



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110840395 A

(43)申请公布日 2020.02.28

(21)申请号 201911000460.3

A61B 8/08(2006.01)

(22)申请日 2019.10.21

(71)申请人 同济大学

地址 200092 上海市杨浦区四平路1239号

(72)发明人 程茜 解维娅 张梦娇 陈盈娜

封婷 张浩南 高雅 吴诗颖

陈一铭 覃宇 赵文丞

(74)专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限

公司 31225

代理人 杨宏泰

(51)Int.Cl.

A61B 5/00(2006.01)

A61B 5/02(2006.01)

A61B 5/04(2006.01)

A61B 5/145(2006.01)

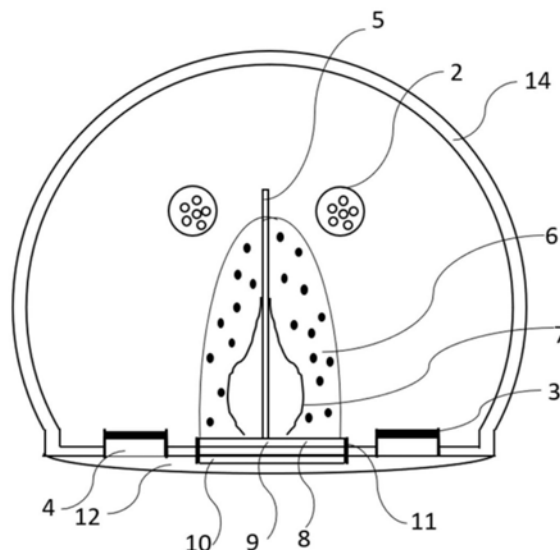
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种头箍式脑功能成像仪

(57)摘要

本发明涉及一种头箍式脑功能成像仪,该成像仪包括:圆形耳壳:设有两个且固定在双耳外;带状测量臂:为长条形柔性曲面带并贴合颅骨设置,并且在与颅骨接触的下表面沿臂长方向设有带状光发射及透光模块和带状超声相控阵发射及接收模块;连接带:为可伸缩式的弹性连接带,通过调节长度用以适应不同被试者头部颅骨外围,其一端与圆形耳壳连接,另一端与带状测量臂连接;主机:用以驱动发射激光和超声信号,并接收产生的光声信号和反射回的超声信号进行成像。与现有技术相比,本发明可固定于头部,不影响被试者自由移动,减轻其心理负担,可用于脑部神经网络活动的检测与成像等优点。



1. 一种头箍式脑功能成像仪,其特征在於,该成像仪包括:

圆形耳壳(13):设有两个且固定在双耳外,用以带动带状测量臂(14)旋转至颅骨不同位置,实现整个脑部颅骨全覆盖成像;

带状测量臂(14):为长条形柔性曲面带并贴合颅骨设置,并且在与颅骨接触的下表面沿臂长方向设有带状光发射及透光模块(141)和带状超声相控阵发射及接收模块(142),所述的带状光发射及透光模块(141)通过固定卡槽固定在带状测量臂(14)内,用以向颅骨内发出均匀的脉冲光穿过发射接收带照射脑部待成像组织区域产生光声信号,所述的带状超声相控阵发射及接收模块(142)通过固定卡槽固定在带状测量臂内,用以发射超声信号穿过发射接收带照射脑部待成像组织区域,并接收反射回的超声信号和脑组织产生的光声信号;

连接带(1):为可伸缩式的弹性连接带,通过调节长度用以适应不同被试者头部颅骨外围,其一端与圆形耳壳(13)连接,另一端与带状测量臂(14)连接;

主机:通过电缆线依次通过圆形耳壳(13)和连接带(1)分别与带状测量臂(14)中的带状光发射及透光模块(141)和带状超声相控阵发射及接收模块(142)连接,用以驱动发射激光和超声信号,并接收产生的光声信号和反射回的超声信号进行成像。

2. 根据权利要求1所述的一种头箍式脑功能成像仪,其特征在於,所述的圆形耳壳(13)包括圆环形半封闭外壳(131)以及在圆环形半封闭外壳(131)的开口范围内旋转的旋转环(132),所述的圆环形半封闭外壳(131)的开口设置为圆环大小的四分之三,其旋转角度范围为 $0\sim 270^{\circ}$ 。

