

(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8月3日 (03.08.2017)



(10) 国际公布号
WO 2017/128052 A1

- (51) 国际专利分类号:
B64D 27/24 (2006.01) **H02P 27/02** (2016.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2016/072219
- (22) 国际申请日: 2016年1月26日 (26.01.2016)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (71) 申请人: 深圳市大疆创新科技有限公司 (SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新区南区粤兴一道9号香港科大深圳产学研大楼6楼, Guangdong 518057 (CN)。
- (72) 发明人: 蓝求 (LAN, Qiu); 中国广东省深圳市南山区高新区南区粤兴一道9号香港科大深圳产学研大楼6楼, Guangdong 518057 (CN)。 周长兴 (ZHOU, Changxing); 中国广东省深圳市南山区高新区南区粤兴一道9号香港科大深圳产学研大楼6楼, Guangdong 518057 (CN)。
- (74) 代理人: 北京同立钧成知识产权代理有限公司 (LEADER PATENT & TRADEMARK FIRM); 中国北京市海淀区西直门北大街32号枫蓝国际A座8F-6, Beijing 100082 (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, 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, KN, KP, KR, 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: UNMANNED AERIAL VEHICLE AND ELECTRICAL MOTOR CONTROL CHIP AND ELECTRONIC GOVERNOR THEREOF

(54) 发明名称: 无人飞行器及其电机控制芯片、电子调速器

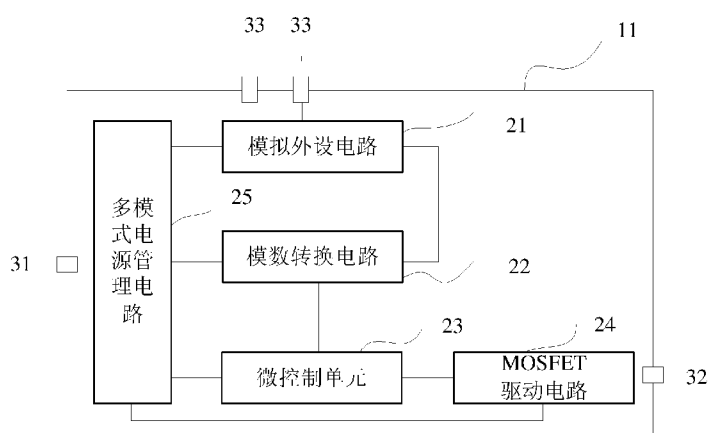


图 1

21 ANALOGUE PERIPHERAL CIRCUIT
22 ANALOGUE-TO-DIGITAL CONVERSION CIRCUIT
23 MICRO-CONTROL UNIT
24 MOSFET DRIVING CIRCUIT
25 MULTI-MODE POWER MANAGEMENT CIRCUIT

(57) Abstract: An unmanned aerial vehicle and an electrical motor control chip and an electronic governor thereof. The electrical motor control chip comprises: an encapsulation case (11), an analogue peripheral circuit (21) encapsulated in the encapsulation case (11), an analogue-to-digital conversion circuit (22), a micro-control unit (23), a MOSFET driving circuit (24) and a multi-mode power management circuit (25). By integrating the analogue peripheral circuit (21), the analogue-to-digital conversion circuit (22), the micro-control unit (23), the MOSFET driving circuit (24) and the multi-mode power management circuit (25) into a chip, the problem that a connection relationship between chips is unstable, caused by many solder joints when a plurality of chips are interconnected, can be avoided.

(57) 摘要: 一种无人飞行器及其电机控制芯片、电子调速器。电机控制芯片包括: 封装壳(11)、被封装在封装壳(11)内的模拟外设电路(21)、模数转换电路(22)、微控制单元(23)、MOSFET驱动电路(24)和多模式电源管理电路(25)。通过将模拟外设电路(21)、模数转换电路(22)、微控制单元(23)、MOSFET驱动电路(24)和多模式电源

管理电路(25)集成在一个芯片中, 可以避免多个芯片在相互连接时焊点较多、从而导致芯片之间连接关系不稳定的问题。

无人飞行器及其电机控制芯片、电子调速器

技术领域

- 5 本发明涉及无人飞行器的控制元件，尤其涉及无人飞行器的电机控制芯片、电子调速器以及飞行器。

背景技术

- 10 随着电子技术和通信技术的迅猛发展，越来越多的飞行器、机器人等被制造。电子调速器是用于驱动飞行器的电机的组件，而用于电机控制的芯片则更是电子调速器的重要核心部件。

- 15 现有技术中，对于飞行器中的每个旋翼而言，控制电机转速的控制芯片，给控制芯片供电的电压管理芯片，以及向电机提供驱动信号的 MOSFET 驱动芯片均设置在该与旋翼连接的连接臂的内腔中。其中，控制芯片与电压管理芯片连接，进一步的，电压管理芯片还与 MOSFET 驱动芯片连接，然而上述控制芯片、电压管理芯片以及 MOSFET 驱动芯片之间的连接关系致使上述芯片之间的连接线路复杂，焊点较多，容易导致芯片之间的连接关系不稳定，从而影响飞行器的正常使用。

20 发明内容

针对现有技术中的上述缺陷，本发明提供一种用于解决现有技术中控制芯片、电压管理芯片以及 MOSFET 驱动芯片之间的连接关系致使上述芯片之间的连接线路复杂，焊点较多，容易导致芯片之间的连接关系不稳定，从而影响飞行器的正常使用的问题。

- 25 本发明的第一个方面是提供一种电机控制芯片，包括：

封装壳，所述封装壳上设有多个引脚，所述多个引脚包括电源引脚及信号输出引脚以及多个模拟信号输入引脚；

被封装在所述封装壳内的模拟外设电路、模数转换电路、微控制单元 MCU、MOSFET 驱动电路和多模式电源管理电路；

所述模拟外设电路用于采集电机运行信号；

其中，所述多模式电源管理电路的输入端与所述电源引脚电连接，所述多模式电源管理电路还分别与模拟外设电路、模数转换电路、微控制单元 MCU 以及 MOSFET 驱动电路电连接；

5 所述模拟外设电路与所述模数转换电路电连接，所述模数转换电路与所述微控制单元 MCU 电连接，所述微控制单元 MCU 与所述 MOSFET 驱动电路的输入端电连接；

所述 MOSFET 驱动电路的输出端与所述模拟信号输出引脚电连接，用于输出驱动信号给 MOSFET 电路；

10 所述模拟外设电路与其中一个所述模拟信号输入引脚电连接，用于接收所述控制芯片外部的模拟信号。

本发明的第二个方面提供一种电子调速器，包括：飞行器的电机控制芯片以及 MOSFET 电路；

其中，所述 MOSFET 电路，连接于所述电机控制芯片和所述电机之间；

15 所述飞行器的电机控制芯片包括：封装壳，所述封装壳上设有多个引脚，所述多个引脚包括电源引脚及信号输出引脚以及多个模拟信号输入引脚；

被封装在所述封装壳内的模拟外设电路、模数转换电路、微控制单元 MCU、MOSFET 驱动电路和多模式电源管理电路；

所述模拟外设电路用于采集电机运行信号；

20 其中，所述多模式电源管理电路的输入端与所述电源引脚电连接，所述多模式电源管理电路还分别与模拟外设电路、模数转换电路、微控制单元 MCU 以及 MOSFET 驱动电路电连接；

所述模拟外设电路与所述模数转换电路电连接，所述模数转换电路与所述微控制单元 MCU 电连接，所述微控制单元 MCU 与所述 MOSFET 驱动电
25 路的输入端电连接；

所述 MOSFET 驱动电路的输出端与所述模拟信号输出引脚电连接，用于输出驱动信号给 MOSFET 电路；所述模拟外设电路与其中一个所述模拟信号输入引脚电连接，用于接收所述控制芯片外部的模拟信号。

30 本发明的第三个方面提供一种无人飞行器，包括：电子调速器和与所述电子调速器连接的电机，所述电子调速器包括：飞行器的电机控制芯片以及

MOSFET 电路；

其中，所述 MOSFET 电路，连接于所述电机控制芯片和所述电机之间；

所述飞行器的电机控制芯片包括：封装壳，所述封装壳上设有多个引脚，所述多个引脚包括电源引脚及信号输出引脚以及多个模拟信号输入引脚；

5 被封装在所述封装壳内的模拟外设电路、模数转换电路、微控制单元 MCU、MOSFET 驱动电路和多模式电源管理电路；

所述模拟外设电路用于采集电机运行信号；

其中，所述多模式电源管理电路的输入端与所述电源引脚电连接，所述多模式电源管理电路还分别与模拟外设电路、模数转换电路、微控制单元

10 MCU 以及 MOSFET 驱动电路电连接；

所述模拟外设电路与所述模数转换电路电连接，所述模数转换电路与所述微控制单元 MCU 电连接，所述微控制单元 MCU 与所述 MOSFET 驱动电路的输入端电连接；

15 所述 MOSFET 驱动电路的输出端与所述模拟信号输出引脚电连接，用于输出驱动信号给 MOSFET 电路；

所述模拟外设电路与其中一个所述模拟信号输入引脚电连接，用于接收所述控制芯片外部的模拟信号。

20 本发明的无人飞行器及其电机控制芯片、电子调速器，在电机控制芯片中，模拟外设电路、模数转换电路、微控制单元 MCU、MOSFET 驱动电路和多模式电源管理电路集成在一个芯片中，与现有技术的多个芯片相比，简化了电路，可以避免现有技术中多个芯片在相互连接时焊点较多、从而导致芯片之间连接关系不稳定的问题。

本发明的第四个方面提供一种飞行器的电机控制芯片，所述电机控制芯片内部封装的电路包括：

25 用于采集电机运行信号的模拟外设电路；

用于将模拟信号转换数字信号的模数转换电路；

用于驱动 MOSFET 电路的 MOSFET 驱动电路；

用于输出多路电压的多模式电源管理电路；

30 与所述多模式电源管理电路、所述模数转换电路、MOSFET 驱动电路通信连接的微控制单元 MCU；

其中，所述多模式电源管理电路给所述模拟外设电路、所述模数转换电路、所述 MOSFET 驱动电路以及所述微控制单元 MCU 供电，并且所述微控制单元 MCU 通过所述多模式电源管理电路控制所述模拟外设电路、所述模数转换电路、所述 MOSFET 驱动电路供电的顺序。

5 本发明的第五个方面提供一种电子调速器，包括：飞行器的电机控制芯片以及 MOSFET 电路；

所述电机控制芯片内部封装的电路包括：

用于采集电机运行信号的模拟外设电路；

用于将模拟信号转换数字信号的模数转换电路；

10 用于驱动 MOSFET 电路的 MOSFET 驱动电路；

用于输出多路电压的多模式电源管理电路；

与所述多模式电源管理电路、所述模数转换电路、MOSFET 驱动电路通信连接的微控制单元 MCU；

其中，所述多模式电源管理电路给所述模拟外设电路、所述模数转换电
15 路、所述 MOSFET 驱动电路以及所述微控制单元 MCU 供电，并且所述微控制单元 MCU 通过所述多模式电源管理电路控制所述模拟外设电路、所述模数转换电路、所述 MOSFET 驱动电路供电的顺序。

本发明的第六个方面提供一种无人飞行器，包括：电子调速器和与所述电子调速器连接的电机，所述电子调速器包括：飞行器的电机控制芯片以及
20 MOSFET 电路；

其中，所述 MOSFET 电路连接于所述电机控制芯片和所述电机之间；

所述飞行器的电机控制芯片内部的封装电路包括：

用于采集电机运行信号的模拟外设电路；

用于将模拟信号转换数字信号的模数转换电路；

25 用于驱动 MOSFET 电路的 MOSFET 驱动电路；

用于输出多路电压的多模式电源管理电路；

与所述多模式电源管理电路、所述模数转换电路、MOSFET 驱动电路通信连接的微控制单元 MCU；

其中，所述多模式电源管理电路给所述模拟外设电路、所述模数转换电
30 路、所述 MOSFET 驱动电路以及所述微控制单元 MCU 供电，并且所述微控

制单元 MCU 通过所述多模式电源管理电路控制所述模拟外设电路、所述模数转换电路、所述 MOSFET 驱动电路供电的顺序。

附图说明

- 5 图 1 为本发明实施例一提供的飞行器的电机控制芯片结构示意图；
图 2 为本发明实施例二提供的飞行器的电机控制芯片的结构示意图；
图 3 为本发明实施例三提供的差分放大器和 mosfet 电路的结构示意图；
图 4 为本发明实施例四提供的飞行器的电机控制芯片的结构示意图；
图 5 为本发明实施例五提供的飞行器的电机控制芯片的结构示意图；
10 图 6 为本发明实施例六提供的飞行器的电机控制芯片的结构示意图；
图 7 为本发明实施例七提供的飞行器的电机控制芯片的结构示意图；
图 8 为本发明实施例八提供的飞行器的电机控制芯片的结构示意图；
图 9 为本发明实施例九提供的飞行器的电机控制芯片的结构示意图；
图 10 为本发明实施例十提供的飞行器的电机控制芯片的结构示意图。

15

附图标记：

- | | |
|---------------------|-----------------|
| 11-封装壳； | 21-模拟外设电路； |
| 22-模数转换电路； | 23-微控制单元； |
| 24-MOSFET 驱动电路； | 25-多模式电源管理电路； |
| 31-电源引脚； | 32-信号输出引脚； |
| 211-差分放大器； | 212-三路比较器； |
| 33-模拟信号输入引脚； | 331-模拟信号输入引脚； |
| 34-内部的基准电压引脚； | 332-模拟信号输入引脚； |
| 333-模拟信号输入引脚； | 26-脉冲宽度调制发生器； |
| 241-电压放大电路； | 27-温度传感电路； |
| 322-上桥门极驱动器自举源输入引脚； | 325-上桥门极驱动源极引脚； |
| 323-上桥门极驱动引脚； | 324-桥门极驱动引脚； |
| 251-开关电路控制器。 | |

具体实施方式

下面结合附图，对本发明的一些实施方式作详细说明。在不冲突的情况下，下述的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

实施例一

本实施例提供一种飞行器的电机控制芯片，图 1 为本发明实施例一提供的飞行器的电机控制芯片结构示意图，如图 1 所示，该飞行器的电机控制芯片包括：

封装壳 11、被封装在封装壳 11 内的模拟外设电路 21、模数转换电路 ADC((Analog to Digital Converter, 简称 ADC)22、微控制单元 MCU23 (Microcontroller Unit, 简称 MCU)、MOSFET(Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor, 简称 MOSFET)驱动电路 24 和多模式电源管理电路 25。

具体的，封装壳 11 上设有多个引脚，其中，多个引脚包括电源引脚 31 及信号输出引脚 32 以及多个模拟信号输入引脚 33。需要说明的是，图 1 中只是示意性的给出两个模拟信号输入引脚 33，但模拟信号输入引脚 33 的数量和设置位置并不仅限于此。

模拟外设电路 21 与其中一个模拟信号输入引脚电连接，例如：可以与模拟信号输入引脚 33 电连接，用于接收控制芯片外部的模拟信号。具体的，模拟外设电路 21 用于采集电机运行信号，具体的，例如，电机运行信号可以包括：电机的转速信号，电机的转向信号等信号的一种或多种。

模拟外设电路 21 的输出信号为模拟信号，模拟外设电路 21 与模数转换电路 ADC22 电连接，模数转换电路 ADC22 可以将模拟外设电路 21 输出的模拟信号转换为数字信号。

进一步的，模数转换电路 ADC22 与微控制单元 MCU23 电连接，模数转换电路 ADC22 将转换后的数字信号发送至微控制单元 MCU23。

需要说明的是，模数转换电路 ADC22 并不限于只将模拟外设电路 21 输出的模拟信号转换为数字信号，也可以将芯片内除模拟外设电路 21 外的其他电路输出的模拟信号转换为数字信号。

