



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107007300 A

(43)申请公布日 2017.08.04

(21)申请号 201710135360.6

(22)申请日 2017.03.08

(71)申请人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路800号

(72)发明人 刘洪海 孙学礼 李跃峰 王志永  
杨兴晨

(74)专利代理机构 上海旭诚知识产权代理有限公司 31220

代理人 郑立

(51) Int. Cl.

A61B 8/08(2006.01)

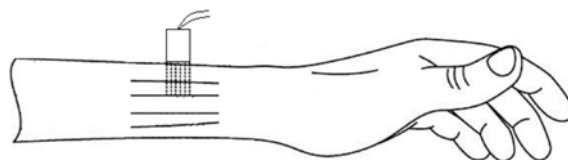
权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

一种用于肌肉群运动检测的多频单振元超声换能器

(57)摘要

一种用于肌肉群运动检测的多频单振元超声换能器,涉及一种非侵入式肌肉群运动检测装置,包括匹配层、电极引出线、背衬层、隔离层和外壳,所述背衬层堆叠在所述换能器组件上,所述背衬层和所述换能器组件被设置在所述外壳中;其中,所述超声换能器组件包括高频层和低频层,所述高频层、隔离层和所述低频层依次堆叠;所述高频层和所述低频层均单独发射和/或接收超声波,所述高频层和所述低频层均设置单独的电极引出线,由相互独立的脉冲信号分别驱动。本发明采用不同频率进行基于超声的肌肉群检测以兼顾空间分辨率和有效检测深度,通过有效的控制匹配层和隔离层的厚度与声阻抗从而使得多频超声换能器产生脉冲的回波达到最佳的效果。



1. 一种用于肌肉群运动检测的多频单振元超声换能器,其特征在于,包括超声换能器组件(10)、匹配层(20)、电极引出线(30)、背衬层(40)、隔离层(50)和外壳,所述背衬层(40)堆叠在所述换能器组件(10)上,所述背衬层(40)和所述换能器组件(10)被设置在所述外壳中;其中,所述超声换能器组件(10)包括高频层(11)和低频层(12),所述高频层(11)、所述隔离层(50)和所述低频层(12)依次堆叠;所述高频层(11)和所述低频层(12)均单独发射和/或接收超声波,所述高频层(11)和所述低频层(12)均设置单独的所述电极引出线(30),由相互独立的脉冲信号分别驱动。

2. 如权利要求1所述的用于肌肉群运动检测的多频单振元超声换能器,其特征在于,所述背衬层(40)、所述低频层(12)、所述隔离层(50)和所述高频层(11)依次堆叠,所述高频层(11)的一面靠近皮肤;将高频层(11)靠近皮肤的一面连接负极,背离皮肤的一面连接正极;低频层(12)靠近隔离层(50)的一面连接负极,靠近背衬层(40)的一面连接正极。

3. 如权利要求1所述的用于肌肉群运动检测的多频单振元超声换能器,其特征在于,所述背衬层(40)、所述低频层(12)、所述隔离层(50)和所述高频层(11)依次堆叠,所述高频层(11)的一面靠近皮肤;将高频层(11)靠近皮肤的一面连接正极,背离皮肤的一面连接负极;低频层(12)靠近隔离层(50)的一面连接负极,靠近背衬层(40)的一面连接正极。

4. 如权利要求2或3所述的用于肌肉群运动检测的多频单振元超声换能器,其特征在于,所述隔离层(50)设置在高频层(11)和低频层(12)之间,用于满足允许低频超声波通过并且隔离高频超声波的需求,使得低频层或高频层工作时相互不影响,所述隔离层(50)形状与所述换能器组件(10)对应,所述隔离层(50)的厚度和声阻抗与所述换能器组件(10)接收频率相匹配。

5. 如权利要求2或3所述的用于肌肉群运动检测的多频单振元超声换能器,其特征在于,所述高频层(11)先开始工作,单独发射脉冲并单独接收脉冲,在设定的时间间隔后,所述低频层(12)再开始工作,单独发射脉冲并单独接收脉冲;或者所述低频层(12)先开始工作,单独发射脉冲并单独接收脉冲,在设定的时间间隔后,所述高频层(11)再开始工作,单独发射脉冲并单独接收脉冲。

6. 如权利要求2或3所述的用于肌肉群运动检测的多频单振元超声换能器,其特征在于,所述高频层(11)和所述低频层(12)同时开始工作,均为单独发射脉冲并单独接收脉冲。

