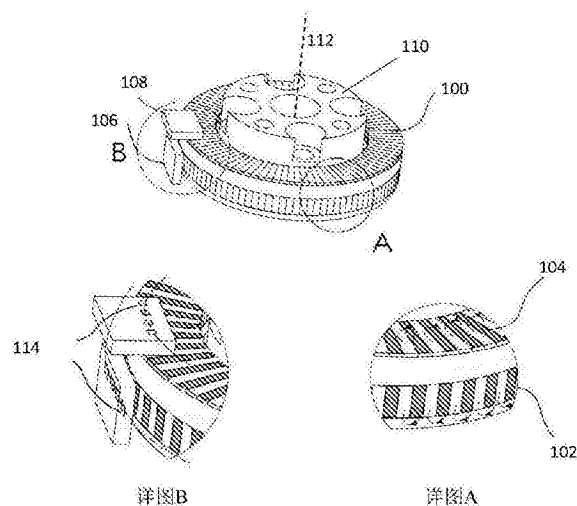
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

绝对旋转编码器

(57)摘要

一种旋转编码器,其用于测量围绕所述旋转编码器的轴线的绝对旋转,包括:磁化的元件,其包括相互成角度的第一和第二表面;提供于所述第一表面上的第一磁道和提供于所述第二表面上的第二磁道,其中所述第一和第二磁道围绕所述旋转编码器的所述轴线对向成角度 θ ,其中每一磁道包括许多磁极对,磁极对由界定相反磁性极化的区域的两个极形成,其中每一轨道中的磁极对的数目不同且具有最大公因数一;以及第一和第二磁性传感器布置,所述第一磁性传感器布置被布置以检测所述第一磁道的磁场且所述第二磁性传感器布置被布置以检测所述第二磁道的磁场,其中所述磁性传感器布置围绕所述旋转编码器的所述轴线可旋转地耦接至所述磁化的元件。



1. 一种旋转编码器,用于测量围绕所述旋转编码器的轴线的绝对旋转,所述旋转编码器包括:

磁化的元件,包括相互成角度的第一表面和第二表面;

提供于所述第一表面上的第一磁道和提供于所述第二表面上的第二磁道,其中所述第一磁道和所述第二磁道围绕所述旋转编码器的所述轴线对向成角度 θ ,其中所述第一磁道和所述第二磁道中的每一磁道包括多个磁极对,每个所述磁极对由界定相反磁性极化的区域的两个极形成,其中所述第一磁道和所述第二磁道中的每一磁道中的磁极对的数目不同且具有最大公因数一;以及

第一磁性传感器布置和第二磁性传感器布置,所述第一磁性传感器布置被布置以检测所述第一磁道的磁场且所述第二磁性传感器布置被布置以检测所述第二磁道的磁场,其中所述磁性传感器布置围绕所述旋转编码器的所述轴线能旋转地耦接至所述磁化的元件。

2. 根据权利要求1所述的旋转编码器,其中所述磁化的元件的所述第一表面和所述第二表面相互垂直。

3. 根据权利要求2所述的旋转编码器,其中所述第一磁性传感器布置和所述第二磁性传感器布置相互垂直地定向。

4. 根据前述权利要求中任一权利要求所述的旋转编码器,其中所述第一磁道和所述第二磁道中的每一磁道形成圆弧。

5. 根据前述权利要求中任一权利要求所述的旋转编码器,其中所述磁化的元件为围绕所述旋转编码器的所述轴线同轴布置的圆环。

6. 根据前述权利要求中任一权利要求所述的旋转编码器,其中所述角度 θ 等于360度。

7. 根据任一前述权利要求所述的旋转编码器,其中所述第一磁性传感器布置和所述第二磁性传感器布置中的每一传感器布置包括多个传感器。

8. 根据权利要求5所述的旋转编码器,其中所述第一磁性传感器布置中的所述传感器围绕所述旋转编码器的所述轴线分开角距离 Φ ,所述角距离 Φ 与所述第一磁道内的所述极的角宽度相同。

