



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105534495 A

(43) 申请公布日 2016. 05. 04

(21) 申请号 201610002208. 6

(22) 申请日 2016. 01. 02

(71) 申请人 无锡桑尼安科技有限公司

地址 214000 江苏省无锡市锡山区东亭街道  
迎宾北路 1 号

(72) 发明人 不公告发明人

(51) Int. Cl.

A61B 5/0205(2006. 01)

A61B 5/024(2006. 01)

A61B 5/0402(2006. 01)

A61B 5/00(2006. 01)

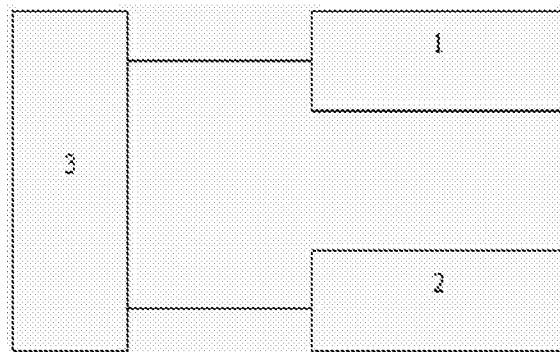
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

潜水员水下机能检测系统

(57) 摘要

本发明涉及一种潜水员水下机能检测系统, 所述检测系统包括脉搏检测子系统、心电图检测子系统和 MSP430 单片机, 所述脉搏检测子系统用于对水下的潜水员的脉搏状态进行检测, 所述心电图检测子系统用于对驾驶舱内水下的潜水员的心电状态进行检测, 所述 MSP430 单片机与所述脉搏检测子系统和所述心电图检测子系统分别连接, 根据所述脉搏检测子系统和所述心电图检测子系统的检测结果确定是否进行身体机能异常报警。通过本发明, 能够在水下潜水员身体机能出现问题而潜水员不自知的情况下, 及时进行机能报警, 从而避免潜水事故发生。



1. 一种潜水员水下机能检测系统,所述检测系统包括脉搏检测子系统、心电图检测子系统和MSP430单片机,所述脉搏检测子系统用于对水下的潜水员的脉搏状态进行检测,所述心电图检测子系统用于对驾驶舱内水下的潜水员的心电状态进行检测,所述MSP430单片机与所述脉搏检测子系统和所述心电图检测子系统分别连接,根据所述脉搏检测子系统和所述心电图检测子系统的检测结果确定是否进行身体机能异常报警。

2. 如权利要求1所述的潜水员水下机能检测系统,其特征在于,所述检测系统包括:

防水外壳,位于潜水服上,用于为所述检测系统内的电子设备提供防水保护;

警示屏,设置在潜水服手臂位置,与MSP430单片机连接,用于在接收到异常状态信号时,显示按键通话字符,在接收到正常状态信号时,不进行显示操作;

紧急按键,设置在潜水服手臂位置上,位于所述警示屏旁边;

按键驱动设备,与所述紧急按键连接,用于在接收到所述紧急按键上的按压操作时,发出电源供应信号;

紧急通信设备,设置在潜水服手臂位置上,位于所述警示屏旁边,用于将潜水员的通话信息通过通信链路发送到岸上的潜水管理中心的服务器处;

开关切换设备,与所述按键驱动设备连接,在接收到所述电源供应信号时,打开所述独立供电设备和所述紧急通信设备之间的连接通道以保持所述独立供电设备对所述紧急通信设备的电力供应;

独立供电设备,与所述警示屏、所述按键驱动设备、所述开关切换设备和所述紧急通信设备分别连接,仅为所述警示屏、所述按键驱动设备、所述开关切换设备和所述紧急通信设备提供电力供应;

第一电阻,一端与5V电源连接,另一端与红外接收二极管的正端连接;

第二电阻,一端与5V电源连接,另一端与第三电阻的一端连接;

第三电阻,另一端接地,并具有与第二电阻相同的阻值;

第一双路运算放大器,用于产生2.5V的基准电压,其正端与第二电阻的另一端连接,负端与第一电容的一端连接,输出端与红外发射二极管的负端连接,负端还与红外发射二极管的负端连接;

第一电容,另一端接地;

第四电阻,一端与红外发射二极管的负端连接;

第二双路运算放大器,正端与第四电阻的另一端连接,负端与红外接收二极管的正端连接,输出端作为脉搏电压;

第五电阻,并联在第二双路运算放大器负端和第二双路运算放大器输出端之间;

