

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
A63B 23/18 (2006.01)
A61B 5/00 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200910090047.0

[43] 公开日 2009 年 12 月 30 日

[11] 公开号 CN 101612466A

[22] 申请日 2009.7.30

[21] 申请号 200910090047.0

[71] 申请人 清华大学

地址 100084 北京市 100084-82 信箱

[72] 发明人 李路明 吴 斌 胡春华 吴 萍
马伯志 郝红伟 谷志明

[74] 专利代理机构 北京众合诚成知识产权代理有限公司
代理人 朱 琨

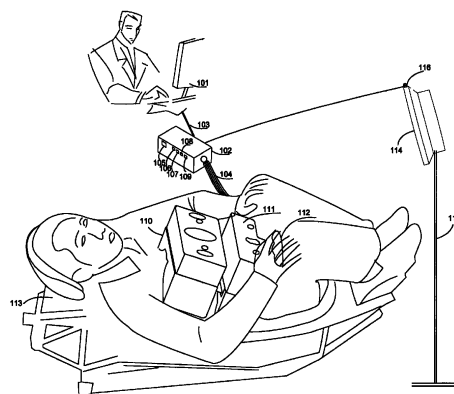
权利要求书 3 页 说明书 7 页 附图 3 页

[54] 发明名称

一种呼吸动作反馈训练系统

[57] 摘要

呼吸动作反馈训练系统，属于仪器仪表技术领域，其特征在于，该装置含有模拟压力系统，包括胸部加载装置、腹部加载装置、胸部加载砝码和腹部加载砝码；生理信号采集处理系统，包括肌电信号采集处理器、心电信号采集处理器、皮温信号采集处理器、呼吸信号采集处理器和皮阻信号采集处理器；微控制器采集肌电、心电、皮温、呼吸以及皮阻信号后经 CAN 收发器发送给上位机处理。本发明具有使用方便、安全系数高等优点。



1、呼吸动作反馈训练系统，其特征在于，含有模拟压力部、生理信号采集处理部和微控制器，其中：

模拟压力部，包括：胸部加载装置、腹部加载装置、胸部加载砝码和腹部加载砝码，其中：

胸部加载装置，下表面具有人体胸廓形状，与胸部接触表面粘接柔性材料，所述胸部加载砝码用螺栓固定在所述胸部加载装置上表面；

腹部加载装置，下表面具有人体腹部形状，表面粘接柔性材料，所述腹部加载砝码用螺栓固定在所述腹部加载装置上表面；

生理信号采集处理部，含有：肌电信号采集处理器、心电信号采集处理器、皮温信号采集处理器、呼吸信号采集处理器，以及皮阻信号采集处理器，其中：

肌电信号采集处理器，含有：两对肌电电极、输入端和所述两对肌电电极的输出端相连的第一前置放大器、输入端和所述第一前置放大器输出端相连的第一高通滤波电路、输入端和所述第一高通滤波电路输出端相连的第一低通滤波电路、以及输入端和所述第一低通滤波电路输出端相连的第一主放大器；

心电信号采集处理器，含有：两对心电电极、输入端和所述两对心电电极的输出端相连的第二前置放大器、输入端和所述第二前置放大器输出端相连的第二高通滤波电路、输入端和所述第二高通滤波电路输出端相连的第二低通滤波电路、以及输入端和所述第二低通滤波电路输出端相连的第二主放大器；

皮温信号采集处理器，含有依次串联的皮温传感器、测量电桥、输入放大器和第三主放大器；

呼吸信号采集处理器，含有：第一对呼吸电极、第二对呼吸电极、50KHz 激励信号输出电路、第一放大检波电路、第一滤波放大电路、150KHz 激励信号输出电路、第二放大检波电路、第二滤波放大电路和自动回零电路，其中：

第一对呼吸电极，输入端和所述 50KHz 激励信号输出电路的第一输出端相

连，输出端和所述第一放大检波电路的第一输入端相连，

第一放大检波电路，第二输入端和所述 50KHz 激励电路的第二输出端相连，

第一滤波放大电路，输入端和所述第一放大检波电路的输出端相连，

第二对呼吸电极，输入端和所述 150KHz 激励信号输出电路的第一输出端相连，输出端和所述第二放大检波电路的第一输入端相连，

第二放大检波电路，第二输入端和所述 150KHz 激励信号输出电路的第二输出端相连，

第二滤波放大电路，输入端和所述第二放大检波电路的输出端相连，

自动回零电路，第一输入端和所述第一滤波放大电路的输出端相连，第二输入端和所述第二滤波放大电路的输出端相连，所述自动回零电路的控制信号输出端同时与所述第一滤波放大电路、第二滤波放大电路这两个滤波放大电路的控制信号输入端相连，

