



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106580309 A

(43)申请公布日 2017. 04. 26

(21)申请号 201611126712.3

(22)申请日 2016.12.09

(71)申请人 北京工业大学

地址 100124 北京市朝阳区平乐园100号

(72)发明人 吴水才 袁延超 宾光宇

(74)专利代理机构 北京思海天达知识产权代理有限公司 11203

代理人 刘萍

(51)Int. Cl.

A61B 5/0402(2006.01)

A61B 5/0444(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

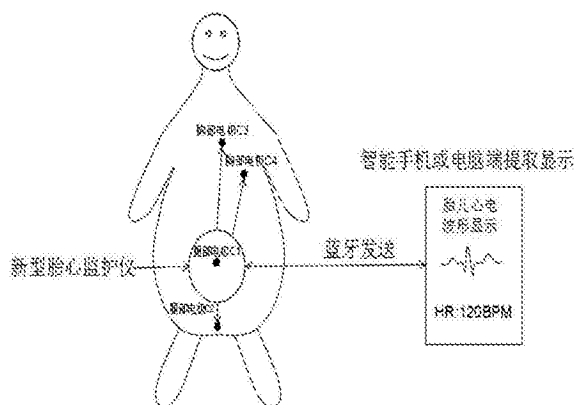
权利要求书1页 说明书4页 附图5页

(54)发明名称

一种胎儿心电检测电路系统

(57)摘要

本发明提出一种胎儿心电检测电路系统。其采用ADI的两路模拟前端芯片AD8232来采集孕妇胸部心电信号和腹部心电信号,经过低通、高通和工频陷波电路对采集的信号进行滤波处理,以滤除掉心电信号频率外信号的干扰;再将两路信号交超低功耗处理器MSP430f5342模数转换为数字信号,然后将两路信号经中值滤波算法去除基线漂移。两路信号经SPI通信交AT45DB081D存储,或者经过UART口传输给蓝牙模块后无线传输到手机APP端或者电脑端,经自适应滤波算法或者模板匹配法等算法提取出胎儿心电信号并显示波形和心率,并对异常胎儿心电报警。该电路系统有充电红色指示灯、导联脱落绿色指示灯闪烁提示、模块AD8232低功耗和蓝牙模块低功耗配置功能;该系统具有便携式、体积小、测量方便等优点。



1. 一种胎儿心电检测电路系统, 其特征在于: 采用TI公司的超低功耗处理器MSP430f5342为主控芯片, 采用ADI的前端芯片AD8232为采集芯片, 两个采集芯片分别采集孕妇的胸部和腹部心电信号, 经过低通、高通和工频陷波电路对采集的信号进行处理, 将两路信号送交MSP430f5342的AD1和AD2口, 模数转换为数字信号。再经处理器中值滤波处理去除基线漂移。两通道心电信号能经存储器进行存储, 或者经过蓝牙模块发送到手机APP端或者电脑端, 经自适应滤波算法或者模板匹配法提取出显示胎儿心电信号, 并且显示胎儿心电波形和心率, 其配有低功耗供电电路模块, 可以很好地节约电量, 实现更长时间监护。

2. 根据权利要求1所述的电路系统, 其特征在于, 所述前端芯片采用ADI的前端芯片AD8232, 它采用双极点高通滤波器来消除运动伪像和电极半电池电位; 其为全集成式单导联ECG前端; 其低电源电流: $170\mu\text{A}$, 共模抑制比: 80dB ; 有导联脱落检测功能: 交流或直流选择, 集成右腿驱动放大器, 单电源供电: 2.0V 至 3.5V , 经过配置实现放大倍数可调的功能。

3. 根据权利要求1所述的电路系统, 其特征在于, 所述滤波电路, 低通和高通滤波电路用来滤除掉心电信号频率即 0.05Hz – 100Hz 以外的频率, 其为RC电路组成; 工频陷波电路为单运放双T有源网络, 其用来滤除掉心电信号中的 50Hz 工频干扰。

4. 根据权利要求1所述的电路系统, 其特征在于, 所述存储器采用AT45DB081D, 支持RapidS串行接口。

5. 根据权利要求1所述的电路系统, 其特征在于, 所述蓝牙模块采用济南华茂科技的HM-06模块。

6. 根据权利要求1所述的电路系统, 其特征在于, 所述低功耗供电电路模块, 由充电芯片MCP73831和 3.3V 稳压芯片TLV70033D组成, 其用来给锂离子电池充电和经 3.3V 稳压后给系统电路供电, 并且充电时系统停止工作, 导联脱落时蓝牙模块停止工作, 心电采集模块低功耗工作。

一种胎儿心电检测电路系统

技术领域

[0001] 本发明属于家庭健康监护领域,涉及一种胎儿心电检测电路系统。

背景技术

[0002] 胎儿缺氧是威胁胎儿生命的主要原因之一,统计表明至少30%的大脑麻痹和严重智力迟钝是由于胎儿在宫内缺氧导致发育不良或早产所引起的。我国弱智儿童中很大部分是由于胎儿生长过程中处于缺氧的窘迫状态而导致发育不良或早产造成的。所以围产期对孕产妇和胎儿进行监护是十分必要的,这样不仅能了解胎儿的发育状况,而且可以及时发现胎儿宫内缺氧的问题,从而采取有效措施,保障孕妇与胎儿的安全。胎儿心电监护在判断胎儿是否窘迫、预防和降低围产儿发病率和死亡率发挥重要作用,对保证优生优育,提高人口素质具有重要社会意义。

