



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115694267 A

(43) 申请公布日 2023. 02. 03

(21) 申请号 202211364025.0

(22) 申请日 2022.11.02

(71) 申请人 珠海格力电器股份有限公司  
地址 519070 广东省珠海市珠海横琴新区  
汇通三路108号办公608

申请人 珠海凯邦电机制造有限公司

(72) 发明人 赵盼瑶 吴泽滨 曹姣容 邓钊  
罗鹏 漆凌君

(74) 专利代理机构 北京华夏泰和知识产权代理  
有限公司 11662

专利代理师 刘敏

(51) Int. Cl.

H02P 6/16 (2016.01)

H02P 6/28 (2016.01)

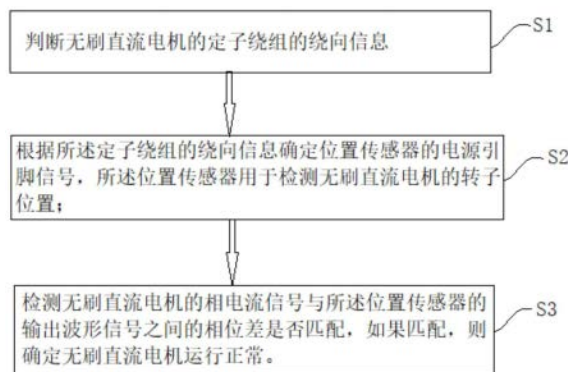
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

## (54) 发明名称

无刷直流电机的控制方法、装置、无刷直流电机及存储介质

## (57) 摘要

本申请涉及一种无刷直流电机的控制方法、装置及无刷直流电机,通过自动判断定子绕组的绕向,并据此确定位置传感器的电源引脚信号,然后检测无刷直流电机的相电流信号与位置传感器的输出波形信号之间的相位差是否匹配,以排除误判断。该无刷直流电机的定子绕组的正反绕向均适用于同一种位置传感器,通用性较高、节省物料管理成本,降低安装故障率、提高组装效率。



1. 一种无刷直流电机的控制方法,其特征在于,包括:  
判断无刷直流电机的定子绕组的绕向信息;  
根据所述定子绕组的绕向信息确定位置传感器的电源引脚信号,所述位置传感器用于检测无刷直流电机的转子位置;  
检测无刷直流电机的相电流信号与所述位置传感器的输出波形信号之间的相位差是否匹配,如果匹配,则确定无刷直流电机运行正常。
2. 根据权利要求1所述的控制方法,其特征在于,所述判断无刷直流电机的定子绕组的绕向信息包括:  
获取无刷直流电机的相电流信号及所述位置传感器的输出波形信号;  
根据所述相电流信号与所述位置传感器的输出波形信号之间的相位差判断所述定子绕组的绕向,其中,假设所述定子绕组为正绕时,对应的相电流信号与所述位置传感器的输出波形信号之间的相位差为 $T$ ,则当所述定子绕组为反绕时,对应的相电流信号与所述位置传感器的输出波形信号之间的相位差为 $T \pm 180^\circ$ 。
3. 根据权利要求1所述的控制方法,其特征在于,所述根据所述定子绕组的绕向信息确定位置传感器的电源引脚信号包括:  
如果判断所述定子绕组的绕向与假设的绕向一致,则保持所述位置传感器的电源引脚信号不变;  
如果判断所述定子绕组的绕向与假设的绕向相反,则控制所述位置传感器的电源引脚信号切换。
4. 根据权利要求3所述的控制方法,其特征在于,如果检测无刷直流电机的相电流信号与所述位置传感器的输出波形信号之间的相位差不匹配,则再次判断无刷直流电机的定子绕组的绕向信息。
5. 一种无刷直流电机的控制装置,采用如权利要求1至4任一项所述的无刷直流电机的控制方法,其特征在于,所述控制装置包括:  
判断单元,配置为判断无刷直流电机的定子绕组的绕向信息;  
控制单元,配置为根据所述定子绕组的绕向信息控制位置传感器的电源引脚信号,所述位置传感器用于检测无刷直流电机的转子位置;  
检测单元,配置为检测无刷直流电机的相电流信号与所述位置传感器的输出波形信号之间的相位差是否匹配;如果匹配,则确定无刷直流电机运行正常。
6. 根据权利要求5所述的控制装置,其特征在于,所述判断单元进一步配置为,获取无刷直流电机的相电流信号及所述位置传感器的输出波形信号,根据所述相电流信号与所述位置传感器的输出波形信号之间的相位差判断所述定子绕组的绕向,其中,假设所述定子绕组为正绕时,对应的相电流信号与所述位置传感器的输出波形信号之间的相位差为 $T$ ,则当所述定子绕组为反绕时,对应的相电流信号与所述位置传感器的输出波形信号之间的相位差为 $T \pm 180^\circ$ 。
7. 根据权利要求5所述的控制装置,其特征在于,所述控制单元进一步配置为,如果判断所述定子绕组的绕向与假设的绕向一致,则保持所述位置传感器的电源引脚信号不变;如果判断所述定子绕组的绕向与假设的绕向相反,则控制所述位置传感器的电源引脚信号切换。