第二电容,并联在第二双路运算放大器负端和第二双路运算放大器输出端之间;

红外发射二极管,设置在潜水员耳部毛细血管位置,用于发射红外光,红外发射二极管的负端与红外接收二极管的正端连接;

红外接收二极管,设置在潜水员耳部毛细血管位置,位于所述红外发射二极管的相对位置,用于接收透射潜水员耳部毛细血管后的红外光;

信号采集设备,包括多个医用电极和多个运动轨迹传感器,所述多个医用电极分别设置在潜水员体表处的多个固定位置,用于提取潜水员心电场在体表处的多个固定位置分别产生的多个电压,每一个运动轨迹传感器紧邻一个医用电极放置,用于提取对应位置处潜

水员因为呼吸和人体运动而产生的漂移心电电压信号；

运动轨迹消除设备，与所述多个医用电极和所述多个运动轨迹传感器别连接，将每一个医用电极产生的每一个电压与对应运动轨迹传感器产生的漂移心电电压信号求和，以获得对应的目标电压；

导联电路，与所述运动轨迹消除设备连接，用于接收多个目标电压，基于所述多个目标电压计算心电电压差并输出；

信号放大电路，与所述导联电路连接，用于接收所述心电电压差并对所述心电电压差放大；

带通滤波电路，与所述信号放大电路连接，用于滤除放大后的心电电压差中的噪声成分以获得滤波电压差；

模数转换电路，与所述带通滤波电路连接，用于对滤波电压差进行模数转换，以获得数字化电压差；

心电图参数提取电路，与所述模数转换器连接，基于所述数字化电压差提取潜水员的窦性心率和PR间隔；

MSP430单片机，与所述第二双路运算放大器的输出端和所述心电图参数提取电路分别连接以获得所述脉搏电压、所述窦性心率和所述PR间隔，当所述脉搏电压在预设脉搏范围之外时，发出脉搏异常识别信号，当所述窦性心率在预设窦性心率范围之外时，发出窦性心率异常识别信号，当所述PR间隔在预设PR间隔范围之外时，发出PR间隔异常识别信号；

其中，当MSP430单片机发出脉搏异常识别信号、窦性心率异常识别信号或PR间隔异常识别信号时，MSP430单片机同时发出异常状态信号，否则，MSP430单片机同时发出正常状态信号；

其中，所述心电电压差包括多个电压差；

其中，第一双路运算放大器和第二双路运算放大器都为TI公司的双路运算放大器。

3. 如权利要求2所述的潜水员水下机能检测系统，其特征在于：

当红外发射二极管和红外接收二极管之间无脉搏时，脉搏电压为2.5V。

4. 如权利要求2所述的潜水员水下机能检测系统，其特征在于：

当红外发射二极管和红外接收二极管之间存在跳动的脉搏时，血脉使耳部透光性变差，脉搏电压大于2.5V。

5. 如权利要求2所述的潜水员水下机能检测系统，其特征在于：

所述紧急通信设备为超声波通信设备。

6. 如权利要求2所述的潜水员水下机能检测系统，其特征在于：

所述紧急通信设备为声纳通信设备。

## 潜水员水下机能检测系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及身体机能检测领域,尤其涉及一种潜水员水下机能检测系统。

### 背景技术

[0002] 潜水员,是在水下工作的专业人员,即按规定经医学检查与选拔确认身体合格,经专业知识和技能训练获得资格证书的从事潜水工作的专业人员。

[0003] 潜水员负担的水下工作常见的有:水下勘测、水下救援、水下打捞、水下教学等工作,由于工作环境在水下,而水下并非人类正常的生活环境,在水下工作的过程中,潜水员很容易产生各种生理参数的变化,甚至情绪上的波动,这些变化和波动都能在生理参数上得到反映。一旦潜水员在水下突发疾病或者精神突变,对潜水员的人身安全将造成极大的影响,严重时甚至导致潜水员溺亡。

[0004] 由此可见,如果能够对水下潜水员的各项生理参数进行准确探测,在感应到某项生理参数超过警戒值时即立即进行报警,通知潜水员乃至水上救援中心,就能够为潜水员的水下操作营造一个安全的工作环境。

[0005] 然而,现有技术中,潜水员在水下所携带的检测器件主要集中在对水下环境的检测,例如水压检测、图像传感器等,而对潜水员本身的生理状态缺乏有效的水下检测仪器,更不用说在潜水员生理状态异常时,能够提供便于潜水员紧急报警的通信设备。