7. 如权利要求2或3所述的用于肌肉群运动检测的多频单振元超声换能器,其特征在于,所述低频层(12)发射脉冲,所述高频层(11)接收脉冲。

8. 如权利要求2或3所述的用于肌肉群运动检测的多频单振元超声换能器,其特征在于,所述低频层(12)和所述高频层(11)同时发射脉冲,仅所述高频层(11)接收脉冲。

9. 如权利要求2或3所述的用于肌肉群运动检测的多频单振元超声换能器,其特征在于,在所述的高频层(11)靠近皮肤的一面设置至少一层匹配层(20),所述匹配层(20)形状与所述换能器组件(10)对应,所述匹配层(20)的厚度和声阻抗与所述换能器组件(10)接收频率相匹配。

10. 如权利要求2或3所述的用于肌肉群运动检测的多频单振元超声换能器,其特征在于,所述背衬层(40)的材料为空气或者固体材料,所述固体材料为钨粉与环氧树脂的混合物,用于吸收多余的回波,增加换能器的带宽,所述背衬层(40)的厚度和声阻抗与所述换能器组件(10)接收频率相匹配。

## 一种用于肌肉群运动检测的多频单振元超声换能器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种非侵入式肌肉群运动检测装置,尤其涉及一种用于肌肉群运动检测的多频单振元超声换能器。

### 背景技术

[0002] 人机接口(Human Machine Interface)技术指的是机械或电子设备与人的意识之间交流的界面。人机接口通过一系列相应的传感技术获取人体的生理信号,经过特定的分类算法获知人类的运动“意图”,从而控制轮椅、假肢、外骨骼等外部设备。而对人体生理信号进行探测的传感器是人机接口技术中的重中之重。目前最为常用的是通过电极采集人体相应部位的电信号,例如人体肌肉电信号(EMG)、人体脑电信号(EEG)。然而,通过电极获取人体的电生理信号的方法也存在自身的缺陷。比如:信号微弱、信噪比低、容易受到外界的影响、信号特征时移、受到电极电磁的干扰等。

[0003] 由于超声波具有无电离辐射、对人体无害且制造成本低等特点,许多学者进行了利用超声探测人体生理信号的探索。近年来,利用超声检测人体肌肉群的运动信息的方法也被文献所报道。目前利用超声检测人体肌肉群的运动信息的方法总结起来主要有A超和B超。A超是利用单振元超声换能器,对某一位置的不同深度进行扫描,得到所谓的一维特性;而B超一般为阵列超声换能器或机械扫描换能器,对某一肌肉剖面进行扫描,得到二维特性;但是B超设备体积比较大、成本高,不适合用来作为人机接口的传感器设备。同时,两种超声方法均只能在单一工作频率下进行探测。而由超声波的物理特性可知,高频的超声具有较好的空间分辨率;但是随着频率的升高,超声波在人体组织内的衰减也越快,从而导致所探测深度的降低。因此,单一工作频率的超声换能器在检测肌肉群的运动信息时,无法兼顾空间分辨率和有效检测深度,而如何获得能够兼顾空间分辨率和有效检测深度的超声信号对于实现肌肉群运动检测具有十分重要的作用。

[0004] 另外,值得一提的是,虽然现在国外部分文献存在不同频率的超声换能器的设计,但是都是将低频超声用作功率类应用,高频超声用于成像或者探测类应用;现今研究中,并没有采用不同频率进行超声的肌肉群检测以兼顾空间分辨率和有效检测深度的方法与设计。

### 发明内容

[0005] 有鉴于现有技术的上述缺陷,本发明所要解决的技术问题是采用不同频率进行超声的肌肉群检测以兼顾空间分辨率和有效检测深度,通过有效的控制匹配层和隔离层的厚度与声阻抗从而使得该多频超声换能器产生脉冲的回波达到最佳的效果。

[0006] 一种用于肌肉群运动检测的多频单振元超声换能器,其特征在于,包括超声换能器组件10、匹配层20、电极引出线30、背衬层40、隔离层50、和外壳,所述背衬层40堆叠在所述换能器组件10上,所述背衬层40和所述换能器组件10被设置在所述外壳中;其中,所述超声换能器组件10包括高频层11和低频层12,所述高频层11、隔离层50和所述低频层12依次