8. 根据权利要求5所述的控制装置,其特征在于,所述检测单元进一步配置为,如果检测无刷直流电机的相电流信号与所述位置传感器的输出波形信号之间的相位差不匹配,则向所述判断单元发送信号,再次判断无刷直流电机的定子绕组的绕向信息。

9. 一种无刷直流电机,其特征在于,包括:

存储器,存储有计算机程序指令;

处理器,当所述计算机程序指令被所述处理器执行时实现如权利要求1至4任一项所述的无刷直流电机的控制方法。

10. 一种计算机可读存储介质,其特征在于,所述计算机可读存储介质包括指令,当所述指令在计算机上运行时,使得计算机执行如权利要求1至4任一项所述的无刷直流电机的控制方法。

## 无刷直流电机的控制方法、装置、无刷直流电机及存储介质

### 技术领域

[0001] 本申请涉及电机技术领域,尤其涉及一种无刷直流电机的控制方法、装置、无刷直流电机及存储介质。

### 背景技术

[0002] 随着新能效的实施,各类电器对无刷直流电机的需求量大增加。为了使无刷直流电机的效率更高、成本更低,其更趋向于集成化、更小化、多极化发展。目前带位置传感器的多极无刷直流电机,定子绕组通常有正反绕两种方案,但相同的定子绕组正反绕方案会导致定子绕组的电流相位相差 $180^\circ$ ,需要匹配不同位置传感器布局的电机控制器,通用化程度低,增加了物料管理成本。

### 发明内容

[0003] 本申请的目的在于提供一种无刷直流电机的控制方法、装置及无刷直流电机,该无刷直流电机的定子绕组的正反绕向均适用于同一种位置传感器,通用性较高、节省物料管理成本,降低安装故障率、提高组装效率。

[0004] 第一方面,本申请实施例提供了一种无刷直流电机的控制方法,包括:判断无刷直流电机的定子绕组的绕向信息;根据定子绕组的绕向信息确定位置传感器的电源引脚信号,位置传感器用于检测无刷直流电机的转子位置;检测无刷直流电机的相电流信号与位置传感器的输出波形信号之间的相位差是否匹配;如果匹配,则确定无刷直流电机运行正常。

[0005] 在一种可能的实现方式中,判断无刷直流电机的定子绕组的绕向信息包括:获取无刷直流电机的相电流信号及位置传感器的输出波形信号;根据相电流信号与位置传感器的输出波形信号之间的相位差判断定子绕组的绕向,其中,假设定子绕组为正绕时,对应的相电流信号与位置传感器的输出波形信号之间的相位差为 $T$ ,则当定子绕组为反绕时,对应的相电流信号与位置传感器的输出波形信号之间的相位差为 $T \pm 180^\circ$ 。

