

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2017年7月6日 (06.07.2017)



(10) 国际公布号
WO 2017/114485 A1

- (51) 国际专利分类号:
H02P 6/18 (2016.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2016/113468
- (22) 国际申请日: 2016年12月30日 (30.12.2016)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201511029536.7 2015年12月31日 (31.12.2015) CN
201511028495.X 2015年12月31日 (31.12.2015) CN
- (71) 申请人: 南京德朔实业有限公司 (NANJING CHERVON INDUSTRY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国江苏省南京市江宁经济技术开发区将军大道159号, Jiangsu 211106 (CN)。
- (72) 发明人: 代修波 (DAI, Xiubo); 中国江苏省南京市江宁经济技术开发区将军大道159号, Jiangsu 211106 (CN)。
- (74) 代理人: 南京纵横知识产权代理有限公司 (NANJING ZONGHENG INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD.); 中国江苏省南京市浦口

高新区高新路9号自主创新广场3楼, Jiangsu 210032 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(54) Title: CONTROL METHOD FOR BRUSHLESS MOTOR

(54) 发明名称: 无刷电机的控制方法

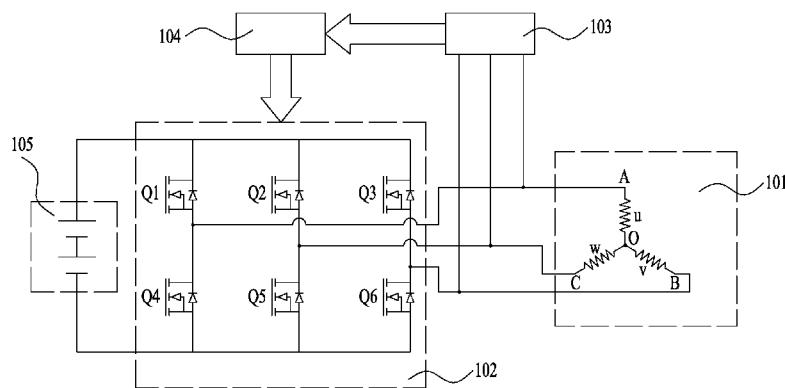


图1

(57) Abstract: A control method for a brushless motor (101). The brushless motor (101) comprises: multiphase windings (u, v, w). The control method comprises: respectively keeping a brushless motor (101) in each driving state for a period of time; detecting a voltage of a high-voltage terminal in two phase access terminals to which a driving voltage is applied, and defining the voltage as a high-voltage terminal voltage; detecting a voltage of a phase access terminal of a winding serving as a suspension phase when the driving voltage is applied, and defining the voltage as a suspension terminal voltage; determining whether voltage values of the high-voltage terminal voltage and the suspension terminal voltage satisfy a pre-set condition; and when the voltage values of the high-voltage terminal voltage and the suspension terminal voltage satisfy the pre-set condition, switching a phase of winding other than the winding currently serving as the suspension phase to be a suspension phase. The method helps to improve the running efficiency of the brushless motor (101).

(57) 摘要:

[见续页]



WO 2017/114485 A1



一种无刷电机（101）的控制方法，该无刷电机（101）包括：多相绕组（u、v、w），该控制方法包括：分别使无刷电机（101）处于每个所述驱动状态各一段时间；检测被施加驱动电压的两个相接入端中高压端的电压，将该电压定义为高压端电压；检测施加驱动电压时作为悬空相的绕组的相接入端的电压，将该电压定义为悬空端电压；判断高压端电压和悬空端电压的电压值是否满足预设条件；当高压端电压和悬空端电压的电压值满足预设条件时，切换当前作为悬空相的绕组之外的一相绕组作为悬空相。该方法有助于提高无刷电机（101）运转效率。

无刷电机的控制方法

技术领域

本发明涉及无刷电机的控制方法。

背景技术

电机按照换相的方式而言分为有刷电机和无刷电机。其中，有刷电机通过换向器和碳刷实现随着转子的转动实现换相；无刷电机通过电子控制不断换相使绕组产生一个不断转向的电磁场，此时在磁场和电磁场的交互作用下，转子转动。

无刷电机按照转子与定子的结构而言分为内转子电机和外转子电机。无论是内转子电机还是外转子电机，绕组即可作为转子部分也可以作为定子部分。

对于一个无刷电机而言，绕组的相数和每相绕组对应的线圈所缠绕的铁芯的数目和位置是可以根据具体需求而进行设计的，设计的原则是使每相绕组在按照一定的电周期被通电时，每相绕组所对应的线圈能在空间中产生连续变化的磁场。

对于最简单的两相绕组的电机，在进行电子控制时，通过对两相绕组施加电压状态的切换即可实现驱动，在换相时由于只有非此即彼的两相绕组，所以对于电子控制而言，换相时机的判断和启动时初始位置的确定可以采用同样的判断方法，并且控制的结果也是非此即彼的换相。

对于三相绕组的无刷电机而言，在进行电子控制时，由于其具有三相绕组，所以在同一个电周期内具有六个驱动状态，所以三相绕组的无刷电机在启动时需要根据转子的位置确定当前应当输出那个驱动状态，在正常驱动的过程中，通过检测一旦转子位置变化，就换相输出下一个驱动状态，只有输出了与转子位置对应的驱动状态，无刷电机才能输出最大扭矩。

为了实现对无刷电机的控制，需要检测对转子的位置，现在对转子的检测分为两种不同的技术：一种是有感控制，即采用位置传感器，直接检测转子的位置，并产生相应的控制信号；另一种是无感控制，即根据绕组的电参数变化判断转子位置以及位置的变化情况然后再控制无刷电机的启动换相。

采用有感控制虽然可以简化控制逻辑使控制变得更直接，但是在由于装配或其他问题引起位置传感器本身位置不准确时，会对无刷电机的驱动造成较大的影响。

采用无感控制成本更低，现有的无感控制往往采用先不根据转子的位置，先按照一定驱动状态的强制驱动使转子转动起来，在转子具有一定速度后逐渐按照转子的换相控制不断切换直至与转子位置对应的驱动状态，然后进行正常的驱动。在进行强制驱动时转子虽然转动，但由于驱动状态与转子位置不对应，无刷电机不能输出足够的扭矩；并且这种控制方法依赖于转子能够先以一定的初速度转动起来，在无刷电机的转子因为一些原因，不能或难以转动时，该控制方法难以使无刷电机处于正确的驱动状态。

如果将无刷电机应用到电动工具领域，无刷电机的转子所驱动的附件往往会因为堵转（比如电动修枝机和电动链锯）和所应用的工况（比如电动螺丝批和电动扳手）使转子在启动之初就是带有负载，造成电机难以启动或运转效率较低。

发明内容

一种无刷电机的控制方法，无刷电机包括：组成 Y 型连接的三相绕组 u、v、w，它们分别的相接入端为 A、B、C；该控制方法包括：检测被施加驱动电压的两个相接入端中高压端的电压，将该电压定义为高压端电压；检测施加驱动电压时作为悬空相的绕组的相接入端的电压，将该电压定义为悬空端电压；判断高压端电压和悬空端电压的电压值是否满足预设条件；当高压端电压和悬空端电压的电压值满足预设条件时，切换当前作为悬空相的绕组之外的一相绕组作为悬空相。

