



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112168212 B

(45) 授权公告日 2021. 12. 28

(21) 申请号 202011029744.8

(22) 申请日 2020.09.25

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112168212 A

(43) 申请公布日 2021.01.05

(73) 专利权人 西安交通大学
地址 710049 陕西省西安市咸宁西路28号

(72) 发明人 万明习 于建军 郭昊 张红梅
路舒宽

(74) 专利代理机构 西安通大专利代理有限责任
公司 61200

代理人 马贵香

(51) Int. Cl.
A61B 8/08 (2006.01)

(56) 对比文件

- CN 102813533 A, 2012.12.12
- CN 105266843 A, 2016.01.27
- CN 109745077 A, 2019.05.14
- CN 110893103 A, 2020.03.20
- CN 101784234 A, 2010.07.21
- US 2020/0107725 A1, 2020.04.09
- WO 2013/055795 A1, 2013.04.18
- WO 2018/227088 A1, 2018.12.13

审查员 刘超凡

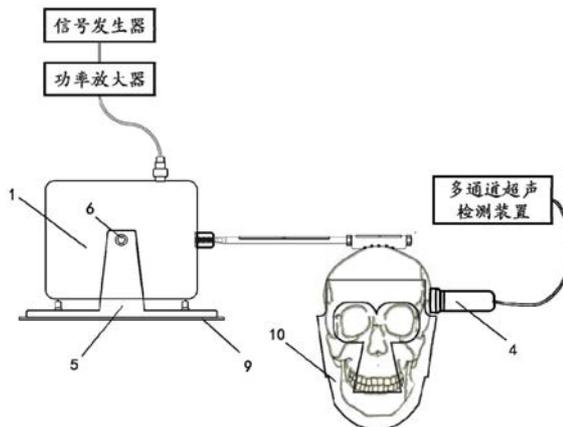
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种经颅剪切波脑组织黏弹性成像装置

(57) 摘要

本发明公开的一种经颅剪切波脑组织黏弹性成像装置,包括经颅振动发生装置、超声发生器、振动杆、监测装置、调节装置和减震支架;使剪切波可以通过颅骨规律性的传入脑组织,实现了经颅剪切波脑组织黏弹性检测。其次采用调节装置将激振仪、振动杆和柔性板调节至水平状态,控制剪切波垂直传播,对剪切波产生和传播规律进行了定量的精准控制,使剪切波传播能够平行于每条超声扫描线,进而精确每条扫描线的剪切波速度,进行二维剪切波黏弹性成像,解决了传统外部激励振动仅能沿中轴超声扫描线求取剪切波平均速度的问题。



1. 一种经颅剪切波脑组织黏弹性成像装置,其特征在于,包括经颅振动发生装置、多通道超声装置、振动杆(2)、经颅振动方向控制装置、经颅振动监测装置和减震支架(10);

所述振动杆(2)的一端与经颅振动发生装置水平连接,振动杆(2)的另一端设置有柔性板,柔性板用于抵接在患者颞骨的冠状面与人体正中矢状面在颅骨顶部的交点上,并对目标体产生沿竖直方向传播的剪切波,多通道超声装置的超声探头用于设置在颅骨颞窗位置,多通道超声装置用于对目标体在剪切波激励下产生的位移进行观测;

所述减震支架(10)设置在患者的头部,用于减少头部肌肉的微小振动;

所述经颅振动监测装置与振动杆(2)连接,用于检测振动杆和柔性板的水平状态,经颅振动方向控制装置根据经颅振动监测装置的监测结果调节振动杆的水平状态。

2. 根据权利要求1所述的一种经颅剪切波脑组织黏弹性成像装置,其特征在于,所述柔性板与颅骨的贴合面为内凹的弧面,该弧面内置有压力传感器。

3. 根据权利要求1所述的一种经颅剪切波脑组织黏弹性成像装置,其特征在于,所述柔性板的顶面设置有水平仪。

4. 根据权利要求1所述的一种经颅剪切波脑组织黏弹性成像装置,其特征在于,所述经颅振动发生装置设置在支架(5)上,经颅振动发生装置和支架之间设置有直线步进电机,用于调节振动杆的水平度。

