



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113207100 B

(45) 授权公告日 2022. 12. 20

(21) 申请号 202010528046.6

H04L 67/12 (2022.01)

(22) 申请日 2020.06.11

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 101877616 A, 2010.11.03

申请公布号 CN 113207100 A

CN 103823187 A, 2014.05.28

CN 209151383 U, 2019.07.23

(43) 申请公布日 2021.08.03

US 5103171 A, 1992.04.07

(73) 专利权人 江苏方天电力技术有限公司

李雷. 基于LoRa的井盖状态监测系统研究与设计.《中国优秀博硕士学位论文全文数据库(硕士)工程科技II辑》.2019,

地址 211100 江苏省南京市江宁科学园天元中路19号

王鸿杰等. 采用罗柯夫斯基线圈和ARM+CPLD总线复用系统的输电线路故障暂态电流采集方法.《电力系统保护与控制》.2011, (第19期),

(72) 发明人 宋庆武 蒋峰 李春鹏 蒋超

蔡兵 张欣 宁艳

审查员 徐苏宁

(74) 专利代理机构 南京钟山专利代理有限公司

32252

专利代理师 戴朝荣

(51) Int. Cl.

H04W 4/38 (2018.01)

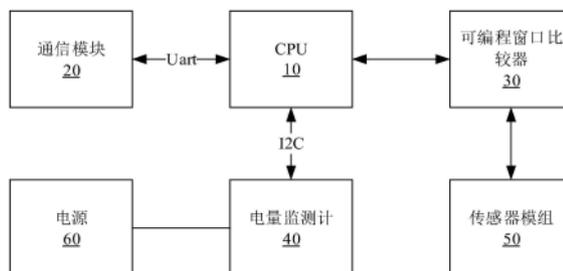
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

## (54) 发明名称

一种超低功耗智能井盖监测装置及方法

## (57) 摘要

本发明公开了超低功耗智能井盖监测装置及方法,装置包括CPU、通信模块、可编程窗口比较器、电量监测计、传感器模组和电源,CPU与通信模块、可编程窗口比较器和电量监测计分别连接;可编程窗口比较器包括数字控制器、数模转换器、输出缓冲放大器、参考源、第一比较器和第二比较器,所述数字控制器与数模转换器和参考源分别连接,数模转换器的输出经输出缓冲放大器后连接第一比较器和第二比较器的输入端,形成门限可根据输出缓冲放大器输出调整的窗口比较器。本发明采用超低功耗的电路设计,尤其是可编程窗口比较器,CPU配合操作系统进入低功耗运行模式,同时通过电量计精准计量智能井盖装置用电量情况,构建长期可运行可运维的智能井盖装置。



1. 一种超低功耗智能井盖监测装置,其特征在于,包括CPU、通信模块、可编程窗口比较器、电量监测计、传感器模组和电源,其中,

所述CPU与通信模块、可编程窗口比较器和电量监测计分别连接;

可编程窗口比较器与传感器模组连接,所述可编程窗口比较器包括数字控制器、数模转换器、输出缓冲放大器、参考源、第一比较器和第二比较器,所述数字控制器与数模转换器和参考源分别连接,数模转换器的输出经输出缓冲放大器后连接第一比较器和第二比较器的输入端,形成门限可根据输出缓冲放大器输出调整的窗口比较器;所述可编程窗口比较器包括DAC5311芯片,所述数模转换器和输出缓冲放大器均设置8个或10个或12个;上限和下限单独载入每个数模转换器,测试外部信号是否落在编程限值范围内,在有CPU提供门限控制信号时,在可调门限模式下工作,第一比较器和第二比较器具有开漏输出,两个比较器的输出通过“线与”方式连在一起;