进一步的，为了控制芯片外部的 mosfet 电路（图中未示出）开启，微控制单元 MCU23 与 MOSFET 驱动电路 24 的输入端电连接，微控制单元 MCU23 输出控制信号以使得 MOSFET 驱动电路 24 驱动 mosfet 电路开启。其中，该 MOSFET 驱动电路 24 可以用于与 mosfet 电路连接，用于将微控制单元 MCU23

输出的控制信号进行电压放大，从而驱动 mosfet 电路开启。

MOSFET 驱动电路 24 的输出端与信号输出引脚 32 电连接，信号输出引脚 32 用于输出驱动信号给 MOSFET 电路，其中，MOSFET 驱动信号用于驱动 MOSFET 电路开启或者关闭，可选的，MOSFET 电路包括一个或多个金属-氧化物半导体场效应晶体管。

本实施例提供的飞行器的电机控制芯片在工作时，模拟外设电路 21 接收芯片外部的模拟信号，具体的该模拟信号可以为电机的运行信号，例如，可以为电机的转速信号、电机的转向信号等信号的一种或多种，模拟外设电路 21 将该电机的运行模拟信号输入至模数转换电路 ADC 22。模数转换电路 ADC 22 将电机的运行模拟信号转换为电机的运行数字信号，并输出至微控制单元 MCU23。微控制单元 MCU23 根据该电机的运行数字信号可以判断当前电机的运行状况，进而输出控制信号通过 mosfet 电路的开启或关闭来控制电机的转速、电机的转向中的一种或多种。由于驱动 mosfet 电路需要瞬时大电流，而微控制单元 MCU23 输出的控制信号的电流不足以驱动 mosfet 电路，因此，微控制单元 MCU23 将控制信号输出至 MOSFET 驱动电路，通过 MOSFET 驱动电路将控制信号的电流进行放大，进而驱动 mosfet 电路的开启。

当然，模拟外设电路 21 接收的芯片外部的模拟信号也可以不为电机的运行信号，例如，可以为芯片外部的晶振输出的时序信号、芯片外部的温度信号的一种或多种。也就是说，微控制单元 MCU23 可以不根据模拟外设电路 21 发送的信号控制 mosfet 电路。

另外，由于模拟外设电路 21、模数转换电路 22、微控制单元 MCU23 以及 MOSFET 驱动电路 24 在正常工作时需求的电压不同，因此通过多模式电源管理电路 25 为模拟外设电路 21、模数转换电路 22、微控制单元 MCU23 以及 MOSFET 驱动电路 24 供电，根据上述电路的不同需求提供不同的电压。

具体的，多模式电源管理电路 25 的输入端与电源引脚 31 电连接，多模式电源管理电路 25 可以通过电源引脚 31 与芯片外部的供电单元，例如：电池等器件（图中未示出）连接。

多模式电源管理电路 25 还分别与模拟外设电路 21、模数转换电路 22、微控制单元 MCU23 以及 MOSFET 驱动电路 24 电连接，从而可以分别向模拟外设电路 21、模数转换电路 22、微控制单元 MCU23 以及 MOSFET 驱动电

路 24 输出电压。

举例来说，多模式电源管理电路 25 为模拟外设电路 21 提供 3.3V 的供电电压，为模数转换电路 ADC22 提供 2.5V 的参考电压，以及为微控制单元 MCU 203 提供 1.8V 的内核工作电压。

5 本实施例提供的飞行器的电机控制芯片，将模拟外设电路 21、模数转换电路 22、微控制单元 MCU23、MOSFET 驱动电路 24 和多模式电源管理电路 25 集成在一个芯片中，与现有技术的多个芯片相比，简化了电路，可以避免现有技术中多个芯片在相互连接时焊点较多、从而导致芯片之间连接关系不稳定的问题。由于该集成芯片被安装至飞行器连接臂的内腔中，因此，可以
10 在设计飞行器时可以减小连接臂的内腔的体积，从而使得飞行器更加小型化、轻量化。

实施例二

图 2 为本发明实施例二提供的飞行器的电机控制芯片的结构示意图，如
15 图 2 所示，在图 1 所示实施例的基础上，模拟外设电路 21 可以采用不同的电路结构以实现其具体功能。图 2 提供了模拟外设电路 21 的一种可行结构，但并不以此作为限制。

模拟外设电路 21 可以包括：用于采集电机的运行电流信号的差分放大器 211，其中，差分放大器 211 的输入端用于与其中一个模拟信号输入引脚 331
20 连接，用于接收电机 5 的电压信号，差分放大器 211 的输出端与模数转换电路 ADC22 电连接。

可选的，电机的运行电流信号可以为电机的转速信号、转向信号。

其中，差分放大器 211 的一个输入端与其中一个模拟信号输入引脚 331 连接，用于通过模拟信号输入引脚 331 接收电机 5 的电压信号。

25 具体的，该模拟信号输入引脚 331 通过 mosfet 电路 4 与电机 5 连接，进而接收电机 5 的电压信号。

需要说明的是，本实施例中的模拟信号输入引脚 331 与实施例一中的模拟信号输入引脚 33 可以为相同的引脚，也可以为不同的引脚。

差分放大器 211 的另一个输入端与内部的基准电压连接，差分放大器 211
30 获取电机 5 发送的电压信号与内部的基准电压的模拟差分信号，对该模拟差

分信号进行放大整形后，并将放大后的模拟差分信号发送至模数转换电路 ADC22，以使得模数转换电路 ADC22 将该模拟差分信号转换为数字信号。

其中，内部的基准电压通过内部的基准电压引脚 34 与模拟外设电路 21 连接。在本实施例中，内部的基准电压通过内部的基准电压引脚 34 与差分放大器 211 连接。

进一步的，模数转换电路 ADC 22 与微控制单元 MCU 23 电连接，模数转换电路 ADC22 将转换后的数字信号发送至微控制单元 MCU23。

另外，差分放大器 211 还与多模式电源管理电路 25 连接，多模式电源管理电路 25 用于为差分放大器 211 供电。

本实施例中的飞行器的电机控制芯片，通过采用差分放大器 211 接收电机 5 的电压信号，差分放大器 211 可以很好的抑制共模干扰，因此可以保证最终微控制单元 MCU23 接收到的数字信号的准确性。

实施例三

图 3 为本发明实施例三提供的差分放大器和 mosfet 电路的结构示意图，在图 2 所示实施例的基础上，可以理解的是，mosfet 电路的具体结构需要与电机 5 的具体类型相适应。以图 3 为例，其中，电机 5 可以为三相电机，相应的，mosfet 电路包括三个相互串联的 mosfet 组，三个 mosfet 组分别与电机的三相定子绕组连接。

进一步的，差分放大器 211 的一个输入端与电机的其中一相定子绕组连接，差分放大器 211 的另外一端与内部的基准电压 GND 连接。

可选的，差分放大器 211 的通过飞行器的电机控制芯片外部的采样电阻 10 采集电机的电压信号。

可选的，电机的电压信号可以为电机的转速信号。具体的，采样电阻 10 的一端连接于 mosfet 电路 4 与差分放大器 211 的一个输入端之间，采样电阻 10 的另外一端连接于内部的基准电压与差分放大器 211 的另外一个输入端之间。

实施例四

图 4 为本发明实施例四提供的飞行器的电机控制芯片的结构示意图，如

图 4 所示，在实施例一-实施例三任意实施例的基础上，模拟外设电路 21 可以采用不同的电路结构以实现其具体功能。图 4 提供了模拟外设电路 21 的一种可行结构，但并不以此作为限制。

模拟外设电路 21 包括：用于采集电机的换相信号的三路比较器 212，三路比较器 212 的第一输入端与其中一个模拟信号输入引脚 332 连接，用于接收电机的相端电压。三路比较器 212 的另一输入端与内部的基准电压连接，三路比较器 212 的输出端与微控制单元 MCU 23 连接。

需要说明的是，本实施例中的模拟信号输入引脚 332 与实施例一中的模拟信号输入引脚 33 可以为相同的引脚，也可以为不同的引脚，与实施例二中的模拟信号输入引脚 331 也可以为相同的引脚，也可以为不同的引脚。

三路比较器 212 通过内部的基准电压 GND 与电机的相端电压之差与预设的阈值进行比较，从而检测电机 5 的过零信号，即换相信号，该换相信号为二进制信号。进一步的，三路比较器 212 将该二进制换相信号输出至微控制单元 MCU23。

另外，三路比较器 212 还与多模式电源管理电路 25 连接，多模式电源管理电路 25 用于为三路比较器 212 供电。

本实施例中的飞行器的电机控制芯片，通过三路比较器 212 可以准确的检测电机 5 的换相信号。

实施例五

在上述实施例的基础上，图 5 为本发明实施例五提供的飞行器的电机控制芯片的结构示意图，如图 5 所示，模拟外设电路 21 包括差分放大器 211 和三路比较器 212。具体的，差分放大器 211 和三路比较器 212 的工作原理可以参见上述实施例，在此不再赘述。

实施例六

在上述实施例一至实施例五任一实施例的基础上，图 6 为本发明实施例六提供的飞行器的电机控制芯片的结构示意图，如图 6 所示，该飞行器的电机控制芯片还包括：封装在封装壳 11 内的脉冲宽度调制 PWM (Pulse Width Modulation, 简称 PWM) 发生器 26，PWM 发生器 26 的输入端与微控制单

元 MCU23 的输出端连接, PWM 发生器 26 的输出端与 MOSFET 驱动电路 24 连接, PWM 发生器用于将微控制单元 MCU23 输出的控制信号转换为 PWM 脉冲信号。

5 微控制单元 MCU23 通过控制 PWM 发生器 26, 使其产生频率固定、高电平、脉宽在预设范围内的 PWM 脉冲, 其中, PWM 波的脉宽越大, 可以控制电机的转速越高。可选的, 脉宽的预设范围可以选为 1ms-2ms 之间。

本实施例的飞行器的电机控制芯片通过 PWM 发生器 26 产生 PWM 脉冲信号, 从而可以控制电机的转速。

10 实施例七

在实施例六的基础上, 若 PWM 发生器 26 产生的 PWM 信号的电压强度不足以驱动芯片外部的 MOSFET 电路, 需要将 PWM 信号的电压强度进行放大。

15 图 7 为本发明实施例七提供的飞行器的电机控制芯片的结构示意图, 如图 7 所示, 该飞行器的电机控制芯片中的 MOSFET 驱动电路 24 包括: 电压放大电路 241, 电压放大电路 241 的输入端与 PWM 发生器 26 连接, 电压放大电路 241 用于将 PWM 发生器 26 输出的 PWM 信号放大, 电压放大电路 241 的输出端与信号输出引脚 321 电连接。

20 由于芯片外部的 MOSFET 电路中的 MOSFET 管的类型不同, 例如, 如果 MOSFET 管为 N 型 MOSFET 管, 则开启 MOSFET 管的电压需要大于 10V, 若是 P 型 MOSFET 管, 则开启 MOSFET 管的电压小于 10V, 因此电压放大电路 241 对 PWM 信号进行放大的幅度则可以根据芯片外部的 MOSFET 电路具体进行设计。

25 实施例八

在上述实施例一至实施例七任一的基础上, 图 8 为本发明实施例八提供的飞行器的电机控制芯片的结构示意图, 如图 8 所示, 本实施例的飞行器的电机控制芯片还包括: 温度传感电路 27, 温度传感电路 27 用于检测芯片内部温度, 温度传感电路 27 分别与多模式电源管理电路 25 和模数转换电路 22
30 连接。

其中，多模式电源管理电路 25 为温度传感电路 27 进行供电。模数转换电路 22 用于将温度传感电路 27 采集的芯片内部的模拟温度信号转换为数字信号发送至微控制单元 MCU23。

当微控制单元 MCU23 根据温度传感电路 27 发送的温度信号判断出芯片温度过高时，可以控制多模式电源管理电路 25 切断对于芯片工作非必要的电路的供电，从而达到降低温度的目的。举例来说，工作非必要的电路可以为模拟外设电路 21。

可选的，温度传感电路 27 可以包括：热敏电阻或者二极管。

本实施例中的飞行器的电机控制芯片通过温度传感电路 27 可以测量芯片内部的温度，可以防止芯片过热而造成的功能异常。

实施例九

在上述实施例一至实施例八任一实施例的基础上，图 9 为本发明实施例九提供的飞行器的电机控制芯片的结构示意图，如图 9 所示，本实施例的飞行器的电机控制芯片中，模拟信号输出引脚 32 还包括：与 MOSFET 驱动电路 24 的输出端连接的 MOSFET 引脚，MOSFET 引脚包括：用于接收外部自举电路的电压信号的三个上桥门极驱动器自举源输入引脚 322、用于输出驱动信号的三个上桥门极驱动引脚 323、以及三个下桥门极驱动引脚 324、用于接收外部自举电路的电压信号的三个上桥门极驱动源极引脚 325。

需要说明的是，在图 9 中，自举源输入引脚 322，上桥门极驱动引脚 323、以及下桥门极驱动引脚 324、上桥门极驱动源极引脚 325 均只示例性的画出一个，但并不代表各引脚只有一个。

其中，上桥门极驱动引脚 323 与 mosfet 电路的上桥门极连接，下桥门极驱动引脚 324 与 mosfet 电路的下桥门极连接。

实施例十

图 10 为本发明实施例十提供的飞行器的电机控制芯片的结构示意图，上述实施例一至实施例九任一实施例的基础上，如图 10 所示，本实施例的飞行器的电机控制芯片中，多模式电源管理电路 25 包括用于分出多路电压、并且与微控制单元 MCU23 通信连接的开关电路控制器 251。

电源引脚 31 包括开关电源控制器电源输入引脚 311, 开关电路控制器 251 与开关电源控制器电源输入引脚 311 电连接。

开关电路控制器 251 与模拟外设电路 21、模式转换电路 22 以及微控制单元 MCU23、MOSFET 驱动电路 24 分别连接, 微控制单元 MCU23 通过开关电路控制器 251 控制模拟外设电路 21、模式转换电路 22 MOSFET 驱动电路 24 的通断, 从而控制模拟外设电路 21、模式转换电路 22 以及 MOSFET 驱动电路 24 的供电顺序, 即启动顺序, 从而可以避免模式转换电路 22 以及微控制单元 MCU23、MOSFET 驱动电路 24 同时启动造成的瞬时电压或电流过大, 导致的芯片故障。

可选的, 开关电路控制器 251 可以为多个, 模拟外设电路 21、模式转换电路 22 以及微控制单元 MCU23、MOSFET 驱动电路 24 分别有其对应的开关电路控制器 251。

本实例中的飞行器的电机控制芯片, 微控制单元 MCU23 通过开关电路控制器 251 控制模拟外设电路 21、模式转换电路 22、MOSFET 驱动电路 24 的供电顺序, 即启动顺序, 从而可以避免模式转换电路 22 以及微控制单元 MCU23、MOSFET 驱动电路 24 同时启动造成的瞬时电压或电流过大, 导致的芯片故障, 保证系统的稳定。

实施例十一

本实施例提供一种电子调速器, 包括飞行器的电机控制芯片以及 MOSFET 电路, 其中, MOSFET 电路连接于电机控制芯片和电机之间。

如图 1 所示, 飞行器的电机控制芯片包括: 封装壳 11、被封装在封装壳 11 内的模拟外设电路 21、模数转换电路 ADC((Analog to Digital Converter, 简称 ADC)22、微控制单元 MCU23 (Microcontroller Unit, 简称 MCU)、MOSFET(Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor, 简称 MOSFET)驱动电路 24 和多模式电源管理电路 25。