5. 根据权利要求4所述的一种经颅剪切波脑组织黏弹性成像装置,其特征在于,所述支架(5)包括底板,其顶面的两侧设置有垂直的支撑臂,经颅振动发生装置设置在两个支撑臂之间,经颅振动发生装置的中心与支撑臂的上端连接,两个步进电机分别设置在激振仪底部的两端。

6. 根据权利要求5所述的一种经颅剪切波脑组织黏弹性成像装置,其特征在于,所述支架(5)的底板下部铺设设有减震板(9)。

7. 根据权利要求1所述的一种经颅剪切波脑组织黏弹性成像装置,其特征在于,所述减震支架(10)为U型槽结构,其内壁贴覆有减震吸声材料,减震支架(10)用于包覆在下巴和脸颊的两侧,用于减少脸部肌肉的振动。

一种经颅剪切波脑组织黏弹性成像装置

技术领域

[0001] 本发明涉及医学超声成像技术领域,具体为一种经颅剪切波脑组织黏弹性成像装置。

背景技术

[0002] 脑组织的黏弹性等力学性质对相关疾病的病理研究有非常重要的价值,诸如阿尔兹海默症、脑积水等疾病的早期诊断都可以通过脑组织黏弹性检测来实现。目前对脑组织弹性特征的研究大多选择采用磁共振技术来实现,即磁共振弹性成像技术(MRE),但该技术不可避免地具有操作复杂,成本较高,成像速度较慢等局限性。

[0003] 相较而言,近年来超声剪切波弹性成像技术(SWE)发展迅速,在原理上解决了上述局限性,具备更强的实用性。目前超声剪切波弹性成像技术在乳腺、骨骼肌、甲状腺、肾脏等组织的肿瘤癌症诊断上,弥补了MRE操作复杂、成本高昂、成像速度慢等缺陷。因此SWE在经颅脑组织粘弹性成像方面的应用潜力正备受关注。

[0004] 现有的超声剪切波弹性成像技术通常利用下述两种方式产生剪切波,一种是基于外部激励振动产生剪切波作用于相应的生物组织,另一种是利用声辐射力作用于相应的生物组织产生剪切波。进而实现超声剪切波黏弹性成像。

[0005] 目前,利用外部激励振动产生的剪切波已经被证明能够通过颅骨传递到脑组织,这表明了经颅超声剪切波脑组织黏弹性成像的理论可行性。然而由于颅骨密度不一致、厚度不均匀、形状不规则和声衰减系数较大等限制因素,传统的基于外部激励振动实现的剪切波发生装置无法确保将适宜参数范围的剪切波有规律性地传递给脑组织,从而无法保证经颅超声剪切波脑组织黏弹性成像的必要前提条件。

[0006] 然而,基于声辐射力实现的超声剪切波黏弹性成像技术,必须将聚焦超声直接作用于生物组织,该技术在经颅条件下具有聚焦困难的局限以及大功率的聚焦超声对脑组织的安全性目前尚不明确的两大问题。这些都限制了基于声辐射力的超声剪切波弹性成像技术在经颅条件下的应用。

[0007] 综上所述,现有的黏弹性成像技术对于经颅脑组织的早期诊断和病理研究尚存在较大的局限性,安全有效的经颅超声剪切波脑组织黏弹性成像装置的研发显得尤为重要。

发明内容

[0008] 针对现有技术中存在的问题,本发明提出一种经颅超声剪切波脑组织黏弹性成像装置。

[0009] 本发明是通过以下技术方案来实现:

[0010] 一种经颅剪切波脑组织黏弹性成像装置,包括经颅振动发生装置、多通道超声装置、振动杆、经颅振动方向控制装置、经颅振动监测装置和减震支架;

[0011] 所述振动杆的一端与经颅振动发生装置水平连接,振动杆的另一端设置有柔性板,柔性板抵接在目标体上,并对目标体产生沿竖直方向传播的剪切波,多通道超声装置用

