



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111385773 A  
(43)申请公布日 2020.07.07

(21)申请号 202010212520.4

(22)申请日 2020.03.24

(71)申请人 武汉科技大学

地址 430081 湖北省武汉市青山区和平大道947号武汉科技大学

(72)发明人 吴琦 余震

(74)专利代理机构 北京轻创知识产权代理有限公司 11212

代理人 赖定珍

(51) Int. Cl.

H04W 4/70(2018.01)

H04W 52/02(2009.01)

G08C 17/02(2006.01)

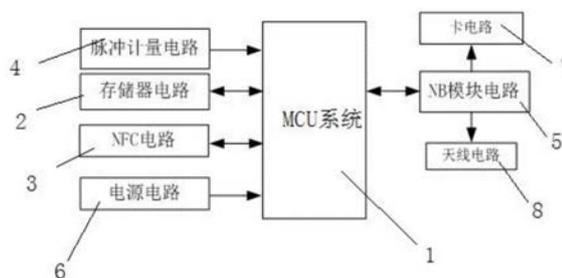
权利要求书1页 说明书4页 附图6页

(54)发明名称

一种基于NB-IOT的智能水表控制电路

(57)摘要

本发明公开了一种基于NB-IOT的智能水表控制电路物联网的水表系统,其中包括MCU系统,所述MCU系统分别连接存储器电路、NFC电路和NB模块电路,所述MCU系统还分别与脉冲计量电路和电源电路通过连接,所述MCU系统通过R7FOC019L2DFB单片机实现。本发明在设计过程中,利用单片机的低功耗模式与NB模组的PSM、DXR等技术的特点,设计出的水表中低端具有超低功耗,静态计量时终端功耗低于10uA,可满足无线水表终端的在电池供电情况下使用时间长达7年的设计要求,同时在终端部署时无需抄控器、集中器,极大降低部署成本,方便管理。



1. 一种基于NB-IOT的智能水表控制电路,其特征在于,包括MCU系统(1),所述MCU系统(1)分别连接存储器电路(2)、NFC电路(3)和NB模块电路(4),所述MCU系统(1)还分别与脉冲计量电路(5)和电源电路(6)连接。

2. 根据权利要求1所述的一种基于NB-IOT的智能水表控制电路,其特征在于,所述MCU系统(1)通过R7F0C019L2DFB单片机实现。

3. 根据权利要求1所述的一种基于NB-IOT的智能水表控制电路,其特征在于,所述存储器电路(2)通过CAT24C256WI-GT3芯片实现,所述NFC电路(3)通过意法半导体(ST)的ST25DV芯片实现,所述存储器电路(2)和NFC电路(3)均与MCU系统(1)采用I2C通信方式。

4. 根据权利要求1所述的一种基于NB-IOT的智能水表控制电路,其特征在于,所述NB模块电路(4)与MCU系统(1)通过UART串口的通信方式并使用CoAP协议作为应用层协议,与物联网平台进行通信。

5. 根据权利要求4所述的一种基于NB-IOT的智能水表控制电路,其特征在于,所述NB模块电路(4)为BC95-B5电信版物联网通信模块。

6. 根据权利要求1所述的一种基于NB-IOT的智能水表控制电路,其特征在于,所述NB模块电路(4)包括模组供电电路、卡电路(7)和天线电路(8),所述卡电路(7)通过QFN-8封装的贴卡片实现,所述天线电路(8)的射频电路接口与天线之间经过50欧姆的阻抗匹配。

7. 根据权利要求1所述的一种基于NB-IOT的智能水表控制电路,其特征在于,所述脉冲计量电路(5)与MCU系统(1)通过I2C通信方式连接,脉冲计量电路(5)采用干簧管脉冲采样的方式进行,脉冲当量为0.1,所述两个干簧管轮流周期性的断开闭合,周期为0.5s。

8. 根据权利要求1所述的一种基于NB-IOT的智能水表控制电路,其特征在于,所述电源电路(6)采用3.6v锂电池供电与辅助放电电容组合供电,供电电压为3.1V~3.65V。

