(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 212322079 U
(45)授权公告日 2021.01.08

(21)申请号 202020301634.1

(22)申请日 2020.03.12

(73)专利权人 辽宁众联石油天然气有限公司
地址 124010 辽宁省盘锦市田家总部生态城花园办公区A4-4-1

(72)发明人 贾文静 牛泽楠

(74)专利代理机构 沈阳亚泰专利商标代理有限公司 21107
代理人 许宇来

(51)Int.Cl.
G05B 17/02(2006.01)
G05B 23/02(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

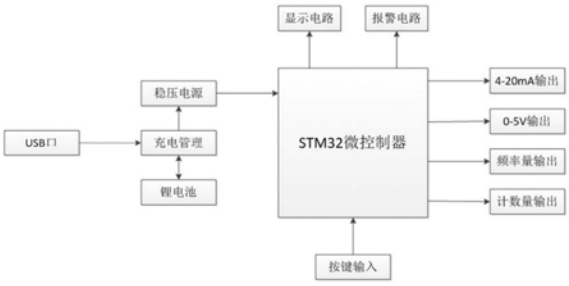
权利要求书2页 说明书9页 附图12页

(54)实用新型名称

一种参数模拟器

(57)摘要

一种参数模拟器，属于模拟器技术领域，尤其涉及一种参数模拟器。本实用新型提供一种参数模拟器。本实用新型包括控制器，其特征在于控制器的信号输出端口分别与4-20mA输出部分、0-5V输出部分、频率量输出部分、计数量输出部分相连。



CN 212322079 U

1.一种参数模拟器，包括控制器，其特征在于控制器的信号输出端口分别与4-20mA输出部分、0-5V输出部分、频率量输出部分、计数量输出部分相连；

所述控制器的电源端口与稳压电源的输出端口相连，稳压电源的输入端口与充电管理部分的输出端口相连，充电管理部分分别与锂电池、USB口相连；

所述稳压电源采用RT9193-33GB芯片U2，U2的1脚分别与VSYS端、电容C9一端、电阻R1一端相连，C9另一端接地，R1另一端分别与U2的3脚、开关SW1相连，U2的2脚接地，U2的4脚通过电容C10分别与地线、电容C11一端相连，C11另一端分别与VCC3.3端、U2的5脚、电感L3一端相连，L3另一端接VDD。

2.根据权利要求1所述一种参数模拟器，其特征在于所述控制器的显示信号输出端口与显示电路相连，控制器的报警信号输出端口与报警电路相连，控制器的信号输入端口与按键输入部分相连。

3.根据权利要求2所述一种参数模拟器，其特征在于所述按键输入部分包括SW-PB4开关S1、S3、S4、S5，S1的1、4脚分别与BTN1端、电阻R2一端相连，R2另一端接VCC3.3端，S1的2、3脚接地；S3的1、4脚分别与BTN2端、电阻R3一端相连，R3另一端接VCC3.3端，S3的2、3脚接地；S4的1、4脚分别与BTN3端、电阻R4一端相连，R4另一端接VCC3.3端，S4的2、3脚接地；S5的1、4脚分别与BTN4端、电阻R5一端相连，R5另一端接VCC3.3端，S1的2、3脚接地。

4.根据权利要求1所述一种参数模拟器，其特征在于所述4-20mA输出部分采用DAC7311IDCKR芯片U3，0-5V输出部分采用LM358芯片U7，U3的2脚通过电阻R15分别与PA5端、电阻R11一端相连，U3的3脚通过电阻R17接PA7端，U3的1脚通过电阻R19接PA4端，U3的4脚分别与REF3端、电容C16一端、电阻R10一端、电容C12一端、TL431芯片Q1的1脚、电阻R8一端、电阻R7一端相连；

C16另一端接地，U3的6脚分别与R11另一端、BL1551芯片U4的4脚相连，U4的5脚分别与REF3端、电容C17一端相连，C17另一端接地，U4的6脚通过电阻R18接PA6端；

U4的2脚接地，U4的3脚依次通过电阻R13、R14分别与电阻R12一端、电阻R20一端、OPA365AIDBVR芯片U6的3脚相连，R12另一端接R10另一端；

C12另一端分别与U6的2脚、地线、Q1的3脚、电阻R9一端相连，电阻R9另一端分别与Q1的2脚、电阻R8另一端相连；

R7另一端分别与NPN三极管Q2集电极、电感L4一端、电容C13一端相连，L4另一端分别与二极管D1阴极、TVS管D5一端相连，D5另一端接电感L5一端相连，L5另一端分别与C13另一端、电阻R21一端、R20另一端相连；R21另一端分别与U6的4脚、电容C15一端、电阻R16一端相连，C15另一端分别与U6的5脚、REF3端相连；R16另一端接Q2的发射极；

U4的1脚通过电阻R25分别与电容C19一端、电阻R26一端相连，R26另一端分别与电容C20一端、LM358芯片U7的3脚相连，C20另一端分别与U7的4脚、地线相连，U7的2脚分别与电阻R22一端、电阻R23一端、变阻器VR1一端相连，VR1另一端分别与C19另一端、R23另一端、U7的1脚、U7的5脚相连，U7的6脚分别与U7的7脚、电阻R24一端相连，R24另一端分别与电容C18一端、PESD3V3U1UA二极管D6阴极相连，D6阳极接地。

5.根据权利要求1所述一种参数模拟器，其特征在于所述频率量输出部分和计数量输出部分采用74LVCH2T45DC芯片U8，U8的1脚分别与VCC3.3端、电容C21一端、电阻R30一端相连，C21另一端接地，R30另一端分别与DO_EN端、U8的5脚相连，U8的2脚通过电阻R31接DO_A

端,U8的3脚通过电阻R32接DO_B端,U8的8脚分别与VCC5端、电容C26一端相连,C26另一端接地;

U8的7脚通过电阻R28分别与电阻R29一端、NPN三极管Q3的基极相连,R29另一端分别与地线、Q3的发射极、PESD24VS1UB二极管D7的阳极相连,Q3的集电极分别与电阻R27一端、D7阴极相连,R27另一端分别与DEXT端、二极管D2阴极相连;

U8的6脚通过电阻R34分别与电阻R35一端、NPN三极管Q4的基极相连,R35另一端分别与地线、Q4的发射极、PESD24VS1UB二极管D8的阳极相连,Q4的集电极分别与电阻R33一端、D8阴极相连,R33另一端接DEXT端。

6.根据权利要求1所述一种参数模拟器,其特征在于还包括SGM41000芯片U10,U10的1脚分别与电阻R63一端、电容C46一端相连,R63另一端接VBAT端,U10的2、3、7脚接地,U10的4、5脚接地,U10的6脚通过电容C45接地,C46另一端接地。

7.根据权利要求2所述一种参数模拟器,其特征在于所述报警电路包括蜂鸣器BZ1、BZ2,BZ1正极分别与VCC3.3端、BZ2正极、二极管D10阴极相连,BZ1负极分别与D10阳极、BZ1负极、BZ2负极、SS8050三极管Q10集电极相连,Q10基极分别与电阻R74一端、电阻R75一端相连,R74另一端接BEEP端,R75另一端分别与Q10发射极、地线相连。

一种参数模拟器

技术领域

[0001] 本实用新型属于模拟器技术领域，尤其涉及一种参数模拟器。

背景技术

[0002] 录井技术是一种钻井现场服务，录井的主要任务是实时为油气勘探开发提取第一手可靠的各项资料信息，录井技术以通信网络、传感仪表以及计算机的应用这三大技术为支柱，是多科学、多技术集成的高新技术几何体，其明显的信息技术特征，使得其在施工现场获取大量钻井、地质等等参数及资料信息，传输的信息具有及时性、多样性、解释评估迅速的特点，因此录井技术成为油气勘察与开发行业中最基本且必须的技术。

[0003] 综合录井仪对录井数据进行采集分析依靠安装在各处的传感器、数据采集传输处理单元以及计算机技术相互合作完成。目前数据采集传输处理单元采集数据时是通过连接实体传感器进行调试。综合录井仪测量数据量很大，需要采集的信号繁多，利用上述方法测试综合录井仪的性能，需要连接20多个实物传感器进行测试，严重影响效率，且不够智能化。因此一种发出多种模拟量、频率量、计数量的参数模拟器的需求大大增加。

发明内容

[0004] 本实用新型就是针对上述问题，提供一种参数模拟器。

[0005] 为实现上述目的，本实用新型采用如下技术方案，本实用新型包括控制器，其特征在于控制器的信号输出端口分别与4-20mA输出部分、0-5V输出部分、频率量输出部分、计数量输出部分相连。

[0006] 作为一种优选方案，本实用新型所述控制器的显示信号输出端口与显示电路相连，控制器的报警信号输出端口与报警电路相连，控制器的信号输入端口与按键输入部分相连。

[0007] 作为另一种优选方案，本实用新型所述控制器的电源端口与稳压电源的输出端口相连，稳压电源的输入端口与充电管理部分的输出端口相连，充电管理部分分别与锂电池、USB口相连。

[0008] 作为一种优选方案，本实用新型所述控制器采用STMCU_LQFP64芯片U5，U5 的5脚与晶振X3一端相连，X3另一端接U5的6脚，U5的1脚分别与VBAT/VLCD 端、VDD端、电容C29一端相连，C29另一端接地；

[0009] U5的13脚分别与AVDD端、电感L1一端相连，L1另一端分别与VDD端、 U5的32脚、U5的64脚、U5的48脚、U5的19脚相连，U5的18脚接地，U5 的47脚通过电容C22接地，U5的63脚接地，U5的31脚通过电容C25接地， U5的12脚接地，U5的60脚通过电阻R55接地，U5的7脚分别与电阻R54一端、开关S2一端、电容C14一端相连，R54另一端接VDD端，S2另一端、C14另一端接地。

[0010] 作为另一种优选方案，本实用新型所述充电管理部分采用bq24195芯片U9， U9的1脚分别与电容C39一端、电容C38一端、VBUS端、U9的24脚相连，C39 另一端、C38另一端接地；

[0011] U9的2脚通过CB2接U9的3脚；

[0012] U9的4脚通过电阻R50接LED1的阴极，LED1的阳极接VREG端；

[0013] U9的5脚通过电阻R48接VCC3.3端；

[0014] U9的6脚通过电阻R49接VCC3.3端；

[0015] U9的8脚分别与电阻R52一端、NPN三极管Q7集电极相连，R52另一端接 VSYS端，Q7基极分别与电阻R51一端、电阻R62一端相连，R51另一端接VBUSIN_ 端，R62另一端分别与Q7集电极、地线相连；