于对目标体在剪切波激励下产生的位移进行观测；

[0012] 所述减震支架设置在患者的头部,用于减少头部肌肉的微小振动；

[0013] 所述经颅振动监测装置与振动杆连接,用于检测振动杆和柔性板的水平状态,经颅振动方向控制装置根据经颅振动监测装置的监测结果调节振动杆的水平状态。

[0014] 优选的,所述柔性板与颅骨的贴合面为内凹的弧面,该弧面内置有压力传感器。

[0015] 优选的,所述柔性板的顶面设置有水平仪。

[0016] 优选的,所述柔性板用于设置在颞骨的冠状面与人体正中矢状面在颅骨顶部的交点,多通道超声装置的超声探头用于设置在颅骨颞窗位置。

[0017] 优选的,所述经颅振动发生装置设置在支架上,经颅振动发生装置和支架之间设置有直线步进电机,用于调节振动杆的水平度。

[0018] 优选的,所述支架包括底板,其顶面的两侧设置有垂直的支撑臂,经颅振动发生装置设置在两个支撑臂之间,经颅振动发生装置的中心与支撑臂的上端连接,两个步进电机分别设置在激振仪底部的两端。

[0019] 优选的,所述支架的底板下部铺设设有减震板。

[0020] 优选的,所述减震支架为U型槽结构,其内壁贴覆有减震吸声材料,减震支架用于包覆在下巴和脸颊的两侧,用于减少脸部肌肉的振动。

[0021] 与现有技术相比,本发明具有以下有益的技术效果:

[0022] 本发明提供的经颅剪切波脑组织黏弹性成像装置,采用调节装置将激振仪、振动杆和柔性板调节至水平状态,对剪切波的产生和传递进行严格且可重复的定量控制,控制剪切波沿竖直方向传播,对剪切波的产生和传播规律进行了定量的精准控制,使剪切波传播能够垂直于每条超声扫描线,进而为精确求得每条扫描线的剪切波速度,进行二维剪切波黏弹性成像,解决了传统外部激励振动仅能沿中轴超声扫描线求取剪切波平均速度这一问题提供了必要的技术支持;其次,采用柔性板与颅骨接触,接触的更加紧密,而且增加接触面积,减少空气对于剪切波的衰减,同时也提高舒适性,最后,采用减震支架吸收人体肌肉的振动,降低振动噪声,提高成像效果。

[0023] 进一步,柔性板与颅骨接触,增加接触面积,并且接触更加紧密,减少了空气对于剪切波的衰减,同时也提高了病人的舒适性,成功的将安全阈值范围内的剪切波有规律性地传递进入脑组织,使得脑组织在剪切波作用下产生了具备诊断效用的规律性微小位移,解决了传统超声黏弹性成像技术在经颅条件下成像失真、重复性差、观测困难、缺乏诊断价值、效用低下等缺陷。

附图说明

[0024] 图1为本发明装置整体结构示意图；

[0025] 图2为经颅振动方向控制装置示意图；

[0026] 图3为经颅振动监测装置示意图；

[0027] 图4为经颅振动传递装置示意图。

[0028] 1激振仪,2振动杆,3柔性板,4超声探头,5支架,6紧固螺母,7a振动杆水平仪,7b柔性板水平仪,8a第一步进电机,8b第二步进电机,9减震板,10减震支架,11a第一螺母,11b第二螺母。

具体实施方式

[0029] 下面结合附图对本发明做进一步的详细说明,所述是对本发明的解释而不是限定。

[0030] 如图1-4所示,一种经颅剪切波脑组织黏弹性成像装置,包括经颅振动发生装置、多通道超声装置、振动杆2、经颅振动方向控制装置、经颅振动监测装置。

[0031] 经颅振动发生装置包括依次连接的信号发生器、功率放大器和激振仪1,激振仪1支撑在支架上,能够进行水平度的调节。

[0032] 振动杆2的一端通过M5螺纹与激振仪1连接,振动杆2的另一端套设有柔性板3,柔性板3的两端通过采用螺栓固定在振动杆2上,振动杆2和柔性板3的顶部分别设置有振动杆水平仪7a和柔性板水平仪7b,柔性板3用于抵接在头颅的顶部。