堆叠,用以检测同一位置不同深度的肌肉群的运动信息;所述高频层11和所述低频层12均为压电材料,形状均为圆柱形,但谐振频率不同,所述高频层11和所述低频层12谐振频率能够进行不同方式的组合;所述高频层11和所述低频层12均单独发射和/或接收超声波,所述高频层11和所述低频层12均设置单独的电极引出线30,由相互独立的脉冲信号分别驱动,通过控制硬件设备给高频层或者低频层单独加电压即可实现单独发射和/或接收超声波。

[0007] 进一步地,所述背衬层40、所述低频层12、所述隔离层50和所述高频层11依次堆叠,所述高频层11的一面靠近皮肤;将高频层11靠近皮肤的一面连接负极,背离皮肤的一面连接正极;低频层12靠近隔离层50的一面连接负极,靠近背衬层40的一面连接正极,该种引线方式的好处是比较安全,不会有电压加在人体一侧。

[0008] 进一步地,所述背衬层40、所述低频层12、所述隔离层50和所述高频层11依次堆叠,所述高频层11的一面靠近皮肤;将高频层11靠近皮肤的一面连接正极,背离皮肤的一面连接负极;低频层12靠近隔离层50的一面连接负极,靠近背衬层40的一面连接正极,该种引线方式的好处是不会在隔离层两边产生电势差,避免电压太大击穿隔离层而导致换能器损坏。

[0009] 进一步地,所述隔离层50设置在高频层11和低频层12之间,用于满足允许低频超声波通过并且隔离高频超声波的需求,使得低频层或高频层工作时相互不影响,所述隔离层50形状与所述换能器组件10对应,所述隔离层50的厚度和声阻抗与所述换能器组件10接收频率相匹配,隔离层的声阻抗为换能器组件10的压电材料声阻抗的0.2-0.3倍,厚度为高频层11的超声波长的0.1-0.5倍,具体参数与高低频率具体值相关。高频层11发射的脉冲适合测量肌肉表层信息,低频层发射的脉冲适合测量肌肉深层信息。高频层发射脉冲的信号频率在5-8MHz之间,低频层发射脉冲的信号频率在1-5MHz之间,高频层和低频层发射脉冲信号的频率比为2-8,且频率比越大相互间的干扰越小。高频层测量肌肉的深度在0mm-20mm之间,且频率越高探测的深度越浅;低频层测量肌肉的深度在20mm-80mm之间,且频率越低探测的深度越深。

[0010] 进一步地,所述高频层11先开始工作,单独发射脉冲并单独接收脉冲,在设定的时间间隔后,所述低频层12再开始工作,单独发射脉冲并单独接收脉冲;或者所述低频层12先开始工作,单独发射脉冲并单独接收脉冲,在设定的时间间隔后,所述高频层11再开始工作,单独发射脉冲并单独接收脉冲,通过单独发射脉冲和接收脉冲的工作方式,使用者能够单独获取肌肉表层和深层信息,并且尽可能的减少高频层和低频层发射频率的相互影响;这种工作方式能够得到不同深度的信息,并且高低频率干扰较少,适用于探测较复杂肌肉群的信息,例如人体大臂肌肉。

[0011] 进一步地,所述高频层11和所述低频层12同时开始工作,均为单独发射脉冲并单独接收脉冲;这种工作方式能够得到不同深度肌肉的信息,相比于其他三种工作方式,采用这种工作方式获得的肌肉信息量最大,但是高低频率之间可能存在干扰,适用于探测复杂肌肉群的信息,比如说人体前臂肌肉。

[0012] 进一步地,所述低频层12发射脉冲,所述高频层11接收脉冲,根据声波在传播中会发生衰减的物理特性,脉冲发射遇到肌肉后产生的回波为多种频率,主要是倍频(产生的输出信号频率是输入信号频率的整数倍称为倍频),通过低频发射高频接收的方式能够得到倍频信号的信息;该种工作方式能够得到倍频信息,适用于探测衰减很大的肌肉群信息,例

如人体大腿肌肉信息。

[0013] 进一步地,所述低频层12和所述高频层11同时发射脉冲,仅所述高频层11接收脉冲,通过设置低频层和高频层同时发射脉冲,可以将低频信号和高频信号结合在一起;该种工作方式能够得到倍频与原频率的信号,适用于探测衰减较大的肌肉群信息,比如说人体腹部肌肉信息。

[0014] 进一步地,在所述的高频层11靠近皮肤的一面设置至少一层匹配层20,所述匹配层20形状与所述换能器组件10对应,所述匹配层20的厚度和声阻抗与所述换能器组件10接收频率相匹配,声阻抗为换能器组件10的压电材料声阻抗的0.1-0.2倍,厚度为高频层超声波长的0.3-1.25倍,具体参数与高低频率具体值相关。