3. 根据权利要求1所述的一种头箍式脑功能成像仪,其特征在於,所述的圆形耳壳(13)在远离连接带(1)一端开设安装孔,用于集结带状光发射及透光模块(141)和带状超声相控阵发射及接收模块(142)的电缆线。

4. 根据权利要求2所述的一种头箍式脑功能成像仪,其特征在於,所述的连接带(1)和带状测量臂(14)设有一组或多组,分别与圆形耳壳(13)的旋转环(132)转动连接。

5. 根据权利要求1所述的一种头箍式脑功能成像仪,其特征在於,所述的带状光发射及透光模块(141)包括沿光路依次设置的脉冲光源和柔性导光棒(4),所述的柔性导光棒(4)贴合颅骨设置,用以使脉冲光源发射的脉冲光均匀化,所述的脉冲光源通过电缆线与主机连接,所述的脉冲光源包括内嵌式LED阵列光源(3)和外接激光器发射激光光源,用于发射多个波长的脉冲光。

6. 根据权利要求1所述的一种头箍式脑功能成像仪,其特征在於,所述的带状超声相控阵发射及接收模块(142)包括阵元板(5)和超声声头,所述的阵元板顶端通过电缆线与主机连接,底端连接超声声头,所述的超声声头包括由内向外依次设置的柔性复合PZT阵列(8)、匹配层(9)和声透镜(10)。

7. 根据权利要求1所述的一种头箍式脑功能成像仪,其特征在於,所述的带状测量臂(14)还包括设置在与脑部颅骨接触表面提供保护的透明水密层(12)。

8. 根据权利要求1所述的一种头箍式脑功能成像仪,其特征在於,所述的带状光发射及透光模块(141)和带状超声相控阵发射及接收模块(142)的给光模式包括单侧给光模式和双侧给光模式,具体为:

在单侧给光模式下:带状光发射及透光模块和带状超声相控阵发射及接收模块均仅设

置一个,且分别并列设置在带状测量臂(14)内的左右两侧,并且带状超声相控阵发射及接收模块中的阵元板(5)倾斜设置,其与发射接收带的法线间的角度为50-80度;

在双侧给光模式下:带状光发射及透光模块设有两个,带状超声相控阵发射及接收模块仅设置一个,并且两个带状光发射及透光模块分别设置在带状超声相控阵发射及接收模块的左右两侧,带状超声相控阵发射及接收模块中的阵元板与带状测量臂(14)底面垂直设置。

9. 根据权利要求1所述的一种头箍式脑功能成像仪,其特征在于,所述的连接带(1)两端与带状测量臂(14)和旋转环(132)之间的连接位置固定,连接带(1)和带状测量臂(14)由旋转环带动转动。

10. 根据权利要求1-9任一项所述的一种头箍式脑功能成像仪,其特征在于,该脑功能成像仪的工作流程为:

1) 根据光声超声双模态同步成像系统中主机的激励信号,控制多个通道同时发射经波束合成后的超声波,经颅骨照射脑部待测组织区域;

2) 带状脉冲光源发射脉冲光,经柔性导光棒均匀化后,经颅骨透射到与带状超声相控阵发射和接收模块覆盖的同一待测组织区域,产生光声信号;

3) 带状超声相控阵发射和接收模块接收组织区域反射的超声信号,经脉冲光触发后,经过设定延时,接收光声信号;

4) 将接收到的超声信号和光声信号经过电缆线传输到主机,实现颅骨内脑部组织同时同步光声超声双模态成像。

一种头箍式脑功能成像仪

技术领域

[0001] 本发明涉及医学成像领域,尤其是涉及一种头箍式脑功能成像仪。

背景技术

[0002] 用于医学诊断的超声成像因其非电离辐射、可对解剖结构进行高分辨率成像、价格低廉等优势在医学诊断中被广泛应用。光声成像是近年来新兴发展的一种医学成像方法,可实现对组织物理化学性质的成像。它结合了纯光学成像的高对比度和纯超声学的高穿透性的优点,可以提供高对比度和高轴向分辨率,能获得组织的血管分布形态与部分功能信息,在血液动力学、肿瘤学等生物医学临床诊断和功能成像领域具有广泛的应用前景。