[0016] U9的9脚通过电阻R58接地；

[0017] U9的10脚通过电阻R59接地；

[0018] U9的11脚分别与U9的12脚、电阻R53一端、电阻R60一端、电阻R61一端相连，R53另一端接VREG端，R60另一端、R61另一端接地；

[0019] U9的13脚分别与U9的14脚、电容C44一端、电容C43一端、VBAT端相连，C44另一端、C43另一端接地；

[0020] U9的15脚分别与U9的16脚、电感L6一端、电容C42一端、电容C40一端、电容C41一端、VSYS端相连，C42另一端、C40另一端、C41另一端接地， L6另一端分别与电容C37一端、U9的19脚、U9的20脚相连，C37另一端接U9 的21脚；

[0021] U9的17脚、18脚接地；

[0022] U9的22脚分别与电容C35一端、VREG端相连，C35另一端接地；

[0023] U9的23脚分别与电容C36一端、电容C34一端、电容C33一端、VBST5V1 端、电阻R45一端相连，C36另一端、C34另一端、C33另一端接地，R45另一端分别与电阻R46一端、LOWBATb端相连，R46另一端接地。

[0024] 作为另一种优选方案，本实用新型所述稳压电源采用RT9193-33GB芯片U2，U2的1脚分别与VSYS端、电容C9一端、电阻R1一端相连，C9另一端接地， R1另一端分别与U2的3脚、开关SW1相连，U2的2脚接地，U2的4脚通过电容C10分别与地线、电容C11一端相连，C11另一端分别与VCC3.3端、U2的5 脚、电感L3一端相连，L3另一端接VDD。

[0025] 作为另一种优选方案，本实用新型所述按键输入部分包括SW-PB4开关S1、 S3、S4、S5，S1的1、4脚分别与BTN1端、电阻R2一端相连，R2另一端接VCC3.3 端，S1的2、3脚接地；S3的1、4脚分别与BTN2端、电阻R3一端相连，R3另一端接VCC3.3端，S3的2、3脚接地；S4的1、4脚分别与BTN3端、电阻R4 一端相连，R4另一端接VCC3.3端，S4的2、3脚接地；S5的1、4脚分别与BTN4 端、电阻R5一端相连，R5另一端接VCC3.3端，S1的2、3脚接地。

[0026] 作为另一种优选方案，本实用新型所述4-20mA输出部分采用DAC7311IDCKR 芯片U3，0-5V输出部分采用LM358芯片U7，U3的2脚通过电阻R15分别与PA5 端、电阻R11一端相连，U3的3脚通过电阻R17接PA7端，U3的1脚通过电阻 R19接PA4端，U3的4脚分别与REF3端、电容C16一端、电阻R10一端、电容 C12一端、TL431芯片Q1的1脚、电阻R8一端、电阻R7一端相连；

[0027] C16另一端接地，U3的6脚分别与R11另一端、BL1551芯片U4的4脚相连， U4的5脚分别与REF3端、电容C17一端相连，C17另一端接地，U4的6脚通过电阻R18接PA6端；

[0028] U4的2脚接地，U4的3脚依次通过电阻R13、R14分别与电阻R12一端、电阻R20一端、OPA365AIDBVR芯片U6的3脚相连，R12另一端接R10另一端；

[0029] C12另一端分别与U6的2脚、地线、Q1的3脚、电阻R9一端相连，电阻 R9另一端分别与Q1的2脚、电阻R8另一端相连；

[0030] R7另一端分别与NPN三极管Q2集电极、电感L4一端、电容C13一端相连， L4另一端分别与二极管D1阴极、TVS管D5一端相连，D5另一端接电感L5一端相连，L5另一端分别与C13另一端、电阻R21一端、R20另一端相连；R21另一端分别与U6的4脚、电容C15一端、电阻R16一端相连，C15另一端分别与U6 的5脚、REF3端相连；R16另一端接Q2的发射极；

[0031] U4的1脚通过电阻R25分别与电容C19一端、电阻R26一端相连，R26另一端分别与电容C20一端、LM358芯片U7的3脚相连，C20另一端分别与U7的 4脚、地线相连，U7的2脚分别与电阻R22一端、电阻R23一端、变阻器VR1 一端相连，VR1另一端分别与C19另一端、R23另一端、U7的1脚、U7的5脚相连，U7的6脚分别与U7的7脚、电阻R24一端相连，R24另一端分别与电容 C18一端、PESD3V3U1UA二极管D6阴极相连，D6阳极接地。

[0032] 作为另一种优选方案，本实用新型所述频率量输出部分和计数量输出部分采用74LVCH2T45DC芯片U8，U8的1脚分别与VCC3.3端、电容C21一端、电阻 R30一端相连，C21另一端接地，R30另一端分别与DO_EN端、U8的5脚相连， U8的2脚通过电阻R31接DO_A端，U8的3脚通过电阻R32接DO_B端，U8的8 脚分别与VCC5端、电容C26一端相连，C26另一端接地；

[0033] U8的7脚通过电阻R28分别与电阻R29一端、NPN三极管Q3的基极相连， R29另一端分别与地线、Q3的发射极、PESD24VS1UB二极管D7的阳极相连，Q3 的集电极分别与电阻R27一端、D7阴极相连，R27另一端分别与DEXT端、二极管D2阴极相连；

[0034] U8的6脚通过电阻R34分别与电阻R35一端、NPN三极管Q4的基极相连， R35另一端分别与地线、Q4的发射极、PESD24VS1UB二极管D8的阳极相连，Q4 的集电极分别与电阻R33一端、D8阴极相连，R33另一端接DEXT端。

[0035] 作为另一种优选方案，本实用新型还包括SGM41000芯片U10，U10的1脚分别与电阻R63一端、电容C46一端相连，R63另一端接VBAT端，U10的2、3、 7脚接地，U10的4、5脚接地，U10的6脚通过电容C45接地，C46另一端接地。

[0036] 作为另一种优选方案，本实用新型所述报警电路包括蜂鸣器BZ1、BZ2，BZ1 正极分别与VCC3.3端、BZ2正极、二极管D10阴极相连，BZ1负极分别与D10 阳极、BZ1负极、BZ2负极、SS8050三极管Q10集电极相连，Q10基极分别与电阻R74一端、电阻R75一端相连，R74另一端接BEEP端，R75另一端分别与Q10 发射极、地线相连。

[0037] 本实用新型有益效果。

[0038] 本实用新型4-20mA输出部分、0-5V输出部分作为模拟量输出，同时具备频率量和计数量输出；使用方便，效率高。

附图说明

[0039] 下面结合附图和具体实施方式对本实用新型做进一步说明。本实用新型保护范围不仅局限于以下内容的表述。

[0040] 图1是本实用新型电路原理框图。

[0041] 图2是本实用新型4-20mA输出部分、0-5V输出部分电路原理图。

[0042] 图3是本实用新型频率量输出部分、计数量输出部分电路原理图。

[0043] 图4是本实用新型各部分连接关系图。

[0044] 图5是本实用新型稳压电源电路原理图。

[0045] 图6是本实用新型控制器电路原理图。

[0046] 图7是本实用新型显示电路和按键输入部分电路原理图。

[0047] 图8、9是本实用新型充电管理部分电路原理图。

[0048] 图10是本实用新型LCD接线图。

[0049] 图11是本实用新型报警电路原理图。

[0050] 图12是本实用新型存储器电路原理图。

[0051] 图13是本实用新型电压/电流转换器的简化原理图。

具体实施方式

[0052] 如图所示，本实用新型包括控制器，控制器的信号输出端口分别与4-20mA 输出部分、0-5V输出部分、频率量输出部分、计数量输出部分相连。

[0053] 所述控制器的显示信号输出端口与显示电路相连，控制器的报警信号输出端口与报警电路相连，控制器的信号输入端口与按键输入部分相连。显示电路连接显示设备，显示设备可用于显示电流模拟量、电压模拟量、频率量、计数量。

[0054] 所述控制器的电源端口与稳压电源的输出端口相连，稳压电源的输入端口与充电管理部分的输出端口相连，充电管理部分分别与锂电池、USB口相连。

[0055] 所述控制器采用STMCU_LQFP64芯片U5，U5的5脚与晶振X3一端相连，X3 另一端接U5的6脚，U5的1脚分别与VBAT/VLCD端、VDD端、电容C29一端相连，C29另一端接地；

[0056] U5的13脚分别与AVDD端、电感L1一端相连，L1另一端分别与VDD端、 U5的32脚、U5的64脚、U5的48脚、U5的19脚相连，U5的18脚接地，U5 的47脚通过电容C22接地，U5的63脚接地，U5的31脚通过电容C25接地， U5的12脚接地，U5的60脚通过电阻R55接地，U5的7脚分别与电阻R54一端、开关S2一端、电容C14一端相连，R54另一端接VDD端，S2另一端、C14另一端接地。

[0057] 8MHz晶振X3经过MCU内部的倍频电路到72MHz供系统主时钟使用。

[0058] 本实用新型采用RC复位，在系统刚上电时，通过电阻R54向电容C14充电， RESET引脚为低电平，STM处于复位状态。当充电完成时，RESET引脚恢复到高电平，系统正常工作。

[0059] STMCU_LQFP64芯片定时器的PWM功能频率量、计数量输出提供原始信号，经电平转换，最终得到指定电压值的频率量、计数量。

[0060] STMCU_LQFP64芯片内置的12位DAC功能向4-20mA模拟量输出、0-5V模拟量输出提供DAC信号，经变送器转换，最终得到相应的电流值，电压值。

[0061] 本实用新型STMCU_LQFP64芯片使用硬件I2C与充电管理芯片通信，实现锂电池充放电过程中的状态监控功能。

[0062] 本实用新型STMCU_LQFP64芯片使用硬件SPI通信，通过OLED屏显示信号输出信息。

[0063] 本实用新型STMCU_LQFP64芯片通过普通IO口按键实现工作模式切换、输出参数设定。

[0064] STMCU_LQFP64芯片为带有支持PWM输出的定时器硬件资源和带DA转换器的控制芯片，可兼具模拟量、频率量、计数量的输出功能。

[0065] 所述充电管理部分采用bq24195芯片U9，U9的1脚分别与电容C39一端、电容C38一

端、VBUS端、U9的24脚相连，C39另一端、C38另一端接地；

[0066] U9的2脚通过CB2(可为0欧电阻)接U9的3脚；

[0067] U9的4脚通过电阻R50接LED1的阴极，LED1的阳极接VREG端；

[0068] U9的5脚通过电阻R48接VCC3.3端；

[0069] U9的6脚通过电阻R49接VCC3.3端；

[0070] U9的8脚分别与电阻R52一端、NPN三极管Q7集电极相连，R52另一端接 VSYS端，Q7基极分别与电阻R51一端、电阻R62一端相连，R51另一端接VBUSIN 端，R62另一端分别与Q7集电极、地线相连；