9. 根据权利要求7或权利要求8所述的旋转编码器,其中所述第二磁性传感器布置中的所述传感器围绕所述旋转编码器的所述轴线分开角距离 Φ' ,所述角距离 Φ' 与所述第二磁道内的所述极的角宽度相同。

10. 根据权利要求7到9中任一权利要求所述的旋转编码器,其中所述第一磁性传感器布置的所述传感器距所述旋转编码器的所述轴线的距离 r 对所述第一磁道中的磁极对的数目 N 的比率等于所述第二磁性传感器布置的所述传感器距所述旋转编码器的所述轴线的距离 r' 对所述第二磁道中的磁极对的数目 M 的比率。

11. 根据权利要求7到10中任一权利要求所述的旋转编码器,其中所述传感器为霍尔传感器。

12. 一种手术器械,包括至少一个根据前述权利要求中任一权利要求所述的旋转编码器。

绝对旋转编码器

技术领域

[0001] 本发明涉及旋转编码器的领域。明确地说,本发明涉及绝对旋转编码器。

背景技术

[0002] 旋转编码器为测量围绕编码器的旋转轴线的轴杆的角位置的装置。存在两个类型的旋转编码器:递增,其确定轴杆的相对位置改变或运动;和绝对,其确定围绕编码器的旋转轴线的轴杆的绝对位置。绝对旋转编码器广泛地用于一系列应用和技术领域,例如,机器人技术、医疗装置、望远镜和CNC机器。

[0003] 存在许多类型的绝对旋转编码器装置(例如,磁性、电容性、机械和光学)。对于需要相对高分辨率编码器的应用,光学和磁性旋转编码器是最广泛使用的装置。光学旋转编码器为通常高分辨率且高准确度装置,但倾向于昂贵。除了其成本之外,光学编码器由于其缺乏稳固性也不适合于许多应用;其必须精确对准且特别对例如尘土或水分的污染物敏感,污染物可造成光学误差且导致不正确的位置读数。磁性编码器具有比光学编码器低的分辨率和准确度,但更廉价且更稳固。因为使用磁性信号而非光学信号计算绝对角位置,所以磁性编码器不会以光学编码器受影响的方式受受到污染的水分或颗粒的存在影响。磁性编码器因此更好地得多地适合于严苛的工业环境。

[0004] 存在两个主要类型的磁性旋转编码器:轴上和离轴,其中一些装置是这两者的组合。轴上磁性旋转编码器包括横向于旋转编码器的旋转轴线极化的单个磁体,和布置于编码器的旋转轴线上的磁性传感器布置。此方法的实例描述于US 7317313 B2中。然而,此类装置具有相对低的分辨率,且组件的布局排除编码器具有适合于使布线穿过的中空轴杆的可能性。较高分辨率旋转编码器使用两个磁场,例如,US 8760153 B2的旋转编码器,除了轴上磁体之外,其还并有离轴磁化的元件。该项发明的磁化元件为与编码器的旋转轴线同轴布置的环。包括许多磁极对的圆形磁道与旋转轴线同轴地布置于磁化的元件的表面上。

[0005] 虽然解决了低分辨率的问题,但归因于轴上磁体的存在,布线仍然不能穿过编码器的轴杆。完全离轴磁性旋转编码器通过考虑到在磁化的元件的中心中的孔洞来克服此问题。然而,在不存在轴上磁体的情况下,需要多个离轴磁道以便达成高分辨率。离轴磁性旋转编码器因此包括具有多个磁道的磁化的元件,每一磁道包括许多磁极对。将多个磁道平行于编码器的旋转轴线布置于磁化的元件的那些表面上(如同US 8358124 B2的编码器),或垂直于旋转轴线布置于磁化的元件的那些表面上(如同US 7999536 B2的编码器)。

[0006] 高分辨率离轴编码器允许可穿过布线的中空轴杆的可能性。然而,必须维持多个磁道中的每一个之间的间隙以便防止个别磁道的磁场之间的干扰。因此,多个磁道的使用增大了编码器的磁化的元件的厚度或宽度,且因此增大了编码器的总大小。显然,存在对于具有足够高分辨率和紧凑结构的可靠磁性旋转编码器的需求。

