



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109313006 B

(45) 授权公告日 2021.02.02

(21) 申请号 201680085804.3

C·赫伯特 S·利弗琳

(22) 申请日 2016.05.17

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 109313006 A

代理人 汪骏飞 钱慰民

(43) 申请公布日 2019.02.05

(51) Int.Cl.

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2018.11.16

G01B 7/004 (2006.01)

F16D 23/00 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/IB2016/052876 2016.05.17

(56) 对比文件

CN 102472638 A, 2012.05.23

CN 104204730 A, 2014.12.10

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02017/199063 EN 2017.11.23

CN 104246440 A, 2014.12.24

CN 101283236 A, 2008.10.08

(73) 专利权人 康斯博格股份有限公司  
地址 加拿大魁北克

WO 2006115129 A1, 2006.11.02

WO 2007102465 A1, 2007.09.13

(72) 发明人 R·泰特罗特 L·博米耶

审查员 刘祎

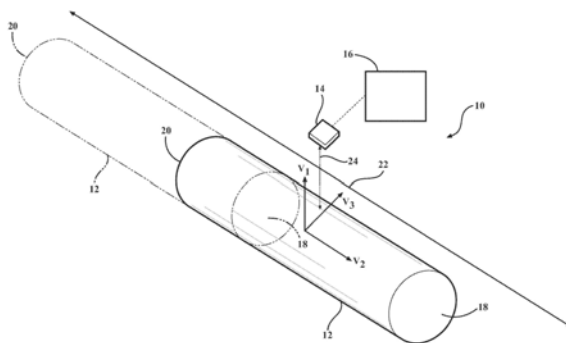
权利要求书3页 说明书6页 附图6页

(54) 发明名称

用于高准确度磁位置感测的系统、方法和物体

(57) 摘要

提供了用于确定位置的系统和方法。物体产生具有互相正交的第一矢量分量、第二矢量分量和第三矢量分量的磁场。当所述物体在位置范围内时,传感器测量第一、第二和第三矢量分量中的每一个的幅度。控制器连接至所述传感器并且基于所述第一矢量分量的幅度和所述第二矢量分量的幅度来确定所述物体在多个周期的未确定周期内的相对位置。所述控制器基于所述第三矢量分量的幅度来确定所述多个周期中的所述物体所位于的周期。所述控制器基于所述物体的相对位置和所述物体所位于的所述周期来确定所述物体的绝对位置。



1. 一种用于确定位置的系统,所述系统包括:

物体,所述物体被配置成产生具有第一矢量分量、第二矢量分量和第三矢量分量的磁场,并且其中所述第一、第二和第三矢量分量相互正交;

传感器,所述传感器被配置为当所述物体处于位置范围内时测量所述第一、第二和第三矢量分量中的每一个的幅度;以及

控制器,所述控制器连接至所述传感器并且被配置成基于所述第一矢量分量的幅度和所述第二矢量分量的幅度确定所述物体在多个周期中的未确定周期内的相对位置,以基于所述第三矢量分量的幅度确定所述多个周期中的所述物体所位于的周期,并且其中,所述控制器基于所述物体的相对位置和所述物体所位于的周期确定所述物体的绝对位置;

其中当所述物体横跨所述位置范围移动时,所述第一矢量分量的幅度和所述第二矢量分量的幅度为具有相位差的周期函数,并且所述第三矢量分量的幅度对于所述物体在所述位置范围内的每个可能位置是唯一的。

2. 如权利要求1所述的系统,其中,所述控制器被进一步配置成通过从查找表中检索与所述第三矢量分量的幅度对应的周期来确定所述物体所位于的所述周期。

3. 如权利要求1所述的系统,其中,所述控制器被进一步配置成通过根据所述第三矢量分量的幅度计算所述周期来确定所述物体所位于的所述周期。

4. 如权利要求1所述的系统,其中,所述物体被进一步配置成产生所述磁场以使得所述第三矢量分量具有相对于所述物体在所述位置范围内的位置基本恒定的斜率。

5. 如权利要求4所述的系统,其中,所述第三矢量分量的斜率被进一步定义为单调的。

6. 如权利要求1所述的系统,其中,所述物体被进一步定义为被配置为产生所述磁场的单个磁体。

7. 如权利要求1所述的系统,其中,所述物体包括被配置为一起产生所述磁场的多个磁体。

8. 如权利要求1所述的系统,其中,所述控制器被进一步配置成通过从查找表中检索具有与所述第一矢量分量的幅度和所述第二矢量分量的幅度两者的商相等的正切的位置参数来确定所述物体的所述相对位置。

9. 如权利要求1所述的系统,其中,所述控制器被进一步配置成通过计算具有与所述第一矢量分量的幅度和所述第二矢量分量的幅度两者的商相等的正切的位置参数来确定所述物体的所述相对位置。

10. 如权利要求1所述的系统,其中,所述物体被进一步配置成在所述位置范围内沿着预定路径移动。

11. 如权利要求10所述的系统,其中,由所述传感器测量的所述第一、第二和第三矢量分量中的每一个的幅度被配置成当所述物体在所述位置范围内沿着所述预定路径移动时改变。

12. 如权利要求1所述的系统,其中,所述控制器被进一步配置成仅基于所述第一矢量分量的幅度和所述第二矢量分量的幅度来确定所述物体的所述相对位置。

13. 如权利要求1所述的系统,其中,所述控制器被进一步配置成仅基于所述第三矢量分量的幅度来确定所述物体所位于的所述周期。

14. 如权利要求1所述的系统,其中,所述传感器被进一步定义为磁力计。

15. 如权利要求1所述的系统,其中,所述控制器被进一步配置为基于所述物体的所述绝对位置确定辅助物体的位置。

16. 如权利要求1所述的系统,其中,所述物体被固定至机械式自动变速器的离合器定位部件。

17. 一种操作用于确定位置的系统的方法,所述系统包括物体、传感器和连接至所述传感器的控制器,并且所述物体被配置成在位置范围内移动并且被配置成提供具有第一矢量分量、第二矢量分量和第三矢量分量的磁场,其中所述第一、第二和第三矢量分量相互正交,所述方法包括以下步骤:

将所述物体在所述位置范围内移动;

当所述物体在所述位置范围内时,用所述传感器测量所述第一、第二和第三矢量分量中的每一个的幅度;

用所述控制器基于所述第一矢量分量的幅度和所述第二矢量分量的幅度来确定所述物体在多个周期中的未确定周期内的相对位置;