[0071] U9的9脚通过电阻R58接地；

[0072] U9的10脚通过电阻R59接地；

[0073] U9的11脚分别与U9的12脚、电阻R53一端、电阻R60一端、电阻R61一端相连，R53另一端接VREG端，R60另一端、R61另一端接地；

[0074] U9的13脚分别与U9的14脚、电容C44一端、电容C43一端、VBAT端相连，C44另一端、C43另一端接地；

[0075] U9的15脚分别与U9的16脚、电感L6一端、电容C42一端、电容C40一端、电容C41一端、VSYS端相连，C42另一端、C40另一端、C41另一端接地，L6另一端分别与电容C37一端、U9的19脚、U9的20脚相连，C37另一端接U9 的21脚；

[0076] U9的17脚、18脚接地；

[0077] U9的22脚分别与电容C35一端、VREG端相连，C35另一端接地；

[0078] U9的23脚分别与电容C36一端、电容C34一端、电容C33一端、VBST5V1 端、电阻R45一端相连，C36另一端、C34另一端、C33另一端接地，R45另一端分别与电阻R46一端、LOWBATb端相连，R46另一端接地。

[0079] 本硬件电路中使用的电压有5V和3.3V，系统输入电源是3.7-4.2V的锂电池。

[0080] 5V电源输出电路是电池电压经过充电管理芯片BQ24195在升压模式下得到。其中功率电感L6、电容C33、C34、C36都用于滤波，减小电源的纹波。

[0081] 所述稳压电源采用RT9193-33GB芯片U2，U2的1脚分别与VSYS端、电容 C9一端、电阻R1一端相连，C9另一端接地，R1另一端分别与U2的3脚、开关 SW1相连，U2的2脚接地，U2的4脚通过电容C10分别与地线、电容C11一端相连，C11另一端分别与VCC3.3端、U2的5脚、电感L3一端相连，L3另一端接VDD。

[0082] 3.3V电压输出电路是电池电压经过低压差线性稳压芯片RT9193-33GB得到 3.3V电压，最大输出电流为300mA。

[0083] 所述按键输入部分包括SW-PB4开关S1、S3、S4、S5，S1的1、4脚分别与 BTN1端、电阻R2一端相连，R2另一端接VCC3.3端，S1的2、3脚接地；

[0084] S3的1、4脚分别与BTN2端、电阻R3一端相连，R3另一端接VCC3.3端， S3的2、3脚接地；

[0085] S4的1、4脚分别与BTN3端、电阻R4一端相连，R4另一端接VCC3.3端，S4的2、3脚接地；

[0086] S5的1、4脚分别与BTN4端、电阻R5一端相连，R5另一端接VCC3.3端， S1的2、3脚接地。

[0087] 按键可用于设置模拟电流模式、模拟电压模式、频率模式、计数模式和输出参数。按键的一端连接到控制器的普通IO上，另一端连接到地。按键没按下时通过外部的上拉电阻拉到高电平，当按键按下时，控制器通过IO读取到低电平，松开后恢复高电平。

[0088] JTAG用来传输调试信息。上位机通过这个接口进行调试程序、下载程序、控制芯片内部的寄存器、存储器、相关外设等。

[0089] SWD采用4根线就能完成调试，主要信号线有SWDIO、SWCLK。本实用新型采用4针的SWD调试接口。按键和SWD调试接口电路设计如图7所示。

[0090] 所述4-20mA输出部分采用DAC7311IDCKR芯片U3，0-5V输出部分采用LM358 芯片U7，U3的2脚通过电阻R15分别与PA5端、电阻R11一端相连，U3的3脚通过电阻R17接PA7端，U3的1脚通过电阻R19接PA4端，U3的4脚分别与REF3 端、电容C16一端、电阻R10一端、电容C12一端、TL431芯片Q1的1脚、电阻R8一端、电阻R7一端相连；

[0091] C16另一端接地，U3的6脚分别与R11另一端、BL1551芯片U4的4脚相连， U4的5脚分别与REF3端、电容C17一端相连，C17另一端接地，U4的6脚通过电阻R18接PA6端；

[0092] U4的2脚接地，U4的3脚依次通过电阻R13、R14分别与电阻R12一端、电阻R20一端、OPA365AIDBVR芯片U6的3脚相连，R12另一端接R10另一端；

[0093] C12另一端分别与U6的2脚、地线、Q1的3脚、电阻R9一端相连，电阻 R9另一端分别与Q1的2脚、电阻R8另一端相连；

[0094] R7另一端分别与NPN三极管Q2集电极、电感L4一端、电容C13一端相连， L4另一端分别与二极管D1阴极、TVS管D5一端相连，D5另一端接电感L5一端相连，L5另一端分别与C13另一端、电阻R21一端、R20另一端相连；R21另一端分别与U6的4脚、电容C15一端、电阻R16一端相连，C15另一端分别与U6 的5脚、REF3端相连；R16另一端接Q2的发射极；

[0095] U4的1脚通过电阻R25分别与电容C19一端、电阻R26一端相连，R26另一端分别与电容C20一端、LM358芯片U7的3脚相连，C20另一端分别与U7的 4脚、地线相连，U7的2脚分别与电阻R22一端、电阻R23一端、变阻器VR1 一端相连，VR1另一端分别与C19另一端、R23另一端、U7的1脚、U7的5脚相连，U7的6脚分别与U7的7脚、电阻R24一端相连，R24另一端分别与电容 C18一端、PESD3V3U1UA二极管D6阴极相连，D6阳极接地。

[0096] 受限于微控制器的电源输入电压，其输出的DAC模拟信号的电压范围只有 0-3.3V，为实现接口端0-5V的输出，须对DAC信号做电压放大。同时，为提高模拟输出的驱动能力，在后级增加电压跟随器，使输出接口具有足够的带负载能力。本实用新型采用同向比例放大器+跟随器的结构。

[0097] 其工作原理和设计步骤如下：

[0098] 输出电压传递函数为：

[0099] $$V_{out} = V_I\left(\frac{VR_1}{R_{22}} + 1\right)$$

[0100] 选择合适的VR1/R22比值：

[0101] $$\frac{VR_1}{R_{22}} = \frac{0.8k\Omega}{2.4k\Omega}$$

[0102] 根据DAC零标度电压(0V)、增益比率(VR1/R22)计算Vout。

[0103] $$V_{out} = V_I\left(\frac{VR_1}{R_{22}} + 1\right) = 0 \times \left(\frac{0.8k\Omega}{2.4k\Omega} + 1\right) = 0V$$

[0104] 根据DAC满标度电压(这里取3V)、增益比率(VR1/R22)计算Vout。

[0105] $$V_{out} = V_I\left(\frac{VR_1}{R_{22}} + 1\right) = 3 \times \left(\frac{0.8k\Omega}{2.4k\Omega} + 1\right) = 5V$$

[0106] 4-20mA信号标准首次出现于1950年代,是国际电工委员会(IEC)过程控制系统采用的模拟信号传输标准,常用于工业环境中的信号传输和电子控制。我国也采用这一国际标准信号制,仪表传输信号采用4-20mA,接收信号采用1-5V,即采用电流传输、电压接收的信号系统。由于采用电流信号传输,具有不易受干扰、安全可靠等优点,该使其成为工业上普遍使用的信号传输方式。

[0107] 本实用新型设计的4-20mA接口电路如图2所示,由稳压电路、电压/电流转换电路、接口保护电路组成。

[0108] 电压/电流转换器的简化原理图如图13所示,为环路供电或2线4-20mA变送器。变送器只有两个外部输入端子。变送器通过精确控制其返回电流的大小,与主机进行通讯,从而与主机通信。

[0109] 其工作原理和设计步骤如下:

[0110] 输出电流传递函数为:

[0111] $$I_{out} = \left(\frac{V_{DAC}}{R_1} + \frac{V_{REG}}{R_2}\right)\left(\frac{R_3}{R_4} + 1\right)$$

[0112] 选择较大的R3/R4比值:

[0113] $$\frac{R_3}{R_4} = \frac{4.32k\Omega}{26.7\Omega}$$

[0114] 根据零标度电流(4mA)、稳压器电压和增益比率(R3/R4)计算R2。

[0115] $$R_2 = \left(\frac{V_{REG}}{I_{OUT,4mA}}\right)\left(\frac{R_3}{R_4} + 1\right) = \left(\frac{3V}{4mA}\right)\left(\frac{4.32k\Omega}{26.7\Omega} + 1\right) = 122.10k\Omega$$

[0116] 根据满标度DAC电压和16mA的电流范围计算R1,以设置满标度电流。

[0117] $$R_1 = \left(\frac{V_{REG}}{I_{OUT,16mA}}\right)\left(\frac{R_3}{R_4} + 1\right) = \left(\frac{3V}{16mA}\right)\left(\frac{4.32k\Omega}{26.7\Omega} + 1\right) = 30.542k\Omega$$

[0118] 根据所选的电阻器值计算零标度电流。

[0119] $$I_{OUT,ZS} = \frac{V_{REG}}{R_2}\left(\frac{R_3}{R_4} + 1\right) = \left(\frac{3V}{122.15k\Omega}\right)\left(\frac{4.32k\Omega}{26.7\Omega} + 1\right) = 3.9983mA$$

[0120] 根据所选的电阻器值计算满标度电流。

[0121] $$I_{OUT,FS} = \left(\frac{V_{DAC}}{R_1} + \frac{V_{REG}}{R_2}\right)\left(\frac{R_3}{R_4} + 1\right) = \left(\frac{3V}{30.542k\Omega} + \frac{3V}{122.15k\Omega}\right)\left(\frac{4.32k\Omega}{26.7\Omega} + 1\right) = 19.9891mA$$

[0122] 稳压电路采用TL431可编程并联稳压芯片,精度规格为0.5%,成本低、性能良好。即使负载发生变化,稳压器输出也将保持相对一致。

[0123] 由于使用4-20mA信号标准的仪器仪表常被用于工业环境，而工业环境对于敏感的电子组件可能非常危险，因此，为防止错误接线可能导致的电气过应力或不良性能的环境危害，在接口端增加保护电路。本实用新型利用二极管D1的单向导通性，TVS管D5的反向击穿特性，防止因接线错误、外部信号干扰导致的系统故障。

[0124] 所述频率量输出部分和计数量输出部分采用74LVCH2T45DC芯片U8，U8的1 脚分别与VCC3.3端、电容C21一端、电阻R30一端相连，C21另一端接地，R30 另一端分别与DO_EN端、U8的5脚相连，U8的2脚通过电阻R31接DO_A端，U8的3脚通过电阻R32接DO_B端，U8的8脚分别与VCC5端、电容C26一端相连，C26另一端接地；

[0125] U8的7脚通过电阻R28分别与电阻R29一端、NPN三极管Q3的基极相连，R29另一端分别与地线、Q3的发射极、PESD24VS1UB二极管D7的阳极相连，Q3 的集电极分别与电阻R27一端、D7阴极相连，R27另一端分别与DEXT端、二极管D2阴极相连；

[0126] U8的6脚通过电阻R34分别与电阻R35一端、NPN三极管Q4的基极相连，R35另一端分别与地线、Q4的发射极、PESD24VS1UB二极管D8的阳极相连，Q4 的集电极分别与电阻R33一端、D8阴极相连，R33另一端接DEXT端。