进一步地，控制方法还包括：对相接入端 AB 施加检测电压一段时间后，检测相接入端 C 的电压或电流，获得电性参数 K1，期间使 w 相绕组作为悬空相；对相接入端 BA 施加检测电压一段时间后，检测相接入端 C 的电压或电流，获得电性参数 K2，期间使 w 相绕组作为悬空相；对相接入端 AC 施加检测电压一段时间后，检测相接入端 B 的电压或电流，获得电性参数 K3，期间使 v 相绕组作为悬空相；对相接入端 CA 施加检测电压一段时间后，检测相接入端 B 的电压或电流，获得电性参数 K4，期间使 v 相绕组作为悬空相；对相接入端 BC 施加检测电压一段时间后，检测相接入端 A 的电压或电流，获得电性参数 K5，期间使 u 相绕组作为悬空相；对相接入端 CB 施加检测电压一段时间后，检测相接入端 A 的电压或电流，获得电性参数 K6，期间使 u 相绕组作为悬空相；比较电性参数 K1、K2、K3、K4、K5、K6；根据比较电性参数 K1、K2、K3、K4、

K5、K6 的结果向其中两个相接入端施加驱动电压。

进一步地，以脉冲的形式向相接入端 A、B、C 中的两个施加检测电压。

进一步地，每次施加的检测电压的电压值相同。

进一步地，每次施加的检测电压的时长相同。

进一步地，电性参数为根据悬空相的相接入端的电压变化计算得出的参数。

进一步地，在计算电性参数时至少使悬空相的相接入端的两个不同的电压值做差值运算。

进一步地，根据电性参数中最大的一个确定驱动电压所施加的相接入端。

进一步地，当经过比较后，最大的电性参数为 K1 时，对相接入端 AC 施加驱动电压。

进一步地，当经过比较后，最大的电性参数为 K2 时，对相接入端 AB 施加驱动电压。

进一步地，当经过比较后，最大的电性参数为 K3 时，对相接入端 CA 施加驱动电压。

进一步地，当经过比较后，最大的电性参数为 K4 时，对相接入端 CB 施加驱动电压。

进一步地，当经过比较后，最大的电性参数为 K5 时，对相接入端 BA 施加驱动电压。

进一步地，当经过比较后，最大的电性参数为 K6 时，对相接入端 BC 施加驱动电压。

进一步地，该方法还包括：检测被施加驱动电压的两个相接入端中高压端的电压，将该电压定义为高压端电压；检测施加驱动电压时作为悬空相的绕组的相接入端的电压，将该电压定义为悬空端电压；判断高压端电压和悬空端电压的电压值是否满足预设条件；当高压端电压和悬空端电压的电压值满足预设条件时，切换当前作为悬空相的绕组之外的一相绕组作为悬空相。

进一步地，在施加驱动电压时切换悬空相的顺序与在施加检测电压时切换悬空相的顺序相同。

进一步地，检测电压小于驱动电压。

一种无刷电机的控制方法，该无刷电机包括：多相绕组，每相绕组分别与不

同的两相绕组连接；它们相连处定义为绕组接入端；该无刷电机在被正常驱动时，按照预设顺序周期性的使多相绕组处于不同的驱动状态，由一个所述驱动状态切换至另一个所述驱动状态时，所述多相绕组产生的电磁场偏转预设角度；将由一个所述驱动状态至另一个所述驱动状态的切换动作定义为换相动作；将所述驱动状态切换所依照的顺序定义为换相顺序；将所述驱动状态重复的最小周期定义为最小电周期；该控制方法包括：分别使无刷电机处于每个所述驱动状态各一段时间；在驱动状态结束后检测悬空相的绕组接入端的电压变化，得出悬空相电压变化参数；比较不同驱动状态下的悬空相电压参数，选择它们中的一个作为特征悬空相电压参数；根据所述特征悬空相电压参数，选择输出与之对应的驱动状态。

一种无刷电机的控制方法，该无刷电机包括：多相绕组和用于向绕组施加驱动电压的驱动接入端；该控制方法包括：向所述驱动接入端中的两个施加检测电压一段预设的时间，使其余的所述驱动接入端悬空；然后撤除检测电压，检测之前悬空的所述驱动接入端的电压或电流，获得电性参数；重复以上过程，直至所有的由两个所述驱动接入端构成的组合都被施加过检测电压；比较检测出的所有的电性参数；选择其中差异性最大的电性参数，根据该电性参数对应的检测电压所施加的所述驱动接入端及相应对应关系控制驱动模块输出驱动状态。

一种无刷电机的控制方法，无刷电机包括：组成 Y 型连接的三相绕组 u、v、w，它们分别的相接入端为 A、B、C；该控制方法包括：检测被施加驱动电压的两个相接入端中高压端的电压，将该电压定义为高压端电压；检测施加驱动电压时作为悬空相的绕组的相接入端的电压，将该电压定义为悬空相端电压；判断高压端电压和浮空端电压的电压值是否满足预设条件；当高压端电压和浮空端电压的电压值满足预设条件时，切换当前作为浮空相的绕组之外的一相绕组作为浮空相。

本发明的有益之处在于：能够不采用位置传感器就可以根据无刷电机转子的位置输出与之对应的驱动状态，改善了无刷电机在启动或运转时的运行效率。

附图说明

图 1 是为一个用于实现本发明控制方法的电路框图；

图 2 是为另一个用于实现本发明控制方法的电路框图。

具体实施方式

图 1 所示的电路包括：无刷电机 101，驱动模块 102，检测模块 103，控制器 104 和电源模块 105。

其中，无刷电机 101 包括：组成 Y 型连接的三相绕组 u、v、w，它们的一端均连接至中性点 O，它们分别的另一端作为各自的接线端，将它们分别定义为相接入端 A、相接入端 B 和相接入端 C。

需要说明的是，在本说明书中所指连接，应当认为包括任何形式的电性连接，无论这种连接是直接的还是间接的。

电源模块 105 可以包括一个具有正极和负极的电池。该电池可以是可拆卸的也可以是不可拆卸的，该电池应当是可以反复充放电的。

驱动模块 102 包括一个驱动模块 102a，该驱动模块 102a 包括六个电子开关 Q1-Q6，这六个电子开关 Q1-Q6 构成一个如图 1 所示的六臂全桥电路，电子开关 Q1-Q6 均具有导通和断开两种状态；当它们处于导通的状态时，它们能在电源模块 105 和某一个相接入端之间构成电流通路；当它们处于断开的状态时，电源模块 105 和某一个相接入端之间的电流通路被断开。电子开关 Q1-Q6 能被发送到它们的控制信号所控制从而可控地处于导通、断开的状态。

具体而言，电子开关 Q1-Q6 可以采用如图 1 中所示的半导体开关，更具体而言，电子开关 Q1-Q6 可以采用单向导通的半导体开关，即电子开关 Q1-Q6 是单向导通的，其在被控制时可以在单向导通和双向导通两种状态之间进行切换。作为一种实例，电子开关 Q1-Q6 可以采用 MOSFET (Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor)。