[0003] 如果可以实现超声和光声的双模态的同时检测,进而成像,那么既可以为病灶提供较高分辨率的结构成像,又可以在结构信息的基础上提供高分辨率和高对比度的组织物理化学性质的功能成像,可以为临床诊断提供更多的依据。

[0004] 现有的成像装置体积过于庞大,操作不太方便,例MRI应用条件较为苛刻,检查时所有的金属均不能参与,CT与PET具有放射性,不适用于孕妇或幼儿;且在成像的过程中,大多技术需要保证被试者头部与探头不发生相对移动,被试者大多是在麻醉的状态下进行成像,不能自由活动;目前也缺乏对颅骨内脑部进行超声、光声的同时无损检测的装置及方法,多为单独检测,没有形成一体化检测设备,或采用光学方法,只能对大脑皮层进行近红外脑成像,不能对颅骨内脑部肿瘤进行结构成像以确定肿瘤的位置。

[0005] 如中国专利CN 104545814A公开了一种动物头戴式光声成像装置,此装置的缺点是只能对动物脑部进行光声成像,缺乏组织的物理结构信息;中国专利CN 108056777 A公开了一种测量含氧血红蛋白和脱氧血红蛋白的装置及近红外脑成像设备,然而此装置的缺点是只能对大脑皮层进行近红外脑成像,不能对颅骨内脑部肿瘤进行结构成像以确定肿瘤的位置。

发明内容

[0006] 本发明的目的就是为了解决上述现有技术存在的缺陷而提供一种头箍式脑功能成像仪。

[0007] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现:

[0008] 一种头箍式脑功能成像仪,该成像仪包括:

[0009] 圆形耳壳13:设有两个且固定在双耳外,用以带动带状测量臂14旋转至颅骨不同位置,实现整个脑部颅骨全覆盖成像;

[0010] 带状测量臂14:为长条形柔性曲面带并贴合颅骨设置,并且在与颅骨接触的下表面沿臂长方向设有带状光发射及透光模块141和带状超声相控阵发射及接收模块142,所述的带状光发射及透光模块141通过固定卡槽固定在带状测量臂14内,用以向颅骨内发出均匀的脉冲光穿过发射接收带照射脑部待成像组织区域产生光声信号,所述的带状超声相控阵发射及接收模块142通过固定卡槽固定在带状测量臂内,用以发射超声信号穿过发射接

收带照射脑部待成像组织区域,并接收反射回的超声信号和脑组织产生的光声信号;

[0011] 连接带1:为可伸缩式的弹性连接带,通过调节长度用以适应不同被试者头部颅骨外围,其一端与圆形耳壳13连接,另一端与带状测量臂14连接;

[0012] 主机:通过电缆线依次通过圆形耳壳13和连接带1分别与带状测量臂14中的带状光发射及透光模块141和带状超声相控阵发射及接收模块142连接,用以驱动发射激光和超声信号,并接收产生的光声信号和反射回的超声信号进行成像。

[0013] 所述的圆形耳壳13包括圆环形半封闭外壳131以及在圆环形半封闭外壳131的开口范围内旋转的旋转环132,所述的圆环形半封闭外壳131的开口设置为圆环大小的四分之三,其旋转角度范围为 $0\sim 270^{\circ}$ 。

[0014] 所述的圆形耳壳13在远离连接带1一端开设安装孔,用于集结带状光发射及透光模块141和带状超声相控阵发射及接收模块142的电缆线。

[0015] 所述的连接带1和带状测量臂14设有一组或多组,分别与圆形耳壳13的旋转环132转动连接。

[0016] 所述的带状光发射及透光模块141包括沿光路依次设置的脉冲光源和柔性导光棒4,所述的柔性导光棒4贴合颅骨设置,用以使脉冲光源发射的脉冲光均匀化,所述的脉冲光源通过电缆线与主机连接,所述的脉冲光源包括内嵌式LED阵列光源3和外接激光器发射激光光源,用于发射多个波长的脉冲光。

[0017] 所述的带状超声相控阵发射及接收模块142包括阵元板5和超声声头,所述的阵元板顶端通过电缆线与主机连接,底端连接超声声头,所述的超声声头包括由内向外依次设置的柔性复合PZT阵列8、匹配层9和声透镜10。