[0003] 目前临床胎儿心率的检测主要采用超声方式,基于超声的特性,监测时孕妇需保持不动,行动受到限制,给监测带来了诸多不便,它们也不允许连续监测。此外,研究表明超声会对胎儿产生不良影响。而采用电极方式获取数据,则避免了这些弊端,此种方式与正常人采用电极方式获取心电原理基本一致,并且对胎儿发育没有影响,所以用非侵入式电极测量胎儿心电的方法有着广阔的前景。

[0004] 虽然目前有各式各样的胎心监护仪,但是他们很多笨重繁琐、测量不方便,很多设备大,并且需要正负电源供电或者需要需要大电池经过正负电源芯片处理然后交给昂贵的模拟前端处理,电路不够简洁,胎儿心电提取的准确度不高,并且实时性不好。随着TI和ADI的专用ECG及其他生物电测量应用的集成信号调理模块的产生,特别是低功耗,低成本的前端芯片AD8232的问世,为我们提供了方案。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种胎儿心电检测电路系统,以解决家庭监护不足的问题。其特征在于,可以通过置于孕妇胸部和腹部(包含胎儿心电信号)的单导联电极经屏蔽线采集孕妇心电并将心电信号传递给前端芯片AD8232;前端芯片AD8232可以经过低通滤波、高通滤波和工频陷波后放大处理,MSP430F5342的AD1口和AD2口采集AD8232输出端的模拟电压值,并将其模数转换成数字信号;MSP430F5342处理器将数字信号经中值滤波去除基线漂移后,经蓝牙模块HM-06发射到手机蓝牙端或者电脑PC端经自适应滤波等算法提取出胎儿心电信号,并且两通道心电数据经SPI通信交AT45DB081D存储芯片存储。

[0006] 一种胎儿心电检测电路系统,包括其实际应用场景。其采用TI公司的超低功耗处理器MSP430F5342为主控芯片,采用ADI的前端芯片AD8232为采集芯片,其采集孕妇的胸部和腹部心电信号,经过低通、高通和工频陷波电路对采集的信号进行处理,将两路信号送交MSP430F5342的AD1和AD2口,模数转换为数字信号。再交处理器中值滤波处理去除基线漂移。两通道心电信号可以经存储器AT45DB081D存储,还可以经过蓝牙发送到手机APP端或者电脑端经自适应滤波算法或者模板匹配法等算法提取出显示胎儿心电信号,并且显示胎儿

心电波形和心率,并对异常心电报警。其配有低功耗供电电路模块,可以很好地节约电量,实现更长时间监护。此发明为胎儿心电监护硬件电路提供了方案。

[0007] 所述处理器采用TI的超低功耗处理器MSP430f5342,其为16位精简指令集,高达25M系统时钟,ROM 128K和RAM 10K,存储空间大。有丰富的IO口可供选择,具有内部基准、采样保持、和自动扫描功能的12位ADC,支持32位运算硬件乘法器,有IIC、SPI、UART等通信口;具有多个捕捉/比较寄存器的16位定时器,其可根据需要设置为4种低功耗模式,极大减少了功耗,低功耗低频内部时钟源,电源电压监控,可以减少整体电路耗电量,增加系统的工作时长,能更长时间实现监护。采用它来处理采集到的孕妇两通道心电信号。

[0008] 所述前端芯片采用ADI的前端芯片AD8232,是一款用于ECG及其他生物电测量应用的集成信号调理模块。采用双极点高通滤波器来消除运动伪像和电极半电池电位。其为全集成式单导联ECG前端。其低电源电流:170 μ A(典型值),共模抑制比:80dB(DC至60Hz)。有导联脱落检测功能:交流或直流选择,集成右腿驱动(RLD)放大器,单电源供电:2.0V至3.5V。可经过配置实现放大倍数可调的功能。所述低通、高通和工频陷波电路应用运放和电阻电容组成,电路简单易实现,并且工作稳定。采用两个芯片采集孕妇的胸部和腹部心电信号。

[0009] 所述滤波电路,低通和高通滤波电路用来滤除掉心电信号频率(0.05HZ-100HZ)外频率,其为RC电路组成;工频陷波电路为单运放双T有源网络,其用来滤除掉心电信号中的50HZ工频干扰。

[0010] 所述存储器采用AT45DB081D,其有1M存储容量,支持RapidS串行接口,存储速度快,其存储采集的孕妇腹部心电信号和胸部心电信号,供读取研究。

[0011] 所述蓝牙模块采用济南华茂科技的最小尺寸的HM-06模块,其功耗低,支持AT指令,用户可根据需要更改SPP角色(主、从模式)以及串口波特率、设备名称、配对密码等参数,使用灵活。处理器仅用两根串口线就可以实现与其通信,电路接口简单,程序编写简单不需要额外编写通信协议。采用此模块无线发送经中值滤波处理后的孕妇腹部心电信号和胸部心电信号到手机端或者电脑端。