用所述控制器基于所述第三矢量分量的幅度来确定所述多个周期中的所述物体所位于的周期;以及

用所述控制器基于所述物体的相对位置和所述物体所位于的所述周期来确定所述物体的绝对位置;

其中当所述物体横跨所述位置范围移动时,所述第一矢量分量的幅度和所述第二矢量分量的幅度为周期函数,并且所述第三矢量分量的幅度对于所述物体在所述位置范围内的每个可能位置是唯一的。

18. 如权利要求17所述的方法,其中,用所述控制器确定所述物体所位于的所述周期的步骤被进一步定义为用所述控制器从查找表中检索与所述第三矢量分量的幅度对应的周期。

19. 如权利要求17所述的方法,其中,用所述控制器确定所述物体所位于的所述周期的步骤被进一步定义为用所述控制器根据所述第三矢量分量的幅度计算所述周期。

20. 如权利要求17所述的方法,其中,用所述控制器确定所述物体的所述相对位置的步骤被进一步定义为用所述控制器从查找表中检索具有与所述第一矢量分量的幅度和所述第二矢量分量的幅度两者的商相等的正切的位置参数。

21. 如权利要求17所述的方法,其中,用所述控制器确定所述物体的所述相对位置的步骤被进一步定义为用所述控制器计算具有与所述第一矢量分量的幅度和所述第二矢量分量的幅度两者的商相等的正切的位置参数。

22. 一种在位置感测中使用的物体,所述物体包括长度并且被配置成沿单个轴在位置范围内线性移动,所述物体包括一个或多个磁体并且被配置成产生具有第一矢量分量、第二矢量分量和第三矢量分量的磁场,其中,所述第一、第二和第三矢量分量相互正交,并且其中,所述磁体被定向成使得彼此相邻的北极和南极具有相反的极性,使得所述第一矢量分量的幅度和所述第二矢量分量的幅度各自沿着所述物体的长度周期性地变化,并且其中,所述第三矢量分量的幅度沿着所述物体的长度是单调的。

23. 如权利要求22所述的物体,其中,所述第三矢量分量的幅度是单调的,使得所述第三矢量分量的幅度对于沿着所述物体的长度的每个位置是唯一的。

24. 如权利要求22所述的物体,其中,所述第一矢量分量的幅度和所述第二矢量分量的幅度各自沿着所述物体的长度周期性地变化,使得能够基于所述第一矢量分量的幅度和所述第二矢量分量的幅度在多个周期中的未确定周期内确定所述物体的相对位置。

25. 如权利要求24所述的物体,其中,所述第三矢量分量的幅度沿着所述物体的长度是单调的,使得能够基于所述第三矢量分量的幅度确定所述多个周期中的所述物体所位于的周期。

26. 如权利要求22所述的物体,其中,所述物体进一步包括具有第一端和第二端的圆柱形配置,且所述长度被限定在所述第一端和所述第二端之间。

27. 如权利要求22所述的物体,其中:

所述第一矢量分量从所述物体径向延伸;

所述第二矢量分量纵向延伸通过所述物体;并且

所述第三矢量分量从所述物体径向延伸并且与所述第一矢量分量和所述第二矢量分量两者正交。

28. 如权利要求22所述的物体,其中,所述物体被配置为被固定至机械式自动变速器的离合器定位部件。

## 用于高准确度磁位置感测的系统、方法和物体

[0001] 背景

### 发明领域

[0002] 本发明涉及一种用于物体的高准确度磁位置感测的系统和方法,并且更具体地,其中通过测量由物体产生的磁场的三个矢量分量来实现磁位置感测。

### 背景技术

[0003] 磁位置感测技术正成为各种系统中越来越流行的检测形式。然而,传统的磁位置感测方法仅使用被感测物体的磁场的两个矢量分量来确定位置。例如,在诸如离合器位置测量系统和变速齿轮位置感测系统的汽车应用中,仅使用磁场的两个矢量分量来感测位置的传统方法不足以提供现代时间敏感和位置敏感的汽车控制系统所需的高准确度和高精度测量。另一个示例性应用是无刷DC电动机控制系统,其中需要测量无刷DC电动机的转子的磁性元件以用于电动机的调谐和有效操作。传统的磁位置感测方法仅测量被感测物体的磁场的两个矢量分量,并且基本确定物体在其上的位置。因此,传统方法不够准确和精确,不足以允许依赖于高准确度位置确定的创新位置敏感控制系统的可靠操作。

### 发明内容

[0004] 提供了一种用于确定位置的系统的实施例。系统包括物体。物体被配置为产生具有第一矢量分量、第二矢量分量和第三矢量分量的磁场。第一、第二和第三矢量分量彼此正交。传感器被配置为当物体处于位置范围内时测量第一、第二和第三矢量分量中的每一个的幅度。控制器连接至传感器。控制器被配置为基于第一矢量分量的幅度和第二矢量分量的幅度来确定物体在多个周期中的未确定周期内的相对位置。控制器被配置为基于第三矢量分量的幅度来确定多个周期中的物体所位于的周期。控制器被配置为基于物体的相对位置和物体所位于的周期来确定物体的绝对位置。

[0005] 提供了一种操作用于确定位置的系统的方法。系统包括物体、传感器和连接到传感器的控制器。物体被配置为在位置范围内移动。物体被进一步配置为提供具有第一矢量分量、第二矢量分量和第三矢量分量的磁场。第一、第二和第三矢量分量彼此正交。物体在位置范围内移动。当物体处于位置范围内时,传感器测量第一、第二和第三矢量分量中的每一个的幅度。控制器基于第一矢量分量的幅度和第二矢量分量的幅度来确定物体在多个周期中的未确定周期内的相对位置。控制器基于第三矢量分量的幅度来确定多个周期中的物体所位于的周期。控制器基于物体的相对位置和物体所位于的周期来确定物体的绝对位置。

[0006] 还提供了一种在位置感测中使用的物体的实施例。物体具有长度。物体被配置为在位置范围内线性地移动。物体被配置为产生具有第一矢量分量、第二矢量分量和第三矢量分量的磁场。第一、第二和第三矢量分量彼此正交。第一矢量分量的幅度和第二矢量分量的幅度各自沿着物体的长度周期性地变化。对于传感器沿着物体长度的每个位置,第三矢

量分量的幅度是唯一的。

[0007] 系统、方法和物体有利地通过三维磁感测提供物体位置的高准确度确定。通过基于由物体产生的磁场的三维幅度确定物体的位置,可以以极高的准确度和精度确定物体的位置。这允许系统和方法在依赖于高准确度位置感测的创新位置敏感控制系统中实现,例如依赖于离合器的高准确度位置确定的汽车的机械式自动变速器的变速器控制模块,以及依赖于磁转子的高准确度位置确定的高效率和高精度无刷DC电机控制系统。

