



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104204719 B

(45)授权公告日 2017.05.31

(21)申请号 201280071827.0

(22)申请日 2012.01.27

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104204719 A

(43)申请公布日 2014.12.10

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2014.09.25

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2012/022986 2012.01.27

(87)PCT国际申请的公布数据
W02013/112181 EN 2013.08.01

(73)专利权人 卡夫利科公司
地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 萨伊德·雅兹达尼
喀什马特·阿齐兹

(74)专利代理机构 北京安信方达知识产权代理
有限公司 11262

代理人 张瑞 郑霞

(51)Int.Cl.

G01B 7/30(2006.01)

(56)对比文件

- US 4445103 ,1984.04.24,
- US 4445103 ,1984.04.24,
- US 6641085 B1,2003.11.04,
- US 3551866 A,1970.12.29,
- US 3491321 ,1970.01.20,
- EP 1473547 A1,2004.11.03,
- US 4345230 A,1982.08.17,
- JP 特开2003-42805 A,2003.02.13,
- CN 1646882 A,2005.07.27,
- CN 102047079 A,2011.05.04,
- CN 1657878 A,2005.08.24,
- CN 1472612 A,2004.02.04,

审查员 王芳芳

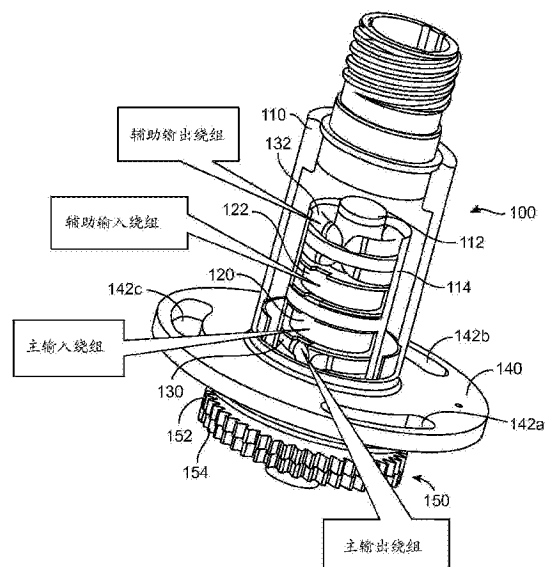
权利要求书4页 说明书10页 附图15页

(54)发明名称

带有辅助输出信号的旋转可变差动变压器
(RVDT)传感器组件

(57)摘要

公开了组件、系统、设备和方法,其包括确定组件外部的可旋转结构的角度的位置。该组件包括传感器和耦合元件,所述传感器包括可旋转部件、主绕组集和至少一个辅助绕组,所述耦合元件将传感器耦合到外部可旋转结构,以响应外部可旋转结构的旋转引发传感器的可旋转部件的旋转。在主绕组集和至少一个辅助绕组处的生成电压至少部分基于传感器的可旋转部件的角度位置产生。基于在主绕组集和在至少一个辅助绕组处的生成电压,确定外部可旋转结构的角度的位置。



1. 一种确定可旋转结构的角度的位置的组件,所述可旋转结构在所述组件外部,所述组件包括:

传感器,其包括可旋转部件、主绕组集和至少一个辅助绕组,所述主绕组集包括靠近所述可旋转部件的主初级绕组和靠近所述可旋转部件的主次级绕组集,所述至少一个辅助绕组包括靠近所述可旋转部件的至少一个辅助初级绕组和靠近所述可旋转部件的至少一个辅助次级绕组;以及

耦合元件,其将所述传感器耦合到外部可旋转结构,以响应所述外部可旋转结构的旋转,引起所述传感器的所述可旋转部件的旋转;

其中,在所述主次级绕组集处的生成的一个或多个电压对应于所述传感器的所述可旋转部件的至少两个可能的角度位置,并且其中,在所述至少一个辅助次级绕组处的至少一个生成的电压被用于从对应于在所述主次级绕组集处的所述生成的一个或多个电压的所述可旋转部件的所述至少两个可能的角度位置确定所述可旋转部件的正确的角度位置,所述正确的角度位置对应于所述外部可旋转结构的角度的位置。

2. 如权利要求1所述的组件,其中,

所述传感器是旋转可变差动变压器RVDT传感器,其包括:

所述可旋转部件,

至少一个电枢,其布置在所述可旋转部件上,

靠近所述可旋转部件的所述主初级绕组和靠近所述可旋转部件的所述至少一个辅助初级绕组,以及

靠近所述可旋转部件的所述主次级绕组集和靠近所述可旋转部件的至少一个辅助次级绕组;

其中,所述耦合元件包括接口设备,所述接口设备耦合到所述RVDT传感器,所述接口设备被配置为啮合所述外部可旋转结构,使得所述外部可旋转结构的旋转将引发所述RVDT传感器的所述可旋转部件的旋转;

并且其中,所述可旋转部件的旋转将引发在所述主次级绕组集处的所述生成的一个或多个电压和在所述至少一个辅助次级绕组处的所述至少一个生成的电压,所述生成的一个或多个电压和所述至少一个生成的电压基于施加到所述主初级绕组的电压和施加到所述至少一个辅助初级绕组的电压,且还基于布置在所述可旋转部件上的所述至少一个电枢的位置产生。

3. 如权利要求2所述的组件,其中,基于从在所述主次级绕组集处的所述生成的一个或多个电压和在所述至少一个辅助次级绕组处的所述至少一个生成的电压导出的值,所述可旋转部件的正确的角度位置被确定。

4. 如权利要求3所述的组件,其中,从在所述主次级绕组集处的所述生成的一个或多个电压和在所述至少一个辅助次级绕组处的所述至少一个生成的电压导出的值,包括,基于在所述主次级绕组集处的所述生成的一个或多个电压和在所述至少一个辅助次级绕组处的所述至少一个生成的电压确定的比例值。

5. 如权利要求2所述的组件,其中,施加到所述主初级绕组的所述电压和施加到所述至少一个辅助初级绕组处的所述电压包括A/C电压。

6. 如权利要求2所述的组件,其中,所述主初级绕组和所述至少一个辅助初级绕组位于

所述主次级绕组集和所述至少一个辅助次级绕组之间。

7. 如权利要求2所述的组件,其中,所述主初级绕组、所述至少一个辅助初级绕组、所述主次级绕组集和所述至少一个辅助次级绕组中的一个或者多个至少部分围绕所述可旋转部件。

8. 如权利要求2所述的组件,其中,所述接口设备包括弹性啮合所述外部可旋转结构的柔性齿轮。

9. 如权利要求8所述的组件,还包括:

支撑板,其耦合到所述柔性齿轮,所述支撑板被配置为将所述柔性齿轮维持在二维平面中,以使在所述柔性齿轮被啮合到所述外部可旋转结构时,所述柔性齿轮能仅在所述二维平面中弹性弯曲。

10. 如权利要求2所述的组件,其中,所述主初级绕组、所述至少一个辅助初级绕组、所述主次级绕组集和所述至少一个辅助次级绕组被包含在所述RVDT传感器的气密封的绕组腔体内。

11. 如权利要求2所述的组件,其中,所述接口设备被配置为啮合飞机的可旋转前轮起落架支柱。

12. 如权利要求2所述的组件,其中,所述主次级绕组集被校准为产生代表所述可旋转部件的所述至少两个可能的角度位置的主电压。

13. 如权利要求2所述的组件,还包括:

至少一个电源,所述电源提供施加到所述主初级绕组的所述电压和施加到所述至少一个辅助初级绕组的所述电压。

14. 如权利要求2所述的组件,其中,所述主次级绕组集包括以下中的一个或多个:抽头主次级绕组和一对主次级绕组。

15. 一种确定可旋转结构的角度的系统,所述可旋转结构在旋转可变差动变压器RVDT传感器外部,所述系统包括:

所述旋转可变差动变压器RVDT传感器,包括:

可旋转轴,

至少一个电枢,其布置在所述可旋转轴上,

靠近所述可旋转轴的主初级绕组和靠近所述可旋转轴的至少一个辅助初级绕组,以及

靠近所述可旋转轴的主次级绕组集和靠近所述可旋转轴的至少一个辅助次级绕组;

接口设备,其耦合到所述RVDT传感器,所述接口设备被配置为啮合到外部可旋转结构以响应所述外部可旋转结构的旋转引发所述RVDT传感器的所述可旋转轴的旋转;以及

处理模块,其基于由所述可旋转轴的旋转生成的、在所述至少一个辅助次级绕组处的至少一个生成的电压,从对应于在所述主次级绕组集处的生成的一个或多个电压的所述外部可旋转结构的至少两个可能的角度位置确定所述外部可旋转结构的正确的角度位置,在所述主次级绕组集处的所述生成的一个或多个电压和在所述至少一个辅助次级绕组处的所述至少一个生成的电压基于施加在所述主初级绕组处的电压和施加在所述至少一个辅助初级绕组处的电压产生,并且还基于布置在所述可旋转轴上的所述至少一个电枢的位置产生。

16. 如权利要求15所述的系统,其中,施加在所述主初级绕组处的所述电压和施加在所

述至少一个辅助初级绕组处的所述电压包括A/C电压。

17. 如权利要求15所述的系统,其中,所述接口设备包括弹性啮合所述外部可旋转结构的柔性齿轮。

18. 如权利要求17所述的系统,还包括:

支撑板,其耦合到所述柔性齿轮,所述支撑板被配置为将所述柔性齿轮维持在二维平面中,以使在所述柔性齿轮被啮合到所述外部可旋转结构时,所述柔性齿轮能仅在所述二维平面中弹性弯曲。

19. 如权利要求15所述的系统,其中,所述主初级绕组、所述至少一个辅助初级绕组、所述主级绕组集和所述至少一个辅助次级绕组被包含在所述RVDT传感器的气密密封的绕组腔体内。

20. 一种确定传感器外部的可旋转结构的角度位置的方法,所述传感器耦合到外部可旋转结构,所述方法包括:

响应所述外部可旋转结构的旋转,测量在所述传感器的主绕组集感应的生成的电压和在至少一个辅助绕组处感应的生成的电压,所述主绕组集包括靠近所述传感器的可旋转部件的主初级绕组和靠近所述可旋转部件的主次级绕组集,所述至少一个辅助绕组包括靠近所述可旋转部件的至少一个辅助初级绕组和靠近所述可旋转部件的至少一个辅助次级绕组,在所述主绕组集感应的所述生成的电压和在所述至少一个辅助绕组处感应的所述生成的电压至少部分基于所述传感器的可旋转部件的角度位置产生,其中所述外部可旋转结构的旋转引发所述传感器的所述可旋转部件的旋转,其中所述生成的电压包括对应于至少两个可能的角度位置的在所述主次级绕组集处的生成的一个或多个电压;以及

基于在所述至少一个辅助次级绕组处的被用于确定所述可旋转部件的正确的角度位置的至少一个生成的电压,从对应于在所述主次级绕组集处的所述生成的一个或多个电压的所述可旋转部件的所述至少两个可能的角度位置确定所述外部可旋转结构的所述角度位置,所述正确的角度位置对应于所述外部可旋转结构的角度位置。

21. 如权利要求20所述的方法,其中,确定所述外部可旋转结构的所述角度位置包括:

基于从在所述主绕组集感应的所述生成的电压和在所述至少一个辅助绕组处感应的所述生成的电压导出的比例值,确定所述外部可旋转结构的所述角度位置。

22. 如权利要求20所述的方法,其中,所述传感器包括被配置为啮合所述外部可旋转结构的旋转可变差动变压器RVDT传感器,被啮合的外部可旋转结构经由接口设备引发所述RVDT传感器的可旋转轴的旋转。

23. 如权利要求22所述的方法,其中,所述接口设备包括弹性啮合所述外部可旋转结构的柔性齿轮。

24. 如权利要求23所述的方法,其中,所述柔性齿轮耦合到支撑板,所述支撑板被配置为将所述柔性齿轮维持在二维平面中,以使当所述柔性齿轮被啮合到所述外部可旋转结构时,所述柔性齿轮能仅在所述二维平面中弹性弯曲。

25. 如权利要求22所述的方法,其中,所述主绕组集和所述至少一个辅助绕组被包含在所述RVDT传感器的气密密封的绕组腔体内。

26. 如权利要求22所述的方法,其中,测量在所述传感器的所述主绕组集感应的生成的电压和在所述至少一个辅助绕组处感应的生成的电压包括:

测量在所述RVDT传感器的抽头主次级绕组处生成的次级绕组电压和在所述RVDT传感器的至少一个辅助次级绕组中生成的次级绕组电压,所述生成的电压基于施加到所述RVDT传感器的主初级绕组和至少一个辅助初级绕组的一个或多个电压产生,且还基于布置在所述RVDT传感器的所述可旋转轴上的至少一个电枢的位置产生。