发明内容

[0007] 根据本发明的第一方面,提供一种旋转编码器,其用于测量围绕所述旋转编码器

的轴线的绝对旋转,包括:

[0008] 磁化的元件,其包括相互成角度的第一和第二表面;

[0009] 提供于所述第一表面上的第一磁道和提供于所述第二表面上的第二磁道,其中所述第一和第二磁道围绕所述旋转编码器的所述轴线对向成角度 θ ,其中每一磁道包括许多磁极对,磁极对由相反磁性极化的两个区域形成,其中每一轨道中的磁极对的数目不同且具有最大公因数一;以及

[0010] 第一和第二磁性传感器布置,所述第一磁性传感器布置被布置以检测所述第一磁道的磁场且所述第二磁性传感器布置被布置以检测所述第二磁道的磁场,其中所述磁性传感器布置围绕所述旋转编码器的所述轴线可旋转地耦接至所述磁化的元件。

[0011] 本发明的旋转编码器可确定围绕编码器的旋转轴线的绝对位置。如果磁化的元件将围绕编码器的旋转轴线旋转,那么由每一磁性传感器布置检测到的磁场将归因于在每一磁道中的多个磁极对的存在和随后的磁性极化变化而波动。因为在每一轨道中的在围绕旋转编码器的轴线的对向角度 θ 内的每一轨道内的极对的数目(即,磁极对的数目)不同且具有最大公因数一,所以组合来自两个磁性传感器布置的测量结果可给出唯一值,其对应于旋转编码器的绝对位置。本发明具有高效架构;在磁化的元件的不同表面上的两个磁道的布置意味着可以制造小于当前可用的编码器但具有相同分辨率的磁性旋转编码器。还可制造具有可使电线穿过的中空轴杆的本发明,所述装置并不比当前可用的装置有任何大的地方。对于串联地接合多个旋转编码器的应用,这可为有利的。

[0012] 优选地,磁化的元件的第一与第二表面相互垂直。此外,在优选实施例中,磁性传感器布置垂直于彼此定向。此架构确保编码器的总大小被最小化。

[0013] 在优选实施例中,每一磁道形成圆弧。取决于所需的测量范围,弧可完整或不完整。在优选实施例中,弧完整,从而允许围绕全圆的测量。举例来说,磁化的元件可优选地为围绕旋转编码器的轴线同轴布置的圆环。此外,在优选实施例中,角度 θ 等于360度。这些优选实施例的几何形状允许编码器测量通过完全360度范围的绝对位置,同时仍然允许具有可使布线穿过的在磁化的元件中的孔洞的选项的小装置。在优选实施例中,每一传感器布置包括多个传感器。优选地,第一磁性传感器布置中的传感器围绕旋转编码器的轴线按角距离 Φ 分开,所述角距离 Φ 与第一磁道内的极的角宽度相同。类似地,第二磁性传感器布置中的传感器可优选地围绕旋转编码器的轴线按角距离 Φ' 分开,所述角距离 Φ' 与第二磁道内的极的角宽度相同。以此方式,可关于对应的磁道的磁极对合适地定位每一传感器。

[0014] 在优选实施例中,第一磁性传感器布置的传感器距旋转编码器的轴线的距离 r 对第一磁道中的磁极对的数目 N 的比率等于第二磁性传感器布置的传感器距旋转编码器的轴线的距离 r' 对第二磁道中的磁极对的数目 M 的比率。以此方式,相同设计(确切地说,传感器之间的相同分隔)的传感器布置可用于两个磁性传感器布置且关于第一和第二磁道合适地定位。

[0015] 优选地,传感器为霍尔传感器。这些传感器提供可容易地与其它电子器件集成的可靠的测量结果。

附图说明

[0016] 现将参看附图描述本发明的优选实施例,其中:

- [0017] 图1说明磁化的元件和磁性传感器布置的布置；
- [0018] 图2展示两个磁性传感器布置的示范性输出读数；
- [0019] 图3说明围绕编码器的旋转轴线的旋转编码器的绝对位置的计算的方法；
- [0020] 图4说明在用于机器人用途的接头中的绝对旋转编码器的优选实施例的使用；以及
- [0021] 图5展示使用绝对旋转编码器的优选实施例的机器人接头的动力学链的示意性平面。

