

(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



(10) 国际公布号

WO 2018/090981 A1

(43) 国际公布日
2018 年 5 月 24 日 (24.05.2018)

(51) 国际专利分类号:
H02P 6/24 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2017/111681

(22) 国际申请日: 2017 年 11 月 17 日 (17.11.2017)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201611041815.X 2016 年 11 月 18 日 (18.11.2016) CN

(71) 申请人: 深圳市道通智能航空技术有限公司
(AUTEL ROBOTICS CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区西丽街道学苑大道 1001 号智园 B1 栋 9 层, Guangdong 518055 (CN)。

(72) 发明人: 颜世智 (YAN, Shizhi); 中国广东省深圳市南山区西丽街道学苑大道 1001 号智园 B1 栋 9 层, Guangdong 518055 (CN)。 陈毅东 (CHEN, Yidong); 中国广东省深圳市南山区西丽街道学苑大道 1001 号智园 B1 栋 9 层, Guangdong 518055 (CN)。

(74) 代理人: 北京安信方达知识产权代理有限公司 (AFD CHINA INTELLECTUAL PROPERTY LAW OFFICE); 中国北京市海淀区学清路 8 号 B 座 1601A, Beijing 100192 (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,

(54) Title: METHOD OF BRAKING PERMANENT MAGNET SYNCHRONOUS MOTORS AND RELATED APPARATUS

(54) 发明名称: 一种永磁同步电机制动方法及相关设备

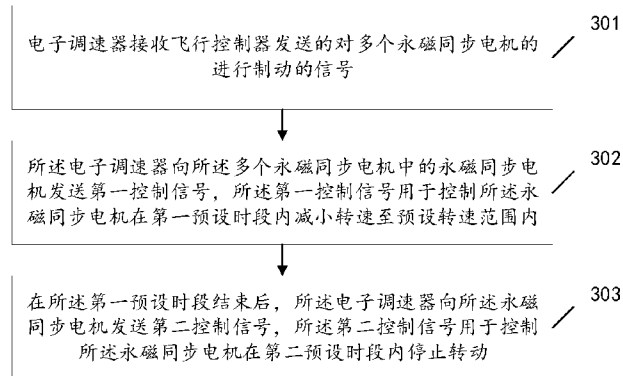


图 3

- 301 An electronic speed regulator receives a signal sent by a flight controller for braking a plurality of permanent magnet synchronous motors
- 302 The electronic speed regulator sends a first control signal to permanent magnet synchronous motors of the plurality of permanent magnet synchronous motors, the first control signal used for controlling the permanent magnet synchronous motors to reduce the rotation speeds to a predetermined range of rotation speeds in a first predetermined period of time
- 303 After the first predetermined period of time, the electronic speed regulator sends a second control signal to the permanent magnet synchronous motors, the second control signal used for controlling the permanent magnet synchronous motors to stop rotating in a second predetermined period of time

(57) Abstract: A method of braking permanent magnet synchronous motors and related apparatus. The method is applied to an electronic speed regulator and comprises: receiving a signal sent by a flight controller for braking permanent magnet synchronous motors; sending a first control signal to the permanent magnet synchronous motors, the first control signal used for controlling the permanent magnet synchronous motors to reduce the rotation speeds to a predetermined range of rotation speeds in a first predetermined period of time; after the first predetermined period of time, sending a second control signal to the permanent magnet synchronous motors, the second

JO, 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)。

根据细则4.17的声明:

- 关于申请人有权申请并被授予专利 (细则4.17(ii))
- 发明人资格 (细则4.17(iv))

本国际公布:

- 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

control signal used for controlling the permanent magnet synchronous motors to stop rotating in a second predetermined period of time. The method of the present invention guarantees coincident shut-down of multiple motors and increases using experience of an unmanned aerial vehicle.

(57) 摘要: 一种永磁同步电机制动方法及相关设备, 该方法应用于电子调速器上, 包括: 接收飞行控制器发送的对永磁同步电机进行制动的信号; 向所述永磁同步电机发送第一控制信号, 所述第一控制信号用于控制所述永磁同步电机在第一预设时段内减小转速至预设转速范围内; 在所述第一预设时段结束后, 向所述永磁同步电机发送第二控制信号, 所述第二控制信号用于控制所述永磁同步电机在第二预设时段内停止转动。通过上述方法, 保证了多电机停机的一致性, 并提升了无人机使用体验。

一种永磁同步电机制动方法及相关设备

本申请要求于 2016 年 11 月 18 日提交中国专利局、申请号为 201611041815.X、申请名称为“一种永磁同步电机制动方法及相关设备”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

5

技术领域

本申请涉及无人机领域，特别是涉及一种永磁同步电机制动方法及相关设备。

10 背景技术

当前，无人飞行器（Unmanned Aerial Vehicle, UAV），可以简称为无人机，通过控制多个电机的转速，使与多个电机各自连接的螺旋桨产生升力，以实现飞行。当无人机停机后，电源关闭，多个电机的转速基于惯性逐渐减小，其进而致使多个电机各自所连接的螺旋桨逐渐停止转动。

15 在此种情况下，由于各个电机所处的位置不同，与各个电机连接的螺旋桨所处的位置也不同，其所受空气流动阻力以及其他譬如摩擦阻力的大小有差异，从而无法保证多个螺旋桨在肉眼观察的情况下同步停止转动，一般情况下各螺旋桨会先后停止转动，降低了无人机使用的体验。

同时，在上述情况下，由于各个电机在停止转动的过程不一致，导致长期
20 使用后各个电机的磨损差异会增大，存在破坏无人飞行器飞行平衡的风险。

发明内容

本发明实施方式提供了一种永磁同步电机制动方法及相关设备。保证了多电机停机的一致性，并提升了无人机使用体验。

25 第一方面，本申请实施例提供了一种永磁同步电机制动方法，该方法可以包括：

接收飞行控制器发送的对永磁同步电机进行制动的信号；向所述永磁同步电机发送第一控制信号，所述第一控制信号用于控制所述永磁同步电机在第一预设时段内减小转速至预设转速范围内；在所述第一预设时段结束后，向所述
30 永磁同步电机发送第二控制信号，所述第二控制信号用于控制所述永磁同步电机在第二预设时段内停止转动。

第二方面，本申请实施例提供了一种永磁同步电机制动装置，该装置包括功能单元，该功能单元用于执行第一方面中的方法。

第三方面，本申请实施例提供了一种电子调速器，包括：

存储器；以及

5 与所述存储器耦合的处理器；

其中，所述存储器用于存储计算机指令；

所述处理器用于调用所述计算机指令，以执行第一方面中的方法。

第四方面，本申请实施例提供了一种无人机，包括：

中心机壳；

10 机臂，所述机臂与所述中心机壳连接；

永磁同步电机，所述永磁同步电机设置在所述机臂上；

飞行控制器，所述飞行控制器设置在所述中心机壳或所述机臂内；以及，

电子调速器，所述电子调速器设置在所述中心机壳或所述机臂内，所述电子调速器与所述飞行控制器电连接，所述电子调速器与所述永磁同步电机电连接；

15

其中，所述飞行控制器用于向所述电子调速器发送对所述永磁同步电机的制动信号；

所述电子调速器用于执行第一方面中的方法。

第五方面，本申请实施例提供了一种计算机可读存储介质，该计算机可读存储介质存储有计算机指令，该计算机指令用于被电子调速器调用以执行第一方面中的方法。

20

本申请实施例中，电子调速器在接收到飞行控制器发送的对多个永磁同步电机的制动信号后，可以向该多个永磁同步电机中的永磁同步电机发送第一控制信号，该第一控制信号可以用于控制永磁同步电机在第一预设时段内减小转速至预设转速范围。在第一预设时段结束后，该电子调速器还可以向永磁同步电机发送第二控制信号，该第二控制信号可以用于控制该永磁同步电机在第二预设时段内停止转动。通过上述方式，可以保证多电机停机的一致性。