[0006] 由此可见,现有技术中存在以下技术问题:(1)缺乏有效的潜水员水下生理状态检测设备;(2)缺乏有效的生理参数预警机制;(3)缺乏在危险时刻能够紧急触发并帮助潜水员与水上救援平台通信的紧急通信通道。

[0007] 因此,本发明提出了一种潜水员水下机能检测系统,能够及时了解水下潜水员的脉搏信号和心电图信号,一旦出现异常时,能够启动紧急通信机制以帮助潜水员快速与水上救援平台建立通信联系,从而有效地避免潜水员溺亡事故的发生。

### 发明内容

[0008] 为了解决现有技术存在的技术问题,本发明提供了一种潜水员水下机能检测系统,利用有针对性的、可用于水下的紧凑结构的脉搏监控设备和心电图监控设备分别实现对水下潜水员的脉搏信息和心电图信息的提取,并在异常时触发报警机制,更关键的是,在异常时触发紧急通信通道便于潜水员使用,以尽快将自己的当前状况告知水上救援中心,便于水上救援中心快速赶赴救援。

[0009] 根据本发明的一方面,提供了一种潜水员水下机能检测系统,所述检测系统包括脉搏检测子系统、心电图检测子系统和MSP430单片机,所述脉搏检测子系统用于对水下的潜水员的脉搏状态进行检测,所述心电图检测子系统用于对驾驶舱内水下的潜水员的心电状态进行检测,所述MSP430单片机与所述脉搏检测子系统和所述心电图检测子系统分别连接,根据所述脉搏检测子系统和所述心电图检测子系统的检测结果确定是否进行身体机能异常报警。

[0010] 更具体地,在所述潜水员水下机能检测系统中,包括:防水外壳,位于潜水服上,用于为所述检测系统内的电子设备提供防水保护;警示屏,设置在潜水服手臂位置,与MSP430单片机连接,用于在接收到异常状态信号时,显示按键通话字符,在接收到正常状态信号时,不进行显示操作;紧急按键,设置在潜水服手臂位置上,位于所述警示屏旁边;按键驱动设备,与所述紧急按键连接,用于在接收到所述紧急按键上的按压操作时,发出电源供应信号;紧急通信设备,设置在潜水服手臂位置上,位于所述警示屏旁边,用于将潜水员的通话信息通过通信链路发送到岸上的潜水管理中心的服务器处;开关切换设备,与所述按键驱动设备连接,在接收到所述电源供应信号时,打开所述独立供电设备和所述紧急通信设备之间的连接通道以保持所述独立供电设备对所述紧急通信设备的电力供应;独立供电设备,与所述警示屏、所述按键驱动设备、所述开关切换设备和所述紧急通信设备分别连接,仅为所述警示屏、所述按键驱动设备、所述开关切换设备和所述紧急通信设备提供电力供应;第一电阻,一端与5V电源连接,另一端与红外接收二极管的正端连接;第二电阻,一端与5V电源连接,另一端与第三电阻的一端连接;第三电阻,另一端接地,并具有与第二电阻相同的阻值;第一双路运算放大器,用于产生2.5V的基准电压,其正端与第二电阻的另一端连接,负端与第一电容的一端连接,输出端与红外发射二极管的负端连接,负端还与红外发射二极管的负端连接;第一电容,另一端接地;第四电阻,一端与红外发射二极管的负端连接;第二双路运算放大器,正端与第四电阻的另一端连接,负端与红外接收二极管的正端连接,输出端作为脉搏电压;第五电阻,并联在第二双路运算放大器负端和第二双路运算放大器输出端之间;第二电容,并联在第二双路运算放大器负端和第二双路运算放大器输出端之间;红外发射二极管,设置在潜水员耳部毛细血管位置,用于发射红外光,红外发射二极管的负端与红外接收二极管的正端连接;红外接收二极管,设置在潜水员耳部毛细血管位置,位于所述红外发射二极管的相对位置,用于接收透射潜水员耳部毛细血管后的红外光;信号采集设备,包括多个医用电极和多个运动轨迹传感器,所述多个医用电极分别设置在潜水员体表处的多个固定位置,用于提取潜水员心电场在体表处的多个固定位置分别产生的多个电压,每一个运动轨迹传感器紧邻一个医用电极放置,用于提取对应位置处潜水员因为呼吸和人体运动而产生的漂移心电电压信号;运动轨迹消除设备,与所述多个医用电极和所述多个运动轨迹传感器别连接,将每一个医用电极产生的每一个电压与对应运动轨迹传感器产生的漂移心电电压信号求和,以获得对应的目标电压;导联电路,与所述运动轨迹消除设备连接,用于接收多个目标电压,基于所述多个目标电压计算心电电压差并输出;信号放大电路,与所述导联电路连接,用于接收所述心电电压差并对所述心电电压差放大;带通滤波电路,与所述信号放大电路连接,用于滤除放大后的心电电压差中的噪声成分以获得滤波电压差;模数转换电路,与所述带通滤波电路连接,用于对滤波电压差进行模数转换,以获得数字化电压差;心电图参数提取电路,与所述模数转换器连接,基于所述数字化电压差提取潜水员的窦性心率和PR间隔;MSP430单片机,与所述第二双路运算放大器的输出端和所述心电图参数提取电路分别连接以获得所述脉搏电压、所述窦性心率和所述PR间隔,当所述脉搏电压在预设脉搏范围之外时,发出脉搏异常识别信号,当所述窦性心率在预设窦性心率范围之外时,发出窦性心率异常识别信号,当所述PR间隔在预设PR间隔范围之外时,发出PR间隔异常识别信号;其中,当MSP430单片机发出脉搏异常识别信号、窦性心率异常识别信号或PR间隔异常识别信号时,MSP430单片机同时发出异常状态信号,否则,