[0033] 多通道超声检测装置抵接在头颅的颞骨位置,超声探头放置在颅骨的颞窗位置,超声探头可沿颞骨对应的冠状面观测脑组织,此处为颅骨最薄处,约为1.6mm,对于超声的衰减最小。柔性板3底面为内凹的微弧面,用于贴合在头颅的顶部,柔性板3施加在颞骨对应的冠状面与人体正中矢状面在颅骨顶部的交点位置,此位置为颅骨弧度较小,且能与颞窗处于同一平面,使超声探头能够检测脑组织的微小振动,激振仪1发出的剪切波沿垂直方向传播。

[0034] 所述柔性板3的中心设置安装孔,柔性板3通过安装孔套接在振动杆2上,振动板上设置有第一螺母11a和第二螺母11b,并位于柔性板的两侧,对其进行定位固定。

[0035] 经颅振动监测装置包括压力传感器,压力传感器设置在柔性板3的弧面上,用于检测柔性板3与头颅的压力,压力传感器与控制单元连接。

[0036] 为了避免剪切波传播使得人体脸部肌肉以及下颞骨等部位产生振动噪声,经颅后的剪切波振动幅度为 μm 级,来自肌肉的较强的振动噪声干扰会大大影响剪切波的观测,肌肉减震装置包括减震板9和头部的减震支架10,减震板9设置在激振仪1的支架5的底部,用于缓冲吸收激振仪1产生的振动;头部减震支架10为U型槽结构,其内壁贴覆有减震吸声材料,减震支架10用于支撑在头颅的下部,也就是包覆在下巴和脸颊的两侧,用于减小脸部肌肉的振动。

[0037] 所述减震吸声材料为硅胶。

[0038] 支架5包括底板,其顶面的两侧设置有垂直的支撑臂,激振仪1设置在两个支撑臂之间,其中心与支撑臂的上端通过紧固螺母6连接,激振仪底部的设置有两个直线步进电机,分别为第一步进电机8a和第一步进电机8b,第一步进电机8a和第一步进电机8b分别设置在支撑臂的两侧并位于底板上,步进电机与控制单元连接,控制单元根据水平仪的测量结果,控制两个步进电机使振动杆处于水平状态。

[0039] 上述的两个水平仪均为电子数显水平仪,水平仪与控制单元连接。

[0040] 下面对本发明提供的经颅剪切波脑组织黏弹性成像装置的使用方法进行详细的说明。

[0041] 首先,将病患头部的下巴和脸颊支撑在头部减震支架10上。

[0042] 然后,寻找病患的颞骨位置,将该位置作为超声探头4的观测点,使超声波沿颞骨对应的冠状面水平传播。

[0043] 其次,确定柔性板的施加位置,将经过颞骨的冠状面与人体正中矢状面在颅骨顶

部的交点作为经颅剪切波施加位置,将柔性板3轻压在颅骨该位置处,利用压力传感器保证柔性板2各处与颅骨轻轻贴合,用于减少脸部肌肉的振动。

[0044] 观测振动杆水平仪7a,确定振动杆2是否处于水平状态,如不处于水平,则通过控制单元分别调节两个步进电机,调节激振仪的状态,使振动杆2处于水平状态,然后,观测柔性板水平仪7b,调节柔性板至水平状态,然后通过螺母进行固定,从而确保振动杆2和柔性板3水平。

[0045] 完成上述步骤后,即可进行经颅剪切波脑组织粘弹性成像,使用信号发生器产生激励信号,并经过功率放大器放大后传送给激振仪1,通过柔性板3将剪切波透过颅骨进行规律性的传播,再由多通道超声研究装置进行剪切波成像。

[0046] 本申请的成像装置的经颅振动传递装置与减震装置是针对于颅骨设计,目的是为了通过不规则颅骨将低频微小振动有规律得传递入脑组织,以便能够通过高帧频平面波系统实现弹性成像。在成像的过程中,只有保证振动系统为水平振动时,其剪切波传播方向才能沿竖直方向,这样才能使超声扫描线垂直于剪切波的传播方向,如此保证求得的是剪切波传播速度而不是剪切波速度的垂直分量;通过步进电机进行激振仪的调整,由于稳态激振仪重量较大,传统通过手动调控精度不够,通过步进电机控制稳态激振器水平度,同时通过水平仪对振动杆和柔性板的水平状态进行控制,使产生的剪切波振动方向水平,传播方向为垂直传播,对于剪切波产生、剪切波传播经过不规则颅骨传至脑组织进行了定量的控制,以实现对于经颅剪切波产生以及在脑组织中规律性的传播的精确控制。