25

附图说明

30

图 1 是本申请实施例提供的一种无人机的结构示意图；

图 2 是本申请实施例提供的一种三相永磁同步电机的驱动电路的示意图；

图 3 是本申请实施例提供的一种永磁同步电机制动方法的流程示意图；

图 4 是本申请实施例提供的一种多个永磁同步电机接收到控制信号后的转速变化示意图；

图 5 是本申请实施例提供的另一种永磁同步电机制动方法的流程示意图；

5 图 6 是本申请实施例提供的一种永磁同步电机制动装置的单元组成图；以及

图 7 是本申请实施例提供的一种电子调速器的结构示意图。

具体实施方式

10 本申请实施例提供的永磁同步电机制动方法、电子调速器和实现永磁同步电机制动方法的无人机，通过两个阶段对电机进行控制，以实现与所控制的电机连接的螺旋桨在肉眼观察的情况下同步停止转动，从而保证了停机的一致性，并提升了无人机使用体验。

下面结合附图对本申请实施例进行说明。

15 首先结合图 1 和图 3，对本申请实施例提供的一种无人机的结构组成进行说明。如图 1 中所示，该无人机可以包括无人机机身 20、机臂 21、螺旋桨 32-38，永磁同步电机，飞行控制器以及电子调速器（Electronic Speed Controller, ESC）。

20 其中，无人机机身 20 与机臂 21 连接。每个机臂 21 上设置有一个永磁同步电机，每个永磁同步电机与一个螺旋桨连接。例如，如图 1 所示，机臂 21 上设置有永磁同步电机 40，永磁同步电机 40 与螺旋桨 36 连接。永磁同步电机转动后，可以驱动螺旋桨旋转，以使螺旋桨产生升力。可以理解地，通常螺旋桨的转速可以与永磁同步电机的转速保持一致。

25 其中，飞行控制器以及电子调速器设置在无人机机身 20 或机臂 21 内，在图中并未示出。飞行控制器与电子调速器电连接，并且电子调速器与上述永磁同步电机电连接。飞行控制器可以向电子调速器发送飞行信号或制动信号，电子调速器可以根据飞行控制器发送的信号，来控制永磁同步电机的转速。例如，向电机发送控制信号等。电子调速器控制永磁同步电机的具体实现方式可以参见下述方法实施例。

30 其中，电子调速器可以对应一个或多个永磁同步电机。即电子调速器可以控制一个永磁同步电机的转速，例如，假设无人机设置有 4 个用于驱动螺旋桨

的永磁同步电机，该无人机可以配置有四个电子调速器，每个电子调速器分别对应一个永磁同步电机。或者，电子调速器可以同时控制多个永磁同步电机的转速，例如，假设无人机设置有 4 个用于驱动螺旋桨的永磁同步电机，该无人机可以配置有一个电子调速器，该电子调速器用于控制上述 4 个永磁同步电机。在此不予限定。

可选地，该无人机还可以包括云台 22。云台 22 可以与相机连接，用于对相机进行维稳，保证相机拍摄图像的稳定性。

上述无人机还可以包括无线通信接口，无人机可以通过无线通信接口实现与遥控器 10 的无线连接及通信。

例如，无人机的通信接口接收到遥控器发送的停机指令，该通信接口可以将停机指令发送给无人机中的飞行控制器，飞行器可以根据该停机指令，向电子调速器发送对永磁同步电机的制动指令，从而使电子调速器根据制动指令对永磁同步电机进行调速，即控制永磁同步电机减小转速。

需要说明的是，图 1 中所示无人机的形状及各部件的位置仅为示例性地，在此不予限定。

下面结合上述无人机结构，对本申请实施例中的方法实施例进行说明。

步骤 301，电子调速器接收飞行控制器发送的对永磁同步电机进行制动的信号。

其中，飞行控制器发送的制动信号用于对多个，即至少 2 个，永磁同步电机进行同步制动。即飞行控制器指示多个永磁同步电机在肉眼观察的情况下，可以实现同步停机或螺旋桨同步静止。

可选地，制动信号还可以用于指示制动模式，即不同的制动信号对应不同的制动模式。电子调速器在接收到制动信号后，即可确定对永磁同步电机的制动模式。其中，制动模式可以包括能耗制动、再生制动等。进而，电子调速器可以根据制动信号所指示的不同制动模式，确定不同的第一控制信号和第二控制信号。

可选地，制动信号还可以用于指示是否对多个永磁同步电机进行同步制动。若制动信号指示多个永磁同步电机可以进行同步制动，则可以执行步骤

302。若制动信号未指示，或制动信号指示多个永磁同步电机不进行同步制动，则电子调速器可以停止向永磁同步电机提供电流，进而致使该永磁同步电机基于惯性逐渐减小转速，或者，电子调速器向永磁同步电机提供控制信号，使永磁同步电机内基于该控制信号产生制动力矩，在制动力矩的作用下，永磁同步电机逐渐减小转速，以达到通过电子调速器控制永磁电机制动的效果。

步骤 302，所述电子调速器向所述永磁同步电机发送第一控制信号，所述第一控制信号用于控制所述永磁同步电机在第一预设时段内减小转速至预设转速范围内。

示例性地，电子调速器在接收到制动信号后，若该电子调速器控制上述多个永磁同步电机中的 2 个或以上永磁同步电机时，该电子调速器向该 2 个或以上永磁同步电机同时发送第一控制信号。进而，可以控制这 2 个或以上永磁同步电机的转速在第一预设时段内减小至预设转速范围内。以实现电机同步制动的第一个阶段。若每个电子调速器各控制多个永磁同步电机中的一个永磁同步电机，则每个电子调速器可以在同一时刻向其所控制的永磁同步电机发送第一控制信号，从而可以控制各永磁同步电机的转速在第一预设时段内减小至预设转速范围内。其中，该时刻可以是预设的，或者是飞行控制器所指示的，在此不予限定。

示例性地，第一控制信号可以是脉冲宽度调制（Pulse Width Modulation, PWM）信号，或是脉冲相位调制（Pulse Phase Modulation, PPM）信号等，在此不予限定。

可选地，第一控制信号的占空比可以由第一预设时段及预设转速范围确定。即电子调速器可以通过确定第一控制信号的占空比，达到永磁同步电机的转速在第一预设时段内减小至预设转速范围内的效果。在此种情况下，第一控制信号的占空比可以是预设的，电子调速器通过调用预设的占空比参数，来确定第一控制信号。