如图 1 所示，如果控制器 104 控制电子开关 Q1 和电子开关 Q6 使它们导通，而使其余的电子开关 Q2，电子开关 Q3，电子开关 Q4 和电子开关 Q5 断开；此时，电源模块 105 中电池的正极通过电子开关 Q1 连接到相接入端 A，而电池的负极通过电子开关 Q6 连接到相接入端 B，相接入端 C 由于电子开关 Q2 和 Q5 均处于断开（或单向断开）的状态从而使相接入端 C 并没有连接到电池的正极或负极；驱动电路 102a 中电子开关的导通状态使电源模块 105 向相接入端 A 和相接入 B 施加电压，而使相接入端 C 悬空；为了简化说明，可以将驱动电路 102a 的这种状态定义为驱动电路 102a 输出驱动状态 AB。

需要说明的是，这里所指的相接入端处于“悬空”，是指相接入端没有连接至电源，而并不是指相接入端完全没有连接任何其他电路，比如相接入端还连接至电压或电流的检测电路。

如图 1 所示，控制器 104 控制电子开关 Q3 和电子开关 Q4 使它们导通，而使其余的电子开关 Q1，电子开关 Q2，电子开关 Q5 和电子开关 Q6 断开；此时，电源模块 105 中电池的正极通过电子开关 Q3 连接到相接入端 B，而电池的负极通过电子开关 Q4 连接到相接入端 A，相接入端 C 由于电子开关 Q2 和 Q5 均处于断开（或单向断开）的状态从而使相接入端 C 并没有连接到电池的正极或负极；驱动电路 102a 中电子开关的导通状态使电源模块 105 向相接入端 B 和相接入端 A 施加电压，而使相接入端 C 悬空；使绕组 w 作为悬空相；为了简化说明，可以将驱动电路 102a 的这种状态定义为驱动电路 102a 输出驱动状态 BA。

如图 1 所示可知，以类似方式去控制驱动电路 102a 中的两个电子开关，驱动电路 102a 还可以输出驱动状态 BC，驱动状态 CB，驱动状态 AC 和驱动状态 CA。

检测模块 103 分别连接到相接入端为 A、相接入端 B 和相接入端 C。检测模块 103 主要用于检测所连接处的电压或电流。

控制器 104 用于接收检测模块 103 的信号，并通过向驱动模块 102 中相应的电子开关发送控制信号从而控制驱动状态的实现和切换。具体地，控制器 104 可以与检测模块 103 构成连接，控制器 104 可以通过与驱动模块 102 构成连接实现控制信号的传输，更具体地，控制器 104 可以分别连接至电子开关 Q1 至 Q6 的控制端。

另外，控制器 104 可以连接至电源模块 105 从而使电源模块 105 为控制器 104 提供电源。

在正常驱动无刷马达 101 转动时，控制器 104 控制驱动模块 102 周期性的输出驱动状态：AB、AC、BC、BA、CA、CB（为了方便说明，将驱动状态 AB、驱动状态 AC、驱动状态 BC、驱动状态 BA、驱动状态 CA、驱动状态 CB 简单表示为 AB、AC、BC、BA、CA、CB，下同）。每个驱动状态相当于驱动无刷马达 101 转子转动的节拍，控制器 104 通过切换不同驱动状态使无刷马达 101 的各项绕组产生变化变化的磁场从而驱动转子转动。当然，需要反转时，控制器 104

控制驱动模块 102 周期性的输出以下驱动状态：CB、CA、BA、BC、AC、AB。

在输出驱动状态并进行切换时，比如上一驱动状态为 AB，如果保持相接入端 A 不变，而使相接入端 B 悬空，而使驱动状态 AB 时悬空的相接入端 C 代替相接入端 B 接入到电源模块 105，此时的驱动状态为 AC。如果保持相接入端 B 不变，而使相接入端 A 悬空，而使驱动状态 AB 时悬空的相接入端 C 代替相接入端 A 接入到电源模块 105，此时的驱动状态为 CB。驱动状态 AB 切换到 AC 还是 CB 取决于转向。这样的好处在于，可以防止绕组电压的突变，同时磁场偏转较小更有利于驱动转子平稳转动。

控制器 104 在控制驱动模块 102 驱动无刷马达 105 时其所输出的驱动状态应当与无刷马达 105 转子的位置相适配才能使转子获得较大的转矩，也就是说，控制器 104 需要根据转子的位置控制驱动状态的切换。需要说明的是，转子的位置指的是转子相对定子的转动位置。

当驱动状态与转子位置不对应时，会造成无刷电机效率和能力的损失。

如背景技术介绍所述，采用位置传感器固然能为控制器 104 提供转子位置的信息，但是也存在相应的弊端；而采用无感控制无法在带载启动或负载较大的工况时对无刷电机 105 进行有效的驱动。

如图 1 所示的无感控制的方案能在带载启动或负载较大的工况时，即转子处于近乎静止或以很低的速度转动时，控制器 104 需要获知转子位置的相关信息，从而输出对应的驱动状态使无刷马达 105 能输出较高的扭矩。而在电动工具领域，带载启动和负载较大的情况是比较常见的；所以现有的无感控制的无刷马达并不能很好的适用于电动工具。

以下介绍一种基于如图 1 所示的硬件的控制方法，该控制方法包括：

控制器 104 控制驱动模块 102 输出驱动状态 AB 一段预设时间。然后，控制器 104 控制驱动模块 102 使无刷电机的所有的相接入端 A、B、C 均断开与电源的连接一段预设时间，与此同时，检测相接入端 C 的电压或电流；根据所检测的相接入端 C 的电压或电流，获得电性参数 K1。

换言之，控制器 104 控制驱动模块 102，使相接入端 C 悬空，以相接入端 A 作为高压端，以相接入端 B 作为低压端，从而向相接入端 AB 施加一个检测电压，并使检测电压持续预设时间，然后再使相接入端 A、B、C 都悬空；控制器

104 通过检测模块 103 检测相接入端 C 的电压或电流的变化,从而获得与相接入端 C 的电压或电流相关的电性参数 K1。

需要说明的是,控制器 104 控制驱动模块 102 输出驱动状态 AB 的持续时间应当相对较短,可以认为转子在如此短的时间内几乎没有转动;另外,驱动电路为了获得电性参数所输出的驱动状态 AB 与正常驱动转子转动时所输出的驱动状态 AB 对于电子开关的状态而言是相同的,区别在于在检测电性参数时不同的驱动状态之间时存在时间间隔的,而在正常驱动时所输出的驱动状态之间则是直接进行切换的,并且检测电性参数的驱动状态所持续的时间与正常驱动时的驱动状态是不同的,相对而言,检测电性参数的驱动状态所持续的时间是预设值,而正常驱动时的驱动状态的持续时间取决基于转子位置的信号反馈,但是,可以通过电源模块 105 或者额外的电路或装置改变驱动模块 102 输出到对应绕组上的电压,也就是说,如果将检测电性参数之前所输出的驱动状态使绕组加载的电压定义为检测电压,而将实际驱动转子转动时所输出的驱动状态使绕组加载的电压定义为驱动电压,那么检测电压既可以等于驱动电压,也可以小于驱动电压,作为可选方案,检测电压可以等于驱动电压,这样可以简化电源模块 105 的结构。

类似地,控制器 104 控制驱动模块 102 使无刷电机处于驱动状态 BA 一段预设时间。然后,控制器 104 控制驱动模块 102 使无刷电机的所有的相接入端 A、B、C 均断开与电源的连接一段预设时间,与此同时,检测相接入端 C 的电压或电流;根据所检测的相接入端 C 的电压或电流,获得电性参数 K2。