[0006] 在一种可能的实现方式中,根据定子绕组的绕向信息确定位置传感器的电源引脚信号包括:如果判断定子绕组的绕向与假设的绕向一致,则保持位置传感器的电源引脚信号不变;如果判断定子绕组的绕向与假设的绕向相反,则控制位置传感器的电源引脚信号交换。

[0007] 在一种可能的实现方式中,如果检测无刷直流电机的相电流信号与位置传感器的输出波形信号之间的相位差不匹配,则再次判断无刷直流电机的定子绕组的绕向信息。

[0008] 第二方面,本申请实施例提供了一种无刷直流电机的控制装置,采用如前所述的无刷直流电机的控制方法,其中,控制装置包括:判断单元,配置为判断无刷直流电机的定子绕组的绕向信息;控制单元,配置为根据定子绕组的绕向信息控制位置传感器的电源引脚信号,位置传感器用于检测无刷直流电机的转子位置;检测单元,配置为检测无刷直流电机的相电流信号与位置传感器的输出波形信号之间的相位差是否匹配;如果匹配,则确定

无刷直流电机运行正常。

[0009] 在一种可能的实现方式中,判断单元进一步配置为,获取无刷直流电机的相电流信号及位置传感器的输出波形信号,根据相电流信号与位置传感器的输出波形信号之间的相位差判断定子绕组的绕向,其中,假设定子绕组为正绕时,对应的相电流信号与位置传感器的输出波形信号之间的相位差为 $T$ ,则当定子绕组为反绕时,对应的相电流信号与位置传感器的输出波形信号之间的相位差为 $T \pm 180^\circ$ 。

[0010] 在一种可能的实现方式中,控制单元进一步配置为,如果判断定子绕组的绕向与假设的绕向一致,则保持位置传感器的电源引脚信号不变;如果判断定子绕组的绕向与假设的绕向相反,则控制位置传感器的电源引脚信号交换。

[0011] 在一种可能的实现方式中,检测单元进一步配置为,如果检测无刷直流电机的相电流信号与位置传感器的输出波形信号之间的相位差不匹配,则向判断单元发送信号,再次判断无刷直流电机的定子绕组的绕向信息。

[0012] 第三方面,本申请实施例提供了一种无刷直流电机,包括:存储器,存储有计算机程序指令;处理器,当计算机程序指令被处理器执行时实现如前所述的任一种无刷直流电机的控制方法。

[0013] 第四方面,本申请实施例提供了一种计算机可读存储介质,计算机可读存储介质包括指令,当指令在计算机上运行时,使得计算机执行如前所述的任一种无刷直流电机的控制方法。

[0014] 根据本申请实施例提供的无刷直流电机的控制方法、装置及无刷直流电机,通过自动判断定子绕组的绕向,并据此确定位置传感器的电源引脚信号,然后检测无刷直流电机的相电流信号与位置传感器的输出波形信号之间的相位差是否匹配,以排除误判断。该无刷直流电机的定子绕组的正反绕向均适用于同一种位置传感器,通用性较高、节省物料管理成本,降低安装故障率、提高组装效率。

## 附图说明

[0015] 为了更清楚地说明本申请实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本申请的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。另外,在附图中,相同的部件使用相同的附图标记,且附图并未按照实际的比例绘制。

[0016] 图1示出本申请实施例提供的无刷直流电机的定子绕组的俯视结构示意图;

[0017] 图2示出图1中定子绕组正绕的结构示意图;

[0018] 图3示出图1中定子绕组反绕的结构示意图;

[0019] 图4示出采用位置传感器检测转子位置进行换相的示意图;

[0020] 图5示出本申请实施例提供的无刷直流电机的控制方法的流程框图;

[0021] 图6示出本申请实施例提供的无刷直流电机的控制装置的结构示意图。

## 具体实施方式

[0022] 为使本申请实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本申请实施例

中的附图,对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本申请的一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例,都属于本申请保护的范围。