## 附图说明

[0008] 通过参考以下详细描述,当结合附图考虑时,将容易领会并更好地理解本发明的优点。

[0009] 图1是通过使用位于距物体固定距离的传感器和与传感器通信的控制器确定物体位置的系统的一个实施例的透视图。

[0010] 图2是用于确定位置的系统的另一实施例的透视图,其中物体包括多个磁体。

[0011] 图3是在位置感测中使用的物体的一个实施例的布局。

[0012] 图4是示出根据一个示例的由传感器获取的物体的第一、第二和第三矢量分量的幅度的图表。

[0013] 图5是示出根据一个示例的第一和第二矢量分量与物体的相对位置的关系以及第三矢量分量与多个周期内的物体所位于的周期的关系的图表。

[0014] 图6是用于确定位置的系统的又一实施例的透视图,其中物体固定到机械式自动变速器的离合器定位部件。

[0015] 图7是确定位置的方法的实施例的流程图。

## 具体实施方式

[0016] 参考附图,其中在若干个视图中相同的数字表示相同或相应的部分,提供了用于感测物体12的位置的系统10和方法30的各方面。

### I. 系统描述

[0018] 图1示出系统10的实施例。系统10包括物体12、传感器14、和控制器16。物体12被配置为产生磁场H。磁场H具有第一矢量分量V1、第二矢量分量V2和第三矢量分量V3。第一、第二和第三矢量分量V1,V2,V3彼此正交。

[0019] 物体12可以具有若干配置。在图1中,物体12是基本上圆柱形的并且具有第一端18和第二端20。第一、第二、和第三矢量分量V1,V2,V3中的每一个都具有方向和幅度。第一矢量分量V1的方向从物体12沿传感器14的方向径向延伸。第二矢量分量V2的方向纵向延伸通过物体12,与第一矢量分量V1正交。第三矢量分量V3的方向从物体12径向延伸,与第一和第二矢量分量V1,V2两者正交。物体12可以是适于产生磁场H的任何形状。物体12可以具有与本文具体描述的配置不同的配置。

[0020] 在图1中,物体12是被配置为产生磁场H的单个磁体。在图2中,物体12包括被配置为一起产生磁场H的多个磁体26。在一些实施例中,磁体26是永磁体。在其他实施例中,磁体26是电磁体。

[0021] 传感器14是磁场传感器,其被配置为当物体12在位置22的范围内时测量磁场H的

第一、第二和第三矢量分量 $V_1, V_2, V_3$ 中的每一个的幅度。第一、第二和第三矢量分量 $V_1, V_2, V_3$ 中的每一个的幅度可以根据磁通密度或磁场强度来测量。尽管本文使用字母“H”来指代磁场H,指代以安培每米表示的磁场H的强度,磁场H也可以表示它对移动电荷施加的洛伦兹力,即“B”,或表示由磁化材料产生的磁场的任何其他合适的方法。

[0022] 定义位置22的范围使得当物体12在位置22的范围内移动时,物体12沿单个轴移动,使得传感器14位于第一端18和第二端20之间并且传感器14与物体12保持固定距离24。物体12可以经由预定路径沿单个轴移动。在一些实施例中,由于磁场H的边缘效应,位置22的范围较短。边缘效应影响磁场H的测量,使得在物体12的第一端18或第二端20附近测量第一、第二和第三矢量分量 $V_1, V_2, V_3$ 的幅度是不合需要的。

[0023] 传感器14被配置为基本上同时测量磁场H的第一、第二和第三矢量分量 $V_1, V_2, V_3$ 中的每一个的幅度。传感器14可以是能够测量磁场H的第一、第二和第三矢量分量 $V_1, V_2, V_3$ 中的每一个的幅度的任何类型的传感器,例如但不限于旋转线圈、霍尔效应、磁阻、磁通门、超导量子干涉器件、或无自旋交换弛豫原子磁力计。传感器14可以具有除了本文具体描述的配置之外的配置。

[0024] 控制器16与传感器14通信。控制器16执行方法40的许多高准确度位置确定步骤。控制器16从传感器14接收磁场H的第一、第二和第三矢量分量 $V_1, V_2, V_3$ 的幅度。控制器16可以是微控制器、状态机、现场可编程门阵列、CPU或适于接收和分析来自传感器14的第一、第二和第三矢量分量 $V_1, V_2, V_3$ 的幅度的任何其他设备。

[0025] 参考图4,物体12被配置成使得当物体12横跨位置22的范围移动时,由传感器14测量的第一矢量分量 $V_1$ 的幅度和第二矢量分量 $V_2$ 的幅度均为周期函数。在一个实施例中,第一矢量分量 $V_1$ 的幅度和第二矢量分量 $V_2$ 的幅度均为正弦曲线。在位置22的范围内的任何位置处测量的第一和第二矢量分量 $V_1, V_2$ 的幅度具有相位差 $\Delta$ 。在另一实施例中,第一矢量分量 $V_1$ 的幅度基本上类似于余弦波,第二矢量分量 $V_2$ 的幅度基本上类似于正弦波。

[0026] 物体12被配置成使得当物体12跨位置22的范围移动时,第三矢量分量 $V_3$ 的幅度对于传感器14相对于物体12的每个可能位置具有唯一值。在一些实施例中,第三矢量分量 $V_3$ 的幅度是单调函数。在一个示例中,当物体12跨位置22的范围移动时,第三矢量分量 $V_3$ 的幅度连续增加。在另一个示例中,当物体12跨位置22的范围移动时,第三矢量分量 $V_3$ 的幅度连续减小。

[0027] 图4是示出本发明的示例性实施例的第一、第二和第三矢量分量 $V_1, V_2, V_3$ 的幅度的图表。该图表具有水平位置轴和垂直磁场轴。位置轴对应于物体12在位置22范围内的位置。位置轴上的最左侧值对应于物体12位于位置22范围内使得传感器14最靠近物体12的第一端18。增加位置轴的值,即进一步朝向位置轴右侧的值,对应于物体12位于使得传感器14更靠近物体12的第二端20。位置轴上的最右侧值对应于物体12位于位置22范围内使得传感器14最靠近物体12的第二端20。