MSP430单片机同时发出正常状态信号;所述心电电压差包括多个电压差;第一双路运算放大器和第二双路运算放大器都为TI公司的双路运算放大器。

[0011] 更具体地,在所述潜水员水下机能检测系统中:当红外发射二极管和红外接收二极管之间无脉搏时,脉搏电压为2.5V。

[0012] 更具体地,在所述潜水员水下机能检测系统中:当红外发射二极管和红外接收二极管之间存在跳动的脉搏时,血脉使耳部透光性变差,脉搏电压大于2.5V。

[0013] 更具体地,在所述潜水员水下机能检测系统中:所述紧急通信设备为超声波通信设备。

[0014] 更具体地,在所述潜水员水下机能检测系统中:所述紧急通信设备为声纳通信设备。

### 附图说明

[0015] 以下将结合附图对本发明的实施方案进行描述,其中:

[0016] 图1为本发明的潜水员水下机能检测系统的第一实施例的结构方框图。

[0017] 附图标记:1脉搏检测子系统;2心电图检测子系统;3MSP430单片机

### 具体实施方式

[0018] 下面将参照附图对本发明的潜水员水下机能检测系统的实施方案进行详细说明。

[0019] 由于水下工作环境的复杂性,潜水员是一项要求较高、危险度很高的行业。在水下工作,潜水员不仅仅要面对各种未知的环境干扰,以及各种不同生物的侵袭,而且更危险的是,在水下一旦患病,潜水员很难凭借自身的力量逃出水下环境,以及在水下一旦精神出现波动,潜水员也很难获悉自身的异常状态。

[0020] 因此,首先要在水下能够建造围绕潜水员各种生理参数检测而展开的辅助电子设备,对潜水员的各个生理参数进行检测,同时还需要在发现异常时进行报警的机制,以及为潜水员提供紧急通话设备的机制,便于外部救援力量能够迅速与处于困境的潜水员建立联系。显然,在现有技术中缺乏上述技术方案。

[0021] 为此,本发明搭建了一种潜水员水下机能检测系统,采用高精度的脉搏监控设备和心电图监控设备对潜水员的脉搏和多个心电图参数进行及时检测和报警,并在识别到潜水员状态异常时,及时启动紧急通话设备,便于水上救援中心快速定位潜水员的位置,从而及时提供有效的救援力量。

[0022] 图1为本发明的潜水员水下机能检测系统的第一实施例的结构方框图,所述检测系统包括脉搏检测子系统、心电图检测子系统和MSP430单片机,所述脉搏检测子系统用于对水下的潜水员的脉搏状态进行检测,所述心电图检测子系统用于对驾驶舱内水下的潜水员的心电状态进行检测,所述MSP430单片机与所述脉搏检测子系统和所述心电图检测子系统分别连接,根据所述脉搏检测子系统和所述心电图检测子系统的检测结果确定是否进行身体机能异常报警。