[0127] 频率量输出(数字量输出)利用控制器的定时器功能输出可编程频率的PWM 信号。利用74LVCH2T45DC芯片完成3.3V至5V的信号电压转换。在接口输出端被设计为NPN开漏型输出，该设计允许用户提供外部电压参考，并通过外接负载，输出指定电压下的频率量输出。

[0128] 计数量输出利用控制器的IO口功能和定时器功能输出低速的开关信号。利用74LVCH2T45DC芯片完成3.3V至5V的信号电压转换。在接口输出端被设计为 NPN开漏型输出，该设计允许用户提供外部电压参考，并通过外接负载，输出指定电压下的计数量输出。

[0129] 本实用新型还包括SGM41000芯片U10，U10的1脚分别与电阻R63一端、电容C46一端相连，R63另一端接VBAT端，U10的2、3、7脚接地，U10的4、 5脚接地，U10的6脚通过电容C45接地，C46另一端接地。

[0130] 所述报警电路包括蜂鸣器BZ1、BZ2，BZ1正极分别与VCC3.3端、BZ2正极、二极管D10阴极相连，BZ1负极分别与D10阳极、BZ1负极、BZ2负极、SS8050 三极管Q10集电极相连，Q10基极分别与电阻R74一端、电阻R75一端相连，R74 另一端接BEEP端，R75另一端分别与Q10发射极、地线相连。

[0131] 本实用新型信号可分为:模拟量四种，频率量一种，计数量一种。

[0132] 模拟量(量程可设置为5-6挡可调，比如4-20mA，可以输出4、8、12、16、 20MA，电压0、1、2、3、4、5)：(1)4-20mA，二线制，其中供电24V。(2)4-20mA，二线制，其中不需要供电，直接输出信号。(3)0-5V，二线制，其中供电24V。 (4)0-5V，二线制，其中不需要供电，直接输出信号。

[0133] 频率量:供电24V，二线制，输出60HZ，120HZ，360HZ，540HZ，720HZ，1200HZ，1800HZ，24000HZ。

[0134] 计数量:可以初始计数值为40000，依次增加或者减小，每次可以增加1个脉冲，速度可以达到1HZ，该通道可以引出4个接线端子，分别是电源正(8V)、电源负、信号A、信号B。直接信号A，信号B输出的电信号为+8，0，0，-8(正向递增)即可，-8，0，0+8(反向递减)。

[0135] 本实用新型可以用电池供电，手持、携带方便。

[0136] 可以理解的是，以上关于本实用新型的具体描述，仅用于说明本实用新型而并非受限于本实用新型实施例所描述的技术方案，本领域的普通技术人员应当理解，仍然可以对本实用新型进行修改或等同替换，以达到相同的技术效果；只要满足使用需要，都在本实用新型的保护范围之内。

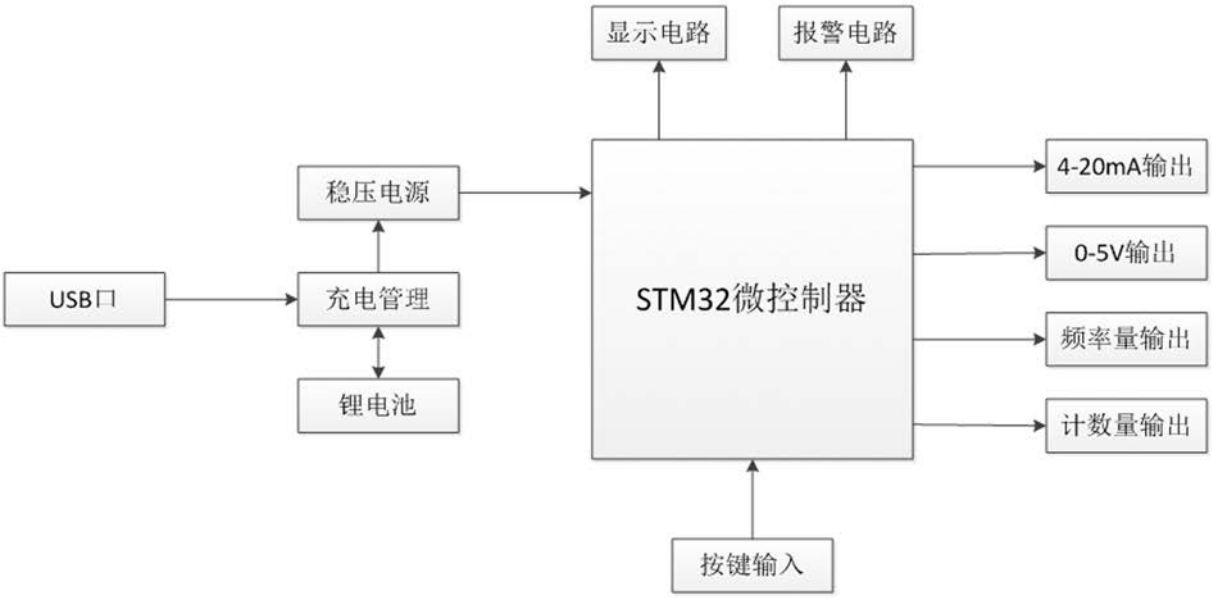

显示电路
报警电路
稳压电源
4-20mA输出
0-5V输出
USB口
充电管理
STM32微控制器
频率量输出
锂电池
计数量输出
按键输入

图 1

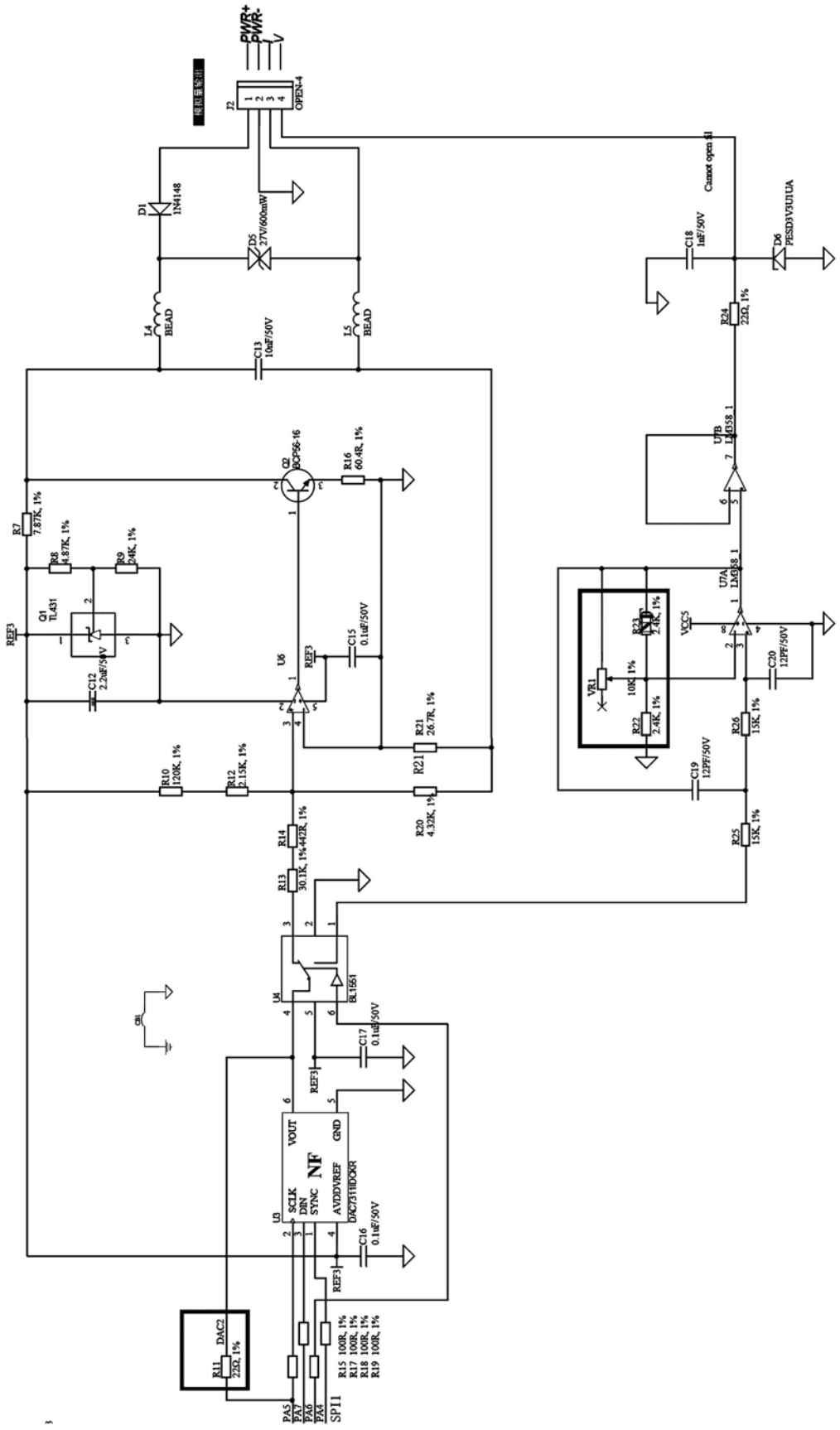

PWR+
PWR-
J2
OPEN-4
D1
1N4148
D5
27V/600mW
L4
BEAD
L5
BEAD
C13
10uF/50V
Cannot open dl
C18
1uF/50V
D6
PESD3V3U1UA
R24
22Ω, 1%
U7B
LM358
Q2
BCP56-16
R16
60.4R, 1%
R7
7.87K, 1%
R8
4.87K, 1%
R9
24K, 1%
Q1
TL431
REF3
C12
2.2uF/50V
U6
C15
0.1uF/50V
U7A
LM358
VCC5
VR1
10K, 1%
R23
2.4K, 1%
R22
2.4K, 1%
C20
12PF/50V
R21
26.7R, 1%
R10
120K, 1%
R12
2.15K, 1%
R20
4.32K, 1%
C19
12PF/50V
R26
15K, 1%
R25
15K, 1%
R14
442R, 1%
R13
30.1K, 1%
U4
BL1561
C17
0.1uF/50V
U3
SCLK
DIN
SYNC
VOUT
GND
AVDDVREF
DAC7311IDCKR
C16
0.1uF/50V
DAC2
R11
22Ω, 1%
R15 100R, 1%
R17 100R, 1%
R18 100R, 1%
R19 100R, 1%
PA5
PA7
PA6
PA4
SPI1