或者，第一控制信号的占空比可以由永磁同步电机在受上述控制信号控制之前的初始转速、第一预设时段和第一预设转速范围确定的。具体地，电子调速器在接收到飞行控制器发送的制动信号后，检测永磁同步电机的转速，该转速可以理解为是初始转速。电子调速器根据该初始转速，并根据该永磁同步电

机在第一预设时段所要达到的第一预设转速范围，确定第一控制信号的占空比。在此种情况下，电子调速器可以根据永磁同步电机的实际转速确定第一控制信号的占空比。

步骤 303，在所述第一预设时段结束后，所述电子调速器向所述永磁同步电机发送第二控制信号，所述第二控制信号用于控制所述永磁同步电机在第二预设时段内停止转动。

示例性地，在第一预设时段结束后，永磁同步电机的转速已在第一预设转速范围内。进而，电子调速器可以向该永磁同步电机发送第二控制信号，该第二控制信号可以控制永磁同步电机在第二预设时段内停止转动。

其中，在永磁同步电机中，基于第一控制信号所产生的制动力矩小于基于第二控制信号所产生的制动力矩。基于第二控制信号所产生的制动力矩可以实现永磁同步电机在短时间内停止转动。在此，停止转动是指永磁同步电机的转速为 0 或者转速不足以驱动螺旋桨。进而实现了在肉眼观察的情况下，多个永磁同步电机同步制动，即螺旋桨同时停止转动的效果。

示例性地，该第二控制信号的占空比可以是预设的。

本申请实施例中，电子调速器在接收到飞行控制器发送的对多个永磁同步电机的制动信号后，可以向该多个永磁同步电机中的永磁同步电机发送第一控制信号，该第一控制信号可以用于控制永磁同步电机在第一预设时段内减小转速至预设转速范围。在第一预设时段结束后，该电子调速器还可以向永磁同步电机发送第二控制信号，该第二控制信号可以用于控制该永磁同步电机在第二预设时段内停止转动。通过上述方式，可以保证多电机停机的一致性，进而避免多电机的不同损耗，保证了无人机的飞行平衡，并提升了无人机使用体验。

下面结合图 4，对上述实现方式进行说明。图 4 是本申请实施例提供的一种多永磁同步电机接收到控制信号后的转速变化示意图。

如图 4 所示，x 轴代表时间，y 轴代表永磁同步电机的转速。其中，曲线 A 代表永磁同步电机 A 的转速变化曲线，曲线 B 代表永磁同步电机 B 的转速变化曲线。当然，无人机中可以包括多个用于驱动螺旋桨的永磁同步电机，在此仅以其中的 2 个永磁同步电机为例进行说明。

其中，上述 2 个永磁同步电机可以受控于一个电子调速器，或各自受控于

一个对应的电子调速器，在此不予限定。

图 4 所示，在初始时刻 t_1 ，永磁同步电机 A 的初始转速与永磁同步电机 B 的初始转速不同。其中，时刻 t_1 至时刻 t_2 的时段 T1 即为第一预设时段。时刻 t_2 至时刻 t_3 的时段 T2 即为第二预设时段。曲线 A 中时段 T1 对应的曲线即为永磁同步电机 A 在第一控制信号控制下的转速下降曲线。同理，曲线 B 中时段 T1 对应的曲线即为永磁同步电机 B 在第一控制信号控制下转速下降曲线。在时段 T1 内，永磁同步电机 A 及永磁同步电机 B 均基于第一控制信号产生第一制动力矩，致使其转速下降。其中，该第一制动力矩的作用时段即为时段 T1。在第一控制信号的作用下，曲线 A 与曲线 B 中在 t_2 时刻对应的转速均已落入预设转速范围内。该预设转速范围在图 4 中体现为转速 RS1 至转速 RS2 之间的转速范围。从时刻 t_2 开始，永磁同步电机 A 及永磁同步电机 B 均受控于第二控制信号，基于第二控制信号产生第二制动力矩，致使其停止转动。其中，第二制动力矩的作用时段即为时段 T2。其中，第二制动力矩大于第一制动力矩。通过上述方式，如图所示，可以使永磁同步电机 A 和永磁同步电机 B 几乎在同一时刻下，停止转动。进而，通过两个阶段的控制信号，可以实现多电机同步停机。

请参阅图 5，图 5 是本申请实施例提供的另一个永磁同步电机制动方法的流程示意图。如图 5 所示，该方法至少包括以下步骤。

步骤 501，电子调速器接收飞行控制器发送的对永磁同步电机进行制动的信号。

步骤 502，所述电子调速器确定对所述永磁同步电机的制动模式。

示例性地，该制动模式可以是飞行控制器通过上述制动信号所指示的，或者是预设的，在此不予限定。其中，制动模式可以包括能耗制动、反接制动、再生制动等，在此不予限定。

步骤 503，所述电子调速器确定与所述制动模式对应的所述第一控制信号和第二控制信号。

示例性地，不同的制动模式可对应不同的第一控制信号和第二控制信号。

例如，在能耗制动模式下，控制信号的占空比与永磁同步电机基于控制信号生成的制动力矩成正比。在此种情况下，第一控制信号的占空比小于第二控

制信号的占空比；从而使永磁同步电机的第一制动力矩小于第二制动力矩。其中，第一制动力矩是永磁同步电机基于第一控制信号产生的，第二制动力矩是永磁同步电机基于第二控制信号产生的。

5 或者，在再生制动模式下，控制信号的占空比与永磁同步电机基于控制信号生成的制动力矩成反比。在此种情况下，第一控制信号的占空比大于第二控制信号的占空比。

步骤 504，所述电子调速器向所述永磁同步电机发送第一控制信号，所述第一控制信号用于控制所述永磁同步电机在第一预设时段内减小转速至预设转速范围内。

10 步骤 505，所述电子调速器在所述第一预设时段结束后，向所述永磁同步电机发送第二控制信号，所述第二控制信号用于控制所述永磁同步电机在第二预设时段内停止转动。

下面结合图 2 对永磁同步电机基于控制信号生成制动力矩的具体实现方式进行说明。

15 请参阅图 2，图 2 示出了一种永磁同步电机的驱动电路的示意图。该驱动电路可以是三相全桥电路。第一控制信号与第二控制信号通过控制驱动电路中驱动开关 Q1 至 Q6 中的一个或多个开关闭合，来控制永磁同步电机产生制动力矩。其中，AHDriver，ALDriver，BHDriver，BLDriver，CHDriver，CLDriver 分别是上述驱动开关中的控制信号输入端。

20 电子调速器向永磁同步电机发送第一控制信号时，可以将第一控制信号分别输入至 ALDriver，BLDriver，CLDriver 端。同时，驱动开关 Q1，Q3，Q5 关闭。由此，在第一控制信号的驱动下，驱动开关 Q2，Q4，Q6 同时导通关闭，导通时将永磁同步电机的 A、B、C 三相短接，使电机的定子绕组形成电流回路，在绕组的反电动势驱动下产生制动电流，从而产生第一制动力矩，阻止连接螺旋桨的转子转动。其中，第一控制信号的作用时段为第一预设时段。