[0023] 本申请实施例提供的无刷直流电机可以为内转子、外定子结构,即定子设置于转子的外周侧,在家用电器、电动车等技术领域得到广泛应用。

[0024] 以三相十极无刷直流电机为例,如图1至图3所示,无刷直流电机的定子包括定子铁芯1和线圈绕组2,定子铁芯1由导磁良好的硅钢片冲制后叠成,定子铁芯1沿圆周方向设置有12个槽,形成12个齿,每个齿的端部有极靴,可以把线圈直接绕在定子齿极上,以形成12个电枢绕组线圈2,组成U、V和W三相绕组。转子包括转子铁芯和沿转子铁芯的外圆周方向连续分布的10个永磁体作为磁极,转子铁芯也由硅钢片叠成压入转轴,在外圆周均匀粘贴10个永磁体,且10个永磁体沿圆周方向以N极、S极交错分布的方式设置,然后两端用转子压圈压紧,装上轴承,组成转子。

[0025] 进一步地,各相电枢绕组相对于永磁体磁极的位置由定子上设置的位置传感器确定,位置传感器可以为例如但不限于霍尔传感器,并利用其输出信号,通过电子换相电路按照一定的逻辑去驱动为电枢绕组供电的逆变电路中相应的功率开关管,以控制三相电枢绕组的通断,使得三相电枢绕组根据转子磁极方位切换其中的电流方向,以使转子持续旋转。

[0026] 以如图1至图3所示的三相十极无刷直流电机的定子为例,且定子对应于转子的三个位置分别设置有位置传感器3。本实施例中,位置传感器3为霍尔元件,霍尔元件的作用是检测转子的位置,为开关器件提供换相信息,控制开关器件的导通与截止,使定子绕组中的电流随着转子位置的变化按次序换向,形成旋转磁场,以驱动转子旋转。

[0027] 如图4所示,采用位置传感器检测转子位置进行换相的示意图,其中,横坐标代表时间或周期,纵坐标代表位置传感器输出的波形图的幅值大小, $t_1$ 代表过零点后达到一定幅值的时间。换相原理为过零点后,在 $t_1$ 时刻,当正向波形(HP)的幅值大于负向波形(HN)的幅值的特定值时(例如0.3V),电机开始换相,换相点 $t_1$ 的电角度为 $(T_1/T) \times 360^\circ$ 。

[0028] 目前带位置传感器的多极无刷直流电机中,定子绕组通常有正绕和反绕两种方案,但相同的定子绕组正、反绕方案会导致定子绕组的电流相位相差 $180^\circ$ ,微控制单元MCU需要匹配不同的位置传感器布局和电路板走线,通用化程度低,增加了物料管理成本。

[0029] 鉴于此,本申请实施例提供的无刷直流电机及其控制方法,该无刷直流电机的定子绕组的正反绕向均适用于同一种位置传感器,通用性较高、节省物料管理成本。

[0030] 图5示出本申请实施例提供的无刷直流电机的控制方法的流程框图,。

[0031] 参阅图5,本申请实施例提供了一种无刷直流电机的控制方法,包括如下步骤S1~S3。

[0032] 步骤S1:判断无刷直流电机的定子绕组的绕向信息;

[0033] 步骤S2:根据定子绕组的绕向信息确定位置传感器的电源引脚信号,位置传感器用于检测无刷直流电机的转子位置;

[0034] 步骤S3:检测无刷直流电机的相电流信号与位置传感器的输出波形信号之间的相位差是否匹配;如果匹配,则确定无刷直流电机运行正常。

[0035] 根据本申请实施例提供的无刷直流电机的控制方法,通过自动判断定子绕组的绕向,并据此确定位置传感器的电源引脚信号,然后检测无刷直流电机的相电流信号与位置

