(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 112072966 A
(43)申请公布日 2020.12.11

(21)申请号 202010975123.2

(22)申请日 2020.09.16

(71)申请人 荆州恒隆汽车技术(检测)中心
地址 434000 湖北省荆州市荆州开发区恒隆路1号

(72)发明人 吴远远

(74)专利代理机构 荆州市亚德专利事务所(普通合伙) 42216
代理人 蔡昌伟

(51)Int.Cl.
H02P 6/16(2016.01)

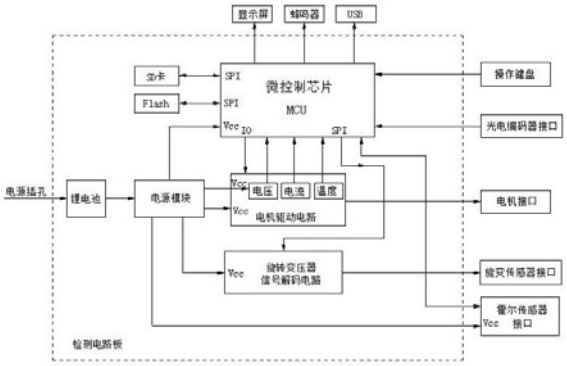
权利要求书2页 说明书5页 附图8页

(54)发明名称

一种位置传感器的检测装置及其检测方法

(57)摘要

本发明涉及一种位置传感器的检测装置及其检测方法,特别涉及EPS永磁同步电机转子配套检测技术领域。装置本体内安装的检测电路板上装有微控制芯片、旋转变压器信号解码电路、电机驱动电路、电源模块、锂电池、SD卡和Flash闪存芯片;微控制芯片连接的电机驱动电路经电机接口接入永磁同步电机UVW三相线,微控制芯片与旋转变压器信号解码电路接,其另一端与霍尔传感器接口接;以光电编码器角度为检测标准,结合旋转变压器信号解码电路及电机驱动电路,通过本发明六个步骤实现2极～14极PMSM电机位置传感器的精度检测,体积小重量轻,便携,解决了现有技术须外力拖动电机转子转,精度差,检测繁琐,体积大重量重,不便携的问题。



CN 112072966 A

1.一种位置传感器的检测装置，它包括装置本体，装置本体上装有旋转变压器接口、霍尔传感器接口、电机接口、光电编码器接口、USB接口和电源插孔，装置本体的面板上设置有显示屏、操作键盘和蜂鸣器；其特征在于：装置本体内安装有检测电路板，检测电路板上安装有微控制芯片、旋转变压器信号解码电路、电机驱动电路、电源模块、锂电池、SD卡和Flash闪存芯片；

所述电机驱动电路包括电压、电流和温度监控模块，所述微控制芯片的控制信号端连接电机驱动电路，所述电机驱动电路与电机接口连接，通过电机接口接入永磁同步电机的U、V、W三相线，电机驱动电路的电压、电流和温度监控模块的输出端分别与微控制芯片连接；微控制芯片通过SPI接口与旋转变压器信号解码电路连接，微控制芯片的另一控制信号端与霍尔传感器接口连接；电机驱动电路、旋转变压器信号解码电路和霍尔传感器接口的工作电压Vcc端各自通过导线与电源模块连接；电源模块的另两个输出端一个与微控制芯片连接，另一个与电机驱动电路的电压监控模块连接，分别为微控制芯片、电压监控模块提供工作电压；电源模块的输入端与锂电池连接，锂电池通过电源插孔与外部电源连接；显示屏和操作键盘通过导线与微控制芯片连接；

所述装置本体适配检测2极～14极EPS永磁同步电机所述旋转变压器和霍尔传感器位置传感器；所述微控制芯片包括外接振荡时钟和实时时钟；所述旋转变压器信号解码电路包括专用旋变解码芯片，通过专用旋变解码芯片对旋转变压器信号进行解码；所述操作键盘有16个键钮，通过对应键钮分别控制旋转变压器信号解码电路、霍尔传感器接口、电机驱动电路的工作及电源的开启和关断；所述电机驱动电路的电压监控模块防止通过电源插孔外接电压不足或不稳，保证电机驱动电路正常工作；所述电机驱动电路的电流监控模块防止电机驱动电路输出电流过大，保护设备及永磁同步电机不损坏；所述电机驱动电路的温度监控模块防止电机驱动电路温度过高，损坏设备和永磁同步电机。

2.一种位置传感器的检测装置的检测方法，其特征在于：它是通过如下步骤实现的：

1)通过永磁同步电机上的定位凸台外圆定位，将装置本体安装在永磁同步电机上，同时将光电编码器与永磁同步电机的轴连接；

2)根据永磁同步电机传感器的类型，将永磁同步电机位置传感器的线连接到相应的接口上，即将旋转变压器与旋转变压器接口连接，霍尔传感器与霍尔传感器接口连接，然后将永磁同步电机的U、V、W三相线连接到电机接口上；

3)确认上述接线无误后，通过操作键盘控制接通锂电池为电源模块供电，通过电源模块分别为微控制芯片、电机驱动电路、电压监控模块、旋转变压器信号解码电路和霍尔传感器接口供电，通过操作键盘键控微控制芯片工作，选择永磁同步电机位置传感器类型是旋转变压器还是霍尔传感器；

4)通过装置本体的微控制芯片控制电机驱动电路给永磁同步电机通电，将转子磁极位置置于零位，给光电编码器提供转子参考零位，为随后的永磁同步电机驱动作准备；同时校对旋转变压器的零位；

5)步骤4)实施完毕后，利用六步驱动法驱动永磁同步电机，同时从光电编码器读取角度，通过微控制芯片计算出永磁同步电机转子和旋转变压器的磁极对数；在永磁同步电机转子运行物理位置360°后，通过光电编码器的位置是否归零来诊断装置本体与永磁同步电机是否有连接松动现象，如果有松动，就必须重复以上过程直至两者紧固、准确连接；