## 一种基于NB-IOT的智能水表控制电路

### 技术领域

[0001] 本发明属于水表技术领域,具体涉及一种基于NB-IOT的智能水表控制电路。

### 背景技术

[0002] 供水企业的发展一直以来受传统水表装置限制,使运营管理成效低下,由于供水企业依靠人工抄表,有着较长的抄表周期,很难及时发现供水问题,对于居民用水数据的统计管理也有较大难度,还经常因水表发生民事纠纷。而且水表多为人工管理,抽检维护时间跨度大,违法用水情况较难控制,使得供水产销差率居高不下。供水管网损耗问题、电表计量误差以及盗用、水表故障等系列问题均带来了供水资源的极大损耗,使供水企业利益受损。虽然对于供水损耗的防控早已提上议程,然而面对海量用户,人力不足导致管理滞后问题,人为维护成本较高,使得产销差问题得不到解决。水表关系到客户及供水企业的切身利益,通常依据水表读数予以结算,如若发生水表故障或抄表误差等问题,将带来较大麻烦,影响客户服务满意度。

### 发明内容

[0003] 为了充分解决上述问题,本发明提供一种基于NB-IOT的智能水表控制电路,能够在降低现有水表的成本的同时,提高水表的使用寿命。

[0004] 本发明所采用的技术方案是:一种基于NB-IOT的智能水表控制电路,包括MCU系统,MCU系统分别连接存储器电路、NFC电路和NB模块电路,MCU系统还分别与脉冲计量电路和电源电路通过连接。

[0005] 优选的,MCU系统通过R7F0C019L2DFB单片机实现。

[0006] 优选的,本发明所采用的技术方案的特点还在于,

[0007] 存储器电路通过CAT24C256WI-GT3芯片实现,NFC电路通过意法半导体(ST)的ST25DV芯片实现,存储器电路和NFC电路均与MCU系统采用I2C通信。

[0008] NB模块电路与MCU系统通过UART串口的通信方式、使用CoAP协议作为应用层协议与物联网平台进行通信。

[0009] 优选的,NB模块电路通过BC95-B5电信版物联网通信模块实现。

[0010] NB模块电路包括模组供电电路、卡电路和天线电路,模组供电电路的电压与MCU系统的电压相同,卡电路采用QFN-8封装的贴卡片,天线电路的射频电路接口与天线之间事先经过50欧姆的阻抗匹配。

[0011] 优选的,脉冲计量电路与MCU系统通过I2C连接,脉冲计量电路采用干簧管脉冲采样的方式进行,脉冲当量为0.1,两个干簧管轮流周期性的断开闭合,周期为0.5s。

[0012] 电源电路采用3.6v锂电池供电与辅助放电电容进行组合供电,供电电压:3.1V~3.65V。

[0013] 本发明的有益效果是:本系统在设计过程中,利用单片机的低功耗模式与NB模组的PSM、DXR等技术的特点,设计出的水表中低端具有超低功耗,静态计量时终端功耗低于

10uA,可满足无线水表终端的在电池供电情况下使用长达7年的设计要求,同时在终端部署时无需抄控器、集中器,极大降低部署成本,方便管理。

### 附图说明

[0014] 此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解,构成本申请的一部分,本申请的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0015] 图1为本发明一种基于NB-IOT的智能水表控制电路的结构示意图;

[0016] 图2为本发明MCU系统的模块框图;

[0017] 图3为本发明MCU系统的引脚分布图;

[0018] 图4为本发明NFC电路的电路原理图;

[0019] 图5为本发明存储器电路的电路原理图;

[0020] 图6为本发明NB模块电路的电路原理图;

[0021] 图7为本发明脉冲计量电路的电路原理图;

[0022] 图8为本发明电源电路的电路原理图。

[0023] 图中:1.MCU系统,2.存储器电路,3.NFC电路,4.NB模块电路,5.脉冲计量电路,6.电源电路,7.卡电路,8.天线电路。

### 具体实施方式

[0024] 以下结合附图对本发明的原理和特征进行描述,所举实例只用于解释本发明,并非用于限定本发明的范围。

[0025] 如图1所示,为本发明一种基于NB-IOT的智能水表控制电路,的结构示意图,包括MCU系统1,MCU系统1分别连接存储器电路2、NFC电路3和NB模块电路4,MCU系统1还分别与脉冲计量电路5和电源电路6连接。