传感器的输出波形信号之间的相位差是否匹配,以排除误判断。该无刷直流电机的定子绕组的正反绕向均适用于同一种位置传感器,无需更改位置传感器的布局和电路板走线,通用性较高、节省物料管理成本,降低安装故障率、提高组装效率。

[0036] 进一步地,步骤S1中,判断无刷直流电机的定子绕组的绕向信息包括:

[0037] 步骤S11:获取无刷直流电机的相电流信号及位置传感器的输出波形信号;

[0038] 步骤S12:根据相电流信号与位置传感器的输出波形信号之间的相位差判断定子绕组的绕向,其中,假设定子绕组为正绕时,对应的相电流信号与位置传感器的输出波形信号之间的相位差为 $T$ ,则当定子绕组为反绕时,对应的相电流信号与位置传感器的输出波形信号之间的相位差为 $T \pm 180^\circ$ 。

[0039] 如图4所示,由于无刷直流电机的转子的磁极以N极、S极交替设置,无刷直流电机旋转时,霍尔元件输出HP和HN交替变化的固定波形,且电机的相电流信号与霍尔元件的输出波形信号之间有特定关系。系统默认首次定子绕组的绕向为正绕(或者反绕),假设正绕时相电流信号与霍尔元件的输出波形信号之间的相位关系为 $T$ ,那么反绕时由于电流相位差为 $180^\circ$ ,则反绕时相电流信号与霍尔元件的输出波形信号之间的相位关系 $T \pm 180^\circ$ 。本申请中,微控制单元MCU通过三个采样电阻可以实时采集电机的相电流信号,根据相电流信号与霍尔元件的输出波形信号之间的相位关系可以自动判断出定子绕组的绕向为正绕或者反绕。

[0040] 进一步地,步骤S2中,根据定子绕组的绕向信息确定位置传感器的电源引脚信号包括:

[0041] 步骤S21:如果判断定子绕组的绕向与假设的绕向一致,则保持位置传感器的电源引脚信号不变;

[0042] 步骤S22:如果判断定子绕组的绕向与假设的绕向相反,则控制位置传感器的电源引脚信号切换。

[0043] 霍尔元件的电源引脚信号包括正输出端口的“+”和负输出端口的“-”。当MCU判断识别出定子绕组的实际绕向与默认设置相反时,通过MCU将与霍尔元件的电源引脚连接的正输出端口和负输出端口进行切换,从而使得霍尔元件的HP波形和HN波形反向,达到与反绕时电流相位差 $180^\circ$ 一致。

[0044] 进一步地,无刷直流电机的控制方法还包括:如果检测无刷直流电机的相电流信号与位置传感器的输出波形信号之间的相位差不匹配,则再次判断无刷直流电机的定子绕组的绕向信息。

[0045] 为了排除误判断,MCU确定霍尔元件的电源引脚信号后,再次判断定子绕组的绕向信息是否正确。若此时无刷直流电机的相电流信号与位置传感器的输出波形信号之间的相位差匹配,则判断定子绕组的绕向与实际保持一致,电机保持该状态持续运行。

[0046] 若此时无刷直流电机的相电流信号与位置传感器的输出波形信号之间的相位差不匹配,例如,初次判断定子绕组为正绕,相电流信号与位置传感器的输出波形信号之间的相位差应该为 $T$ ,而实际检测相位差为 $T + 180^\circ$ ,即相电流信号与位置传感器的输出波形信号之间的相位差不匹配,则重新返回步骤S1,再次判断无刷直流电机的定子绕组的绕向信息,并对应切换位置传感器的电源引脚信号。

[0047] 图6示出本申请实施例提供的无刷直流电机的控制装置的结构示意图。

[0048] 如图6所示,本申请实施例提供的无刷直流电机的控制装置,采用如前所述的无刷直流电机的控制方法,该控制装置包括:判断单元10、控制单元20和检测单元30。

[0049] 判断单元10配置为判断无刷直流电机的定子绕组的绕向信息;