换言之,控制器 104 控制驱动模块 102,使相接入端 C 悬空,以相接入端 B 作为高压端,以相接入端 A 作为低压端,从而向相接入端 BA 施加一个检测电压,并使检测电压持续预设时间,然后再使相接入端 A、B、C 都悬空;控制器 104 通过检测模块 103 检测相接入端 C 的电压或电流的变化,从而获得与相接入端 C 的电压或电流相关的电性参数 K2。

控制器 104 控制驱动模块 102 输出驱动状态 AB、BA、AC、CA、BC、CB 一段预设的时间,然后使各个相接入端均悬空一段预设时间,并在这段预设时间内检测之前驱动状态下的悬空的相接入端的电压或电流变化获得对应的电性参数 K1、K2、K3、K4、K5、K6。

控制器 104 对电性参数 K1、K2、K3、K4、K5、K6 进行比较并据此

输出的与转子当前位置对应的控制信号。

具体而言，控制器 104 比较电性参数 K1、K2、 K3、 K4 、K5、 K6 的数值大小，根据其中较大的一个或较小的一个电性参数所对应的驱动状态从而确定对应当前位置应当输出的驱动状态。

比如控制器 104 经过比较判断出 K1 为所有电性参数中最大或最小的一个，控制器 104 则根据内置的对应关系输出能使驱动模块 102 输出驱动状态 AC 的控制信号；类似的，如果 K2、 K3、 K4 、K5、 K6 为所有电性参数中最大或最小的一个，控制器 104 则根据内置的对应关系输出能使驱动模块 102 分别输出驱动状态 AB、CA、CB 和 BA 的控制信号。

经过实验，在各相绕组完全不施加电压时，借助外力地使无刷电机 101 的转子转动一个电周期，在对应不同驱动状态的位置时，检测各个相接入端的电压，会发现在不同位置，电压会发生变化，这样根本的原理在于磁场的变化使绕组所产生的电动势也发生了变化。

然而在实际应用中，并不能借助外力地先使电机 101 转动，因为如前所述大多数情况下，电机 101 处于带负载或者堵转的状态。

并且，实现控制本身就是为了根据实际位置准确输出驱动状态启动电机 101，所以使借助外力使转子转动进而检测和控制并不能实施。

在实际控制中，确定转子的位置的意义在于确定当前位置所对应的应当输出的驱动状态。

以上的控制方法先采用全部的驱动状态去激发绕组处于不同的通电状态，转子处于第一个转动位置时所检测出的一组电性参数和转子处于第二转动位置所检测出的另一组电性参数由于磁场条件的变化（由于转子的位置变化引起的）而与处于第一转动位置时所检测出的那一组电性参数是存在差异的。

根据分析发现，电性参数中最大或最小的一个往往能表征磁场条件，也就是表征转子的位置，这种表征不是直接感知转子的位置而是根据最大或最小的电性参数所对应的激发条件，即相应于检测的驱动状态，直接根据内置的对应关系输出对应转子位置的驱动状态。

具体而言，电性参数可以是能被直接检测出的电学参数，比如电压或电流，也可以是根据电压或电流而计算出的参量。

作为一种方案，电性参数为悬空的相接入端的电压的斜率，也可以说，电性参数为悬空的相接入端的电压的导数，既可以是一阶导数也可以是二阶以上的导数。

作为一种可选方案，可以采用电压的差值代替斜率或导数来表征电压变化的程度。为了能使电性参数的横向比较有统一的标准，每次用于做差的两个电压值的采样间隔和相对撤销检测电压时的相对时间间隔都是相同的，比如电性参数 K1 为第一电压值和第二电压值的差值，K2 为第三电压值和第四电压值的差值，第一电压值和第二电压值的采样时间的间隔等于第三电压值和第四电压值的采样时间的间隔，而第一电压值的采样时间相对施加检测电压的驱动状态 AB 的结束的时间的间隔与第三电压值的采样时间相对施加检测电压的驱动状态 BA 的结束的时间的间隔相同。

控制器 104 可以通过输出一组脉冲信号至驱动模块 102 以实现检测电性参数所需的驱动状态。

另外，为了实现在正常驱动电机转动时驱动状态的切换，本控制方法还包括：

检测被施加驱动电压的两个相接入端中高压端的电压，将该电压定义为高压端电压；

检测施加驱动电压时悬空的相接入端的电压，将该电压定义为浮空端电压；

判断高压端电压和浮空端电压的电压值是否满足预设条件；

当高压端电压和浮空端电压的电压值满足预设条件时，切换当前作为浮空相的绕组之外的一相绕组作为浮空相，即切换驱动状态。

具体而言，可以通过比较高压端电压和浮空相电压确定切换驱动状态的时机。这种比较确定切换驱动状态时机的方法适用于无刷电机 101 正常的运转状态，为了应付多种工况，可以将该方案与以上施加检测电压确定所应输出驱动状态的方案穿插使用，提高无刷电机 101 的运转效率。

图 2 所示的电路包括：无刷电机 201，驱动模块 202，检测模块 203，控制器 204 和电源模块 205。

其中，无刷电机 201 包括：组成角型连接的三相绕组 l、m、n，与 Y 型连接的不同之处在于它们的连接端分别连接至不同的绕组两端，即绕组 l 的两个连

接端中的一个连接至绕组 m 的一个连接端，另一个连接至绕组 n 的连接端；按此连接方式，三相绕组 l、m、n 各自的连接端依次首尾相连，这样使得组成角型连接的三相绕组实质上表现为三个绕组接入端，将它们分别定义为绕组接入端 D、绕组接入端 E 和绕组接入端 F。

需要说明的是，在本说明书中所指连接，应当认为包括任何形式的电性连接，无论这种连接是直接的还是间接的。

电源模块 205 可以包括一个具有正极和负极的电池。该电池可以是可拆卸的也可以是不可拆卸的，该电池应当是可以反复充放电的。

驱动电路 202 包括六个电子开关 K1-K6，这六个电子开关 K1-K6 构成一个如图 2 所示的六臂全桥电路，电子开关 K1-K6 均具有导通和断开两种状态；当它们处于导通的状态时，它们能在电源模块 205 和某一个绕组接入端之间构成电流通路；当它们处于断开的状态时，电源模块 205 和某一个绕组接入端之间的电流通路被断开。电子开关 K1-K6 能被发送到它们的控制信号所控制从而可控地处于导通、断开的状态。

具体而言，电子开关 K1-K6 可以采用如图 2 中所示的半导体开关，更具体而言，电子开关 K1-K6 可以采用单向导通的半导体开关，即电子开关 K1-K6 是单向导通的，其在被控制时可以在单向导通和双向导通两种状态之间进行切换。作为一种实例，电子开关 K1-K6 可以采用 MOSFET (Metal-Oxide-Semiconductor or Field-Effect Transistor)。

如图 2 所示，如果控制器 204 控制电子开关 K1 和电子开关 K6 使它们导通，而使其余的电子开关 K2，电子开关 K3，电子开关 K4 和电子开关 K5 断开；此时，电源模块 205 中电池的正极通过电子开关 K1 连接到绕组接入端 D，而电池的负极通过电子开关 K6 连接到绕组接入端 E，与图 1 所示的电路的不同之处在于，此时，绕组 m 和绕组 n 串联连接，位于绕组 m 和绕组 n 串联电路之间的绕组接入端 F 由于电子开关 K2 和 K5 均处于断开的状态从而使绕组接入端 F 没有直接连接到电池的正极或负极。驱动电路 202 中电子开关的导通状态使电源模块 205 向绕组接入端 D 和绕组接入端 E 施加电压，而使绕组接入端 F 相当于悬空；为了简化说明，可以将驱动电路 202 的这种状态定义为驱动电路 202 输出的驱动状态 DE。