[0026] MCU系统1采用瑞萨的R7F0C019L2DFB单片机,并程序下载调试接口。R7F0C019L2DFB是16位单片机,有64KB代码闪存、4KB RAM空间组成片内存储。R7F0C019L2DFB具有三种低功耗运行模式:HALT模式、STOP模式和SNOOZE模式,供电范围在1.6~5.5V之间,具有低成本、超低功耗的特点。

[0027] R7F0C019L2DFB芯片采用LQFP64封装。其模块框图和引脚分布图分别如图2及图3所示。

[0028] 存储器电路2和NFC电路3均与MCU系统1采用I2C通信。存储器电路2采用CAT24C256WI-GT3芯片,NFC电路3采用意法半导体(ST)的ST25DV芯片,这两款芯片的静态功耗低,且可以与MCU系统1采用I2C通信,方便使用。本发明选用256Kb规格的存储器电路2。NFC电路3的电路图如图4所示,存储器电路2的电路图如图5所示。

[0029] NFC技术工作在13.56MHz的频率,10cm的短距离通信,106Kbit/秒、212Kbit/秒和424Kbit/秒三种传输速度。适合短距离通信的应用场合。通信原理是基于感应近场,在近场区域内中,感应场强弱与电磁辐射源以及天线的距离相关,近则强远则弱。具有两种读取模式:主动和被动。其接口适用范围:数据上报、数据读取、参数设置、程序升级。

[0030] NB模块电路4与MCU系统1通过UART串口的通信方式、使用CoAP协议作为应用层协议与物联网平台进行通信。NB模块电路4为BC95-B5电信版物联网通信模块。BC95模块共有

94个引脚,其中54个为LCC引脚,其余40个为LGA引脚。模块组接口包括:电源供电、串口、USIM接口、RF接口。

[0031] NB模块电路4包括模组供电电路、SIM卡电路(简称卡电路)6和天线电路7,NB模组电源供电电压与MCU系统1的电压相同,可通过IO口P01引脚控制MOS管的开断,从而控制模组的上下电,平时模组处于断电状态,当有数据上报时给模组供电,用完即断电,可以极大的降低终端系统的功耗。同时,模组与MCU通过串口通信,将BC95的TXD口串接一个1k欧的跨接电阻后与C019单片机的串口P17相连,RXD口串接一个1k欧的电阻与P00连接。RF\_ANT引脚为BC95的射频天线接口,同时BC95-B5还有为NB-IoT专用SIM卡预留的接口。

[0032] 硬件设计中,SIM卡为了节省单板硬件空间,使用QFN-8封装的贴片卡,同时还要注意射频电路接口与天线之间要做50欧姆的阻抗匹配。BC95-B5电路原理图如图6所示。

[0033] NB模块电路3的三种工作状态如下:

[0034] 1.Connected(连接态)

[0035] 模块注册入网后处于该状态,可以发送和接收数据,无数据交互超过一段时间后会进入Idle模式,时间可配置。

[0036] 2.Idle(空闲态)

[0037] 可收发数据,且接收下行数据会进入Connected状态,无数据交互超过一段时会进入PSM模式,时间可配置。空闲状态可配置执行DRX或eDRX模式。DRX:discontinuous reception,不连续接收模式。对下行业务时延要求高,如路灯。eDRX:Extended idle mode DRX,扩展不连续接收模式。对下行业务时延有较高要求,可根据设备是否处于休眠状态缓存消息或者立即下发消息,如智能穿戴设备。

[0038] 3.PSM(节能模式)

[0039] 此模式下终端关闭收发信号机,不监听无线侧的寻呼,因此虽然依旧注册在网络,但信令不可达,无法收到下行数据,功率很小。持续时间由核心网配置(T3412),有上行数据需要传输或TAU周期结束时进入Connected态。

[0040] NB-IoT三种工作状态一般情况的转换过程可以总结如下:

[0041] 1.终端发送数据完毕处于Connected态,启动“不活动计时器”,默认20秒,可配置范围为1s~3600s;

[0042] 2.“不活动计时器”超时,终端进入Idle态,启动活动定时器(Active-Timer【T3324】),超时时间配置范围为2秒~186分钟;

[0043] 3.Active-Timer超时,终端进入PSM状态,在此状态中,终端不进行寻呼,不接受下行数据,处于休眠状态,当终端处于PSM态时,也可以通过主动发送上行数据令终端回到激活态;

[0044] 4.TAU Timer从终端进入空闲态时便开始计时,TAU周期结束时进入Connected态,TAU周期【T3412】配置范围为54分钟~310小时。

[0045] 如图7所示,为脉冲计量电路5的电路原理图,脉冲计量电路5与MCU系统1通过I2C连接,脉冲计量电路5采用干簧管脉冲采样的方式进行,脉冲当量为0.1,脉冲计量电路5的发讯圈结构中包含两个位置对称的干簧管,本课题设计计量采用双干簧管脉冲计量的方式。脉冲当量 $0.1\text{m}^3$ 。干簧管两种状态:闭合状态、断开状态。0.5s中断采样一次IO电平。

[0046] 两干簧管轮流周期性的断开闭合。“AB断开状态→A闭合状态B断开状态→AB断开

状态→B闭合状态A断开状态→AB断开状态”为一个周期性的断开闭合为一个有效计量脉冲(闭合时出脉冲),对应水量 $0.1\text{m}^3$ 。

[0047] 如图8所示,为电源电路6的电路原理图,电源电路6采用3.6v锂电池供电与辅助放电电容组合供电,供电电压:3.1V~3.65V。

[0048] 电池电压检测为AD检测,电池电压经过bR2、bR4分压,每1分钟检测1次。程序连续2次检测到 $\leq 3.0\text{v}$ 时,判定为低压,置低压标志; $\leq 3.2\text{v}$ 时,判定为欠压,置静态欠压标志。高于3.4V,自动清除欠压或低压标志。电压检测范围:测量范围是0-3.6V。电压检测精度 $\leq \pm 0.1\text{V}$ 。

[0049] 电池掉电检测为I0口电平检测,每0.5s检测一次,高为上电(30次确认),低为掉电(2次确认)。电压检测与掉电检测共用一个I0口,平常为掉电检测,电压检测时切换为AD检测。

[0050] 本发明解决了NB基站通信过程不稳定,存在水表终端数据上报完成后无法立即进入休眠模式,导致NB模组继续消耗,使得终端功耗提高。处理方式就是根据业务的数据流上报时间,建立模型,当数据发送完立即断电,从根本上解决了因为基站的不稳定导致过多的电能消耗。

[0051] 上述所有可选技术方案,可以采用任意结合形成本公开的可选实施例,在此不再一一赘述。

[0052] 以上,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到各种等效的修改或替换,这些修改或替换都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应以权利要求的保护范围为准。