[0012] 所述低功耗供电电路模块,由充电芯片MCP73831和3.3V稳压芯片TLV70033D组成,其用来给锂离子电池充电和经3.3V稳压后给系统电路供电,并且充电时系统停止工作,并且导联脱落时蓝牙模块停止工作,心电采集模块低功耗工作,以达到更长时间监护。

[0013] 电路系统由3.7V锂离子电池供电,充分考虑到体积和低功耗,其功率为2000mAh,电路有一个总开关,打开时系统工作,关闭时系统停止工作;当电池电量不足,用MINI USB口充电时,红色指示灯灯亮,电池充满时红色指示灯灯灭;绿色指示灯是工作指示灯,电极脱落时绿灯慢闪提示用户重新粘贴电极,正常工作时绿灯常亮。

附图说明

[0014] 图1:胎儿心电检测电路系统应用场景

[0015] 图2:胎儿心电检测电路系统结构框图

[0016] 图3:胎儿心电检测电路系统之处理器电路原理图

[0017] 图4:胎儿心电检测电路系统之电源电路原理图

[0018] 图5:胎儿心电检测电路系统之腹部采集电路原理图

[0019] 图6:胎儿心电检测电路系统之胸部采集电路原理图

具体实施方式

[0020] 本发明的实施系统结构包括核心处理器MSP430F5342、AD8232前端模块、滤波电路模块、电源模块、蓝牙模块、存储器模块。

[0021] 本发明的实施例中,采用TI的低功耗处理器MSP430F5342,高达25M系统时钟,ROM空间128K和RAM空间10K,有着丰富的IO口,SPI、IIC、UART、AD转换等接口,可以设为多种中断模式,可以设为4种低功耗模式。应用其47脚AD1和48脚AD2十二位采集口采集孕妇腹部和胸部心电信号;P1.0经过限流电阻接绿色LED灯,其用来指示电极接触状态和系统工作状态;P1.3和P1.6接腹部采集芯片AD8232的13脚和12脚,分别是采集芯片低功耗控制脚和电极脱落检测引脚;P1.5和P1.4接胸部部采集芯片AD8232的13脚和12脚,分别是采集芯片低功耗控制脚和电极脱落检测引脚;P1.1接NTJD1155L开关的控制脚,用来控制蓝牙模块电源的开断;采用其P4.4脚TX和P4.5脚RX和蓝牙模块通信;应用P4.0-P4.3脚的SPI通信与AT45DB081D存储芯片通信进行对心电数据的存储。41脚和46脚为程序下载端口。

[0022] 本发明的实施例中,前端模块采用ADI的医用放大芯片AD8232,一款低功耗、单导联、心率监护仪模拟前端,其可以放大差模信号,并且是单电源供电,配有电源脱落检测IO口。方便调试。AD8232高度灵活的模拟滤波配置采用双极高通滤波器,结合芯片内部的仪表放大器架构和无使用约束运算(增益)放大器,支持用户采用多极低通滤波技术来消除线路噪声和其他干扰。通过在模拟域的单级中执行高增益和高通信号调理,AD8232能够在单电源电压上工作时适应电极DC失调,而不会影响性能或信号质量。以腹部采集电路原理图为例,对于电极脱落检测使用其交流电极脱落检测标志12脚的LO+口接MSP430F5342的P1.6脚,当两个电极中有一个脱落时其电平变为高电平,单片机检测其为低电平,则电极接触良好,否则为电极脱落。13脚的SDN脚接MSP430F5342的P1.3脚,如果导联脱落,可以让单片机输出高电平控制让其工作在低功耗模式;调节其放大倍数为1100倍,放大倍数 $A = (1 + R70/R68) * 100$, $R70 = 1M$, $R68 = 100K$,可以将胎儿心电放大显示,并保证母体心电信号不失真。调节8和9之间的电阻可以改变放大倍数;由于是双电极检测,所以右腿驱动电路经过两个电极各输入端接10M电阻然后接在5脚RLD上。

[0023] 本发明的实施例中,滤波电路模块应用RC电路,根据心电信号特点为0.05HZ到100HZ之间。根据公式 $f = 1/2\pi RC$ 选择低通滤波电路参数为100HZ,则 $R = 50K$, $C = 0.033\mu F$;选择高通滤波电路参数为0.05HZ,则 $R = 1M$, $C = 3.3\mu F$ 。为避免50Hz交流市电干扰心电信号,加入一个单运放双T有源网络陷波器。主体电路分为两个部分。前一个部分为陷波部分,采用“双T”式接法,可以看成是一个二阶带阻滤波电路。 $R61$, $R62$ 和 $C64$ 以及 $C60$, $C61$ 和 $R55$ 分别决定两个滤波截止频率。其中, $R55$ 可以看作是三个30K的电阻并联后的结果, $C64$ 可以看作是三个0.1uF的电阻并联后的结果,因此可以等效成对应的对称滤波电路。电路高端截止频率和低端截止频率相等,均由 $2\pi RC$ 决定,其中 $R = 30K$, $C = 0.1\mu F$,可求得 $f1 = f2 = 50Hz$ 。

