



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110742598 A

(43)申请公布日 2020.02.04

(21)申请号 201910761439.9

(22)申请日 2019.08.18

(71)申请人 浙江好络维医疗技术有限公司
地址 310012 浙江省杭州市西湖区西斗门路3号天堂软件园A幢7D

(72)发明人 顾林跃 卢清君 李双龙 孙斌
金衍昆 杨辰熠

(74)专利代理机构 杭州九洲专利事务所有限公
司 33101
代理人 翁霁明

(51)Int.Cl.
A61B 5/0402(2006.01)
A61B 5/00(2006.01)

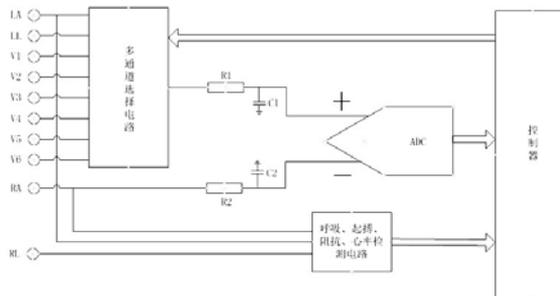
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

一种低功耗多电极生理参数采集电路

(57)摘要

一种低功耗多电极生理参数采集电路,它包括ECG信号出入通道和模数转换器ADC,所述ECG信号的输入通道包括多条心电信号输入LA、RA、LL和V1-V6中一个或者多个组成,该信号的输入通道选择电路可以是一个或者多个低功耗模拟开关,所述ECG通道输入通过MCU控制器来切换选择,并通过RC滤波电路后再经过模数转换器ADC转换为数字信号输出,达到了小体积、低噪声和低功耗的设计要求,并且解决了传统单心电切换实现多导联延时的问题,实现多导数据实时显示。简化了模拟开关切换电路和解决导联脱落检测干扰问题,它具有小体积、低噪声和低功耗的设计要求,并且解决了传统单心电切换实现多导联延时的问题,实现多导数据实时显示,简化了模拟开关切换电路和解决导联脱落检测干扰问题等特点。



1. 一种低功耗多电极生理参数采集电路,它包括ECG信号出入通道和模数转换器ADC,其特征在于所述ECG信号的输入通道包括多条心电信号输入LA、RA、LL和V1-V6中一个或者多个组成,该信号的输入通道选择电路可以是一个或者多个低功耗模拟开关,所述ECG通道输入通过MCU控制器来切换选择,并通过RC滤波电路后再经过模数转换器ADC转换为数字信号输出。

2. 根据权利要求1所述的低功耗多电极生理参数采集电路,其特征在于所述RC滤波电路由R1与C1组成正极RC滤波电路和由R2和C2组成负极RC滤波电路组成,所述正极RC滤波电路连接至ECG输入信号通道中的LA、LL、V1~V6端,该负正极RC滤波电路连接至ECG输入信号通道中的RA端,所述正极RC滤波电路和负极RC滤波电路的输出端分别连接至模数转换器ADC的差分输入端正极和负极上。

3. 根据权利要求1或2所述的低功耗多电极生理参数采集电路,其特征在于所述模数转换器ADC的内设有采集端,该采集端采用低功耗模数转换IC,后端连接控制器,该控制器可以通过SPI等通信接口获取经过转换后的数字信号。

4. 根据权利要求1或2所述的低功耗多电极生理参数采集电路,其特征在于所述ECG输入信号中的LA与RA还连接至呼吸、起搏、抗组、心率检测电路上,该呼吸、起搏、抗组、心率检测电路经过模数转换后连接后端连接控制器,该控制器可以通过SPI等通信接口获取经过转换后的数字信号,所述呼吸、起搏、抗组、心率检测电路上还设有一右腿驱动导联线,该连接导线具有抗共模抑制能力,可以将获取的共模信号经过反向放大后通过右腿驱动导联线传送到人体上。