图 2

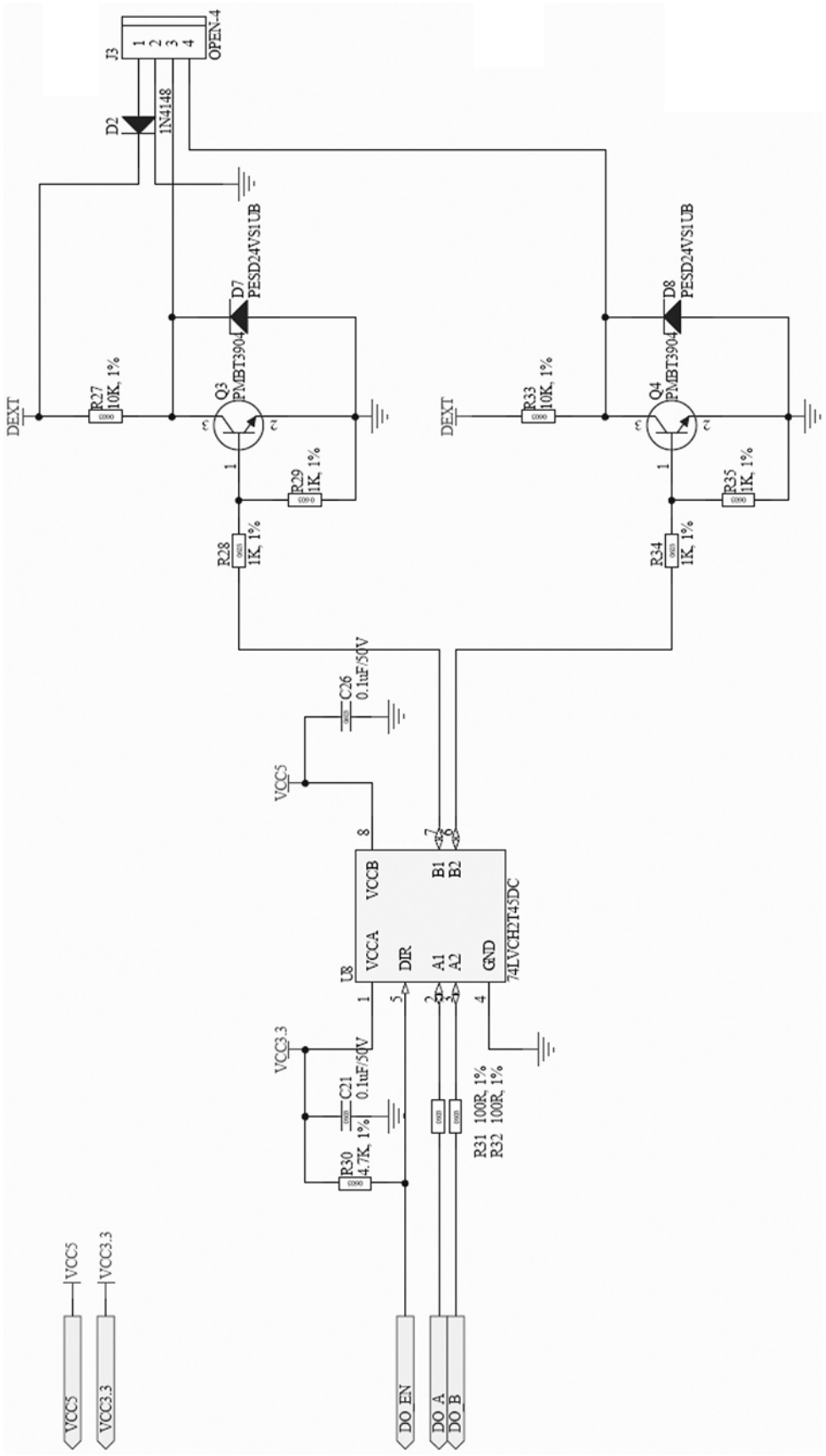

J3
OPEN-4
D2
1N4148
D7
PESD24VS1UB
D8
PESD24VS1UB
Q3
PMBT3904
Q4
PMBT3904
DEXT
R27
10K, 1%
R33
10K, 1%
R29
1K, 1%
R35
1K, 1%
R28
1K, 1%
R34
1K, 1%
C26
0.1uF/50V
VCC5
U8
VCCB
VCCA
DIR
GND
B1
B2
A1
A2
74LVCH2T45DC
VCC3.3
C21
0.1uF/50V
R30
4.7K, 1%
R31 100R, 1%
R32 100R, 1%
VCC5
VCC3.3
DO_EN
DO_A
DO_B

图 3

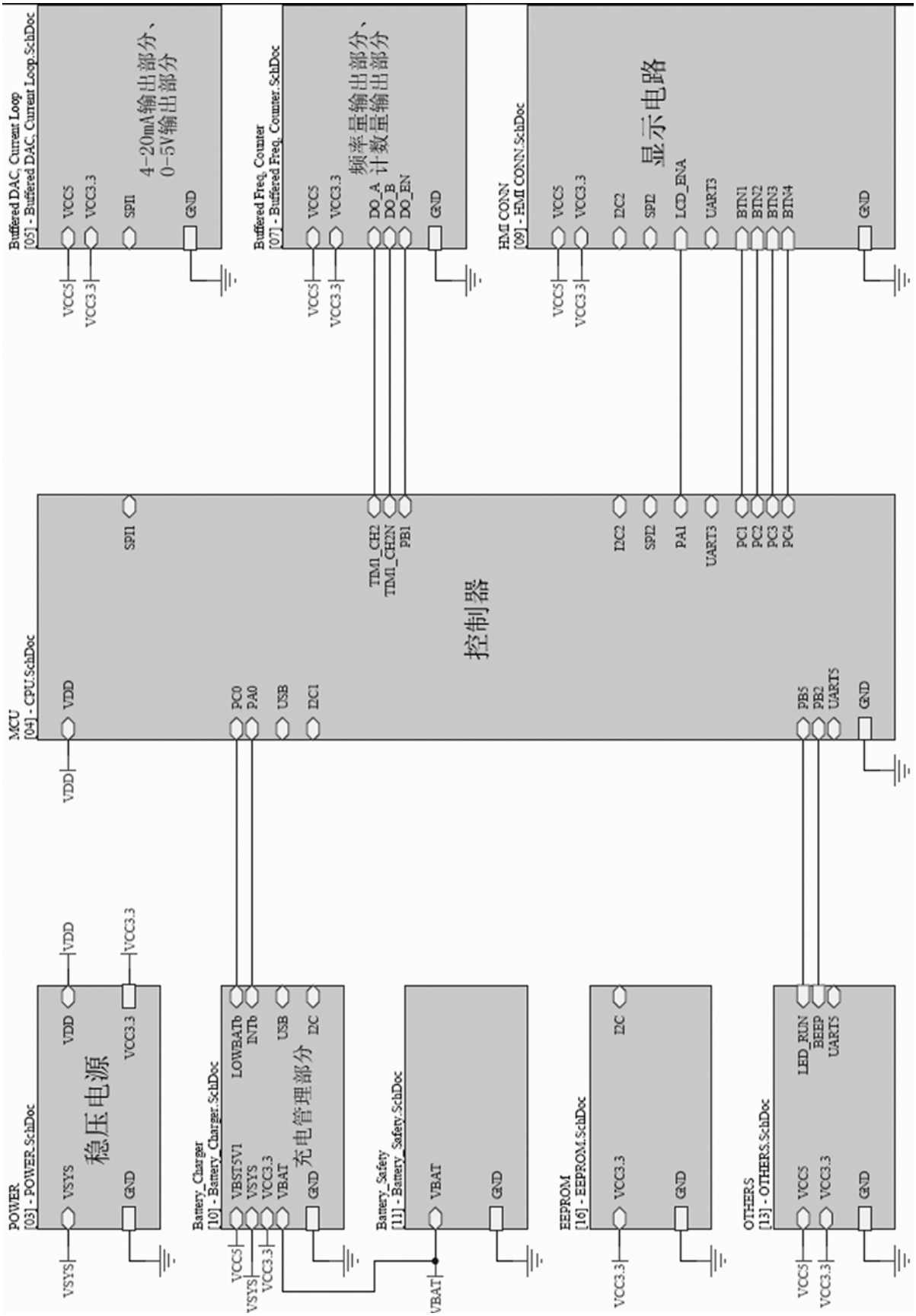

Buffered DAC, Current Loop
[05] - Buffered DAC, Current Loop.SchDoc
4-20mA输出部分、
0-5V输出部分
Buffered Freq. Counter
[07] - Buffered Freq. Counter.SchDoc
频率量输出部分、
计数量输出部分
HMI CONN
[09] - HMI CONN.SchDoc
显示电路
MCU
[04] - CPU.SchDoc
控制器
POWER
[03] - POWER.SchDoc
稳压电源
Battery_Charger
[10] - Battery_Charger.SchDoc
充电管理部分
Battery_Safety
[11] - Battery_Safety.SchDoc
EEPROM
[16] - EEPROM.SchDoc
OTHERS
[13] - OTHERS.SchDoc
VCC5
VCC3.3
SPI1
GND
DO_A
DO_B
DO_EN
I2C2
SPI2
LCD_ENA
UART3
BTN1
BTN2
BTN3
BTN4
TIM1_CH2
TIM1_CH2N
PB1
PA1
PC1
PC2
PC3
PC4
VDD
PC0
PA0
USB
I2C1
PB5
PB2
UART5
VSYS
VBST5V1
LOWBATb
INTb
I2C
VBAT
LED_RUN
BEEP

图 4

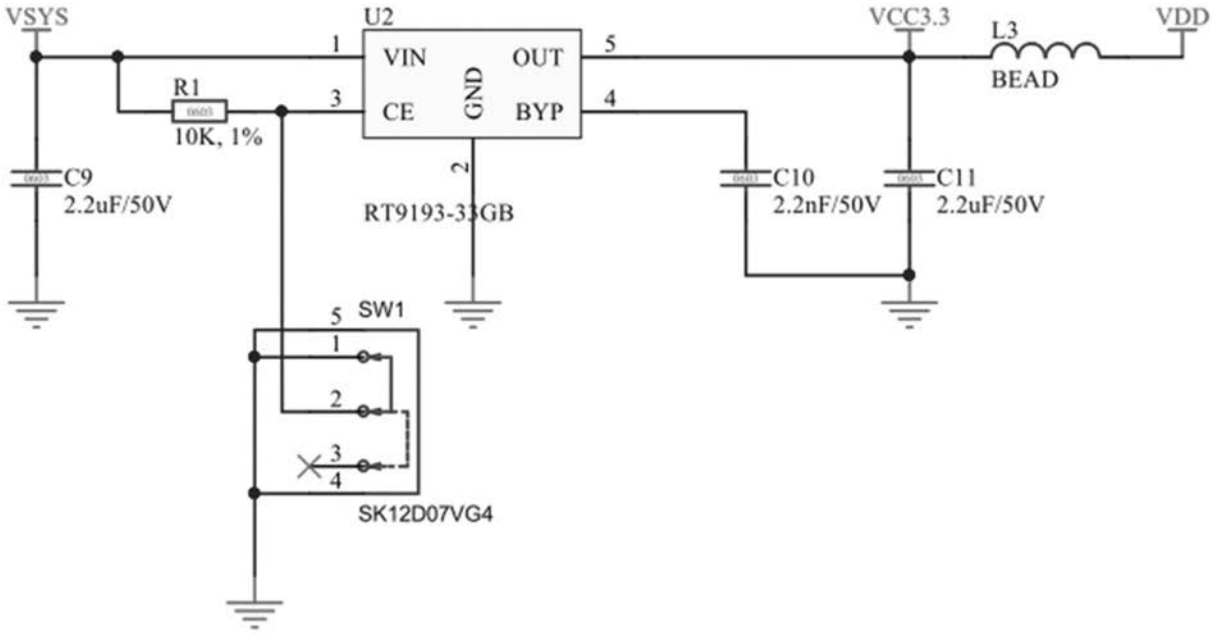

VSYS
U2
VCC3.3
L3
VDD
1
VIN
OUT
5
BEAD
R1
3
CE
GND
BYP
4
10K, 1%
C9
2.2uF/50V
2
RT9193-33GB
C10
2.2nF/50V
C11
2.2uF/50V
5
SW1
1
2
3
4
SK12D07VG4