25 在第一预设时段结束后，第二控制信号通过两种不同的作用方式，均可使永磁同步电机生成第二制动力矩。

方式一，第二控制信号可用于控制永磁同步电机的三相短接。如图 2 所示，第二控制信号的占空比可以为 100%，或者，第二控制信号的占空比可以

设置为能够使永磁同步电机的 A、B、C 三相在第二预设时段内短接。即控制驱动开关 Q2, Q4, Q6 在第二预设时段内导通。在此情况下, 永磁同步电机根据其内的能耗产生第二制动力矩, 进而可以使永磁同步电机在第二制动力矩的作用下停止转动。

5 方式二, 第二控制信号可用于控制永磁同步电机的三相输入有制动电流, 永磁同步电机在该制动电流的作用下, 产生第二制动力矩, 进而可以使永磁同步电机在第二制动力矩的作用下停止转动。

10 通过上述方式, 电子调速器可以基于不同的制动模式, 确定与制动模式对应的第一控制信号和第二控制信号。从而, 可以使电子调速器的控制方式更加灵活。

请参阅图 6, 图 6 是本申请实施例提供的一种永磁同步电机制动装置的单元组成图。如图 6 所示, 该永磁同步制动装置 600 可以包括输入单元 601、处理单元 603 及输出单元 605。

15 其中, 输入单元 601, 用于接收飞行控制器发送的对永磁同步电机进行制动的信号;

输出单元 605, 用于向所述永磁同步电机发送第一控制信号, 所述第一控制信号用于控制所述永磁同步电机在第一预设时段内减小转速至预设转速范围内;

20 所述输出单元 605, 还用于在所述第一预设时段结束后, 向所述永磁同步电机发送第二控制信号, 所述第二控制信号用于控制所述永磁同步电机在第二预设时段内停止转动。

可选地, 处理单元 603 用于:

确定对所述永磁同步电机的制动模式;

确定与所述制动模式对应的所述第一控制信号和第二控制信号。

25 当然, 上述功能单元还用于执行上述实施例中电子调速器所执行的任意一种方法, 在此不予赘述。

上述功能单元的功能可由电子调速器的具体硬件结构、或存储中存储的计算机指令、或二者结合实现, 在此不予限定。

请参阅图 7, 图 7 是本申请实施例提供的一种电子调速器的结构示意图。

如图 7 所示,电子调速器 700 可以包括存储器 701、处理器 703 和通信接口 705。其中,处理器 703 分别和存储器 701 与通信接口 705 耦合。

存储器 703 用于存储程序代码、计算机指令和数据;处理器 703 用于调用计算机指令和数据以执行上述电子调速器所执行的任意一种方法;通信接口 5 705 用于在处理器 703 的控制下与飞行控制器或永磁同步电机进行信号交互。

处理器 703 还可以包括中央处理单元(CPU, Central Processing Unit)。或者,处理器 703 也可以理解为是控制器。

存储单元 701 可以包括只读存储器和随机存取存储器,并向处理器 703 提供指令和数据等。存储单元 701 的一部分还可包括非易失性随机存取存储 10 器。具体的应用中各组件例如通过总线系统耦合在一起。总线系统除了可包括数据总线之外,还可以包括电源总线、控制总线和状态信号总线等。但是为了清楚说明起见,在图中将各种总线都标为总线系统 707。

上述本发明实施例揭示的方法可由处理器 703 实现。处理器 703 可能是一种集成电路芯片,具有信号的处理能力。在实现过程中,上述方法的各步骤可以 15 通过处理器 703 中的硬件的集成逻辑电路或者软件形式的指令完成。其中,上述处理器 703 可以是通用处理器、数字信号处理器、专用集成电路、现成可编程门阵列或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件。处理器 703 可以实现或者执行本发明实施例中的公开的各方法、步骤及逻辑框图。处理器 703 可以是图像处理器、微处理器或者该处理器也可以是任 20 何常规的处理器等。结合本发明实施例所公开的方法的步骤可以直接体现为硬件译码处理器执行完成,或者用译码处理器中的硬件及软件模块组合执行完成。软件模块可以位于随机存储器,闪存、只读存储器,可编程只读存储器或者电可擦写可编程存储器、寄存器等本领域成熟的存储介质中。该存储介质位于存储单元 701,例如处理器 703 可读取存储单元 701 中的程序代码、计算机 25 指令或数据,结合其硬件完成电子调速器所执行的上述方法的步骤。

以上所述仅为本发明的实施方式,并非因此限制本发明的专利范围,凡是利用本发明说明书及附图内容所作的等效结构或等效流程变换,或直接或间接运用在其他相关的技术领域,均同理包括在本发明的专利保护范围内。