[0015] 进一步地,所述背衬层40的材料为空气或者固体材料,所述固体材料为钨粉与环氧树脂的混合物,用于吸收多余的回波,增加换能器的带宽,所述背衬层40的厚度与所述换能器组件10接收频率相匹配,厚度为4-8mm,具体参数与信号频率相关。

[0016] 进一步地,所述背衬层40的背离皮肤方向的表面被设置为斜面,以防止背面反射超声波,从而减少杂波的接收,提高换能器组件的带宽。

[0017] 进一步地,所述匹配层20和所述隔离层50的材料为固体材料,所述固体材料为钨粉与环氧树脂的混合物,钨粉作用是提高声阻抗使得满足声阻抗值的要求,环氧树脂的作用是减少衰减,同时也起到粘结的作用。

[0018] 进一步地,所述高频层11靠近皮肤一面安装声透镜,声透镜能够汇聚换能器发射的超声波,进一步提高定位精度。

[0019] 进一步的,一种用于肌肉群运动检测的多频单振元超声换能器检测的肌肉群运动信息检测方法,利用多频单振元超声换能器对扫描目标进行持续的单点扫描。

[0020] 进一步的,用于肌肉群运动检测的多频单振元超声换能器与扫描目标间使用耦合剂,所述耦合剂为一种医用的试剂,用于填充人体和换能器中间的空气,能够使超声信号更好的传播。

[0021] 与现有技术相比,本发明具有以下优点:

[0022] 1) 能通过超声波非侵入式地检测人体肌肉群的运动信息,不受皮肤表面状况的影响;

[0023] 2) 避免了电生理信号采集过程中容易受到电磁干扰与电极的影响;

[0024] 3) 高频层和低频层工作频率不同,在不同的深度上都可以保证良好的空间分辨率。

[0025] 4) 具有多种工作模式,使得多频单振元超声换能器可以满足不同的工作要求,能够同时或者单独得到肌肉表层和深层的基频以及倍频信号,从而得到肌肉群更加详细的信息。

[0026] 以下将结合附图对本发明的构思、具体结构及产生的技术效果作进一步说明,以充分地了解本发明的目的、特征和效果。

## 附图说明

[0027] 图1是本发明的一个较佳实施例的立体示意图。

[0028] 图2是本发明的一个较佳实施例的立体透视图。

- [0029] 图3是本发明的一个较佳实施例沿高度方向的剖视图。
- [0030] 图4是本发明的一个较佳实施例的换能器组件的立体示意图。
- [0031] 图5是本发明的一个较佳实施例的换能器组件沿高度方向的剖视图。
- [0032] 图6是本发明的一个较佳实施例的换能器组件的第一种引线方式。
- [0033] 图7是本发明的一个较佳实施例的换能器组件的第二种引线方式。
- [0034] 图8是使用本发明的一个较佳实施例检测人体肌肉群运动信息的操作方法示意图。
- [0035] 图中,10-超声换能器组件,11-高频层,12-低频层,20-匹配层,30-电极引出线,40-背衬层,50-隔离层。

### 具体实施方式

[0036] 以下结合附图对本发明涉及的一种用于肌肉群运动检测的多频单振元超声换能器的优选实施例做了详细描述,但本发明并不仅限于该实施例。为了是公众对本发明有彻底的了解,在以下本发明优选实施例中详细说明了具体的细节。

[0037] 如图1-5所示,一种用于肌肉群运动检测的多频单振元超声换能器,包括超声换能器组件10、匹配层20、电极引出线30、背衬层40、隔离层50、外壳,其中,超声换能器组件10包括高频层11和低频层12,高频层11和低频层12均为压电材料,形状均为圆柱形,图3中的竖线为电极引出线30;如图4和图5所示,多频单振元超声换能器中的高频层11和低频层12的压电材料的厚度不同,因此其谐振频率也不相同。对于人体肌肉群运动信息的检测,通常对压电材料选取厚度方向的振动模式,谐振频率的取值范围在1-15MHz之间。为了减小两个压电材料发射的超声波之间的串扰,增加超声换能器的分辨率,选择差异较大的谐振频率,比如低频层1MHz和高频层5MHz组合,低频层1MHz和高频层8MHz组合。根据确定的工作频率,由压电材料的振动方程确定压电材料的具体形状和尺寸。