[0028] 磁场轴对应于在沿水平轴的每个位置处由传感器14测量并且传送到控制器16的第一、第二和第三矢量分量 $V_1, V_2, V_3$ 的幅度。在图4中,第一矢量分量 $V_1$ 和第二矢量分量 $V_2$ 的幅度是正弦的,相位差 $\Delta$ 约为 $\pi/2$ 弧度,即90度。第一矢量分量 $V_1$ 和第二矢量分量 $V_2$ 的幅度是与物体12在位置22的范围内的位置有关的周期函数。第三矢量分量 $V_3$ 的幅度是与物体12在位置22的范围内的位置有关的单调函数。在图4中,当物体12跨位置22的范围移动以使

得传感器14测量从物体12的第一端18附近到物体12的第二端20附近的第三矢量分量V3的幅度时,第三矢量分量V3的幅度连续增加。

[0029] 继续参考图4,物体12在第一矢量分量V1和第二矢量分量V2中的每一个的幅度的每个周期上的位置限定了多个周期28a、28b、28c、28d、28e的每个周期。在图4所示的本发明的实施例中,多个周期28a、28b、28c、28d、28e包括五个周期。周期次数取决于磁场H,因此取决于物体12的配置。应理解,物体12可以以多种方式配置,并且多个周期28a、28b、28c、28d、28e可包括任何数量的周期。

[0030] 图3示出了包括多个磁体26的物体12的一个实施例。包括在多个周期28a、28b、28c、28d、28e中的周期次数取决于包括在多个磁体26中的磁性的数量。在图3中,多个磁体26包括五个磁体,由此使多个周期28a、28b、28c、28d、28e包括两个周期。边缘效应防止多个周期28a、28b、28c、28d、28e包括多于两个周期,因为传感器14不能可靠地测量物体12的第一端18和第二端20附近的磁场H。

[0031] 继续参考图3,磁铁26分别具有北极N和南极S。磁体26定向成使得彼此相邻的北极N和南极S具有相反的极性,即每个北极N仅与一个或多个南极S相邻,并且每个南极S仅与一个或多个北极N相邻。北极N和南极S的相反极性使得第一矢量分量V1和第二矢量分量V2的幅度相对于物体12在位置22的范围内的位置是正弦的,如图4所示。

[0032] 控制器16被配置为基于第一矢量分量V1和第二矢量分量V2的幅度来确定物体12在多个周期28a、28b、28c、28d、28e的未确定周期内的相对位置。物体12的相对位置是在多个周期28a、28b、28c、28d、28e的未确定周期内确定的物体12的位置。例如,当多个周期28a、28b、28c、28d、28e包括五个周期时,控制器16精确地确定物体12在五个周期的一个周期内的位置,但是不确定物体12位于五个周期中的哪个周期。换句话说,尽管控制器16可以在任何给定的单个周期内准确地确定物体12的相对位置,但是控制器16不能基于第一矢量分量V1和第二矢量分量V2的幅度来确定正在测量多个周期中的哪个周期。

[0033] 因此,控制器16被配置为基于第三矢量分量V3的幅度来确定物体12位于多个周期28a、28b、28c、28d、28e中的哪个周期。控制器16通过将第三矢量分量V3的幅度与物体12所位于的周期相对应来确定物体12所位于的周期。下面详细描述控制器确定物体12所位于的周期的技术。

[0034] 现在参考图6,在一些实施例中,辅助物体30固定到物体12。辅助物体30固定到物体12,使得当物体12在位置22的范围内移动时,辅助物体30相对于物体12具有恒定位置。例如,在图6中,辅助物体30固定到物体12,使得辅助物体30位于物体12的正下方。当物体12在位置22的范围内移动时,辅助物体30将继续位于物体12的正下方。辅助物体30可以固定到物体12并且以与本文具体描述的不同方式相对于物体12定位。控制器16被编程为具有相对于物体12的位置和辅助物体30的位置。当控制器16确定物体12的位置时,控制器还可以基于辅助物体30相对于物体12的位置来确定辅助物体30的位置。

[0035] 继续参考图6,示出了包括用于具有机械式自动变速器的汽车(通常是卡车)的离合器致动部件30的示例性实施例。机械式自动变速器允许具有手动变速器齿轮箱的汽车变速器在不需要人类操作者手动操作离合器踏板的情况下改变档位。汽车变速器通过变速器控制模块通过自动离合器致动来改变档位。变速器控制模块是闭环控制系统。在一些实施例中,控制器16包括变速器控制模块。



[0036] 离合器致动部件30固定到离合器定位杆32。根据来自变速器控制模块的信号致动离合器定位杆32,以在机械式自动变速器的自动变速操作期间控制汽车离合器的位置。

[0037] 变速器控制模块需要高准确度的汽车离合器位置知识,以便在换档期间平稳地操作车辆。物体12固定到离合器致动部件30并且沿着离合器致动部件30的长度延伸。当离合器定位杆被致动时,物体12在位置22的范围内移动。控制器16将物体12的位置传送到变速器控制模块。变速器控制模块通过物体12、离合器致动部件30和汽车离合器之间的固定距离的知识来推断汽车离合器的位置。

[0038] II. 方法描述

[0039] 图7是示出用于确定物体12的高准确度位置的方法40的详细操作的流程图。如上所述,方法40在物体12位于位置22的范围内时发生。

[0040] 在步骤200,将物体12移动到位置22的范围内。物体12可以从位置22的范围内的位置移动到位置22的范围内,或者可以从位置22的范围外的位置移动到位置22的范围内。

[0041] 在步骤202,传感器14测量第一、第二和第三矢量分量 $V_1, V_2, V_3$ 中的每一个的幅度。

[0042] 在步骤204,控制器16确定物体12在多个周期28a、28b、28c、28d、28e的未确定周期内的相对位置。相对位置表示为位置参数。在一个实施例中,控制器16通过确定具有与第一矢量分量 $V_1$ 的幅度和第二矢量分量 $V_2$ 的幅度两者的商相等的正切的位置参数来这样做。位置参数是 $-\pi/2$ 弧度和 $\pi/2$ 弧度(即 $-90$ 度和 $90$ 度)之间的值。

[0043] 图5是具有水平位置轴、垂直磁场轴和垂直角轴的图表。位置轴对应于位置22的范围内的物体12的位置。位置轴上的最左侧值对应于物体12位于位置22范围内使得传感器14最靠近物体12的第一端18。增加位置轴的值,即朝向位置轴的右侧移动,对应于物体12位于位置22的范围内,使得传感器14更靠近物体12的第二端20,其中位置轴上的最右侧值对应于物体12位于位置22的范围内,使得传感器14最靠近物体12的第二端20。