[0024] 本发明的实施例中,充电接口采用常见手机充电器5脚MINI USB口充电,电源模块的充电芯片为MCP73831,其配有红色充电指示灯和限流充电电路,可以给锂离子电池4.2V和500mA充电;锂离子电池经过一个按键开关后接NTJD1155L开关芯片的控制脚,SN74AHC1G04非门控制NTJD1155L开关芯片的开断,当充电时非门的4脚输出低电平,然后NTJD1155L开关芯片输出低电平后面供电电路停止工作,不充电时NTJD1155L开关芯片输出

高电平,然后经过两个稳压芯片TLV70033D稳成模拟电源3.3V和数字电源3.3V。然后数字电源的3.3V后面接NTJD1155L开关芯片,其单独给蓝牙芯片供电,当导联脱落时由MSP430F5342单片机P1.1脚输出低电平使NTJD1155L开关芯片输出低电平从而关闭蓝牙供电电源。

[0025] 本发明的实施例中,蓝牙模块为济南华茂科技的最小尺寸最低功耗芯片HM-06,其为集成度高的蓝牙一体化处理器,仅用UART口便可以实现同单片机通信。其2脚TX和4脚RX分别与MSP430F5342的P4.5和P4.4相接,电路接口简单,程序编写简单不需要额外编写通信协议。其用来接收处理器按照一定协议发送过来的孕妇两通道心电信号,然后通过蓝牙无线发送到智能手机端或电脑端最后经自适应滤波算法或者模板匹配等算法提取出胎儿心电信号。

[0026] 本发明的实施例中,存储器模块采用AT45DB081D,其是ATMEL旗下的一款常用的可编程存储器,支持RapidS串行接口,适用于要求高速操作的应用,可达66M时钟频率。除了主存储器外,AT45DB081D还包含2个256/264字节的SRAM缓冲区。缓冲区允许在对主存储器的页面重新编程时接收数据,也可写入连续的数据串。通过独立的“读-改-写”三步操作,可以轻松实现EEPROM仿真(可设置成位或字节)。AT45DB081D的1脚SI接MSP430F5342单片机的P4.1口,2脚SCK接单片机P4.3口,8脚S0接单片机P4.2口,4脚CS接单片机P4.0口。我们用其来存储采集的孕妇两通道心电数据,所有的编程和擦除周期都遵循自时序。