具体的, 封装壳 11 上设有多个引脚, 其中, 多个引脚包括电源引脚 31 及信号输出引脚 32 以及多个模拟信号输入引脚 33。需要说明的是, 图 1 中只是示意性的给出两个模拟信号输入引脚 33, 但模拟信号输入引脚 33 的数量和设置位置并不限于此。

模拟外设电路 21 与其中一个模拟信号输入引脚电连接,例如:可以与模拟信号输入引脚 33 电连接,用于接收控制芯片外部的模拟信号。具体的,模拟外设电路 21 用于采集电机运行信号,具体的,电机运行信号可以包括:例如:电机的转速信号,电机的转向信号等信号的一种或多种。

- 5 模拟外设电路 21 的输出信号为模拟信号,模拟外设电路 21 与模数转换电路 ADC22 电连接,模数转换电路 ADC22 可以将模拟外设电路 21 输出的模拟信号转换为数字信号。

进一步的,模数转换电路 ADC22 与微控制单元 MCU23 电连接,模数转换电路 ADC22 将转换后的数字信号发送至微控制单元 MCU23。

- 10 需要说明的是,模数转换电路 ADC22 并不限于只将模拟外设电路 21 输出的模拟信号转换为数字信号,也可以将芯片内除模拟外设电路 21 外的其他电路输出的模拟信号转换为数字信号。

- 进一步的,为了控制芯片外部的 mosfet 电路(图中未示出)开启,微控制单元 MCU23 与 MOSFET 驱动电路 24 的输入端电连接,微控制单元 MCU23
15 输出控制信号以使得 MOSFET 驱动电路 24 驱动 mosfet 电路开启。其中,该 mosfet 驱动电路 24 可以用于与 mosfet 电路连接,用于将微控制单元 MCU23 输出的控制信号进行电压放大,从而驱动 mosfet 电路开启。

- MOSFET 驱动电路 24 的输出端与信号输出引脚 32 电连接,信号输出引脚 32 用于输出驱动信号给 MOSFET 电路,其中, MOSFET 驱动信号用于驱
20 动 MOSFET 电路开启或者关闭,可选的, MOSFET 电路包括多个金属-氧化物半导体场效应晶体管。

- 本实施例提供的飞行器的电机控制芯片在工作时,模拟外设电路 21 接收芯片外部的模拟信号,具体的该模拟信号可以为电机的运行信号,例如,可以为电机的转速信号、电机的转向信号中的一种或多种,模拟外设电路 21 将
25 该电机的运行模拟信号输入至模数转换电路 ADC22。模数转换电路 ADC22 将电机的运行模拟信号转换为电机的运行数字信号,并输出至微控制单元 MCU23。微控制单元 MCU23 根据该电机的运行数字信号可以判断当前电机的运行状况,进而输出控制信号通过 mosfet 电路的开启或关闭来控制电机的转速、电机的转向中的一种或多种。由于驱动 mosfet 电路需要瞬时大电流,
30 而微控制单元 MCU23 输出的控制信号的电流不足以驱动 mosfet 电路,因此,

微控制单元 MCU23 将控制信号输出至 MOSFET 驱动电路，通过 MOSFET 驱动电路将控制信号的电流进行放大，进而驱动 mosfet 电路的开启。

当然，模拟外设电路 21 接收的芯片外部的模拟信号也可以不为电机的运行信号，例如，可以为芯片外部的晶振输出的时序信号、芯片外部的温度信号的一种或多种。也就是说，微控制单元 MCU23 可以不根据模拟外设电路 21 发送的信号控制 mosfet 电路。

另外，由于模拟外设电路 21、模数转换电路 22、微控制单元 MCU23 以及 MOSFET 驱动电路 24 在正常工作时需求的电压不同，因此通过多模式电源管理电路 25 为模拟外设电路 21、模数转换电路 22、微控制单元 MCU23 以及 MOSFET 驱动电路 24 供电。

具体的，多模式电源管理电路 25 的输入端与电源引脚 31 电连接，多模式电源管理电路 25 可以通过电源引脚 31 与芯片外部的供电单元，例如电池（图中未示出）连接。

多模式电源管理电路 25 还分别与模拟外设电路 21、模数转换电路 22、微控制单元 MCU23 以及 MOSFET 驱动电路 24 电连接，从而可以分别向模拟外设电路 21、模数转换电路 22、微控制单元 MCU23 以及 MOSFET 驱动电路 24 输出电压。

举例来说，多模式电源管理电路 25 为模拟外设电路 21 提供 3.3V 的供电电压，为模数转换电路 ADC22 提供 2.5V 的参考电压，以及为微控制单元 MCU203 提供 1.8V 的内核工作电压。

本实施例提供的电子调速器中，将模拟外设电路 21、模数转换电路 22、微控制单元 MCU23、MOSFET 驱动电路 24 和多模式电源管理电路 25 集成在一个芯片中，与现有技术的多个芯片相比，简化了电路，可以避免现有技术中多个芯片在相互连接时焊点较多、从而导致芯片之间连接关系不稳定的问题。并且，由于采用了该集成芯片，因此，减小了电子调速器的体积和重量。由于该电子调速器被安装至飞行器连接臂的内腔中，因此，可以在设计飞行器时可以减小连接臂的内腔的体积，从而使得飞行器更加小型化轻量化。

实施例十二

在图 1 所示实施例的基础上，模拟外设电路 21 可以采用不同的电路结构

以实现其具体功能。图 2 提供了模拟外设电路 21 的一种可行结构，但并不以此作为限制。如图 2 所示，本实施例提供的电子调速器中，模拟外设电路 21 可以包括：用于采集电机的运行电流信号的差分放大器 211，其中，差分放大器 211 的输入端用于与其中一个模拟信号输入引脚 331 连接，用于接收电机 5 的电压信号，差分放大器 211 的输出端与模数转换电路 ADC22 电连接。

可选的，电机的运行电流信号可以为电机的转速信号、转向信号。

具体的，差分放大器 211 的一个输入端与其中一个模拟信号输入引脚 331 连接，用于通过模拟信号输入引脚 331 接收电机 5 的电压信号，具体的，该模拟信号输入引脚 331 通过 mosfet 电路 4 与电机 5 连接，进而接收电机 5 的电压信号。

需要说明的是，本实施例中的模拟信号输入引脚 331 与实施例十一中的模拟信号输入引脚 33 可以为相同的引脚，也可以为不同的引脚。

差分放大器 211 的另一个输入端与内部的基准电压连接，差分放大器 211 获取电机 5 发送的电压信号与内部的基准电压的模拟差分信号，对该模拟差分信号进行放大整形后，并将放大后的模拟差分信号发送至模数转换电路 ADC22，以使得模数转换电路 ADC22 将该模拟差分信号转换为数字信号。

其中，内部的基准电压通过内部的基准电压引脚 34 与模拟外设电路 21 连接。在本实施例中，内部的基准电压通过内部的基准电压引脚 34 与差分放大器 211 连接。

进一步的，模数转换电路 ADC22 与微控制单元 MCU23 电连接，模数转换电路 ADC22 将转换后的数字信号发送至微控制单元 MCU23。

另外，差分放大器 211 还与多模式电源管理电路 25 连接，多模式电源管理电路 25 用于为差分放大器 211 供电。

本实施例提供的电子调速器中，通过采用差分放大器 211 接收电机 5 的电压信号，差分放大器 211 可以很好的抑制共模干扰，因此可以保证最终微控制单元 MCU23 接收到的数字信号的准确性。

实施例十三

如图 3 所示，在图 2 所示实施例的基础上，可以理解的是，mosfet 电路的具体结构需要与电机 5 的具体类型相适应。以图 3 为例，其中，电机 5 可

以为三相电机，相应的，mosfet 电路包括三个相互串联的 mosfet 组，三个 mosfet 组分别与电机的三相定子绕组连接。

进一步的，差分放大器 211 的一个输入端与电机的其中一相定子绕组连接，差分放大器 211 的另外一端与内部的基准电压 GND 连接。

5 可选的，差分放大器 211 的通过飞行器的电机控制芯片外部的采样电阻 10 采集电机的电压信号。

可选的，电机的电压信号可以为电机的转速信号。具体的，采样电阻 10 的一端连接于 mosfet 电路 4 与差分放大器 211 的一个输入端之间，采样电阻 10 的另外一端连接于内部的基准电压与差分放大器 211 的另外一个输入端之
10 间。

实施例十四

如图 4 所示，在实施例十一至实施例十三任一实施例的基础上，模拟外设电路 21 可以采用不同的电路结构以实现其具体功能。图 4 提供了模拟外设
15 电路 21 的一种可行结构，但并不以此作为限制。

模拟外设电路 21 包括：用于采集电机的换相信号的三路比较器 212，三路比较器 212 的第一输入端与其中一个模拟信号输入引脚 332 连接，用于接收电机的相端电压，三路比较器 212 的另一输入端与内部的基准电压连接，三路比较器 212 的输出端与微控制单元 MCU23 连接。

20 需要说明的是，本实施例中的模拟信号输入引脚 332 与实施例十一中的模拟信号输入引脚 33 可以为相同的引脚，也可以为不同的引脚，与实施例十二中的模拟信号输入引脚 331 也可以为相同的引脚，也可以为不同的引脚。

三路比较器 212 通过内部的基准电压 GND 与电机的相端电压之差与预设的阈值进行比较，从而检测电机 5 的过零信号，即换相信号，该换相信号为
25 二进制信号。进一步的，三路比较器 212 将该二进制换相信号输出至微控制单元 MCU23。

另外，三路比较器 212 还与多模式电源管理电路 25 连接，多模式电源管理电路 25 用于为三路比较器 212 供电。

本实施例中通过三路比较器 212 可以准确的检测电机 5 的换相信号。

实施例十五

在上述实施例的基础上，如图 5 所示，模拟外设电路 21 包括差分放大器 211 和三路比较器 212。具体的，差分放大器 211 和三路比较器 212 的工作原理可以参见上述实施例，在此不再赘述。

5

实施例十六

在上述实施例十一至实施例十五的基础上，如图 6 所示，本实施例提供的电子调速器中，飞行器的电机控制芯片还包括：封装在封装壳 11 内的脉冲宽度调制 PWM（Pulse Width Modulation，简称 PWM）发生器 26，PWM 发生器 26 的输入端与微控制单元 MCU23 的输出端连接，PWM 发生器 26 的输出端与 MOSFET 驱动电路 24 连接，PWM 发生器用于将微控制单元 MCU23 输出的控制信号转换为 PWM 脉冲信号。

微控制单元 MCU23 通过控制 PWM 发生器 26，使其产生频率固定、高电平、脉宽在预设范围内的 PWM 脉冲，其中，PWM 波的脉宽越大，可以控制电机的转速越高。可选的，脉宽的预设范围可以选为 1ms-2ms 之间。

本实施例提供的电子调速器中，飞行器的电机控制芯片通过 PWM 发生器 26 产生 PWM 脉冲信号，从而可以控制电机的转速。

实施例十七

在实施例十六的基础上，若 PWM 发生器 26 产生的 PWM 信号的电压强度不足以驱动芯片外部的 MOSFET 电路，需要将 PWM 信号的电压强度进行放大。

如图 7 所示，该飞行器的电机控制芯片中的 MOSFET 驱动电路 24 包括：电压放大电路 241，电压放大电路 241 的输入端与 PWM 发生器 26 连接，电压放大电路 241 用于将 PWM 发生器 26 输出的 PWM 信号放大，电压放大电路 241 的输出端与信号输出引脚 321 电连接。

由于芯片外部的 MOSFET 电路中的 MOSFET 管的类型不同，例如，如果 MOSFET 管为 N 型 MOSFET 管，则开启 MOSFET 管的电压需要大于 10V，若是 P 型 MOSFET 管，则开启 MOSFET 管的电压小于 10V，因此电压放大电路 241 对 PWM 信号进行放大的幅度则可以根据芯片外部的 MOSFET 电路

具体进行设计。

实施例十八

在上述实施例十一至实施例十七任一实施例的基础上，如图 8 所示，本
5 实施例的飞行器的电机控制芯片还包括：温度传感电路 27，温度传感电路 27
用于检测芯片内部温度，温度传感电路 27 分别与多模式电源管理电路 25 和
模数转换电路 22 连接。

其中，多模式电源管理电路 25 为温度传感电路 27 进行供电。模数转换
电路 22 用于将温度传感电路 27 采集的芯片内部的模拟温度信号转换为数字
10 信号发送至微控制单元 MCU23。

当微控制单元 MCU23 根据温度传感电路 27 发送的温度信号判断出芯片
温度过高时，可以控制多模式电源管理电路 25 切断对于芯片工作非必要的电
路的供电，从而达到降低温度的目的。举例来说，工作非必要的电路可以为
模拟外设电路 21。

15 可选的，温度传感电路 27 可以包括：热敏电阻或者二极管。

本实施例提供的电子调速器中，通过芯片中的温度传感电路 27 可以测量
芯片内部的温度，可以防止芯片过热而造成的功能异常。

实施例十九

20 在上述实施例十一至实施例十八任一实施例的基础上，如图 9 所示，本
实施例提供的电子调速器的飞行器的电机控制芯片中，模拟信号输出引脚 32
还包括：与 MOSFET 驱动电路 24 的输出端连接的 MOSFET 引脚，MOSFET
引脚包括：用于接收外部自举电路的电压信号的三个上桥门极驱动器自举源
输入引脚 322、用于输出驱动信号的三个上桥门极驱动引脚 323、以及三个下
25 桥门极驱动引脚 324、用于接收外部自举电路的电压信号的三个上桥门极驱
动源极引脚 325。

需要说明的是，在图 9 中，自举源输入引脚 322，上桥门极驱动引脚 323、
以及下桥门极驱动引脚 324、上桥门极驱动源极引脚 325 均只示例性的画
出一个，但并不代表各引脚只有一个。

30 其中，上桥门极驱动引脚 323 与 mosfet 电路的上桥门极连接，下桥门极

驱动引脚 324 与 mosfet 电路的下桥门极连接。

实施例二十

如图 10 所示,在上述实施例十一至实施例十九任一实施例的基础上,本
5 实施例的电子调速器的飞行器的电机控制芯片中,多模式电源管理电路 25 包
括用于分出多路电压、并且与微控制单元 MCU23 通信连接的开关电路控制
器 251。

电源引脚 31 包括开关电源控制器电源输入引脚 311,开关电源控制器 251
与开关电源控制器电源输入引脚 311 电连接。

10 开关电源控制器 251 与模拟外设电路 21、模式转换电路 22 以及微控制
单元 MCU23、MOSFET 驱动电路 24 分别连接,微控制单元 MCU23 通过开
关电路控制器 251 控制模拟外设电路 21、模式转换电路 22 MOSFET 驱动电
路 24 的通断,从而控制模拟外设电路 21、模式转换电路 22 以及微控制单元
MCU23、MOSFET 驱动电路 24 的供电顺序,即启动顺序,从而可以避免模
15 式转换电路 22 以及微控制单元 MCU23、MOSFET 驱动电路 24 同时启动造
成的瞬时电压或电流过大,导致的芯片故障。

可选的,开关电源控制器 251 可以为多个,模拟外设电路 21、模式转换
电路 22 以及微控制单元 MCU23、MOSFET 驱动电路 24 分别有其对应的开
关电路控制器 251。

20 本实例中的飞行器的电机控制芯片,微控制单元 MCU23 通过开关电
路控制器 251 控制模拟外设电路 21、模式转换电路 22、MOSFET 驱动电路 24
的供电顺序,即启动顺序,从而可以避免模式转换电路 22 以及微控制单元
MCU23、MOSFET 驱动电路 24 同时启动造成的瞬时电压或电流过大,导致
的芯片故障,保证系统的稳定。