所述电量监测计检测所述电源的电量,包括电量计、热敏电阻和采样电阻,电量计与热敏电阻和采样电阻连接,采样电阻精度为75ppm。

2. 如权利要求1所述的超低功耗智能井盖监测装置,其特征在于,所述CPU包括STM32L系列芯片,低功耗模式下功耗为微安级。

3. 如权利要求1所述的超低功耗智能井盖监测装置,其特征在于,所述热敏电阻为103AT型。

4. 如权利要求1所述的超低功耗智能井盖监测装置,其特征在于,所述电量计为BQ35100芯片,其SRN与SRP之间连接采样电阻。

5. 如权利要求1所述的超低功耗智能井盖监测装置,其特征在于,所述通信模块包括NB-IoT或者Lora模组。

6. 如权利要求1所述的超低功耗智能井盖监测装置,其特征在于,所述电源为锂亚电池。

7. 一种超低功耗智能井盖监测方法,采用权利要求1-6之一所述的超低功耗智能井盖监测装置,其特征在于,包括以下步骤:

S10,CPU默认处于休眠状态;

S20,可编程窗口比较器接收传感器模组的信号,在信号超出预设的门限值时进行报警,并将触发信号发送给CPU,唤醒CPU进行分析处理和通过通信模组上传;

S30,电量监测计检测电源的电压,并根据热敏电阻检测的环境温度作为补偿参数调整检测到的电压;

上述S20与S30同步进行。

8. 如权利要求7所述的一种超低功耗智能井盖监测方法,其特征在于,还包括对CPU进行设置,不使用的通用输入输出端接地或者接VDD上拉,并设置该通用输入输出端为输入;对于非同参考源的电平接口进行隔离。

## 一种超低功耗智能井盖监测装置及方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于物联网智能监测领域,具体涉及一种超低功耗智能井盖监测装置及方法。

### 背景技术

[0002] 随着物联通信技术的发展,特别是以NB-IoT(窄带物联网,Narrow Band Internet of Things)和LoRa(远距离无线电,Long Range Radio)低功耗广域网通信技术的广泛应用,为复杂环境提供了通信基础。井盖作为城市的基础建设,具有分布广泛,责任安全重等特点,因此基于井盖的智能监测装置逐渐成为数字城市部件的重要组成部分。现有智能井盖装置存在如下问题:1、产品电池使用寿命短,一般1年左右就要替换电池组;2、功耗高,漏电流大;3、无法精准计量设备的电量剩余情况,对后续的运行和维护产生极大的风险和隐患。

### 发明内容

[0003] 鉴于以上存在的技术问题,本发明用于提供一种超低功耗智能井盖监测装置,采用如下的技术方案:

[0004] 包括CPU(Central Processing Unit,中央处理器)、通信模块、可编程窗口比较器、电量监测计、传感器模组和电源,其中,

[0005] 所述CPU与通信模块、可编程窗口比较器和电量监测计分别连接;

[0006] 所述可编程窗口比较器包括数字控制器、数模转换器、输出缓冲放大器、参考源、第一比较器和第二比较器,所述数字控制器与数模转换器和参考源分别连接,数模转换器的输出经输出缓冲放大器后连接第一比较器和第二比较器的输入端,形成门限可根据输出缓冲放大器输出调整的窗口比较器;

[0007] 所述电量监测计检测所述电源的电量,包括电量计、热敏电阻和采样电阻,电量计与热敏电阻和采样电阻连接,采样电阻精度为75ppm。

[0008] 优选地,所述CPU包括STM32L系列芯片,低功耗模式下功耗为微安级。

[0009] 优选地,所述热敏电阻为103AT型。

[0010] 优选地,所述电量计为BQ35100芯片,其SRN与SRP之间连接采样电阻。

[0011] 优选地,所述通信模块包括NB-IoT或者Lora模组。

[0012] 优选地,所述电源为锂亚电池。

[0013] 优选地,所述数模转换器和输出缓冲放大器均设置8个或10个或12个。

[0014] 优选地,所述可编程窗口比较器包括DAC5311芯片。

[0015] 基于上述目的,本发明还提供了一种超低功耗智能井盖监测方法,采用上述超低功耗智能井盖监测装置,包括以下步骤:

[0016] S10,CPU默认处于休眠状态;

[0017] S20,可编程窗口比较器接收传感器模组的信号,在信号超出预设的门限值时进行

报警,并将触发信号发送给CPU,唤醒CPU进行分析处理和通过通信模组上传;