[0047] 其次,经颅振动监测装置是对于经颅振动的方向以及分布进行检测,首先通过嵌入式水平仪、数显式水平仪对振动杆和柔性板的水平度来反映经颅振动的方向是否为水平位置,因为只有保证振动杆为水平振动时,其剪切波传播才能沿竖直方向传播,如此保证求得的是剪切波传播速度而不是剪切波速度的垂直分量,剪切波传播平行于每条超声扫描线,进而能够求得每条扫描线的剪切波速度,最后进行二维剪切波黏弹性成像,解决了传统外部激励振动仅能沿中轴超声扫描线求取剪切波平均速度的问题。

[0048] 另外,传统的振动传播装置选取的是刚性较强,不易形变的材料,但是本发明选取的是柔性硅胶材料,与人体颅骨得以紧密的贴合后,进行剪切波的传播,并在柔性板内部设置多个压力传感器检测柔性板对颅骨的压力,以保证振接触各点的振动分布是均匀的,使其与人体颅骨得以紧密的贴合,进行剪切波的传播,选取柔性材料优点如下:

[0049] 第一、使颅骨与振动板连接更加紧密,减少了空气对于剪切波的衰减。

[0050] 第二、相较于传统刚性振动板增大了剪切波的产生面积。

[0051] 第三、柔性材料的使用增加了患者的使用时的体验感与舒适度。

[0052] 最后,在激振仪的底部设置减震板,以及将头部支撑在减震支架上,用于去除剪切波传播导致的人体脸部肌肉以及下颚骨等部位的振动噪声,经颅后的剪切波振动幅度为 μm 级,如果具有较强的振动噪声干扰,会大大影响剪切波的观测,通过减震板和减震支架提高了信噪比,使剪切波通过不规则颅骨将低频微小振动规律性的传递进入脑组织,并且能够通过高帧频平面波系统实现弹性成像。

[0053] 以上内容仅为说明本发明的技术思想,不能以此限定本发明的保护范围,凡是按照本发明提出的技术思想,在技术方案基础上所做的任何改动,均落入本发明权利要求书的保护范围之内。