25

实施例二十一

本实施例提供一种无人飞行器,该无人飞行器(下文简称飞行器)包括:
电子调速器和与该电子调速器连接的电机,电子调速器包括:飞行器的电机
控制芯片以及 MOSFET 电路, MOSFET 电路,连接于电机控制芯片和电机
30 之间。

其中，如图 1 所示，该飞行器的电机控制芯片包括：封装壳 11、被封装在封装壳 11 内的模拟外设电路 21、模数转换电路 ADC22、微控制单元 MCU23、MOSFET 驱动电路 24 和多模式电源管理电路 25。

封装壳 11 上设有多个引脚，其中，多个引脚包括电源引脚 31 及信号输出引脚 32 以及多个模拟信号输入引脚 33。

模拟外设电路 21 与其中一个模拟信号输入引脚电连接，例如：可以与模拟信号输入引脚 33 电连接，用于接收控制芯片外部的模拟信号。具体的，模拟外设电路 21 用于采集电机运行信号

模拟外设电路 21 与模数转换电路 ADC22 电连接，模数转换电路 ADC22 可以将模拟外设电路 21 输出的模拟信号转换为数字信号。

进一步的，模数转换电路 ADC22 与微控制单元 MCU23 电连接，模数转换电路 ADC22 将转换后的数字信号发送至微控制单元 MCU23。

本实施例中的飞行器的电机控制芯片具体原理和实现方式以及连接关系均与实施例一相同，在此不再赘述。

本实施例的无人飞行器，由于采用的飞行器的电机控制芯片将模拟外设电路 21、模数转换电路 22、微控制单元 MCU23、MOSFET 驱动电路 24 和多模式电源管理电路 25 集成在一个芯片中，与现有技术的多个芯片相比，简化了电路，可以避免现有技术中多个芯片在相互连接时焊点较多、从而导致芯片之间连接关系不稳定的问题。并且，由于采用了该集成芯片，减小了电子调速器的体积和重量。由于电子调速器被安装至飞行器连接臂的内腔中，因此，可以在设计飞行器时可以减小连接臂的内腔的体积，从而使得飞行器更加小型化轻量化。

实施例二十二

如图 2 所述，在图 1 所示实施例的基础上，模拟外设电路 21 可以采用不同的电路结构以实现其具体功能。图 2 提供了模拟外设电路 21 的一种可行结构，但并不以此作为限制。模拟外设电路 21 可以包括：用于采集电机的运行电流信号的差分放大器 211，其中，差分放大器 211 的输入端用于与其中一个模拟信号输入引脚 331 连接，用于接收电机 5 的电压信号，差分放大器 211 的输出端与模数转换电路 ADC22 电连接。

本实施例中的飞行器的电机控制芯片具体原理和实现方式以及连接关系均与实施例二相同，在此不再赘述。

本实施例中的飞行器中，飞行器的电机控制芯片通过采用差分放大器 211 接收电机 5 的电压信号，差分放大器 211 可以很好的抑制共模干扰，因此可以保证最终微控制单元 MCU23 接收到的数字信号的准确性。

实施例二十三

如图 3 所示，在图 2 所示实施例的基础上，可以理解的是，mosfet 电路的具体结构需要与电机 5 的具体类型相适应。以图 3 为例，其中，电机 5 可以为三相电机，相应的，mosfet 电路包括三个相互串联的 mosfet 组，三个 mosfet 组分别与电机的三相定子绕组连接。

进一步的，差分放大器 211 的一个输入端与电机的其中一相定子绕组连接，差分放大器 211 的另外一端与内部的基准电压 GND 连接。

可选的，差分放大器 211 的通过飞行器的电机控制芯片外部的采样电阻 10 采集电机的电压信号。

可选的，电机的电压信号可以为电机的转速信号。具体的，采样电阻 10 的一端连接于 mosfet 电路 4 与差分放大器 211 的一个输入端之间，采样电阻 10 的另外一端连接于内部的基准电压与差分放大器 211 的另外一个输入端之间。

实施例二十四

如图 4 所示，在实施例二十一至实施例二十三任一实施例的基础上，模拟外设电路 21 包括：用于采集电机的换相信号的三路比较器 212，三路比较器 212 的第一输入端与其中一个模拟信号输入引脚 332 连接，用于接收电机的相端电压，三路比较器 212 的另一输入端与内部的基准电压连接，三路比较器 212 的输出端与微控制单元 MCU23 连接。

本实施例中的飞行器的电机控制芯片的三路比较器 212 的具体原理和实现方式以及连接关系均与实施例四相同，在此不再赘述。

本实施例中飞行器中，飞行器的电机控制芯片的三路比较器 212 可以准确的检测电机 5 的换相信号。

实施例二十五

在上述实施例的基础上，如图 5 所示，模拟外设电路 21 包括差分放大器 211 和三路比较器 212。具体的，差分放大器 211 和三路比较器 212 的工作原理可以参见上述实施例，在此不再赘述。

实施例二十六

在上述实施例二十一至实施例二十五任一实施例的基础上，如图 6 所示，该飞行器的电机控制芯片还包括：封装在封装壳 11 内的脉冲宽度调制 PWM（Pulse Width Modulation，简称 PWM）发生器 26，PWM 发生器 26 的输入端与微控制单元 MCU23 的输出端连接，PWM 发生器 26 的输出端与 MOSFET 驱动电路 24 连接，PWM 发生器用于将微控制单元 MCU23 输出的控制信号转换为 PWM 脉冲信号。

微控制单元 MCU23 通过控制 PWM 发生器 26，使其产生频率固定、高电平、脉宽在预设范围内的 PWM 脉冲，其中，PWM 波的脉宽越大，可以控制电机的转速越高。可选的，脉宽的预设范围可以选为 1ms-2ms 之间。

本实施例的飞行器中，电机控制芯片的 PWM 发生器 26 产生 PWM 脉冲信号，从而可以控制电机的转速。

实施例二十七

在实施例二十一至实施例二十六任一实施例的基础上，若 PWM 发生器 26 产生的 PWM 信号的电压强度不足以驱动芯片外部的 MOSFET 电路，需要将 PWM 信号的电压强度进行放大。

如图 7 所示，飞行器的电机控制芯片中的 MOSFET 驱动电路 24 包括：电压放大电路 241，电压放大电路 241 的输入端与 PWM 发生器 26 连接，电压放大电路 241 用于将 PWM 发生器 26 输出的 PWM 信号放大，电压放大电路 241 的输出端与信号输出引脚 321 电连接。

本实施例的飞行器中的芯片的 PWM 发生器的具体原理和实现方式以及连接关系均与实施例七相同，在此不再赘述。

实施例二十八

如图 8 所示,在上述实施例二十一至实施例二十七任一实施例的基础上,在本实施例的飞行器中,电机控制芯片还包括:温度传感电路 27,温度传感电路 27 用于检测芯片内部温度,温度传感电路 27 分别与多模式电源管理电路 25 和模数转换电路 22 连接。

5 本实施例的飞行器中的芯片的温度传感电路 27 的具体原理和实现方式以及连接关系均与实施例八相同,在此不再赘述。

本实施例中的飞行器的电机控制芯片通过温度传感电路 27 可以测量芯片内部的温度,可以防止芯片过热而造成的功能异常。

10 实施例二十九

在上述实施例二十一至实施例二十八任一实施例的基础上,如图 9 所示,本实施例的飞行器的电机控制芯片中,模拟信号输出引脚 32 还包括:与 MOSFET 驱动电路 24 的输出端连接的 MOSFET 引脚,MOSFET 引脚包括:用于接收外部自举电路的电压信号的三个上桥门极驱动器自举源输入引脚
15 322、用于输出驱动信号的三个上桥门极驱动引脚 323、以及三个下桥门极驱动引脚 324、用于接收外部自举电路的电压信号的三个上桥门极驱动源极引脚 325。

其中,上桥门极驱动引脚 323 与 mosfet 电路的上桥门极连接,下桥门极驱动引脚 324 与 mosfet 电路的下桥门极连接。

20

实施例三十

如图 10 所示,在上述实施例二十一至实施例二十九任一实施例的基础上,本实施例的飞行器中,飞行器的电机控制芯片的多模式电源管理电路 25 包括用于分出多路电压、并且与微控制单元 MCU23 通信连接的开关电路控制器
25 251。

电源引脚 31 包括开关电源控制器电源输入引脚 311,开关电路控制器 251 与开关电源控制器电源输入引脚 311 电连接。

其中,本实施例的飞行器中的芯片的开关电路控制器 251 的具体原理和实现方式以及连接关系均与实施例十相同,在此不再赘述。

30 微控制单元 MCU23 通过开关电路控制器 251 控制模拟外设电路 21、模

式转换电路 22、MOSFET 驱动电路 24 的供电顺序，即启动顺序，从而可以避免模式转换电路 22 以及微控制单元 MCU23、MOSFET 驱动电路 24 同时启动造成的瞬时电压或电流过大，导致的芯片故障，保证系统的稳定。

5 实施例三十一

本实施例提供一种飞行器的电机控制芯片。在现有技术中，通常是电池与控制芯片、电压管理芯片、MOSFET 驱动芯片等分别连接，电池为控制芯片、电压管理芯片、MOSFET 驱动芯片同时供电，在启动时，控制芯片、电压控制芯片、MOSFET 驱动芯片同时启动，因此需要电池提供很高的瞬时电流，而瞬时电流高则很容易造成系统的产热过高，并且也容易使得各个芯片发生击穿故障。

如图 1 所示，飞行器的电机控制芯片电机控制芯片内部封装的电路包括：用于采集电机运行信号的模拟外设电路 21、用于将模拟信号转换数字信号的模数转换电路 ADC22、用于驱动 MOSFET 电路的 MOSFET 驱动电路 24、用于输出多路电压的多模式电源管理电路 25、与所述多模式电源管理电路 25、模数转换电路 22、MOSFET 驱动电路 24 通信连接的微控制单元 MCU23。

其中，多模式电源管理电路 25 给模拟外设电路 21、模数转换电路 22、MOSFET 驱动电路 24 以及微控制单元 MCU23 供电，并且微控制单元 MCU23 通过多模式电源管理电路 25 控制模拟外设电路 21、模数转换电路 22、MOSFET 驱动电路 24 供电的顺序。

多模式电源管理电路 25 具体的对模拟外设电路 21、模数转换电路 22、MOSFET 驱动电路 24 以及微控制单元 MCU23 供电的供电顺序可以根据实际需要进行更改，在此并不加以限定。

微控制单元 MCU23 通过控制模拟外设电路 21、模式转换电路 22、MOSFET 驱动电路 24 的通断，从而控制模拟外设电路 21、模式转换电路 22、MOSFET 驱动电路 24 的供电顺序，即启动顺序，从而可以避免模式转换电路 22 以及微控制单元 MCU23、MOSFET 驱动电路 24 同时启动造成的瞬时电压或电流过大，导致的芯片故障，保证系统的稳定。

30 实施例三十二

如图 2 所示,在实施例三十一的基础上,模拟外设电路 21 可以采用不同的电路结构以实现其具体功能。图 2 提供了模拟外设电路 21 的一种可行结构,但并不以此作为限制。

本实施例提供一种飞行器的电机控制芯片的模拟外设电路 21 包括:用于采集电机的运行电流信号的差分放大器 211,其中,差分放大器 211 用于接收电机的电压信号,并将电压信号转换为差分模拟信号输出至模数转换电路 ADC22。

本实施例中的差分放大器 211 的具体工作原理和实现方式以及连接关系均与实施例二相同,在此不再赘述。

本实施例中的飞行器的电机控制芯片,通过采用差分放大器 211 接收电机 5 的电压信号,差分放大器 211 可以很好的抑制共模干扰,因此可以保证最终微控制单元 MCU23 接收到的数字信号的准确性。

实施例三十三

如图 3 所示,在实施例三十二所示实施例的基础上,可以理解的是,mosfet 电路的具体结构需要与电机 5 的具体类型相适应。以图 3 为例,其中,电机 5 可以为三相电机,相应的,mosfet 电路包括三个相互串联的 mosfet 组,三个 mosfet 组分别与电机的三相定子绕组连接。

进一步的,差分放大器 211 的一个输入端与电机的其中一相定子绕组连接,差分放大器 211 的另外一端与内部的基准电压 GND 连接。

可选的,差分放大器 211 的通过飞行器的电机控制芯片外部的采样电阻 10 采集电机的电压信号。

可选的,电机的电压信号可以为电机的转速信号。具体的,采样电阻 10 的一端连接于 mosfet 电路 4 与差分放大器 211 的一个输入端之间,采样电阻 10 的另外一端连接于内部的基准电压与差分放大器 211 的另外一个输入端之间。

实施例三十四

如图 4 所示,在实施例三十一至实施例三十三任一实施例的基础上,模拟外设电路 21 可以采用不同的电路结构以实现其具体功能。图 4 提供了模拟

外设电路 21 的一种可行结构，但并不以此作为限制。

模拟外设电路 21 包括：用于采集电机的换相信号的三路比较器 212，三路比较器 212 用于接收电机的相端电压，还接收内部的基准电压，根据相端电压和内部的基准电压生成比较信号，三路比较器 212 将比较信号输出至微控制单元 MCU23。

三路比较器 212 通过内部的基准电压 GND 与电机的相端电压之差与预设的阈值进行比较，生成比较信号，根据该比较信号可以检测电机 5 的过零信号，即换相信号，该换相信号为二进制信号。进一步的，三路比较器 212 将该二进制换相信号输出至微控制单元 MCU23。

本实施例中的差分放大器 211 的具体工作原理和实现方式以及连接关系均与实施例四相同，在此不再赘述。

本实施例中的飞行器的电机控制芯片，通过三路比较器 212 可以准确的检测电机 5 的换相信号。

实施例三十五

在上述实施例的基础上，如图 5 所示，模拟外设电路 21 包括差分放大器 211 和三路比较器 212。具体的，差分放大器 211 和三路比较器 212 的工作原理可以参见上述实施例，在此不再赘述。

实施例三十六

在上述实施例三十一至三十五任一实施例的基础上，如图 6 所示，本实施例的飞行器的电机控制芯片还包括：

脉冲宽度调制 PWM 发生器 26，PWM 发生器 26 的输入端与微控制单元 MCU23 的输出端连接，PWM 发生器 26 的输出端与 MOSFET 驱动电路 24 连接，PWM 发生器 26 用于将微控制单元 MCU23 输出的控制信号转换为 PWM 脉冲信号。

微控制单元 MCU23 通过控制 PWM 发生器 26，使其产生频率固定、高电平、脉宽在预设范围内的 PWM 脉冲，其中，PWM 波的脉宽越大，可以控制电机的转速越高。可选的，脉宽的预设范围可以选为 1ms-2ms 之间。

本实施例的飞行器的电机控制芯片中，PWM 发生器 26 产生 PWM 脉冲

信号，从而可以控制电机的转速。

实施例三十七

在实施例三十六的基础上，若 PWM 发生器 26 产生的 PWM 信号的电压
5 强度不足以驱动芯片外部的 MOSFET 电路，需要将 PWM 信号的电压强度进行放大。

如图 7 所示，飞行器的电机控制芯片中的 MOSFET 驱动电路 24 包括：
电压放大电路 241，电压放大电路 241 的输入端与 PWM 发生器 26 连接，电压放大电路 241 用于将 PWM 发生器 26 输出的 PWM 信号放大。

10 本实施例的飞行器的电机控制芯片的 PWM 发生器的具体原理和实现方式均与实施例七相同，在此不再赘述。

实施例三十八

在实施例三十一至实施例三十七任一实施例的基础上，如图 8 所示，本
15 实施例的飞行器的电机控制芯片还包括：温度传感电路 27，温度传感电路 27 用于检测芯片内部温度，温度传感电路 27 分别与多模式电源管理电路 25 和模数转换电路 22 连接。

