



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115153564 B

(45) 授权公告日 2025. 02. 14

(21) 申请号 202210914567.4

A61B 5/262 (2021.01)

(22) 申请日 2022.08.01

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 107595283 A, 2018.01.19

申请公布号 CN 115153564 A

审查员 任春颖

(43) 申请公布日 2022.10.11

(73) 专利权人 天津大学

地址 300072 天津市南开区卫津路92号

(72) 发明人 明东 马真 许敏鹏 孟佳圆

尤佳

(74) 专利代理机构 天津市北洋有限责任专利代

理事务所 12201

专利代理师 李素兰

(51) Int. Cl.

A61B 5/291 (2021.01)

A61B 5/256 (2021.01)

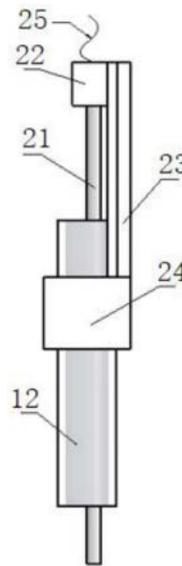
权利要求书1页 说明书3页 附图6页

(54) 发明名称

一种非侵入式超高密度脑电采集电极

(57) 摘要

本发明公开了一种非侵入式超高密度脑电采集电极,其结构包括空心圆柱电极装置(1)和针状电极装置(2),所述针状电极装置(2)套装在所述空心圆柱电极装置(1)上,所述针状电极装置(2)为相对所述空心圆柱电极装置(1)上下滑动的可拆卸组合结构。与现有技术相比,本发明极大地减小了非侵入式脑电采集电极的尺寸,可用于非侵入式超高密度BCI系统的设计,将电极间距减小至毫米级别,以提高非侵入式脑电信号的空间分辨率;同时提高了非侵入式超高密度脑电采集电极在使用时的稳定性和易用性。



1. 一种非侵入式超高密度脑电采集电极,其特征在于,该非侵入式超高密度脑电采集电极包括空心圆柱电极装置(1)和针状电极装置(2),所述针状电极装置(2)套装在所述空心圆柱电极装置(1)上,所述针状电极装置(2)为相对所述空心圆柱电极装置(1)上下滑动的可拆卸组合结构;其中:

所述空心圆柱电极装置(1)还包括空心圆柱电极(11)和半透明绝缘管(12),所述空心圆柱电极(11)嵌在所述半透明绝缘管(12)内腔中;

所述针状电极装置(2)还包括针状电极(21)、第一绝缘空心圆柱(22)、绝缘连接组件(23)、第二绝缘空心圆柱(24)以及电极导线(25),所述第一绝缘空心圆柱(22)和所述第二绝缘空心圆柱(24)分别胶接于所述绝缘连接组件(23)的两端,且所述第一绝缘空心圆柱(22)和所述第二绝缘空心圆柱(24)底面平行,所述半透明绝缘管(12)套设于所述第二绝缘空心圆柱(24)内腔;所述针状电极(21)一端连接所述电极导线(25),且胶接于所述第一绝缘空心圆柱(22)内腔,所述针状电极(21)另一端穿过所述第二绝缘空心圆柱(24)内腔中的所述半透明绝缘管(12)、且平行于所述空心圆柱电极(11)设置;所述针状电极(21)为空心结构,其横截面外径为1mm;

该非侵入式超高密度脑电采集电极的整体最大外径不超过6mm。

2. 如权利要求1所述的一种非侵入式超高密度脑电采集电极,其特征在于,所述第一绝缘空心圆柱(22)的直径小于所述第二绝缘空心圆柱(24)的直径。

## 一种非侵入式超高密度脑电采集电极

### 技术领域

[0001] 本发明涉及脑-机接口技术领域,特别是涉及一种非侵入式脑电采集电极。

### 背景技术

[0002] 脑-机接口(Brain-Computer Interface,BCI)是一种通过检测中枢神经系统(Central Nervous System,CNS)的活动、并将其转化为人工输出来替代、修复、增强、补充或改善CNS正常输出,由此改变CNS与其内外环境之间持续交互作用的系统。具体来说,BCI不仅能够建立人脑到外部设备的连接通路,以替代、修复或者改善患者因伤病而受损的运动功能、用于特定任务环境下的外设控制,还能够实现人脑到机器再到人脑的通信,从而补充或增强人-机间的交互作用。BCI技术研究的重要意义在于:首先,将大大扩展人们与外界交流信息的能力,可能引发传统人类对外交流和控制方式或途径的革命;其次,有助于对大脑认知模式、信息流程和控制方式的深入理解,为解读大脑思维模型和意识形成机制开辟崭新的研究渠道与方法。