[0018] 所述的带状测量臂14还包括设置在与脑部颅骨接触表面提供保护的透明水密层12。

[0019] 所述的带状光发射及透光模块141和带状超声相控阵发射及接收模块142的给光模式包括单侧给光模式和双侧给光模式,具体为:

[0020] 在单侧给光模式下:带状光发射及透光模块和带状超声相控阵发射及接收模块均仅设置一个,且分别并列设置在带状测量臂14内的左右两侧,并且带状超声相控阵发射及接收模块中的阵元板5倾斜设置,其与发射接收带的法线间的角度为 $50\sim 80$ 度;

[0021] 在双侧给光模式下:带状光发射及透光模块设有两个,带状超声相控阵发射及接收模块仅设置一个,并且两个带状光发射及透光模块分别设置在带状超声相控阵发射及接收模块的左右两侧,带状超声相控阵发射及接收模块中的阵元板与带状测量臂14底面垂直设置。

[0022] 所述的连接带1两端与带状测量臂14和旋转环132之间的连接位置固定,连接带1和带状测量臂14由旋转环带动转动。

[0023] 该脑功能成像仪的工作流程为:

[0024] 1) 根据光声超声双模态同步成像系统中主机的激励信号,控制多个通道同时发射经波束合成后的超声波,经颅骨照射脑部待测组织区域;

[0025] 2) 带状脉冲光源发射脉冲光,经柔性导光棒均匀化后,经颅骨透射到与带状超声相控阵发射和接收模块覆盖的同一待测组织区域,产生光声信号;

[0026] 3) 带状超声相控阵发射和接收模块接收组织区域反射的超声信号,经脉冲光触发

后,经过设定延时,接收光声信号;

[0027] 4)将接收到的超声信号和光声信号经过电缆线传输到主机,实现颅骨内脑部组织同时同步光声超声双模态成像。

[0028] 与现有技术相比,本发明具有以下优点:

[0029] 一、光声、超声同时实时检测:采用将脉冲光源的光发射模块、多通道超声探头结合在一起的方式,实现了光声、超声两种信号的同时检测,并且通过采用同一探头装置进行检测,可以实现颅骨内脑部的超声和光声信息的同时实时获得。

[0030] 二、信息丰富:光声对血管尤为敏感,在血氧饱和度检测方面具有独特优势,结合超声成像,能同时获得颅骨内脑部的物理结构信息和组织化学信息,使得所检测的组织信号信息更加丰富;超声阵列部分采用柔性复合PZT阵列,声阻抗与生物组织匹配,灵敏度高、带宽宽,可获得更多颅骨内脑部组织的微结构信息。

[0031] 三、满足临床多种需求:根据测量的含氧血红蛋白和脱氧血红蛋白的含量,检测脑部血氧含量,可用于脑部神经网络活动的检测与成像,检测创伤性脑出血的出血及淤血情况,脑部肿瘤良恶性判别和恶性程度分级,检测肿瘤的大小及治疗疗效评估。

[0032] 四、床旁可移动:此装置为头箍式,安全轻便,被试者可戴其自由活动,在床旁进行检测,减轻被试者的心理负担。

[0033] 五、空间足:当设置一组带状光发射模块和透光模块时,将阵元板倾斜设置,可以留出足够的空间布置带状光发射模块和透光模块,从而可以减小尺寸。

[0034] 六、探测效果好:配置两组带状光发射模块和透光模块,并分别位于阵元板两侧,可以提高探测效果。

附图说明

[0035] 图1为头箍式脑功能成像仪的外部结构图。

[0036] 图2为头箍式脑功能成像仪的外部结构正视图。

[0037] 图3为本发明实施例中双侧给光模式俯视图。

[0038] 图4为本发明实施例的单侧右侧给光模式俯视图。

[0039] 图5为本发明实施例的单侧左侧给光模式俯视图。

[0040] 图6为本发明实施例的光发射模块为内嵌式LED光源时的带状光发射模块和透光模块光路图。

[0041] 图中标记说明:

[0042] 1、连接带,2、电缆线,3、LED阵列光源,4、导光棒,5、阵元板,6、背衬,7、FPC,8、柔性复合PZT阵列,9、匹配层,10、声透镜,11、固定卡槽,12、透明水密层,14、带状测量臂,141、带状光发射及透光模块,142、带状超声相控阵发射及接收模块,13、圆形耳壳,131、圆环形半封闭外壳,132、旋转环。

具体实施方式

[0043] 下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细说明。

[0044] 实施例

[0045] 本发明提供一种头箍式脑功能成像仪,其中超声阵列部分为柔性复合PZT阵列,可

在一定范围内曲率半径任意调节形状,能够与不同外围的头部颅骨贴合,将超声和光声检测集成于同一探头装置,本发明通过将多通道超声探头与可发射多波长脉冲光的光发射模块结合在一起,实现同步、同位对超声和光声信号的实时采集,可以获得颅骨内脑部的物理结构信息和化学组分信息,实现无创脑功能成像,可用于脑部神经网络活动的检测与成像,检测创伤性脑出血的出血及淤血情况,脑部肿瘤良恶性判别和恶性程度分级,检测肿瘤的大小及治疗疗效评估。

[0046] 如图1和2所示,该头箍式脑功能成像仪具体包括:

[0047] 圆形耳壳13:设有两个,分别与连接带1一端连接,固定于双耳外,内置旋转环132,用以固定带状测量臂14并带动其旋转调整其固定位置,对整个脑部颅骨进行全覆盖成像;

[0048] 连接带1:为可伸缩式,具有一定弹性,可调节其长度以适应不同被试者头部颅骨外围;

[0049] 带状测量臂14:长条形曲面带,两端分别与两条连接带1连接,具有一定柔性,可贴合颅骨放置,带状测量臂14与颅骨相接触的下表面有沿着臂长方向的带状光发射及透光模块141和带状超声相控阵发射及接收模块142;

[0050] 带状光发射及透光模块141:通过固定卡槽11固定在带状测量臂14内,用以向颅骨内发出均匀的脉冲光穿过发射接收带照射脑部待成像组织区域产生光声信号;

[0051] 带状超声相控阵发射及接收模块142:通过固定卡槽11固定在带状测量臂14内,用以发射超声信号穿过发射接收带照射脑部待成像组织区域,并接收反射回的超声信号和脑组织产生的光声信号;

[0052] 圆形耳壳13包括圆环形半封闭外壳131和旋转环132,其中圆环形半封闭外壳131的环形开口设置为圆环大小的四分之三,旋转角度范围为 $0\sim 270^\circ$ 旋转角度范围为 $0\sim 270^\circ$;

[0053] 旋转环132中间设置一个旋转角度调节装置,使旋转环132可以在圆环形半封闭外壳131的环形开口范围内带动连接带1转动,连接带1两端与带状测量臂14和旋转环132之间的连接位置固定,连接带1和带状测量臂14由旋转环132带动转动;

[0054] 圆形耳壳13远离连接带1一端开有一孔,用于集结带状测量臂14中超声相控阵和光发射模块的电缆线2,通过电缆线2与主机连接。

[0055] 通过电缆线2经圆形耳壳13、连接带1与带状测量臂14中的带状光发射及透光模块141和带状超声相控阵发射及接收模块142连接,用以驱动发射激光和超声信号,并接收产生的光声信号和反射回的超声信号进行成像。

[0056] 如图3-5所示,

[0057] 光发射模块发射不同波长的脉冲光,透光模块将脉冲光透射到颅骨内的脑部组织中,带状超声相控阵发射和接收模块142包括至少超声声头、阵元板5、相控阵电缆线2,用于发射超声信号,以及接收超声信号和光声信号,一端与圆形耳壳13连接的带状测量臂14用于容纳所述其他所有模块,实现颅骨内脑部组织的超声光声双模态无创脑功能成像。

[0058] 脉冲光源包括但不限于内嵌式LED阵列光源5和外接激光器发射激光光源,用于发射多个波长的脉冲激光,脉冲光源的长度可以覆盖整个透光区域。

[0059] 带状超声相控阵发射及接收模块142包括阵元板5、相控阵电缆线2和超声声头,阵元板5的一端与相控阵电缆线2连接,另一端与超声声头连接,接收来自驱动电路的触发信