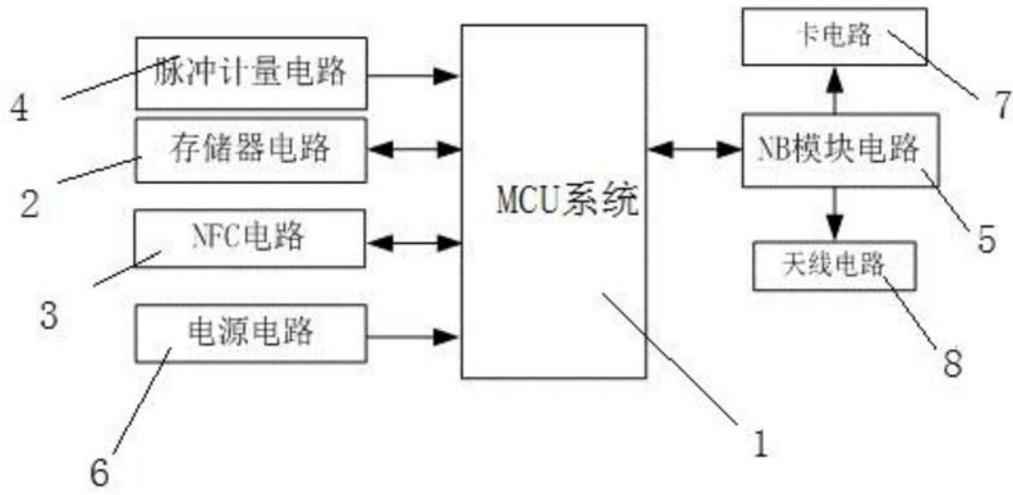


图1

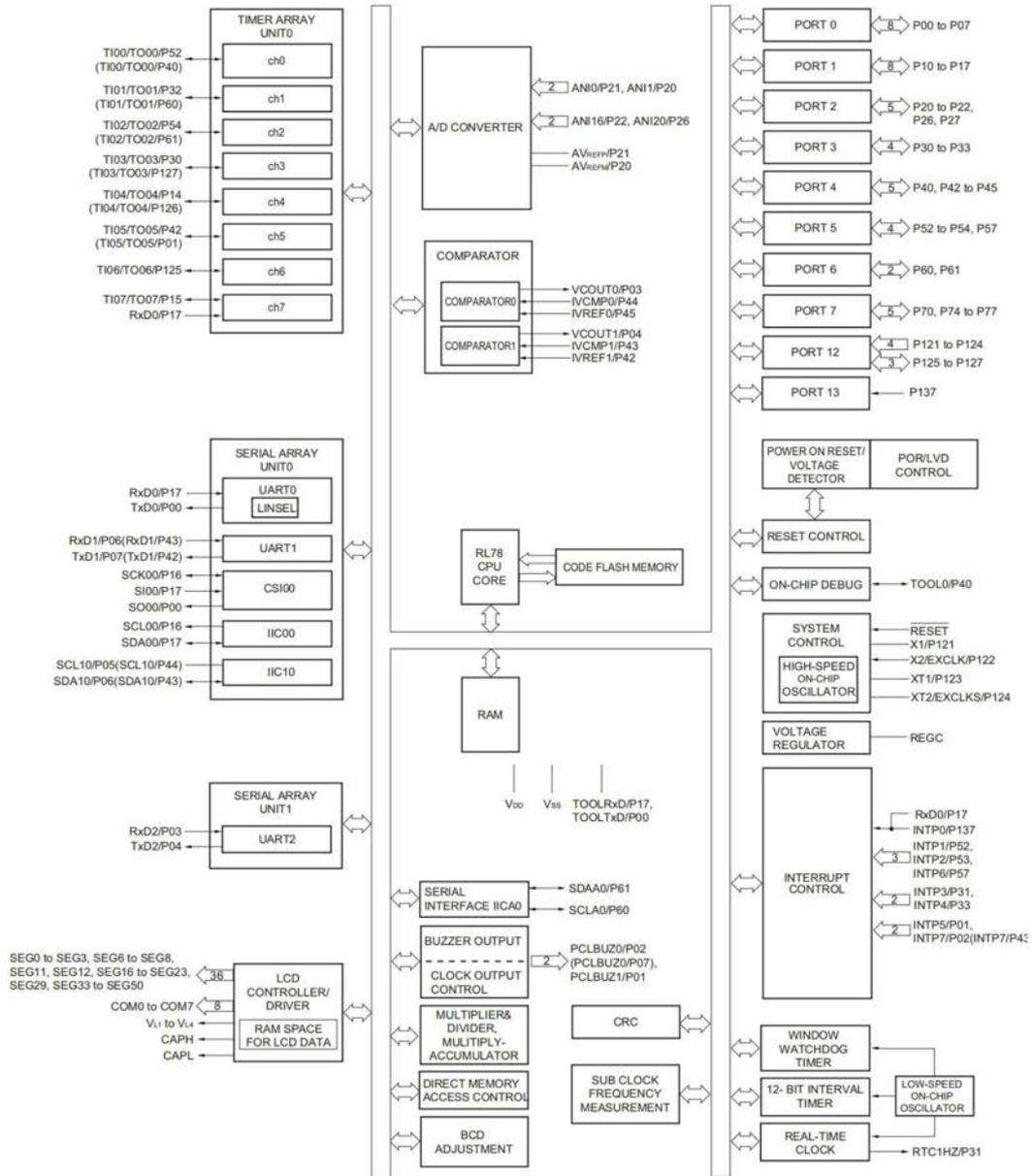