27. 如权利要求26所述的方法,其中,所述抽头主次级绕组被校准为产生代表所述外部可旋转结构的至少两个可能对应的角度位置的主电压。

带有辅助输出信号的旋转可变差动变压器 (RVDT) 传感器组件

技术领域

[0001] 本发明涉及确定可旋转结构的角度的位置的组件、系统、设备和方法。

背景技术

[0002] 当需要精确确定结构的角度的位置时,使用旋转可变差动变压器实施的传感器通常被使用。例如,确定(并且如果必要的化,校正)飞机的起落架的轮子的角度的位置和/或方向是重要的(例如,如果在着陆期间,轮子不是充分平行于机身的纵向轴线,那么轮子可能损坏或飞机可能偏离跑道)。多于一个角度的位置可与由RVDT传感器执行的测量结果相关联,从而产生关于被监测/测量的结构的正确角度的位置的歧义(ambiguity)。

发明内容

[0003] 所公开的是基于在RVDT传感器的输出绕组处测量到的电压确定外部可旋转结构(例如,诸如飞机起落架的前轮)的角度的位置的组件、系统、设备和方法。

[0004] 本文提供的实施方式被配置为使得传感器(例如,RVDT传感器)能直接啮合到前轮起落架支柱上,或一些其它外部可旋转结构上,从而确定前轮(或其它结构)的旋转角度。在传感器组件上的柔性齿轮能够消除啮合到安装在前轮支柱的齿轮上。在一些实施方案中,RVDT传感器组件被配置为补偿外部可旋转结构的齿轮的离心率(在 $\pm 1\text{mm}$ 内)且传感器组件上的柔性齿轮可遵从不改变或不破坏传感器的输入齿轮。安装在传感器组件上的RVDT可能是气密密封的。这样的实施方式可减少或完全防止水分或其它外来颗粒渗透到或渗入RVDT的绕组腔体。

[0005] 在一些实施方案中,RVDT可以是单循环RVDT,不同于传统的(双循环)RVDT,其只有两个电零位。一个电零位将产生具有正斜率的输出,而另一个电零位将产生负斜率。在外部可旋转结构自由旋转的情况下,本文描述的实施方式可实现外部可旋转结构的正确位置的确定。在一些实施方案中,可产生第二辅助信号以实现外部可旋转结构的角度的位置的正确判定。多信道的RVDT或其它类型的旋转传感器可被用于冗余的目的。在一些实施中,RVDT是气密密封的,且液静压气动压力或液压压力可被应用到RVDT。

[0006] 在一些实施方案中,提供了确定组件外部的可旋转结构的角度的位置的组件。该组件包括传感器和耦合元件,所述传感器具有可旋转部件、主绕组集和至少一个辅助绕组,所述耦合元件将传感器耦合到外部可旋转结构,以响应外部可旋转结构的旋转引起传感器的可旋转部件旋转。在主绕组集和至少一个辅助绕组处的生成电压至少部分地基于传感器的可旋转部件的角度的位置产生。基于在主绕组集和在至少一个辅助绕组处的生成电压,确定了外部可旋转结构的角度的位置。

[0007] 组件的实施方案可包括本公开中描述的特征中的至少一些特征,本公开描述的特征包括以下特征。

[0008] 基于从在主绕组集和在至少一个辅助绕组处的生成电压导出的值,可确定外部可旋转结构的角度的位置。

[0009] 在一些实施方案中,提供了确定组件外部的可旋转结构的角度的位置的组件。该组件包括旋转可变差动变压器(RVDT)传感器,其包括可旋转轴、至少一个布置在可旋转轴上的电枢、靠近可旋转轴的主初级绕组和靠近旋转轴的至少一个辅助初级绕组,还有靠近可旋转轴的主次级绕组集和靠近可旋转轴的至少一个辅助次级绕组。组件还包括耦合到RVDT传感器的接口设备,该接口设备被配置为啮合外部可旋转结构使得外部可旋转结构的旋转将引发RVDT的可旋转轴的旋转。可旋转轴的旋转将引发在主次级绕组集和至少一个辅助次级绕组处的生成电压,所述生成电压基于施加到主初级绕组和至少一个辅助初级绕组的电压,且还基于至少一个布置在可旋转轴上的电枢的位置产生。基于在主次级绕组集和在至少一个辅助次级绕组处的生成电压,确定了外部可旋转结构的角度的位置。

[0010] 组件的实施方案可包括在本公开中描述的特征中的至少一些特征,包括以上关于第一个组件的描述的特征中的至少一些,以及以下特征中的一个或多个。

[0011] 基于从在主次级绕组集和在至少一个辅助次级绕组处的生成电压导出的值,可以确定角度的位置。从在主次级绕组集和在至少一个辅助次级绕组处的生成电压导出的值,其可包括基于在主次级绕组集和在至少一个辅助次级绕组处的生成电压确定的比例值。

[0012] 施加在主初级绕组和至少一个辅助绕组的电压可包括A/C电压。

[0013] 主初级绕组和至少一个辅助初级绕组可位于主次级绕组集和至少一个辅助次级绕组之间。

[0014] 主初级绕组、至少一个辅助初级绕组、主次级绕组集、和/或至少一个辅助次级绕组中的一个或多个可至少部分围绕可旋转轴。

[0015] 接口设备可包括弹性啮合外部可旋转结构的柔性齿轮。

[0016] 组件还可包括耦合到柔性齿轮的支撑板,该支撑板被配置为将柔性齿轮维持在二维平面中,以使当柔性齿轮被啮合到外部可旋转结构时,柔性齿轮仅在二维平面弹性弯曲。

[0017] 主初级绕组、至少一个主辅助绕组、主次级绕组集和至少一个辅助次级绕组可以被包含在RVDT传感器的气密密封的绕组腔体内。

[0018] 接口设备可被配置为啮合飞机的可旋转前轮起落架支柱。

[0019] 主次级绕组集可被校准为产生代表外部可旋转结构的至少两个可能对应的角度的位置的主电压。外部可旋转结构的正确的角度的位置可由至少两个可能的角度的位置确定,这两个角度的位置对应于基于通过至少一个辅助次级绕组产生的辅助电压,在主次级绕组产生的主电压。

[0020] 该组件还可包括至少一个电源,其提供被施加到主初级绕组和至少一个辅助主绕组的电压。

[0021] 主次级绕组集可包括例如,抽头主次级绕组和/或一对主次级绕组中的一个或多个。

[0022] 在一些实施方案中,提供了确定旋转可变差动变压器(RVDT)传感器外部的可旋转结构的角度的位置的系统。该系统包括旋转可变差动变压器(RVDT)传感器,其包括可旋转轴、至少一个布置在可旋转轴上的电枢、靠近可旋转轴的主初级绕组和靠近可旋转轴的至少一个辅助初级绕组,还有靠近可旋转轴的主次级绕组集和靠近可旋转轴的至少一个辅助次级绕组。该系统还包括接口设备和处理模块,所述接口设备耦合到RVDT传感器,且被配置为啮合外部可旋转结构的接口设备,响应外部可旋转结构的旋转,引发RVDT传感器的可旋转轴

的旋转,所述处理模块基于在主次级绕组集和至少一个辅助次级绕组的由可旋转轴的旋转产生的电压,确定外部可旋转结构的角度位置。基于施加到主初级绕组和至少一个辅助初级绕组的电压,且还基于至少一个布置在可旋转轴上的电枢,产生生成电压。

[0023] 系统的实施方案可包括在本公开中描述的特征中的至少一些特征,包括以上关于组件描述的特征中的至少一些,以及以下特征中的一个或多个。

[0024] 主次级绕组集可被校准为产生代表外部可旋转结构的至少两个可能对应的角度位置的主电压。被配置为确定角度位置的处理模块可被配置为:根据对应于所产生的主电压的至少两个可能的角度位置,确定外部可旋转结构的正确角度位置,所产生的主电压基于在至少一个辅助次级绕组处产生的辅助电压,在主次级绕组集处产生。

[0025] 在一些实施方案中,提供了确定耦合到外部可旋转结构的传感器外部的可旋转结构的角度位置的方法。此方法包括,响应于外部可旋转结构的旋转,测量在传感器的主绕组集和至少一个辅助绕组中感应的电压。至少部分基于传感器的可旋转部件的角度位置,产生生成电压。传感器可旋转部件的旋转通过外部可旋转结构的旋转引发。该方法还包括基于在主绕组集和在至少一个辅助绕组处的生成电压,确定外部可旋转结构的角度位置。

[0026] 本方法系统的实施方案可包括在本公开中描述的特征中的至少一些特征,包括以上关于组件和系统描述的特征中的至少一些,以及下文描述的以下特征中的一个或多个特征。

[0027] 确定角度位置可包括:基于从在主绕组集和在至少一个辅助绕组处的生成电压导出的比例值,确定角度位置。

[0028] 测量在可旋转传感器的主绕组集和至少一个辅助绕组处感应的电压可包括:测量在旋转可变差动变压器(RVDT)传感器的抽头主次级绕组处和RVDT传感器的至少一个辅助次级绕组处产生的电压。基于施加在RVDT传感器的主初级绕组和至少一个辅助初级绕组中的一个或多个电压,且还基于布置在RVDT传感器的可旋转轴上的至少一个电枢的位置,产生了生成电压。

[0029] 抽头次级绕组可被校准为产生代表外部可旋转结构的至少两个可能对应的角度位置的主电压。确定角度位置可包括,根据对应于所产生的主电压的至少两个可能角度位置,确定外部可旋转结构的正确角度位置,所产生的主电压基于在至少一个辅助次级绕组处产生的辅助电压,在抽头主次级绕组处产生。

[0030] 如本文所用,术语“约”指偏离标称值 $\pm 10\%$ 的变化。可被理解的是,这种变化总是被包括在本文提供的给定值中,而不管是否经明确提及。

[0031] 除非另有定义,否则本文使用的所有技术术语和科学术语具有如本发明所属的领域的普通技术人员通常理解的相同的含义。

[0032] 一个或更多个实施的细节在附图和以下说明中被提及。另外的特征、方面和优点将通过说明书、附图和权利要求变得显而易见。

附图说明

[0033] 图1A是用于确定外部可旋转结构的角度位置的传感器组件的示例实施方案的横截面图。

[0034] 图1B是图1A的示例组件的局部透视图。

- [0035] 图1C是图1A的组件的分解图。
- [0036] 图2是包括抽头次级(输出)绕组的绕组配置图。
- [0037] 图3A是包括针对主次级绕组和辅助次级绕组确定的基于电压的值与相应确定的角度位置之间的关系曲线的图
- [0038] 图3B是示出了在主次级绕组处的电压的个别特性的曲线图。
- [0039] 图4A是描绘了组件的示例实施方案的图,组件包括RVDT传感器组件、接口设备和外部可旋转结构。
- [0040] 图4B是耦合到接口设备的前轮支柱的横截面图。
- [0041] 图5A-5I是被配置为耦合到RVDT传感器组件和外部可旋转结构的示例接口设备的视图和简图。
- [0042] 图6是确定外部可旋转结构的角度的位置的示例过程的流程图。
- [0043] 图7是通用计算系统的示意图。
- [0044] 在各个附图中,相似的参考符号指示相似的元素。

具体实施方式

[0045] 本文公开了其中包括用于确定组件外部的可旋转结构的角度的位置的组件的组件、系统、设备和方法。该组件包括传感器和耦合元件,所述传感器包括可旋转部件和主绕组集和至少一个辅助绕组,所述耦合元件将传感器耦合到外部可旋转结构,使得外部可旋转结构的旋转将引发传感器的可旋转部件的旋转产生。可旋转部件的旋转将引发在主绕组集(其可被抽头为引发形成两个输出电压,或其可包括两个或多于两个的绕组)和至少一个辅助绕组处生成输出电压。在主绕组集的生成电压和在至少一个辅助绕组的生成电压至少部分基于传感器的可旋转部件的角度位置而产生,并且基于在主绕组集的生成电压和在至少一个辅助绕组处的生成电压确定了外部可旋转结构的角度的位置。

[0046] 在一些实施中,提供了确定外部可旋转结构的角度的位置的组件,所述组件包括旋转可变差动变压器(RVDT)传感器,其包括可旋转轴、至少一个布置在可旋转轴上的电枢、靠近可旋转轴的主初级绕组和靠近可旋转轴的至少一个辅助初级绕组、以及靠近可旋转轴的主次级绕组集和靠近可旋转轴的至少一个辅助次级绕组。组件还包括耦合到RVDT传感器的接口设备,该接口设备被配置为啮合外部可旋转结构以响应外部可旋转结构的旋转引发RVDT传感器的可旋转轴的旋转。可旋转轴的旋转将引发在主次级绕组集和至少一个辅助次级绕组处生成电压。生成的电压基于施加到主初级绕组和至少一个辅助初级绕组的电压,且还基于布置在可旋转轴上的至少一个电枢的位置产生,且外部可旋转结构的角度的位置基于在主次级绕组集和在至少一个辅助次级绕组处的生成电压进行确定。在一些实施方案中,主次级绕组集被校准为产生代表外部可旋转结构的至少两个可能对应的角度的位置的主电压。外部可旋转结构的正确的角度的位置可由至少两个可能的角度的位置确定,该至少两个可能的角度的位置对应于基于通过至少一个辅助次级绕组产生的辅助电压,在主次级绕组集处产生的主电压。