6)以光电编码器作为位置反馈,驱动永磁同步电机,采取用位置控制模式定点,将旋转变压器或霍尔传感器的测量角度与光电编码器测量信号进行校对,最终实现对永磁同步电机位置传感器精度的检测。

一种位置传感器的检测装置及其检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种位置传感器的检测装置及其检测方法，特别涉及EPS永磁同步电机转子配套检测技术领域。

背景技术

[0002] 汽车的EPS系统中的永磁同步电机配置的位置传感器的精度会直接影响电机的运转，位置传感器的安装偏差将造成电机转子位置检测的零位偏差，导致非预期的直轴电流，造成电机扭矩波动大、发热严重、效率降低，严重影响EPS系统的工作性能。永磁同步电机转子的位置传感器包括旋转变压器和霍尔传感器，目前对应所述位置传感器的检测设备和方式存在如下缺陷，一是检测设备重量重，不便携带，二是检测时需要靠外力推拉使永磁同步电机转子转动，使用很不方便，检测精度低。因此，亟待研发一种体积轻巧，方便携带，检测操作方法简单，检测精度高的位置传感器的检测装置及其检测方法。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于，针对上述现有技术的不足，提供一种位置传感器的检测装置及其检测方法，针对位置传感器的旋转变压器和霍尔传感器的检测设计，装置本体重量轻、体积小、便携，利用光电编码器的角度作为装置本体的检测标准，结合旋转变压器信号解码模块及电机驱动电路，实现2极～14极EPS系统的永磁同步电机配置的位置传感器——旋转变压器和霍尔传感器的精度检测，接线简单，操作方便，特别适合EPS永磁同步电机转子位置传感器检测使用。

[0004] 本发明是通过如下的技术方案来实现上述目的的：

一种位置传感器的检测装置及其检测方法，所述位置传感器的检测装置包括装置本体，装置本体上装有旋转变压器接口、霍尔传感器接口、电机接口、光电编码器接口、USB接口和电源插孔，装置本体的面板上设置有显示屏、操作键盘和蜂鸣器；其特征在于：装置本体内安装有检测电路板，检测电路板上安装有微控制芯片、旋转变压器信号解码电路、电机驱动电路、电源模块、锂电池、SD卡和Flash闪存芯片；

所述电机驱动电路包括电压、电流和温度监控模块，所述微控制芯片的控制信号端连接电机驱动电路，所述电机驱动电路与电机接口连接，通过电机接口接入永磁同步电机的U、V、W三相线，电机驱动电路的电压、电流和温度监控模块的输出端分别与微控制芯片连接；微控制芯片通过SPI接口与旋转变压器信号解码电路连接，微控制芯片的另一控制信号端与霍尔传感器接口连接；电机驱动电路、旋转变压器信号解码电路和霍尔传感器接口的工作电压Vcc端各自通过导线与电源模块连接；电源模块的另两个输出端一个与微控制芯片连接，另一个与电机驱动电路的电压监控模块连接，分别为微控制芯片、电压监控模块提供工作电压；电源模块的输入端与锂电池连接，锂电池通过电源插孔与外部电源连接；显示屏和操作键盘通过导线与微控制芯片连接；

所述装置本体适配检测2极～14极EPS永磁无刷电机所述旋转变压器和霍尔传感器位

置传感器；

所述微控制芯片包括外接振荡时钟和实时时钟；

所述旋转变压器信号解码电路包括专用旋变解码芯片，通过专用旋变解码芯片对旋转变压器信号进行解码；

所述操作键盘有16个键钮，通过对应键钮分别控制旋转变压器信号解码电路、霍尔传感器接口、电机驱动电路的工作及电源的开启和关断；

所述电机驱动电路的电压监控模块防止通过电源插孔外接电压不足或不稳，保证电机驱动电路正常工作；

所述电机驱动电路的电流监控模块防止电机驱动电路输出电流过大，保护设备及永磁同步电机不损坏；

所述的电机驱动电路的温度监控模块防止电机驱动电路温度过高，损坏设备和永磁同步电机。

[0005] 一种位置传感器的检测装置的检测方法，其特征在于：它是通过如下步骤实现的：

1)通过永磁同步电机上的定位凸台外圆定位，将装置本体安装在永磁同步电机上，同时将光电编码器与永磁同步电机的轴连接；

2)根据永磁同步电机传感器的类型，将永磁同步电机位置传感器的线连接到相应的接口上，即将旋转变压器与旋转变压器接口连接，霍尔传感器与霍尔传感器接口连接，然后将永磁同步电机的U、V、W三相线连接到电机接口上；

3)确认上述接线无误后，通过操作键盘控制接通锂电池为电源模块供电，通过电源模块分别为微控制芯片、电机驱动电路、电压监控模块、旋转变压器信号解码电路和霍尔传感器接口供电，通过操作键盘键控微控制芯片工作，选择永磁同步电机位置传感器类型是旋转变压器还是霍尔传感器；

4)通过装置本体的微控制芯片控制电机驱动电路给永磁同步电机通电，将转子磁极位置置于零位，给光电编码器提供转子参考零位，为随后的永磁同步电机驱动作准备；同时校对旋转变压器的零位；

5)步骤4)实施完毕后，利用六步驱动法驱动永磁同步电机，同时从光电编码器读取角度，通过微控制芯片计算出永磁同步电机转子和旋转变压器的磁极对数；在永磁同步电机转子运行物理位置360°后，通过光电编码器的位置是否归零来诊断装置本体与永磁同步电机是否有连接松动现象，如果有松动，就必须重复以上过程直至两者紧固、准确连接；

6)以光电编码器作为位置反馈，驱动永磁同步电机，采取用位置控制模式定点，将旋转变压器或霍尔传感器的测量角度与光电编码器测量信号进行校对，最终实现对永磁同步电机位置传感器精度的检测。