皮阻信号采集处理器，含有：一对皮阻电极、直流激励电源和信号检测电路，所述一对皮阻电极的输入端与所述直流激励电源的输出端相连，所述一对皮阻电极的输出端与所述信号检测电路的输入端相连；

微控制器，集成有 A/D 转换器，所述 A/D 转换器的各输入端分别与所述第一主放大器、第二主放大器、第三主放大器、第一滤波放大电路、第二滤波放大电路以及信号检测电路的各对应输出端相连，所述微控制器输出的各数字信号经 CAN 收发器发送至上位机，所述微控制器和 CAN 收发器之间有一个光电隔离电路。

2、根据权利要求 1 所述的呼吸动作反馈训练系统，其特征在于，所述胸部加载砝码和所述腹部加载砝码各分为 5kg、2kg 和 1kg 三种规格。

3、根据权利要求 1 所述的呼吸动作反馈训练系统，其特征在于，所述肌电信号采集处理器的信号总增益为 300~2200，分辨率为 12bit；

所述心电信号采集处理器的总增益为 37.5~300，分辨率为 12bit；

所述皮温信号采集处理器的总增益为 80，分辨率为 12bit，测温范围为 0～60℃，全程精度 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ ，25～45℃之间精度 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ ；

所述呼吸信号采集处理器的激励源使用运放产生 50kHz 和 150kHz 振荡信号，呼吸信号采集处理器总增益为 100，分辨率为 12bit；

所述皮阻信号采集处理器利用加直流恒流源测量电压的方式来测量皮阻，测量范围为 0～500k Ω 。

4、根据权利要求 1 所述的呼吸动作反馈训练系统，其特征在于，还包括与所述微控制器相连的边灯，其用于测试被试者的反应速度。

5、根据权利要求 1 所述的呼吸动作反馈训练系统，其特征在于，还包括胸部加载装置与腹部加载装置之间的连接装置。

一种呼吸动作反馈训练系统

技术领域

本发明涉及一种呼吸动作反馈训练系统，特别是一种胸背向过载呼吸动作反馈训练系统。呼吸动作反馈训练系统是一种用模拟压力系统模拟过载，对被试者进行呼吸训练以对抗过载，并通过生理信号测量进行监测和分析的装置。

背景技术

过载训练一般采用离心机。适用对象为航天员和飞行员。

人类长期生活在地面，其身体结构和生理功能已经完全适应了地球 1G 环境。当飞船在上升或返回过程中，或者飞机在做大机动动作时，航天员和飞行员要耐受几倍甚至十几倍于自身体重的过载作用，这对于常人来说，显然是难以忍受的，有时甚至可能引起损伤和危及生命；虽然航天员和飞行员都通过了超重耐力适应性选拔，具备了一定的耐受水准，但若长期不经受训练，超重耐力水平也将很难提高和维持，更谈不上在实际的飞行中适应超重环境了。因此，超重耐力训练必须贯穿航天员和飞行员训练的始终。在实际的胸背向过载作用下，人的呼吸功能会受到很大的影响，在 4~5G 时，人的潮气量减少，呼吸频率加快；6~8G 出现胸痛，呼吸变得困难；更高 G 值作用时则可能引起呼吸严重困难、胸痛难以忍受。消除胸背向过载作用时的呼吸困难和胸痛症状直接关系到人体胸背向过载耐力的提高。