[0038] 以低频层1MHz/高频层5MHz组合为例。对于压电材料而言,具有一个频率常数,即压电材料的谐振频率与厚度的乘积为一个常数,该常数只与压电材料的种类和性质有关。对于某一种特定的压电材料,频率常数固定,因此可以根据选定的低频层发射频率值(1MHz)和高频层发射频率值(5MHz)来确定其的厚度。在该例中,选取圆形的压电材料,压电材料的近场深度与其直径和波长相关,根据波速公式,波速等于波长乘以频率,在同种介质中,波的传播速度相同,波长和频率之间的乘积不变,则频率选定之后材料的发射波长是确定的,因此近场深度就与超声换能器的直径相关。所谓近场深度即为近场和远场的区分点,近场的声波杂乱无序,远场的比较规则。由于多频单振元超声换能器并不是用来成像的,因此采用主要采用近场数据得到我们需要的肌肉信息。加之人体肌肉厚度有限,因此近场深度是有限的,从而能够得到直径的一个范围,又因为多频单振元超声换能器需要具有可穿戴性,对直径也是有一定要求的,从而确定了压电材料的厚度与直径。

[0039] 如图4-5所示,背衬层40、低频层12、隔离层50、高频层11和匹配层20依次堆叠并设置在外壳内,匹配层20的一面与高频层11接触,匹配层20的另一面与皮肤接触,用以检测同一位置不同深度的肌肉群的运动信息,兼顾了探测的分辨率和有效探测深度;高频层11和低频层12均能够单独发射和/或接收超声波,高频层11和低频层12均设置单独的电极引出线30,由相互独立的脉冲信号分别驱动,通过控制硬件设备给高频层或者低频层单独加电

压即可实现单独发射和/或接收超声波;隔离层50用于满足允许低频超声波通过并且隔离高频超声波的需求,使得低频层或高频层工作时相互不影响,隔离层的厚度与声阻抗需要与对应频率相匹配。

[0040] 引线连接方式设置为以下两种:

[0041] 第一种引线连接方式:如图6所示,将高频层11靠近皮肤的一面连接负极,背离皮肤的一面连接正极;低频层12靠近隔离层50的一面连接负极,靠近背衬层40的一面连接正极,该种引线方式的好处是比较安全,不会有电压加在人体一侧。

[0042] 第二种引线连接方式:如图7所示,将高频层11靠近皮肤的一面连接正极,背离皮肤的一面连接负极;低频层12靠近隔离层50的一面连接负极,靠近背衬层40的一面连接正极,该种引线方式的好处是不会在隔离层两边产生电势差,避免电压太大击穿隔离层而导致换能器损坏。

[0043] 以上两种引线连接方式相比,第二种引线方式更加常用。

[0044] 以上两种引线连接方式均具有以下四种工作方式,每次通过其中一种工作方式工作:

[0045] 工作方式一:高频层11先开始工作,单独发射脉冲并单独接收脉冲,在设定的时间间隔后,低频层12再开始工作,单独发射脉冲并单独接收脉冲;或者低频层12先开始工作,单独发射脉冲并单独接收脉冲,在设定的时间间隔后,高频层11再开始工作,单独发射脉冲并单独接收脉冲,通过单独发射脉冲和接收脉冲的工作方式,使用者能够单独获取肌肉表层和深层信息,并且尽可能的减少高频层和低频层发射频率的相互影响。

[0046] 工作方式二:高频层11和低频层12同时开始工作,均为单独发射脉冲并单独接收脉冲。

[0047] 工作方式三:低频层12发射脉冲,高频层11接收脉冲,根据声波在传播中会发生衰减的物理特性,脉冲发射遇到肌肉后产生的回波为多种频率,主要是倍频(产生的输出信号频率是输入信号频率的整数倍称为倍频),通过低频发射高频接收的方式能够得到倍频信号的信息。

[0048] 工作方式四:低频层12和低频层11同时发射脉冲,仅高频层11接收脉冲,通过设置低频层和低频层同时发射脉冲,可以将低频信号和高频信号结合在一起,用以检测同一位置不同深度的肌肉群的运动信息,兼顾了定位的精确度和有效深度。