[0006] 本发明与现有技术相比的有益效果在于：

该位置传感器的检测装置及其检测方法，通过本发明六个步骤，以光电编码器的角度信号作为标准角度，通过旋转变压器信号解码电路的专用旋变解码芯片对旋转变压器信号进行解码，将获得的旋变的角度测量结果与光电编码器角度进行比对，实现对旋转变压器或霍尔传感器的精度检测。采用4S高倍率的锂电池，保证为装置本体提供12V～16.8V正常工作电压；通过电机驱动电路，实现永磁同步电机对不同位置的检测。装置本体具有体积小，重量轻，自驱动，方便携带、适用性强的特点，特别适合EPS永磁同步电机转子位置传感

器检测使用。很好地解决了现有检测装置使用时必须用外力拖动永磁同步电机转子转动，精度差，检测过程繁琐，且体积大，重量重，不便携带的问题。

附图说明

[0007] 图1为本发明的工作原理方框示意图；

图2为本发明的旋转变压器信号解码电路的结构示意图；

图3为本发明的电机驱动电路的结构示意图；

图4为电机驱动电路的电压监控模块的电路图；

图5为电机驱动电路的电流监控模块的电路图；

图6为电机驱动电路的温度监控模块的电路图；

图7为本发明的电源模块的电路图；

图8为本发明的操作键盘的电路图；

图9为本发明的SD卡的结构示意图；

图10为本发明的Flash闪存芯片的电路图。

具体实施方式

[0008] 下面结合附图对本发明的实施方式作进一步详细说明(参见图1-图10)：

(参见图1)，一种位置传感器的检测装置及其检测方法，所述位置传感器的检测装置包括装置本体，装置本体的右侧面装有旋转变压器接口、霍尔传感器接口、电机接口、光电编码器接口，装置本体的左侧面装有USB接口，装置本体的前面板设置有电源插孔，装置本体的面板上设置有显示屏、操作键盘，装置本体的后面板设置有蜂鸣器；装置本体内安装有检测电路板，检测电路板上安装有微控制芯片：型号为STM32F407ZEIT6，旋转变压器信号解码电路：型号为ADS1210、电机驱动电路、电源模块：转换输出3.3V、5V、12-16.8V电压；锂电池：为4S高倍率锂电池，通过电源插孔外接电源充电；SD卡和Flash闪存芯片，用于存储数据；

所述电机驱动电路包括电压监控模块、电流监控模块和温度监控模块，电机驱动电路与电机接口连接，通过电机接口接入永磁同步电机的U、V、W三相线，电机驱动电路的电压、电流和温度监控模块的输出端分别与微控制芯片连接；电压监控模块用于监控锂电池电压，提供监测电压信号给微控制芯片，控制电机驱动电路正常工作，蜂鸣器报警；电流监控模块反馈电流信号给微控制芯片，使电机驱动电路运转平稳；温度监控模块提供温度信号给微控制芯片，防止温度过高损坏设备和永磁同步电机。

[0009] 微控制芯片通过SPI接口与旋转变压器信号解码电路连接，微控制芯片的另一控制信号端与霍尔传感器接口连接，输出对应控制信号；

电机驱动电路、旋转变压器信号解码电路和霍尔传感器接口的工作电压Vcc端各自通过导线与电源模块连接；电源模块的另两个输出端一个与微控制芯片连接，为其提供3.3V工作电压，另一个与电压监控模块连接，为其提供3.3V工作电压；电源模块的输入端与锂电池连接，锂电池通过电源插孔与外部电源连接，通过外部电源充电；显示器和操作键盘通过导线与微控制芯片连接；锂电池提供电压范围为12-16.8V。

[0010] 所述装置本体适配检测2极～14极EPS永磁无刷电机所配置位置传感器：旋转变压

器或霍尔传感器。

[0011] 所述微控制芯片包括外接振荡时钟和实时时钟。

[0012] (参见图2),所述旋转变压器信号解码电路通过专用旋变解码芯片对旋转变压器信号进行解码。专用旋变解码芯片的型号为AD2S1210。

[0013] (参见图3),所述电机驱动电路包括电压监控模块、电流监控模块和温度监控模块。

[0014] (参见图4),所述电机驱动电路的电压监控模块防止通过电源插孔外接电压不足或不稳,保证电机驱动电路正常工作。

[0015] (参见图5),所述电机驱动电路的电流监控模块防止电机驱动电路输出电流过大,保护设备及永磁同步电机不损坏。

[0016] (参见图6),所述电机驱动电路的温度监控模块防止电机驱动电路温度过高,损坏设备和永磁同步电机。

[0017] (参见图7),所述电源模块包括型号为LM2940CS-5.0和LM3940IS-3.3两个转换芯片,将锂电池的12-16.8V电压转换为3.3V、5V工作电压输出。

[0018] (参见图8),所述操作键盘有16个键钮,通过16个键钮分别控制旋转变压器信号解码电路、霍尔传感器接口、电机驱动电路的工作及电源的开启和关断。

[0019] 一种位置传感器的检测装置的检测方法,其特征在于:它是通过如下步骤实现的:

1)通过永磁同步电机上的定位凸台外圆定位,将装置本体安装在永磁同步电机上,同时将光电编码器与永磁同步电机的轴连接;

2)根据永磁同步电机传感器的类型,将永磁同步电机位置传感器的线连接到相应的接口上,即将旋转变压器与旋转变压器接口连接,霍尔传感器与霍尔传感器接口连接,然后将永磁同步电机的U、V、W三相线连接到电机接口上;

3)确认上述接线无误后,通过操作键盘控制接通锂电池为电源模块供电,通过电源模块分别为微控制芯片、电机驱动电路、电压监控模块、旋转变压器信号解码电路和霍尔传感器接口供电,通过操作键盘键控微控制芯片工作,选择永磁同步电机位置传感器类型是旋转变压器还是霍尔传感器;

4)通过装置本体的微控制芯片控制电机驱动电路给永磁同步电机通电,将转子磁极位置置于零位,给光电编码器提供转子参考零位,为随后的永磁同步电机驱动作准备;同时校对旋转变压器的零位;