具体实施方式

[0022] 参看图1,展示根据本发明的优选实施例的绝对旋转编码器。围绕编码器112的旋转轴线测量旋转编码器的绝对位置。此实施例的绝对旋转编码器包括:磁化的元件100;第一磁道102和第二磁道104;和第一磁性传感器布置106和第二磁性传感器布置108。在此实施例中,绝对旋转编码器还包括与编码器112的旋转轴线同轴布置的中空轴杆110。

[0023] 在此实施例中的磁化的元件100为圆形磁化环100,但可使用替代性几何形状。围绕旋转轴线112和中空轴杆110同轴布置磁化环100,使得中空轴杆110突出于在磁化环100的中心处的孔洞。磁化环100压印有第一磁道102和第二磁道104。在此实施例中,两个磁道102和104为圆形磁道,但可使用替代性几何形状。每一磁道102和104压印于磁化环100的不同的相互垂直表面上,使得两个磁道102和104与旋转轴线112同轴地布置且围绕旋转轴线112对向成360度的角度。第一磁道102压印于磁化环100的具有垂直于编码器的旋转轴线112定向的表面法线向量的表面上。第二磁道104压印于磁化环100的具有平行于编码器的旋转轴线112定向的表面法线向量的表面上。

[0024] 每一压印的磁道102和104包括许多磁性极性对,磁极对由相反磁性极化的两个区域形成。第一磁道102中的每一磁极具有极长度(磁极的宽度) D ,其对应于围绕旋转编码器的轴线的角宽度 Φ 。因此,每一磁极对具有极对长度 $2D$ 。第一磁道102包括 N 个磁极对,且第二磁道104包括 M 个磁极对; N 大于 M ,且 N 和 M 具有最大公因数1。在优选实施例中, $N=50$ 且 $M=47$ 。

[0025] 轨道104中的每一磁极的极长度随给定点距旋转轴的距离而变化。然而,每一极的角宽度恒定于 Φ' 。

[0026] 第一磁性传感器布置106和第二磁性传感器布置108被布置以分别检测第一磁道102和第二磁道104的磁场。磁性传感器布置106和108围绕编码器的旋转轴线112可旋转地耦接至磁化的元件100。因而,其可围绕此轴线旋转。在优选实施例中,磁性传感器布置106和108各自包含四个同等间隔的霍尔传感器114。磁性传感器布置106和108中的霍尔传感器114之间的距离 d 对应于由那个布置检测到的磁道内的极的角宽度。因而,在第一传感器布置的情况下,分开霍尔传感器114的编码器的围绕旋转轴线的角距离为 Φ ,且在第二传感器布置中为 Φ' 。

[0027] 在此实施例中,两个传感器布置中的霍尔传感器114之间的距离 d 相同。这简化了制造。此外,距离 d 可另外实质上等于表示第一磁道102中的极对的宽度的距离 D 。第一磁性传感器布置106被布置以检测第一磁道102的磁场且被安置使得四个霍尔传感器114位于与第一磁道102同心的圆上,所述圆具有 $2*N*D$ 的周长。类似地,第二磁性传感器布置108被布

置以检测第二磁道104的磁场且垂直于第一磁性传感器布置106安置,使得第二磁性传感器布置108中的四个霍尔传感器114位于与磁道104同心的圆上,所述圆具有 $2 * M * D$ 的周长。因而,第一磁性传感器布置106距旋转编码器的轴线的距离 r 对第一磁道102中的磁极对的数目 N 的比率等于第二磁性传感器布置108的距离 r' 对第二磁道104中的磁极的数目 M 的比率($r:N$ 等于 $r':M$)。对于磁道102和104不形成全圆的实施例,所述关系可同理适合。