[0044] 磁场轴对应于在沿位置轴的每个位置处由传感器14测量并且传送到控制器16的第三矢量分量 $V_3$ 的幅度。在图5中,当物体12跨位置22的范围移动以使得传感器14测量从物体12的第一端18附近到物体12的第二端20附近的第三矢量分量 $V_3$ 的幅度时,第三矢量分量 $V_3$ 的幅度连续增加。

[0045] 角度轴对应于控制器16在步骤204针对物体12沿位置轴的每个位置计算的位置参数的值。由于位置参数是第一矢量分量 $V_1$ 和第二矢量分量 $V_2$ 的幅度的函数,位置参数的值是具有与第一矢量分量 $V_1$ 和第二矢量分量 $V_2$ 的幅度的正弦曲线相同的周期的周期函数。因此,位置参数的值的每个周期对应于多个周期28a、28b、28c、28d、28e的周期。由于位置参数在多个周期28a、28b、28c、28d、28e的每个周期内具有相同的值 $\theta_1, \theta_2$ ,所以多个周期28a、28b、28c、28d、28e的未确定周期是不确定的。因此,确定位置参数允许高精度地确定物体12在多个周期28a、28b、28c、28d、28e的未确定周期内的相对位置。

[0046] 在一些实施例中,控制器16通过从位置参数查找表中检索位置参数来确定相对位置。位置参数查找表是可由控制器16访问的存储器的一部分,其具有与第一矢量分量 $V_1$ 和第二矢量分量 $V_2$ 的幅度相对应的位置值的记录值。在其他实施例中,控制器16通过根据第一矢量分量 $V_1$ 和第二矢量分量 $V_2$ 的幅度计算位置参数来确定相对位置。在控制器16具有有限的处理能力的情况下,从位置参数查找表中检索位置参数是有利的。在控制器16具有有

限存储器的情况下,根据第一矢量分量 $V_1$ 和第二矢量分量 $V_2$ 的幅度计算位置参数是有利的。

[0047] 在步骤206,控制器16确定物体12所位于的周期。继续参考图5,由于第三矢量分量 $V_3$ 的幅度是物体12的位置在位置22范围内的单调函数,因此第三矢量分量 $V_3$ 的幅度对于位置22范围内的物体12的每个位置是唯一的。因此,多个周期28a、28b、28c、28d、28e的每个周期具有与其对应的第三矢量分量 $V_3$ 的相应幅度范围。在图5中,多个周期28a、28b、28c、28d、28e包括2.5个周期。第三矢量分量 $V_3$ 的幅度具有对应于多个周期28a、28b、28c、28d、28e的每个周期的不同幅度范围。在一些实施例中,控制器16通过从周期查找表中检索与第三矢量分量 $V_3$ 的幅度相对应的周期来确定物体12所位于的周期。在其他实施例中,控制器16通过根据第三矢量分量 $V_3$ 的幅度计算物体12所位于的周期来确定物体12所位于的周期。

[0048] 图5示出了示例性位置 $P_1$ ,第一示例性位置参数 $\theta_1$ 、第二示例性位置参数 $\theta_2$ 和示例性第三矢量分量 $HP_1$ 。示例性位置 $P_1$ 在第一周期28a内。当物体12位于示例性位置 $P_1$ 时,确定第一示例性位置参数 $\theta_1$ 和第二示例性位置参数 $\theta_2$ 。第一示例性位置参数 $\theta_1$ 在第一周期28a内。第二示例性位置参数 $\theta_2$ 具有等于第一示例性位置参数 $\theta_1$ 的值并且在第二周期28b内。示例性第三矢量分量 $HP_1$ 是当物体12位于示例性位置 $P_1$ 时测量的第三矢量分量 $V_3$ 的幅度。

[0049] 在步骤208,控制器16基于相对位置和周期计算物体12的绝对位置。物体12的绝对位置是在物体12所位于的多个周期28a、28b、28c、28d、28e中的周期内物体12的位置的高准确度确定。控制器16通过将步骤204中物体12的相对位置的确定与步骤206中控制器16确定物体12所位于的周期的确定来确定物体12的绝对位置。

[0050] 本文以说明性方式描述了本发明。应理解,所使用的术语旨在具有描述性词语的性质而不是限制性的。显然,根据以上教导,本发明的很多修改和变型是可能的。除了具体描述的之外,本发明可以在所附权利要求的范围内实施。