图2

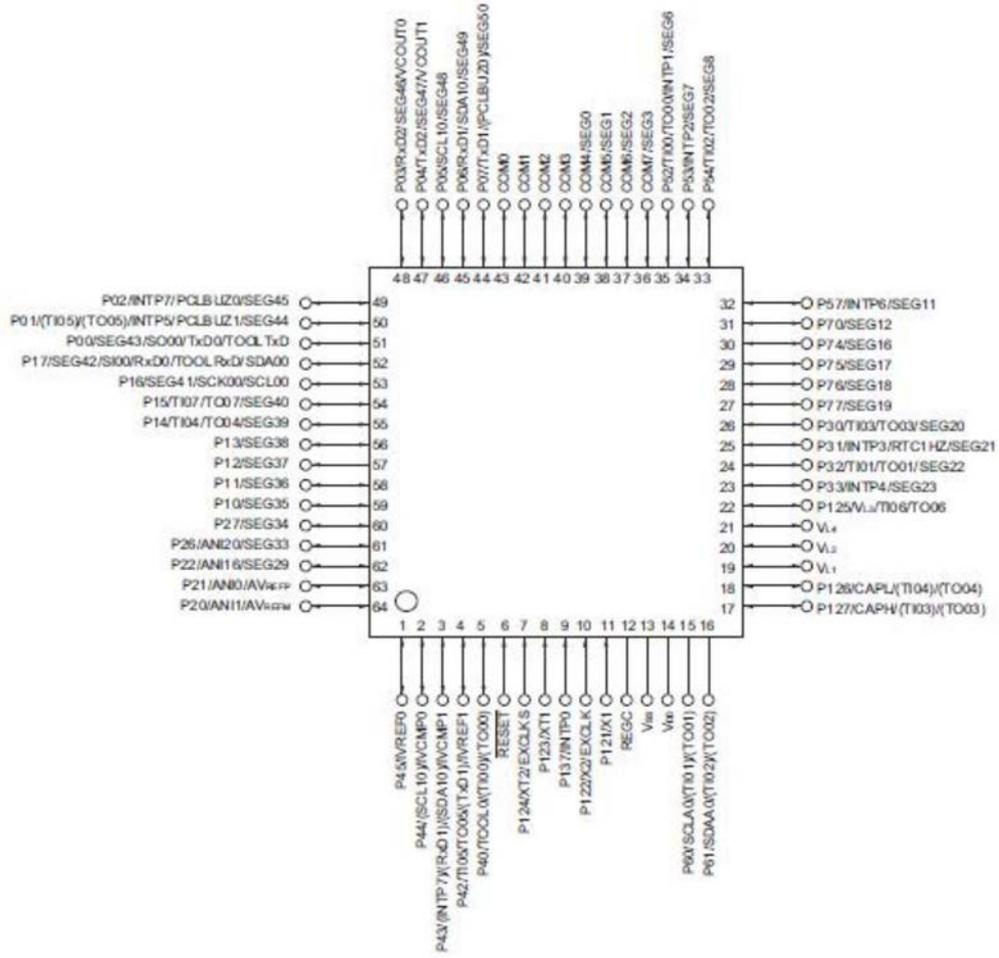


图3

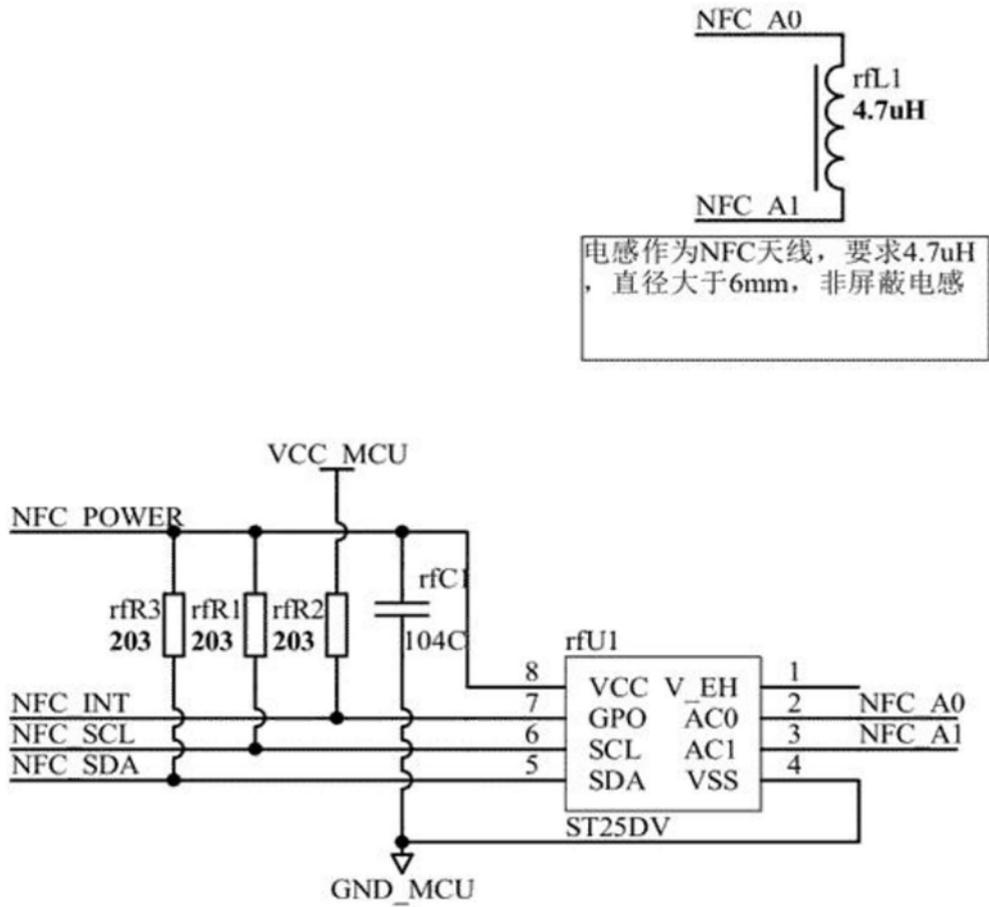