现有的抗胸背向过载呼吸动作训练是在离心机上进行的，需要多人协同合作才能完成，准备时间长，而且训练必须按照设定好的程序进行，灵活性较差，安全系数也不够高。

发明内容

针对现有技术的不足，本发明的目的是提供一种用于胸背向过载训练的呼吸动作反馈系统。

本发明的特征在于，含有模拟压力部、生理信号采集处理部和微控制器，其中：

模拟压力部，包括：胸部加载装置、腹部加载装置、胸部加载砝码和腹部加载砝码，其中：

胸部加载装置，下表面具有人体胸廓形状，与胸部接触表面粘接柔性材料，所述胸部加载砝码用螺栓固定在所述胸部加载装置上表面；

腹部加载装置，下表面具有人体腹部形状，表面粘接柔性材料，所述腹部加载砝码用螺栓固定在所述腹部加载装置上表面；

生理信号采集处理部，含有：肌电信号采集处理器、心电信号采集处理器、皮温信号采集处理器、呼吸信号采集处理器，以及皮阻信号采集处理器，其中：

肌电信号采集处理器，含有：两对肌电电极、输入端和所述两对肌电电极的输出端相连的前置放大器、输入端和所述前置放大器相连的高通滤波电路、输入端和所述高通滤波电路相连的低通滤波电路、以及输入端和低通滤波电路相连的第一主放大器；

心电信号采集处理器，含有：两对心电电极、输入端和所述两对心电电极的输出端相连的前置放大器、输入端和所述前置放大器相连的高通滤波电路、输入端和所述高通滤波电路相连的低通滤波电路、以及输入端和低通滤波电路相连的第二主放大器；

皮温信号采集处理器，含有依次串联的皮温传感器、测量电桥、输入放大器和第三主放大器；

呼吸信号采集处理器，含有：第一对呼吸电极、第二对呼吸电极、50KHz 激励电路、第一放大检波电路、第一滤波放大电路、150KHz 激励电路、第二放大

检波电路、第二滤波放大电路和自动回零电路，其中：

第一对呼吸电极，输入端和所述 50KHz 激励信号输出电路的第一输出端相连，输出端和所述第一放大检波电路的第一输入端相连，

第一放大检波电路，第二输入端和所述 50KHz 激励电路的第二输出端相连，
第一滤波放大电路，输入端和所述第一放大检波电路的输出端相连，

第二对呼吸电极，输入端和所述 150KHz 激励信号输出电路的第一输出端相连，输出端和所述第二放大检波电路的第一输入端相连，

第二放大检波电路，第二输入端和所述 150KHz 激励电路的第二输出端相连，
第二滤波放大电路，输入端和所述第二放大检波电路的输出端相连，

自动回零电路，第一输入端和所述第一滤波放大电路的输出端相连，第二输入端和所述第二滤波放大电路的输出端相连，所述自动回零电路的控制信号输出端同时与所述第一滤波放大电路、第二滤波放大电路这两个滤波放大电路的控制信号输入端相连，

皮阻信号采集处理器，含有：一对皮阻电极、直流激励电源和信号检测电路，所述一对皮阻电极的输出端与所述信号检测电路的输入端相连；

微控制器，集成有 A/D 转换器，所述 A/D 转换器的各输入端分别与所述第一主放大器、第二主放大器、第三主放大器、第一滤波放大电路、第二滤波放大电路以及信号检测电路的各对应输出端相连，所述微控制器输出的各数字信号经 CAN 收发器发送至上位机，所述微控制器和 CAN 收发器之间有一个光电隔离电路。