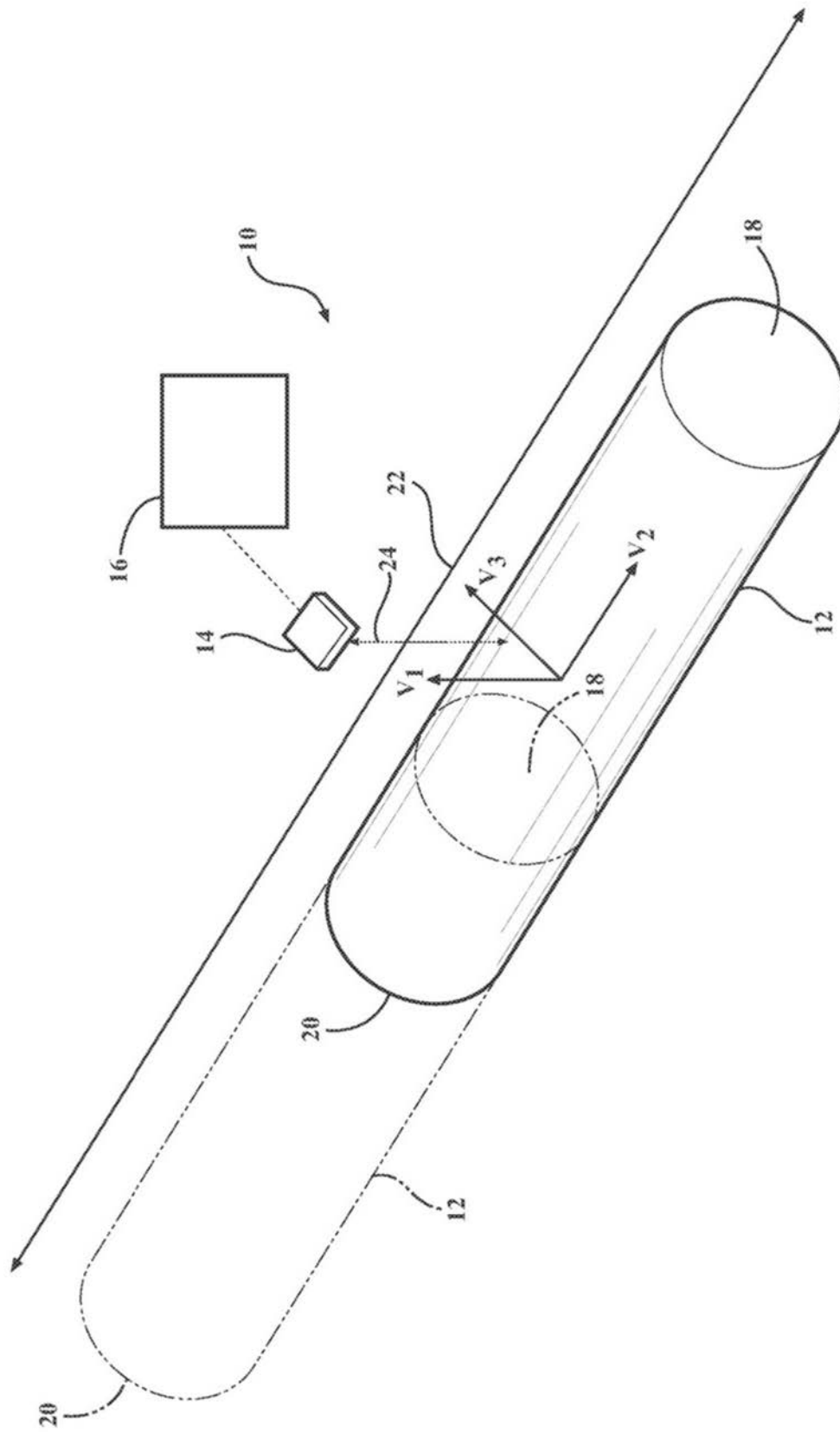


图1

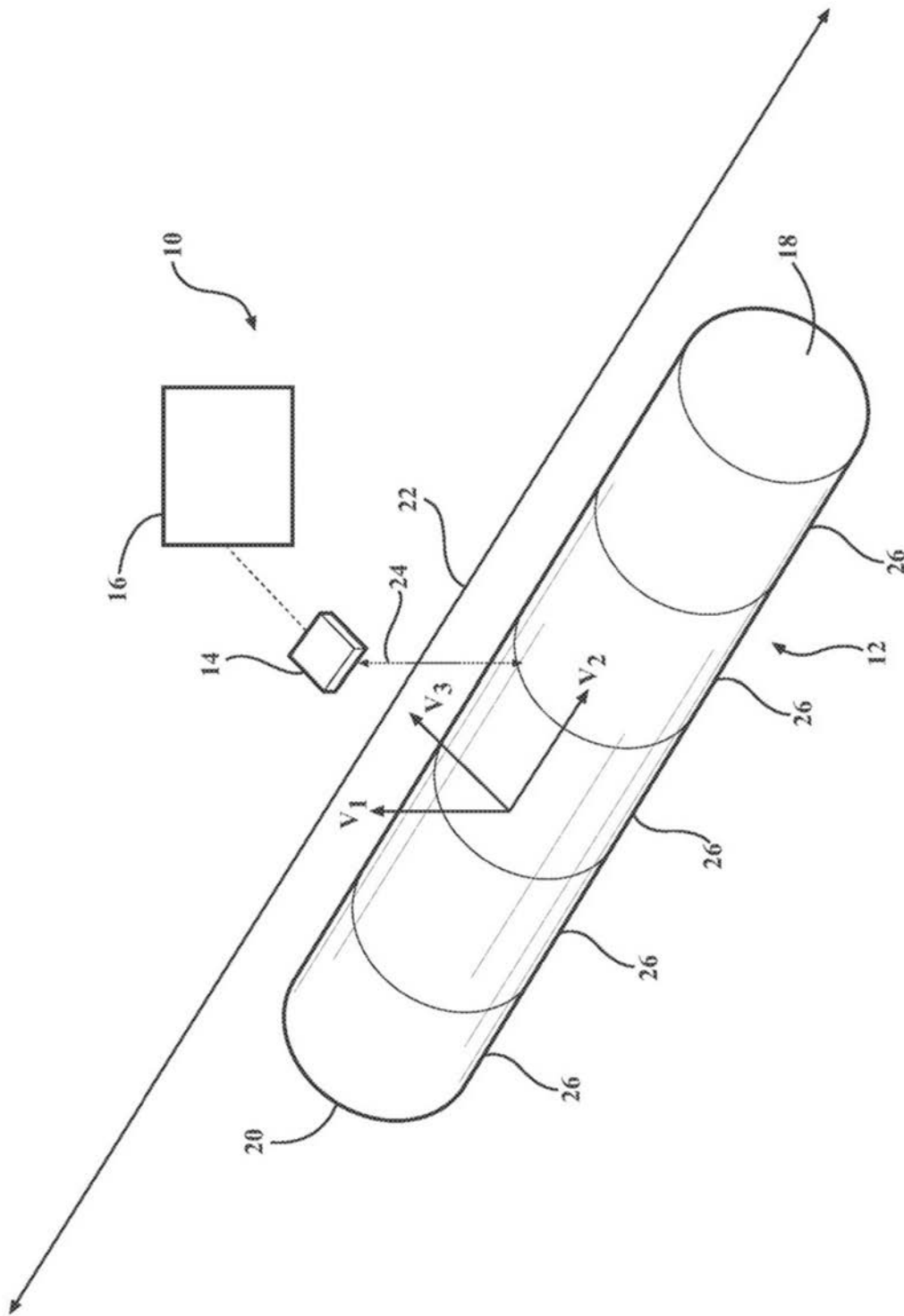


图2