[0018] S30,电量监测计检测电源的电压,并根据热敏电阻检测的环境温度作为补偿参数调整检测到的电压;

[0019] 上述S20与S30可同步进行。

[0020] 优选地,还包括对CPU进行设置,不使用的通用输入输出端接地或者接VDD上拉,并设置该通用输入输出端为输入;对于非同参考源的电平接口进行隔离。

[0021] 采用本发明至少具有如下的有益效果:

[0022] (1) 本发明传感器模组采用通用可配置模块化设计,可以根据需求灵活选配所需的支撑传感器,支持倾斜检测、超声测距、烟雾探测、可燃有害气体监测、温度和湿度等井盖状态和周边环境信息;

[0023] (2) 控制管理和通信信息处理采用STM32L超低功耗系列MCU,操作系统采用FreeRTOS,低功耗模式下整机功耗为微安级,使用寿命长达五年以上;

[0024] (3) 采用锂亚电池作为供电来源,该种电池受高低温影响小,自漏电损耗极少,十分适合智能井盖的使用场景;

[0025] (4) 本装置带有高精度电量计,从装置开机即能精准计量装置消耗的电量,为后续井盖装置的运维提供强有力的数据支撑;

[0026] (5) 本装置监测的状态数据通过NB-IoT或者LoRa等低功耗广域网无线通信技术发送到服务器端,能够使运维人员实时了解井盖周边状态信息以及剩余电量等预警信息。

## 附图说明

[0027] 图1为本发明实施例的超低功耗智能井盖监测装置的结构框图;

[0028] 图2为本发明具体实施例的超低功耗智能井盖监测装置的可编程窗口比较器的电路原理框图;

[0029] 图3为本发明具体实施例的超低功耗智能井盖监测装置的电量监测计的电路原理框图。

## 具体实施方式

[0030] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0031] 装置实施例1

[0032] 参见图1,本发明公开了一种超低功耗智能井盖监测装置,包括CPU10、通信模块20、可编程窗口比较器30、电量监测计40、传感器模组50和电源60,其中,

[0033] CPU10与通信模块20、可编程窗口比较器30和电量监测计40分别连接;

[0034] 可编程窗口比较器30包括数字控制器31、数模转换器32、输出缓冲放大器33、参考源34、第一比较器35和第二比较器36,数字控制器31与数模转换器32和参考源34分别连接,数模转换器32的输出经输出缓冲放大器33后连接第一比较器35和第二比较器36的输入端,形成门限可根据输出缓冲放大器33输出调整的窗口比较器;

[0035] 电量监测计40检测电源60的电量,包括电量计41、热敏电阻42和采样电阻43,电量计41与热敏电阻42和采样电阻43连接,采样电阻43精度为75ppm。

[0036] 上述装置充分考虑了使用场景,进行了优化设计,传感器模组50的输出结合可编程比较器能够将复杂的信号输入转换成特定的触发信号,方便CPU10进行事件处理,极大地降低了所需的软件复杂性,同时也降低了系统功耗。内部通信采用业界通用的UART及I2C接口,能够灵活地替换相应部件,为后续的改进打下良好的基础。传感器模组50中包括倾斜检测模块(采用LIS2DH12加速度传感器),超声测距模块(采用PGA460集成AFE及DSP的传感器芯片,较常规检测模块性能更好),烟雾探测模块(红外结合光感传感器组成的烟腔头),可燃有害气体监测模块(采用电化学的气体监测模组),温度和湿度等井盖状态和周边环境信息。

[0037] 具体实施例中,CPU10包括STM32L系列芯片,低功耗模式下功耗为微安级。

[0038] 装置实施例2

[0039] 在实施例1的基础上,参见图2,传统的窗口比较器采用的是固定门限设置,只能判断信号是否在已设定门限内,不具备灵活的可扩展性,传统的窗口比较器使用需要固定偏流的电压参考来提供比较参考电压,由于固定偏流器件如齐纳管为电流型器件,等需要至少数mA的电流才能工作,因此并不适合一次性电池供电等低功耗产品的电源管理系统。本装置电路上采用可编程窗口监测器,可以自行设定窗口比较器范围,改进了固定门限窗口比较器的缺点。