图 5

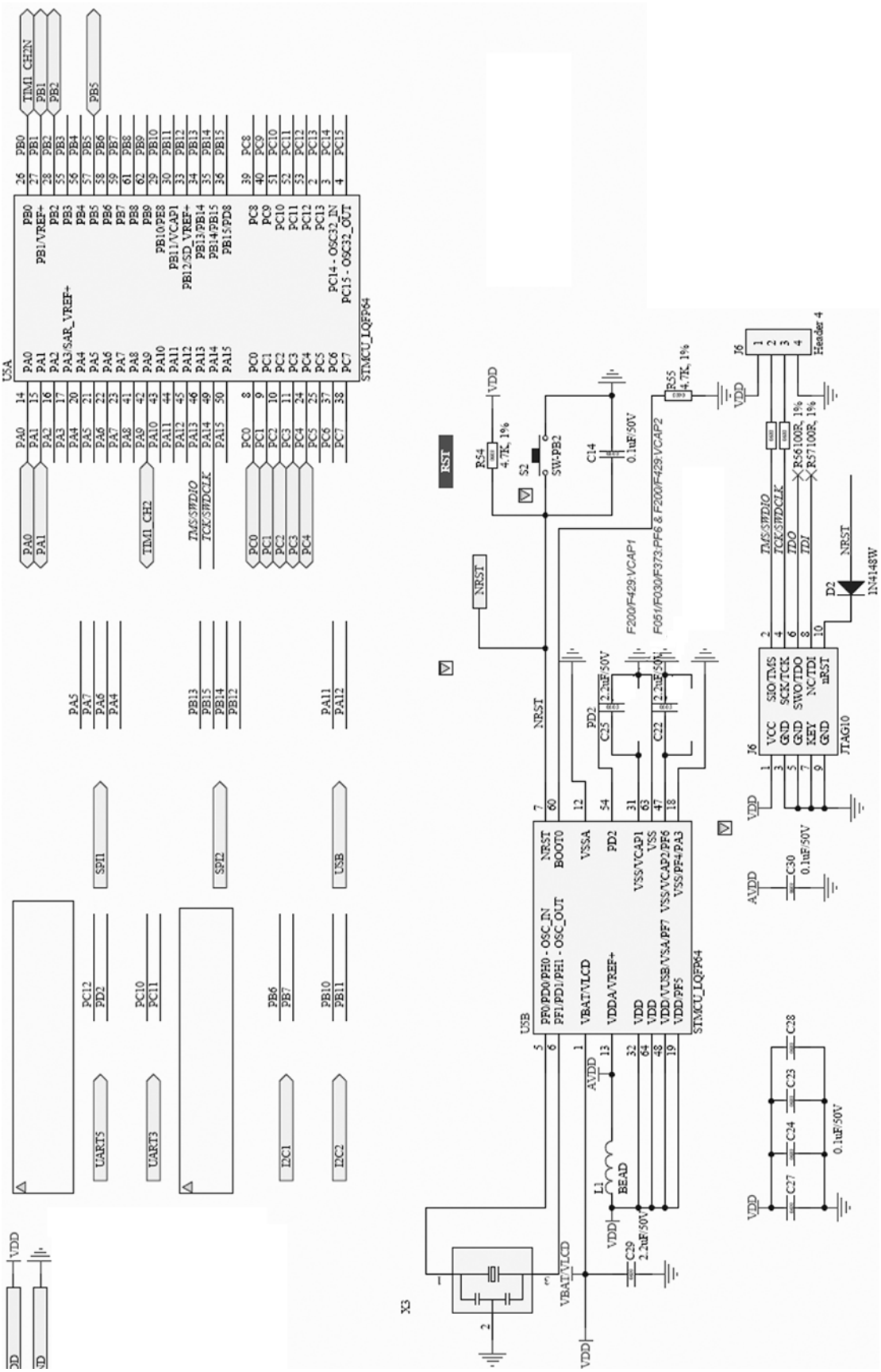

USA
STMCU_LQFP64
USB
STMCU_LQFP64
J6
Header 4
JTAG10
X3
RST
NRST
VDD
AVDD
VBAT/VLCD
TM1_CH2N
TM1_CH2
TMS/SWDIO
TCK/SWDCLK
TDO
TDI
F200/F429:VCAP1
F051/F030/F373:PF6 & F200/F429:VCAP2
SPI1
SPI2
USB
UART5
UART3
I2C1
I2C2
BEAD
1N4148W
0.1uF/50V
2.2uF/50V
4.7K, 1%
R56100R, 1%
R57100R, 1%

图 6

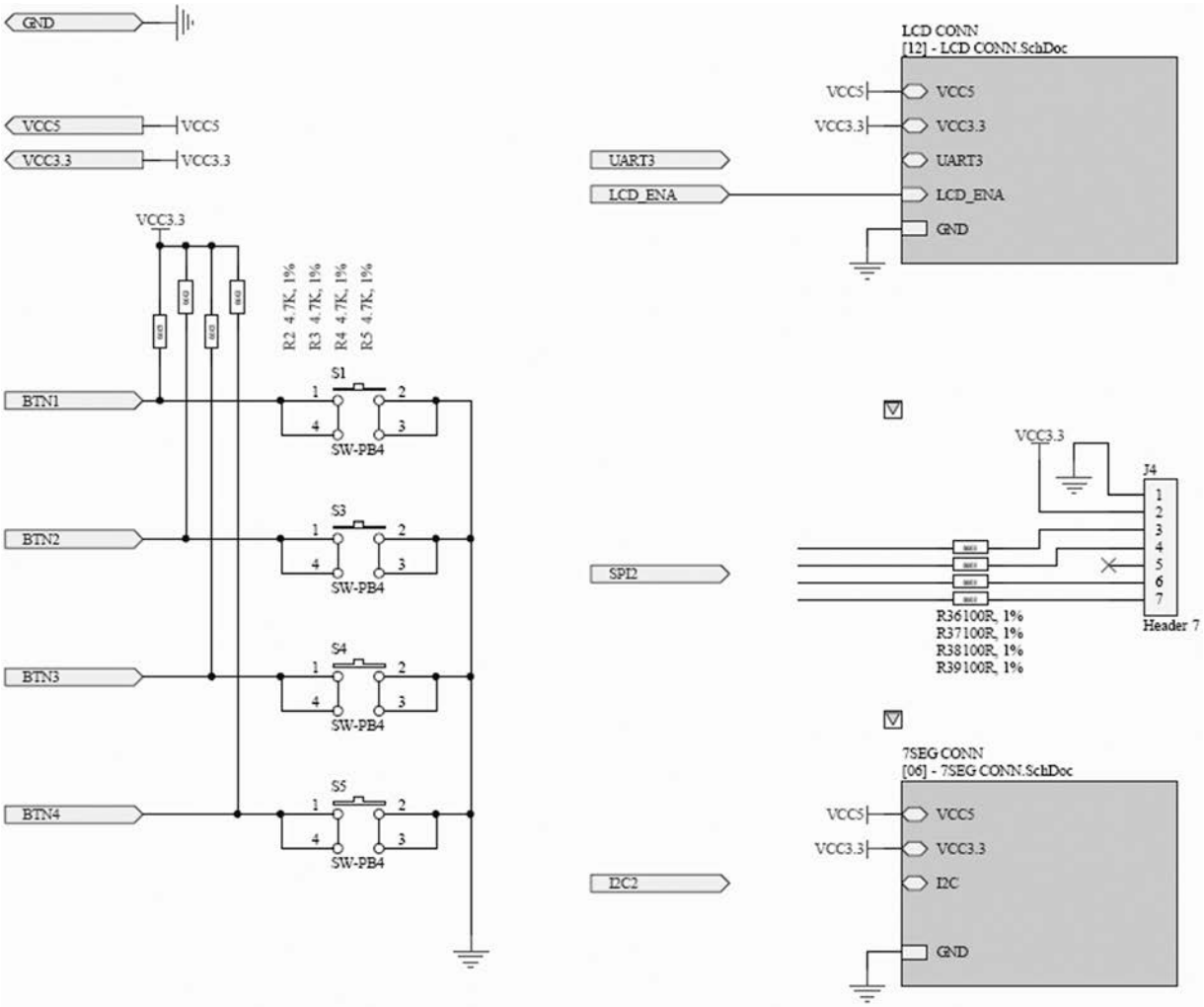

GND
VCC5
VCC5
VCC3.3
VCC3.3
VCC3.3
R2 4.7K, 1%
R3 4.7K, 1%
R4 4.7K, 1%
R5 4.7K, 1%
S1
BTN1
SW-PB4
S3
BTN2
SW-PB4
S4
BTN3
SW-PB4
S5
BTN4
SW-PB4
LCD CONN
[12] - LCD CONN.SchDoc
VCC5
VCC3.3
UART3
LCD_ENA
GND
SPI2
VCC3.3
J4
R36100R, 1%
R37100R, 1%
R38100R, 1%
R39100R, 1%
Header 7
7SEG CONN
[06] - 7SEG CONN.SchDoc
I2C2
I2C