[0049] 高频层11靠近皮肤一面安装声透镜,声透镜能够汇聚换能器发射的超声波,进一步提高定位精度。

[0050] 一种用于肌肉群运动检测的多频单振元超声换能器检测的肌肉群运动信息检测方法,利用多频单振元超声换能器对扫描目标进行持续的单点扫描。

[0051] 用于肌肉群运动检测的多频单振元超声换能器与扫描目标间使用耦合剂,耦合剂为一种医用的试剂,用于填充人体和换能器中间的空气,能够使超声信号更好的传播。

[0052] 如图8所示为用于肌肉群运动检测的多频单振元超声换能器检测人体肌肉群运动信息的操作方法。将多频单振元超声换能器固定于受试者前臂的皮肤表面,并将多频单振元超声换能器的引出线与相应的超声波发射和处理装置相连接,就可以通过超声换能器采集到对应超声换能器下方的人体肌肉群的运动信息。具体来说,超声换能器能够在电脉冲的激励下产生超声信号,在人体组织中传播的超声信号遇到不同组织界面时会发生反射,

反射回换能器的信号被超声处理装置解析,可以解算出不同界面的深度信息和一些其他信息。人体运动时,例如,手指或者手腕运动时,前臂的肌肉形态会发生变化,造成界面的深度和位置的变化,这些变化被超声换能器所捕捉,可以用来进行手指和收拾动作的识别。

[0053] 人的前臂在正面和背面分别有四层和三层肌肉,图8中以水平直线线条示意肌肉的层次,虚线模拟超声波。本发明涉及的多频超声单振元换能器可以提取不同层次的肌肉群的信号,并且在不同的深度上都有良好的分辨率。

[0054] 用于肌肉群运动检测的多频单振元超声换能器检测人体肌肉群运动信息的测试指标如下表1所示,其中,探测深度、盲区、分辨率指标使用KS107BG型超声体模进行测量,中心频率和带宽是在水中进行测量。探测深度指的是换能器能够探测的最大深度;盲区指的是换能器回波中不能分辨的最近的距离;分辨率指的是能够分辨的最小尺寸;中心频率指的是换能器实际的频率中心;带宽指的是中心频率附近-6dB的频率范围与中心频率的比值。这里以低频层5MHz/高频层8MHz的多频超声换能器为例:

[0055] 表1:具有高频层和低频层的多频超声换能器与和单频超声换能器性能测试对比

[0056]

超声频率 指标	低频层 5 MHz /高频层 8MHz 的 多频超声换能器		低频层 5MHz 单频超声换能 器	高频层 8MHz 单频超声换能 器
	低频层 5MHz	高频层 8MHz		
探测深度/mm	60	30	50	30
盲区/mm	2	2	2	2
分辨率/mm	0.5	0.5	0.5	0.5
中心频率/MHz	5	6	4.6	5.8
带宽/%	54	68.7	56	62.5

[0057] 通过数据可以看出,具有高频层和低频层的多频超声换能器的单一频率性能和单频超声换能器相比基本一致,说明该多频超声换能器保留了单频超声换能器的优良性能。在此基础上,多频超声换能器能够实现不同频率的超声波的发射和接收,从而实现在不同探测深度上都能保证良好的分辨率。

[0058] 以上详细描述了本发明的较佳具体实施例。应当理解,本领域的普通技术人员无需创造性劳动就可以根据本发明的构思作出诸多修改和变化。因此,凡本技术领域中技术人员依本发明的构思在现有技术的基础上通过逻辑分析、推理或者有限的实验可以得到的技术方案,皆应在由权利要求书所确定的保护范围内。