[0040] 具有可调节的上限和下限的单电源、低功耗、窗口比较器。这种电路可用于在信号超出预设限值的情况下产生报警,DAC5311芯片包括数字控制器31、数模转换器32、输出缓冲放大器33、参考源34,数模转换器32和输出缓冲放大器33均设置8个或10个或12个,经过测试,使用该DAC5311芯片的检测器工作电流不大于200uA,仅为普通检测器的1/5左右。且在全温度范围内的温度漂移仅为5ppm。所使用的比较器是具有超低功耗的IC,具有9mV输入失调电压(最大值)和开漏输出,有效的降低了滞回电压,值得在接近检测门限时,比较器能够提供更高的灵敏度。

[0041] 上限和下限单独载入每个数模转换器32,该电路的主要应用是测试外部信号是否落在编程限值范围内,通道A-VOUTA和通道B-VOUTB上的输出分别设置上限和下限。

[0042] DAC5311具有默认控制状态,即在外界无控制门限输入时,可以提供默认的固定门限,作为常规窗口检测器使用。在有CPU10等提供门限控制信号时,在可调门限模式下工作。VINC提供信号输入,第三个数模转换器32可以在测试模式下输出测试信号,判断检测器工作是否正常。当信号进入由第一个数模转换器32和第二个数模转换器32设置的区域时,TP1上的电压变为逻辑1,LED1关闭,LED2开启。当信号超出由上限和下限设置的窗口时,LED1开启,LED2关闭。

[0043] 第一比较器35和第二比较器36具有开漏输出,两个比较器的输出通过“线与”方式连在一起,表1显示了该电路的真值表,本实施例中,VOUTA为上限,VOUTB为下限,且VOUTA>VOUTB。第三个数模转换器32产生0V至2.5V三角波形,将VINC(TP2/TESTC)输入驱动至比较器,阈值电平由DAC A(VOUTA=2V)和DAC B(VOUTB=1V)设置。当VINC电压介于两个阈值间时,TP1上的电压变为逻辑1。

[0044] 表1可编程窗口比较器电路真值表

	VINC 电平	CMP1 输出	CMP2 输出	线与结果	TP1	LED1	LED2
[0045]	VINC<VOUTB<VOUTA	1	0	0	0	ON	OFF
	VINC>VOUTB>VOUTA	0	1	0	0	ON	OFF
	VINB<VINC<VOUTA	1	1	1	1	OFF	ON

#### [0046] 装置实施例3

[0047] 参见图3,电量监测计40的电路原理框图,电量计41为BQ35100芯片,其SRN与SRP之间连接采样电阻43,热敏电阻42为103AT型。高精度电量计41BQ35100芯片,能够监控装置整体的电压,电流,并且根据环境温度采用特殊的补偿算法计算出消耗的电量。由于温度不同会对电池的放电性能造成不同的影响,因此采用热敏电阻42NTC来检测环境温度,作为补偿参数来精确计算放电量。I2C接口是通用的数字传感器接口。采样电阻43采用75ppm高精度电阻,很好地兼顾了成本和性能的平衡。

[0048] 针对低功耗电源装置,监测其电量损耗以及一次性电池剩余电量极其重要。装置采用电量计41为不可充电锂电池提供可配置的电量监测,无需强制电池放电,采用无需优化即可实现精确测量的设计。电量计41以超低平均功耗提供精确结果,借助GAUGE\_ENABLE (GE) 引脚通过主机控制实现小于2 $\mu$ A的功耗。此器件只需以系统确定的更新频率在足够长的时间内获得供电,即可收集数据并进行计算以支持所选的算法。由于监测计不需要通电即可测量所有放电活动,因此典型系统每8小时只需更新一次。

[0049] 电量计41使用电压、电流和温度测量结果来提供运行状况(SOH)数据和充放电结束(EOS)警告信息,然后主机可通过400kHz I2C总线从其中读取收集的数据,精准计量系统的功耗以及电池剩余电量,为设备运营以及后续运维提供可靠保证。