5)步骤4)实施完毕后,利用六步驱动法驱动永磁同步电机,同时从光电编码器读取角度,通过微控制芯片计算出永磁同步电机转子和旋转变压器的磁极对数;在永磁同步电机转子运行物理位置360°后,通过光电编码器的位置是否归零来诊断装置本体与永磁同步电机是否有连接松动现象,如果有松动,就必须重复以上过程直至两者紧固、准确连接;六步驱动法,永磁同步电机转子每步间隔60°;

6)以光电编码器作为位置反馈,通过电机驱动电路驱动永磁同步电机转子转动,采用位置控制模式定点,将旋转变压器或霍尔传感器的测量角度与光电编码器测量信号进行校对,最终实现对永磁同步电机位置传感器精度的检测。采用位置控制模式定点,实现任意间隔角度对旋转变压器或霍尔传感器精度的检测。

[0020] 以下是本发明的主要构成器件的作用及选择:

EPS永磁无刷同步电机以6极、8极和10极居多，最多的不超过14极，对于EPS系统来说，旋转变压器的精度要求是电角度误差不超过1.5°，据此计算出物理角度误差不大于0.21°可满足要求，因此本发明采用电角度误差不大于0.02°的光电编码器的角度作为标准，选择5000线/转的光电编码器。

[0021] 光电编码器除了用作检测的标准以外，还作为永磁同步电机的位置传感器，提供转子位置信号，这样，装置本体对永磁同步电机进行精确的矢量控制，在位置控制模式下，实现永磁同步电机转子的位置传感器在各个想要检测的角度位置进行检测。

[0022] 旋转变压器信号解码电路的电路构成及作用：对旋转变压器的解码采用了专用旋变解码芯片AD2S1210，解码后得到的角度数字信号通过SPI接口传送到微控制芯片MCU。

[0023] 霍尔传感器接口电路：霍尔传感器的全称为开关霍尔式位置传感器；

配有霍尔传感器的EPS系统用PMSM电机一般包括5路信号：HALL_U、HALL_V、HALL_W和HALL_A、HALL_B，其中HALL_U、HALL_V、HALL_W用来探测PMSM电机转子磁极位置，HALL_A、HALL_B是两个正交的霍尔编码器信号，用于提高转子位置测量分辨率。

[0024] 霍尔编码器通过霍尔传感器接口与微控制芯片MCU的IO口相连。由于霍尔传感器分辨率低，测试时转速不高，故采用通用IO口即可满足要求。

[0025] (参见图9和图10)，SD卡和Flash闪存芯片：数据储存通过SD卡和Flash闪存芯片实现，SD卡和Flash闪存芯片通过SPI接口与微控制芯片MCU相连。

[0026] 人机界面：由操作键盘、LCD显示屏和USB接口三个部分组成。其中操作键盘用来输入指令，LCD显示屏显示信息，USB接口用来与上位PC机进行连接。

[0027] 以上所述只是本发明的较佳实施例而已，上述举例说明不对本发明的实质内容作任何形式上的限制，所属技术领域的普通技术人员在阅读了本说明书后依据本发明的技术实质对以上具体实施方式所作的任何简单修改或变形，以及可能利用上述揭示的技术内容加以变更或修饰为等同变化的等效实施例，均仍属于本发明技术方案的范围内，而不背离本发明的实质和范围。