图4

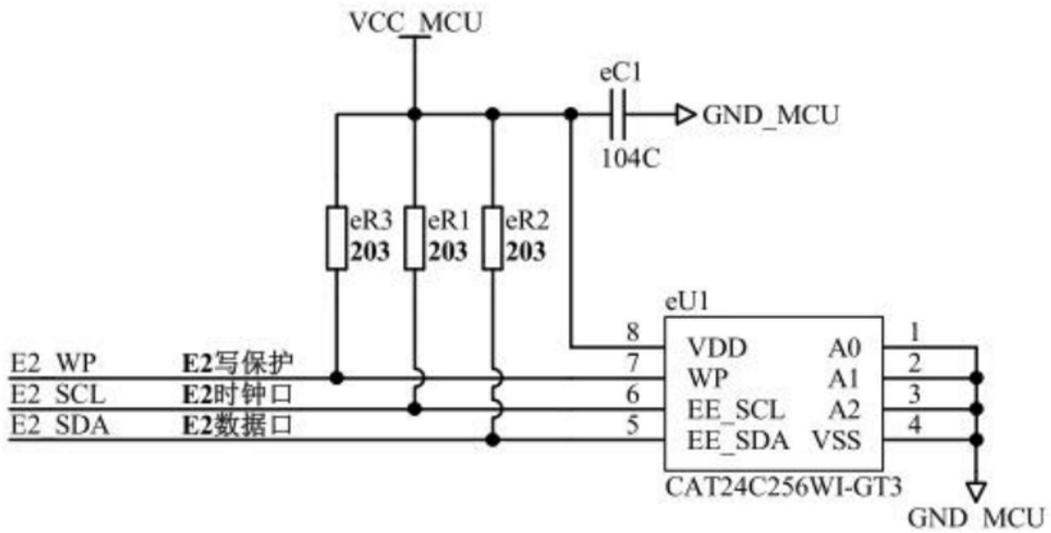


图5