[0047] 图1A是传感器组件100的示例实施方案的横截面图,传感器组件100被配置为确定外部可旋转结构(例如,飞机起落架的前轮)的角度的位置。图1B是示例组件100的透视图,其中,出于说明的目的,组件的壁的一部分没有被包括,从而以示出组件的内部。

[0048] 在一些实施方案中,传感器组件100可实现旋转可变差动变压器(RVDT)传感器,其包括可旋转部件,诸如可旋转轴112,其被配置为在管(也被称为隔离管)114的内部体积中旋转,管114位于壳体110的内部体积中。在一些实施方案中,壳体110可由不锈钢制成。其它适合的材料可被使用。轴承118可耦合到放置在壳体110内部的轴,基本接近所述轴的端部。

[0049] 可旋转轴112的旋转可由外部可旋转结构的旋转运动引发,在一些实施中,这启动了耦合元件(例如,接口设备或部件),进而引发组件100的可旋转轴的旋转(例如,经由组件100的另一个齿轮,诸如在图1A中描绘的消隙齿轮150)。如在图1A中还示出,RVDT传感器组件还包括靠近可旋转轴的主初级绕组(也称作主输入绕组)120和靠近可旋转轴的至少一个辅助初级绕组(也称作辅助输入绕组)122。RVDT传感器组件100还包括靠近可旋转轴112的一组主次级绕组(也称作主输出绕组)130,其在一些实施方案中可以是可被抽头的单个主次级绕组(例如,图2中所示的抽头绕组200)、一对主次级绕组或多于两个的主次级绕组。RVDT传感器组件100还包括靠近可旋转轴112的至少一个辅助次级绕组(也称作辅助输出绕组)132。RVDT传感器组件100的绕组可被包括在例如镍铁合金构成的叠片定子中。

[0050] 如图1A和1B中还示出,布置在可旋转轴112的外表面上的是至少一个电枢(在图1的示例实施方案中,两个电枢116a和116b被示出),其随着可旋转轴112的旋转而旋转。电枢116a和116b由固态磁性材料(例如,铁镍合金)制成,其可有更高的渗透性,且可被焊接或粘接到可旋转轴112,或可用一些其它适合的方式固定到可旋转轴112。

[0051] 当电压(例如,AC电压)被施加到主初级绕组120和至少一个辅助初级绕组122(将激发电压施加到初级绕组上的电源没有在图1A和1B中示出)时,生成电压将在一组主次级绕组130和至少一个辅助次级绕组132中被感应/产生。因为固定到可旋转轴112上的电枢随着电枢旋转改变绕组的电感(或将通量引导到每个次级绕组上),故在该组主次级绕组和至少一个辅助次级绕组处的电压大小将变化并至少部分基于电枢116a和116b的位置。以此,在次级绕组(主集和至少一个辅助集)处产生的电压将指示布置在RVDT传感器的可旋转轴上的电枢的角度位置,且因此指示可旋转外部结构的角位置,所述可旋转外部结构引发了可旋转轴112的旋转(例如,经由接口设备和/或其它齿轮)。

[0052] 例如,在一些实施中,抽头次级绕组200可被使用,其中,在抽头次级绕组处形成两个电压 V_a 和 V_b (同样如在图2中所示)可根据以下关系随角位置(表示为角 θ)变化,所述关系为:

$$[0053] \quad \frac{V_a - V_b}{V_a + V_b} / G \quad (\text{公式1})$$

[0054] 其中G是增益或灵敏度参数(单位,伏/伏/度)。

[0055] 公式1的输出比例,其可由在主次级绕组的电压获得,可被用于确定可旋转轴的角位置 θ ,因此由于可旋转轴112(在图1A中所示)旋转,电枢(在图1A的示例实施方案中的116a和116b)也将旋转,且作为结果,电压差比和(difference-over-sum)的比例 $(V_a - V_b) / (V_a + V_b)$ 将根据角位置 θ 变化。

[0056] 现参考图3A,曲线图被示出,其包括旋转角 θ 相对差比和的比例值(诸如公式1的比例值)的曲线300,该比例值由在一组主次级绕组上的电压(例如,抽头次级绕组的电压 V_a 和 V_b)获得。图3B是示出了电压 V_a 和 V_b ,以及电压总和 $V_a + V_b$ (其中,在所描述的实施方案中,具有恒定值)的个别特性的曲线图。在一些实施方案中,也可使用其它类型的值,所述值代表

或源自在该组主次级绕组的电压。如在图3A中所示,由次级绕组的电压 V_a 和 V_b 确定的比例值,在一些实施方案中,对应于至少两个不同可能的旋转角度。例如,在曲线300中,比例值比例A对应角度 θ_1 和角度 θ_2 。因此,根据组件的可旋转部件(例如,可旋转轴112)的特定角度位置确定的比例值对应两个可能的角度。

[0057] 因此,在一些实施中,代表来源于在辅助次级绕组的生成电压的测量结果可被用以解决关于可旋转轴112的正确的角度位置的歧义。特别地,由施加在辅助初级绕组(例如,图1A中的绕组122)的激发电压产生的辅助次级绕组的输出电压,其也基于可旋转轴的角度位置变化(由于至少一个电枢的旋转)。辅助次级绕组的生成电压的变化可用一些其它值表示,诸如在图3A中示出的辅助比例值 V_{aux}/V_{exe} 。表示在RVDT传感器组件100的至少一个辅助次级绕组处的电压特性的其它关系或公式可被使用。

[0058] 在图3A中还示出了,如曲线310标志的、辅助输出比例值 V_{aux}/V_{exe} 和可旋转轴的角度位置之间的关系,使得特别确定的辅助比例值可对应两个不同的可能的角度位置。然而,因为辅助比例值和可旋转轴的角度位置之间的关系的特性通常与主绕组比例值和可旋转轴的角度位置之间的关系的特性不同,故当可旋转轴在某个特定的角度位置确定的辅助比例值可被用于选择对应于主次级绕组比例的两个可能的角度位置中的正确的角度位置。因此,在图3A的例子中,辅助比例,在图3A中的曲线图中表示为比例B,其在轴位于产生比例A的角度位置处时(对应于主次级绕组的生成电压 V_a 和 V_b)被确定。如在曲线310中所示,比例B对应两个不同的角度位置,也就是, θ_2 和 θ_3 。因此,因为图3A的曲线300和310的共同的角度位置是角度 θ_2 ,故该角度被确定为组件100的可旋转轴的正确角度位置。在一些实施方案中,确定对应于在主次级绕组和辅助次级绕组处测量(或确定)的电压的角度可使用例如查找表来执行,可通过使用推导出的关于电压和角度的数学关系(这样的推导,例如,可使用多种数学回归技术中的任何一种来执行)计算角度来执行,等等。

[0059] 在一些实施中,根据其产生了在主初级绕组施加激发电压所产生的电压 V_a 和 V_b 的主次级绕组集,可被校准为建立可旋转轴112的角度位置和电压 V_a 和 V_b 之间的关系(且从而建立轴的角度位置和由电压 V_a 和 V_b 确定的特定值之间的关系)。另一方面,在辅助次级绕组产生的电压不需要被校准。而是,可充分认为辅助次级电压(或其代表值/导出值)可被匹配到对应于由主次级绕组产生的代表值的两个可能的角度位置中的正确的角度位置。例如,并且再次参考图3A,在一些实施方案中,当可旋转轴112在导致比例A的角度位置时,标记为比例C的比例值可针对辅助次级绕组进行确定。如曲线310所示,比例C可对应于角度 θ_4 和 θ_5 ,且从而不与对应针对主次级绕组确定的比例A的角度分享共同角。然而,可旋转轴的正确角度、针对主次级绕组确定的比例和针对辅助次级绕组确定的比例之间的预定关系可被建立(例如,通过对图1A的组件100进行可操作使用之前执行的测试),通过所述关系的建立,该正确的角度($\theta_{correct}$)可以基于针对主次级绕组和辅助次级绕组的确定比例进行确定。例如,当针对主次级绕组和辅助次级绕组的可旋转轴112的特定角度位置的比例A和比例C的值被确定时,可做出判定(例如,使用查表或使用任何其它技术),即可旋转轴112的正确位置是 θ_1 。

[0060] 随着确定了外部可旋转结构的正确的角度位置,该外部可旋转结构可被启动(例如,通过反馈机制)以旋转到要求或期望的位置。例如,在其中RVDT传感器组件被用于确定飞机前轮起落架的轮子的角度位置的实施中,在着陆过程中的确定,即轮子没有充分地定

向为平行于机身的纵向轴线(或着陆带)的确定,可被用于引起控制轮子的齿轮的启动(如将在以下更加详细地描述),以使得轮子合适地对准以着陆。

[0061] 反观图1A和1B,主输入(初级)绕组120和至少一个辅助输入(初级)绕组122,以及主输出(次级)绕组130和至少一个辅助绕组132被定位在靠近可旋转轴112。在组件100的示例实施方案中,绕组被定位在管114外部,其中可旋转轴112被配置为旋转,且因此被放置在由壳体110的内壁和隔离管114限定的腔体内。含有绕组(被称为腔体绕组)的腔体被构造成气密密封的以防止(或至少减少)水分和/或环境污染物进入或渗透到绕组腔体内。气密密封的绕组腔体的使用可因此延长RVDT传感器组件100的设计寿命。在一些实施方案中,隔离管114由非渗透材料构成,诸如300系列不锈钢或铬镍铁合金。隔离管的材料通常为非磁性材料(例如,360系列不锈钢),其使可旋转轴上的电枢能改变在次级绕组上产生的电压。在一些实施方案中,主初级绕组和至少一个辅助初级绕组位于主次级绕组和至少一个辅助次级绕组之间。在一些实施方案中,主初级绕组、至少一个辅助初级绕组、主次级绕组集和至少一个辅助次级绕组中的至少一个至少部分围绕可旋转轴112。

[0062] 如在图1A和1B中进一步所示,组件100包括凸缘140,其连接(例如,焊接或以其它方式固定)到RVDT传感器组件100。凸缘140可限定一个开口,通过该开口,RVDT传感器组件的壳体被安装到,并然后焊接到凸缘140。凸缘140被用作组件100的壳体110安装到其上的基底结构,并因此提供结构支撑给RVDT传感器组件100。如在图1B中示出的,凸缘140也可包括一个或多个插槽,诸如插槽142a-c,其从凸缘140的一个表面延伸到其另一个表面,且其可被用于将组件100安装(例如,使用螺丝或其它适合的固定装置)到包括接口设备的齿轮箱组件,接口设备啮合外部可旋转结构,外部可旋转结构的角位置由RVDT传感器确定。同样耦合到传感器组件100的轴112的是消隙齿轮组件150,在一些实施中,例如,其可以包括使用C形弹簧(诸如在图1C的分解图中示出的弹簧156)进行互相耦合的两个齿轮152和154。消隙齿轮150被配置为啮合接口设备中的一个或多个齿轮,且被这样的—个或多个齿轮启动。通过可旋转外部结构产生的旋转力矩,因此可通过啮合组件100的消隙齿轮150的接口设备被传递到传感器组件100。

[0063] 如所指出的,包括RVDT传感器组件(诸如传感器组件100)的组件被配置为确定外部可旋转结构的角位置,外部可旋转结构诸如,例如,飞机起落架的前轮。因此,参考图4A,示出了描述了组件400的示例实施方案的附图,其包括RVDT传感器组件410(其可类似于图1A和1B的组件100),和被固定到控制前轮的前轮支柱430的接口设备420。尽管图4A示出安装到前轮支柱(柱)的组件400,但其它类型的旋转结构可被使用,所述旋转结构的角位置可使用本文描述的RVDT传感器组件进行确定。

[0064] 图5A和5B是接口设备500(也称作齿轮箱组件)的透视图,其可以类似于图4A的接口设备420,并配置为在可旋转结构(诸如图4A的结构430)和RVDT传感器组件(诸如图1的组件100或图4A的组件410)之间接合。接口设备500包括柔性齿轮510,其通过外部齿轮(例如外部可旋转结构的互补齿轮)来啮合和启动。柔性齿轮510被配置为弹性地啮合外部可旋转结构,使得柔性齿轮510可由于其与外部可旋转结构的接触而弯曲或扭曲到一定程度,并返回到其正常不弯曲状态而不造成任何永久性破坏或屈从于其结构完整性。柔性齿轮还可补偿外部结构的旋转齿轮的离心率(例如,在 ± 1 mm内)。柔性齿轮510,也在图5C中示出,包括带有多个钝齿的外环512和多个从环512向内延伸的柔性肋514(例如,向中心或诸如图5C中