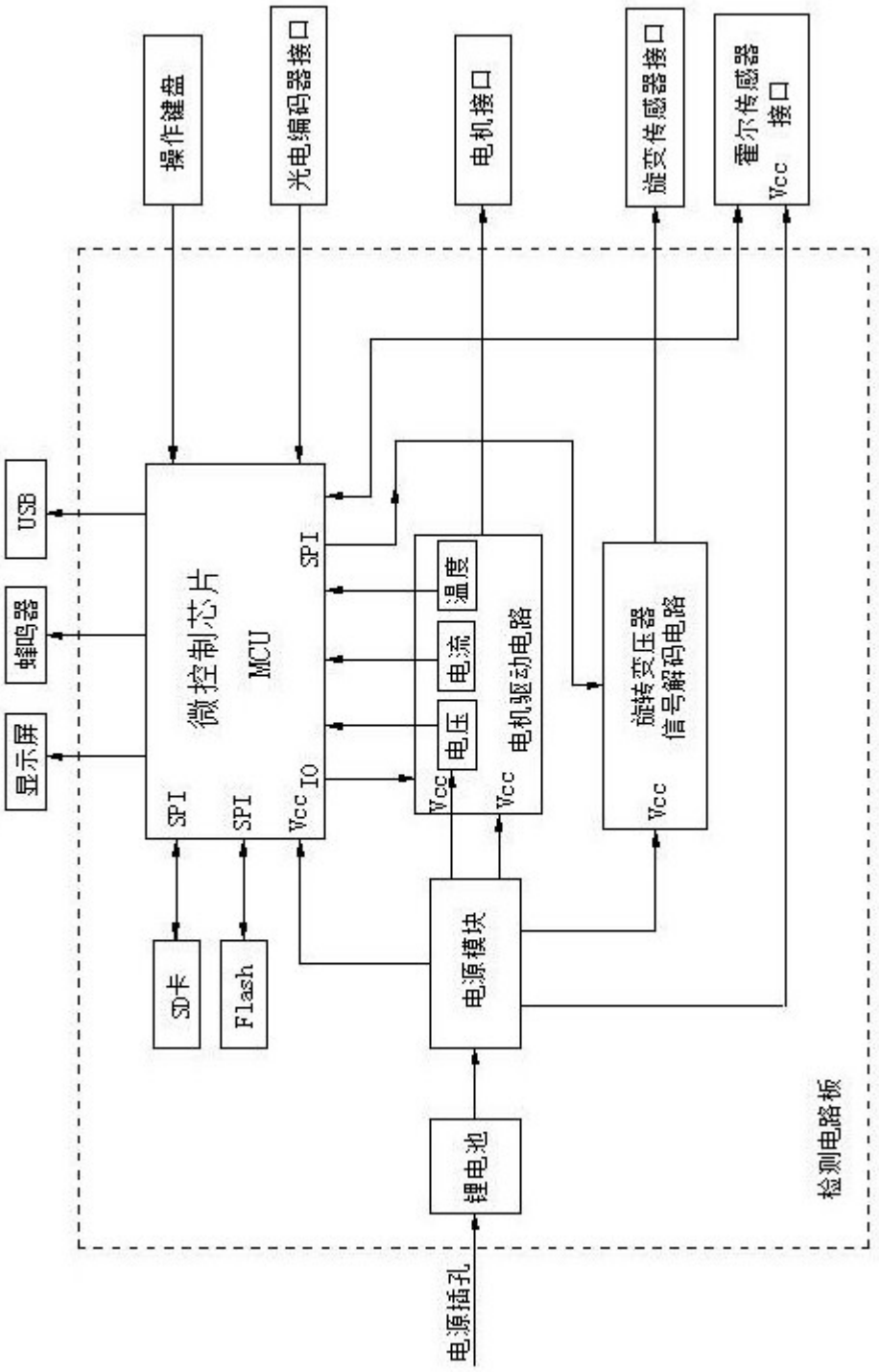

操作键盘
光电编码器接口
电机接口
旋变传感器接口
霍尔传感器接口
Vcc
USB
蜂鸣器
显示屏
微控制芯片
MCU
SPI
SPI
SPI
Vcc IO
温度
电流
电压
电机驱动电路
Vcc
Vcc
旋转变压器信号解码电路
Vcc
SD卡
Flash
电源模块
锂电池
电源插孔
检测电路板