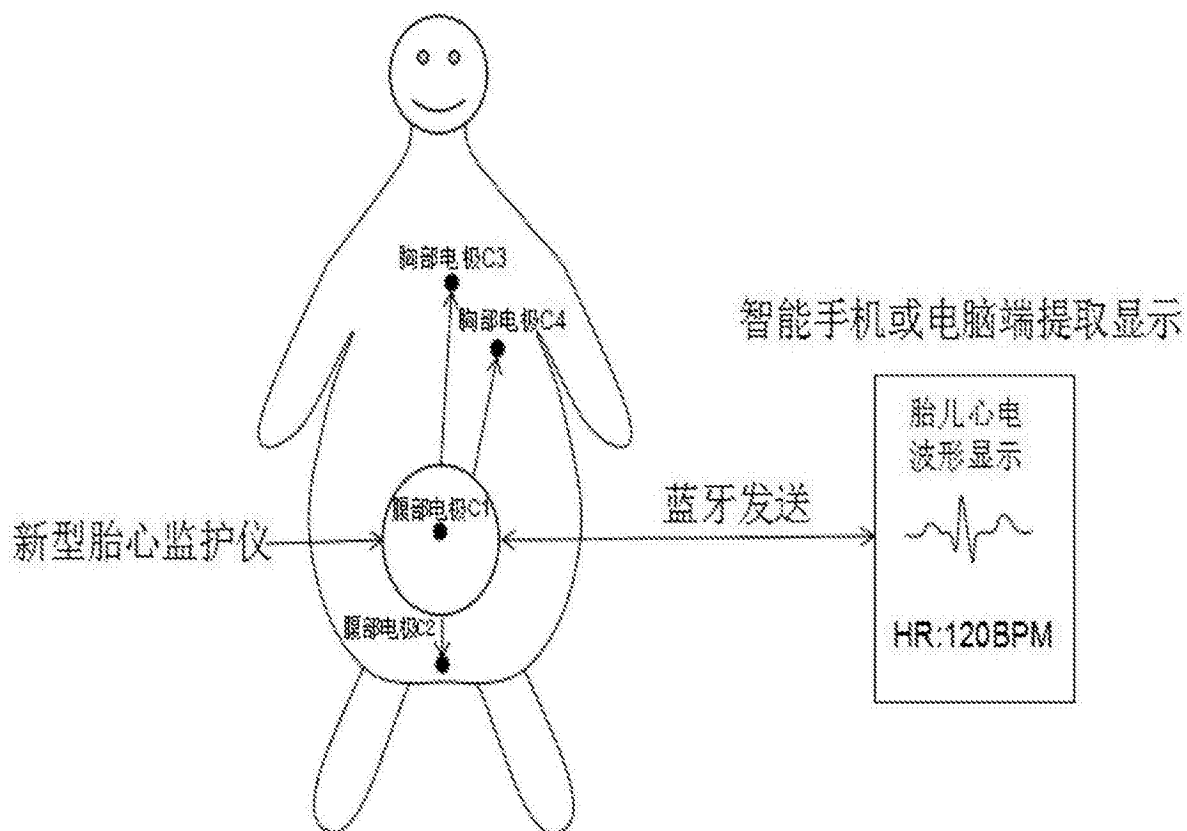


图1

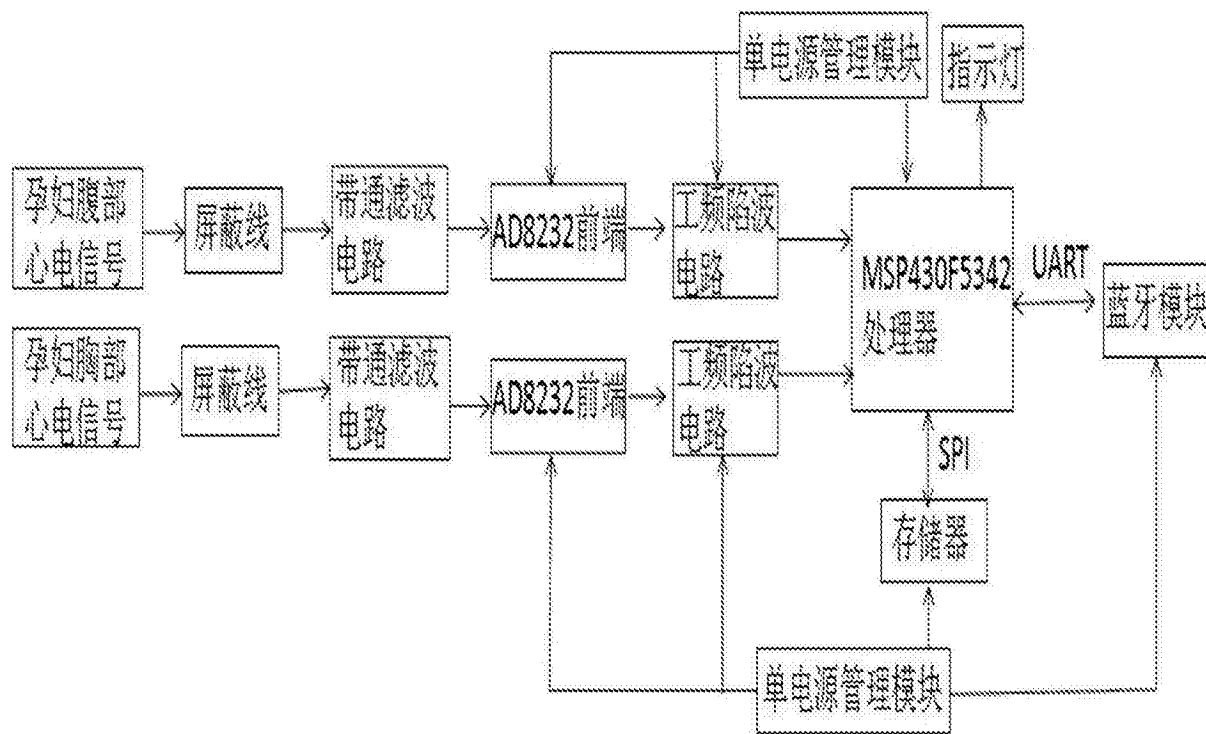


图2

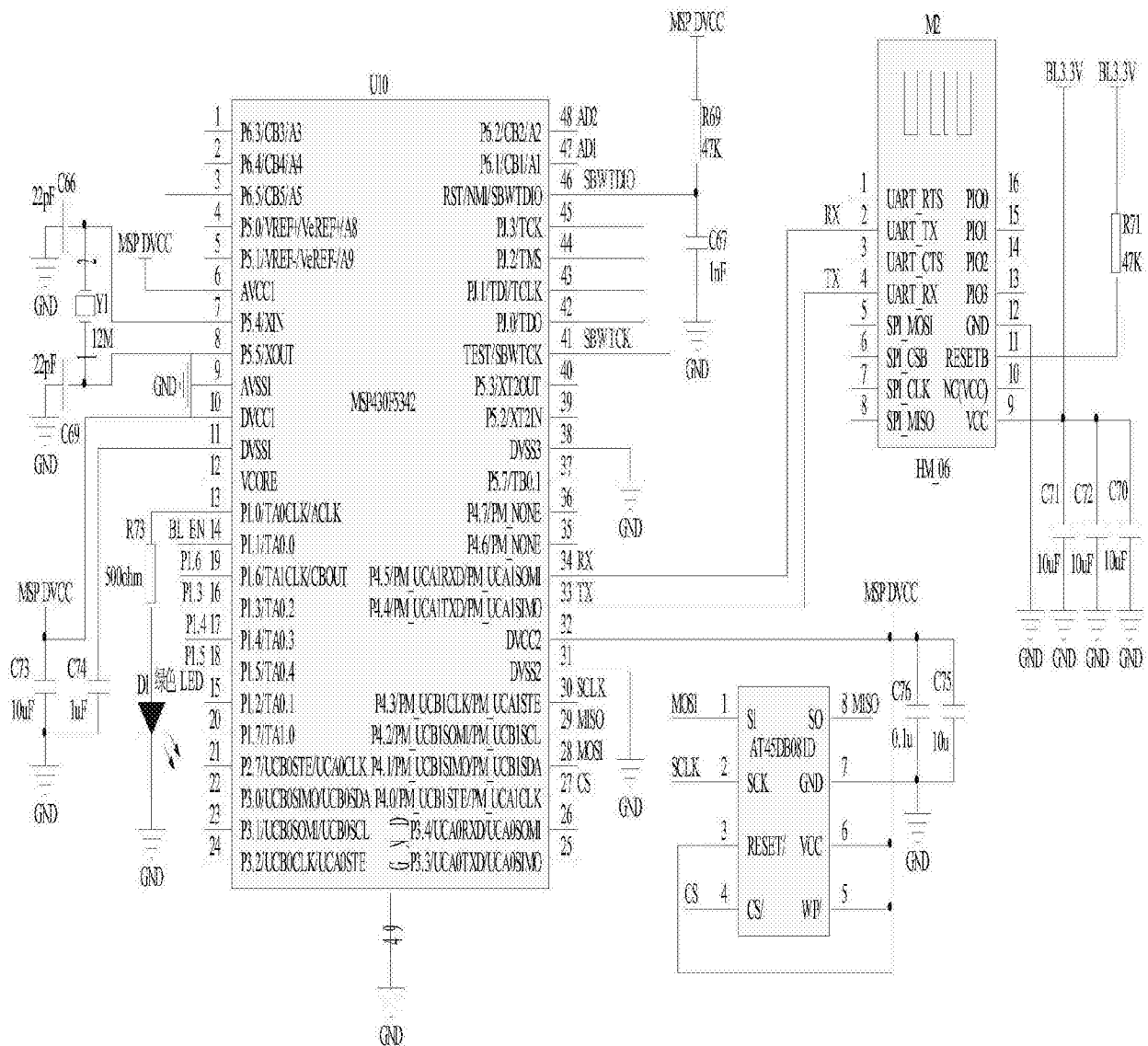


图3

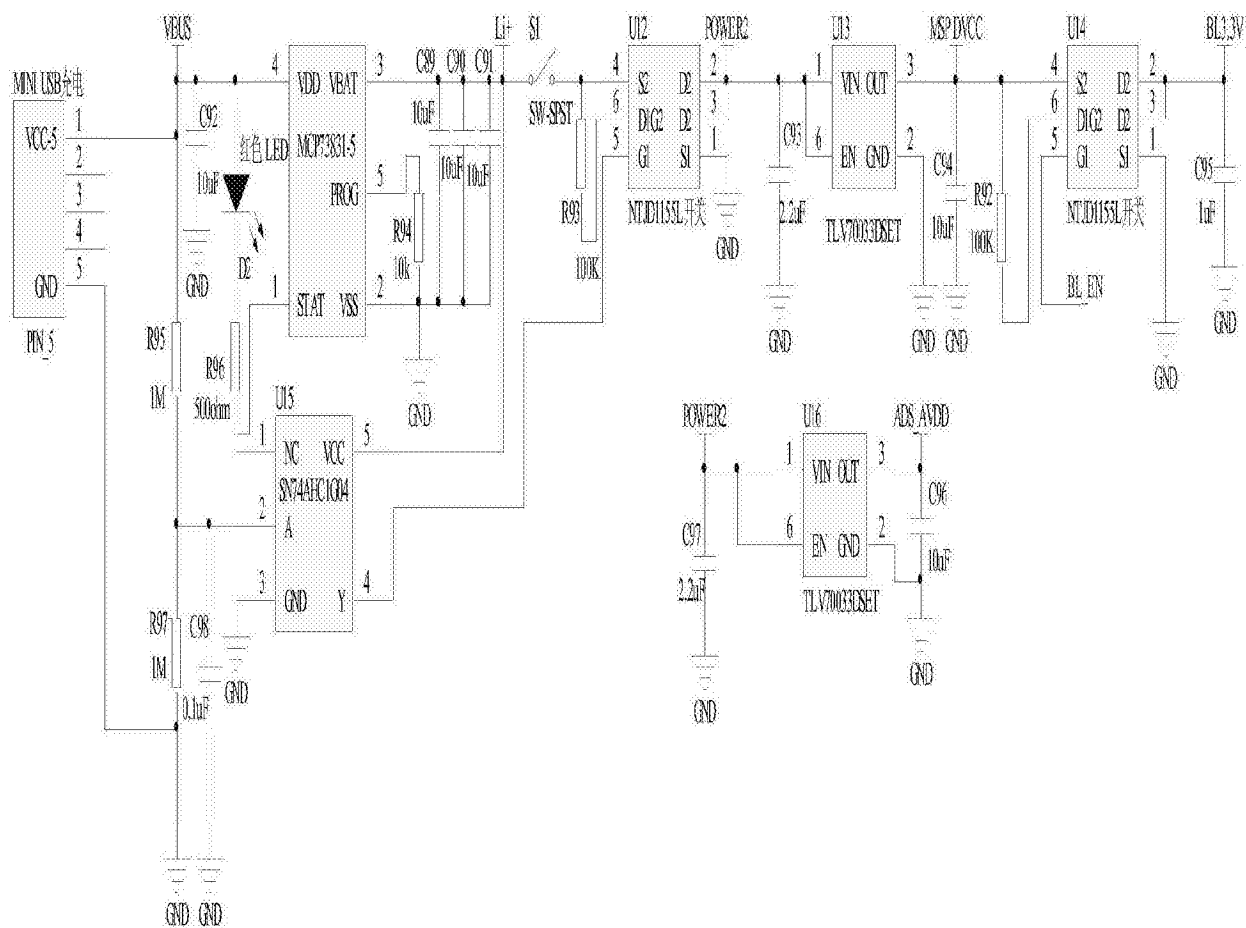


图4

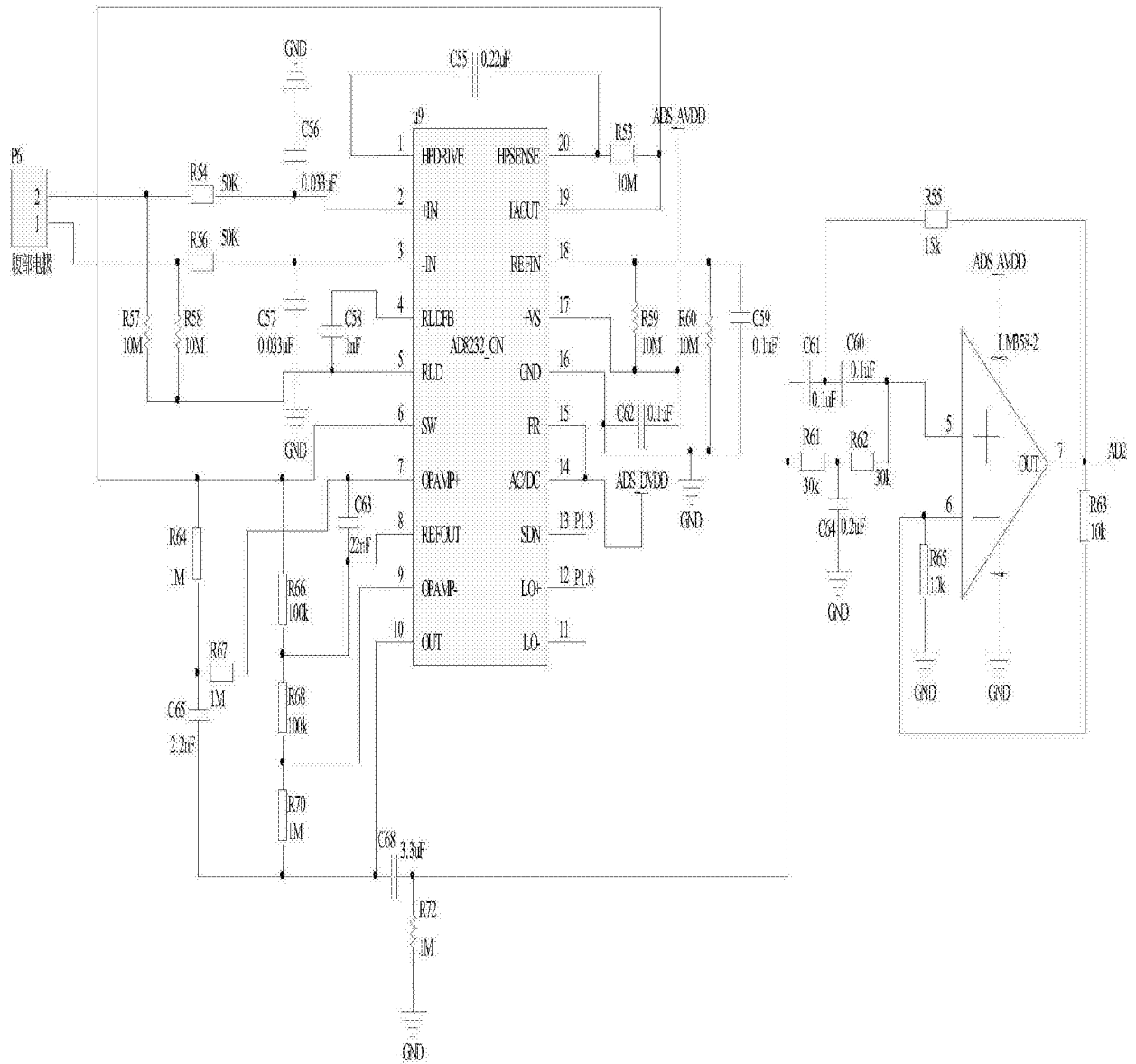


图5

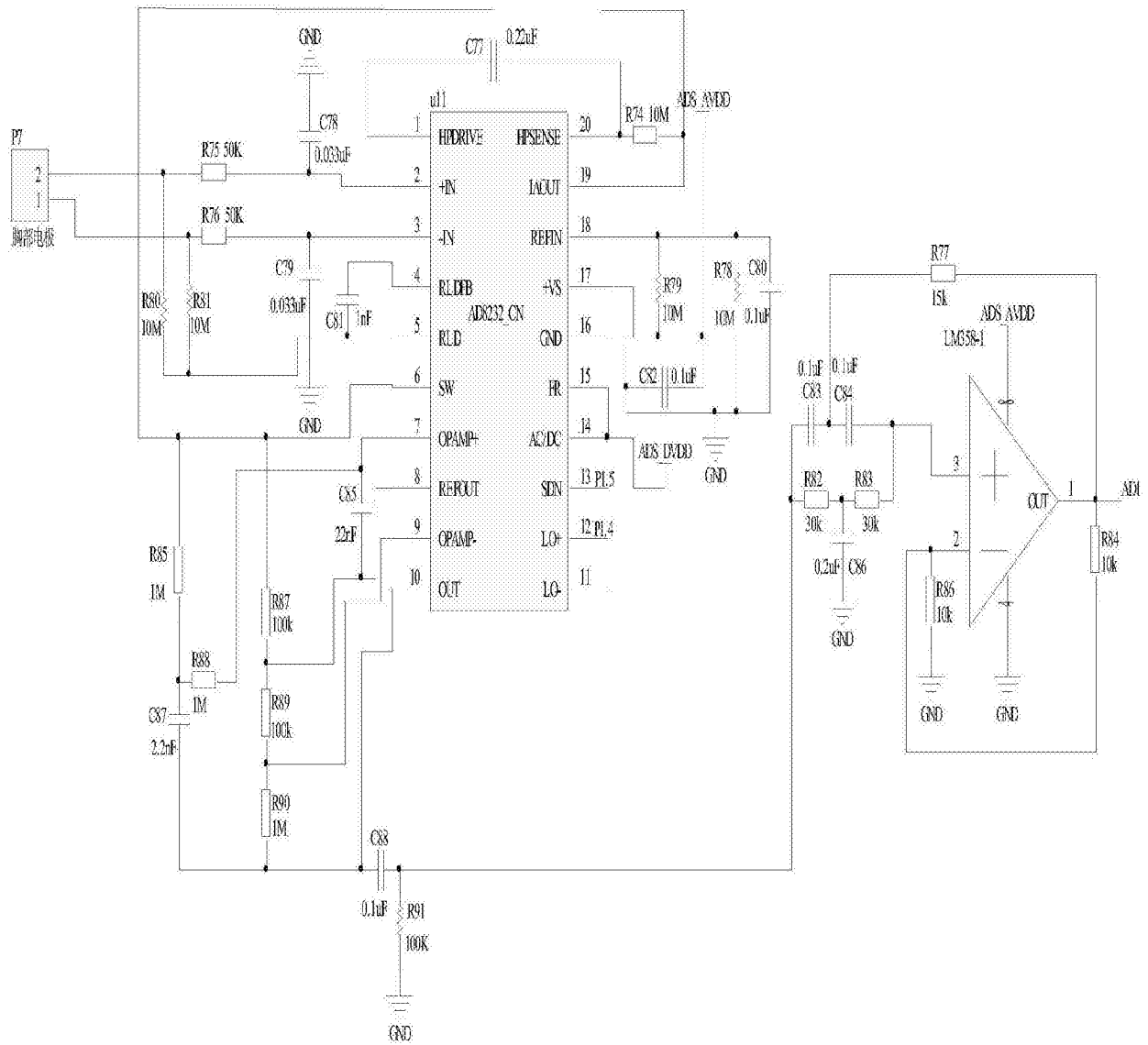