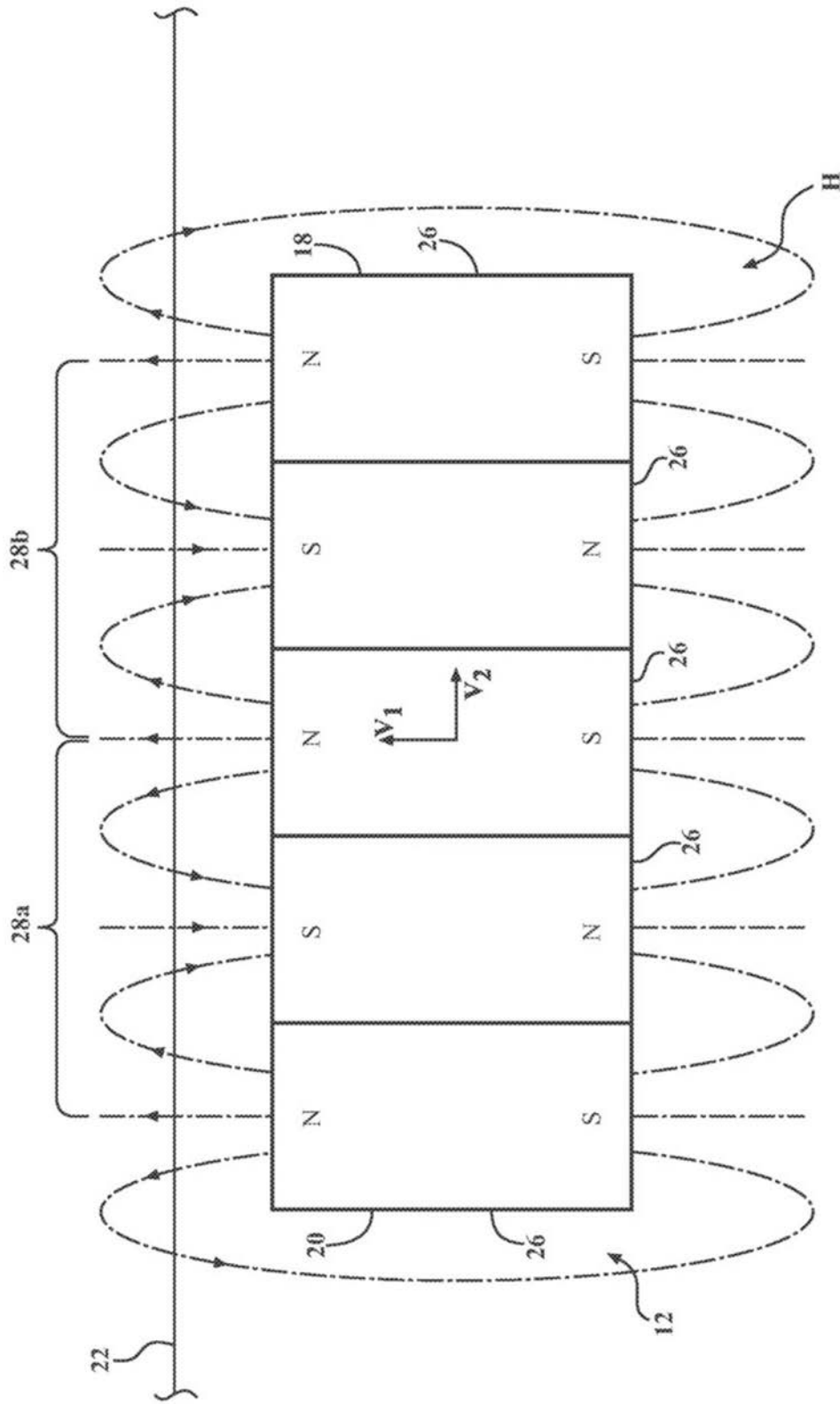


图3

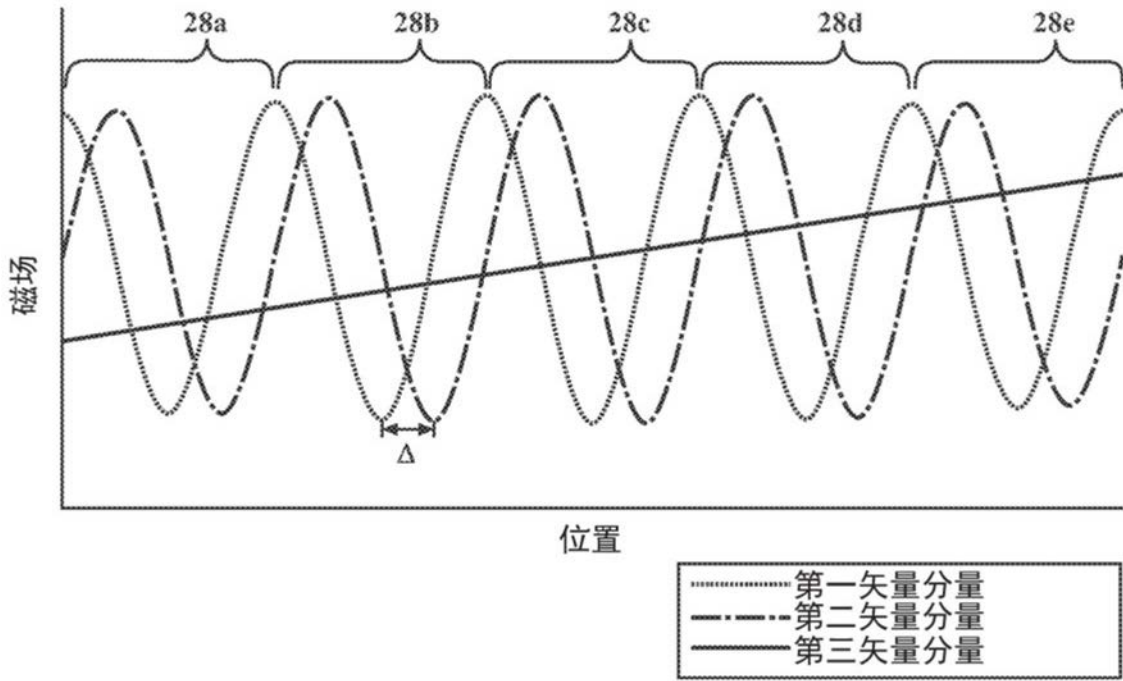


图4

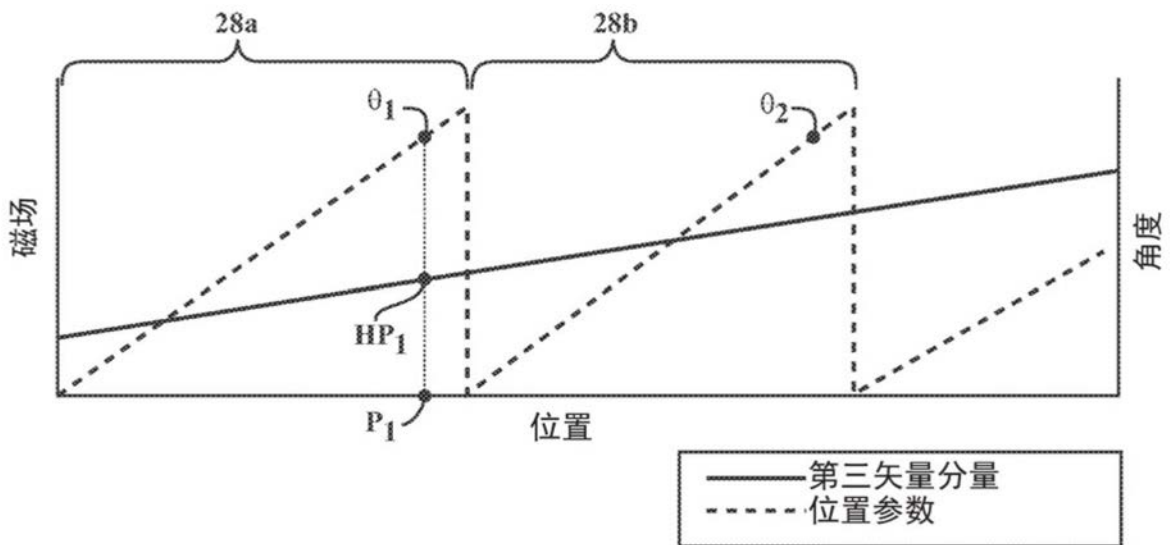