权利要求

1、一种永磁同步电机制动方法，所述方法应用于电子调速器上，其特征在于，包括：

5 接收飞行控制器发送的对永磁同步电机进行制动的信号；

向所述永磁同步电机发送第一控制信号，所述第一控制信号用于控制所述永磁同步电机在第一预设时段内减小转速至预设转速范围内；

在所述第一预设时段结束后，向所述永磁同步电机发送第二控制信号，所述第二控制信号用于控制所述永磁同步电机在第二预设时段内停止转动。

10 2、根据权利要求1所述方法，其特征在于，所述方法还包括：

确定对所述永磁同步电机的制动模式；

确定与所述制动模式对应的所述第一控制信号和第二控制信号。

3、根据权利要求2所述方法，其特征在于，

15 若所述制动模式为能耗制动，所述第一控制信号的占空比小于所述第二控制信号的占空比；

若所述制动模式为再生制动，所述第一控制信号的占空比大于所述第二控制信号的占空比。

4、根据权利要求1-3任一项所述方法，其特征在于，

20 所述第一控制信号的占空比是根据所述第一预设时段以及所述预设转速范围确定的；或者，

所述第一控制信号的占空比是根据所述永磁同步电机的初始转速、所述第一预设时段和所述第一预设转速范围确定的。

5、根据权利要求1-4任一项所述方法，其特征在于，

25 所述第二控制信号用于控制所述永磁同步电机的三相短接，以控制所述永磁同步电机在所述第二预设时段内停止转动；或者，

所述第二控制信号用于控制所述永磁同步电机的三相输入有制动电流，以控制所述永磁同步电机在所述第二预设时段内停止转动。

6、根据权利要求1-5任一项所述方法，其特征在于，所述永磁同步电机为至少2个，则所述接收所述飞行控制器发送的对所述永磁同步电机进行制动

的信号，包括：

接收所述飞行控制器发送的对所述至少 2 个永磁同步电机进行制动的信号；

所述向所述永磁同步电机发送所述第一控制信号，包括：

5 向所述至少 2 个永磁同步电机中的至少 1 个永磁同步电机发送所述第一控制信号。

7、根据权利要求 6 所述方法，其特征在于，所述电子调速器用于控制至少 1 个永磁同步电机；

10 则，所述向所述至少 2 个永磁同步电机中的至少 1 个永磁同步电机发送所述第一控制信号，包括：

向所述电子调速器所控制的所述至少 1 个永磁同步电机发送所述第一控制信号。

8、一种永磁同步电机制动装置，其特征在于，包括：

15 输入单元，用于接收飞行控制器发送的对永磁同步电机进行制动的信号；

输出单元，用于向所述永磁同步电机发送第一控制信号，所述第一控制信号用于控制所述永磁同步电机在第一预设时段内减小转速至预设转速范围内；

20 所述输出单元，还用于在所述第一预设时段结束后，向所述永磁同步电机发送第二控制信号，所述第二控制信号用于控制所述永磁同步电机在第二预设时段内停止转动。

9、根据权利要求 8 所述装置，其特征在于，还包括处理单元，所述处理单元用于：

确定对所述永磁同步电机的制动模式；

确定与所述制动模式对应的所述第一控制信号和第二控制信号。

25 10、根据权利要求 9 所述装置，其特征在于，

若所述制动模式为能耗制动，所述第一控制信号的占空比小于所述第二控制信号的占空比；

若所述制动模式为再生制动，所述第一控制信号的占空比大于所述第二控制信号的占空比。

11、根据权利要求 8-10 任一项所述装置，其特征在于，

所述第一控制信号的占空比是根据所述第一预设时段以及所述预设转速范围确定的；或者，

5 所述第一控制信号的占空比是根据所述永磁同步电机的初始转速、所述第一预设时段和所述第一预设转速范围确定的。

12、根据权利要求 8-11 任一项所述装置，其特征在于，

所述第二控制信号用于控制所述永磁同步电机的三相短接，以控制所述永磁同步电机在所述第二预设时段内停止转动；或者，

10 所述第二控制信号用于控制所述永磁同步电机的三相输入有制动电流，以控制所述永磁同步电机在所述第二预设时段内停止转动。

13、根据权利要求 8-12 任一项所述装置，其特征在于，所述永磁同步电机为至少 2 个，则所述输入单元用于：

接收所述飞行控制器发送的对所述至少 2 个永磁同步电机进行制动的信号；

15 所述向所述永磁同步电机发送所述第一控制信号，包括：

向所述至少 2 个永磁同步电机中的至少 1 个永磁同步电机发送所述第一控制信号。

14、根据权利要求 13 所述装置，其特征在于，所述电子调速器控制至少 1 个永磁同步电机，则所述输入单元用于：

20 向所述电子调速器所控制的所述至少 1 个永磁同步电机发送所述第一控制信号。

15、一种电子调速器，其特征在于，包括：

存储器；以及

25 与所述存储器耦合的处理器；

其中，所述存储器用于存储计算机指令；

所述处理器用于调用所述计算机指令，以执行以下方法：

接收飞行控制器发送的对多个永磁同步电机的制动信号；

向所述多个永磁同步电机中的永磁同步电机发送第一控制信号，所述第一

控制信号用于控制所述永磁同步电机在第一预设时段内减小转速至预设转速范围内；

在所述第一预设时段结束后，向所述永磁同步电机发送第二控制信号，所述第二控制信号用于控制所述永磁同步电机在第二预设时段内停止转动。

5 16、根据权利要求 15 所述的电子调速器，其特征在于，所述处理器还用于调用所述计算机指令，以执行以下方法：

确定对所述永磁同步电机的制动模式；

确定与所述制动模式对应的所述第一控制信号和第二控制信号。

17、根据权利要求 16 所述的电子调速器，其特征在于：

10 若所述制动模式为能耗制动，所述第一控制信号的占空比小于所述第二控制信号的占空比；

若所述制动模式为再生制动，所述第一控制信号的占空比大于所述第二控制信号的占空比。

18、根据权利要求 15-17 任一项所述的电子调速器，其特征在于：

15 所述第一控制信号的占空比是根据所述第一预设时段以及所述预设转速范围确定的；或者，

所述第一控制信号的占空比是根据所述永磁同步电机的初始转速、所述第一预设时段和所述第一预设转速范围确定的。

20 19、根据权利要求 15-18 任一项所述的电子调速器，其特征在于，所述第二控制信号用于控制所述永磁同步电机的三相短接，以控制所述永磁同步电机在所述第二预设时段内停止转动；或者，

所述第二控制信号用于控制所述永磁同步电机的三相输入有制动电流，以控制所述永磁同步电机在所述第二预设时段内停止转动。

25 20、根据权利要求 15-19 任一项所述的电子调速器，其特征在于，所述永磁同步电机为至少 2 个，则所述处理器执行所述接收所述飞行控制器发送的对所述永磁同步电机进行制动的信号，包括：

接收所述飞行控制器发送的对所述至少 2 个永磁同步电机进行制动的信号；

所述向所述永磁同步电机发送所述第一控制信号，包括：

向所述至少 2 个永磁同步电机中的至少 1 个永磁同步电机发送所述第一控制信号。

21、根据权利要求 20 所述的电子调速器，其特征在于，所述电子调速器控制至少 1 个永磁同步电机，则所述处理器执行所述向所述至少 2 个永磁同步电机中的至少 1 个永磁同步电机发送所述第一控制信号，包括：