图1

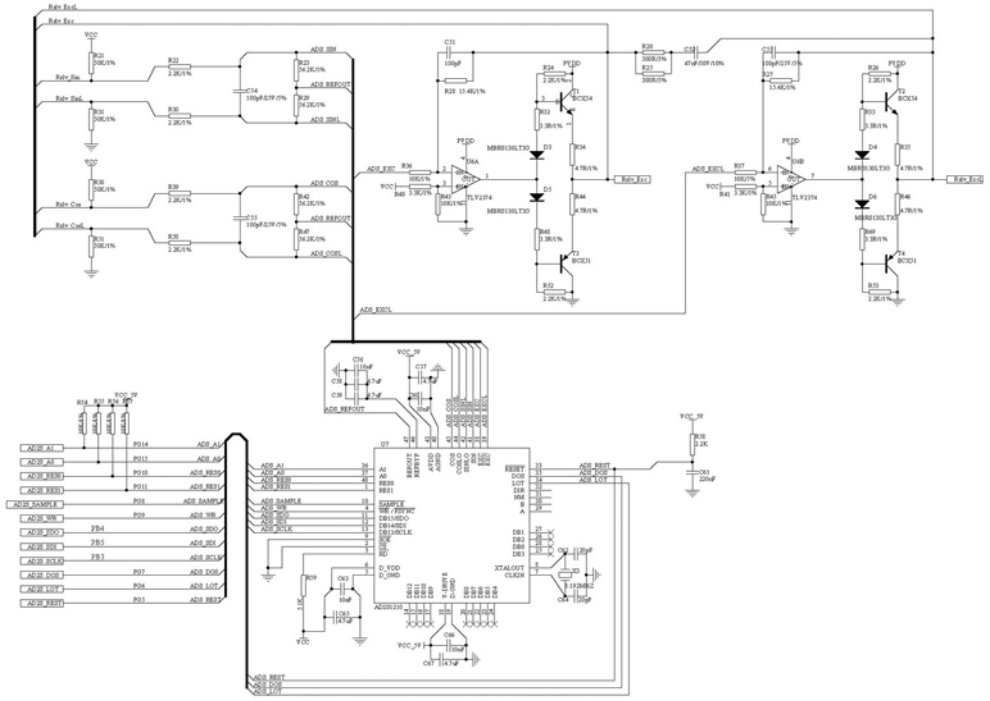


图2

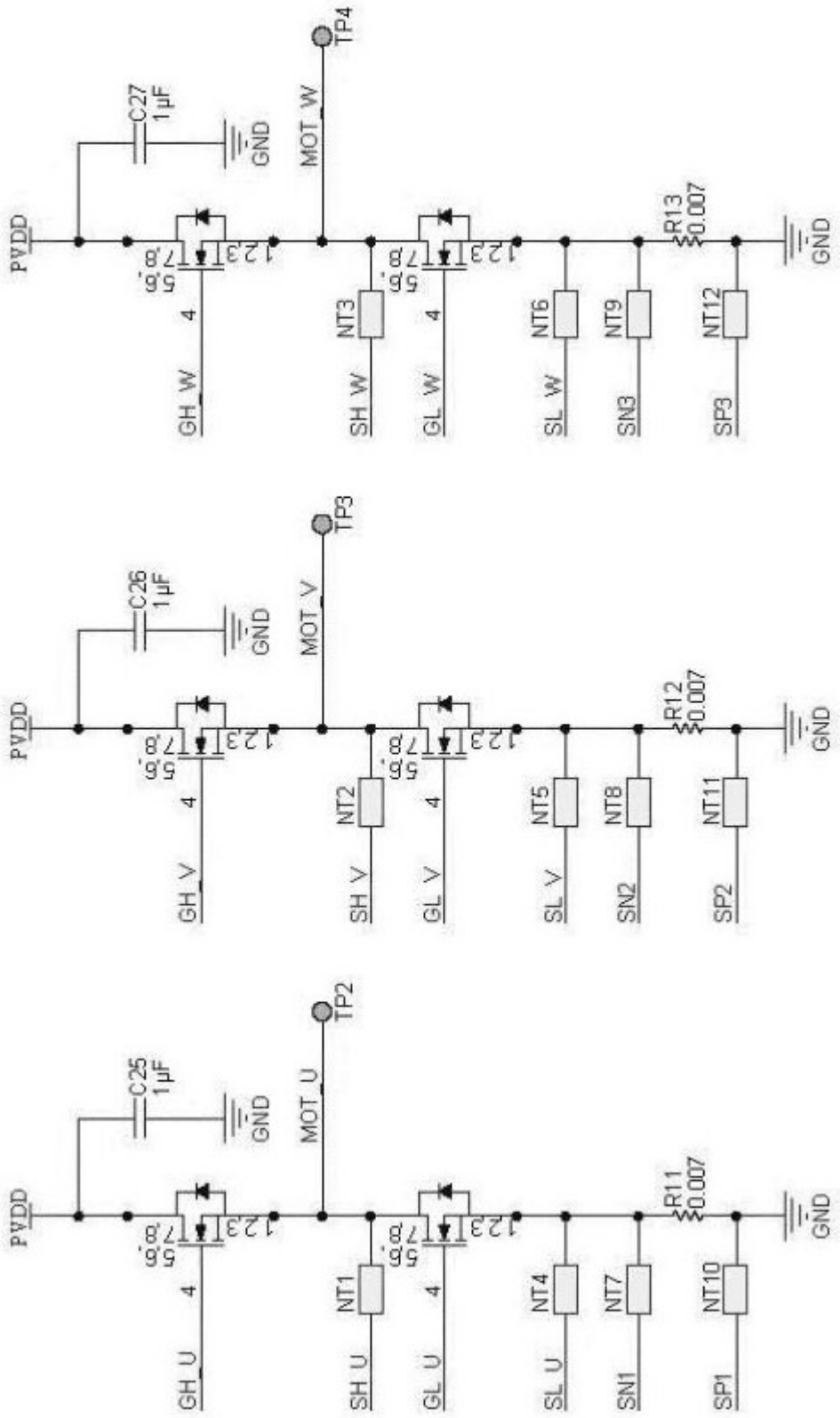

TP4
C27
1 μF
GND
MOT_W
PVDD
R13
0.007
GND
NT3
NT6
NT9
NT12
GH_W
SH_W
GL_W
SL_W
SN3
SP3
TP3
C26
1 μF
GND
MOT_V
PVDD
R12
0.007
GND
NT2
NT5
NT8
NT11
GH_V
SH_V
GL_V
SL_V
SN2
SP2
TP2
C25
1 μF
GND
MOT_U
PVDD
R11
0.007
GND
NT1
NT4
NT7
NT10
GH_U
SH_U
GL_U
SL_U
SN1
SP1