图 7

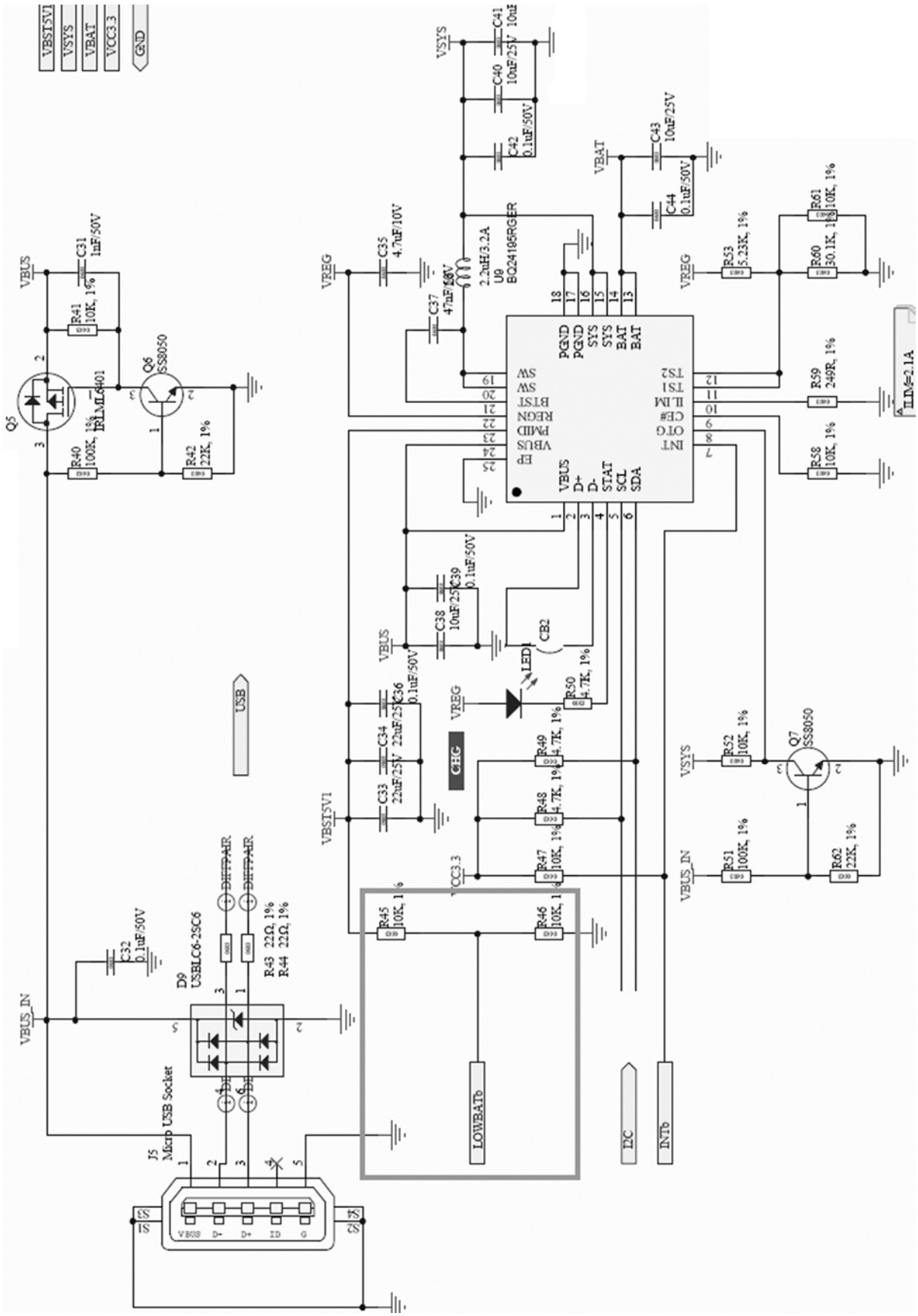

VBST5V1
VSYS
VBAT
VCC3.3
GND
VSYS
C41
C40
10uF/25V
C42
0.1uF/50V
C43
10uF/25V
C44
0.1uF/50V
VBAT
VREG
C35
4.7uF/10V
C37
47nF/10V
2.2uH/3.2A
U9
BQ24185RGER
PGND
PGND
SYS
SYS
BAT
BAT
SW
SW
BTST
REGN
PMID
VBUS
EP
VBUS
D+
D-
STAT
SCL
SDA
TS2
TS1
ILIM
CE#
OTG
INT
R53
5.23K, 1%
R61
10K, 1%
R60
30.1K, 1%
R59
249R, 1%
R58
10K, 1%
ILIM=2.1A
VBUS
C31
1uF/50V
R41
10K, 1%
Q5
IRLML6401
Q6
SS8050
R40
100K, 1%
R42
22K, 1%
C39
0.1uF/50V
C38
10uF/25V
CB2
LED1
R50
4.7K, 1%
C36
0.1uF/50V
C34
22uF/25V
C33
22uF/25V
CHG
R49
4.7K, 1%
R48
4.7K, 1%
R47
10K, 1%
VBST5V1
VCC3.3
R45
10K, 1%
R46
10K, 1%
USB
VSYS
R52
10K, 1%
Q7
SS8050
VBUS_IN
R51
100K, 1%
R62
22K, 1%
C32
0.1uF/50V
D9
USBLC6-2SC6
DIFFPAIR
DIFFPAIR
R43 22Ω, 1%
R44 22Ω, 1%
VBUS_IN
J5
Micro USB Socket
VBUS
D-
D+
ID
G
LOWBATb
I2C
INTb

图 8

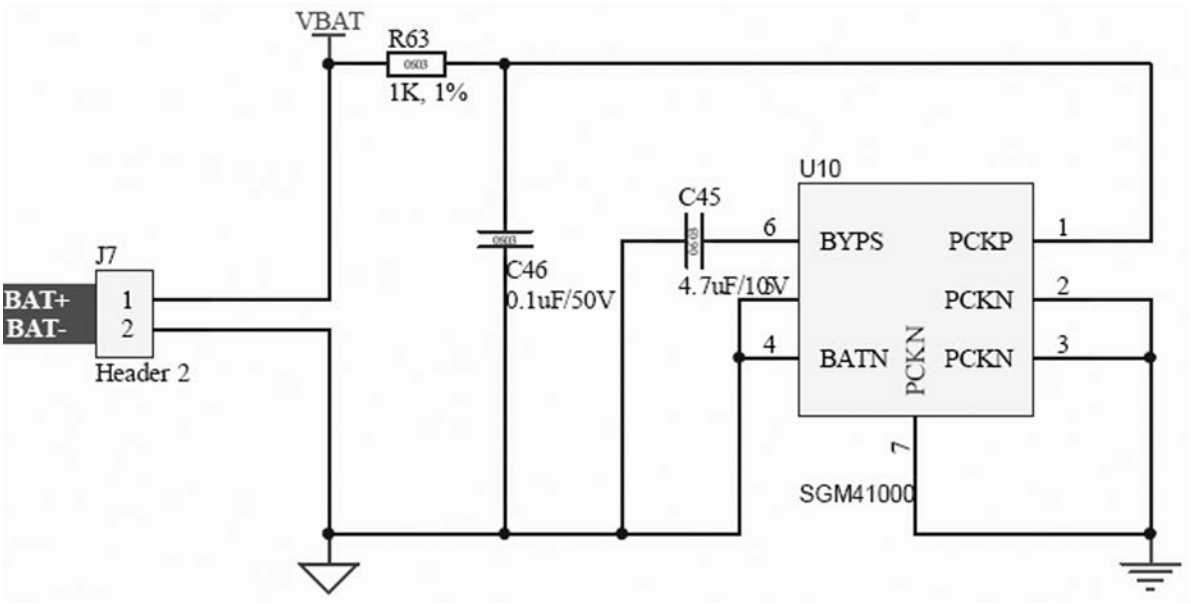

VBAT
R63
1K, 1%
J7
BAT+
BAT-
1
2
Header 2
C46
0.1uF/50V
C45
4.7uF/10V
U10
6
4
BYPS
BATN
PCKP
PCKN
PCKN
1
2
3
7
SGM41000

图 9

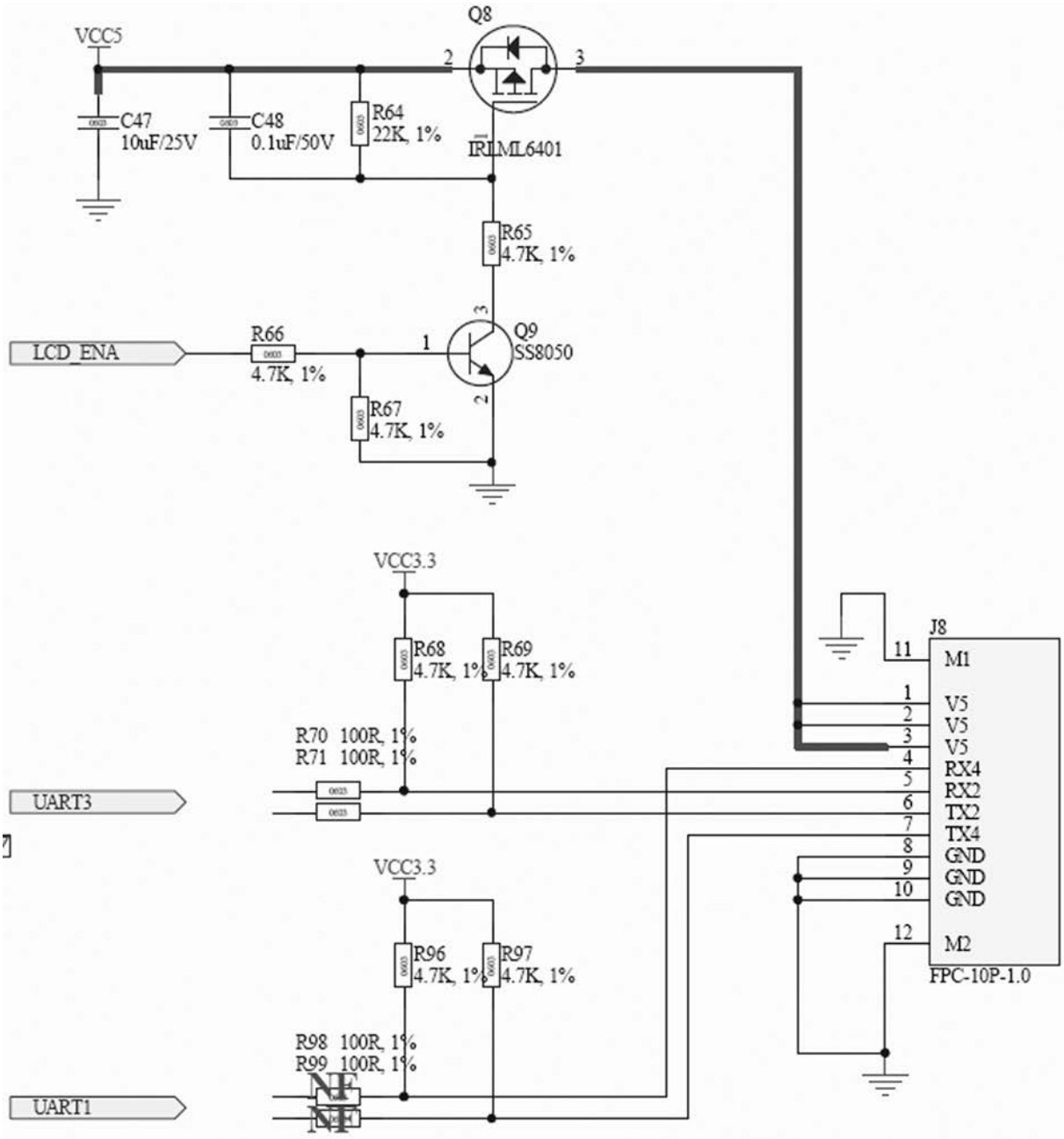

Q8
VCC5
2
3
C47
10uF/25V
C48
0.1uF/50V
R64
22K, 1%
IRLML6401
R65
4.7K, 1%
LCD_ENA
R66
4.7K, 1%
1
Q9
SS8050
3
2
R67
4.7K, 1%
VCC3.3
R68
4.7K, 1%
R69
4.7K, 1%
R70 100R, 1%
R71 100R, 1%
UART3
VCC3.3
R96
4.7K, 1%
R97
4.7K, 1%
R98 100R, 1%
R99 100R, 1%
UART1
J8
11
M1
1
V5
2
V5
3
V5
4
RX4
5
RX2
6
TX2
7
TX4
8
GND
9
GND
10
GND
12
M2
FPC-10P-1.0