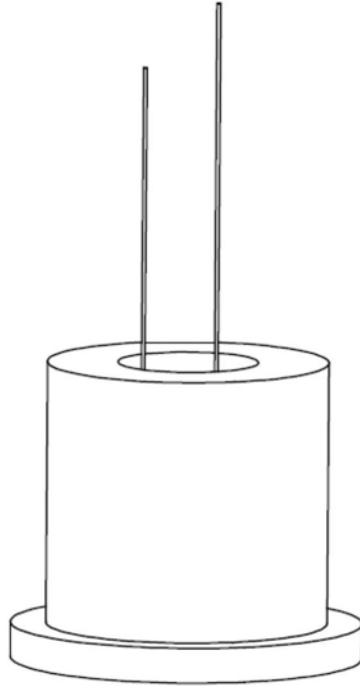


图1

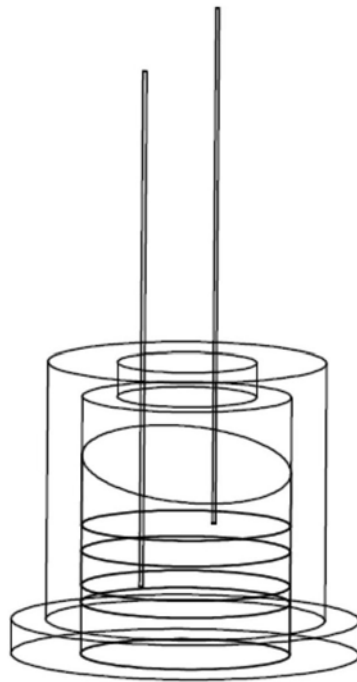


图2

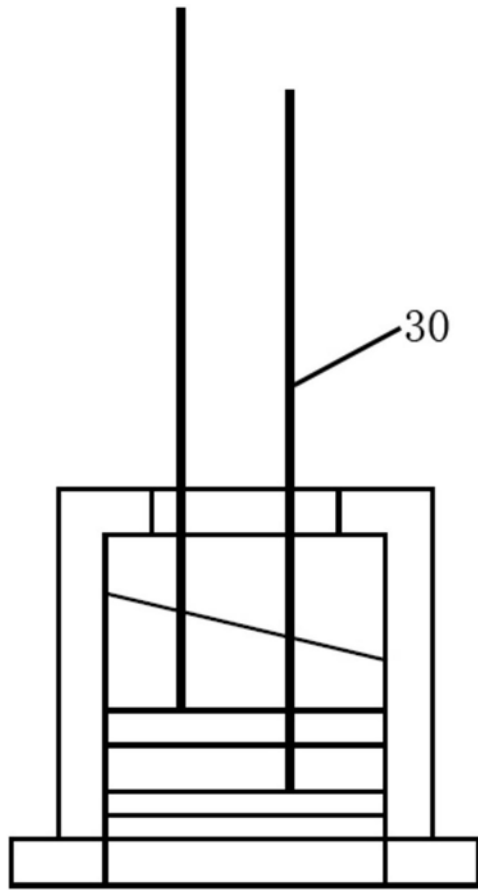


图3

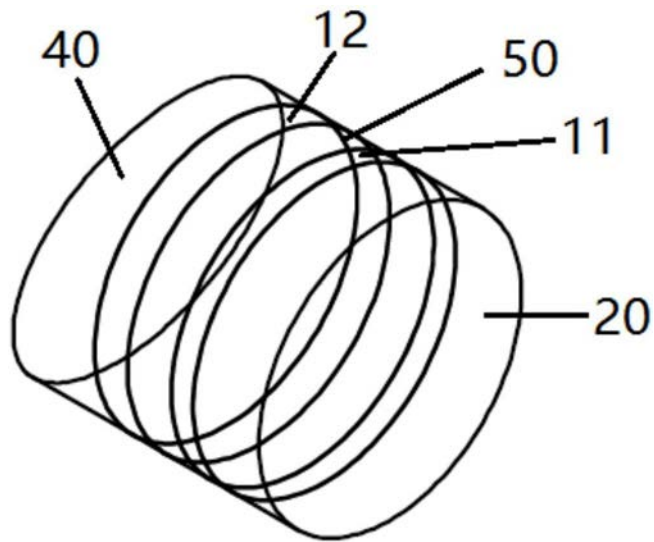


图4

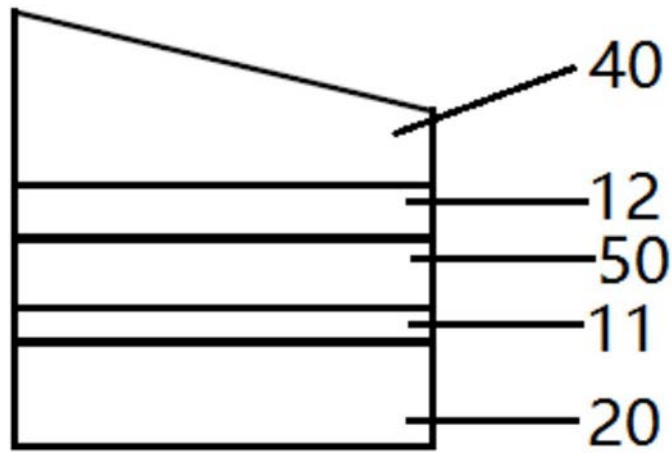


图5

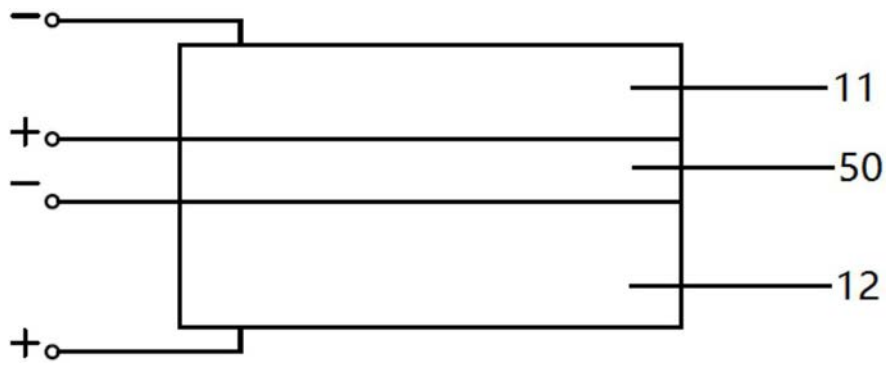


图6

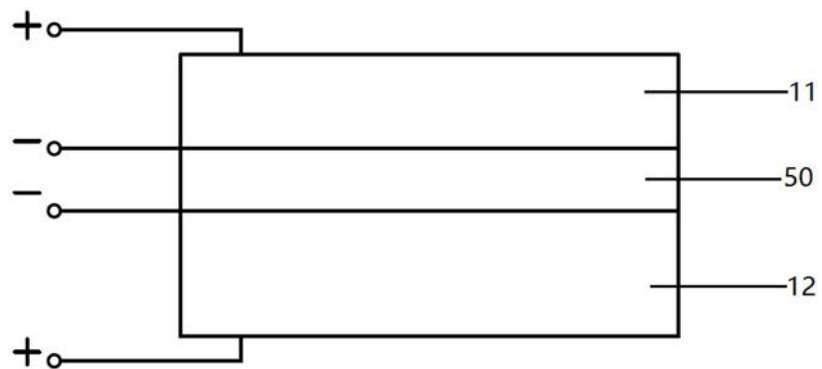


图7

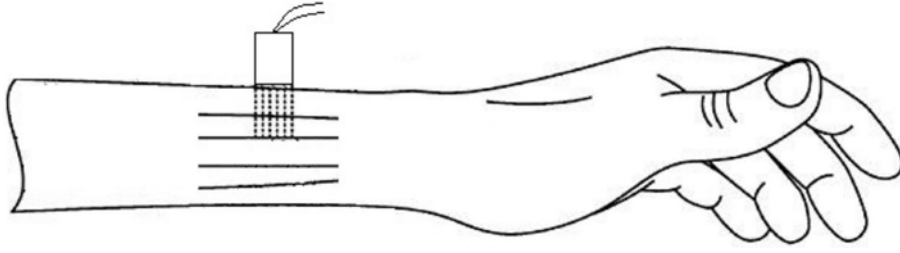


图8

专利名称(译)	一种用于肌肉群运动检测的多频单振元超声换能器		
公开(公告)号	<a href="#">CN107007300A</a>	公开(公告)日	2017-08-04
申请号	CN2017110135360.6	申请日	2017-03-08
[标]申请(专利权)人(译)	上海交通大学		
申请(专利权)人(译)	上海交通大学		
当前申请(专利权)人(译)	上海交通大学		
[标]发明人	刘洪海 孙学礼 李跃峰 王志永 杨兴晨		
发明人	刘洪海 孙学礼 李跃峰 王志永 杨兴晨		
IPC分类号	A61B8/08		
CPC分类号	A61B8/08 A61B8/4281 A61B8/4444 A61B8/4494		
代理人(译)	郑立		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

一种用于肌肉群运动检测的多频单振元超声换能器，涉及一种非侵入式肌肉群运动检测装置，包括匹配层、电极引出线、背衬层、隔离层和外壳，所述背衬层堆叠在所述换能器组件上，所述背衬层和所述换能器组件被设置在所述外壳中；其中，所述超声换能器组件包括高频层和低频层，所述高频层、隔离层和所述低频层依次堆叠；所述高频层和所述低频层均单独发射和/或接收超声波，所述高频层和所述低频层均设置单独的电极引出线，由相互独立的脉冲信号分别驱动。本发明采用不同频率进行基于超声的肌肉群检测以兼顾空间分辨率和有效检测深度，通过有效的控制匹配层和隔离层的厚度与声阻抗从而使得多频超声换能器产生脉冲的回波达到最佳的效果。