一种低功耗多电极生理参数采集电路

技术领域

[0001] 本发明医疗检测技术领域,具体涉及一种低功耗多电极生理参数采集电路。

背景技术

[0002] 传统的多导联心电信号采集电路通常需要三路以上的ECG信号输入,通常需要相应的多路信号放大电路、滤波电路以及模数转换电路(ADC),电路设计复杂且功耗巨大。虽然一些国外大厂如德州仪器(TI)和亚德诺半导体(ADI)推出一些心电专用模拟前端IC,比如TI的ADS129x系列和ADI的ADAS1000系列产品解决了电路体积大和设计复杂等问题,但价格比较昂贵,对于一些经济压力较大的患者来说,价格难以承受。随着物联网时代的到来,对心电信号采集设备的便携性提出挑战,体积小、功耗低已然成为主流,这种模拟前端功耗仍然达不到穿戴式设备对低功耗的要求。这就使得在多导联心电信号采集芯片领域,采样率、噪声、功耗和电路规模之间很难同时达到最优结果。如果增加呼吸检测、起搏检测和生物阻抗检测等功能,电路规模和功耗将进一步增加。另外目前现有技术采用传统的单心电通道实现多导联切换存在时延,因模拟开关高速切换引起的过冲和振铃导致数据采集效率低下。振铃的时间长,导致导联切换后保持时间增加,为获取有效数据必须增加采样时间,采样率无法提高,导联心电有用信息丢失。切换采样只能运行在低速切换状态下,无法实现多导联实时显示检测,此种应用只能局限在分时某一导联显示。同时现有技术在解决耐极化电压范围小的问题上增加高通滤波电路,高通滤波电路存在充放电恢复时间,进一步导致通过导联切换技术无法满足高速切换同时显示要求。目前有技术将高低通滤波电路取消来提高采样速率,但是医疗法规对耐极化电压范围的规定促使心电放大器必须具有很低的增益,这样又对选择ADC模数转换器提出了新的要求。在多导联快速切换采集心电信号的设计中还面临导联脱落检测相互干扰,模拟开关切换复杂等问题。

[0003] 发明内容:

本发明对上述问题提出改进的设计方法,提出一种低功耗多电极生理参数采集电路,可减小多电极生理参数采集电路的设计规模和功耗,同时降低生产成本。

[0004] 本发明方案如下:一种低功耗多电极生理参数采集电路,它包括ECG信号出入通道和模数转换器ADC,所述ECG信号的输入通道包括多条心电信号输入LA、RA、LL和V1-V6中一个或者多个组成,该信号的输入通道选择电路可以是一个或者多个低功耗模拟开关,所述ECG通道输入通过MCU控制器来切换选择,并通过RC调节电路阻抗,形成输入输出匹配,减少电路切换的过程中产生振铃信号的幅度和平稳时间,提升后端ADC的有效采样效率,经过模数转换器ADC转换为数字信号输出。

[0005] 作为优选:所述RC构建阻抗匹配电路由R1与C1组成正极RC滤波电路和由R2和C2组成负极RC滤波电路组成,所述正极RC滤波电路连接至ECG输入信号通道中的LA、LL、V1~V6端,该负正极RC滤波电路连接至ECG输入信号通道中的RA端,所述正极RC滤波电路和负极RC滤波电路的输出端分别连接至模数转换器ADC的差分输入端正极和负极上。

[0006] 作为优选:所述模数转换器ADC的内设有采集端,该采集端采用低功耗模数转换

IC, 后端连接控制器, 该控制器可以通过SPI等通信接口获取经过转换后的数字信号。

[0007] 作为优选: 所述ECG输入信号中的LA与RA还连接至呼吸、起搏、抗组、心率检测电路上, 该呼吸、起搏、抗组、心率检测电路经过模数转换后连接后端连接控制器, 该控制器可以通过SPI等通信接口获取经过转换后的数字信号, 所述呼吸、起搏、抗组、心率检测电路的一侧还设有一右腿驱动导联线, 该连接导线具有抗共模抑制能力, 该右腿驱动导联线上获取共模信号经过反向放大后通过右腿驱动导联线传送到人体上。

[0008] 本发明在传统的分立多导联生理参数检测系统的基础上减少心电信号放大器和ADC转换器的数量, 本发明仅需要一个多通道选择电路、两个RC滤波电路、一个ADC和一个呼吸、起搏、阻抗、心率检测电路, 大大减少了信号放大器和ADC的数量, 达到了小体积、低噪声和低功耗的设计要求, 并且解决了传统单心电切换实现多导联延时的问题, 实现多导数据实时显示。简化了模拟开关切换电路和解决导联脱落检测干扰问题。

附图说明

[0009] 图1为本发明构成示意图;