[0028] 图1中展示的绝对旋转编码器测量围绕旋转轴线112的绝对位置。磁化的元件100关于磁性传感器布置106和108围绕旋转轴线110旋转。随着磁化的元件100旋转,磁性传感器布置106和108分别检测来自磁道102和104的磁场的改变。在每一磁极对内,取决于四个霍尔传感器114关于磁极对的位置,由相应磁性传感器布置检测到的磁场将改变。随着磁化的元件100旋转,来自每一磁性传感器布置的输出从零变化到最大读数 h_{max} 。当达到下一个磁极对且重复型样时,输出然后下降到零,其中随着磁化的元件100继续围绕旋转轴线112旋转,输出增大到 h_{max} 。

[0029] 在此实施例中,磁性传感器布置106的传感器输出将具有 N 个重复型样(a_1 、 a_2 到 a_N),且磁性传感器布置108的传感器输出将具有 M 个重复型样(b_1 、 b_2 到 b_M)。来自两个磁性传感器布置106和108的实例输出展示于图2中。归因于两个磁道102和104的存在,在不同数目个磁极对的情况下,可确定围绕旋转轴线112的编码器的绝对角度;每一角位置与磁性传感器布置输出的唯一组合相关。

[0030] 磁道102和104可连续地压印于磁化的元件100上。优选地,两个圆形磁道102和104的中心应与磁化环100的中心紧密对准。然而,实际上,可存在在制造期间引起的轻微变化,从而使两个磁道102和104并不很精确地同心和与磁化环100对准。在磁道102和104的定位中的此不完美影响磁性传感器布置106和108的输出。优选实施例的绝对旋转编码器可因此如下校准。

[0031] 磁性传感器布置106和108的输出之间的信号差异 S_{diff} 为具有多个循环的阶跃函数。假定 p_1 为磁性传感器布置106的传感器输出,且 p_2 为磁性传感器布置108的传感器输出,信号差异 S_{diff} 计算如下:

[0032] $S_{diff} = p_1 - (N/M) * p_2$, 如果 $p_1 - (N/M) * p_2 > b_{threshold}$

[0033] $S_{diff} = p_1 - (N/M) * p_2 + h_{max} * (N/M)$, 否则

[0034] 其中 $b_{threshold}$ 为接近0的数且 h_{max} 为最大传感器读数。

[0035] 在每一循环中存在 N 个步骤,且存在 $N-M$ 个循环。阶跃函数的这些多个循环展示于图3中。如果磁化的元件100和磁道102和104在制造期间精确且准确地对准,那么每一循环中的信号差异 S_{diff} 将相同。然而,两个磁道102和104的同心度的变化意味着在每一步骤的信号输出在循环之间稍微不同。对于每一步骤1到 N ,找出在 $N-M$ 个循环上的平均信号差异;这过程在每一步骤给出针对信号差异的参考线 r_i (对于 $i=1$ 到 N 、 r_1 、 r_2 到 r_N)。为了确定给定信号差异步骤 S_t 等于哪一位置,可找出信号差异 S_t 与参考线 r_i (对于 $i=1$ 到 N)之间的误差;误差最小化的 r_i 为用于 S_t 的最可能的参考线。

[0036] 图4展示在用于机器人用途的接头450中的本发明的优选实施例的使用。将机动变速箱耦接到磁化的元件400和中空轴杆410。磁性传感器布置可旋转地耦接到磁化的元件400。磁性传感器布置406和408可布置于印刷电路板416和连接到其它电子器件的霍尔传感器114上。旋转的编码器可放置于外壳422中且通过接口424控制。

[0037] 本发明的旋转编码器较之先前旋转编码器设计具有许多优点。归因于在磁化的元件100的不同表面上的磁道102和104的偏移,优选实施例的磁化环100可在直径上比相同分辨率的常规磁性旋转编码器小。替代地,磁化的元件100可在中心中具有布线可穿过的孔洞,旋转编码器的大小并不增大来容纳孔洞。较小旋转编码器意味着针对相同功能性,装置称重较小,因此降低了材料和运输成本。

[0038] 本发明的旋转编码器中的一或多个可串联使用以形成机器人臂560,如图5所示。图5示意性地说明机器人臂中的不同接头550的位置和定向,其中所述接头为图4的接头450。