[0050] 控制单元20配置为根据定子绕组的绕向信息控制位置传感器的电源引脚信号,位置传感器用于检测无刷直流电机的转子位置;

[0051] 检测单元30配置为检测无刷直流电机的相电流信号与位置传感器的输出波形信号之间的相位差是否匹配;如果匹配,则确定无刷直流电机运行正常。

[0052] 进一步地,判断单元10进一步配置为,获取无刷直流电机的相电流信号及位置传感器的输出波形信号,根据相电流信号与位置传感器的输出波形信号之间的相位差判断定子绕组的绕向,其中,假设定子绕组为正绕时,对应的相电流信号与位置传感器的输出波形信号之间的相位差为 $T$ ,则当定子绕组为反绕时,对应的相电流信号与位置传感器的输出波形信号之间的相位差为 $T \pm 180^\circ$ 。

[0053] 进一步地,控制单元20进一步配置为,如果判断定子绕组的绕向与假设的绕向一致,则保持位置传感器的电源引脚信号不变;如果判断定子绕组的绕向与假设的绕向相反,则控制位置传感器的电源引脚信号交换。

[0054] 进一步地,检测单元30进一步配置为,如果检测无刷直流电机的相电流信号与位置传感器的输出波形信号之间的相位差不匹配,则向判断单元发送信号,再次判断无刷直流电机的定子绕组的绕向信息。

[0055] 可以理解的是,本申请实施例提供的无刷直流电机的控制装置是前述无刷直流电机的控制方法的执行主体,关于各模块具体的执行方式可以参见前述无刷直流电机的控制方法的内容,在此不再赘述。

[0056] 根据本申请实施例提供的无刷直流电机的控制装置,通过自动判断定子绕组的绕向,并据此确定位置传感器的电源引脚信号,然后检测无刷直流电机的相电流信号与位置传感器的输出波形信号之间的相位差是否匹配,以排除误判断。该无刷直流电机的定子绕组的正反绕向均适用于同一种位置传感器,通用性较高、节省物料管理成本,降低安装故障率、提高组装效率。

[0057] 另外,本申请实施例还提供一种无刷直流电机,包括:存储器,存储有计算机程序指令;处理器,当计算机程序指令被处理器执行时实现如前所述的无刷直流电机的控制方法。

[0058] 另外,本申请实施例还提供一种计算机可读存储介质,其特征在于,计算机可读存储介质包括指令,当指令在计算机上运行时,使得计算机执行如前所述的无刷直流电机的控制方法。

[0059] 应当指出,在说明书中提到的“一个实施例”、“实施例”、“示例性实施例”、“一些实施例”等表示所述的实施例可以包括特定特征、结构或特性,但未必每个实施例都包括该特定特征、结构或特性。此外,这样的短语未必是指同一实施例。此外,在结合实施例描述特定特征、结构或特性时,结合明确或未明确描述的其他实施例实现这样的特征、结构或特性处于本领域技术人员的知识范围之内。

[0060] 最后应说明的是:以上各实施例仅用以说明本申请的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述各实施例对本申请进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依