本实施例的飞行器的芯片的温度传感电路 27 的具体原理和实现方式均与实施例八相同，在此不再赘述。

20 本实施例中的电机控制芯片通过温度传感电路 27 可以测量芯片内部的温度，可以防止芯片过热而造成的功能异常。

实施例三十九

在上述实施例三十一至实施例三十八任一实施例的基础上，如图 10 所示，
25 本实施例的飞行器的电机控制芯片的多模式电源管理电路包括：用于分出多路电压、并且与 MCU23 通信连接的开关电路控制器 251。

其中，本实施例的飞行器中的芯片的开关电路控制器 251 的具体原理和实现方式均与实施例十相同，在此不再赘述。

30 微控制单元 MCU23 通过开关电路控制器 251 控制模拟外设电路 21、模式转换电路 22、MOSFET 驱动电路 24 的供电顺序，即启动顺序，从而可以

避免模式转换电路 22 以及微控制单元 MCU23、MOSFET 驱动电路 24 同时启动造成的瞬时电压或电流过大，导致的芯片故障，保证系统的稳定。

实施例四十

5 本实施例提供一种电子调速器，包括飞行器的电机控制芯片以及 MOSFET 电路，其中， MOSFET 电路连接于电机控制芯片和电机之间。

如图 1 所示，飞行器的电机控制芯片包括：用于采集电机运行信号的模拟外设电路 21、用于将模拟信号转换数字信号的模数转换电路 ADC22、用于驱动 MOSFET 电路的 MOSFET 驱动电路 24、用于输出多路电压的多模式电
10 源管理电路 25、与前述多模式电源管理电路 25、模数转换电路 22、MOSFET 驱动电路 24 通信连接的微控制单元 MCU23。

其中，多模式电源管理电路 25 给模拟外设电路 21、模数转换电路 22、MOSFET 驱动电路 24 以及微控制单元 MCU23 供电，并且微控制单元 MCU23 通过多模式电源管理电路 25 控制模拟外设电路 21、模数转换电路 22、
15 MOSFET 驱动电路 24 供电的顺序。

多模式电源管理电路 25 具体的对模拟外设电路 21、模数转换电路 22、MOSFET 驱动电路 24 以及微控制单元 MCU23 供电的供电顺序可以根据实际需要进行更改，在此并不加以限定。

微控制单元 MCU23 通过控制模拟外设电路 21、模式转换电路 22
20 MOSFET 驱动电路 24 的通断，从而控制模拟外设电路 21、模式转换电路 22、MOSFET 驱动电路 24 的供电顺序，即启动顺序，从而可以避免模式转换电路 22 以及微控制单元 MCU23、MOSFET 驱动电路 24 同时启动造成的瞬时电压或电流过大，导致的芯片故障，保证系统的稳定。

25 实施例四十一

在实施例四十的基础上，如图 2 所示，本实施例提供的电子调速器的模拟外设电路 21 包括：用于采集电机的运行电流信号的差分放大器 211，其中，差分放大器 211 用于接收电机的电压信号，并将电压信号转换为差分模拟信号输出至模数转换电路 ADC22。

30 本实施例中的差分放大器 211 的具体工作原理和实现方式以及连接关系

均与实施例二相同，在此不再赘述。

本实施例中的飞行器的电机控制芯片，通过采用差分放大器 211 接收电机 5 的电压信号，差分放大器 211 可以很好的抑制共模干扰，因此可以保证最终微控制单元 MCU23 接收到的数字信号的准确性。

5

实施例四十二

在实施例四十一和实施例四十二任一实施例的基础上，可以理解的是，mosfet 电路的具体结构需要与电机 5 的具体类型相适应。以图 3 为例，如图 3 所示，其中，电机 5 可以为三相电机，相应的，mosfet 电路包括三个相互
10 串联的 mosfet 组，三个 mosfet 组分别与电机的三相定子绕组连接。

进一步的，差分放大器 211 的一个输入端与电机的其中一相定子绕组连接，差分放大器 211 的另外一端与内部的基准电压 GND 连接。

可选的，差分放大器 211 的通过飞行器的电机控制芯片外部的采样电阻
10 采集电机的电压信号。

15 可选的，电机的电压信号可以为电机的转速信号。具体的，采样电阻 10 的一端连接于 mosfet 电路 4 与差分放大器 211 的一个输入端之间，采样电阻 10 的另外一端连接于内部的基准电压与差分放大器 211 的另外一个输入端之间。

20 实施例四十三

如图 4 所示，在实施例四十至实施例四十二任一实施例的基础上，模拟外设电路 21 可以采用不同的电路结构以实现其具体功能。图 4 提供了模拟外设电路 21 的一种可行结构，但并不以此作为限制。

模拟外设电路 21 包括：用于采集电机的换相信号的三路比较器 212，三路比较器 212 用于接收电机的相端电压，还接收内部的基准电压，根据相端电压和内部的基准电压生成比较信号，三路比较器 212 将比较信号输出至微控制单元 MCU23。
25

三路比较器 212 通过内部的基准电压 GND 与电机的相端电压之差与预设的阈值进行比较，生成比较信号，根据该比较信号可以检测电机 5 的过零信号，即换相信号，该换相信号为二进制信号。进一步的，三路比较器 212 将
30

该二进制换相信号输出至微控制单元 MCU23。

本实施例中的差分放大器 211 的具体工作原理和实现方式以及连接关系均与实施例四相同，在此不再赘述。

本实施例中的电子调速器的飞行器的电机控制芯片，通过三路比较器 212
5 可以准确的检测电机 5 的换相信号。

实施例四十四

在上述实施例的基础上，如图 5 所示，模拟外设电路 21 包括差分放大器 211 和三路比较器 212。具体的，差分放大器 211 和三路比较器 212 的工作原
10 理可以参见上述实施例，在此不再赘述。

实施例四十五

在上述实施例四十至实施例四十四任一实施例的基础上，如图 6 所示，本实施例的电子调速器的飞行器的电机控制芯片还包括：

15 脉冲宽度调制 PWM 发生器 26， PWM 发生器 26 的输入端与微控制单元 MCU23 的输出端连接，PWM 发生器 26 的输出端与 MOSFET 驱动电路 24 连接， PWM 发生器 26 用于将微控制单元 MCU23 输出的控制信号转换为 PWM 脉冲信号。

20 微控制单元 MCU23 通过控制 PWM 发生器 26，使其产生频率固定、高电平、脉宽在预设范围内的 PWM 脉冲，其中，PWM 波的脉宽越大，可以控制电机的转速越高。可选的，脉宽的预设范围可以选为 1ms-2ms 之间。

本实施例的电子调速器的飞行器的电机控制芯片中，通过 PWM 发生器 26 产生 PWM 脉冲信号，从而可以控制电机的转速。

25 实施例四十六

在实施例四十五的基础上，若 PWM 发生器 26 产生的 PWM 信号的电压强度不足以驱动芯片外部的 MOSFET 电路，需要将 PWM 信号的电压强度进行放大。

如图 7 所示，飞行器的电机控制芯片中的 MOSFET 驱动电路 24 包括：
30 电压放大电路 241，电压放大电路 241 的输入端与 PWM 发生器 26 连接，电

压放大电路 241 用于将 PWM 发生器 26 输出的 PWM 信号放大。

本实施例的电子调速器中电机控制芯片的 PWM 发生器的具体原理和实现方式均与实施例七相同，在此不再赘述。

5 实施例四十七

在上述实施例四十至实施例四十六任一实施例的基础上，如图 8 所示，本实施例的电子调速器的飞行器的电机控制芯片还包括：温度传感电路 27，温度传感电路 27 用于检测芯片内部温度，温度传感电路 27 分别与多模式电源管理电路 25 和模数转换电路 22 连接。

10 其中，飞行器的芯片的温度传感电路 27 的具体原理和实现方式均与实施例八相同，在此不再赘述。

本实施例的电子调速器，电机控制芯片通过温度传感电路 27 可以测量芯片内部的温度，可以防止芯片过热而造成的功能异常。

15 实施例四十八

在上述实施例四十至实施例四十七任一实施例的基础上，如图 10 所示，本实施例的飞行器的电机控制芯片的多模式电源管理电路包括：用于分出多路电压、并且与 MCU23 通信连接的开关电路控制器 251。

20 其中，开关电路控制器 251 的具体原理和实现方式均与实施例十相同，在此不再赘述。

微控制单元 MCU23 通过开关电路控制器 251 控制模拟外设电路 21、模式转换电路 22、MOSFET 驱动电路 24 的供电顺序，即启动顺序，从而可以避免模式转换电路 22 以及微控制单元 MCU23、MOSFET 驱动电路 24 同时启动造成的瞬时电压或电流过大，导致的芯片故障，保证系统的稳定。

25

实施例四十九

本实施例提供一种无人飞行器，该无人飞行器（下文简称飞行器）包括：电子调速器和与该电子调速器连接的电机，电子调速器包括：飞行器的电机控制芯片以及 MOSFET 电路，其中，MOSFET 电路连接于电机控制芯片和
30 电机之间。

具体的，如图 1 所示，飞行器的电机控制芯片包括：用于采集电机运行信号的模拟外设电路 21、用于将模拟信号转换数字信号的模数转换电路 ADC22、用于驱动 MOSFET 电路的 MOSFET 驱动电路 24、用于输出多路电压的多模式电源管理电路 25、与所述多模式电源管理电路 25、模数转换电路 22、MOSFET 驱动电路 24 通信连接的微控制单元 MCU23。

其中，多模式电源管理电路 25 给模拟外设电路 21、模数转换电路 22、MOSFET 驱动电路 24 以及微控制单元 MCU23 供电，并且微控制单元 MCU23 通过多模式电源管理电路 25 控制模拟外设电路 21、模数转换电路 22、MOSFET 驱动电路 24 供电的顺序。

多模式电源管理电路 25 具体的对模拟外设电路 21、模数转换电路 22、MOSFET 驱动电路 24 以及微控制单元 MCU23 供电的供电顺序可以根据实际需要进行更改，在此并不加以限定。

本实施例提供的无人飞行器中，微控制单元 MCU23 通过控制模拟外设电路 21、模式转换电路 22 MOSFET 驱动电路 24 的通断，从而控制模拟外设电路 21、模式转换电路 22、MOSFET 驱动电路 24 的供电顺序，即启动顺序，从而可以避免模式转换电路 22 以及微控制单元 MCU23、MOSFET 驱动电路 24 同时启动造成的瞬时电压或电流过大，导致的芯片故障，保证无人飞行器的稳定。

实施例五十

在实施例四十九的基础上，模拟外设电路 21 可以采用不同的电路结构以实现其具体功能。图 2 提供了模拟外设电路 21 的一种可行结构，但并不以此作为限制。

如图 2 所示，本实施例提供的无人飞行器中，飞行器的电机控制芯片的模拟外设电路 21 包括：用于采集电机的运行电流信号的差分放大器 211，其中，差分放大器 211 用于接收电机的电压信号，并将电压信号转换为差分模拟信号输出至模数转换电路 ADC22。

本实施例中的差分放大器 211 的具体工作原理和实现方式以及连接关系均与实施例二相同，在此不再赘述。

本实施例中的飞行器中，飞行器的电机控制芯片通过采用差分放大器 211

接收电机 5 的电压信号，差分放大器 211 可以很好的抑制共模干扰，因此可以保证最终微控制单元 MCU23 接收到的数字信号的准确性。

实施例五十一

5 如图 3 所示，在图 2 所示实施例的基础上，可以理解的是，mosfet 电路的具体结构需要与电机 5 的具体类型相适应。以图 3 为例，其中，电机 5 可以为三相电机，相应的，mosfet 电路包括三个相互串联的 mosfet 组，三个 mosfet 组分别与电机的三相定子绕组连接。

进一步的，差分放大器 211 的一个输入端与电机的其中一相定子绕组连接，差分放大器 211 的另外一端与内部的基准电压 GND 连接。

可选的，差分放大器 211 的通过飞行器的电机控制芯片外部的采样电阻 10 采集电机的电压信号。

可选的，电机的电压信号可以为电机的转速信号。具体的，采样电阻 10 的一端连接于 mosfet 电路 4 与差分放大器 211 的一个输入端之间，采样电阻 10 的另外一端连接于内部的基准电压与差分放大器 211 的另外一个输入端之间。

实施例五十二

如图 4 所示，在实施例四十九至五十二任一实施例的基础上，模拟外设电路 21 可以采用不同的电路结构以实现其具体功能。图 4 提供了模拟外设电路 21 的一种可行结构，但并不以此作为限制。

模拟外设电路 21 包括：用于采集电机的换相信号的三路比较器 212，三路比较器 212 用于接收电机的相端电压，还接收内部的基准电压，根据相端电压和内部的基准电压生成比较信号，三路比较器 212 将比较信号输出至微控制单元 MCU23。

三路比较器 212 通过内部的基准电压 GND 与电机的相端电压之差与预设的阈值进行比较，生成比较信号，根据该比较信号可以检测电机 5 的过零信号，即换相信号，该换相信号为二进制信号。进一步的，三路比较器 212 将该二进制换相信号输出至微控制单元 MCU23。

30 本实施例中的差分放大器 211 的具体工作原理和实现方式以及连接关系

均与实施例四相同，在此不再赘述。

本实施例的无人飞行器中，飞行器的电机控制芯片通过三路比较器 212 可以准确的检测电机 5 的换相信号。

5 实施例五十三

在上述实施例的基础上，如图 5 所示，模拟外设电路 21 包括差分放大器 211 和三路比较器 212。具体的，差分放大器 211 和三路比较器 212 的工作原理可以参见上述实施例，在此不再赘述。

10 实施例五十四

在上述实施例四十九至实施例五十三任一实施例的基础上，如图 6 所示，本实施例的无人飞行器中，飞行器的电机控制芯片还包括：

脉冲宽度调制 PWM 发生器 26， PWM 发生器 26 的输入端与微控制单元 MCU23 的输出端连接，PWM 发生器 26 的输出端与 MOSFET 驱动电路 24 连接， PWM 发生器 26 用于将微控制单元 MCU23 输出的控制信号转换为 PWM 脉冲信号。

微控制单元 MCU23 通过控制 PWM 发生器 26，使其产生频率固定、高电平、脉宽在预设范围内的 PWM 脉冲，其中，PWM 波的脉宽越大，可以控制电机的转速越高。可选的，脉宽的预设范围可以选为 1ms-2ms 之间。

20 本实施例的无人飞行器中，飞行器的电机控制芯片通过 PWM 发生器 26 产生 PWM 脉冲信号，从而可以控制电机的转速。

实施例五十四

在实施例五十三的基础上，若 PWM 发生器 26 产生的 PWM 信号的电压强度不足以驱动芯片外部的 MOSFET 电路，需要将 PWM 信号的电压强度进行放大。

如图 7 所示，飞行器的电机控制芯片中的 MOSFET 驱动电路 24 包括：电压放大电路 241，电压放大电路 241 的输入端与 PWM 发生器 26 连接，电压放大电路 241 用于将 PWM 发生器 26 输出的 PWM 信号放大。

30 本实施例的无人飞行器中，电机控制芯片的 PWM 发生器的具体原理和实现方式均与实施例七相同，在此不再赘述。

实施例五十五

在上述实施例四十九至实施例五十四任一实施例的基础上，如图 8 所示，本实施例的无人飞行器的电机控制芯片还包括：温度传感电路 27，温度传感
5 电路 27 用于检测芯片内部温度，温度传感电路 27 分别与多模式电源管理电路 25 和模数转换电路 22 连接。