图2为导联定义和信号转换公式示意图。

具体实施方式

[0010] 下面将结合附图对本发明做详细的介绍: 图1所示, 一种低功耗多电极生理参数采集电路, 它包括ECG信号出入通道和模数转换器ADC, 所述ECG信号的输入通道包括多条心电信号输入LA、RA、LL和V1~V6中一个或者多个组成, 该信号的输入通道选择电路可以是一个或者多个低功耗模拟开关, 所述ECG通道输入通过MCU控制器来切换选择, 并通过RC滤波电路后再经过模数转换器ADC转换为数字信号输出, 所述RC滤波电路由R1与C1组成正极RC滤波电路和由R2和C2组成负极RC滤波电路组成, 所述正极RC滤波电路连接至ECG输入信号通道中的LA、LL、V1~V6端, 该负正极RC滤波电路连接至ECG输入信号通道中的RA端, 所述正极RC滤波电路和负极RC滤波电路的输出端分别连接至模数转换器ADC的差分输入端正极和负极上, 所述模数转换器ADC的内设有采集端, 该采集端采用低功耗模数转换IC, 后端连接控制器, 该控制器可以通过SPI等通信接口获取经过转换后的数字信号, 所述ECG输入信号中的LA与RA还连接至呼吸、起搏、抗组、心率检测电路上, 该呼吸、起搏、抗组、心率检测电路经过模数转换后连接后端连接控制器, 该控制器可以通过SPI等通信接口获取经过转换后的数字信号, 所述呼吸、起搏、抗组、心率检测电路的一侧还设有一右腿驱动导联线, 该连接导线具有抗共模抑制能力, 该右腿驱动导联线上获取共模信号经过反向放大后通过右腿驱动导联线传送到人体上。

[0011] 具体实施列如图1所示, 控制器控制多通道选择电路高速切换心电信号输入LA、RA、LL、V1~V6其中一个心电信号经过RC滤波后连接到模数转换器ADC的正向输入端, 心电信号输入RA经过RC滤波后连接到模数转换器ADC的反向输入端, 心电信号经过ADC采样转换, 转换的数字信号可供控制器读取、计算和存储。心电输入信号LA和RA同时也输入到呼吸、起搏、阻抗、心率检测电路, 经过模数转换成数字信号供供控制器读取、计算和存储。

[0012] 心电信号转换计算公式如图2所示, 假设多通道选择电路从上到下依次切换8次, 每次ADC采集的数据建议命名如下:

$A=LA - RA; B=LL - RA; C=V1 - RA; D=V2 - RA;$

$E=V3 - RA; F=V4 - RA; G=V5 - RA; H=V6 - RA。$

[0013] 以上为一组循环所获得的ADC数据,控制器将每组数据通过如图2所示的计算公式计算即可获得心电导联数据及对导联脱落的判断,高采样率的循环切换采集n组数据,即获得完整导联心电波形。现有技术通过多个模拟开关实现8通道心电数据的直接测量,虽然减少了控制器的运算单带来了电路设计的复杂和成本的增加,此种计算方法相比现有技术直接获取导联数据简化了多通道选择电路中模拟开关数量和省略多个信号缓冲器及威尔逊中心端电路的设计,降低成本的同时也降低了系统噪声和干扰。

[0014] RC滤波电路设计了2路,由R1和C1组成的滤波电路除了滤除高频干扰信号外,主要功能是解决多通道选择电路模拟开关高速切换带来的信号过冲和振铃,根据采样率和切换周期合理选择电阻R和电容C的值,在保证波形不失真的情况下尽可能减小RC时间常数。由R2和C2组成的滤波电路主要作用是滤除高频,为减小模数转换器ADC差分输入共模噪声,电阻R和电容C的选择保持与R1和C1相同。

[0015] 模数转换器ADC需要选择高精度ADC,这里选择了24位高精度ADC,相比现有技术在ADC输入端增加信号放大器和带通滤波电路,这里取消了这些电路,无需考虑耐极化电压对放大器增益和带通滤波器电路充放电恢复时间的影响,同时解决了各ECG信号因多通道选择电路模拟开关快速切换,在带通滤波电路中信号滞留现象,提高了采样效率。

[0016] 呼吸、起搏、阻抗、心率检测电路选择专用芯片可以降到电路设计规模的同时还可以降到功耗和成本。直接从LA和RA导联线获取呼吸、起搏、阻抗、心率等等生理参数。

[0017] 右腿驱动主要用于减弱共模信号的干扰,RL信号直接从呼吸、起搏、阻抗、心率检测电路中参考电压上获取后从RL导联线传输到人体,为其他ECG信号提供稳定的参考电压,达到减弱和消除共模干扰的目的。RL信号的获取也可以从模数转换器ADC的参考电压出获取,这要取决于所选ADC是否提供参考电压引脚。

[0018] 导联脱落的检测在本设计中全部由软件算法实现,通过模数转换器ADC获取的ECG信号经过软件滤波后识别R波计算心率的方式来判断具体哪个导联脱落。省略了硬件电路设计,节省了成本,降低硬件电路产生的功耗。

[0019] 优选地,所述模数转换ADC选择高精度、差分输入、低功耗IC。比如德州仪器(TI)推出的24位高精度ADS1246,20SPS采样率,3.3V供电情况下典型功耗达到1.4mW,非常符合低功耗要求。也可以选择ADS1292R,2通道、24位模拟前端,一个通道用于心电监测,另一个通道用于呼吸测量和产生专业的右腿驱动电路,能更好提供共模干扰,2个通道总功耗670uW,同样符合低功耗应用。