图5

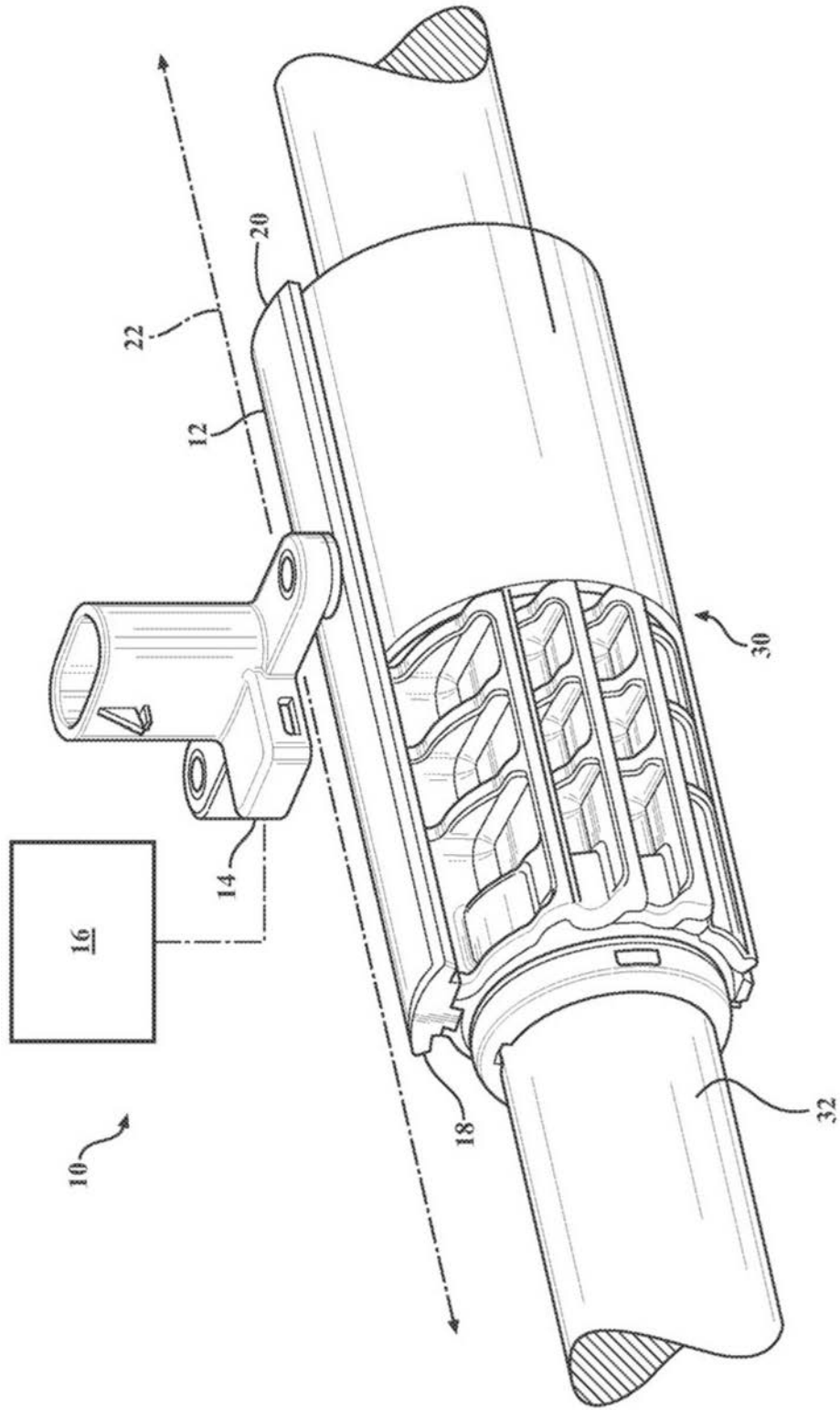


图6

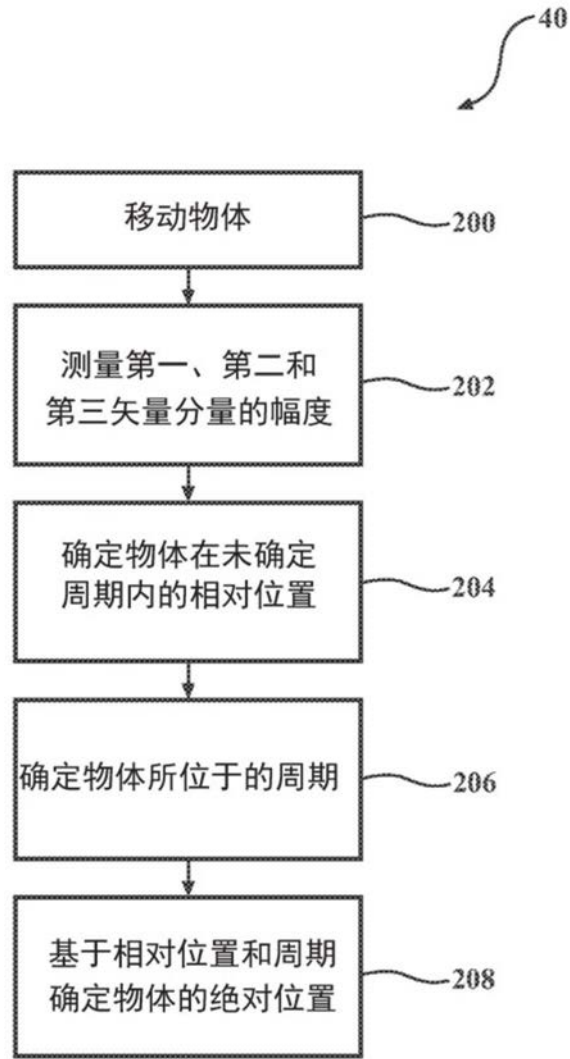


图7