[0003] 按照检测信号传感器的安置方式,BCI系统分为侵入式和非侵入式。侵入式BCI系统电极密度极高并且直接接触神经元,避免了信号在传递过程中的衰减,从而具有较高的信噪比和良好的时间、空间及频率分辨率,能够实现精细运动控制并在三维空间、实时完成较为复杂的任务。但是,侵入式BCI系统需要进行外科手术植入电极,不仅会损伤大脑组织,还要保持长期的生物相容性,存在较大风险和技术难度,侵入式BCI技术的应用也因此受到限制。此外,有研究表明,大脑运动皮层植入电极会造成神经元损伤并且会降低运动功能,主要是会导致精细运动功能受损。

[0004] 非侵入式BCI系统无需手术植入电极,易实现、安全且便携,是目前研究的重点。但是大脑皮层神经电活动所产生的信号穿过颅骨等组织层到达头皮表面时发生了严重衰减,加之容积导体效应的存在,损失了大量有关大脑皮层神经电活动信号源的时空分布信息及脑电的高频成分,这导致非侵入式BCI脑电信号的空间分辨率较低,难以实现对如手指运动等较为精细动作特征的有效提取与准确识别。因此,非侵入式BCI系统的研究有待进一步的突破,其关键在于如何有效的提高头皮脑电的空间分辨率。

[0005] 目前的研究表明,对于非侵入式BCI系统,当电极间距低至毫米级别时,可提升非侵入式脑电空间采样频率,能获取脑电信号的高频成分、提高非侵入式脑电的空间分辨率。传统BCI系统电极间距在2~3 厘米以上,高密度脑电电极间距可低至1.4 厘米,但仍难以达到毫米级别。

[0006] 如何实现一种可提高非侵入式BCI系统的电极密度的新型非侵入式超高密度脑电采集电极,是本发明亟待解决的技术问题。

### 发明内容

[0007] 为解决现有非侵入式BCI系统电极密度低,难以获取脑电信号高频成分、高空间分辨率信息的问题,本发明提出了一种非侵入式超高密度脑电采集电极,通过构建非侵入式

超高密度脑-机接口系统,来提高非侵入式脑电信号的空间分辨率,并且使电极间距可降低至毫米级。

[0008] 本发明为解决上述问题而采取的技术方案如下:

[0009] 一种非侵入式超高密度脑电采集电极,该非侵入式超高密度脑电采集电极包括空心圆柱电极装置1和针状电极装置2,所述针状电极装置2套装在所述空心圆柱电极装置1上,所述针状电极装置2为相对所述空心圆柱电极装置1上下滑动的可拆卸组合结构;其中:

[0010] 所述空心圆柱电极装置1还包括空心圆柱电极11和半透明绝缘管12,所述空心圆柱电极11嵌在所述半透明绝缘管12内腔中;

[0011] 所述针状电极装置2还包括针状电极21、第一绝缘空心圆柱22、绝缘连接组件23、第二绝缘空心圆柱24以及电极导线25,所述第一绝缘空心圆柱22和所述第二绝缘空心圆柱24分别胶接于所述绝缘连接组件23的两端,且所述第一绝缘空心圆柱22和所述第二绝缘空心圆柱24底面平行;所述第一绝缘空心圆柱22的直径小于所述第二绝缘空心圆柱24的直径;所述针状电极21一端连接所述电极导线25,且胶接于所述第一绝缘空心圆柱22内腔,所述针状电极21另一端穿过所述第二绝缘空心圆柱24内腔中的所述半透明绝缘管12、且平行于所述空心圆柱电极11设置。

[0012] 所述针状电极21为空心结构,其横截面外径为1mm。

[0013] 该非侵入式超高密度脑电采集电极的整体最大外径不超过6mm。

[0014] 与现有技术相比,本发明的有益效果如下:

[0015] 本发明极大地减小了非侵入式脑电采集电极的尺寸,可用于非侵入式超高密度BCI系统的设计,将电极间距减小至毫米级别,以提高非侵入式脑电信号的空间分辨率;同时提高了非侵入式超高密度脑电采集电极在使用时的稳定性和易用性。