[0023] 接着,继续对本发明的潜水员水下机能检测系统的第二实施例进行进一步的说明。

[0024] 所述检测系统包括:防水外壳,位于潜水服上,用于为所述检测系统内的电子设备

提供防水保护;警示屏,设置在潜水服手臂位置,与MSP430单片机连接,用于在接收到异常状态信号时,显示按键通话字符,在接收到正常状态信号时,不进行显示操作。

[0025] 所述检测系统包括:紧急按键,设置在潜水服手臂位置上,位于所述警示屏旁边;按键驱动设备,与所述紧急按键连接,用于在接收到所述紧急按键上的按压操作时,发出电源供应信号;紧急通信设备,设置在潜水服手臂位置上,位于所述警示屏旁边,用于将潜水员的通话信息通过通信链路发送到岸上的潜水管理中心的服务器处。

[0026] 所述检测系统包括:开关切换设备,与所述按键驱动设备连接,在接收到所述电源供应信号时,打开所述独立供电设备和所述紧急通信设备之间的连接通道以保持所述独立供电设备对所述紧急通信设备的电力供应;独立供电设备,与所述警示屏、所述按键驱动设备、所述开关切换设备和所述紧急通信设备分别连接,仅为所述警示屏、所述按键驱动设备、所述开关切换设备和所述紧急通信设备提供电力供应。

[0027] 所述检测系统包括:第一电阻,一端与5V电源连接,另一端与红外接收二极管的正端连接;第二电阻,一端与5V电源连接,另一端与第三电阻的一端连接;第三电阻,另一端接地,并具有与第二电阻相同的阻值;第一双路运算放大器,用于产生2.5V的基准电压,其正端与第二电阻的另一端连接,负端与第一电容的一端连接,输出端与红外发射二极管的负端连接,负端还与红外发射二极管的负端连接。

[0028] 所述检测系统包括:第一电容,另一端接地;第四电阻,一端与红外发射二极管的负端连接;第二双路运算放大器,正端与第四电阻的另一端连接,负端与红外接收二极管的正端连接,输出端作为脉搏电压;第五电阻,并联在第二双路运算放大器负端和第二双路运算放大器输出端之间;第二电容,并联在第二双路运算放大器负端和第二双路运算放大器输出端之间。

[0029] 所述检测系统包括:红外发射二极管,设置在潜水员耳部毛细血管位置,用于发射红外光,红外发射二极管的负端与红外接收二极管的正端连接;红外接收二极管,设置在潜水员耳部毛细血管位置,位于所述红外发射二极管的相对位置,用于接收透射潜水员耳部毛细血管后的红外光;信号采集设备,包括多个医用电极和多个运动轨迹传感器,所述多个医用电极分别设置在潜水员体表处的多个固定位置,用于提取潜水员心电场在体表处的多个固定位置分别产生的多个电压,每一个运动轨迹传感器紧邻一个医用电极放置,用于提取对应位置处潜水员因为呼吸和人体运动而产生的漂移心电电压信号。

[0030] 所述检测系统包括:运动轨迹消除设备,与所述多个医用电极和所述多个运动轨迹传感器别连接,将每一个医用电极产生的每一个电压与对应运动轨迹传感器产生的漂移心电电压信号求和,以获得对应的目标电压;导联电路,与所述运动轨迹消除设备连接,用于接收多个目标电压,基于所述多个目标电压计算心电电压差并输出;信号放大电路,与所述导联电路连接,用于接收所述心电电压差并对所述心电电压差放大。

[0031] 所述检测系统包括:带通滤波电路,与所述信号放大电路连接,用于滤除放大后的心电电压差中的噪声成分以获得滤波电压差;模数转换电路,与所述带通滤波电路连接,用于对滤波电压差进行模数转换,以获得数字化电压差;心电图参数提取电路,与所述模数转换器连接,基于所述数字化电压差提取潜水员的窦性心率和PR间隔。

[0032] 所述检测系统包括:MSP430单片机,与所述第二双路运算放大器的输出端和所述心电图参数提取电路分别连接以获得所述脉搏电压、所述窦性心率和所述PR间隔,当所述

脉搏电压在预设脉搏范围之外时,发出脉搏异常识别信号,当所述窦性心率在预设窦性心率范围之外时,发出窦性心率异常识别信号,当所述PR间隔在预设PR间隔范围之外时,发出PR间隔异常识别信号。

[0033] 其中,当MSP430单片机发出脉搏异常识别信号、窦性心率异常识别信号或PR间隔异常识别信号时,MSP430单片机同时发出异常状态信号,否则,MSP430单片机同时发出正常状态信号;所述心电电压差包括多个电压差;第一双路运算放大器和第二双路运算放大器都为TI公司的双路运算放大器。