与现有技术相比，本发明具有如下有益效果：

(1) 采用重物块加载的方式模拟超重，可以有效模拟胸背向过载，避免离心机带来的不安全。

(2) 被试能够通过交互监视器实时观察自己的图谱和生理指标，对呼吸频率和呼吸幅度进行调整，进行呼吸动作反馈训练；

(3) 生理信号测量装置可对心电、肌电、呼吸、皮温和皮阻等多种信号进行采集和分析。

附图说明

图 1 是本发明的整体示意图。

图 2 是模拟压力系统的示意图。

图 3 是生理信号测量系统的框图。

具体实施方式

本发明提供了一种用于胸背向过载训练的呼吸动作反馈训练系统，包括模拟压力部、生理信号采集处理部和微控制器，其中：

模拟压力部包括：胸部加载装置、腹部加载装置、胸部加载砝码和腹部加载砝码，其中：

所述胸部加载装置的下表面与人体接触，为仿照人体胸廓形状设计，表面粘接柔性材料，上表面为平面，有两根用于固定加载砝码的螺柱；

所述腹部加载装置的下表面与人体接触，为仿照人体腹部形状设计，表面粘接柔性材料，上表面为平面，有两根用于固定加载砝码的螺柱；

所述胸部加载砝码形状与胸部加载装置上表面相同，分为 5kg、2kg 和 1kg 三种规格；

所述腹部加载砝码形状与腹部加载装置上表面相同，分为 5kg、2kg 和 1kg 三种规格；

生理信号采集处理部包括：肌电信号采集处理器、心电信号采集处理器、皮温信号采集处理器、呼吸信号采集处理器和皮阻信号采集处理器，其中：

所述肌电信号采集处理器的总增益为 300~2200 可调，分辨率为 12bit；

所述心电信号采集处理器的总增益为 37.5~300 可调，分辨率为 12bit；

所述皮温信号采集处理器的增益为 80，分辨率为 12bit，测温范围为 0~60℃，全程精度±0.2℃，25~45℃之间精度±0.1℃；

所述呼吸信号采集处理器，其特征在于，激励源使用运放产生 50kHz 和 150kHz 振荡信号，呼吸放大器增益为 100，分辨率为 12bit；

所述皮阻信号采集处理器，其特征在于，利用加直流恒流源测量电压的方式来测量皮阻，测量范围为 0~500kΩ；

微控制器，集成 A/D 转换器和 CAN 接口，A/D 转换器用于将放大后的心电、肌电、呼吸、皮温和皮阻信号转换为数字信号，通过 CAN 收发器转发给上位机；

所述胸背向过载训练装置依次按以下步骤进行航天员或飞行员训练：

- (1) 教员在航天员或飞行员胸、腹部指定位置贴上电极；
- (2) 航天员或飞行员躺到超重训练专用座椅上；
- (3) 连接生理信号测量系统和监测系统，并启动监测系统；
- (4) 向胸部加载装置和腹部加载装置上加载砝码；
- (5) 在监测显示器和交互监视器上显示图谱和生理指标，尤其是呼吸波形；
- (6) 航天员或飞行员根据图谱和生理指标调整自己的呼吸频率和呼吸幅度；
- (7) 教员通过鼠标和键盘对显示图谱进行调节，并控制边灯信号；
- (8) 航天员或飞行员在边灯亮时控制手柄将其熄灭。

下面结合附图对本发明的胸背向过载训练系统的实施方式做出详细说明。

图 1 所示的是一种胸背向过载呼吸动作反馈训练系统，包括监控系统 101、生理信号测量系统 102、模拟压力系统 110、加载重物块 111、座椅 113 和交互监视器 114。生理信号测量系统 102 包括电源开关 105、电源指示灯 106、电量指示 107、边灯接口 108、手柄接口 109、边灯 116 和手柄 112。交互监视器 114 还包括支架 115。航天员或飞行员贴好电极片后，躺入座椅 113，教员在航天员或飞行员胸、腹部放好模拟压力系统 110，然后再放上加载重物块 111，电极线

104 携带电极片，将人体生理信号传送到生理信号测量系统 102，生理信号测量系统 102 通过 USB 连接线 103 将经过转换的数字生理信号传送给监控系统 101 进行处理，教员对实时显示的生理指标和图谱进行监视，并对航天员或飞行员提出呼吸对抗动作要求，航天员或飞行员一面观看交互监视器上的波形根据要求调整呼吸幅度和频率，一面在边灯 116 点亮时操作手柄 112 将边灯 116 熄灭。

如图 2 所示，模拟压力系统 110 包括胸部模拟压力装置 201、腹部模拟压力装置 202、软连接 203 和重物块固定螺栓 206；加载重物块包括胸部重物块 204 和腹部重物块 205，胸部重物块 204 分为 1kg、2kg 和 5kg 三种，各 4 块，形状与胸部模拟压力装置相同，厚度不同，腹部重物块 205 也分为 1kg、2kg 和 5kg 三种，各 4 块，形状与腹部模拟压力装置 202 相同，厚度不同。胸部和腹部加载重物块的质量可分别从 1kg 到 32kg 进行调节。