其中，飞行器的芯片的温度传感电路 27 的具体原理和实现方式均与实施例八相同，在此不再赘述。

本实施例的无人飞行器，电机控制芯片通过温度传感电路 27 可以测量芯
10 片内部的温度，可以防止芯片过热而造成的功能异常。

实施例五十六

在上述实施例四十九至实施例五十五任一实施例的基础上，如图 10 所示，本实施例的无人飞行器中，电机控制芯片的多模式电源管理电路包括：用于
15 分出多路电压、并且与 MCU23 通信连接的开关电路控制器 251。

其中，开关电路控制器 251 的具体原理和实现方式均与实施例十相同，在此不再赘述。

微控制单元 MCU23 通过开关电路控制器 251 控制模拟外设电路 21、模式转换电路 22、MOSFET 驱动电路 24 的供电顺序，即启动顺序，从而可以
20 避免模式转换电路 22 以及微控制单元 MCU23、MOSFET 驱动电路 24 同时启动造成的瞬时电压或电流过大，导致的芯片故障，保证系统的稳定。

在本发明所提供的几个实施例中，应该理解到，所揭露的相关装置和方法，可以通过其它的方式实现。例如，以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的，例如，所述模块或单元的划分，仅仅为一种逻辑功能划分，实际实现
25 时可以有另外的划分方式，例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统，或一些特征可以忽略，或不执行。另一点，所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口，装置或单元的间接耦合或通信连接，可以是电性，机械或其它的形式。

所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的，作
30 为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元，即可以位于一个地方，

或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

另外，在本发明各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中，也可以是各个单元单独物理存在，也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现，也可以采用软件功能单元的形式实现。

所述集成的单元如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用，可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解，本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的全部或部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品存储在一个存储介质中，包括若干指令用以使得计算机处理器（processor）执行本发明各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括：U 盘、移动硬盘、只读存储器（ROM, Read-Only Memory）、随机存取存储器（RAM, Random Access Memory）、磁盘或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

以上所述仅为本发明的实施例，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。

最后应说明的是：以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明，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发明各实施例技术方案的范围。

权 利 要 求 书

1、一种飞行器的电机控制芯片，其特征在于，包括：

封装壳，所述封装壳上设有多个引脚，所述多个引脚包括电源引脚及信号输出引脚以及多个模拟信号输入引脚；

5 被封装在所述封装壳内的模拟外设电路、模数转换电路、微控制单元 MCU、MOSFET 驱动电路和多模式电源管理电路；

所述模拟外设电路用于采集电机运行信号；

其中，所述多模式电源管理电路的输入端与所述电源引脚电连接，所述多模式电源管理电路还分别与模拟外设电路、模数转换电路、微控制单元
10 MCU 以及 MOSFET 驱动电路电连接；

所述模拟外设电路与所述模数转换电路电连接，所述模数转换电路与所述微控制单元 MCU 电连接，所述微控制单元 MCU 与所述 MOSFET 驱动电路的输入端电连接；

所述 MOSFET 驱动电路的输出端与所述模拟信号输出引脚电连接，用于
15 输出驱动信号给 MOSFET 电路；

所述模拟外设电路与其中一个所述模拟信号输入引脚电连接，用于接收所述控制芯片外部的模拟信号。

2、根据权利要求 1 所述的飞行器的电机控制芯片，其特征在于，所述模拟外设电路包括：

20 用于采集电机的运行电流信号的差分放大器；

其中，所述差分放大器的输入端用于与其中一个所述模拟信号输入引脚连接，用于接收电机的电压信号，所述差分放大器的输出端与所述模数转换电路 ADC 电连接。

3、根据权利要求 1 所述的飞行器的电机控制芯片，其特征在于，所述模拟外设电路还包括：

用于采集电机的换相信号的三路比较器，所述三路比较器的第一输入端与其中一个所述模拟信号输入引脚连接，用于接收电机的相端电压，所述三路比较器的另一输入端与内部的基准电压连接，所述三路比较器的输出端与所述微控制单元 MCU 连接。

30 4、根据权利要求 1 所述的飞行器的电机控制芯片，其特征在于，还包括：

封装在所述封装壳内的脉冲宽度调制 PWM 发生器, 所述 PWM 发生器的输入端与所述微控制单元 MCU 的输出端连接, 输出端与所述 MOSFET 驱动电路连接, 所述 PWM 发生器用于将所述微控制单元 MCU 输出的控制信号转换为 PWM 脉冲信号。

- 5 5、根据权利要求 4 所述的飞行器的电机控制芯片, 其特征在于, 所述 MOSFET 驱动电路包括:

电压放大电路, 所述电压放大电路的输入端与所述 PWM 发生器连接, 所述电压放大电路用于将所述 PWM 发生器输出的 PWM 信号放大, 所述电压放大电路的输出端与所述模拟信号输出引脚电连接。

- 10 6、根据权利要求 1 所述的飞行器的电机控制芯片, 其特征在于, 还包括:

被封装在所述封装壳内温度传感电路, 所述温度传感电路用于检测芯片内部温度, 所述温度传感电路分别与所述多模式电源管理电路和模数转换电路连接。

- 15 7、根据权利要求 1 所述的飞行器的电机控制芯片, 其特征在于, 所述模拟信号输出引脚还包括: 与所述 MOSFET 驱动电路的输出端连接的 MOSFET 引脚, 所述 MOSFET 引脚包括:

用于接收外部自举电路的电压信号的三个上桥门极驱动器自举源输入引脚;

- 20 用于输出驱动信号的三个上桥门极驱动引脚、以及三个下桥门极驱动引脚;

用于接收外部自举电路的电压信号的三个上桥门极驱动源极引脚。

- 8、根据权利要求 1 所述的飞行器的电机控制芯片, 其特征在于, 所述多模式电源管理电路包括用于分出多路电压、并且与所述 MCU 通信连接的开关电路控制器;

- 25 所述电源引脚包括开关电源控制器电源输入引脚, 所述开关电路控制器与所述开关电源控制器电源输入引脚电连接。

9、一种电子调速器, 其特征在于, 包括: 飞行器的电机控制芯片以及 MOSFET 电路;

- 30 其中, 所述 MOSFET 电路, 连接于所述电机控制芯片和所述电机之间; 所述飞行器的电机控制芯片包括: 封装壳, 所述封装壳上设有多个引脚,

所述多个引脚包括电源引脚及信号输出引脚以及多个模拟信号输入引脚；

被封装在所述封装壳内的模拟外设电路、模数转换电路、微控制单元 MCU、MOSFET 驱动电路和多模式电源管理电路；

所述模拟外设电路用于采集电机运行信号；

- 5 其中，所述多模式电源管理电路的输入端与所述电源引脚电连接，所述多模式电源管理电路还分别与模拟外设电路、模数转换电路、微控制单元 MCU 以及 MOSFET 驱动电路电连接；

所述模拟外设电路与所述模数转换电路电连接，所述模数转换电路与所述微控制单元 MCU 电连接，所述微控制单元 MCU 与所述 MOSFET 驱动电
10 路的输入端电连接；

所述 MOSFET 驱动电路的输出端与所述模拟信号输出引脚电连接，用于输出驱动信号给 MOSFET 电路；所述模拟外设电路与其中一个所述模拟信号输入引脚电连接，用于接收所述控制芯片外部的模拟信号。

- 10、根据权利要求 9 所述的电子调速器，其特征在于，所述模拟外设电
15 路包括：所述用于采集电机的运行电流信号的差分放大器；

其中，所述差分放大器的输入端用于与其中一个所述模拟信号输入引脚连接，用于接收采样电阻的电压信号，所述差分放大器的输出端与所述模数转换电路 ADC 电连接。

- 11、根据权利要求 9 所述的电子调速器，其特征在于，所述模拟外设电
20 路还包括：

用于采集电机的换相信号的三路比较器，所述三路比较器的第一输入端与其中一个所述模拟信号输入引脚连接，用于接收电机的相端电压，所述三路比较器的另一输入端与内部的基准电压连接，所述三路比较器的输出端与所述微控制单元 MCU 连接。

- 25 12、根据权利要求 9 所述的电子调速器，其特征在于，所述飞行器的电机控制芯片还包括：

封装在所述封装壳内的脉冲宽度调制 PWM 发生器，所述 PWM 发生器的输入端与所述微控制单元 MCU 的输出端连接，输出端与所述 MOSFET 驱动电路连接，所述 PWM 发生器用于将所述微控制单元 MCU 输出的控制信号
30 转换为 PWM 脉冲信号。

13、根据权利要求 12 所述的电子调速器，其特征在于，所述 MOSFET 驱动电路包括：

电压放大电路，所述电压放大电路的输入端与所述 PWM 发生器连接，所述电压放大电路用于将所述 PWM 发生器输出的 PWM 信号放大，所述电压放大电路的输出端与所述模拟信号输出引脚电连接。

14、根据权利要求 9 所述的电子调速器，其特征在于，飞行器的电机控制芯片还包括：被封装在所述封装壳内温度传感电路，所述温度传感电路用于检测芯片内部温度，所述温度传感电路分别与所述多模式电源管理电路和模数转换电路连接。

15、根据权利要求 9 所述的电子调速器，其特征在于，所述模拟信号输出引脚还包括：与所述 MOSFET 驱动电路的输出端连接的 MOSFET 引脚，所述 MOSFET 引脚包括：

与所述 MOSFET 驱动电路的输出端连接的用于接收外部自举电路的电压信号的三个上桥门极驱动器自举源输入引脚、用于输出驱动信号的三个上桥门极驱动引脚、以及三个下桥门极驱动引脚；

用于接收外部自举电路的电压信号的三个上桥门极驱动源极引脚。

16、根据权利要求 9 所述的电子调速器，其特征在于，所述多模式电源管理电路包括用于分出多路电压、并且与所述 MCU 通信连接的开关电路控制器；

所述电源引脚包括开关电源控制器电源输入引脚，所述开关电路控制器与所述开关电源控制器电源输入引脚电连接。

17、一种无人飞行器，其特征在于，包括：电子调速器和与所述电子调速器连接的电机，所述电子调速器包括：飞行器的电机控制芯片以及 MOSFET 电路；

其中，所述 MOSFET 电路，连接于所述电机控制芯片和所述电机之间；所述飞行器的电机控制芯片包括：封装壳，所述封装壳上设有多个引脚，所述多个引脚包括电源引脚及信号输出引脚以及多个模拟信号输入引脚；

被封装在所述封装壳内的模拟外设电路、模数转换电路、微控制单元 MCU、MOSFET 驱动电路和多模式电源管理电路；

所述模拟外设电路用于采集电机运行信号；

其中，所述多模式电源管理电路的输入端与所述电源引脚电连接，所述多模式电源管理电路还分别与模拟外设电路、模数转换电路、微控制单元 MCU 以及 MOSFET 驱动电路电连接；

所述模拟外设电路与所述模数转换电路电连接，所述模数转换电路与所述微控制单元 MCU 电连接，所述微控制单元 MCU 与所述 MOSFET 驱动电路的输入端电连接；

所述 MOSFET 驱动电路的输出端与所述模拟信号输出引脚电连接，用于输出驱动信号给 MOSFET 电路；

所述模拟外设电路与其中一个所述模拟信号输入引脚电连接，用于接收所述控制芯片外部的模拟信号。

18、根据权利要求 17 所述的无人飞行器，其特征在于，所述模拟外设电路包括：所述用于采集电机的运行电流信号的差分放大器；

其中，所述差分放大器的输入端用于与其中一个所述模拟信号输入引脚连接，用于接收采样电阻的电压信号，所述差分放大器的输出端与所述模数转换电路 ADC 电连接。

19、根据权利要求 17 所述的无人飞行器，其特征在于，所述模拟外设电路还包括：

用于采集电机的换相信号的三路比较器，所述三路比较器的第一输入端与其中一个所述模拟信号输入引脚连接，用于接收电机的相端电压，所述三路比较器的另一输入端与内部的基准电压连接，所述三路比较器的输出端与所述微控制单元 MCU 连接。

20、根据权利要求 17 所述的无人飞行器，其特征在于，所述飞行器的电机控制芯片还包括：

封装在所述封装壳内的脉冲宽度调制 PWM 发生器，所述 PWM 发生器的输入端与所述微控制单元 MCU 的输出端连接，输出端与所述 MOSFET 驱动电路连接，所述 PWM 发生器用于将所述微控制单元 MCU 输出的控制信号转换为 PWM 脉冲信号。

21、根据权利要求 20 所述的无人飞行器，其特征在于，所述 MOSFET 驱动电路包括：

电压放大电路，所述电压放大电路的输入端与所述 PWM 发生器连接，

所述电压放大电路用于将所述 PWM 发生器输出的 PWM 信号放大，所述电压放大电路的输出端与所述模拟信号输出引脚电连接。

22、根据权利要求 15 所述的无人飞行器，其特征在于，飞行器的电机控制芯片还包括：

- 5 被封装在所述封装壳内温度传感电路，所述温度传感电路用于检测芯片内部温度，所述温度传感电路分别与所述多模式电源管理电路和模数转换电路连接。

- 23、根据权利要求 15 所述的无人飞行器，其特征在于，所述模拟信号输出引脚还包括：与所述 MOSFET 驱动电路的输出端连接的 MOSFET 引脚，
10 所述 MOSFET 引脚包括：与所述 MOSFET 驱动电路的输出端连接的、用于接收外部自举电路的电压信号的三个上桥门极驱动器自举源输入引脚、用于输出驱动信号的三个上桥门极驱动引脚、以及三个下桥门极驱动引脚；

用于接收外部自举电路的电压信号的三个上桥门极驱动源极引脚。

- 24、根据权利要求 15 所述的飞行器的电机控制芯片，其特征在于，所述
15 多模式电源管理电路包括：

用于分出多路电压、并且与所述 MCU 通信连接的开关电路控制器；

所述电源引脚包括开关电源控制器电源输入引脚，所述开关电路控制器与
所述开关电源控制器电源输入引脚电连接。

- 25、一种飞行器的电机控制芯片，其特征在于，所述电机控制芯片内部
20 封装的电路包括：

用于采集电机运行信号的模拟外设电路；

用于将模拟信号转换数字信号的模数转换电路；

用于驱动 MOSFET 电路的 MOSFET 驱动电路；

用于输出多路电压的多模式电源管理电路；

- 25 与所述多模式电源管理电路、所述模数转换电路、MOSFET 驱动电路通信连接的微控制单元 MCU；

- 其中，所述多模式电源管理电路给所述模拟外设电路、所述模数转换电路、所述 MOSFET 驱动电路以及所述微控制单元 MCU 供电，并且所述微控制单元 MCU 通过所述多模式电源管理电路控制所述模拟外设电路、所述模
30 数转换电路、所述 MOSFET 驱动电路供电的顺序。

26、根据权利要求 25 所述的飞行器的电机控制芯片，其特征在于，所述模拟外设电路包括：

用于采集电机的运行电流信号的差分放大器；

其中，所述差分放大器用于接收电机的电压信号，并将所述电压信号转换为差分模拟信号输出至所述模数转换电路 ADC。

27、根据权利要求 25 所述的飞行器的电机控制芯片，其特征在于，所述模拟外设电路还包括：

用于采集电机的换相信号的三路比较器，所述三路比较器用于接收电机的相端电压，还接收内部的基准电压，根据所述相端电压和所述内部的基准电压生成比较信号，所述三路比较器将所述比较信号输出至所述微控制单元 MCU。

28、根据权利要求 25 所述的飞行器的电机控制芯片，其特征在于，还包括：

脉冲宽度调制 PWM 发生器，所述 PWM 发生器的输入端与所述微控制单元 MCU 的输出端连接，输出端与所述 MOSFET 驱动电路连接，所述 PWM 发生器用于将所述微控制单元 MCU 输出的控制信号转换为 PWM 脉冲信号。