所示的环516的中央环延伸)。当力被施加到柔性齿轮510时,例如,当张力通过外部可旋转结构的齿轮施加到柔性齿轮510时,柔性肋514被配置为向内弯曲。

[0065] 如在图5C中还示出的,接口设备还包括轴520,轴520被配置为容纳在由柔性齿轮510的环516限定的内部开口中。安装在轴520的相对端(轴的端部不被环516容纳)的是小齿轮530和轴承540。组装的柔性齿轮510、轴520、小齿轮530和轴承540的示意图在图5D中示出。小齿轮530被配置为啮合传感器组件,分别例如图1A和图4A的组件100或410,以传递旋转扭矩到组件100。例如,在一些实施方案中,小齿轮530(也在图4A中示出,且标记为接口设备420的小齿轮428)被配置为啮合传感器组件410的消隙齿轮(在图4A中标记为412),以在接口设备的柔性齿轮通过外部可旋转结构(例如,图4A的结构430)启动时引起消隙齿轮的旋转(并且从而引起RVDT传感器的可旋转轴的旋转)。

[0066] 在一些实施中,诸如黄铜支撑板560的支撑板(例如在图5E中示出的支撑板),可通过穿过限定在黄铜板560上的开口562固定耦合到柔性齿轮510的轴520来耦合到柔性齿轮。支撑板560被配置为将柔性齿轮510维持在二维平面中,以使当柔性齿轮被啮合到外部可旋转结构时,柔性齿轮实质上仅在二维平面上进行弹性弯曲。

[0067] 如在图5F中示出的,示出了接口设备的一部分的另一个示意图,另一个轴承550可被固定到通过柔性齿轮510的内部环(图5C中的中央环516)接收的轴520的端部。组合的柔性齿轮组件在图5G中进行描述。

[0068] 再次参考图5A和5B,以及图5H和5I,柔性齿轮510、轴520和小齿轮530被放置在壳体内,诸如由上壳体部分570和下壳体部分572组成的壳体。在一些实施方案中,齿轮箱壳体的上下部分可由铝制成,但其它合适的材料也可被使用。

[0069] 反观图4A,如所述,包括传感器组件410和接口设备(齿轮箱组件)420的组件被安装到或以其它方式耦合到外部可旋转结构430,其在图4A的示例实施方案中是飞机起落架的前轮支柱(柱),其可旋转耦合到其上的前轮。参考图4B,耦合到接口设备420的前轮柱430的横截面图被示出。在图4A和4B示出的示例实施中,前轮支柱包括带有开口433的外筒432以接收接口设备的柔性齿轮。前轮柱还包括安装在内筒434上的前轮齿轮436,该内筒被布置在前轮支柱430的外筒432内。在一些实施方案中,前轮齿轮可被配置为控制耦合到起落架的轮(未示出)的定位(alignment),例如,将飞机控制在期望的方向。例如,齿轮436的顺时针方向旋转(如从连接器侧面所见)可引发轮同样地顺时针旋转,从而引发飞机(当飞机在地面上时)向右方移动,且齿轮436的逆时针旋转可引发类似的轮的逆时针旋转,从而引发飞机向左方移动。当飞机在空中时,能够确定轮子的定位且如果需要的话,调整轮子的定位是重要的,使得轮子充分平行于飞机的机身的纵向轴线,特别是当飞机准备着陆时,尤其重要。因此,RVDT传感器组件,诸如本文描述的RVDT传感器组件,能够确定前轮齿轮(诸如图4B中描绘的齿轮436)的角度位置,且因此能够确定飞机轮的定位。

[0070] 继续参考图4B,前轮齿轮436的旋转还驱动柔性齿轮422(其可类似于图5A-I中描述的柔性齿轮510)。如本文描述的,柔性齿轮部分地获得来自诸如肋424的肋的弹性,使得甚至当两个齿轮不完美定位时,或当湍流或强大的力量(例如,其可发生在飞机的着陆期间)导致对柔性齿轮422的强力作用时,柔性齿轮也能弹性地啮合前轮齿轮436。柔性齿轮的旋转,通过其同前轮齿轮436的啮合引发传感器组件410的启动,例如经由耦合到轴426的小齿轮428的旋转,其啮合并启动例如RVDT传感器组件410的消隙齿轮。如本文所述,RVDT传感

器组件的消除的旋转引发可旋转传感器轴(例如,在图1A中示出的轴112)的旋转,其进而引发固定在可旋转轴上的电枢旋转,且从而根据可旋转轴的角度位置(并且根据前轮齿轮的角度位置,通过延伸),引起次级绕组所生成的次级(输出)电压的改变。

[0071] 参考图6,确定外部可旋转结构的角度位置的示例过程600的流程图被示出。此过程包括测定610电压,该电压通过响应外部可旋转结构的旋转,在传感器的主绕组集和至少一个辅助绕组处感应得到。生成电压至少部分基于传感器(诸如,类似于图1A中描述的RVDT传感器组件的RVDT传感器)的可旋转部件的角度位置产生。特别地,外部可旋转结构被配置为引发可旋转部件的旋转,例如,经由包括齿轮组件(例如,包括柔性齿轮的齿轮组件,柔性齿轮耦合到轴,轴自身被耦合到小齿轮,小齿轮被配置为啮合传感器组件的齿轮)的接口设备引发可旋转部件的旋转。轴和固定到其上的电枢的旋转引发在主次级(输出)绕组和至少一个辅助次级(输出)绕组处的变化的电压。可使用与绕组进行电气连接的电压传感器/仪表来测量电压。

[0072] 如本文进一步描述的,在一些实施方案中,外部可旋转结构可以是飞机的前轮支柱。然而,在涉及不同类型的的应用的情况下,RVDT传感器可与其它不同类型的外部可旋转结构结合使用,以促进确定这些其它外部可旋转结构的角度位置。

[0073] 基于在主绕组(即,主次级绕组)和在至少一个辅助(次级)绕组处的生成电压,外部可旋转结构的角度位置被确定620。如本文描述的,在主次级绕组集处的生成电压可对应于两个可能的角度位置。因此,在一些实施方案中,在至少一个辅助次级绕组处的生成电压可被用于确定对应于主次级绕组集的生成电压的两个可能角度中的哪个角度是正确的角度(例如,使用查找表以使在对应于辅助次级绕组的电压和对应于主次级绕组的电压之间关联)。基于确定的外部可旋转结构的正确的角度位置,该结构可旋转(例如,通过反馈机制)到要求或期望的角度位置。

[0074] 基于主次级绕组集和至少一个辅助次级绕组处测量的生成电压的外部可旋转结构的角度位置的确定(计算)可通过基于处理器的计算系统得到促进,所述系统接收测量到的电压并且输出指示外部可旋转结构的确定的/计算的角度位置的值。因此,参考图7,通用计算系统700的示意图被示出。该计算系统700包括基于处理器的设备710,诸如个人计算机、专用计算设备等等,且基于处理器的设备710通常包括中央处理器单元712。除了CPU 712,系统还包括主存储器、高速缓存存储器和总线接口电路(未示出)。基于处理器的设备710可包括大容量储存元件714,诸如与计算机系统相关联的硬盘。在一些实施方案中,当大容量储存元件714在本文描述的RVDT传感器组件的实施中使用,其可以被用以实现关联电压值(或代表测量到的电压的值)与一个或多个角度位置的查找表。计算系统700还可包括键盘或小键盘716和显示器720,例如CRT(阴极射线管)或LCD(液晶显示器)显示器,其可被放置在用户可访问它们的位置(例如,飞机的驾驶舱)。

[0075] 基于处理器的设备710被配置为便于例如外部可旋转结构的角度位置的确定的实施,所述实施基于在主次级绕组集和至少一个辅助次级绕组集处测量到的电压。基于处理器的设备710还可基于结构确定的角度位置,用于反馈机制的实施以启动外部可旋转结构。如所述,RVDT传感器组件(诸如图1A和1B的传感器组件100)通常还将包括一个或多个传感器或仪表,以测量绕组处的电压值。储存设备714因此也可包括计算程序产品,当所述计算程序产品运行在基于处理器的设备710上时,引发基于处理器的设备执行操作以便于本文

描述的过程的实施。基于处理器的设备还可包括外围设备以启用输入/输出功能。此类外围设备可包括,例如,CD-ROM驱动器和/或闪存盘,或网络连接,其用于下载相关内容到所连接的系统。此类外围设备还可被用于下载包含计算机指令的软件,以启用各个系统/设备的一般操作。可替换地或此外,在一些实施方案中,专用逻辑电路,例如,FPGA(现场可编程门阵列)或ASIC(专用集成电路)可被用于系统700的实施中。可被包括在基于处理器的设备710的其它模块是扬声器、声卡、定位设备(例如鼠标或轨迹球),用户利用它们可提供输入到计算系统700。基于处理器的设备710可包括操作系统,例如,微软公司的操作系统Windows XP®。可替换地,其它操作系统可被使用。

[0076] 计算机程序(也称为程序、软件、软件应用程序或代码)包括用于可编程处理器的机器指令,并且其可以高级程序语言和/或面向对象的编程语言、和/或以组件/机器语言进行实施。如本文使用的,术语“机器可读介质”是指任何非暂时性计算机程序产品、装置和/或设备(例如,磁盘、光盘、存储器、可编程逻辑设备(PLD)),其用于提供机器指令和/或数据到可编程处理器,可编程处理器包括非暂时性机器可读介质,其接收作为机器可读信号的机器指令。

[0077] 尽管具体的实施方案已经在本文详细地公开,但通过举例方式完成的公开仅用于说明的目的,而不是旨在限制关于下文所附权利要求的范围。特别地,可以设想,在不脱离由权利要求书所限定的本发明的精神和范围的情况下,各种替换、改变和修改可被执行。其它方面、优点和修改被认为是在以下权利要求的范围内。提出的权利要求是本文所公开的实施方案和特征的代表。其它未声明的实施方案和特征也可考虑。因此,其它实施方案在以下权利要求的范围之内。