#### [0050] 方法实施例1

[0051] 在前述装置实施例基础上,一种超低功耗智能井盖监测方法,采包括以下步骤:

[0052] S10,CPU默认处于休眠状态;

[0053] S20,可编程窗口比较器接收传感器模组的信号,在信号超出预设的门限值时进行报警,并将触发信号发送给CPU,唤醒CPU进行分析处理和通过通信模组上传;

[0054] S30,电量监测计检测电源的电压,并根据热敏电阻检测的环境温度作为补偿参数调整检测到的电压;

[0055] 上述S20与S30可同步进行。

#### [0056] 方法实施例2

[0057] CPU采用ST超低功耗芯片L1系列方案,配合硬件低功耗设计,采用STOP加RTC模式,使得CPU即使在休眠依然可以使用中断触发,同时又保持了极低的功耗,实现了系统的超低功耗设计。

[0058] 采用高能效比电源调整器,使得整个系统的电源效率进一步的提升,且与负载电流大小无关,从而能够在任何条件下保持恒定的极低的功耗。

[0059] 体积受限并且需要较好滤波效果的模/数混合产品中,需要对高效率DC/DC调整器的噪声做进一步的滤除以满足产品要求,本发明中使用了电容放大电路,使用较小的电容

器搭配合理的放大调整电路,实现了极强的滤波性能,其性能倍数与放大调整电路的放大倍数相关。放大倍数越大,滤波的效果越好,但是调整延迟会加大。因此需要综合考虑应用来设计,本发明通过精密的计算,综合平衡了两者的参数,在实际测试中达到了比常规电容滤波更出色的性能。

[0060] 在电源管理部分采用极低漏电流的硬件开关,在休眠时关闭主控器外围硬件电路,而非常规的使能禁用。电子开关的控制电路部分采用特殊的上下拉设计,进一步降低了静态功耗,约为普通开漏控制电路的1/2。

[0061] 在使用本发明方法时,CPU系统初始化进一步配置对应的GPIO,以进一步降低电流消耗:

[0062] 1. 设置硬件上有连接但是暂时不使用的GPIO,节省I/O管脚内部触发器的功耗;

[0063] 2. 不使用GPIO接地或者接VDD上拉,并设置该GPIO为输入;

[0064] 3. 降低GPIO的频率以达到更好的电流抑制效果,同时可以降低开关瞬间的干扰和损耗;

[0065] 4. 对于非同参考源的电平接口采用了隔离对策以降低漏电流;

[0066] 系统初始时根据硬件IO口设计,调整GPIO控制MCU的漏电;调整NB模组(通信模块)使用PSM低功耗省电模式,在传感器数据采集并获取发送到平台后,使系统进入低功耗模式后更加省电,进一步降低功耗。

[0067] 设备实时告警采用各传感器中断唤醒CPU方式,避免CPU等待处理增加功耗;系统流程处理采用FreeRTOS实时操作系统,快速相应中段唤醒,并发任务可以加速处理流程和数据,并且根据硬件设计,关闭不必要的传感器,快速完成后进入低功耗模式,进一步达到在唤醒后更加省电的目的。

[0068] 应当理解,本文所述的示例性实施例是说明性的而非限制性的。尽管结合附图描述了本发明的一个或多个实施例,本领域普通技术人员应当理解,在不脱离通过所附权利要求所限定的本发明的精神和范围的情况下,可以做出各种形式和细节的改变。