向所述电子调速器所控制的所述至少 1 个永磁同步电机发送所述第一控制信号。

22、一种无人机，其特征在于，包括：

10

中心机壳；

机臂，所述机臂与所述中心机壳连接；

永磁同步电机，所述永磁同步电机设置在所述机臂上；

飞行控制器，所述飞行控制器设置在所述中心机壳或所述机臂内；以及，

15 电子调速器，所述电子调速器设置在所述中心机壳或所述机臂内，所述电子调速器与所述飞行控制器电连接，所述电子调速器与所述永磁同步电机电连接；

其中，所述飞行控制器用于向所述电子调速器发送对所述永磁同步电机的制动信号；

所述电子调速器用于执行如权利要求 1-7 任一项所述方法。

20

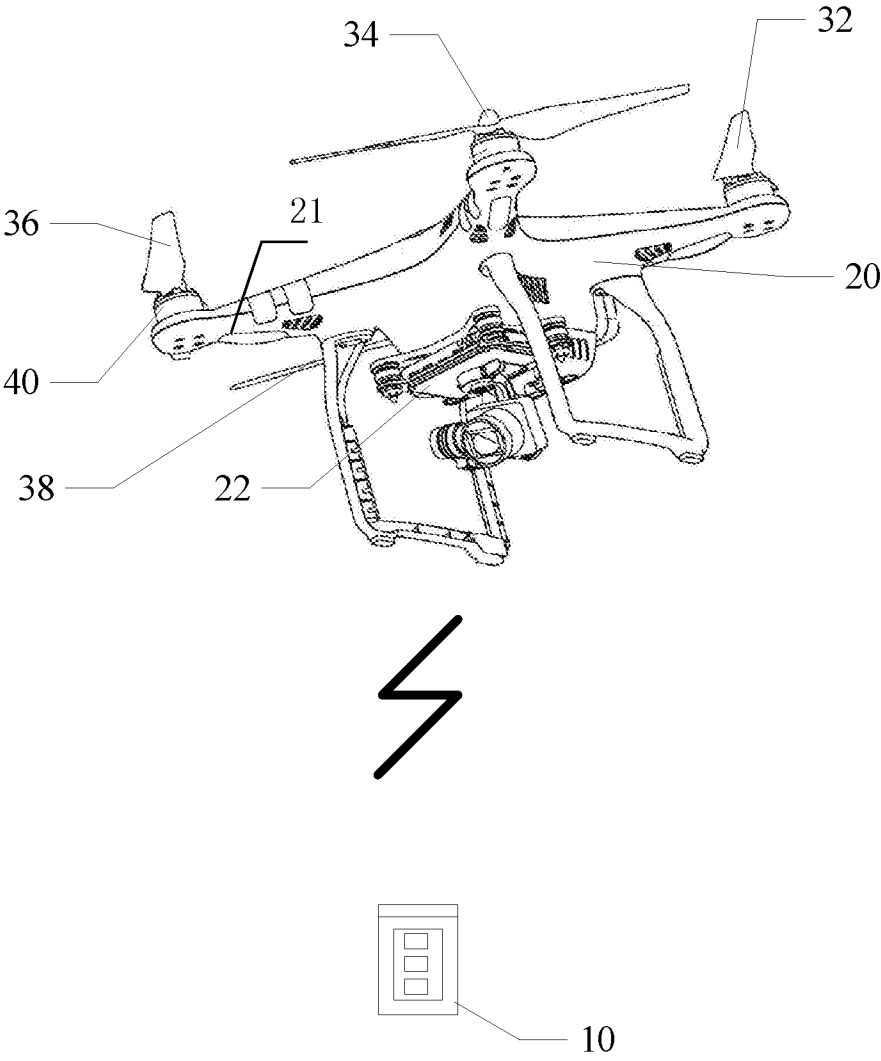


图 1

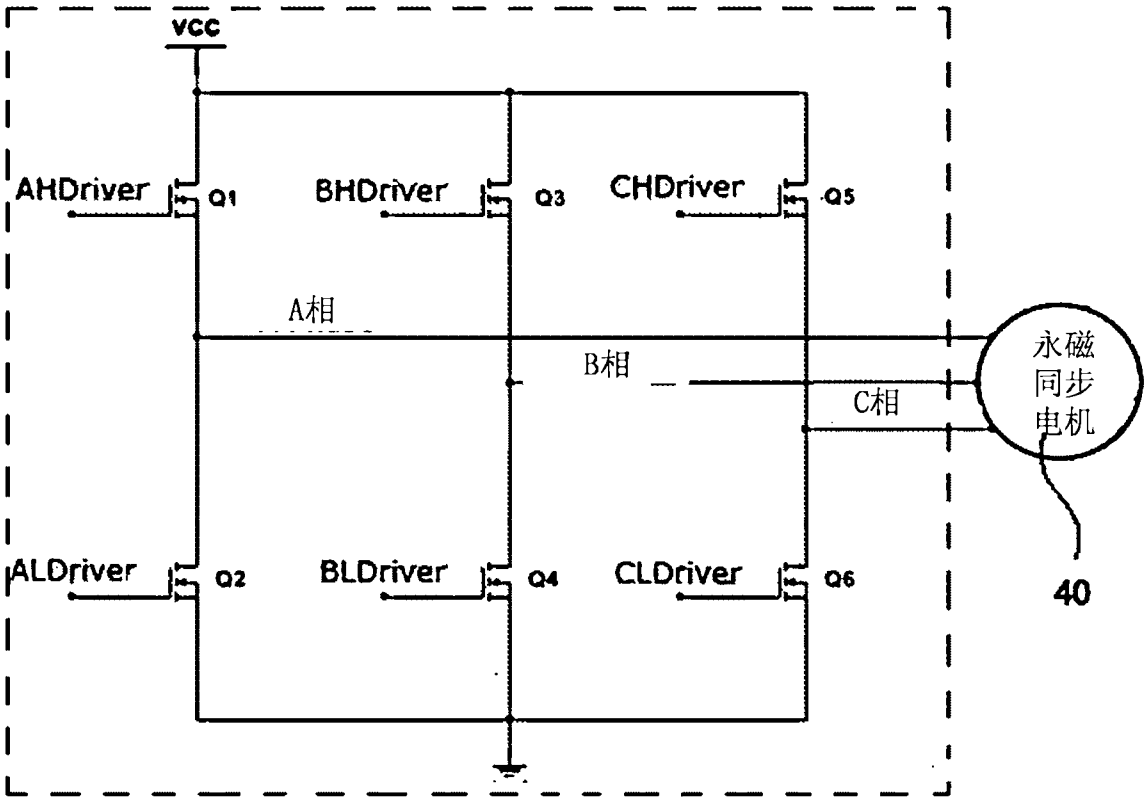


图 2

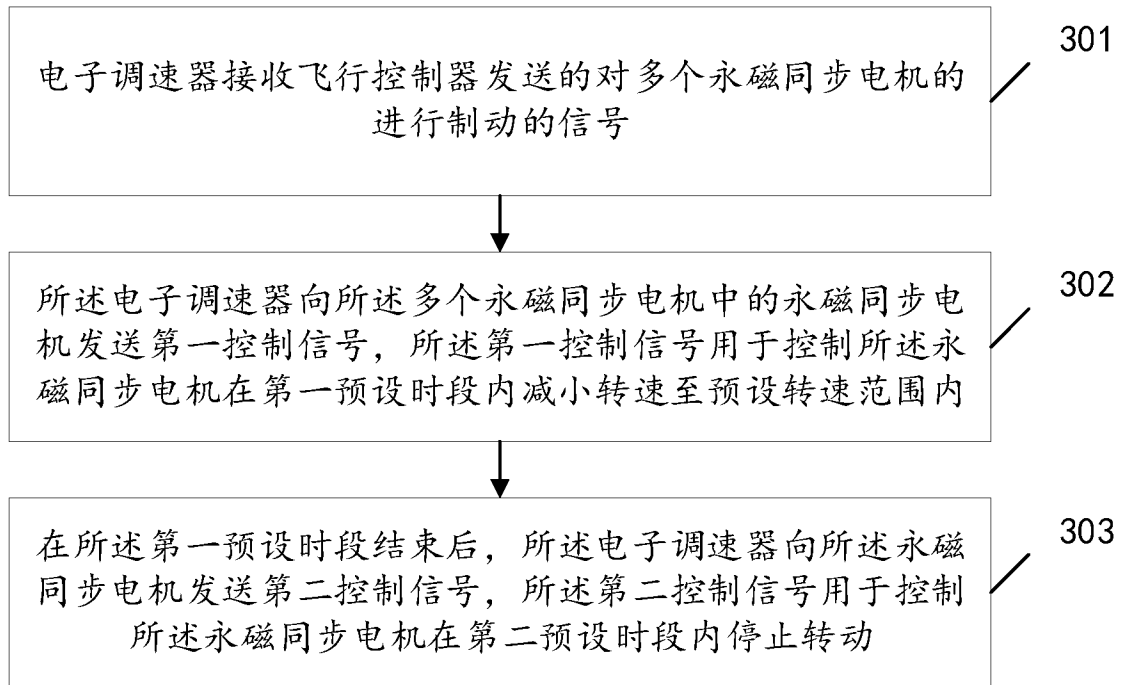


图 3

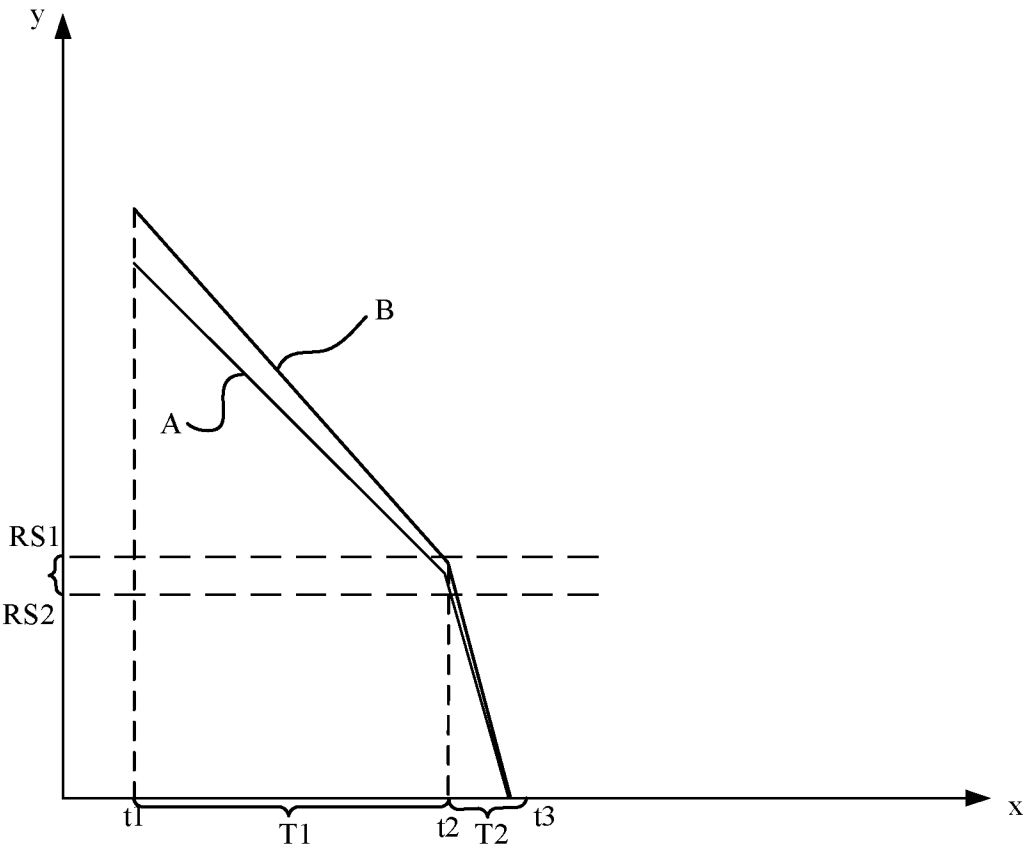


图 4

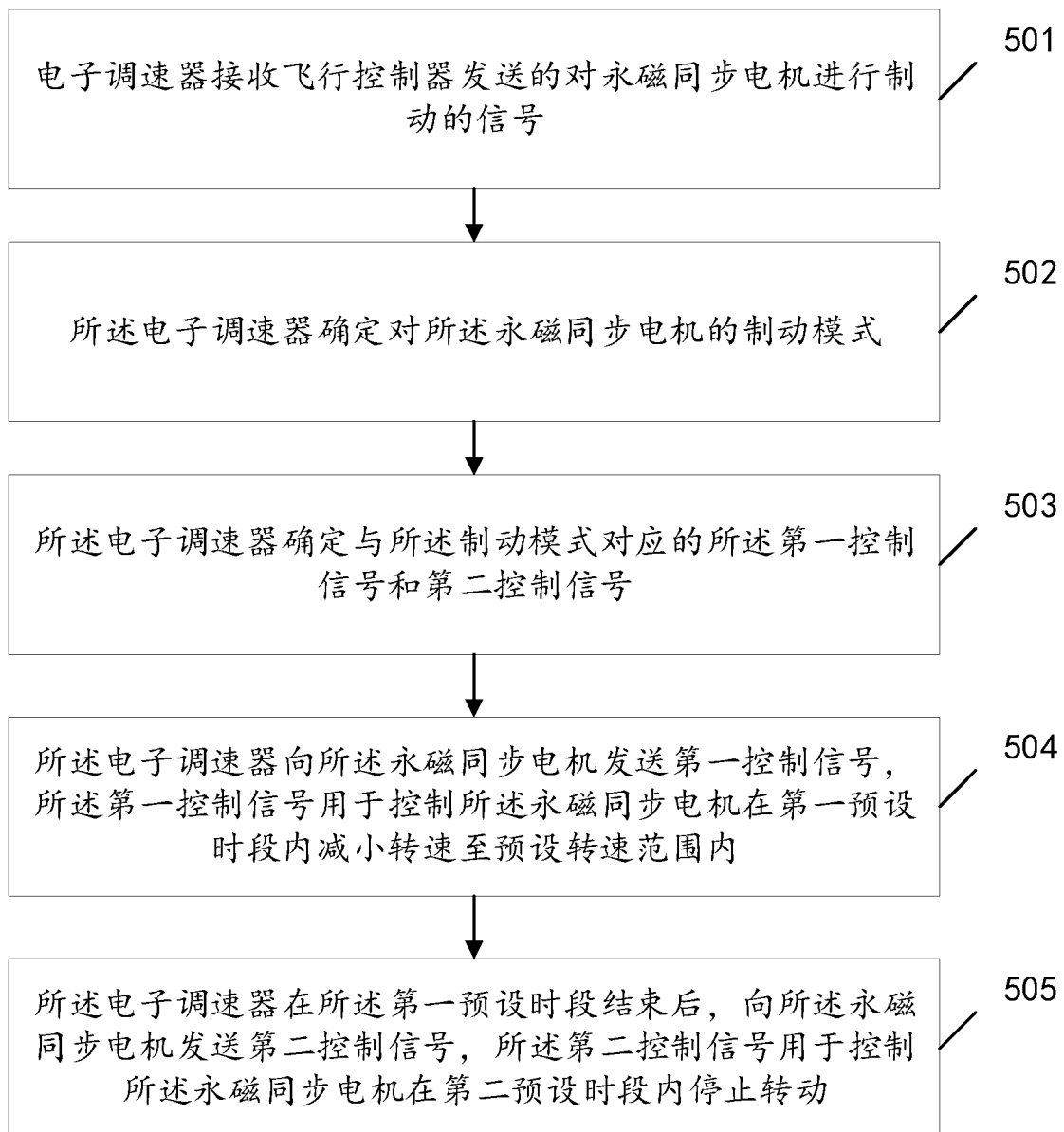


图 5

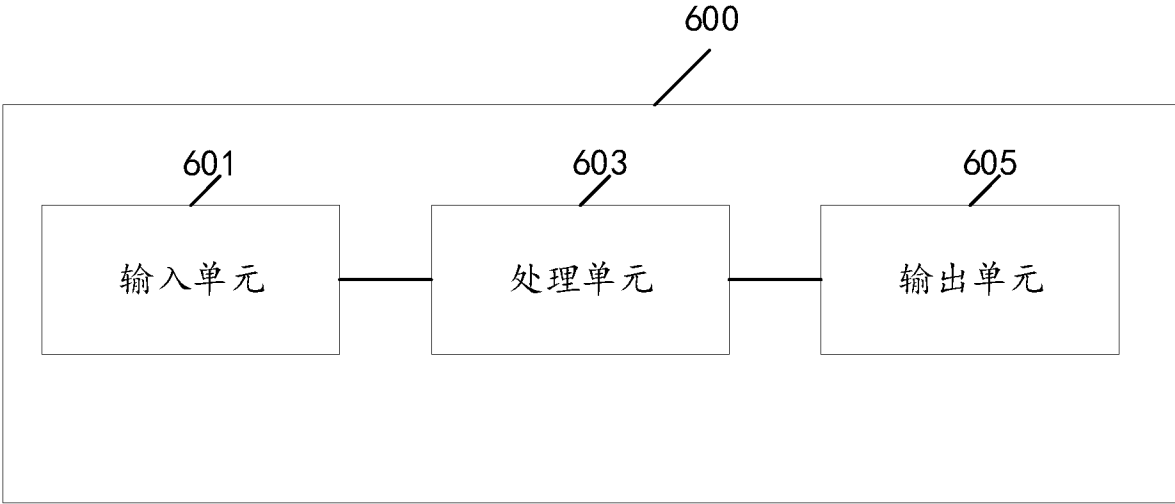


图 6

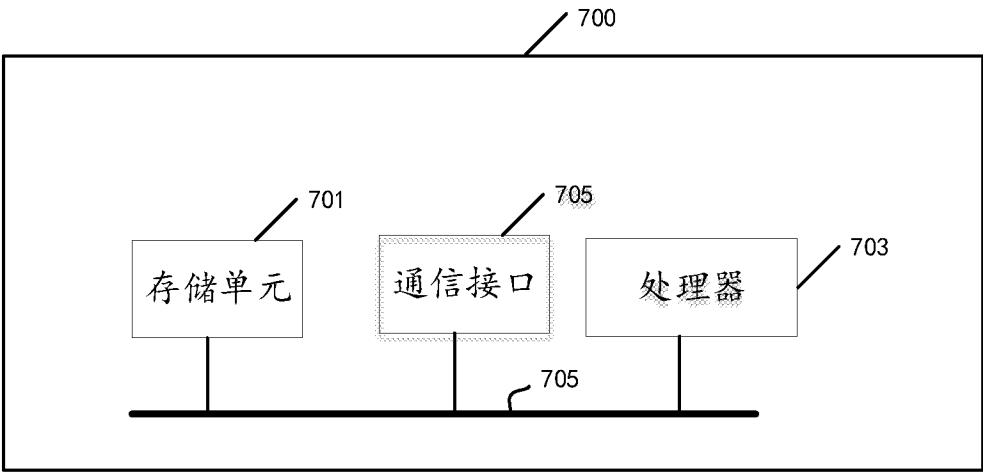


图 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/111681

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02P 6/24 (2006.01) 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)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: 电机, 电动机, 转动, 制动, 停止, 第一, 第二, 控制, 减小, 二, 两, 阶段, 步, 组, 占空比, motor, engine, brake, stop, retard, control, first, second, reduce, decrease, duty, cycle, ratio

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 106655921 A (SHENZHEN AUTEL INTELLIGENT AVIATION TECHNOLOGY CO., LTD.) 10 May 2017 (10.05.2017), claim 1, description, paragraphs [0053]-[0128], and figures 1-7	1-22
Y	JP 2015162945 A (CANON K. K.) 07 September 2015 (07.09.2015), description, paragraphs [0006]-[0009], claims 1-6, and figure 1	1, 2, 5-9, 12-16, 19-22