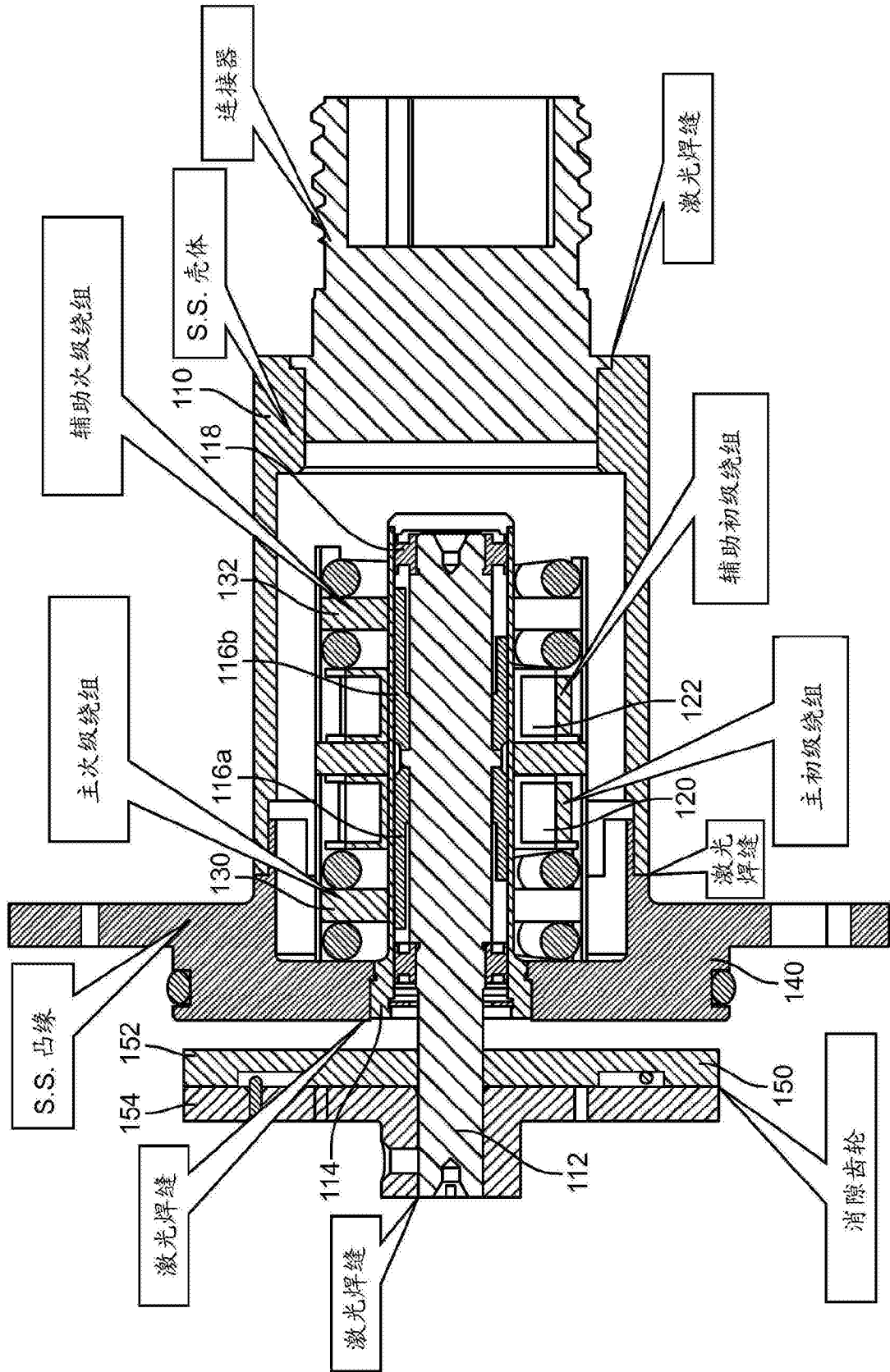


图1A

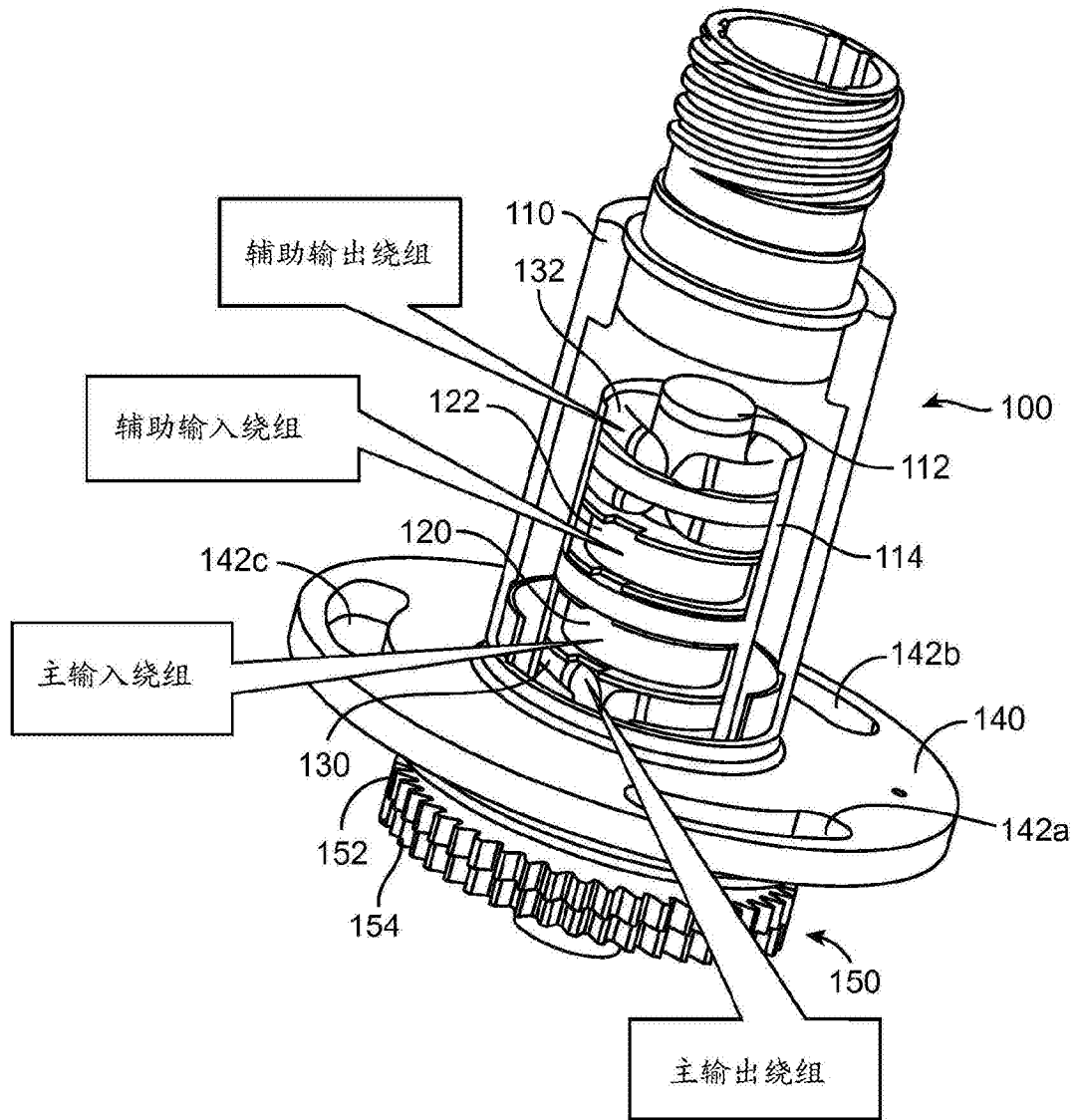


图1B

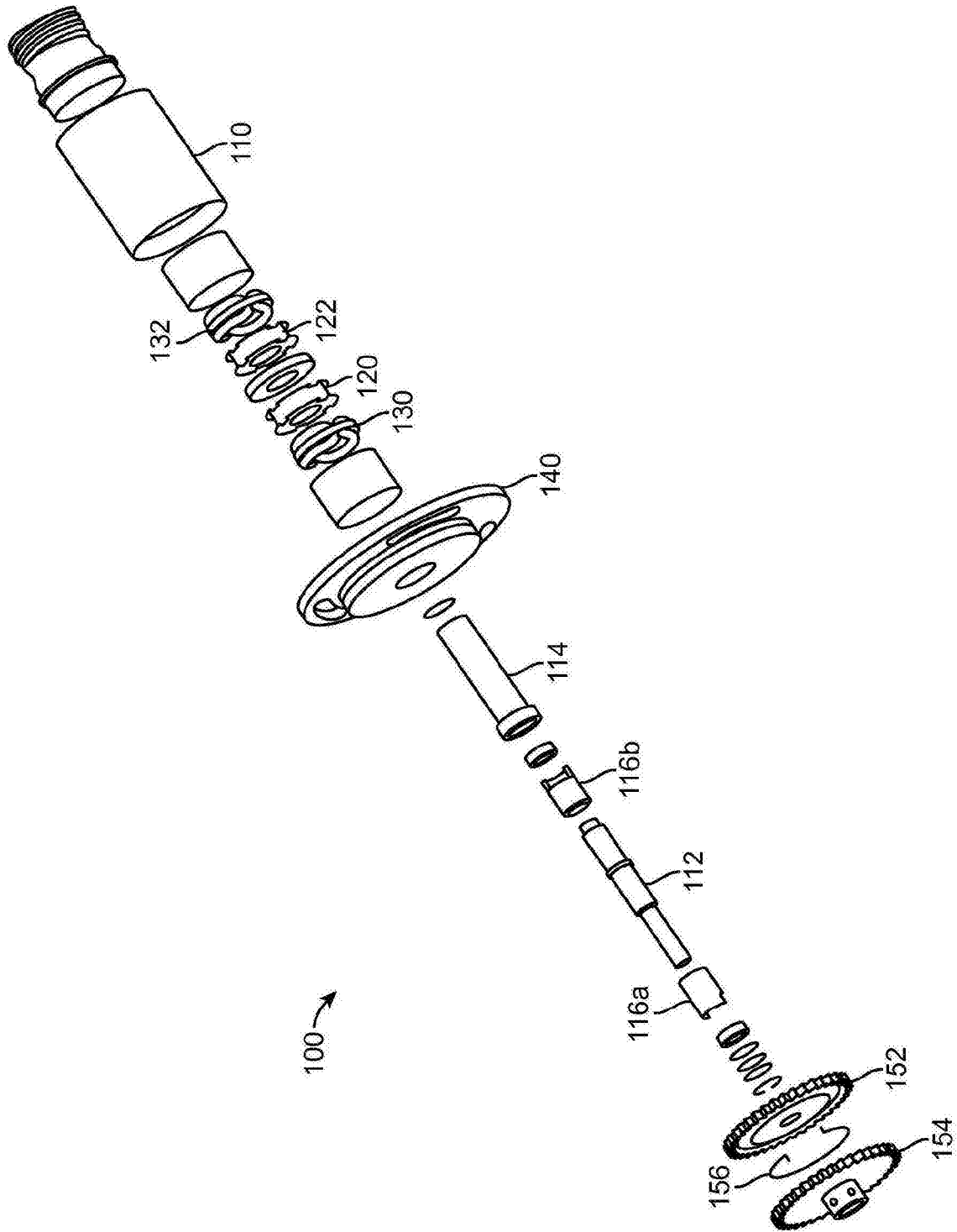


图1C

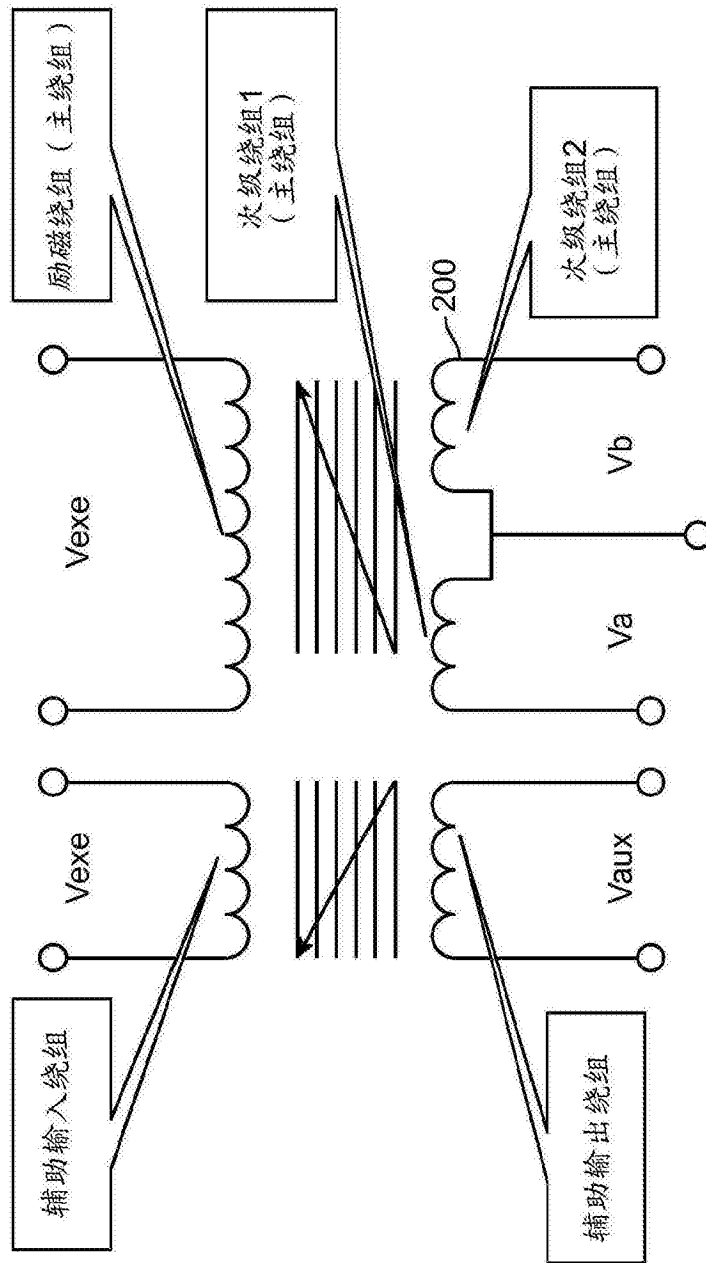


图2

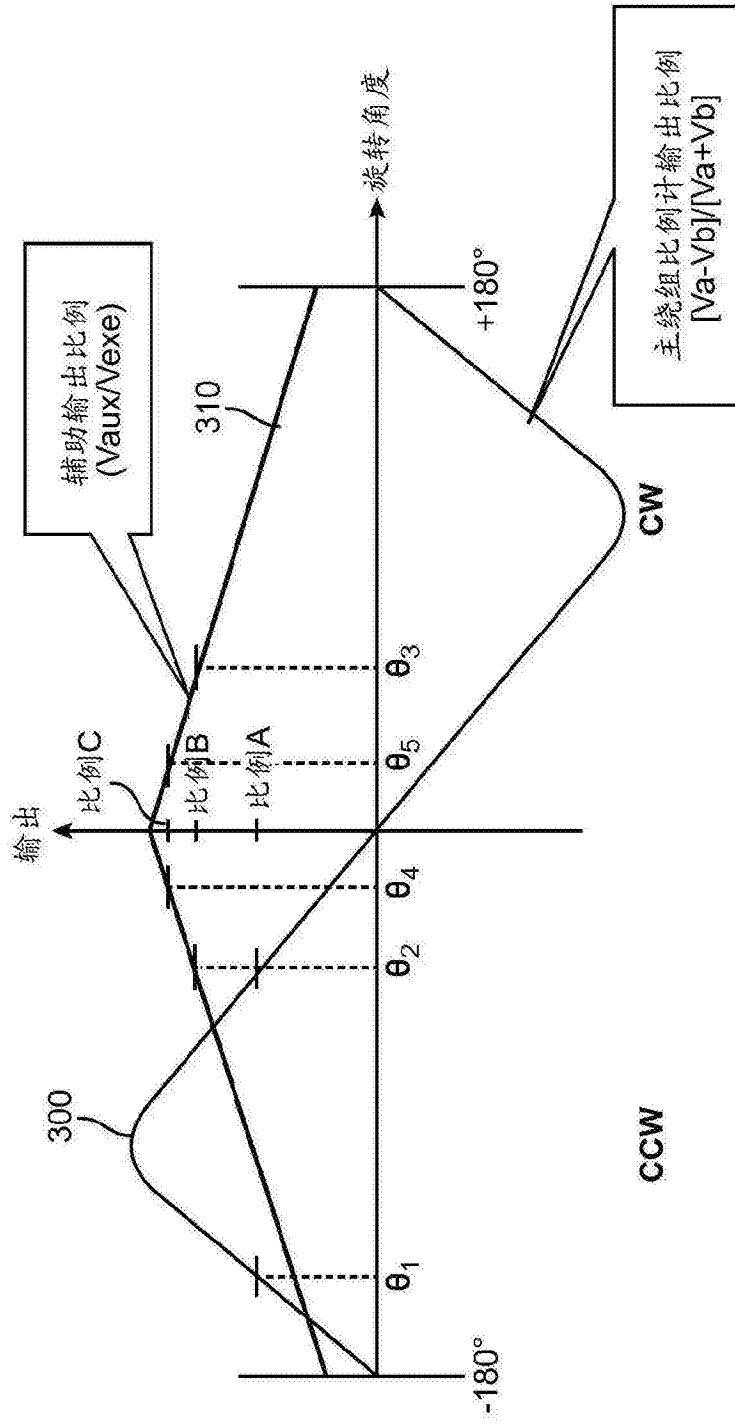


