

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2017 年 1 月 26 日 (26.01.2017)



(10) 国际公布号
WO 2017/012217 A1

- (51) 国际专利分类号:
G06F 3/01 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2015/092915
- (22) 国际申请日: 2015 年 10 月 27 日 (27.10.2015)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201510429097.2 2015 年 7 月 20 日 (20.07.2015) CN
- (71) 申请人: 北京工业大学 (BEIJING UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国北京市北京市朝阳区平乐园 100 号, Beijing 100124 (CN)。
- (72) 发明人: 杨春兰 (YANG, Chunlan); 中国北京市北京市朝阳区平乐园 100 号, Beijing 100124 (CN)。 聂英男 (NIE, Yingnan); 中国北京市北京市朝阳区平乐园 100 号, Beijing 100124 (CN)。 李琬 (LI, Wan); 中国北京市北京市朝阳区平乐园 100 号, Beijing

100124 (CN)。 吴水才 (WU, Shuicai); 中国北京市北京市朝阳区平乐园 100 号, Beijing 100124 (CN)。

- (74) 代理人: 北京思海天达知识产权代理有限公司 (BEIJING SIHAI TIANDA INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY LTD.); 中国北京市北京市朝阳区平乐园 100 号北京工业大学旧图东配楼 302 室, Beijing 100124 (CN)。
- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

[见续页]

(54) Title: SSVEP BRAIN ELECTRICAL POTENTIAL BASED WIRELESS BCI INPUT SYSTEM

(54) 发明名称: 基于 SSVEP 脑电电位的无线 BCI 输入系统

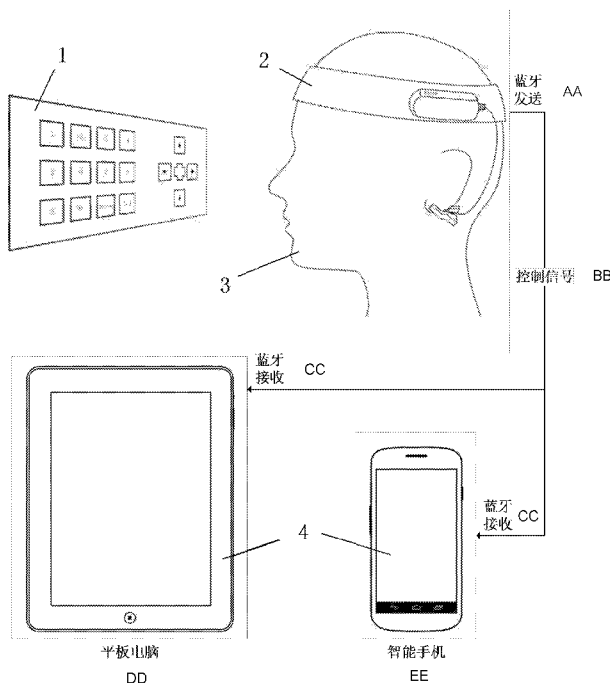


图 1

AA Bluetooth transmission
BB Control signal
CC Bluetooth reception
DD Tablet computer
EE Smart mobile phone

(57) Abstract: Disclosed is an SSVEP brain electrical potential based wireless BCI input system, comprising an SSVEP keyboard and a brain electrical head strap. The SSVEP keyboard of the present invention is used to induce SSVEP brain electrical potential of a user, and comprises keys which can flash in a specific frequency, and masks which indicate key values can be replaced; and the brain electrical head strap comprises a brain electricity acquisition module, a brain electrical signal analysis module and a Bluetooth communication module, which are respectively used for acquiring a brain electrical signal of the user, identifying an SSVEP potential so as to judge the input intention of the user and transmitting a key value to a mobile smart device mating with same via Bluetooth. The brain electrical head strap is a portable wearable device, and can cooperate with the SSVEP keyboard to wirelessly control the mobile smart device. Provided is an approach for enabling direct interaction between the human brain and a mobile smart device, which can assist the activities of a patient who has lost the action ability but has sound thinking ability, and also provides a convenient control tool which can liberate both hands for healthy people.

(57) 摘要:

[见续页]

WO 2017/012217 A1



(84) **指定国** (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ,

CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

一种基于 SSVEP 脑电电位的无线 BCI 输入系统, 包括 SSVEP 键盘和脑电头带。本发明所述的 SSVEP 键盘用于诱发使用者 SSVEP 脑电电位, 包含按照特定频率闪烁的按键, 标示键值的蒙板可以更换; 所述的脑电头带包含脑电采集模块、脑电信号分析模块、蓝牙通信模块, 分别用于采集使用者脑电信号、识别 SSVEP 电位从而判别使用者的输入意图、将键值通过蓝牙发送给与之配对的移动智能设备。所述的脑电头带为便携的穿戴式设备, 配合 SSVEP 键盘可以实现对移动智能设备的无线控制。提供了一种人脑与移动智能设备之间可直接交互的途径, 能够辅助虽丧失行动能力但思维健全的病人行动, 也为健全人提供了一种解放双手的便捷控制工具。

基于 SSVEP 脑电电位的无线 BCI 输入系统

技术领域

本发明涉及一种利用人类头皮脑电实现对移动智能设备进行控制的 BCI (Brain Computer Interface, 脑机接口) 系统, 属于人机交互技术领域。

背景技术

BCI 是一种人脑与计算机或其他电子设备之间的信息传输通道。该技术不依赖于常规的脊髓外周神经肌肉系统, 为人脑提供了一种直接与外部环境交换信息的途径。BCI 技术是一个多学科交叉、综合的研究方向, 涉及生物、信息、生命科学、计算机、医学等多个学科分支, 是当前国际上的研究热点之一。