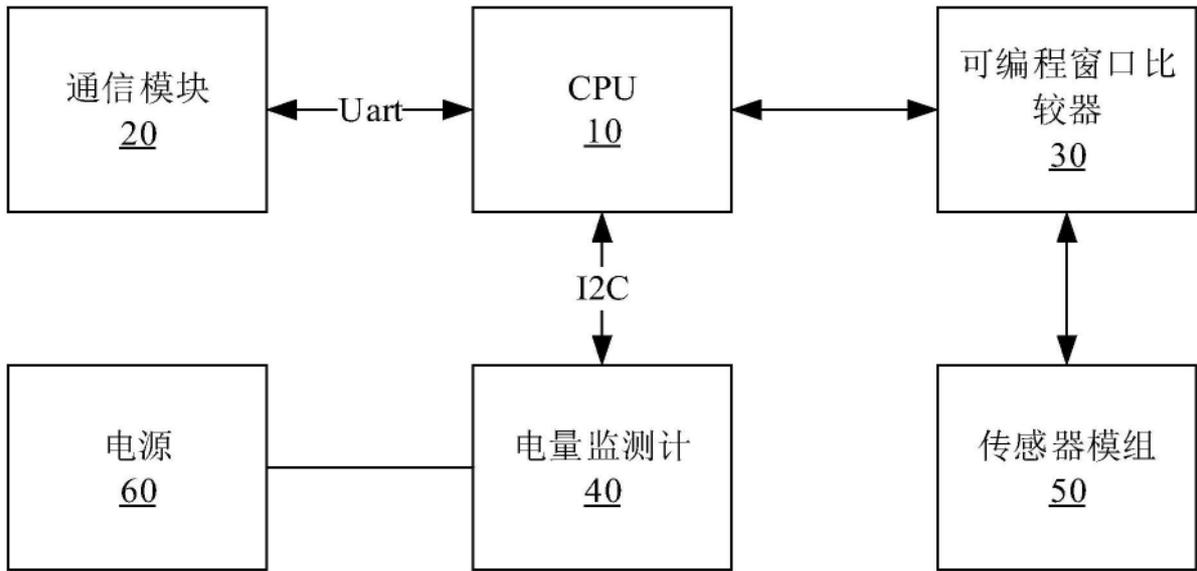


图1

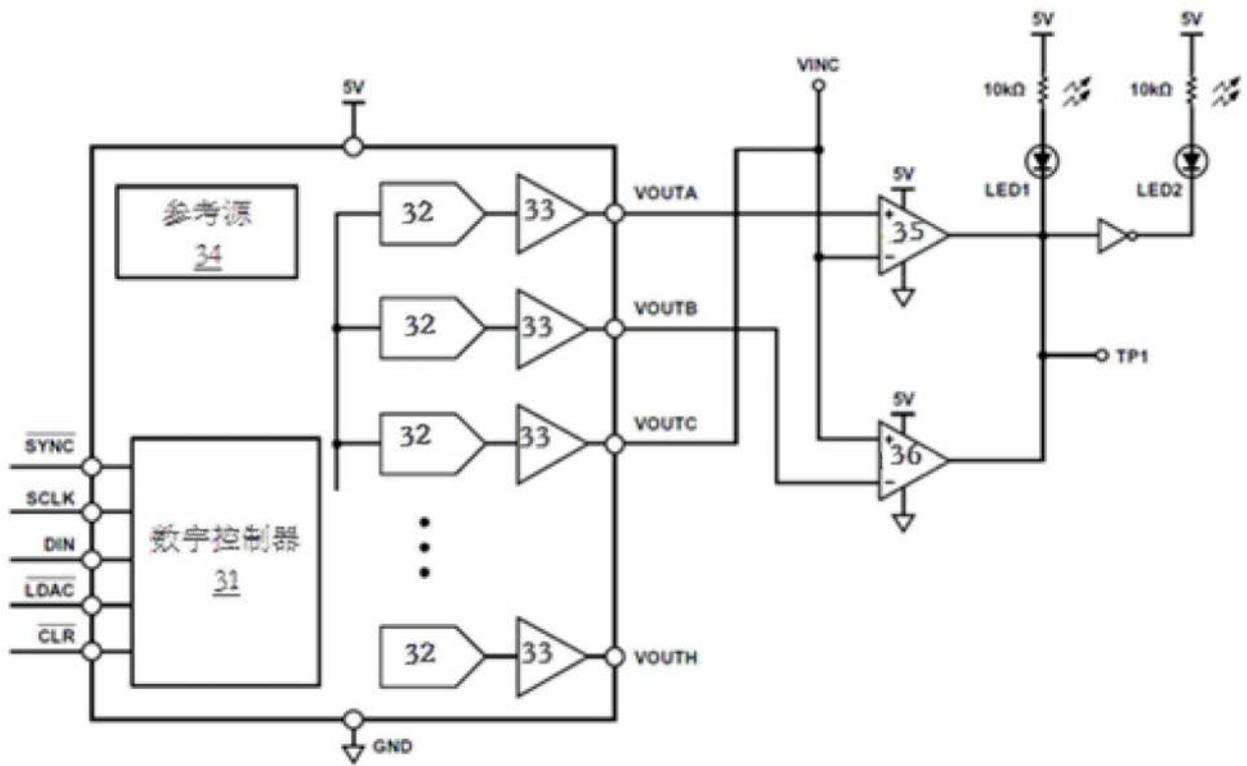