[0020] 优选地,所述呼吸、起搏、阻抗、心率检测电路直接选择美信(MAXIM)推出的生物检测传感器MAX30001芯片,芯片的高度集成使得满足呼吸、起搏、阻抗、心率检测的同时体积可以做到 $2.7\text{mm} \times 2.9\text{mm} \times 0.6\text{mm}$,全功能情况下总功耗243uW(1.1V供电),完全满足低功耗,小体积要求。

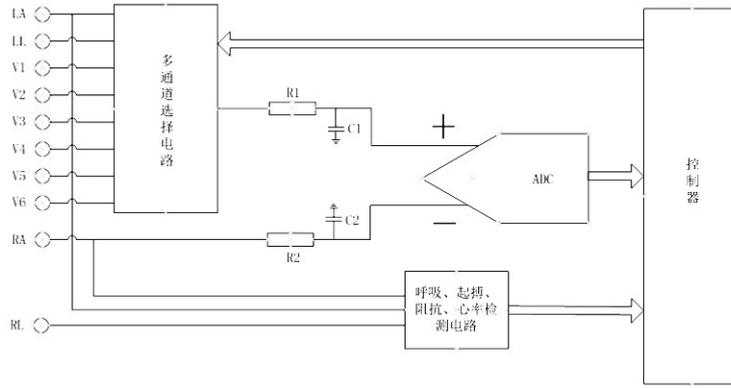


图1

导联定义		
导联命名	定义	导联名称
I	$I = LA - RA$	双极肢体导联 (Einthoven)
II	$II = LL - RA$	
III	$III = LL - LA$	
aVR	$aVR = RA - 0.5(LA + LL)$	加压导联 (Goldberger)
aVL	$aVL = LA - 0.5(LL + RA)$	
aVF	$aVF = LL - 0.5(LA + RA)$	
V1	$V1 = V^* - (LA + RA + LL)/3$	单极导联 (Wilson)
V2	$V2 = V^* - (LA + RA + LL)/3$	
V3	$V3 = V^* - (LA + RA + LL)/3$	
V4	$V4 = V^* - (LA + RA + LL)/3$	
V5	$V5 = V^* - (LA + RA + LL)/3$	
V6	$V6 = V^* - (LA + RA + LL)/3$	

*注: V*代表各个V导联的心电输入信号。

信号转换公式				
计算条件	$A=LA-RA; B=LL-RA; C=V1-RA; D=V2-RA;$ $E=V3-RA; F=V4-RA; G=V5-RA; H=V6-RA。$			
计算结果	I	A	V1	$(3C - A - B)/3$
	II	B	V2	$(3D - A - B)/3$
	III	B - A	V3	$(3E - A - B)/3$
	aVR	$-(A + B)/2$	V4	$(3F - A - B)/3$
	aVL	$(2A - B)/2$	V5	$(3G - A - B)/3$
	aVF	$(2B - A)/2$	V6	$(3H - A - B)/3$

图2

专利名称(译)	一种低功耗多电极生理参数采集电路		
公开(公告)号	CN110742598A	公开(公告)日	2020-02-04
申请号	CN201910761439.9	申请日	2019-08-18
[标]申请(专利权)人(译)	浙江好络维医疗技术有限公司		
申请(专利权)人(译)	浙江好络维医疗技术有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	浙江好络维医疗技术有限公司		
[标]发明人	顾林跃 卢清君 李双龙 孙斌 金衍昆		
发明人	顾林跃 卢清君 李双龙 孙斌 金衍昆 杨辰熠		
IPC分类号	A61B5/0402 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/0402 A61B5/7203 A61B5/7225 A61B5/725		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种低功耗多电极生理参数采集电路，它包括ECG信号出入通道和模数转换器ADC，所述ECG信号的输入通道包括多条心电信号输入LA、RA、LL和V1-V6中一个或者多个组成，该信号的输入通道选择电路可以是一个或者多个低功耗模拟开关，所述ECG通道输入通过MCU控制器来切换选择，并通过RC滤波电路后再经过模数转换器ADC转换为数字信号输出，达到了小体积、低噪声和低功耗的设计要求，并且解决了传统单心电切换实现多导联延时的问题，实现多导数据实时显示。简化了模拟开关切换电路和解决导联脱落检测干扰问题，它具有小体积、低噪声和低功耗的设计要求，并且解决了传统单心电切换实现多导联延时的问题，实现多导数据实时显示，简化了模拟开关切换电路和解决导联脱落检测干扰问题等特点。