[0039] 用于医疗使用的机器人装置为图5中展示的机器人臂560的示范性使用。机器人装置可包括机器人臂,且手术装置可耦接到机器人臂的一端。附接装置可耦接到机器人臂的另一端以允许安装机器人装置供在外科手术中使用。

[0040] 在外科手术中,手术器械必须准确地定位且常常在延长的时间段内维持于稳定位置中。在传统外科手术中,护士可在外科医生的监督下稳定地拿着器械。然而,此过程低效且可导致在手术器械的定位中的不精确性。一个解决方案是使用具有多个接头的机械支撑臂,接头由手动、电磁、气动或液压控制器致动。然而,机械支撑臂不能反馈器械的精确位置。此外,归因于有效负载限制,机械支撑臂不能拿着许多器械。为了具有准确的定位信息或较高有效负载,需要较重机器人臂,例如, Da Vinci手术机器人臂。然而,此类装置昂贵,不是便携式且需要在使用前培训。

[0041] 在如上所述的机器人装置中,本发明的旋转编码器可确定在每一接头处的绝对角测量。组合每一接头的角度测量与每一臂段的预定义的长度,可计算医疗器械的位置和定向。外科医生可然后预定义用于器械的受限工作空间,使得如果器械超出受限工作空间的边界,那么臂将锁定。

[0042] 虽然在以上描述的优选实施例中,磁道102和104形成完整的圆,从而允许大约360度的测量,但替代性实施例可被设计成在特定范围内测量。因而,磁道102和104延伸穿过完整圆是不必要的。举例来说,在一些实施例中,每一磁道可形成圆弧的段。然而,因为在围绕旋转编码器的轴线的对向角度 θ 内的每一轨道中的磁极对的数目不同且具有最大公因数一,所以唯一地识别相关范围内的每一位置保持着可能。

[0043] 其它变化和修改将对技术人员显而易见。此类变化和修改可涉及已知且可代替本文中描述的特征使用或除了本文中描述的特征外还使用的等效和其它特征。在单独实施例的上下文中描述的特征可以组合地提供于单个实施例中。相反地,在单个实施例的上下文中描述的特征也可以单独地或以任何子组合提供。应注意,术语“包括”不排除其它元件或步骤,术语“一”或“一个”不排除多个,单个特征可履行在权利要求书中叙述的若干特征的功能,且权利要求书中的参考符不应被解释为限制权利要求书的范围。还应注意,所述图未必按比例;取而代之,通常对说明本发明的原理进行强调。