29、根据权利要求 28 所述的飞行器的电机控制芯片，其特征在于，所述 MOSFET 驱动电路包括：

电压放大电路，所述电压放大电路的输入端与所述 PWM 发生器连接，所述电压放大电路用于将所述 PWM 发生器输出的 PWM 信号放大。

30、根据权利要求 25 所述的飞行器的电机控制芯片，其特征在于，还包括：

温度传感电路，所述温度传感电路用于检测芯片内部温度，所述温度传感电路分别与所述多模式电源管理电路和模数转换电路连接。

31、根据权利要求 25 所述的飞行器的电机控制芯片，其特征在于，所述多模式电源管理电路包括：

用于分出多路电压、并且与所述 MCU 通信连接的开关电路控制器。

32、一种电子调速器，其特征在于，包括：飞行器的电机控制芯片以及 MOSFET 电路；

所述电机控制芯片内部封装的电路包括：

用于采集电机运行信号的模拟外设电路；
用于将模拟信号转换数字信号的模数转换电路；
用于驱动 MOSFET 电路的 MOSFET 驱动电路；
用于输出多路电压的多模式电源管理电路；

5 与上述多模式电源管理电路、所述模数转换电路、MOSFET 驱动电路通信连接的微控制单元 MCU；

其中，所述多模式电源管理电路给所述模拟外设电路、所述模数转换电路、所述 MOSFET 驱动电路以及所述微控制单元 MCU 供电，并且所述微控制单元 MCU 通过所述多模式电源管理电路控制所述模拟外设电路、所述模
10 数转换电路、所述 MOSFET 驱动电路供电的顺序。

33、根据权利要求 32 所述的电子调速器，其特征在于，所述模拟外设电路包括：

用于采集电机的运行电流信号的差分放大器；

其中，所述差分放大器用于接收电机的电压信号，并将所述电压信号转
15 换为差分模拟信号输出至所述模数转换电路 ADC。

34、根据权利要求 32 所述的电子调速器，其特征在于，所述模拟外设电路还包括：

用于采集电机的换相信号的三路比较器，所述三路比较器用于接收电机的相端电压，还接收内部的基准电压，根据所述相端电压和所述内部的基准
20 电压生成比较信号，所述三路比较器将所述比较信号输出至所述微控制单元 MCU。

35、根据权利要求 32 所述的电子调速器，其特征在于，所述飞行器的电机控制芯片还包括：

脉冲宽度调制 PWM 发生器，所述 PWM 发生器的输入端与所述微控制
25 单元 MCU 的输出端连接，输出端与所述 MOSFET 驱动电路连接，所述 PWM 发生器用于将所述微控制单元 MCU 输出的控制信号转换为 PWM 脉冲信号。

36、根据权利要求 35 所述的电子调速器，其特征在于，所述 MOSFET 驱动电路包括：

电压放大电路，所述电压放大电路的输入端与所述 PWM 发生器连接，
30 所述电压放大电路用于将所述 PWM 发生器输出的 PWM 信号放大。

37、根据权利要求 32 所述的电子调速器，其特征在于，所述飞行器的电机控制芯片还包括：

温度传感电路，所述温度传感电路用于检测芯片内部温度，所述温度传感电路分别与所述多模式电源管理电路和模数转换电路连接。

5 38、根据权利要求 32 所述的电子调速器，其特征在于，所述多模式电源管理电路包括：

用于分出多路电压、并且与所述 MCU 通信连接的开关电路控制器。

39、一种无人飞行器，其特征在于，包括：电子调速器和与所述电子调速器连接的电机，所述电子调速器包括：飞行器的电机控制芯片以及 MOSFET
10 电路；

其中，所述 MOSFET 电路连接于所述电机控制芯片和所述电机之间；

所述飞行器的电机控制芯片内部的封装电路包括：

用于采集电机运行信号的模拟外设电路；

用于将模拟信号转换数字信号的模数转换电路；

15 用于驱动 MOSFET 电路的 MOSFET 驱动电路；

用于输出多路电压的多模式电源管理电路；

与所述多模式电源管理电路、所述模数转换电路、MOSFET 驱动电路通信连接的微控制单元 MCU；

其中，所述多模式电源管理电路给所述模拟外设电路、所述模数转换电
20 路、所述 MOSFET 驱动电路以及所述微控制单元 MCU 供电，并且所述微控制单元 MCU 通过所述多模式电源管理电路控制所述模拟外设电路、所述模数转换电路、所述 MOSFET 驱动电路供电的顺序。

40、根据权利要求 39 所述的无人飞行器，其特征在于，所述模拟外设电路包括：

25 用于采集电机的运行电流信号的差分放大器；

其中，所述差分放大器用于接收电机的电压信号，并将所述电压信号转换为差分模拟信号输出至所述模数转换电路 ADC。

41、根据权利要求 39 所述的无人飞行器，其特征在于，所述飞行器的电机控制芯片还包括：

30 用于采集电机的换相信号的三路比较器，所述三路比较器用于接收电机

的相端电压，还接收内部的基准电压，根据所述相端电压和所述内部的基准电压生成比较信号，所述三路比较器将所述比较信号输出至所述微控制单元 MCU。

42、根据权利要求 39 所述的无人飞行器，其特征在于，所述飞行器的电机控制芯片还包括：

脉冲宽度调制 PWM 发生器，所述 PWM 发生器的输入端与所述微控制单元 MCU 的输出端连接，输出端与所述 MOSFET 驱动电路连接，所述 PWM 发生器用于将所述微控制单元 MCU 输出的控制信号转换为 PWM 脉冲信号。