如图 3 所示，生理信号测量系统 102 的内部电路结构包括两导肌电、两导心电、两导呼吸、一导皮阻和一导皮温的采集电路，并包括边灯 322 和手柄控制 323，以及 CAN 总线通信收发器 326。肌电电极 301、302 上的信号通过前置放大器 307 放大后，通过高通滤波电路 308、低通滤波电路 331 后，由第一主放大器 309 进行放大，所得到的模拟信号通过微控制器 324 的集成 AD 进行采样得到两导肌电信号；心电电极 303 上的信号通过前置放大器 332 放大后，通过高通滤波电路 333、低通滤波电路 334 后，由第二主放大器 335 进行放大，所得到的模拟信号通过微控制器 324 的集成 AD 进行采样得到两导心电的数字信号；皮温传感器 304 上的信号通过测量电桥 310 后进入输入放大器 311，然后由第三主放大器 312 放大后所得到的模拟信号通过微控制器 324 的集成 AD 进行采样得到皮温的数字信号；呼吸电极 305 和 306 上的信号分别由 50kHz 激励信号 313 和 150kHz 激励信号 316 激励后，分别由放大检波电路 314 和 318 放大后输入到滤波放大电路 315 和 319，所得到的模拟信号通过微控制器 324 的集成 AD 进行采样得到两导呼吸的数字信号，呼吸信号采集电路还包括自动回零电路 317；皮

阻电极 307 上的信号由直流激励源 320 生成，由信号检测电路 321 检测得到的模拟信号通过微控制器 324 的集成 AD 进行采样得到皮阻的数字信号。以上共 8 路数字信号由微控制器 324 通过 CAN 收发器 326 发送至上位机，微控制器 324 和 CAN 收发器 326 之间通过光耦 325 进行光电隔离。

上述方式只是本发明优选的实施方式，对于本领域内的普通技术人员而言，在本发明公开的胸背向过载训练系统基础上，很容易想到将其应用于其它过载训练系统，而不仅限于本发明具体实施方式所描述的系统结构，因此前面描述的方式只是优选的，而并不具有限制性的意义。