图 10

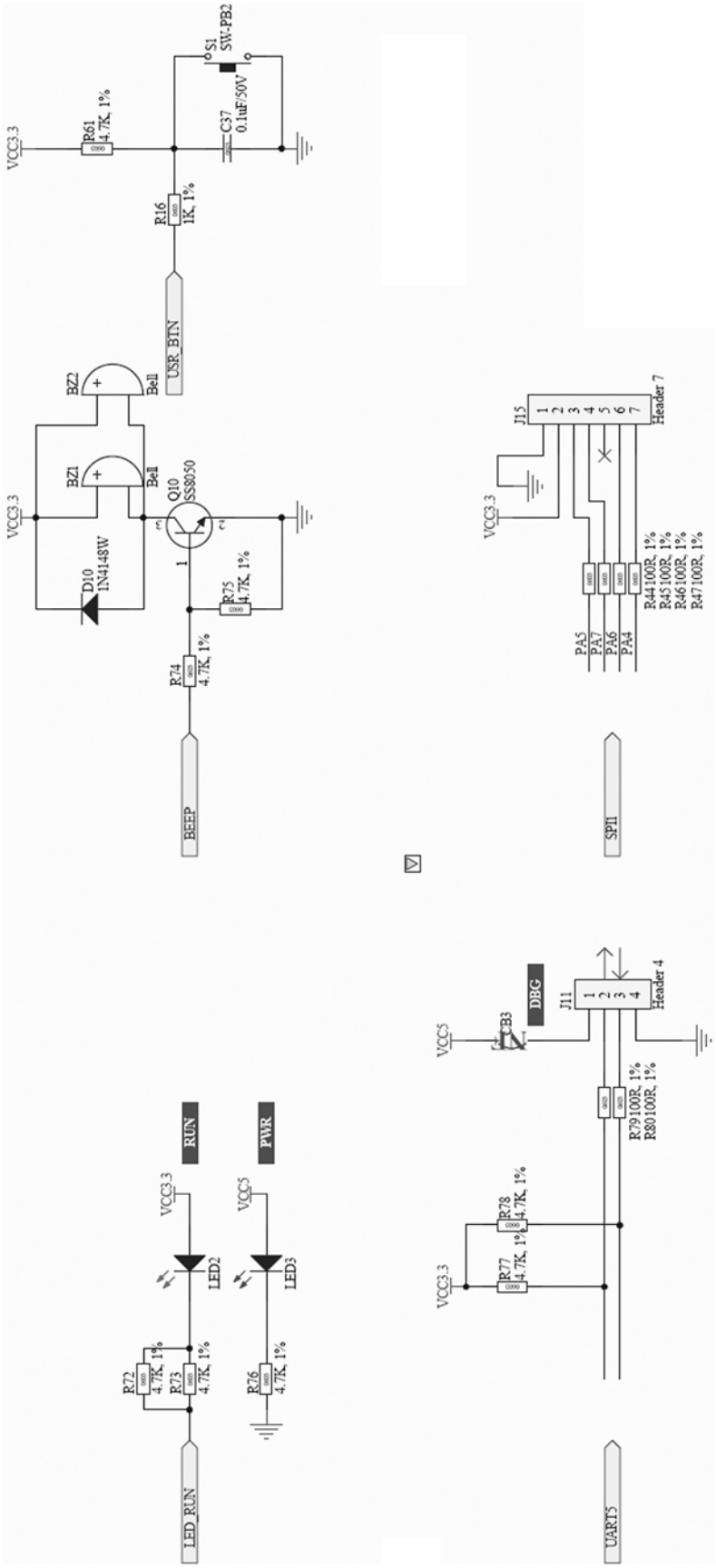

S1
SW-PB2
R61
4.7K, 1%
C37
0.1uF/50V
VCC3.3
R16
1K, 1%
USR_BTN
BZ2
Bell
BZ1
Bell
Q10
SS8050
D10
1N4148W
R75
4.7K, 1%
R74
4.7K, 1%
BEEP
J15
Header 7
PA5
PA7
PA6
PA4
R44100R, 1%
R45100R, 1%
R46100R, 1%
R47100R, 1%
SPI1
VCC5
DBG
J11
Header 4
R79100R, 1%
R80100R, 1%
R78
4.7K, 1%
R77
4.7K, 1%
UART5
RUN
PWR
LED2
LED3
R72
4.7K, 1%
R73
4.7K, 1%
R76
4.7K, 1%
LED_RUN

图 11

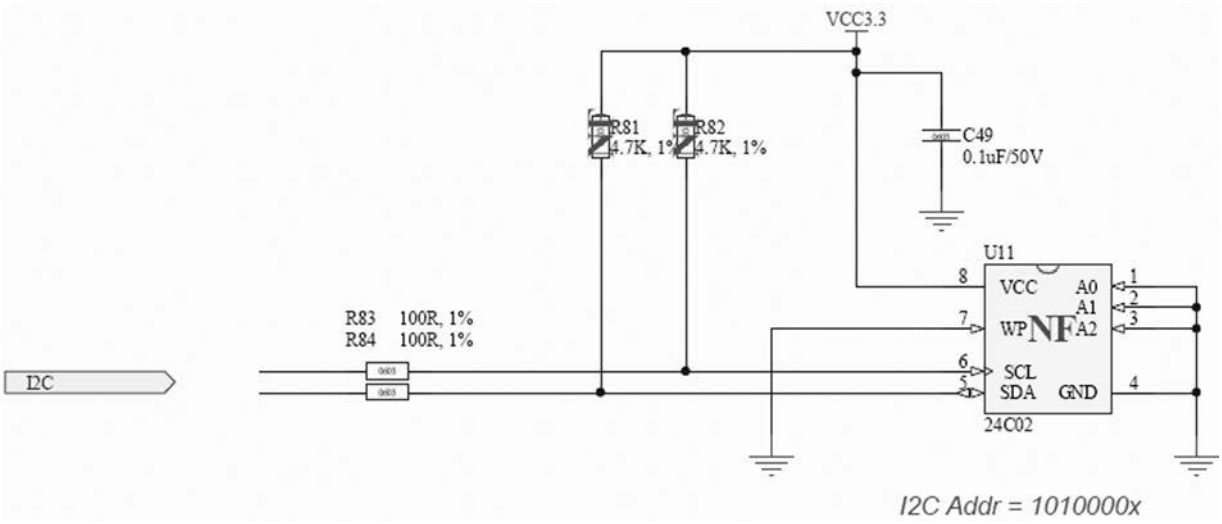

VCC3.3
R81
4.7K, 1%
R82
4.7K, 1%
C49
0.1uF/50V
U11
VCC
A0
A1
WP
A2
SCL
SDA
GND
24C02
R83 100R, 1%
R84 100R, 1%
I2C
I2C Addr = 1010000x

图 12

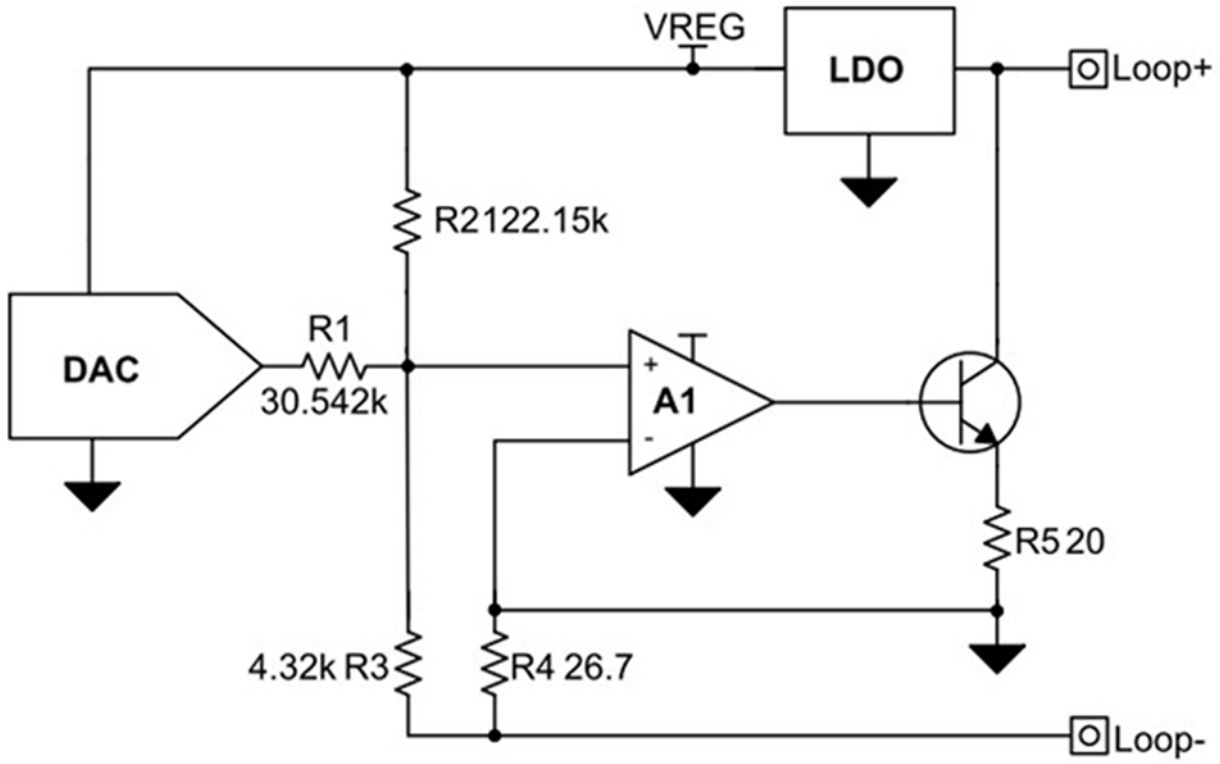

VREG
LDO
Loop+
R2122.15k
DAC
R1
30.542k
A1
R5 20
4.32k R3
R4 26.7
Loop-

图 13