图2

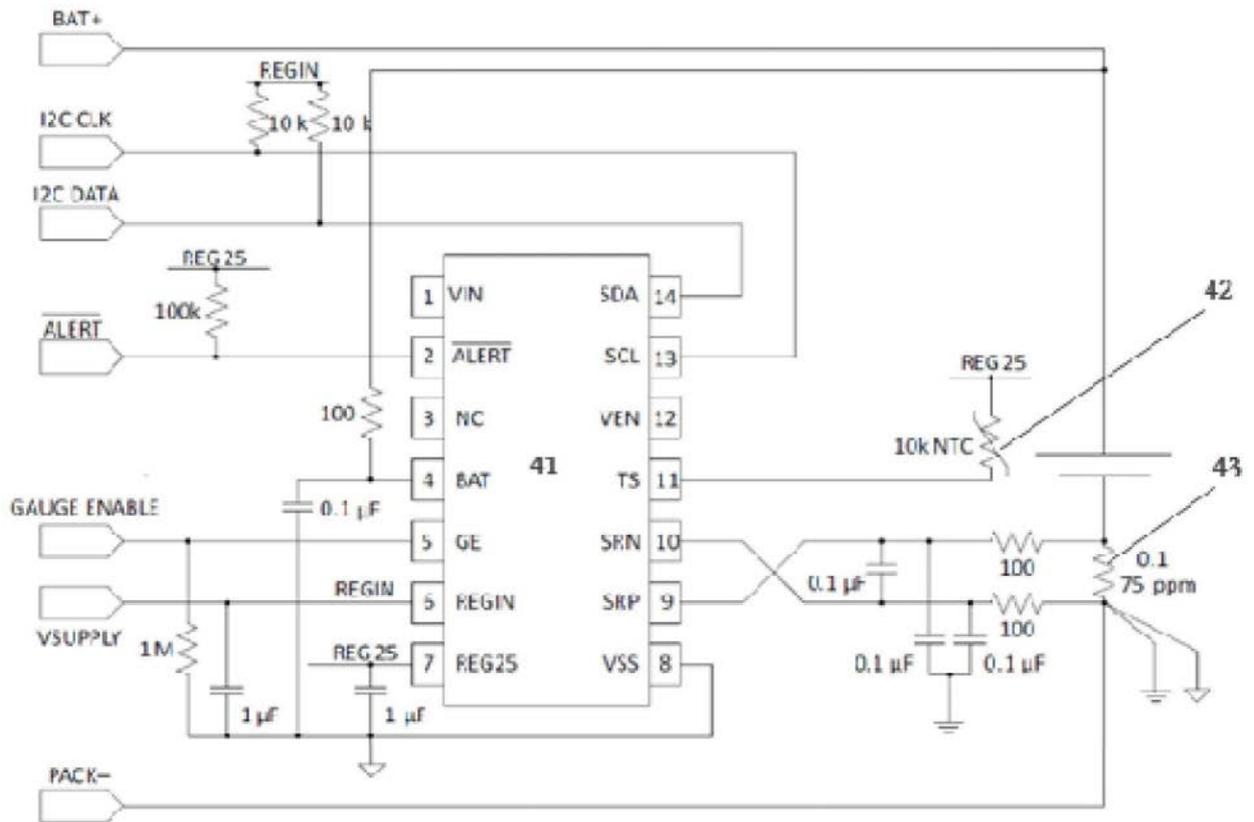


图3