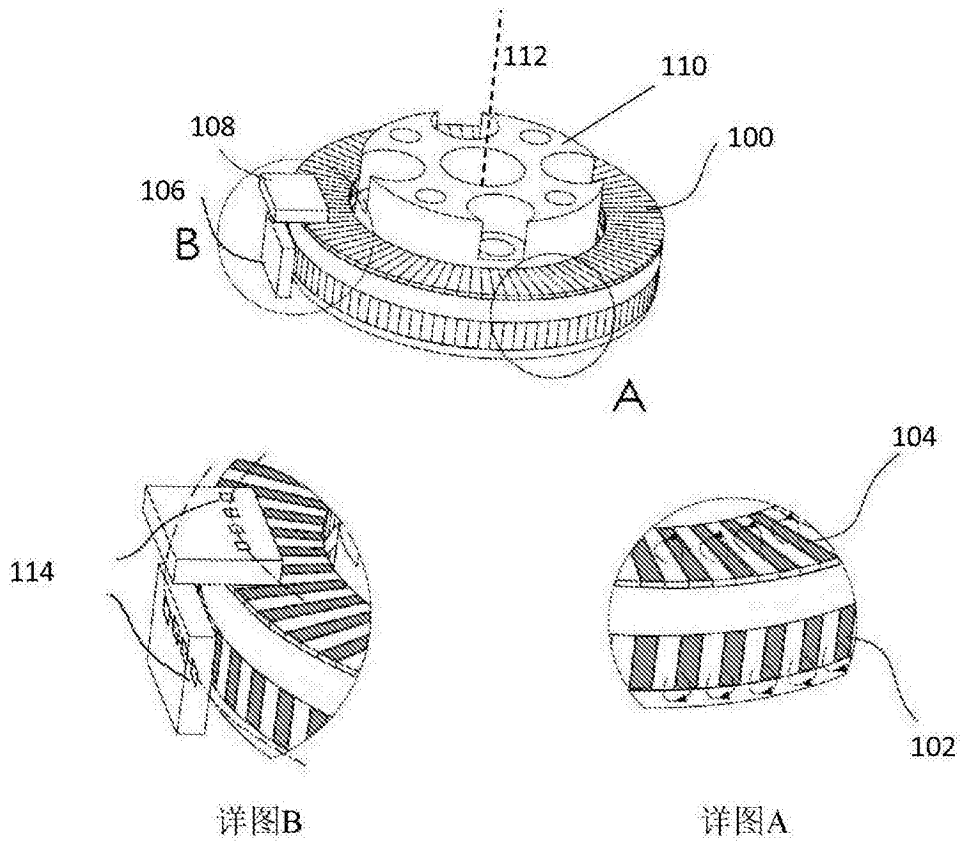


图1

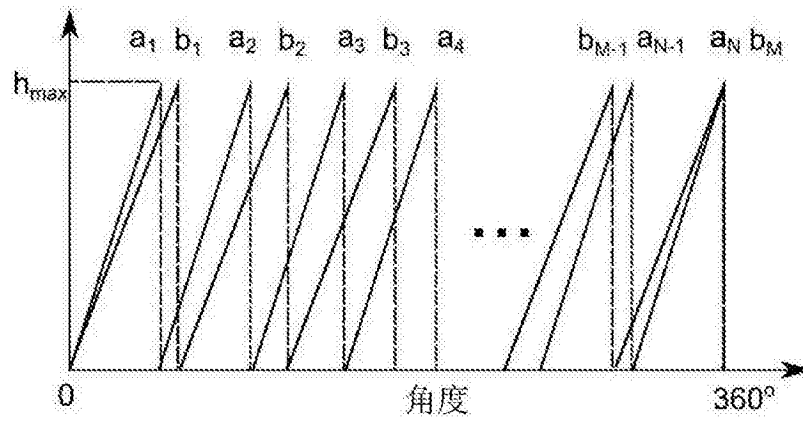


图2

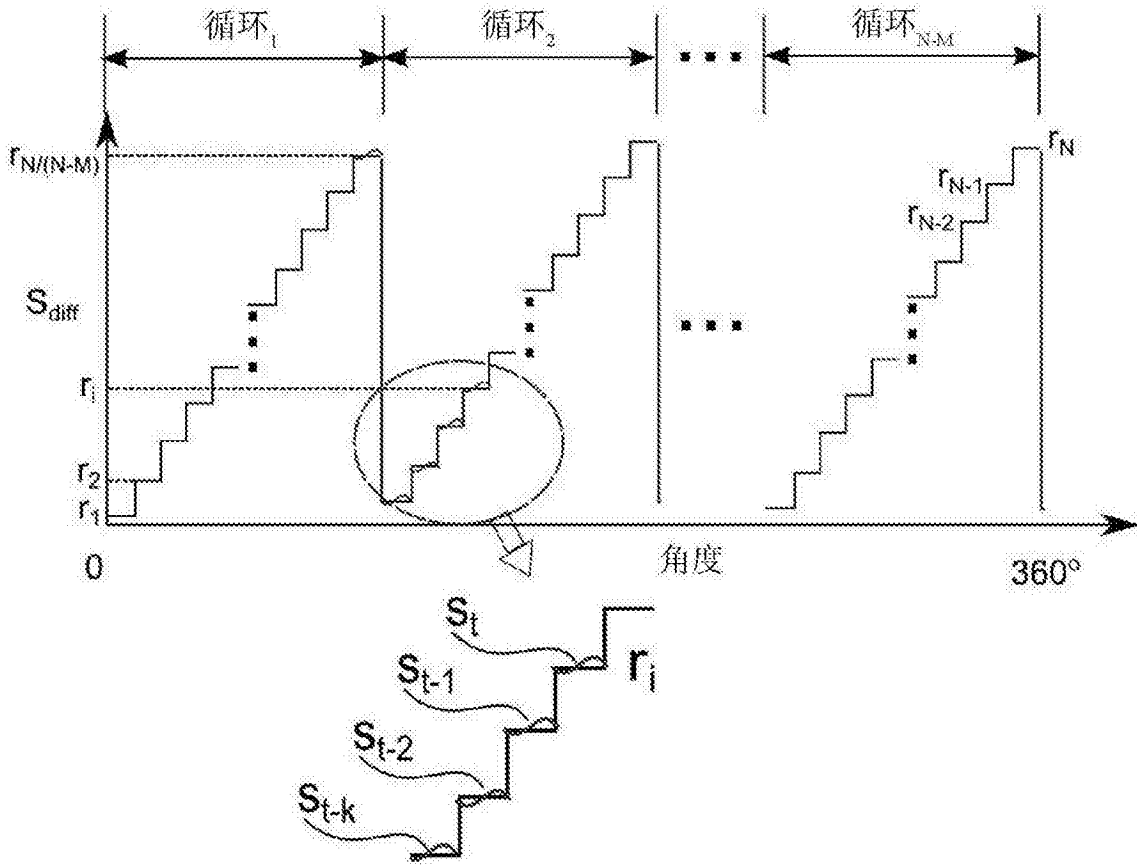