号,发射超声波信号,并在一定的延时后依次接收纵切面组织反射的超声信号和产生的光声信号。其中,本实施例中超声声头为柔性曲面带状超声阵列声头,包括柔性复合PZT阵列8、匹配层9和声透镜10。

[0060] 带状测量臂14具有一定弹性,包含固定卡槽11和用于保护超声声头和带状光发射及透光模块141的透明水密层13,固定卡槽11嵌于带状测量臂14中,用于固定超声声头、带状光发射模块和透光模块141。

[0061] 对于带状光发射模块和透光模块141的设置方式,可以分为单侧给光模式和双侧给光模式,两种方式各有优点,具体的:

[0062] 1) 单侧给光模式中,带状光发射模块和透光模块141共设有一组,阵元板5与发射及接收带成一斜角,且其远离发射及接收带的一端远离带状光发射模块和透光模块141设置。优选的,探头内部在探头横截面上空间区域分为左右两部分,其中阵元板5在50-80度范围内以一定倾斜角放置,使得探头内部另一侧能够放置带状光发射模块和透光模块141,固定卡槽11分为两部分,分别用于固定超声声头和透光板,实现激光从超声声头的一侧透过,透过颅骨照射脑部待测组织区域;左右两部分区域内的模块可交换放置;

[0063] 2) 双侧给光模式中,探头内部在探头横截面上空间区域分为三部分,其中阵元板5置于中间区域并与发射及接收带成一直角,两组带状光发射模块和透光模块141分别置于阵元板5两侧,固定卡槽11分为三部分,分别用于固定中间的超声声头和两侧的导光板5,实现激光从超声声头的两侧透过,透过颅骨照射脑部待测组织区域;

[0064] 透光模块为导光棒4,具有一定柔性,可贴合颅骨放置,用于均匀化脉冲光源发射的脉冲光,该导光棒4固定在带状测量臂14上,光束经导光棒4均匀化后对外照射。导光棒4均匀化后的光束照射到带状超声相控阵发射和接收模块142覆盖的同一待测组织区域,用于产生光声信号,满足方程:

$$[0065] \quad \nabla^2 p(r, t) - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 p(r, t)}{\partial t^2} = -\frac{\beta}{C_p} \frac{\partial}{\partial t} H(r, t)$$

[0066] 其中 $p(r, t)$ 为声压, $H(r, t)$ 为入射激光在成像区域激发的热源函数, $H(r, t) = A(r) I(t)$, $A(r)$ 是组织的光吸收分布, $I(t)$ 为照射光强, β 为热膨胀系数, C_p 为比热容, c 是组织声速, ∇^2 为拉普拉斯算子, r 为成像点到入射点的距离, t 为时间。

[0067] 本申请具体应用时包括以下步骤:

[0068] 步骤S1:基于光声超声双模态同步成像系统(可采用中国专利CN105395170A公开的系统)的激励信号,控制多个通道同时发射经波束合成后的超声波,透过颅骨照射脑部待测组织区域;

[0069] 步骤S2:光发射模块发射脉冲光,透光模块将激光整形后透射到与带状超声相控阵发射和接收模块142覆盖的同一待测组织区域,用于产生光声信号。

[0070] 步骤S3:接收光声超声双模态同步成像系统的激励信号,带状超声相控阵发射和接收模块142接收组织反射的超声信号,经脉冲光触发后,经过一定的延时,接收光声信号。