[0034] 可选地,在所述检测系统中:当红外发射二极管和红外接收二极管之间无脉搏时,脉搏电压为2.5V;当红外发射二极管和红外接收二极管之间存在跳动的脉搏时,血脉使耳部透光性变差,脉搏电压大于2.5V;所述紧急通信设备为超声波通信设备;以及所述紧急通信设备可选为声纳通信设备。

[0035] 另外,模数转换器即A/D转换器,或简称ADC,通常是指一个将模拟信号转变为数字信号的电子元件。通常的模数转换器是将一个输入电压信号转换为一个输出的数字信号。由于数字信号本身不具有实际意义,仅仅表示一个相对大小。故任何一个模数转换器都需要一个参考模拟量作为转换的标准,比较常见的参考标准为最大的可转换信号大小。而输出的数字量则表示输入信号相对于参考信号的大小。

[0036] 模拟数字转换器的分辨率是指,对于允许范围内的模拟信号,它能输出离散数字信号值的个数。这些信号值通常用二进制数来存储,因此分辨率经常用比特作为单位,且这些离散值的个数是2的幂指数。例如,一个具有8位分辨率的模拟数字转换器可以将模拟信号编码成256个不同的离散值(因为 $2^8=256$ ),从0到255(即无符号整数)或从-128到127(即带符号整数),至于使用哪一种,则取决于具体的应用。

[0037] 采用本发明的潜水员水下机能检测系统,针对现有技术中潜水员水下生理状态难以检测以及缺乏潜水员紧急通话设备的技术问题,采用高精度的脉搏监控设备和心电图监控设备对潜水员的脉搏和各个心电图参数进行及时检测和报警,引入生理参数预警机制和紧急通话机制,帮助水下潜水员及时获悉自身异常状态并提供快速联系外援的机会。

[0038] 可以理解的是,虽然本发明已以较佳实施例披露如上,然而上述实施例并非用以限定本发明。对于任何熟悉本领域的技术人员而言,在不脱离本发明技术方案范围情况下,都可利用上述揭示的技术内容对本发明技术方案做出许多可能的变动和修饰,或修改为等同变化的等效实施例。因此,凡是未脱离本发明技术方案的内容,依据本发明的技术实质对以上实施例所做的任何简单修改、等同变化及修饰,均仍属于本发明技术方案保护的范围内。



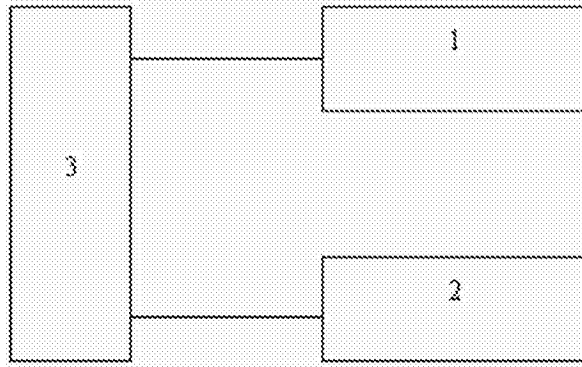


图1

专利名称(译)	潜水员水下机能检测系统		
公开(公告)号	<a href="#">CN105534495A</a>	公开(公告)日	2016-05-04
申请号	CN201610002208.6	申请日	2016-01-02
[标]申请(专利权)人(译)	无锡桑尼安科技有限公司		
申请(专利权)人(译)	无锡桑尼安科技有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	无锡桑尼安科技有限公司		
[标]发明人	不公告发明人		
发明人	不公告发明人		
IPC分类号	A61B5/0205 A61B5/024 A61B5/0402 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/0205 A61B5/02405 A61B5/02433 A61B5/0428 A61B5/6804 A61B5/74		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本发明涉及一种潜水员水下机能检测系统，所述检测系统包括脉搏检测子系统、心电图检测子系统和MSP430单片机，所述脉搏检测子系统用于对水下的潜水员的脉搏状态进行检测，所述心电图检测子系统用于对驾驶舱内水下的潜水员的心电状态进行检测，所述MSP430单片机与所述脉搏检测子系统和所述心电图检测子系统分别连接，根据所述脉搏检测子系统和所述心电图检测子系统的检测结果确定是否进行身体机能异常报警。通过本发明，能够在水下潜水员身体机能出现问题而潜水员不自知的情况下，及时进行机能报警，从而避免潜水事故发生。