## 附图说明

[0016] 图1为本发明的一种非侵入式超高密度脑电采集电极的主视示意图;

[0017] 图2为本发明的一种非侵入式超高密度脑电采集电极的主视剖面图;

[0018] 图3为本发明的一种非侵入式超高密度脑电采集电极的左视示意图;

[0019] 图4为本发明的一种非侵入式超高密度脑电采集电极的左视结构剖面图;

[0020] 图5为空心圆柱电极装置主视结构示意图;

[0021] 图6为空心圆柱电极装置俯视结构示意图;

[0022] 图7为针状电极装置主视结构示意图;

[0023] 图8为针状电极装置左视结构示意图。

[0024] 附图标记:

[0025] 1、空心圆柱电极装置,11、空心圆柱电极,12、半透明绝缘管;

[0026] 2、针状电极装置,21、针状电极,22、第一绝缘空心圆柱,23、绝缘连接组件,24、第二绝缘空心圆柱,25、电极导线。

## 具体实施方式

[0027] 下面结合附图和实施例对本发明的技术方案进行详细说明。

[0028] 结合图1至图8说明本发明具体结构如下:本发明包括空心圆柱电极装置1和针状

电极装置2;其中:

[0029] 空心圆柱电极装置1包括空心圆柱电极11和半透明绝缘管12;其中空心圆柱电极11嵌在半透明绝缘管12内腔中;

[0030] 针状电极装置2包括针状电极21、第一绝缘空心圆柱22、绝缘连接组件23、第二绝缘空心圆柱24以及电极导线25;其中,第一绝缘空心圆柱22的外壁胶接于绝缘连接组件23一端的内侧,绝缘连接组件23另一端的底面胶接于第二绝缘空心圆柱24的上表面。第一绝缘空心圆柱22和第二绝缘空心圆柱24底面平行。所述半透明绝缘管12套设于所述第二绝缘空心圆柱24内腔。针状电极21的一端连接电极导线25且胶接于第一绝缘空心圆柱22内腔,另一端悬空穿过第二绝缘空心圆柱24内腔中的所述半透明绝缘管12、且平行于所述空心圆柱电极11设置。

[0031] 针状电极装置2套装在空心圆柱电极装置1外部,悬空穿过空心圆柱电极装置1内腔。针状电极装置2可上下滑动调节针状电极的位置。

[0032] 进一步的,第二绝缘空心圆柱24的内径等于半透明绝缘管12的外径,针状电极装置2相对空心圆柱电极装置1上、下滑动时有轻微阻力。

[0033] 进一步的,空心圆柱电极11采用Ag/AgCl材料。

[0034] 进一步的,针状电极21采用Ag/AgCl材料,且为空心设计,横截面外径不大于1mm;

[0035] 进一步的,第一绝缘空心圆柱22的外径小于第二绝缘空心圆柱24的内径。

[0036] 进一步的,本发明的一种非侵入式超高密度脑电采集电极的整体结构最大外径不大于6mm。

[0037] 针状电极装置和空心圆柱电极装置组合结构且二者可相对滑动,调节针状电极使其与用户头皮充分接触,提高稳定性,有利于获取稳定的脑电信号;空心圆柱电极和空心针状电极,充分增加导电膏与用户头皮以及导电膏与针状电极的接触面积,进一步提高稳定性,有利于提高脑电信号的信噪比;针状电极装置中第一绝缘空心圆柱的直径小于第二绝缘空心圆柱,这样的结构便于注入导电膏,提高了本发明的易用性。

[0038] 利用本发明的一种非侵入式超高密度脑电采集电极实现脑电采集的过程如下:

[0039] 将空心圆柱电极装置1固定于脑电帽上,针状电极装置2套装在空心圆柱电极装置1上,通过滑动调节以使针状电极装置2的针状电极21的下端与用户头皮充分接触,电极导线25的另一端连接脑电放大器,进行脑电信号的采集。