图3A

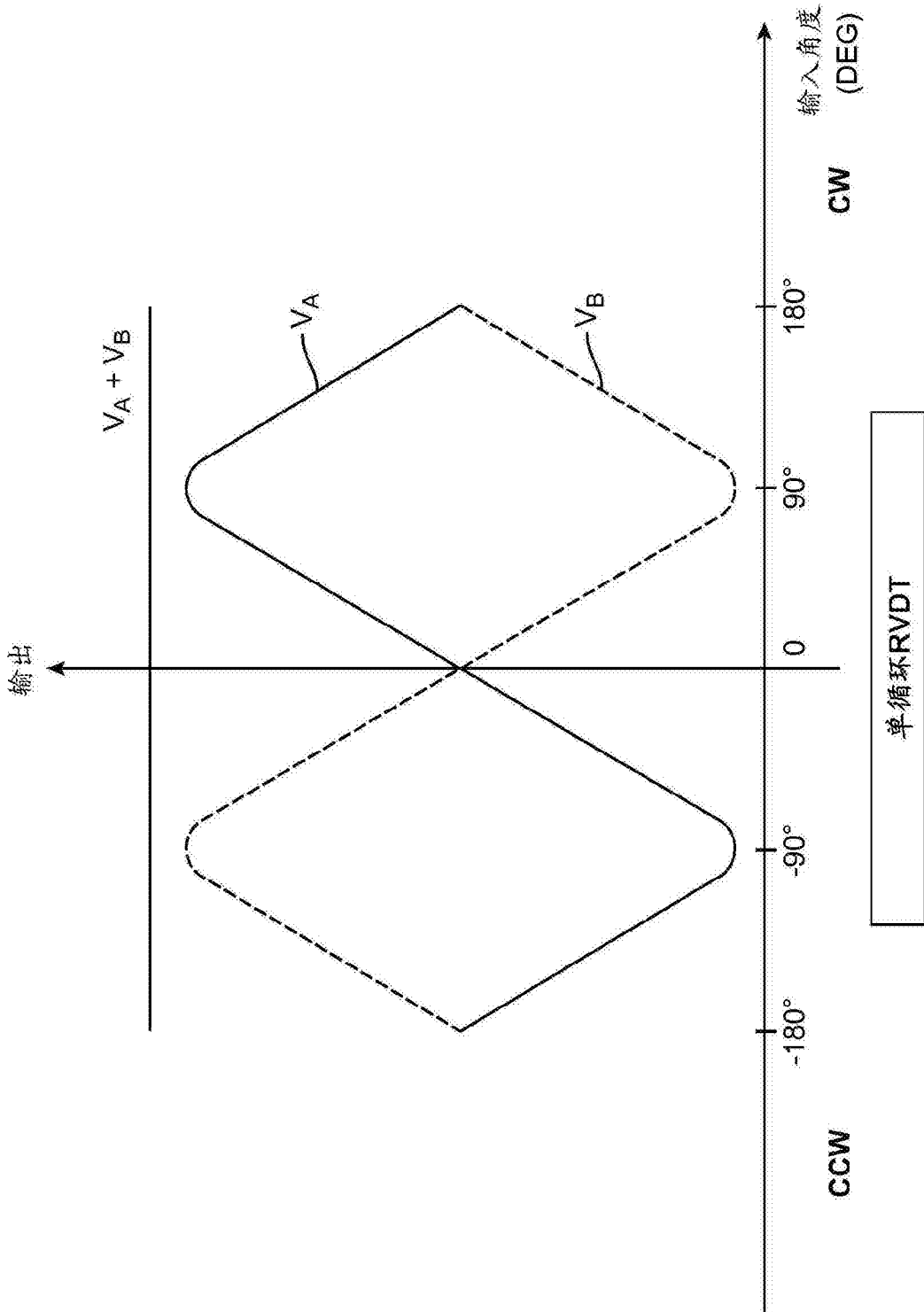


图3B

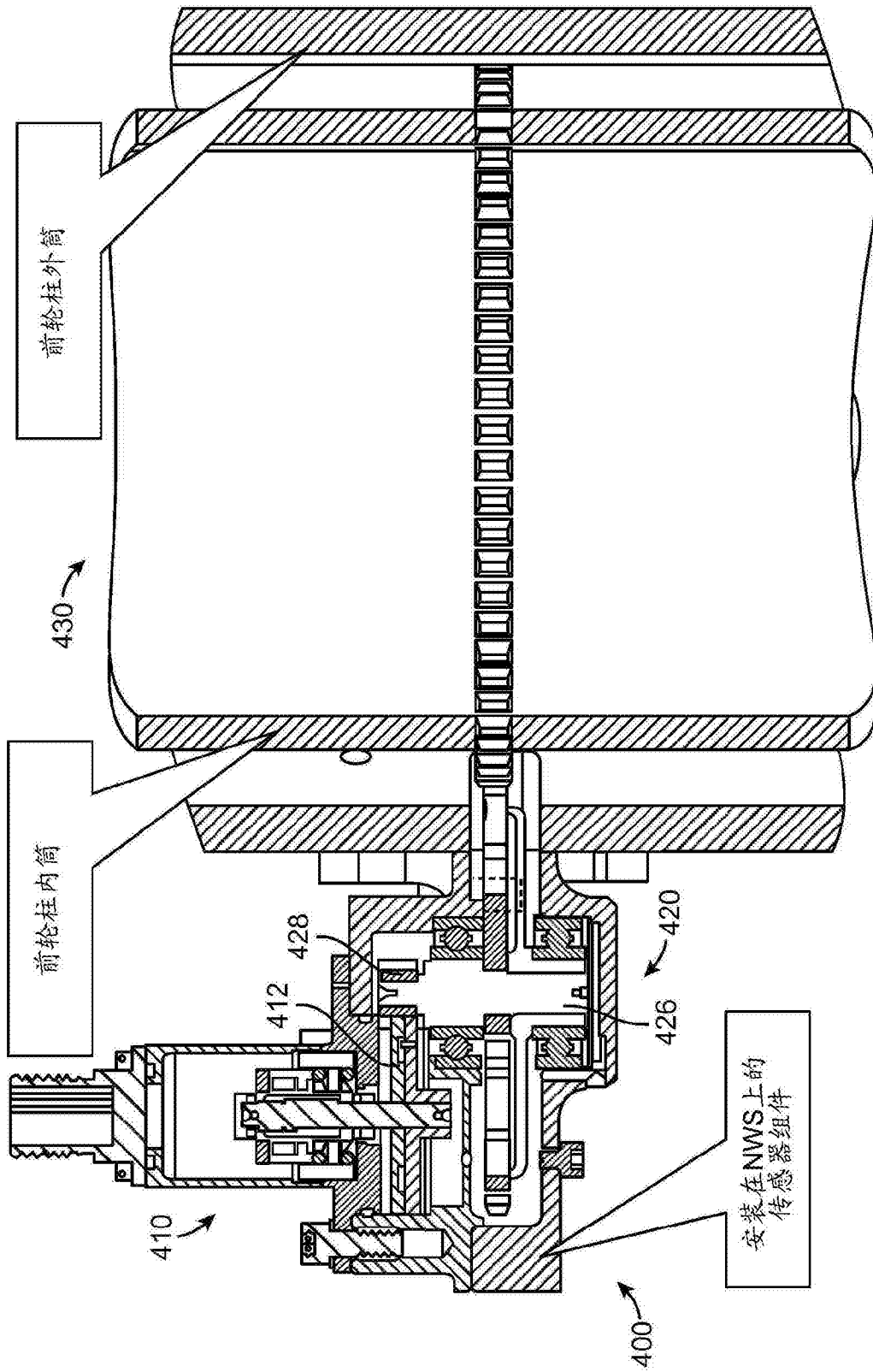


图4A

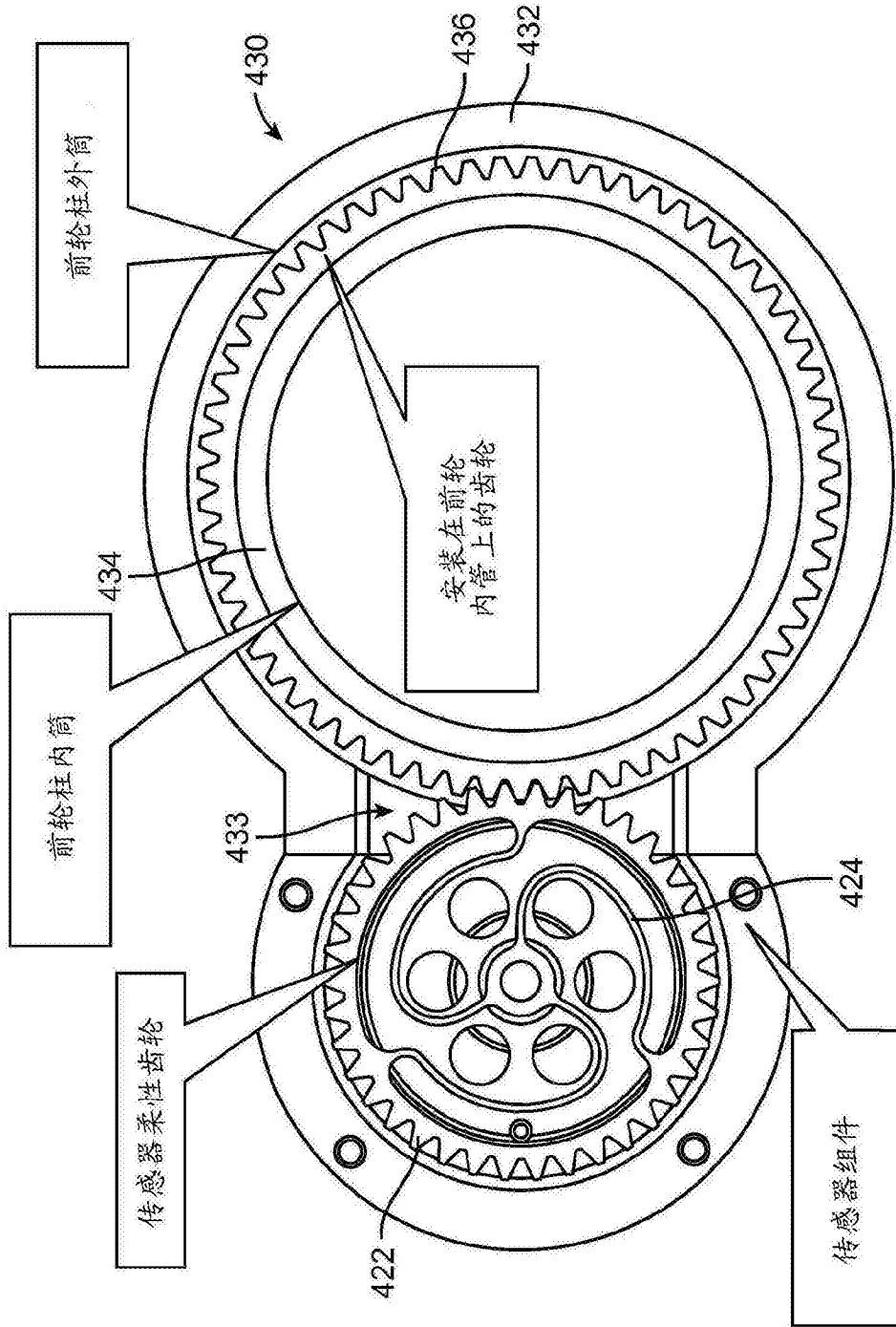


图4B

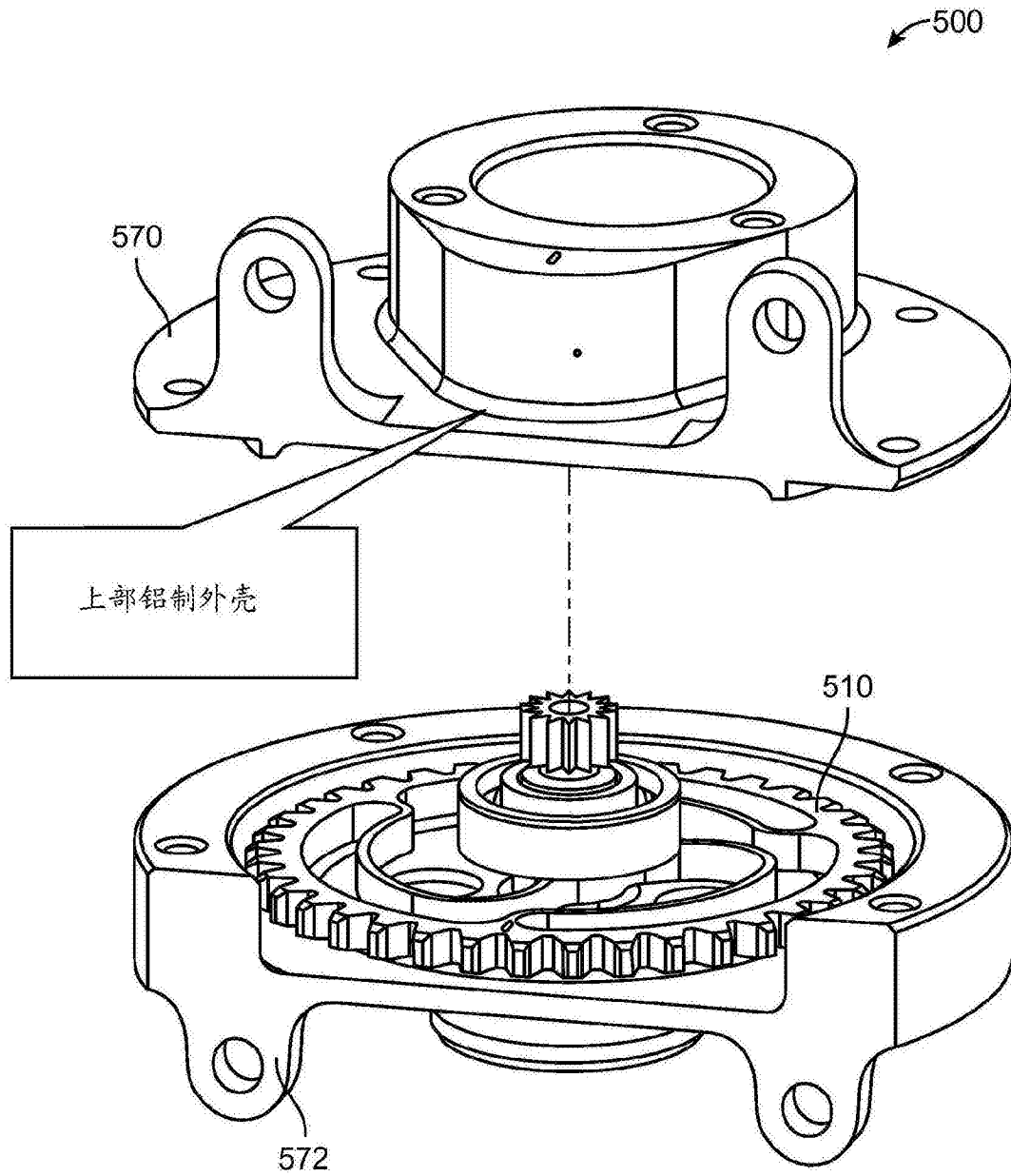


图5A

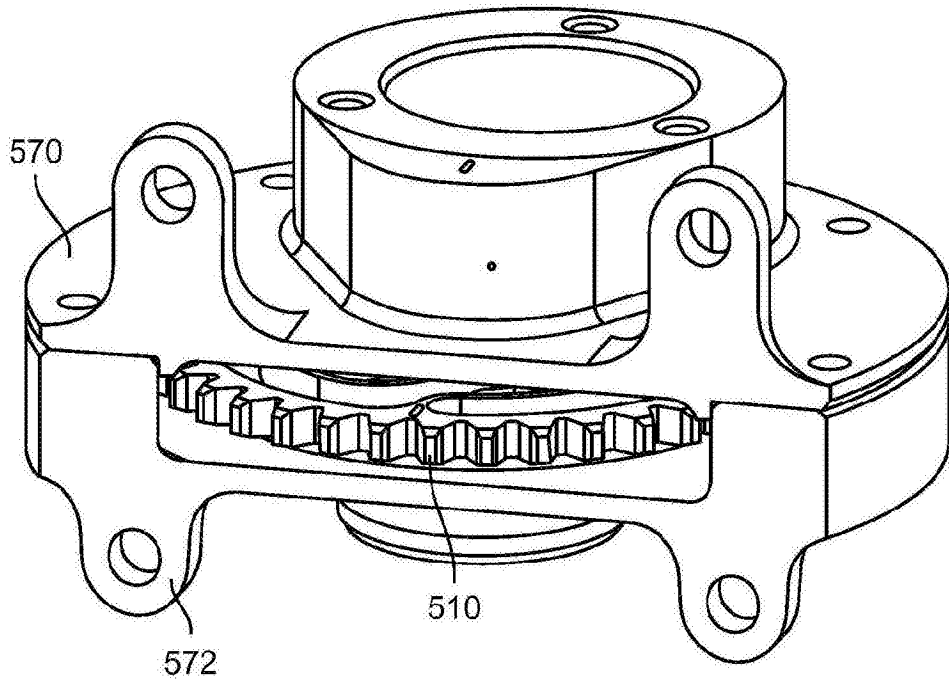