然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本申请各实施例技术方案的范围。

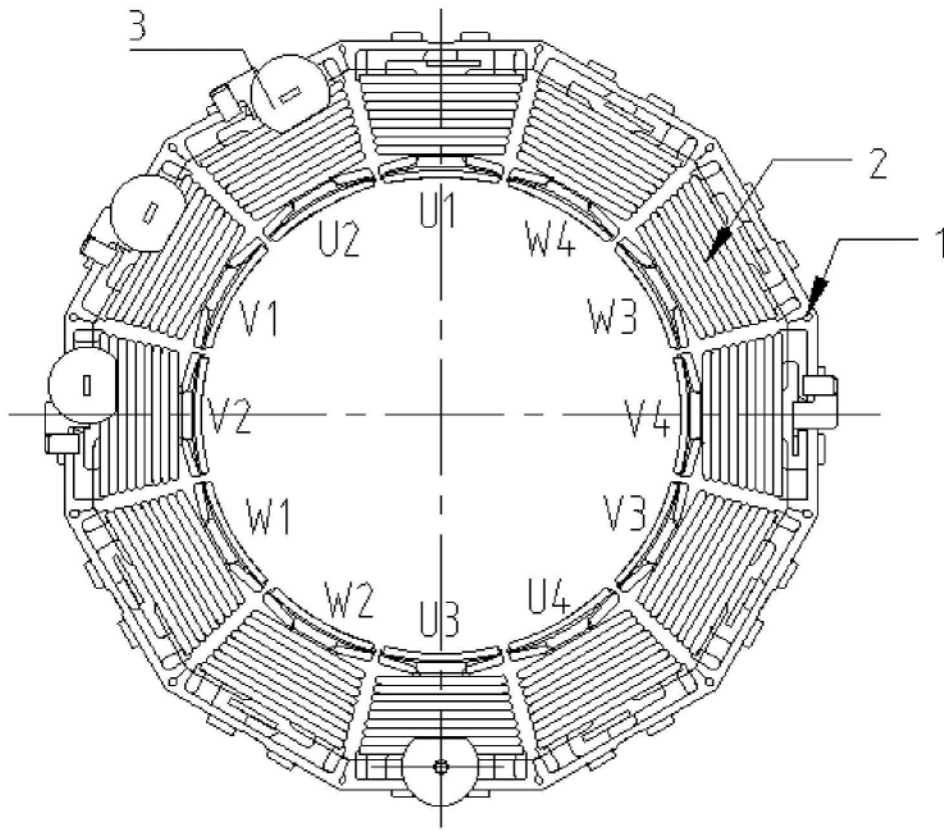


图1

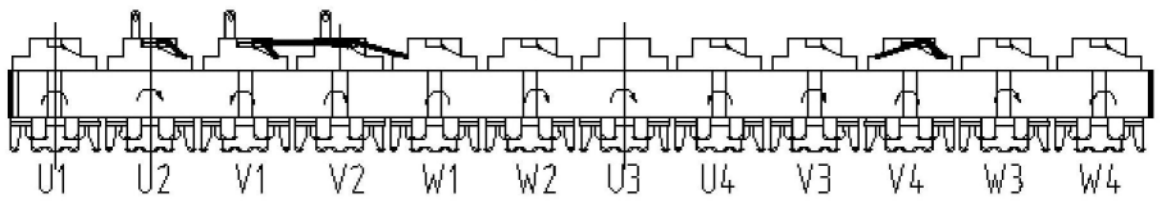


图2