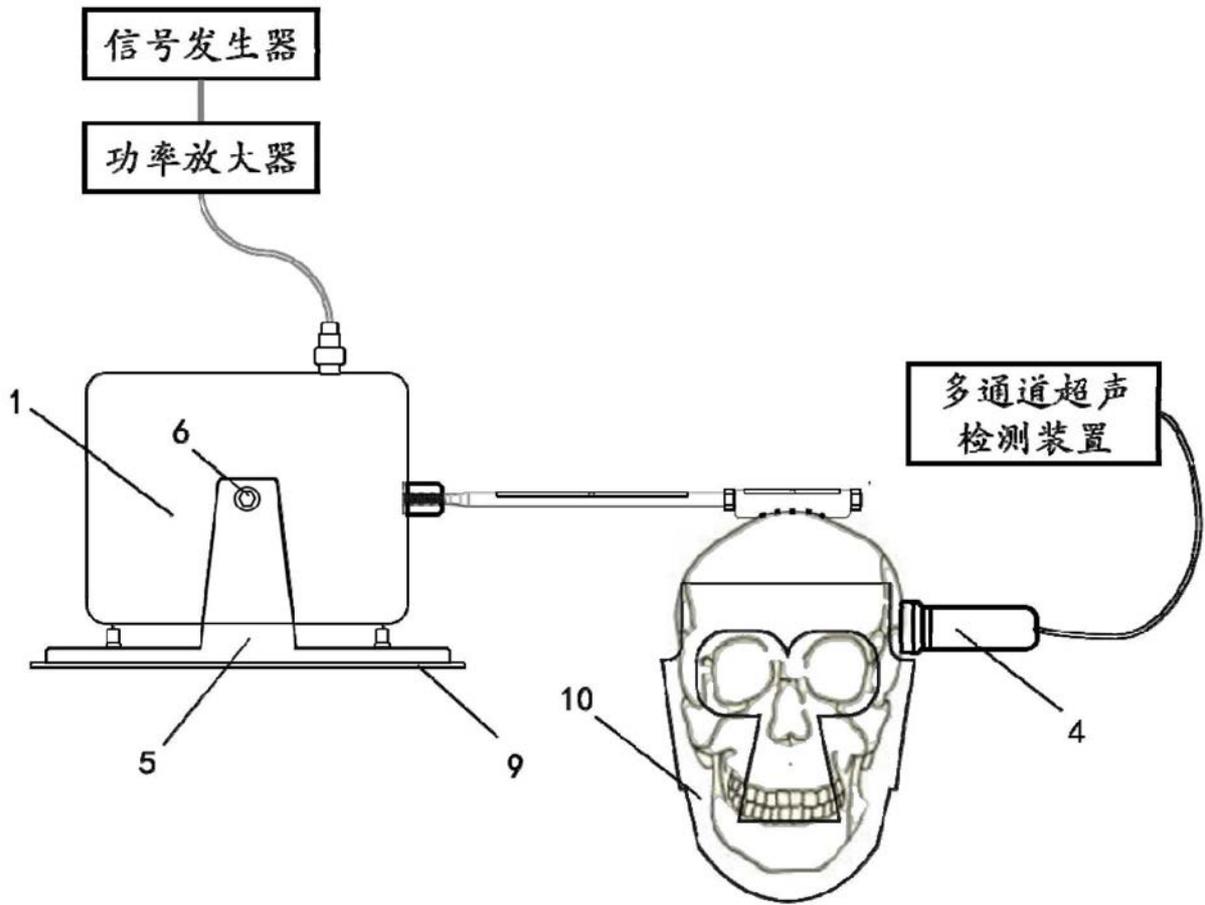


图1

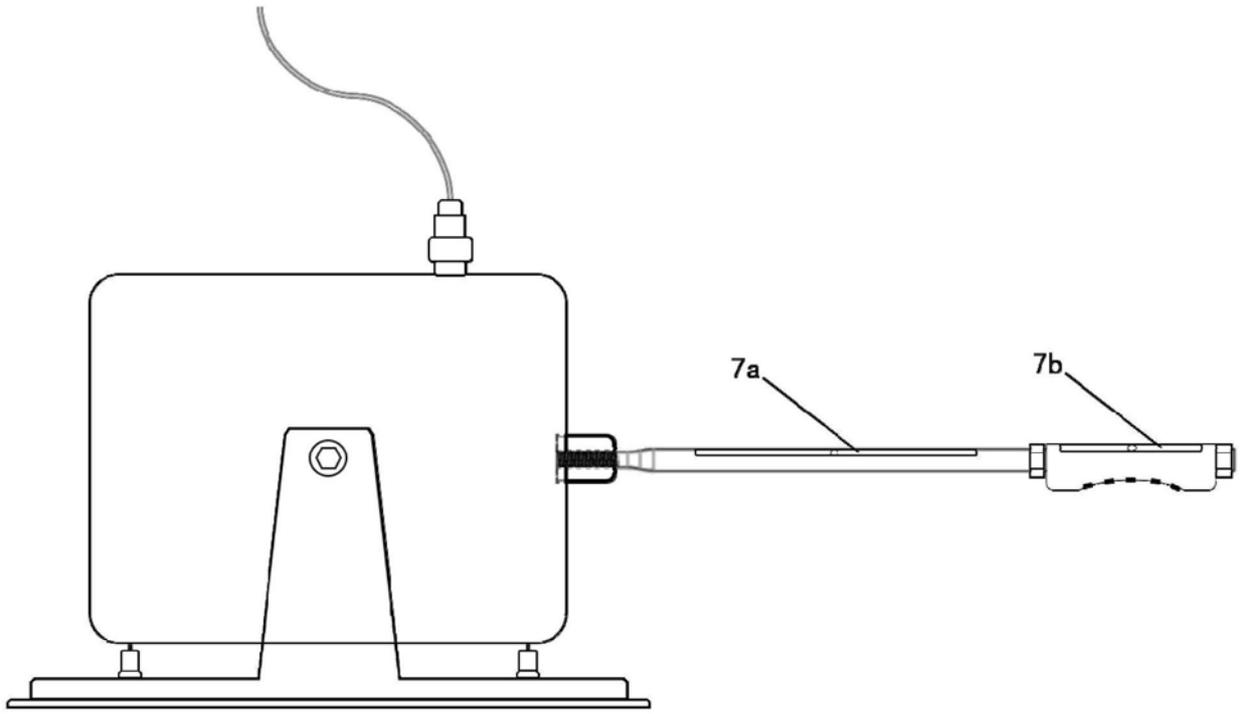


图2