图5B

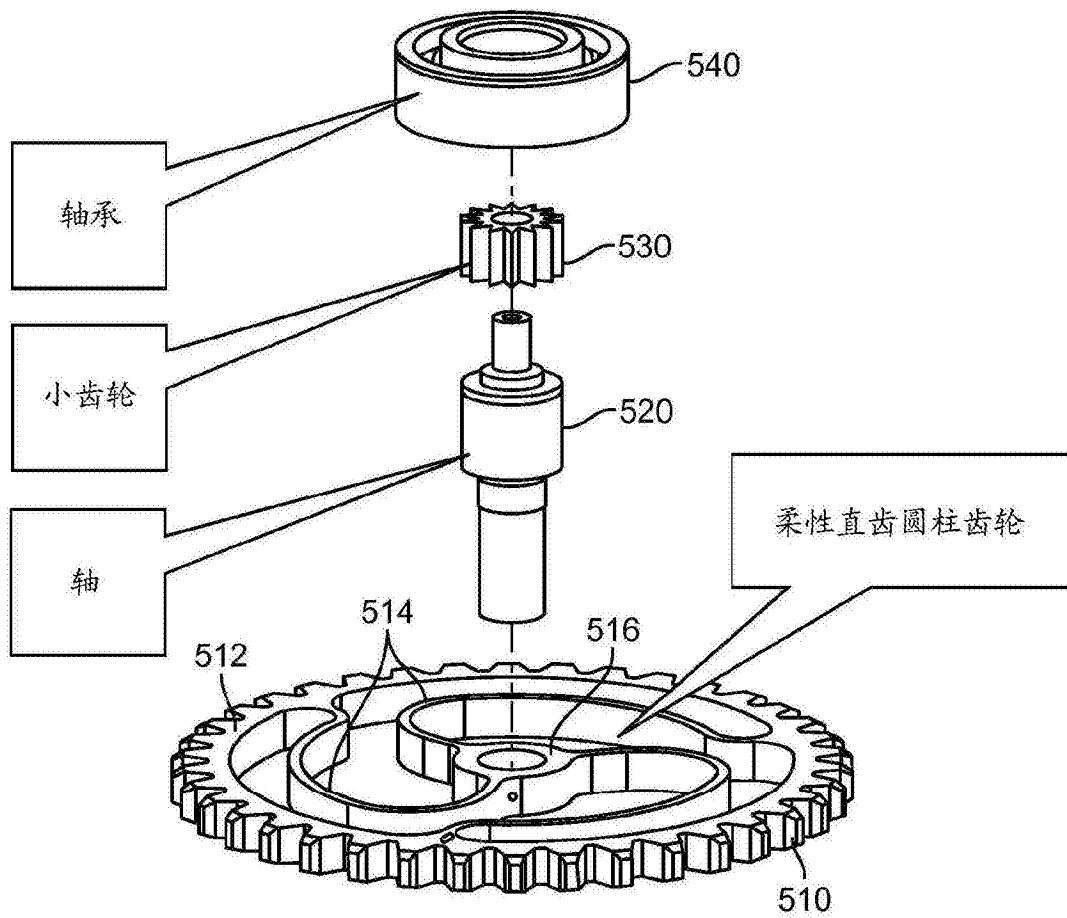


图5C

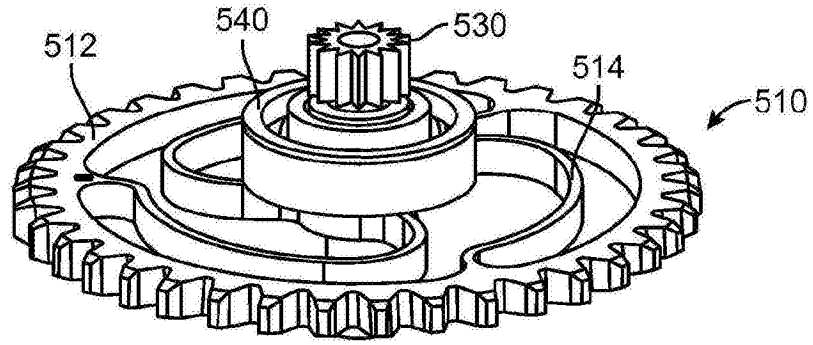


图5D

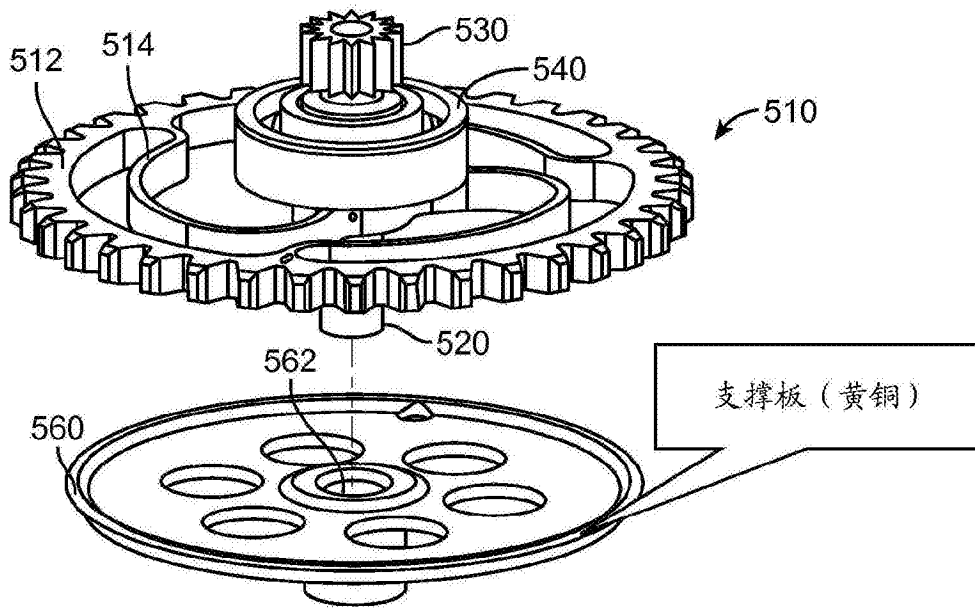


图5E

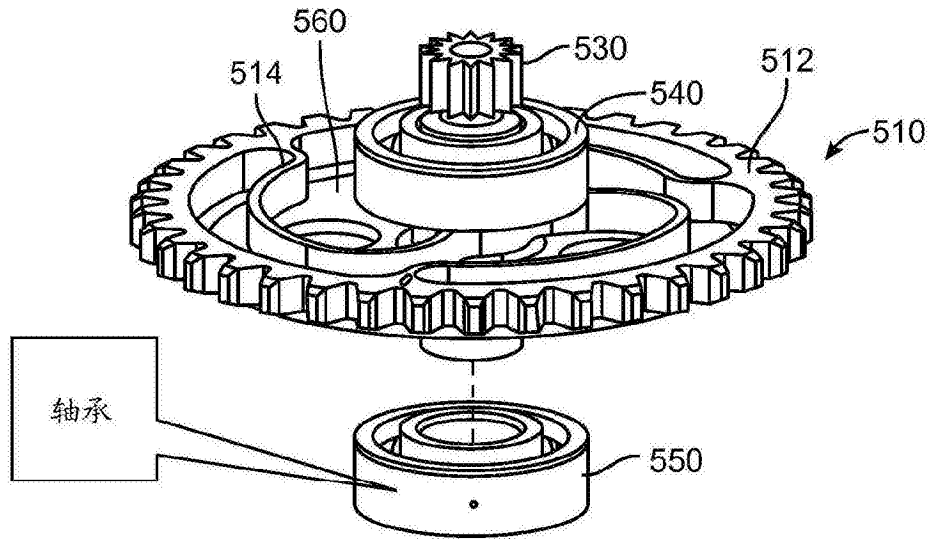


图5F