[0071] 步骤S4:所接收的超声信号和光声信号经过电缆线2传输到主机,实现颅骨内脑部同时同步光声超声双模态成像。

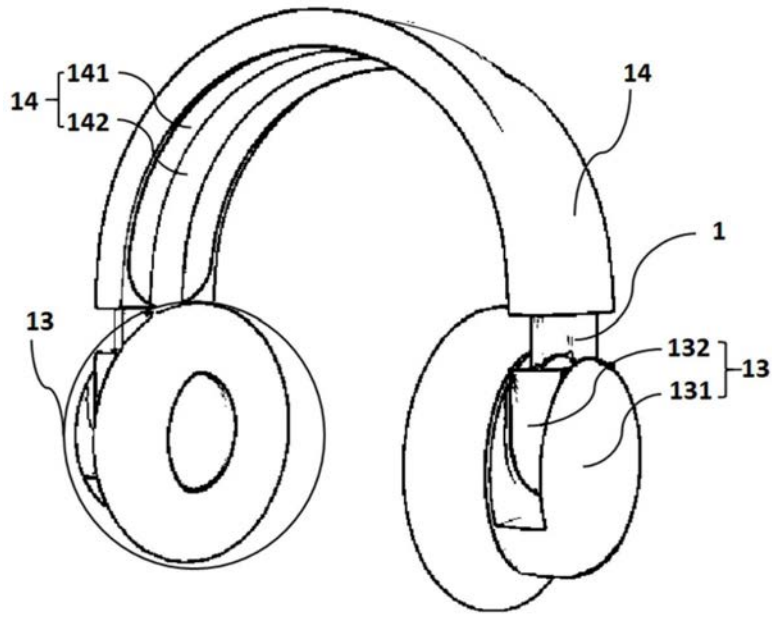


图1



图2

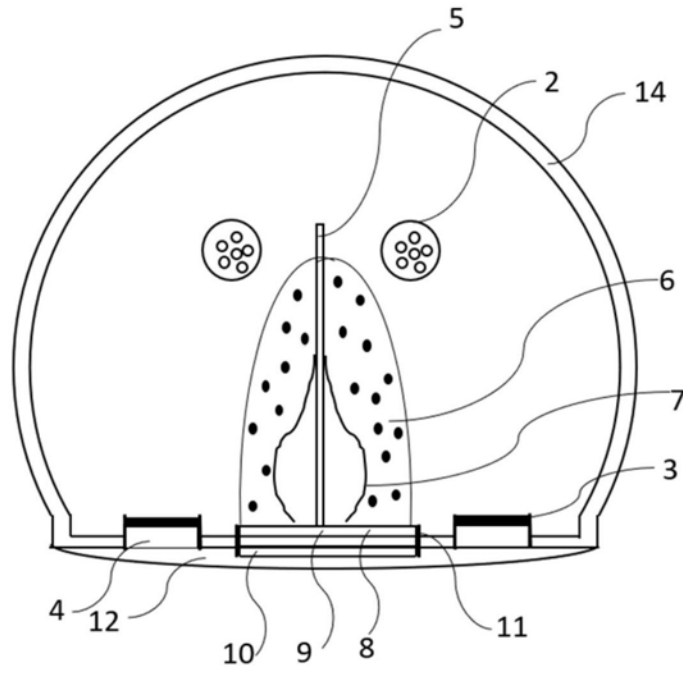


图3

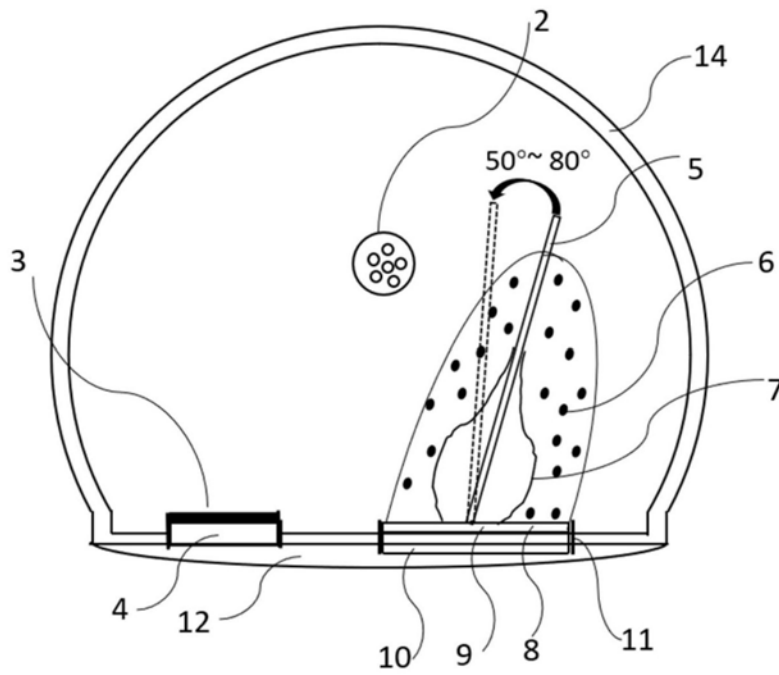


图4

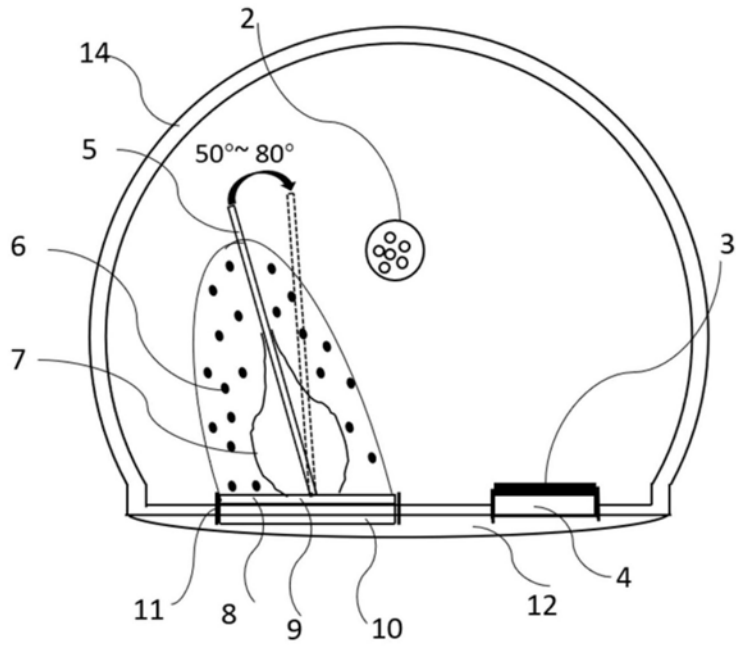


图5

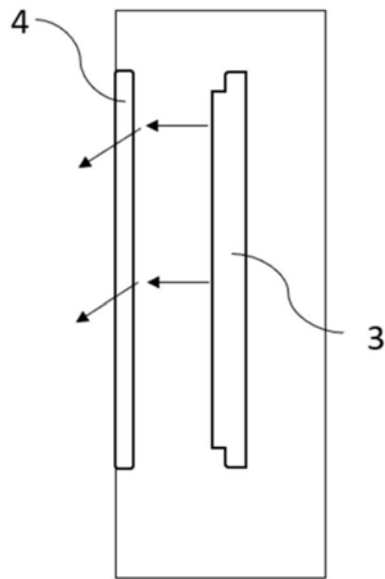


图6

专利名称(译)	一种头箍式脑功能成像仪		
公开(公告)号	CN110840395A	公开(公告)日	2020-02-28
申请号	CN201911000460.3	申请日	2019-10-21
[标]申请(专利权)人(译)	同济大学		
申请(专利权)人(译)	同济大学		
当前申请(专利权)人(译)	同济大学		
[标]发明人	程茜 解维娅 张梦娇 陈盈娜 封婷 张浩南 高雅 吴诗颖 陈一铭 覃宇 赵文丞		
发明人	程茜 解维娅 张梦娇 陈盈娜 封婷 张浩南 高雅 吴诗颖 陈一铭 覃宇 赵文丞		
IPC分类号	A61B5/00 A61B5/02 A61B5/04 A61B5/145 A61B8/08		
CPC分类号	A61B5/0095 A61B5/02042 A61B5/04001 A61B5/145 A61B5/6803 A61B8/0808		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及一种头箍式脑功能成像仪，该成像仪包括：圆形耳壳：设有两个且固定在双耳外；带状测量臂：为长条形柔性曲面带并贴合颅骨设置，并且在与颅骨接触的下表面沿臂长方向设有带状光发射及透光模块和带状超声相控阵发射及接收模块；连接带：为可伸缩式的弹性连接带，通过调节长度用以适应不同被试者头部颅骨外围，其一端与圆形耳壳连接，另一端与带状测量臂连接；主机：用以驱动发射激光和超声信号，并接收产生的光声信号和反射回的超声信号进行成像。与现有技术相比，本发明可固定于头部，不影响被试者自由移动，减轻其心理负担，可用于脑部神经网络活动的检测与成像等优点。