需要说明的是，这里所指的绕组接入端处于“悬空”，是指绕组接入端没有连接至电源，而并不是指绕组接入端完全没有连接任何其他电路，比如绕组接入端还连接至电压或电流的检测电路。

如图 2 所示，控制器 204 控制电子开关 K3 和电子开关 K4 使它们导通，而使其余的电子开关 K1，电子开关 K2，电子开关 K5 和电子开关 K6 断开；此时，电源模块 205 中电池的正极通过电子开关 K3 连接到绕组接入端 E，而电池的负极通过电子开关 K4 连接到绕组接入端 D，绕组接入端 F 由于电子开关 K2 和 K5 均处于断开（或单向断开）的状态从而使绕组接入端 F 并没有连接到电池的正极或负极；驱动电路 202 中电子开关的导通状态使电源模块 205 向绕组接入端 E 和相接入 D 施加电压，而使绕组接入端 F 悬空；使绕组 n 作为悬空相；为了简化说明，可以将驱动电路 202 的这种状态定义为驱动电路 202 输出驱动状态 ED。

如图 2 所示可知，以类似方式去控制驱动电路 202 中的两个电子开关，驱动电路 202 还可以输出驱动状态 EF，驱动状态 FE，驱动状态 DF 和驱动状态 FD。

检测模块 203 分别连接到绕组接入端为 D、绕组接入端 E 和绕组接入端 F。检测模块 203 主要用于检测所连接处的电压或电流。

控制器 204 用于接收检测模块 203 的信号，并通过向驱动模块 202 中相应的电子开关发送控制信号从而控制驱动状态的实现和切换。具体地，控制器 204 可以与检测模块 203 构成连接，控制器 204 可以通过与驱动模块 202 构成连接实现控制信号的传输，更具体地，控制器 204 可以分别连接至电子开关 K1 至 K6 的控制端。

另外，控制器 204 可以连接至电源模块 205 从而使电源模块 205 为控制器 204 提供电源。

在正常驱动无刷马达 201 转动时，控制器 204 控制驱动模块 202 周期性的输出驱动状态：DE、DF、EF、ED、FD、FE（为了方便说明，将驱动状态 DE、驱动状态 DF、驱动状态 EF、驱动状态 ED、驱动状态 FD、驱动状态 FE 简单表示为 DE、DF、EF、ED、FD、FE，下同）。每个驱动状态相当于驱动无刷马达 201 转子转动的节拍，控制器 204 通过切换不同驱动状态使无刷马达 201 的各项绕组产生变化变化的磁场从而驱动转子转动。当然，需要反转时，控制器 204 控制驱动模块 202 周期性的输出以下驱动状态：FE、FD、ED、EF、DF、DE。

在输出驱动状态并进行切换时，比如上一驱动状态为 DE，如果保持绕组接入端 D 不变，而使绕组接入端 E 悬空，而使驱动状态 DE 时悬空的绕组接入端 F 代替绕组接入端 E 接入到电源模块 205，此时的驱动状态为 DF。如果保持绕组接入端 E 不变，而使绕组接入端 D 悬空，而使驱动状态 DE 时悬空的绕组接入端 F 代替绕组接入端 D 接入到电源模块 205，此时的驱动状态为 FE。驱动状态 DE 切换到 DF 还是 FE 取决于转向。这样的好处在于，可以防止绕组电压的突变，同时磁场偏转较小更有利于驱动转子平稳转动。

控制器 204 在控制驱动模块 202 驱动无刷马达 205 时其所输出的驱动状态应当与无刷马达 205 转子的位置相适配才能使转子获得较大的转矩，也就是说，控制器 204 需要根据转子的位置控制驱动状态的切换。需要说明的是，转子的位置指的是转子相对定子的转动位置。

当驱动状态与转子位置不对应时，会造成无刷电机效率和能力的损失。

如背景技术介绍所述，采用位置传感器固然能为控制器 204 提供转子位置的信息，但是也存在相应的弊端；而采用无感控制无法在带载启动或负载较大的工况时对无刷电机 205 进行有效的驱动。

如图 2 所示的无感控制的方案能在带载启动或负载较大的工况时，即转子处于近乎静止或以很低的速度转动时，控制器 204 需要获知转子位置的相关信息，从而输出对应的驱动状态使无刷马达 205 能输出较高的扭矩。而在电动工具领域，带载启动和负载较大的情况是比较常见的；所以现有的无感控制的无刷马达并不能很好的适用于电动工具。

以下介绍一种基于如图 2 所示的硬件的控制方法，该控制方法包括：

控制器 204 控制驱动模块 102 输出驱动状态 DE 一段预设时间。然后，控制器 204 控制驱动模块 102 使无刷电机的所有的绕组接入端 D、E、F 均断开与电源的连接一段预设时间，与此同时，检测绕组接入端 F 的电压或电流；根据所检测的绕组接入端 C 的电压或电流，获得电性参数 K1。

换言之，控制器 204 控制驱动模块 202，使绕组接入端 F 悬空，以绕组接入端 D 作为高压端，以绕组接入端 E 作为低压端，从而向绕组接入端 DE 施加一个检测电压，并使检测电压持续预设时间，然后再使绕组接入端 D、E、F 都悬空；控制器 204 通过检测模块 203 检测绕组接入端 F 的电压或电流的变化，从而

获得与绕组接入端 F 的电压或电流相关的电性参数 K1。

控制器 204 控制驱动模块 202 输出驱动状态 DE、ED、DF、FD、EF、FE 一段预设的时间，然后使各个绕组接入端均悬空一段预设时间，并在这段预设时间内检测之前驱动状态下的悬空的绕组接入端的电压或电流变化获得对应的电性参数 K1、K2、K3、K4、K5、K6。

控制器 204 对电性参数 K1、K2、K3、K4、K5、K6 进行比较并据此输出的与转子当前位置对应的控制信号。

具体而言，控制器 204 比较电性参数 K1、K2、K3、K4、K5、K6 的数值大小，根据其中较大的一个或较小的一个电性参数所对应的驱动状态从而确定对应当前位置应当输出的驱动状态。

根据之前的原理介绍可知，以上的方法也适于图 2 所示的绕组连接方式。

由图 2 可知，图 2 方案与图 1 所示的方案区别在于，绕组连接的方式不同，但是它们都具有三个供驱动电路加载驱动电压的连接端，图 1 所示的方案将它们定义为相接入端，图 2 所示的方案将它们定义为绕组接入端，而实际上，由于它们都是用来接入到驱动电路以施加驱动电压，所以可以将相接入端和绕组接入端同一定义为驱动接入端。

按照这样的定义，以上检测转子位置的方法可以概括为：向电机绕组的驱动接入端中的两个施加检测电压一段预设的时间，使其余的驱动接入端悬空；然后撤除检测电压，检测之前悬空的驱动接入端的电压或电流，获得电性参数；重复以上过程，直至所有的由两个驱动接入端构成的组合都被施加过检测电压；比较所有的电性参数；选择其中差异性最大的电性参数，根据该电性参数对应的检测电压所施加的驱动接入端及相应对应关系控制驱动模块输出驱动状态。