Y	CN 204425215 U (KUNSHAN YUNEEC ELECTRIC ENERGY MOTION TECHNOLOGY CO., LTD.) 24 June 2015 (24.06.2015), description, paragraphs [0003]-[0018], and figure 1	1, 2, 5-9, 12-16, 19-22
A	CN 105480116 A (SHANGHAI YINGGUANG ELECTRONIC TECHNOLOGY CO., LTD.) 13 April 2016 (13.04.2016), entire document	1-22

☒ 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 29 December 2017	Date of mailing of the international search report 31 January 2018
Name and mailing address of the ISA 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 ZHAO, Hui Telephone No. (86-10) 62413128

INTERNATIONAL SEARCH REPORTInternational application No.
PCT/CN2017/111681

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 105656382 A (CRRC DALIAN ELECTRIC TRACTION R & D CENTER CO., LTD.) 08 June 2016 (08.06.2016), entire document	1-22
A	JP 2000209892 A (SONY CORP.) 28 July 2000 (28.07.2000), entire document	1-22

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2017/111681

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 106655921 A	10 May 2017	None	
JP 2015162945 A	07 September 2015	None	
CN 204425215 U	24 June 2015	None	
CN 105480116 A	13 April 2016	None	
CN 105656382 A	08 June 2016	None	
JP 2000209892 A	28 July 2000	JP 4269380 B2	27 May 2009

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/111681