图6

专利名称(译)	一种胎儿心电检测电路系统		
公开(公告)号	CN106580309A	公开(公告)日	2017-04-26
申请号	CN201611126712.3	申请日	2016-12-09
[标]申请(专利权)人(译)	北京工业大学		
申请(专利权)人(译)	北京工业大学		
当前申请(专利权)人(译)	北京工业大学		
[标]发明人	吴水才 宾光宇		
发明人	吴水才 袁延超 宾光宇		
IPC分类号	A61B5/0402 A61B5/0444 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/0402 A61B5/0006 A61B5/0444 A61B5/4362 A61B5/7203 A61B5/7225 A61B5/725 A61B5/746		
代理人(译)	刘萍		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提出一种胎儿心电检测电路系统。其采用ADI的两路模拟前端芯片AD8232来采集孕妇胸部心电信号和腹部心电信号，经过低通、高通和工频陷波电路对采集的信号进行滤波处理，以滤除掉心电信号频率外信号的干扰；再将两路信号交超低功耗处理器MSP430f5342模数转换为数字信号，然后将两路信号经中值滤波算法去除基线漂移。两路信号经SPI通信交AT45DB081D存储，或者经过UART口传输给蓝牙模块后无线传输到手机APP端或者电脑端，经自适应滤波算法或者模板匹配法等算法提取出胎儿心电信号并显示波形和心率，并对异常胎儿心电报警。该电路系统有充电红色指示灯、导联脱落绿色指示灯闪烁提示、模块AD8232低功耗和蓝牙模块低功耗配置功能；该系统具有便携式、体积小、测量方便等优点。