以上显示和描述了本发明的基本原理、主要特征和优点。本行业的技术人员应该了解，上述实施例不以任何形式限制本发明，凡采用等同替换或等效变换的方式所获得的技术方案，均落在本发明的保护范围内。

权利要求书

1、一种无刷电机的控制方法，无刷电机包括：组成 Y 型连接的三相绕组 u、v、w，它们分别的相接入端为 A、B、C；

控制方法包括：

对相接入端 AB 施加检测电压一段时间后，检测相接入端 C 的电压或电流，获得电性参数 K1，期间使 w 相绕组作为悬空相；

对相接入端 BA 施加检测电压一段时间后，检测相接入端 C 的电压或电流，获得电性参数 K2，期间使 w 相绕组作为悬空相；

对相接入端 AC 施加检测电压一段时间后，检测相接入端 B 的电压或电流，获得电性参数 K3，期间使 v 相绕组作为悬空相；

对相接入端 CA 施加检测电压一段时间后，检测相接入端 B 的电压或电流，获得电性参数 K4，期间使 v 相绕组作为悬空相；

对相接入端 BC 施加检测电压一段时间后，检测相接入端 A 的电压或电流，获得电性参数 K5，期间使 u 相绕组作为悬空相；

对相接入端 CB 施加检测电压一段时间后，检测相接入端 A 的电压或电流，获得电性参数 K6，期间使 u 相绕组作为悬空相；

比较电性参数 K1、K2、 K3、 K4 、K5、 K6；

根据比较电性参数 K1、K2、 K3、 K4 、K5、 K6 的结果向其中两个相接入端施加驱动电压。

2、根据权利要求 1 所述的控制方法，其特征在于：以脉冲的形式向相接入端 A、B、C 中的两个施加检测电压。

3、根据权利要求 1 所述的控制方法，其特征在于：

每次施加的检测电压的电压值相同。

4、根据权利要求 1 所述的控制方法，其特征在于：

每次施加的检测电压的时长相同。

5、根据权利要求 1 所述的控制方法，其特征在于：

电性参数为根据悬空相的相接入端的电压变化计算得出的参数。

6、根据权利要求 5 所述的控制方法，其特征在于：

在计算电性参数时至少使悬空相的相接入端的两个不同的电压值做差值运算。

7、根据权利要求1所述的控制方法，其特征在于：

根据电性参数中最大的一个确定驱动电压所施加的相接入端。

8、根据权利要求1所述的控制方法，其特征在于：

当经过比较后，最大的电性参数为K1时，对相接入端AC施加驱动电压。

9、根据权利要求1所述的控制方法，其特征在于：

当经过比较后，最大的电性参数为K2时，对相接入端AB施加驱动电压。

10、根据权利要求1所述的控制方法，其特征在于：

当经过比较后，最大的电性参数为K3时，对相接入端CA施加驱动电压。

11、根据权利要求1所述的控制方法，其特征在于：

当经过比较后，最大的电性参数为K4时，对相接入端CB施加驱动电压。

12、根据权利要求1所述的控制方法，其特征在于：

当经过比较后，最大的电性参数为K5时，对相接入端BA施加驱动电压。

13、根据权利要求1所述的控制方法，其特征在于：

当经过比较后，最大的电性参数为K6时，对相接入端BC施加驱动电压。

14、根据权利要求1所述的控制方法，其特征在于：

该方法还包括：

检测被施加驱动电压的两个相接入端中高压端的电压，将该电压定义为高压端电压；

检测施加驱动电压时悬空的相接入端的电压，将该电压定义为悬空端电压；

判断高压端电压和悬空端电压的电压值是否满足预设条件；

当高压端电压和悬空端电压的电压值满足预设条件时，切换当前作为悬空相的绕组之外的一相绕组作为悬空相。

15、根据权利要求14所述的控制方法，其特征在于：

在施加驱动电压时切换悬空相的顺序与在施加检测电压时切换悬空相的顺序相同。

16、根据权利要求15所述的控制方法，其特征在于：

所述检测电压小于所述驱动电压。

17、一种无刷电机的控制方法，该无刷电机包括：多相绕组，每相绕组的一端接至中性点、另一端作为该相绕组的相接入端；该无刷电机在被正常驱动时，

按照预设顺序周期性的使多相绕组处于不同的驱动状态，由一个所述驱动状态切换至另一个所述驱动状态时，所述多相绕组产生的电磁场偏转预设角度；

将由一个所述驱动状态至另一个所述驱动状态的切换动作定义为换相动作；将所述驱动状态切换所依照的顺序定义为换相顺序；将所述驱动状态重复的最小周期定义为最小电周期；

该控制方法包括：

分别使无刷电机处于每个所述驱动状态各一段时间；

在驱动状态结束后检测悬空相的相接入端的电压变化，得出悬空相电压变化参数；

比较不同驱动状态下的悬空相电压参数，选择它们中的一个作为特征悬空相电压参数；

根据所述特征悬空相电压参数，选择输出与之对应的驱动状态。

18、一种无刷电机的控制方法，该无刷电机包括：多相绕组，每相绕组分别与不同的两相绕组连接；它们相连处定义为相接入端；该无刷电机在被正常驱动时，按照预设顺序周期性的使多相绕组处于不同的驱动状态，由一个所述驱动状态切换至另一个所述驱动状态时，所述多相绕组产生的电磁场偏转预设角度；

将由一个所述驱动状态至另一个所述驱动状态的切换动作定义为换相动作；将所述驱动状态切换所依照的顺序定义为换相顺序；将所述驱动状态重复的最小周期定义为最小电周期；

该控制方法包括：

分别使无刷电机处于每个所述驱动状态各一段时间；

在驱动状态结束后检测悬空相的相接入端的电压变化，得出悬空相电压变化参数；

比较不同驱动状态下的悬空相电压参数，选择它们中的一个作为特征悬空相电压参数；

根据所述特征悬空相电压参数，选择输出与之对应的驱动状态。

19、一种无刷电机的控制方法，该无刷电机包括：多相绕组和用于向绕组施加驱动电压的驱动接入端；该控制方法包括：

向所述驱动接入端中的两个施加检测电压一段预设的时间，使其余的所述驱

动接入端悬空；然后撤除检测电压，检测之前悬空的所述驱动接入端的电压或电流，获得电性参数；重复以上过程，直至所有的由两个所述驱动接入端构成的组合都被施加过检测电压；比较检测出的所有的电性参数；选择其中差异性最大的电性参数，根据该电性参数对应的检测电压所施加的所述驱动接入端及相应对应关系控制驱动模块输出驱动状态。