图3

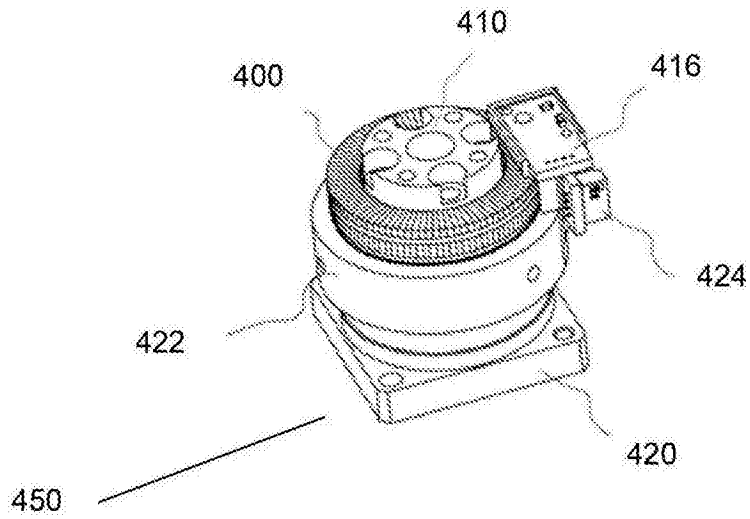


图4

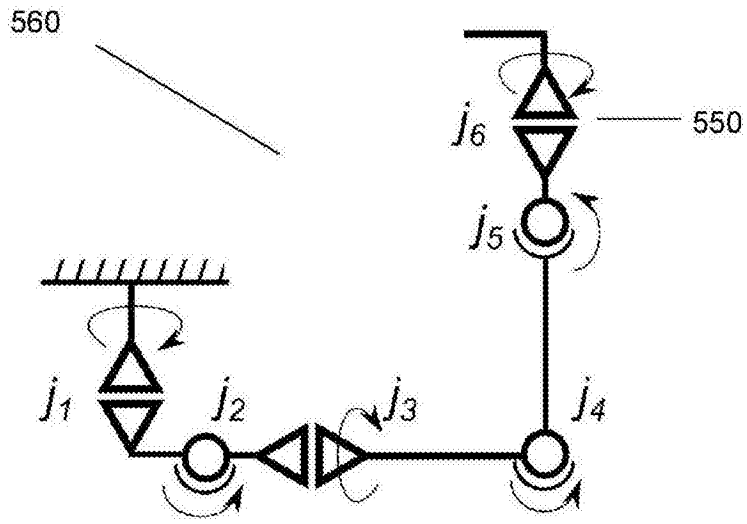


图5