A. 主题的分类 H02P 6/24 (2006.01) 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)) CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: 电机, 电动机, 转动, 制动, 停止, 第一, 第二, 控制, 减小, 二, 两, 阶段, 步, 组, 占空比, motor, engine, brake, stop, retard, control, first, second, reduce, decrease, duty, cycle, ratio		
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
PX	CN 106655921 A (深圳市道通智能航空技术有限公司) 2017年 5月 10日 (2017 - 05 - 10) 权利要求1、说明书第[0053]-[0128]段、图1-7	1-22
Y	JP 2015162945 A (CANON K.K.) 2015年 9月 7日 (2015 - 09 - 07) 说明书第[0006]-[0009]段、权利要求1-6、图1	1-2, 5-9, 12-16, 19-22
Y	CN 204425215 U (昆山优力电能运动科技有限公司) 2015年 6月 24日 (2015 - 06 - 24) 说明书第[0003]-[0018]段、图1	1-2, 5-9, 12-16, 19-22
A	CN 105480116 A (上海菱光电子科技有限公司) 2016年 4月 13日 (2016 - 04 - 13) 全文	1-22
A	CN 105656382 A (中车大连电力牵引研发中心有限公司) 2016年 6月 8日 (2016 - 06 - 08) 全文	1-22
A	JP 2000209892 A (SONY CORP.) 2000年 7月 28日 (2000 - 07 - 28) 全文	1-22
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 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 2017年 12月 29日		国际检索报告邮寄日期 2018年 1月 31日
ISA/CN的名称和邮寄地址 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		受权官员 赵慧 电话号码 (86-10)62413128

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/111681

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	106655921	A	2017年 5月 10日	无	
JP	2015162945	A	2015年 9月 7日	无	
CN	204425215	U	2015年 6月 24日	无	
CN	105480116	A	2016年 4月 13日	无	
CN	105656382	A	2016年 6月 8日	无	
JP	2000209892	A	2000年 7月 28日	JP 4269380 B2	2009年 5月 27日