20、一种无刷电机的控制方法，无刷电机包括：组成 Y 型连接的三相绕组 u、v、w，它们分别的相接入端为 A、B、C；

该控制方法包括：

检测被施加驱动电压的两个相接入端中高压端的电压，将该电压定义为高压端电压；

检测施加驱动电压时作为悬空相的绕组的相接入端的电压，将该电压定义为悬空相端电压；

判断高压端电压和浮空端电压的电压值是否满足预设条件；

当高压端电压和浮空端电压的电压值满足预设条件时，切换当前作为浮空相的绕组之外的一相绕组作为浮空相。

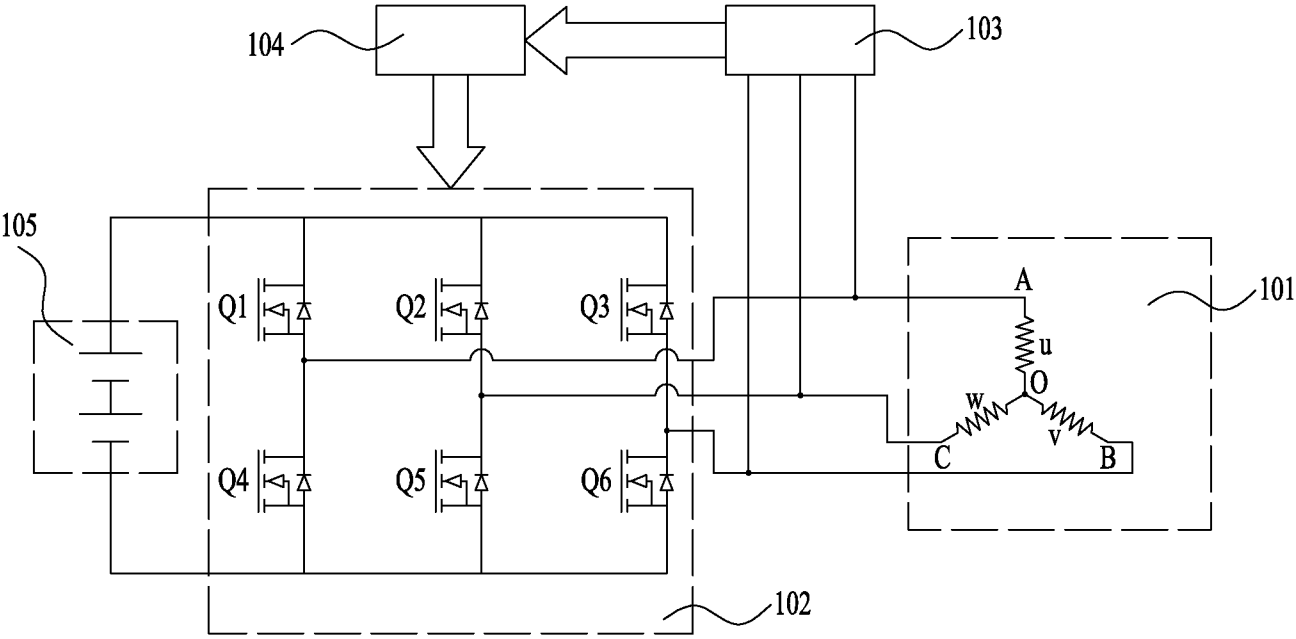


图1

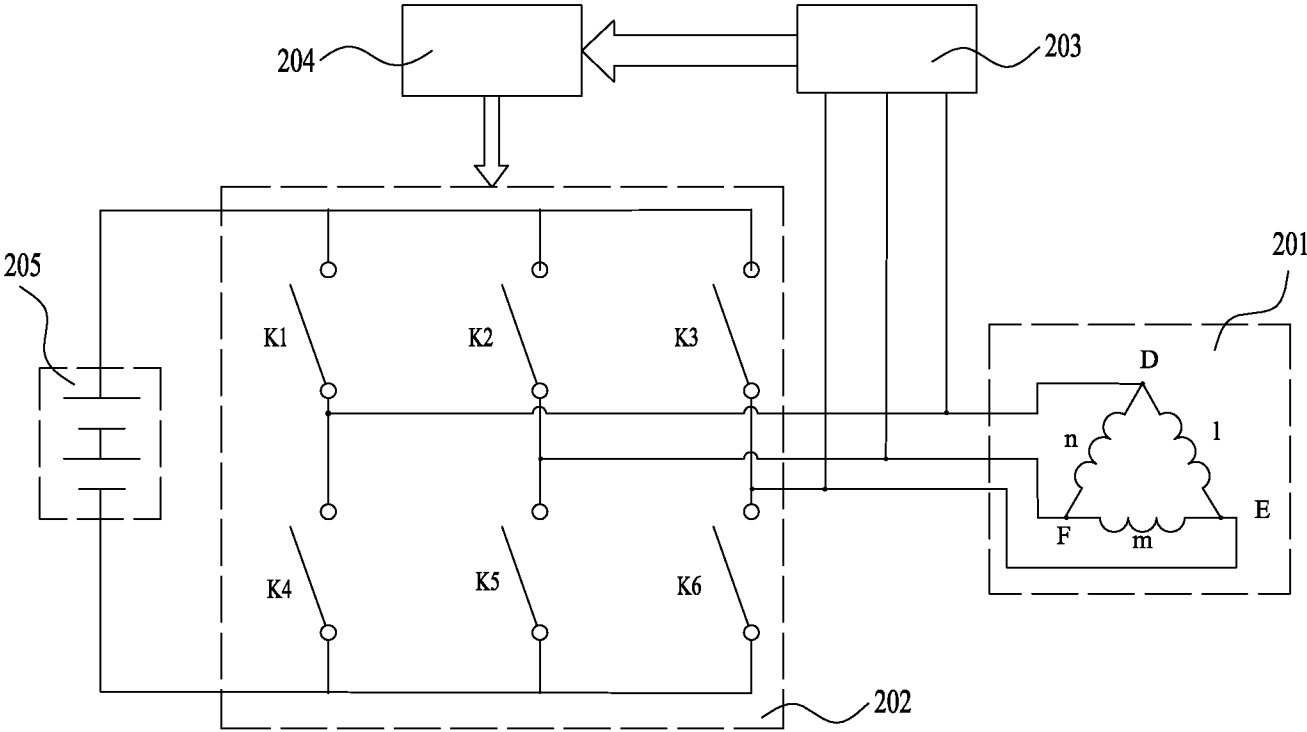


图2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2016/113468**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

H02P 6/18 (2016.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02P

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI: DAI, Xiubo; NANJING CHERVON; electrical parameter, float, three-phase, start, brushless motor, non-inductance, access end, MOTOR, BRUSHLESS, BRUSH+, POSITION, ROTOR, VOLTAGE, DETECT+, CURRENT, DRIV+, WINDING, FEEDBACK, TERMINAL, THREE, SUSPENSION

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 103780172 A (CIRRUS LOGIC, INC.), 07 May 2014 (07.05.2014), description, paragraphs [0019]-[0020] and [0034]-[0059], and figures 2-11	1-20
X	CN 103199778 A (JIANGSU XIECHANG ELECTRONIC TECHNOLOGY CO., LTD.), 10 July 2013 (10.07.2013), description, paragraphs [0018]-[0050], and figures 1-6	1-20
X	US 2007069669 A1 (MACKAY, D.K.), 29 March 2007 (29.03.2007), description, paragraphs [0089]-[0179], and figures 1-18	1-20
X	JP 2011030385 A (ASMO CO., LTD.), 10 February 2011 (10.02.2011), description, paragraphs [0018]-[0073], and figures 1-9	1-20
A	JP H05316786 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND. CO., LTD.), 26 November 1993 (26.11.1993), the whole document	1-20
A	JP 2012152032 A (AISIN SEIKI), 09 August 2012 (09.08.2012), the whole document	1-20