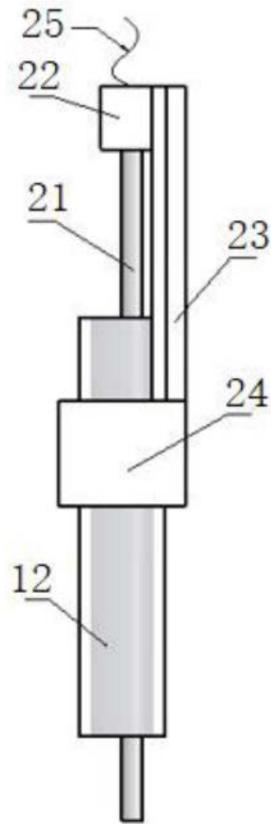


图1

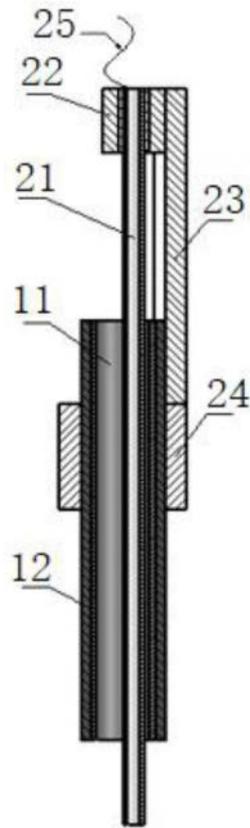


图2

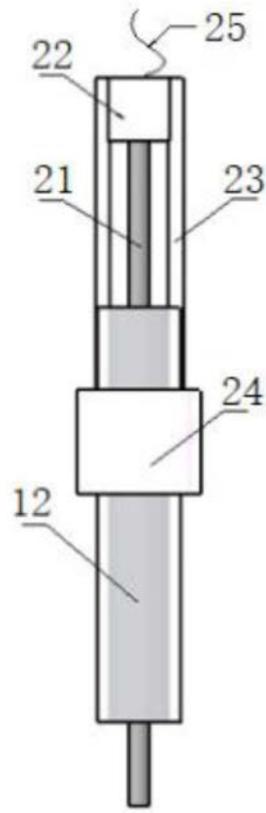


图3

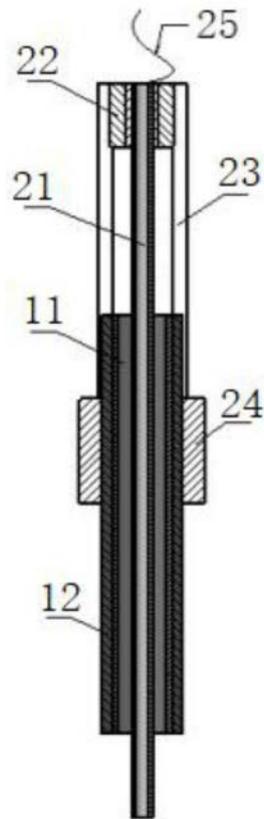


图4

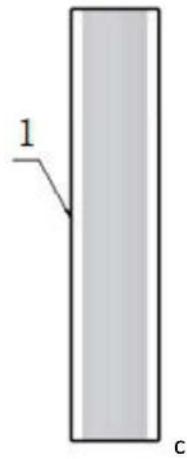


图5

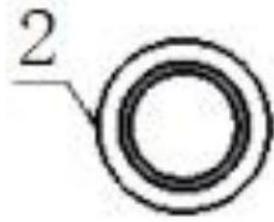


图6

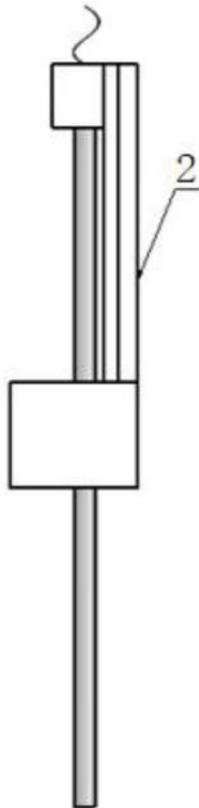


图7

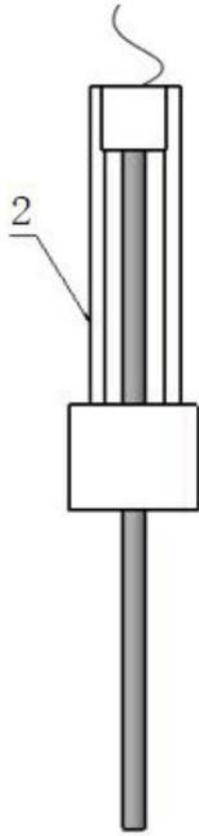


图8