图3

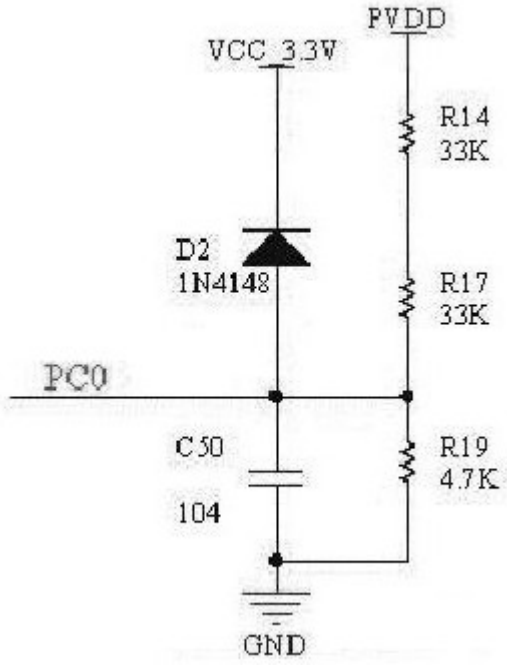

PVDD
VCC_3.3V
R14
33K
D2
1N4148
R17
33K
PC0
C50
104
R19
4.7K
GND

图4

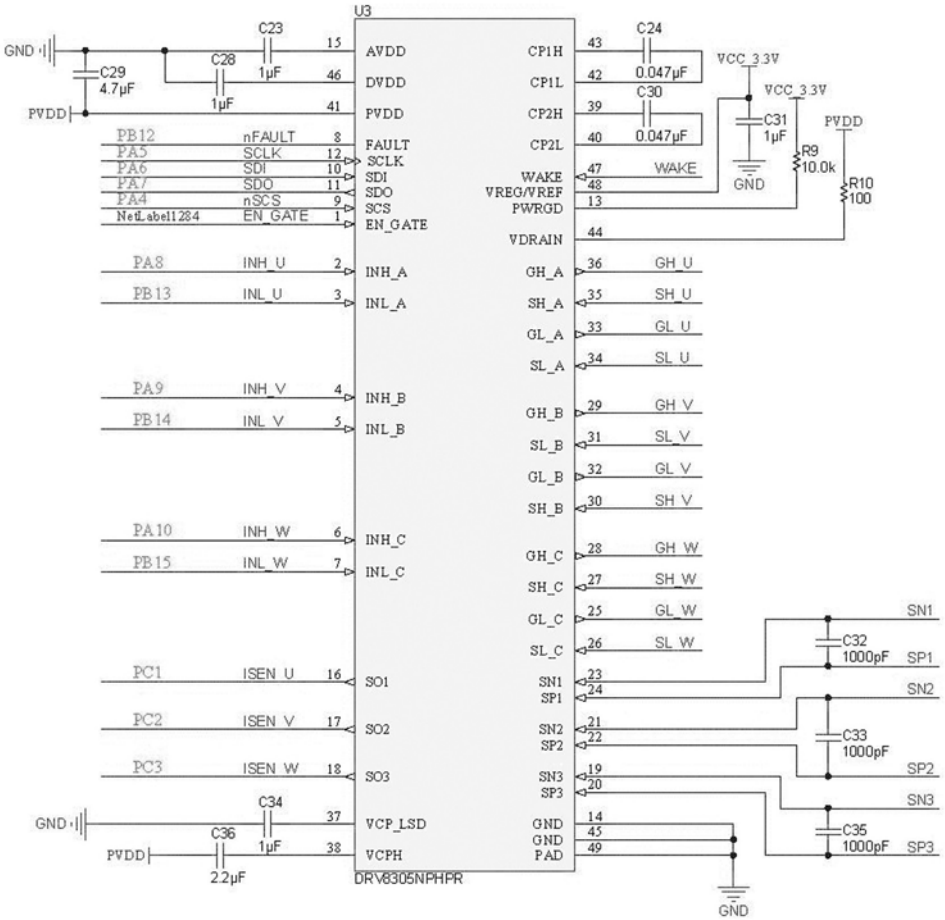

U3
GND
C29
4.7μF
C23
1μF
C28
1μF
PVDD
AVDD
DVDD
PVDD
PB12 nFAULT FAULT
PA5 SCLK SCLK
PA6 SDI SDI
PA7 SDO SDO
PA4 nSCS SCS
NetLabel1284 EN_GATE EN_GATE
PA8 INH_U INH_A
PB13 INL_U INL_A
PA9 INH_V INH_B
PB14 INL_V INL_B
PA10 INH_W INH_C
PB15 INL_W INL_C
PC1 ISEN_U SO1
PC2 ISEN_V SO2
PC3 ISEN_W SO3
C34
1μF
C36
2.2μF
VCP_LSD
VCPH
DRV8305NPHPR
CP1H
CP1L
CP2H
CP2L
WAKE
VREG/VREF
PWRGD
VDRAIN
GH_A GH_U
SH_A SH_U
GL_A GL_U
SL_A SL_U
GH_B GH_V
SL_B SL_V
GL_B GL_V
SH_B SH_V
GH_C GH_W
SH_C SH_W
GL_C GL_W
SL_C SL_W
SN1
SP1
SN2
SP2
SN3
SP3
GND
GND
PAD
C24
0.047μF
C30
0.047μF
VCC_3.3V
C31
1μF
R9
10.0k
R10
100
C32
1000pF
C33
1000pF
C35
1000pF
GND

图5

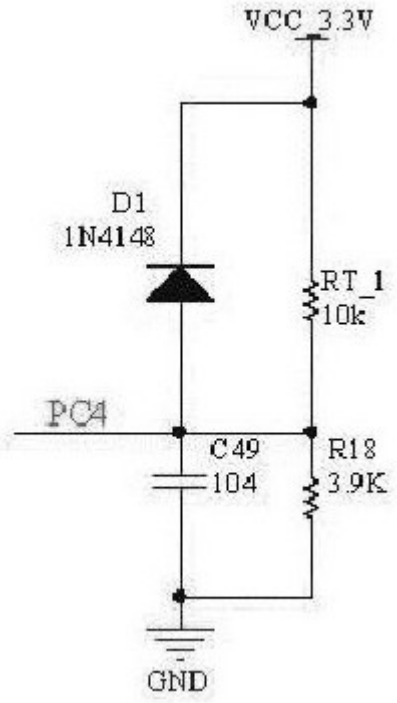


图6

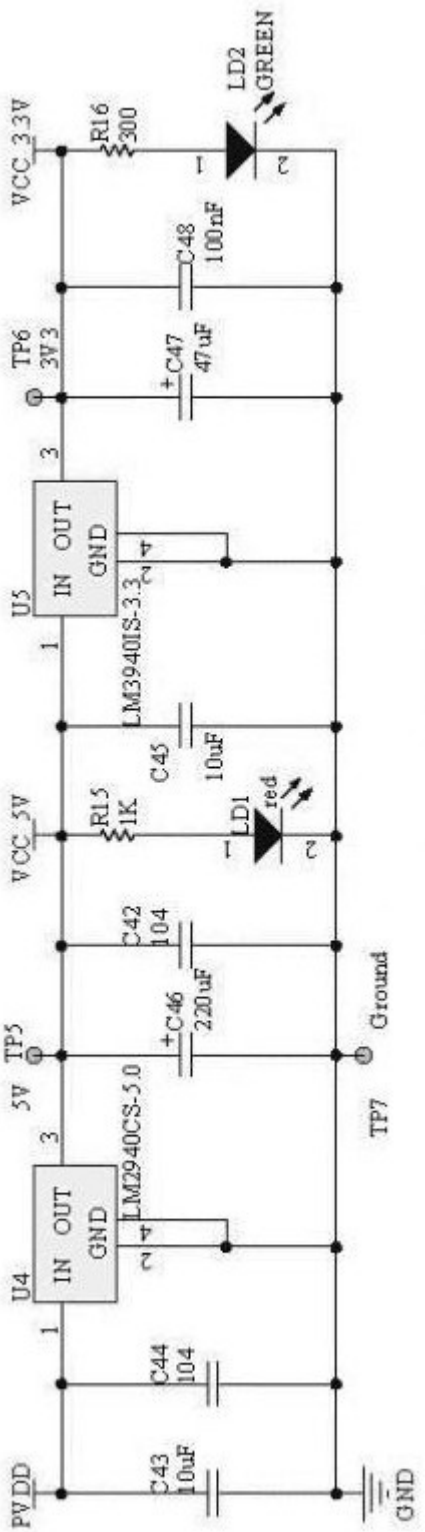

VCC_3.3V
R16
300
LD2
GREEN
C48
100nF
TP6
3V3
C47
47uF
3
U5
IN OUT
GND
LM3940IS-3.3
1
C45
10uF
VCC_5V
R15
1K
LD1
red
C42
104
C46
220uF
TP5
5V
Ground
TP7
3
U4
IN OUT
GND
LM2940CS-5.0
1
C44
104
C43
10uF
PVDD
GND