43、根据权利要求 42 所述的无人飞行器，其特征在于，所述 MOSFET 驱动电路包括：

电压放大电路，所述电压放大电路的输入端与所述 PWM 发生器连接，所述电压放大电路用于将所述 PWM 发生器输出的 PWM 信号放大。

44、根据权利要求 39 所述的无人飞行器，其特征在于，所述飞行器的电机控制芯片还包括：

温度传感电路，所述温度传感电路用于检测芯片内部温度，所述温度传感电路分别与所述多模式电源管理电路和模数转换电路连接。

45、根据权利要求 39 所述的无人飞行器，其特征在于，所述多模式电源管理电路包括用于分出多路电压、并且与所述 MCU 通信连接的开关电路控制器。

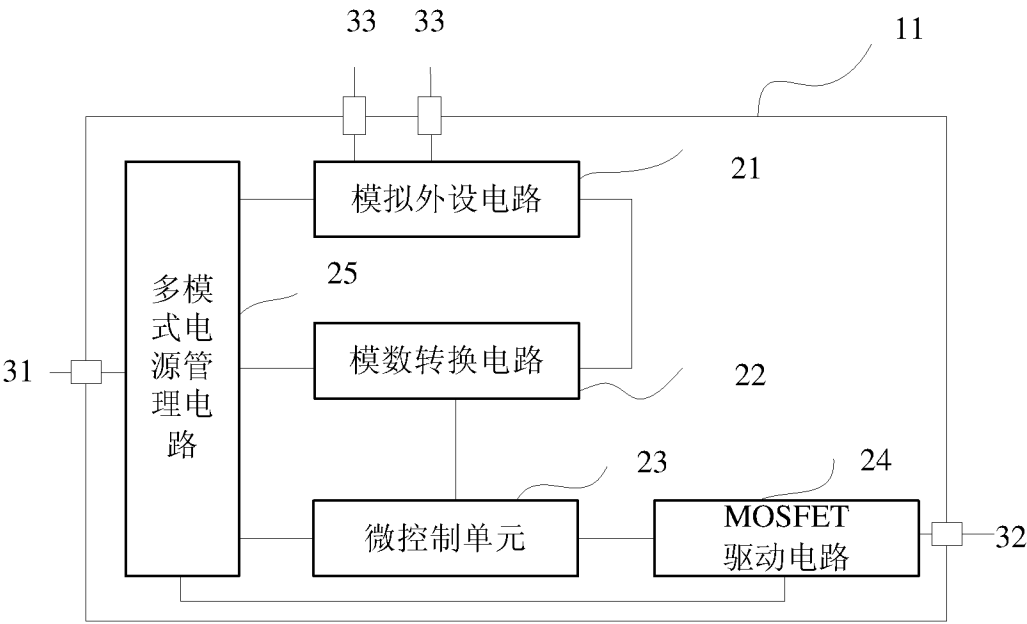


图 1

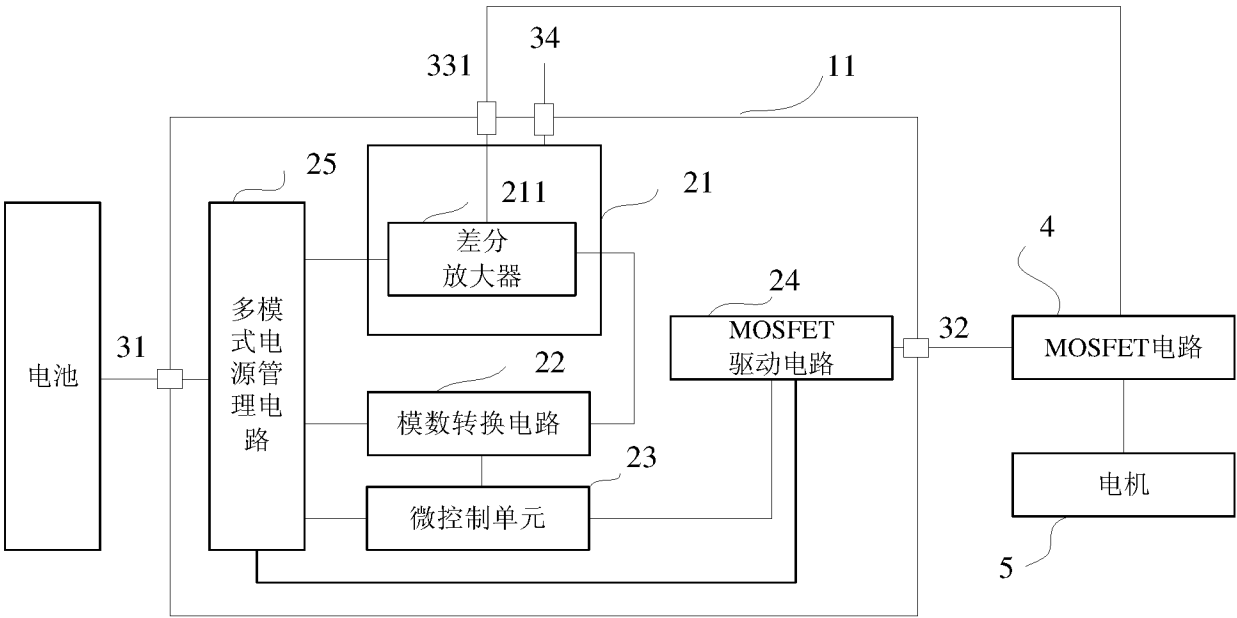


图 2

2/5

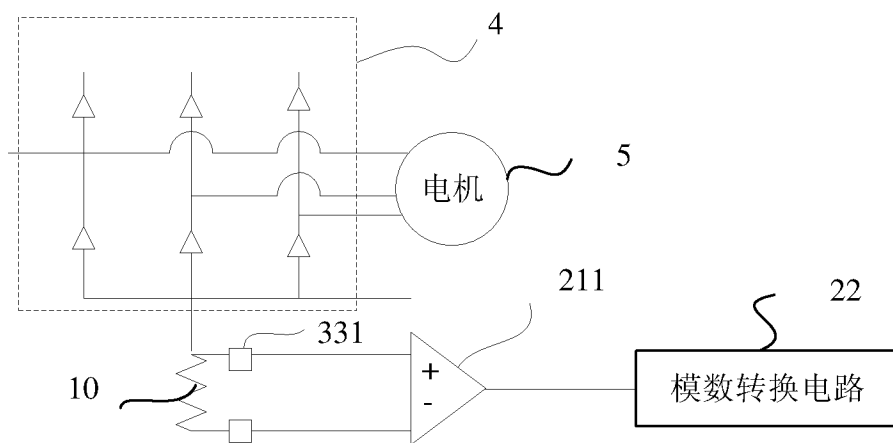


图 3

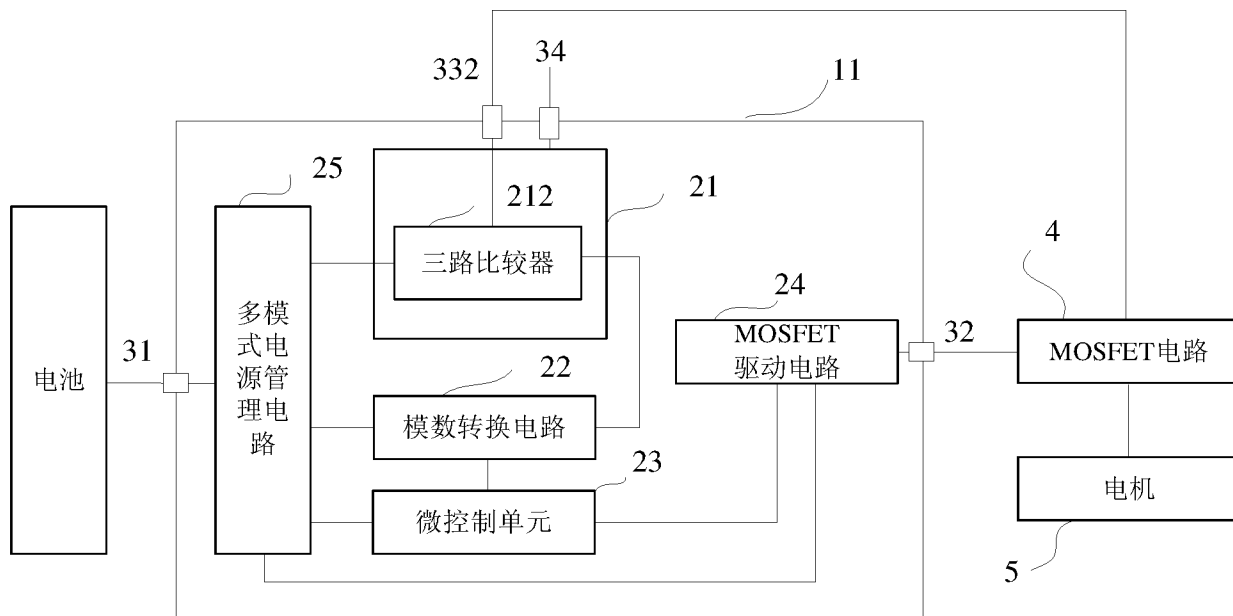


图 4

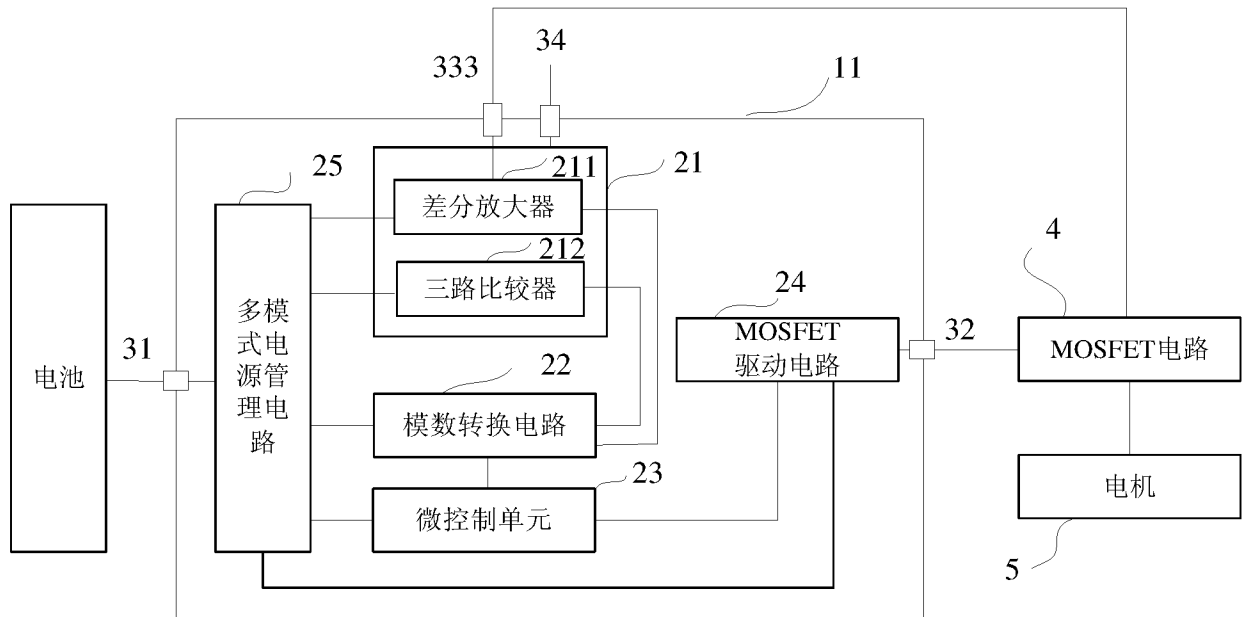


图 5

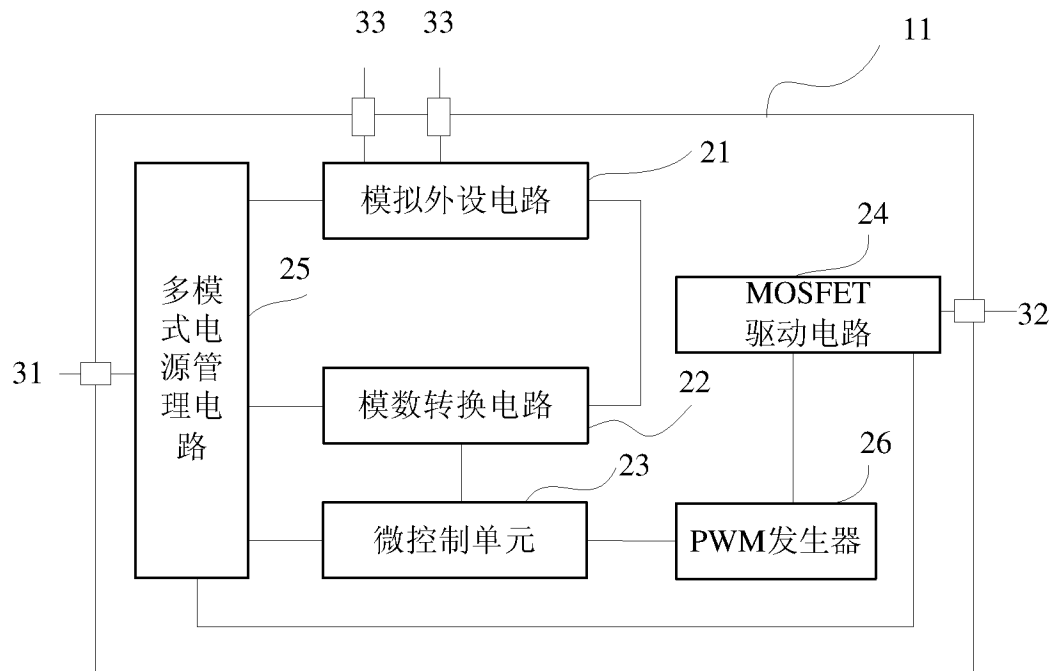


图 6

4/5

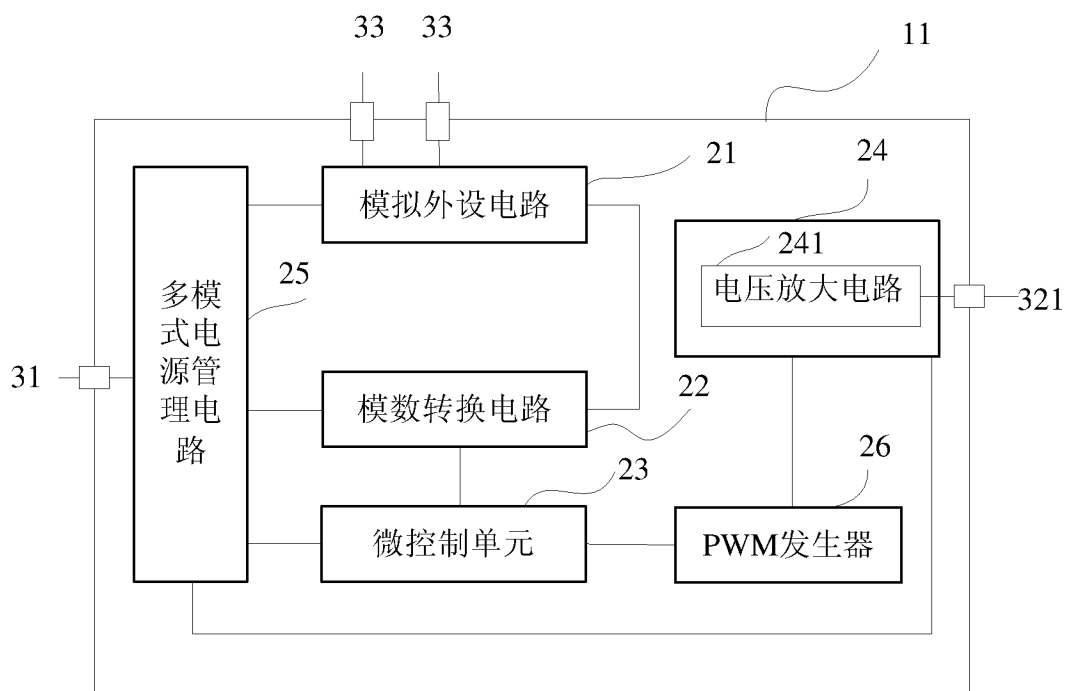


图 7

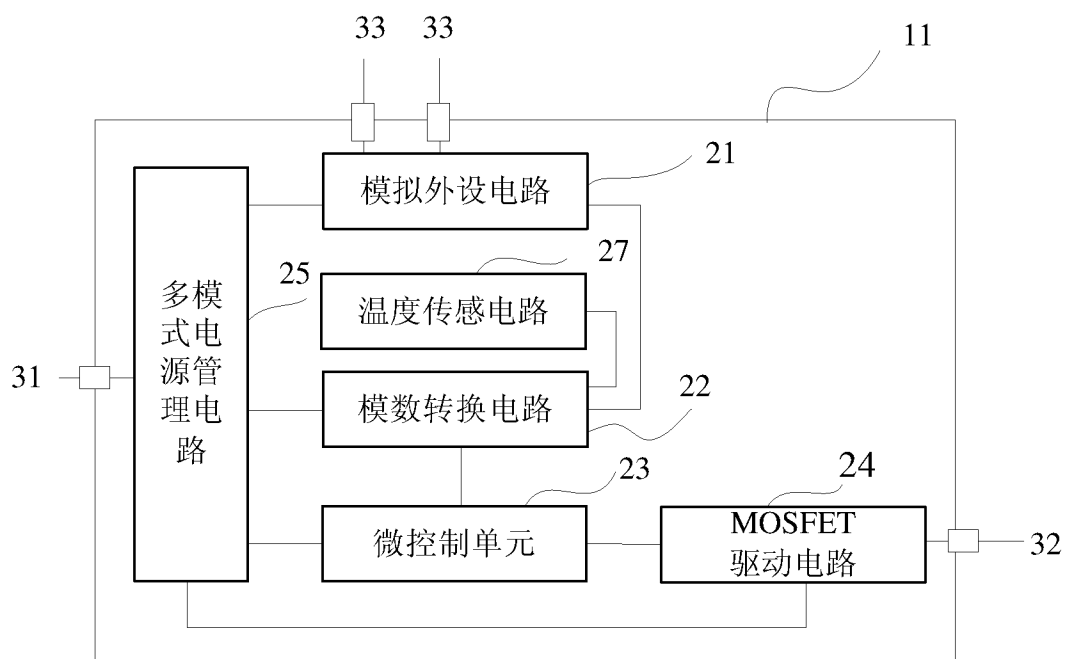


图 8

5/5

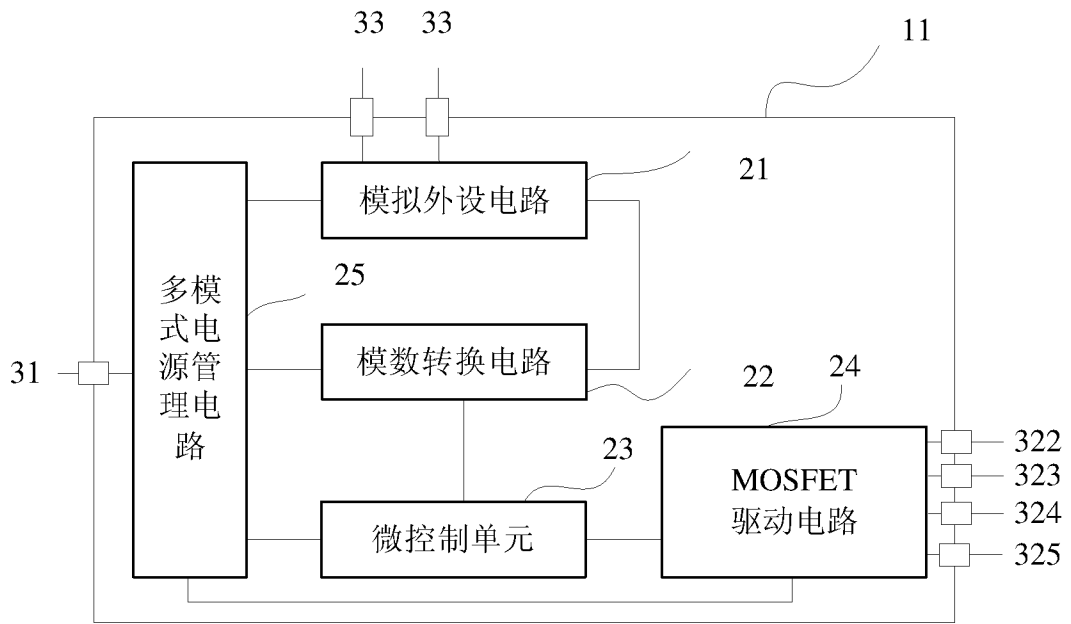


图 9

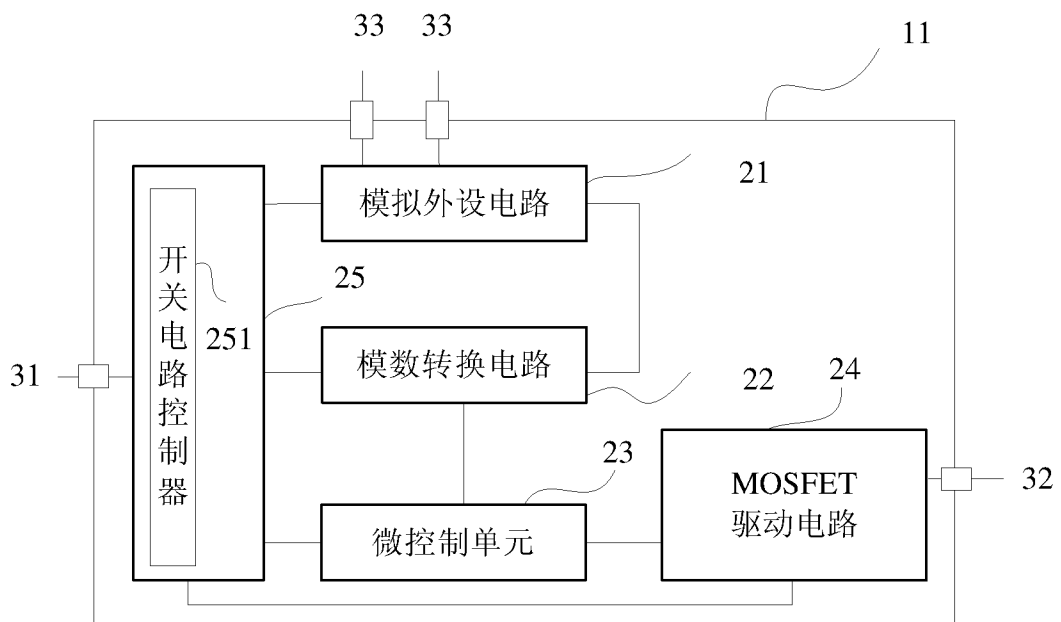


图 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2016/072219

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B64D 27/24 (2006.01) i; H02P 27/02 (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)

B64D, 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: MOS, MCU, commutating phase, control, drive, package, chip, amplifier, current, change, phase, temperature, comparator

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 203827230 U (WENZHOU UNIVERSITY) 10 September 2014 (10.09.2014) description, paragraphs [0024]-[0047], and figures 1 and 2	1-45
Y	CN 105186943 A (ZHOU, Haibo) 23 December 2015 (23.12.2015) description, paragraphs [0026]-[0040], and figures 2-6	1-45
E	CN 205345346 U (SHENZHEN DAJIANG INNOVATION TECHNOLOGY CO., LTD.) 29 June 2016 (29.06.2016) description, paragraphs [0160]-[0456], and figures 1-10	1-45
A	CN 204180445 U (SHENZHEN DAJIANG INNOVATION TECHNOLOGY CO., LTD.) 25 February 2015 (25.02.2015) the whole document	1-45
A	US 2015188462 A1 (SILICON LAB INC.) 02 July 2015 (02.07.2015) the whole document	1-45

☐ 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 09 August 2016	Date of mailing of the international search report 14 October 2016
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 YANG, Jing Telephone No. (86-10) 62089411

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2016/072219

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 203827230 U	10 September 2014	None	
CN 105186943 A	23 December 2015	None	
CN 205345346 U	29 June 2016	None	
CN 204180445 U	25 February 2015	None	
US 2015188462 A1	02 July 2015	US 9178451 B2	03 November 2015

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2016/072219

A. 主题的分类

B64D 27/24(2006.01)i; H02P 27/02(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)

B64D, 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: 控制, 驱动, MOS, 封装, 芯片, MCU, 放大器, 电流, 换向, 换相, 温度, 比较器, control, drive, package, chip, amplifier, current, change, phase, temperature, comparator

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
Y	CN 203827230 U (温州大学) 2014年 9月 10日 (2014 - 09 - 10) 说明书第[0024]-[0047]段, 图1和2	1-45
Y	CN 105186943 A (周海波) 2015年 12月 23日 (2015 - 12 - 23) 说明书第[0026]-[0040]段, 图2-6	1-45
E	CN 205345346 U (深圳市大疆创新科技有限公司) 2016年 6月 29日 (2016 - 06 - 29) 说明书第[0160]-[0456]段, 图1-10	1-45
A	CN 204180445 U (深圳市大疆创新科技有限公司) 2015年 2月 25日 (2015 - 02 - 25) 全文	1-45
A	US 2015188462 A1 (SILICON LAB INC) 2015年 7月 2日 (2015 - 07 - 02) 全文	1-45

☐ 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

2016年 8月 9日

国际检索报告邮寄日期

2016年 10月 14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

杨静

电话号码 (86-10)62089411

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2016/072219

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	203827230	U	2014年 9月 10日	无	
CN	105186943	A	2015年 12月 23日	无	
CN	205345346	U	2016年 6月 29日	无	
CN	204180445	U	2015年 2月 25日	无	
US	2015188462	A1	2015年 7月 2日	US 9178451 B2	2015年 11月 3日