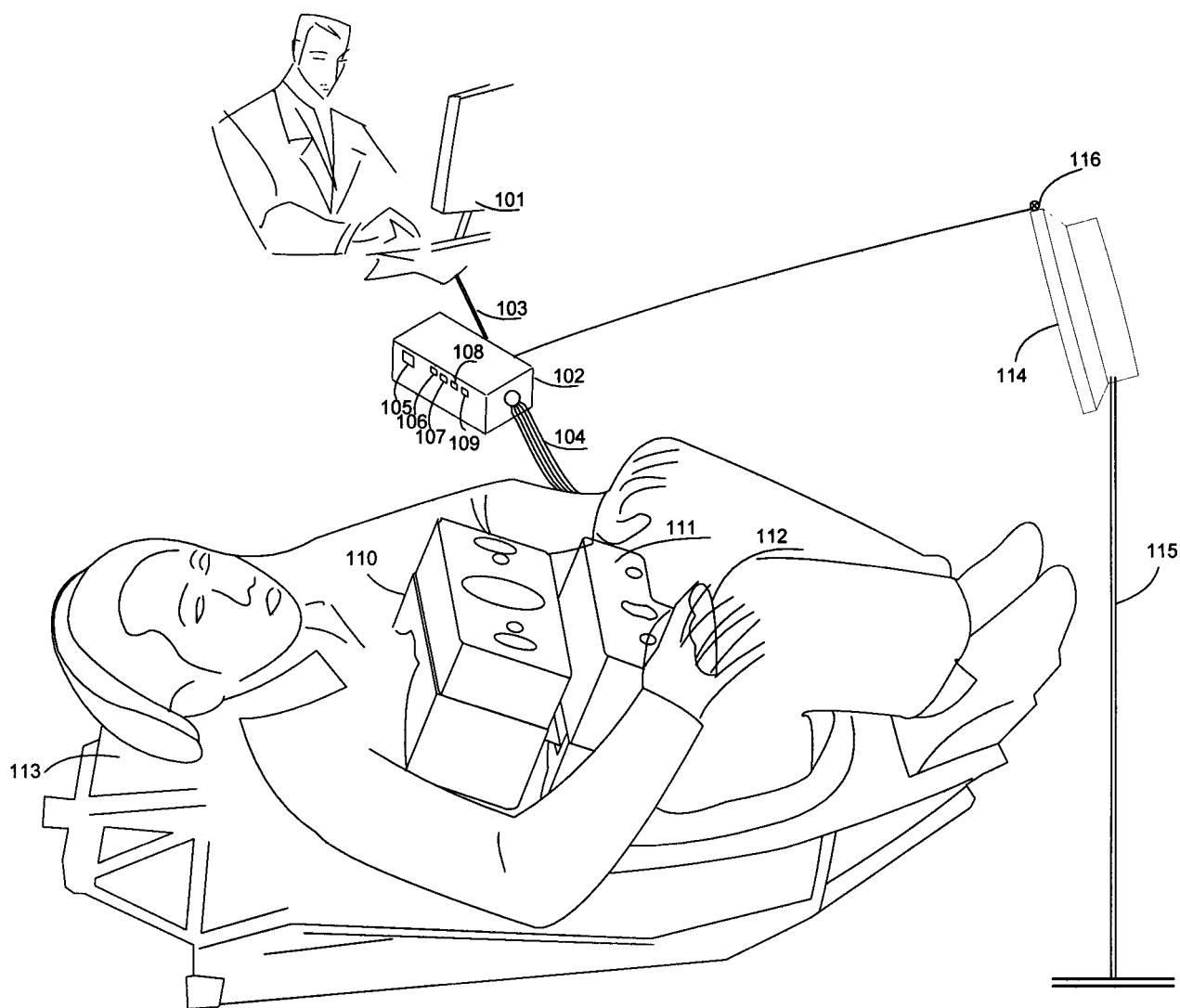


图 1

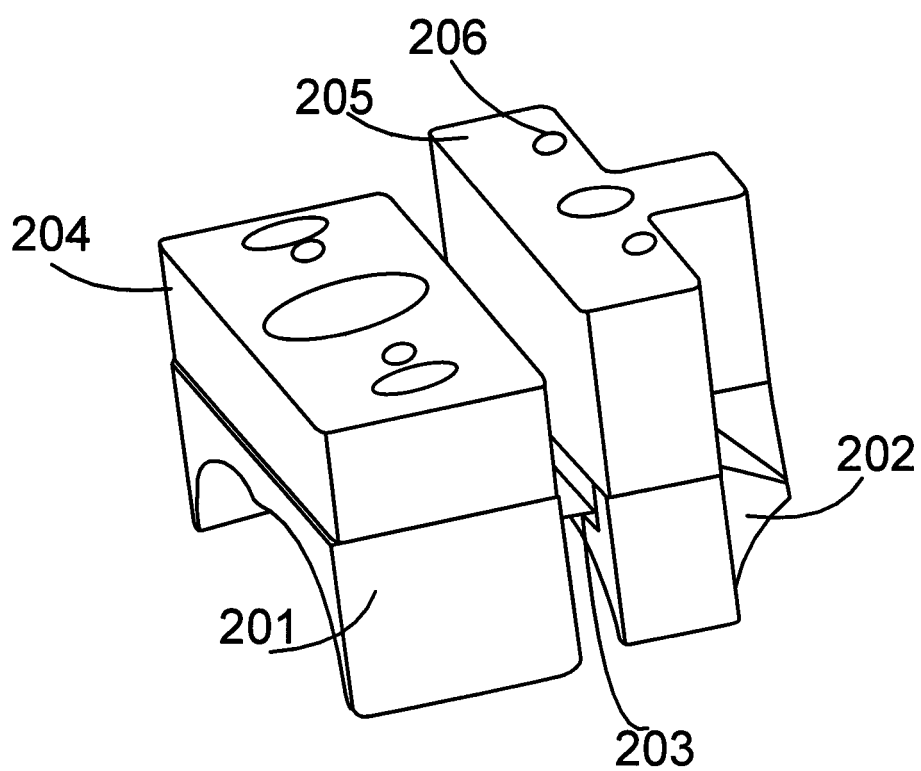


图 2

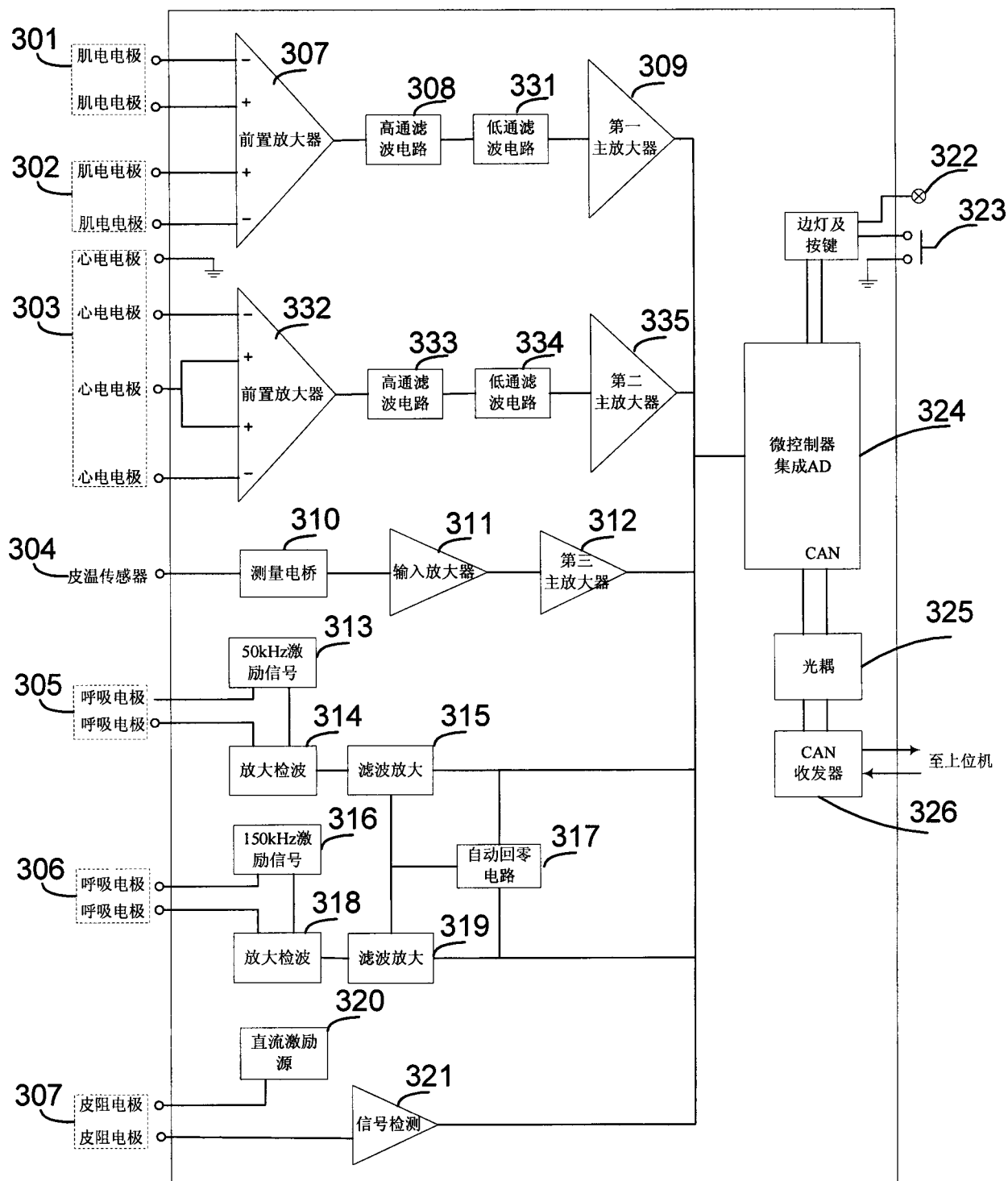


图 3

专利名称(译)	一种呼吸动作反馈训练系统		
公开(公告)号	CN101612466A	公开(公告)日	2009-12-30
申请号	CN200910090047.0	申请日	2009-07-30
[标]申请(专利权)人(译)	清华大学		
申请(专利权)人(译)	清华大学		
当前申请(专利权)人(译)	清华大学		
[标]发明人	李路明 吴斌 胡春华 吴萍 马伯志 郝红伟 谷志明		
发明人	李路明 吴斌 胡春华 吴萍 马伯志 郝红伟 谷志明		
IPC分类号	A63B23/18 A61B5/00		
代理人(译)	朱琨		
其他公开文献	CN101612466B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

呼吸动作反馈训练系统，属于仪器仪表技术领域，其特征在于，该装置含有模拟压力系统，包括胸部加载装置、腹部加载装置、胸部加载砝码和腹部加载砝码；生理信号采集处理系统，包括肌电信号采集处理器、心电信号采集处理器、皮温信号采集处理器、呼吸信号采集处理器和皮阻信号采集处理器；微控制器采集肌电、心电、皮温、呼吸以及皮阻信号后经CAN收发器发送给上位机处理。本发明具有使用方便、安全系数高等优点。