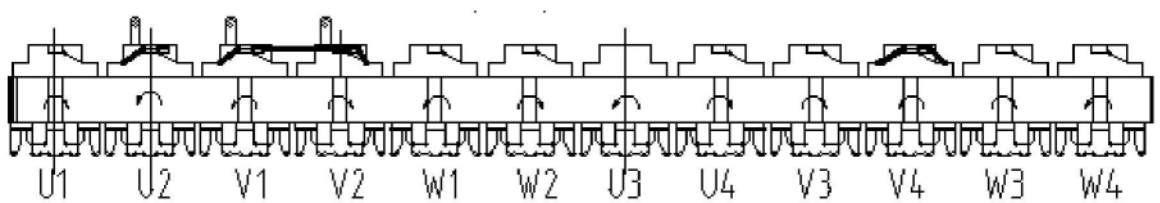


图3

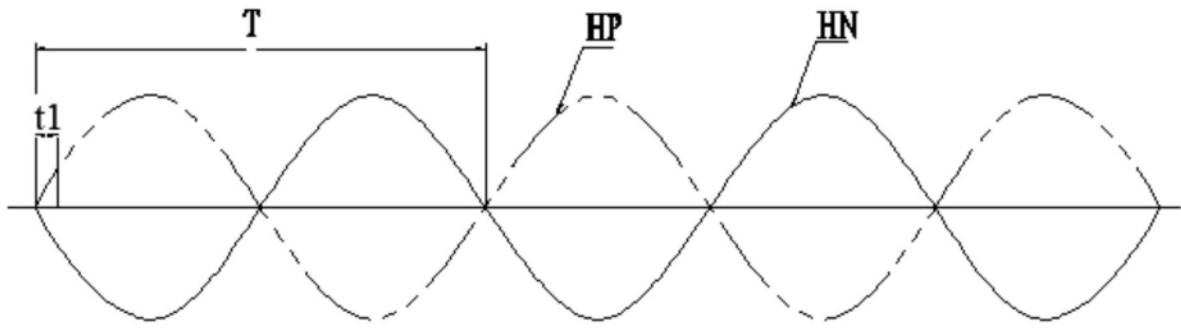


图4

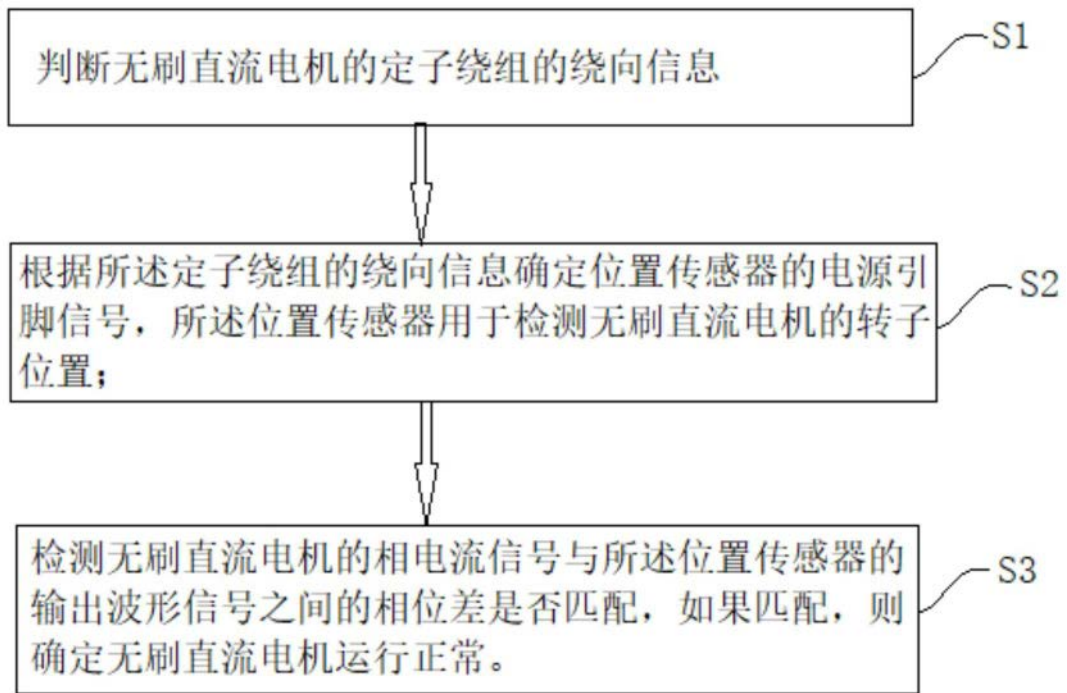


图5

无刷直流电机的控制装置

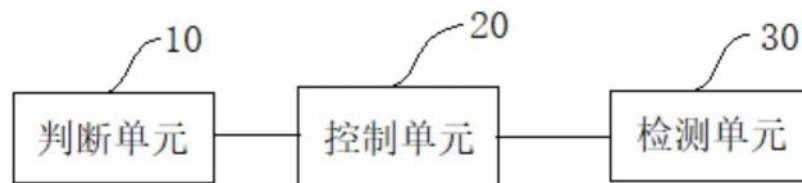


图6