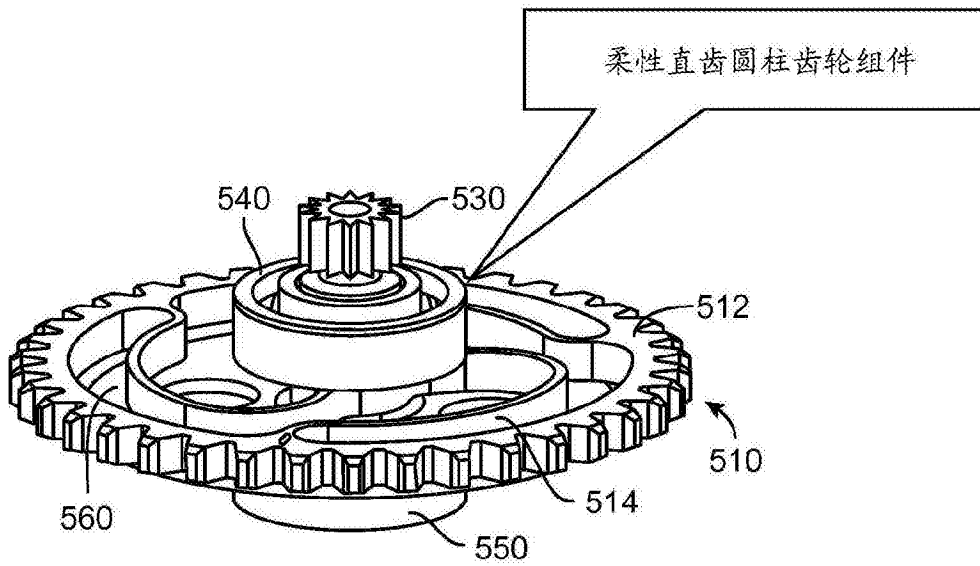


图5G

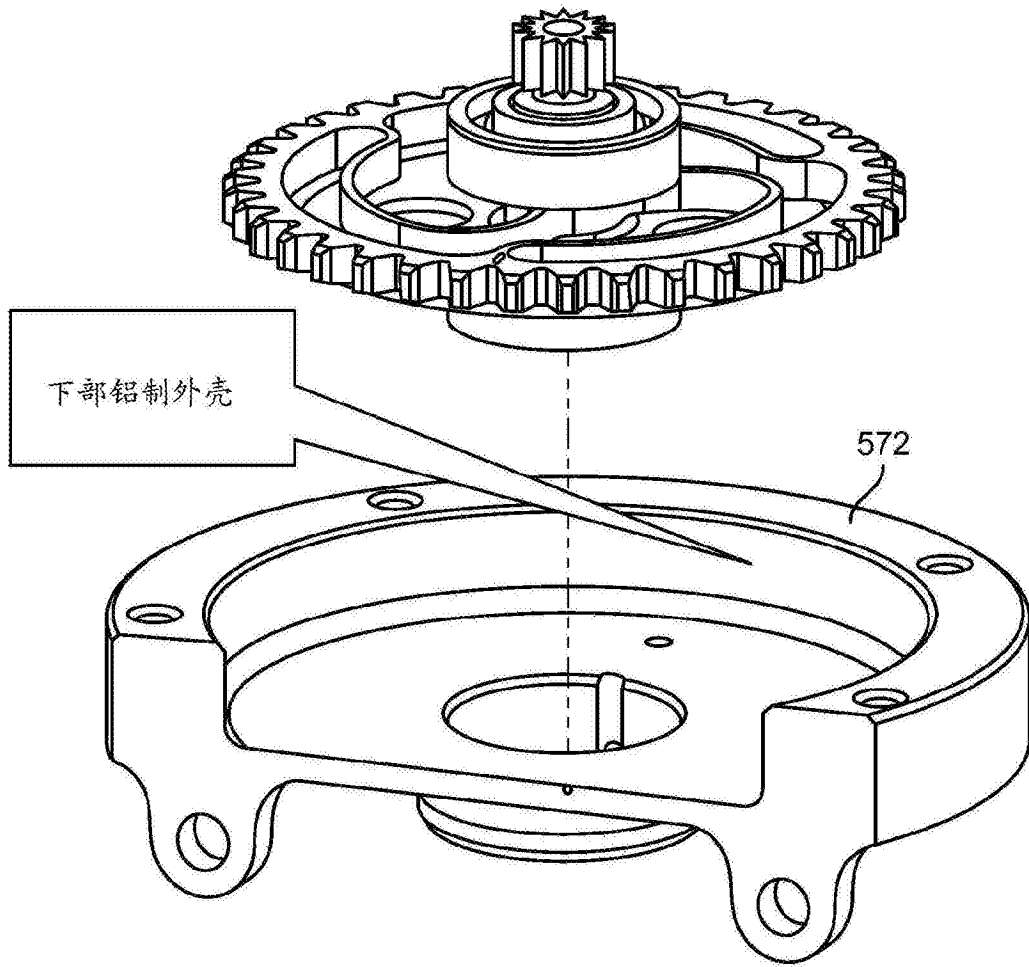


图5H

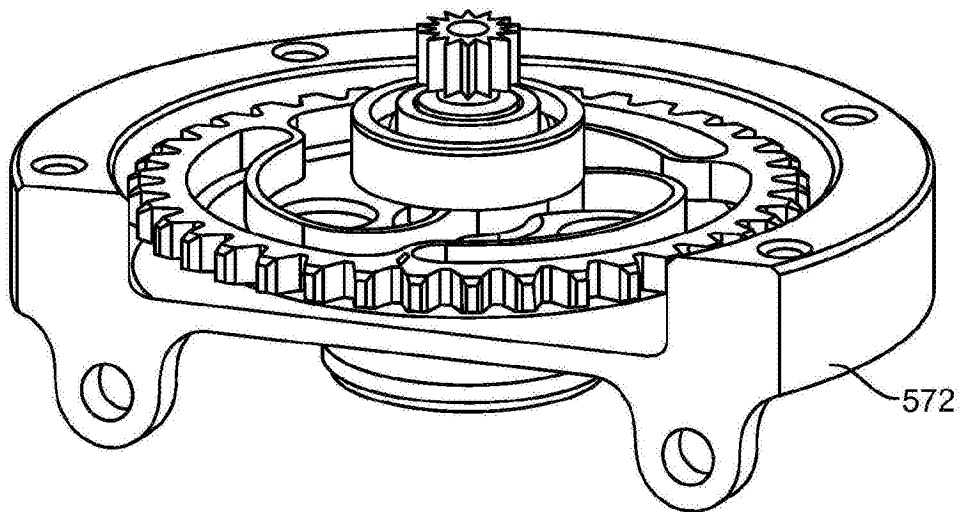


图5I

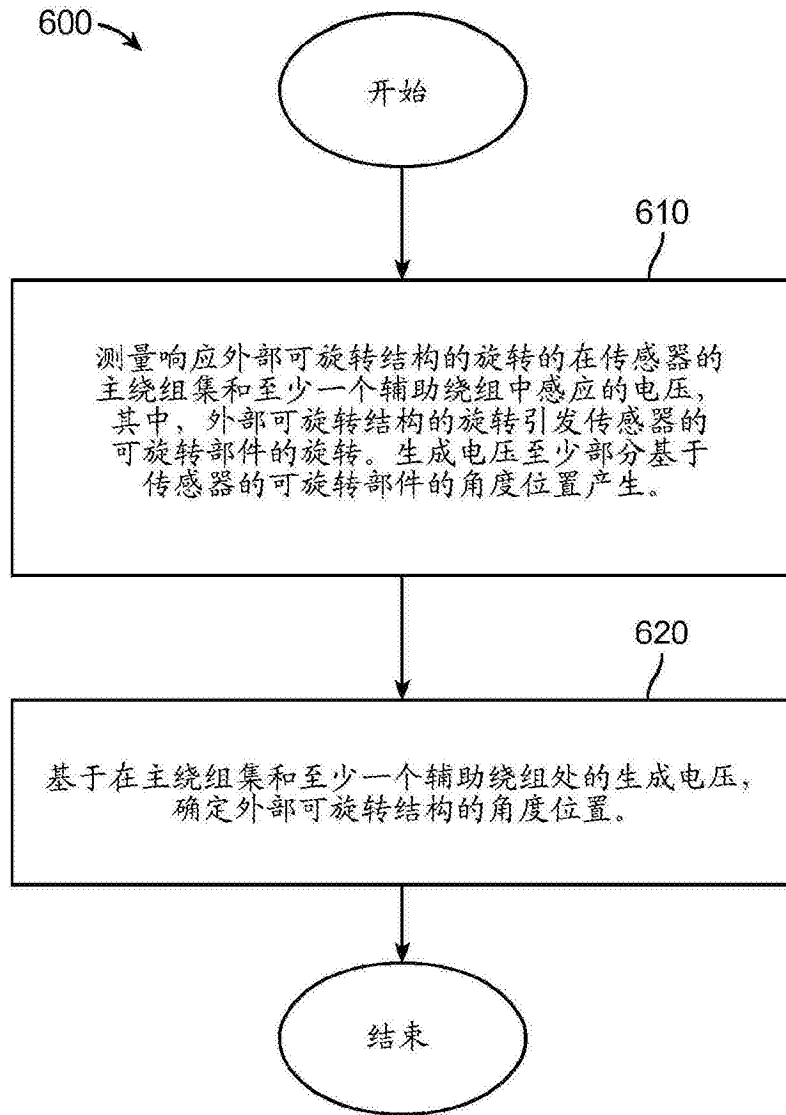


图6

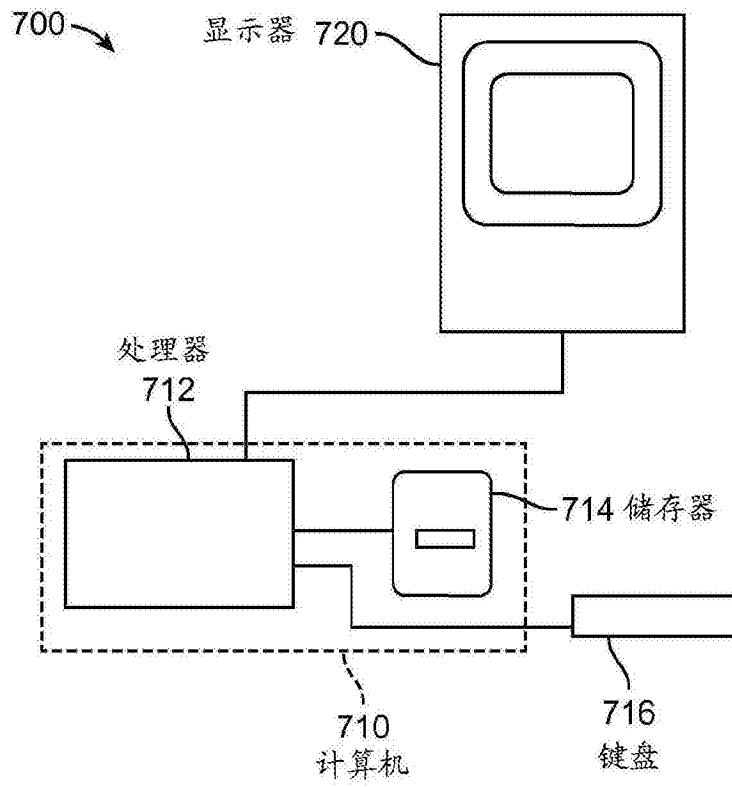


图7