图7

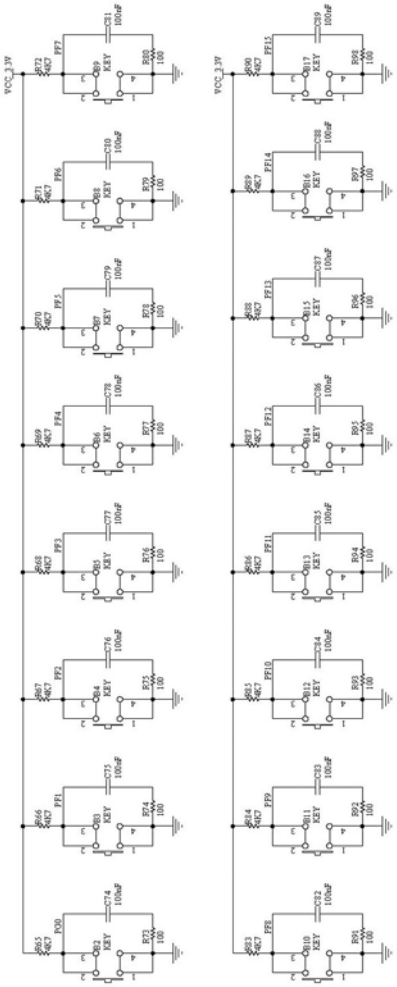


图8

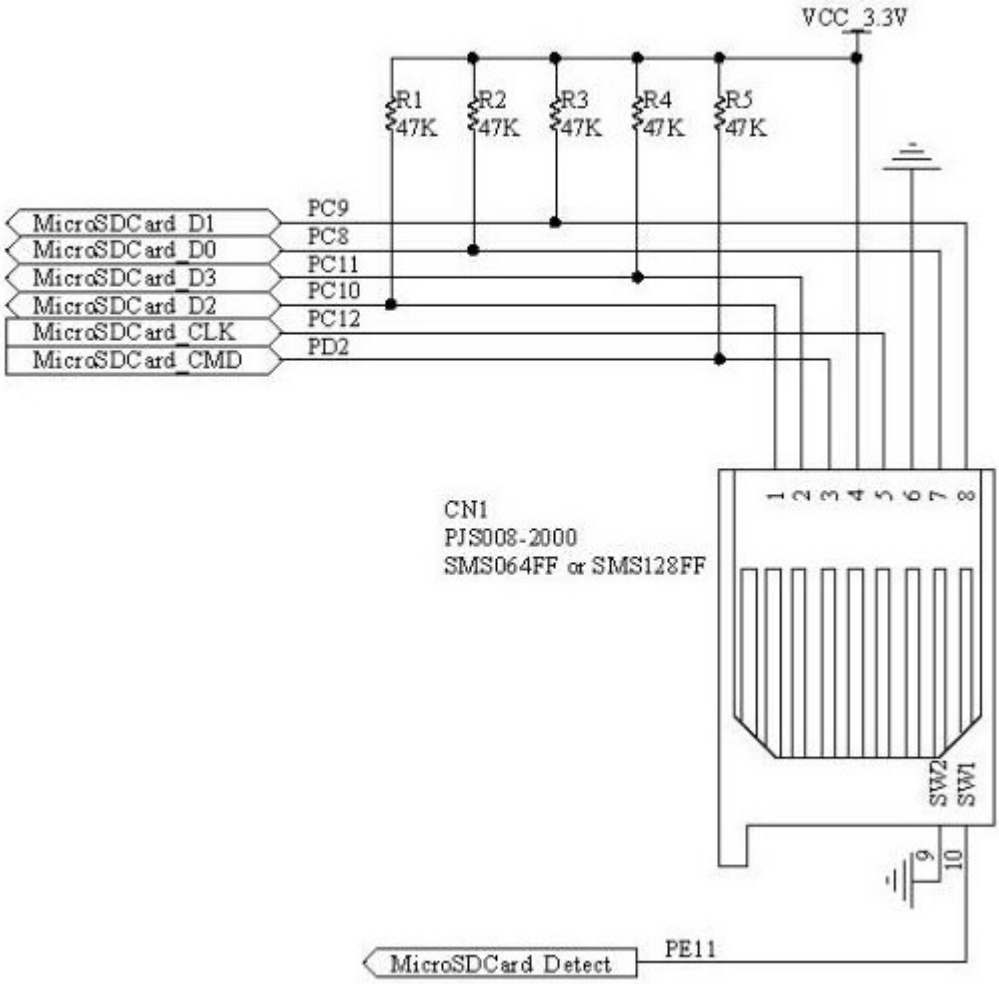

VCC_3.3V
R1
47K
R2
47K
R3
47K
R4
47K
R5
47K
MicroSDCard_D1
MicroSDCard_D0
MicroSDCard_D3
MicroSDCard_D2
MicroSDCard_CLK
MicroSDCard_CMD
PC9
PC8
PC11
PC10
PC12
PD2
CN1
PJS008-2000
SMS064FF or SMS128FF
1 2 3 4 5 6 7 8
SW2
SW1
9
10
MicroSDCard Detect
PE11

图9

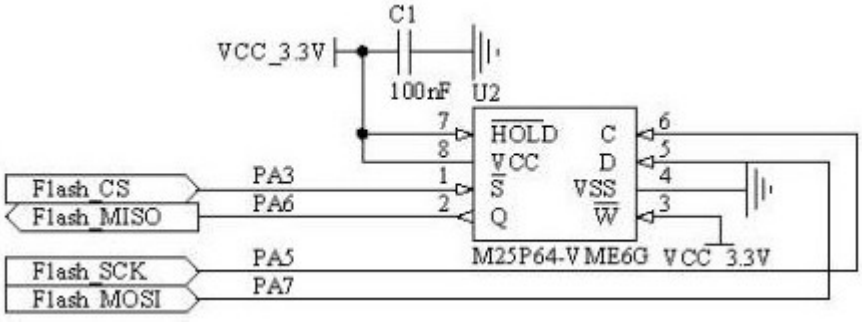

C1
VCC_3.3V
100nF
U2
HOLD
VCC
S
Q
C
D
VSS
W
M25P64-VME6G
VCC_3.3V
Flash_CS
Flash_MISO
Flash_SCK
Flash_MOSI
PA3
PA6
PA5
PA7

图10