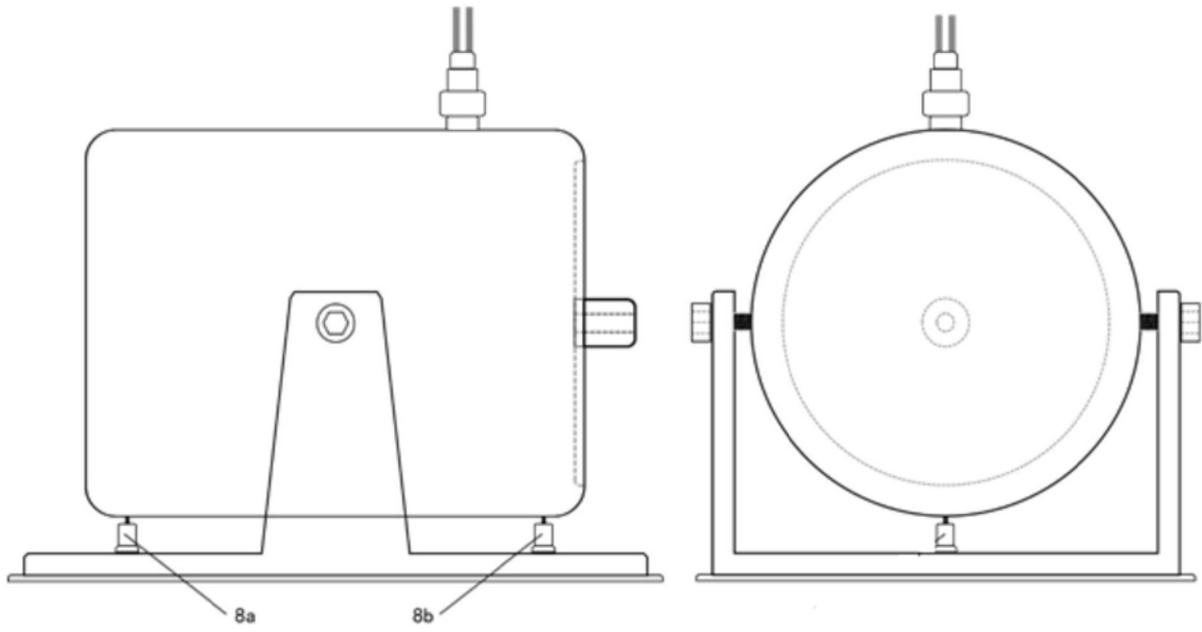


图3

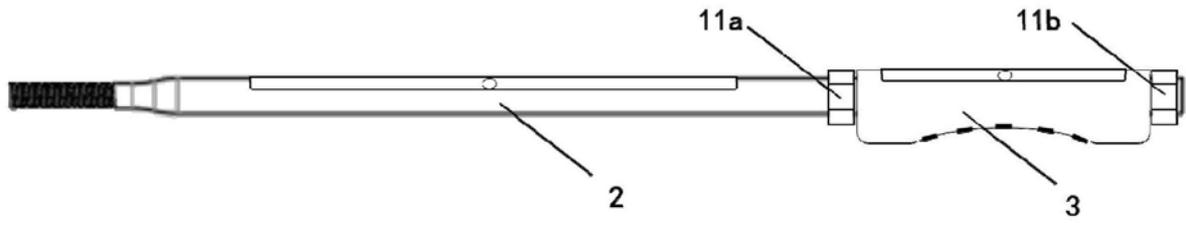


图4