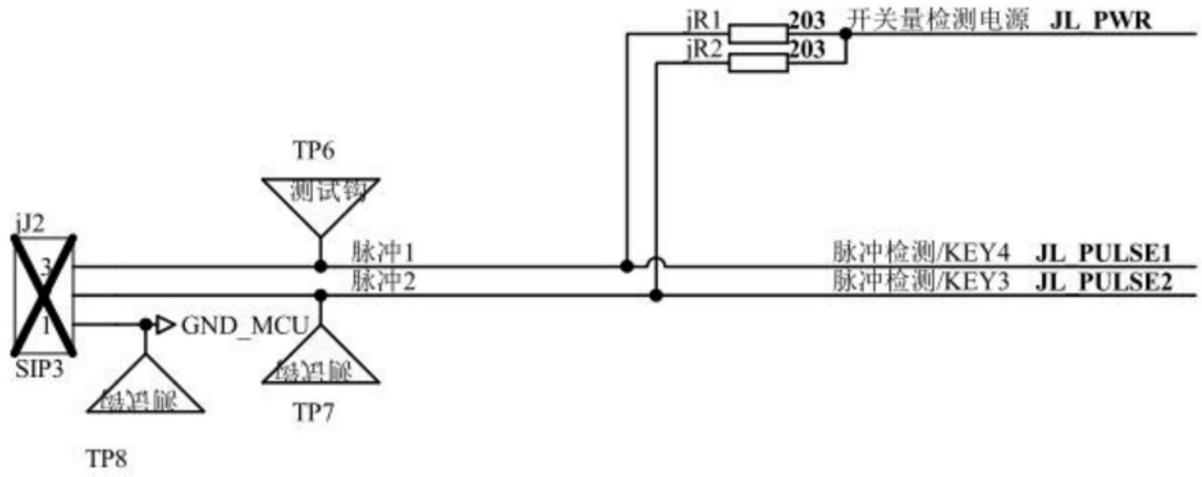


图7

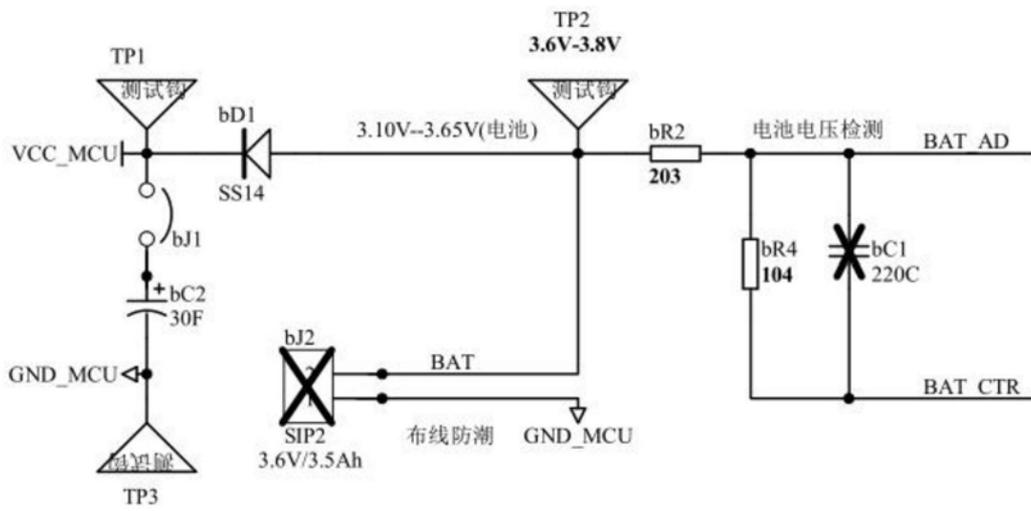


图8