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“&” document member of the same patent family
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 28 March 2017 (28.03.2017)	Date of mailing of the international search report 06 April 2017 (06.04.2017)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer LI, Ying Telephone No.: (86-10) 010-61648081

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2016/113468

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5569990 A (SEAGATE TECHNOLOGY), 29 October 1996 (29.10.1996), the whole document	1-20
A	JP 2004364473 A (NIHON DENSAN K.K.), 24 December 2004 (24.12.2004), the whole document	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2016/113468

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 103780172 A	07 May 2014	WO 2013176908 A1	28 November 2013
		US 2013314017 A1	28 November 2013
		US 9088237 B2	21 July 2015
		US 2013314009 A1	28 November 2013
		US 9000696 B2	07 April 2015
		US 2013342146 A1	26 December 2013
		US 9024561 B2	05 May 2015
		US 2013342145 A1	26 December 2013
		US 8994306 B2	31 March 2015
		US 2013342141 A1	26 December 2013
		US 9093941 B2	28 July 2015
		CN 103780171 A	07 May 2014
		CN 103780170 A	07 May 2014
		CN 103780166 A	07 May 2014
CN 103199778 A	10 July 2013	None	
US 2007069669 A1	29 March 2007	US 7592761 B2	22 September 2009
		WO 2007036023 A1	05 April 2007
JP 2011030385 A	10 February 2011	JP 5405224 B2	05 February 2014
JP H05316786 A	26 November 1993	JP 3364948 B2	08 January 2003
JP 2012152032 A	09 August 2012	None	
US 5569990 A	29 October 1996	None	
JP 2004364473 A	24 December 2004	None	

A. 主题的分类 H02P 6/18(2016.01)i 按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类																							
B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) H02P 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) WPI, EPDOC, CNPAT, CNKI: 代修波, 南京德朔, 电性参数, 电参数, 检测, 电压, 电流, 悬空, 浮空, 绕组, 三相, 启动, 驱动, 无刷电机, 无感, 转子, 位置, 反馈, 接入端, MOTOR, BRUSHLESS, BRUSH+, POSITION, ROTOR, VOLTAGE, DETECT+, CURRENT, DRIV+, WINDING, FEEDBACK, TERMINAL, THREE, SUSPENSION																							
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>CN 103780172 A (凌云逻辑公司) 2014年 5月 7日 (2014 - 05 - 07) 说明书第[0019]-[0020]、[0034]-[0059]段, 附图2-11</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 103199778 A (江苏协昌电子科技有限公司) 2013年 7月 10日 (2013 - 07 - 10) 说明书第[0018]-[0050]段, 附图1-6</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>US 2007069669 A1 (MACKAY, DAVID KYLE) 2007年 3月 29日 (2007 - 03 - 29) 说明书第[0089]-[0179]段, 附图1-18</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>JP 2011030385 A (ASMO CO., LTD.) 2011年 2月 10日 (2011 - 02 - 10) 说明书第[0018]-[0073]段, 附图1-9</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP H05316786 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND. CO., LTD.) 1993年 11月 26日 (1993 - 11 - 26) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2012152032 A (AISIN SEIKI) 2012年 8月 9日 (2012 - 08 - 09) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	X	CN 103780172 A (凌云逻辑公司) 2014年 5月 7日 (2014 - 05 - 07) 说明书第[0019]-[0020]、[0034]-[0059]段, 附图2-11	1-20	X	CN 103199778 A (江苏协昌电子科技有限公司) 2013年 7月 10日 (2013 - 07 - 10) 说明书第[0018]-[0050]段, 附图1-6	1-20	X	US 2007069669 A1 (MACKAY, DAVID KYLE) 2007年 3月 29日 (2007 - 03 - 29) 说明书第[0089]-[0179]段, 附图1-18	1-20	X	JP 2011030385 A (ASMO CO., LTD.) 2011年 2月 10日 (2011 - 02 - 10) 说明书第[0018]-[0073]段, 附图1-9	1-20	A	JP H05316786 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND. CO., LTD.) 1993年 11月 26日 (1993 - 11 - 26) 全文	1-20	A	JP 2012152032 A (AISIN SEIKI) 2012年 8月 9日 (2012 - 08 - 09) 全文	1-20
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
X	CN 103780172 A (凌云逻辑公司) 2014年 5月 7日 (2014 - 05 - 07) 说明书第[0019]-[0020]、[0034]-[0059]段, 附图2-11	1-20																					
X	CN 103199778 A (江苏协昌电子科技有限公司) 2013年 7月 10日 (2013 - 07 - 10) 说明书第[0018]-[0050]段, 附图1-6	1-20																					
X	US 2007069669 A1 (MACKAY, DAVID KYLE) 2007年 3月 29日 (2007 - 03 - 29) 说明书第[0089]-[0179]段, 附图1-18	1-20																					
X	JP 2011030385 A (ASMO CO., LTD.) 2011年 2月 10日 (2011 - 02 - 10) 说明书第[0018]-[0073]段, 附图1-9	1-20																					
A	JP H05316786 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND. CO., LTD.) 1993年 11月 26日 (1993 - 11 - 26) 全文	1-20																					
A	JP 2012152032 A (AISIN SEIKI) 2012年 8月 9日 (2012 - 08 - 09) 全文	1-20																					
☒ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																							
<table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> * 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 </td> <td style="vertical-align: top;"> “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件 </td> </tr> </table>			* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件	“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																			
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件	“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																						
国际检索实际完成的日期		国际检索报告邮寄日期																					
2017年 3月 28日		2017年 4月 6日																					
ISA/CN的名称和邮寄地址		受权官员																					
中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		李英 电话号码 (86-10)010-61648081																					

C. 相关文件		
类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	US 5569990 A (SEAGATE TECHNOLOGY) 1996年 10月 29日 (1996 - 10 - 29) 全文	1-20
A	JP 2004364473 A (NIHON DENSAN K.K.) 2004年 12月 24日 (2004 - 12 - 24) 全文	1-20

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2016/113468

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	103780172	A	2014年 5月 7日	WO	2013176908	A1	2013年 11月 28日
				US	2013314017	A1	2013年 11月 28日
				US	9088237	B2	2015年 7月 21日
				US	2013314009	A1	2013年 11月 28日
				US	9000696	B2	2015年 4月 7日
				US	2013342146	A1	2013年 12月 26日
				US	9024561	B2	2015年 5月 5日
				US	2013342145	A1	2013年 12月 26日
				US	8994306	B2	2015年 3月 31日
				US	2013342141	A1	2013年 12月 26日
				US	9093941	B2	2015年 7月 28日
				CN	103780171	A	2014年 5月 7日
				CN	103780170	A	2014年 5月 7日
				CN	103780166	A	2014年 5月 7日
CN	103199778	A	2013年 7月 10日	无			
US	2007069669	A1	2007年 3月 29日	US	7592761	B2	2009年 9月 22日
				WO	2007036023	A1	2007年 4月 5日
JP	2011030385	A	2011年 2月 10日	JP	5405224	B2	2014年 2月 5日
JP	H05316786	A	1993年 11月 26日	JP	3364948	B2	2003年 1月 8日
JP	2012152032	A	2012年 8月 9日	无			
US	5569990	A	1996年 10月 29日	无			
JP	2004364473	A	2004年 12月 24日	无			