目前常用的 BCI 系统可以分为植入式采集(有创)和非植入式采集(无创)两大类。非植入式的头皮脑电(Electroencephalograph, EEG)由于其具有无创、安全、易用的特点, 是目前 BCI 研究中常用的一种形式, 也是 BCI 实用化研究的首选。

奥地利 Graz 科技大学的 BCI 小组在相关研究中一直处于领先的地位: 他们基于自主设计的名为 Graz 的 BCI 系统进行了英文输入、计算机游戏等应用开发, 还结合功能性电刺激来帮助瘫痪病人恢复手臂功能, 因此该小组是 BCI 技术实用化的先驱。美国的 Wadworth Center 在 BCI 研究中也一直处于领先地位, 他们研究的 BCI 系统可以让用户通过对 μ 节律的自主控制实现鼠标的 2 维移动。目前, 基于他们的 BCI 系统, 高度瘫痪的病人可以自行完成英文拼写、收发电子邮件、简单语音交流等日常操作。

SSVEP (Steady-State Visual Evoked Potentials, 稳态视觉诱发电位) 是目前 BCI 系统中稳定性较高的一种, 其生理基础是人眼注视某特定频率的周期性闪烁时, 会在大脑皮层视觉区诱发一个连续的与刺激频率相关(刺激频率的基频或其倍频)的响应。利用非侵入性的电极即可在大脑枕叶区的头皮脑电中检测到

此响应。该类型的脑机接口系统具有非侵入性、准确率高、不需训练等优点。

目前 BCI 系统的设计大多基于多导联脑电采集设备和分析脑电信号的上位机，造价昂贵、携带困难、电极帽佩戴繁琐、不便于日常应用。

发明内容

本发明的目的在于提供一种便于佩戴使用的便携式的脑电输入设备，并且可利用蓝牙技术实现对移动智能终端的控制。本发明可以应用于医疗康复领域，辅助残疾人行动；也可应用于日常生活和生产中，为某些不便于手动操作的工作提供一种新的控制手段。

为实现上述目的，本发明采用的技术方案为基于 SSVEP 脑电电位的无线 BCI 输入系统，该系统通过蓝牙与移动智能设备配对连接，使用者仅需要注视按键即可实现对移动智能设备的无线控制。

一种基于 SSVEP 脑电电位的无线 BCI 输入系统，该系统包括 SSVEP 键盘、脑电头箍；其中，SSVEP 键盘用于呈现输入字符并诱发使用者特定脑电电位；脑电头箍用于采集头皮脑电、提取 SSVEP 电位、分析处理脑电信号、识别使用者期望的键值、将键值通过蓝牙发送给移动智能设备。

所述 SSVEP 键盘包括闪烁光发生器、外壳、蒙板；其中，闪烁光发生器用于产生特定频率光刺激；外壳用于隔离光源；蒙板用于标示键值；

闪烁光发生器通过 NE555 芯片配合定值电容电阻，产生特定频率的方波，驱动 LED 发光，不同 LED 光源之间使用不透明塑料隔离，标有键值的半透明蒙板覆盖于闪烁光发生器的 LED 光源之上，该蒙板与键盘整体形成抽屉式结构，便于更换。

所述脑电头箍包括脑电采集模块、脑电分析模块、通信模块及头带；脑电采集模块用于采集使用者头皮脑电信号并将其进行放大、滤波和 AD 转换；脑电分析模块用于从脑电信号中提取 SSVEP 电位并进行分类识别；通信模块用于将脑电分析模块识别出的键值发送给计算机或手持智能设备。脑电采集模块、脑电分析模块及通信模块均固定在头带之上。

脑电信号采集模块包括：电极、放大滤波电路、AD 转换电路。电极包括枕

叶电极、额叶电极和耳夹电极；放大滤波电路包括两级差分放大器和带通滤波器（通带频率为 5-40Hz）；AD 转换模块采样率为 512Hz。上述枕叶电极与额叶电极分别接入差分放大器两输入端，耳夹电极接地。

脑电分析模块由单片机和分析算法组成，分析算法固化在单片机之中，对脑电信号进行处理分析，包括数据分段、去除直流成分、消除基线漂移、时频转换、特征提取、空闲检测、模式分类。

通信模块包括蓝牙模块和天线，通过蓝牙通讯协议将脑电分析模块识别出的键值发送给配对的移动智能设备。

附图说明

图 1 为本发明整体示意图，其中 1 为 SSVEP 键盘，2 为脑电头带，3 为使用者，4 为移动智能设备；

图 2 为本发明 SSVEP 键盘的结构示意图，其中 11 为外壳，12 为蒙版，13 为 LED 光源，111 为按键；

图 3 为本发明脑电头带的结构示意图，其中 21 为额叶电极，22 为枕叶电极，23 为头带，24 为塑料外壳，25 为耳夹电极；

图 4 为本发明脑电头箍各模块连接示意图；

图 5 为本发明脑电信号分析模块分析算法流程图；

图 6 为本发明按键序号图。

具体实施方式

下面结合附图对本发明作进一步的详细说明。

参见图 1，使用时需将脑电头带 2 佩戴于使用者 3 的头部，将 SSVEP 键盘 1 置于使用者 3 前方，脑电头带 2 与移动智能设备 4 通过蓝牙连接。使用者 3 注视 SSVEP 键盘 1 上的按键即可将对应键值输至移动智能设备 4。

参见图 2，SSVEP 键盘 1 底部的 LED 光源 13 按照预设频率闪烁，蒙板 12 为半透明材质，过滤一部分光线避免强光引起使用者眼疲劳，外壳 11 顶部的按键窗为透明材质，其余部分均为不透明材质。

参见图 3，额叶电极 21、枕叶电极 22 固定在脑电头带 2 内侧，脑电采集模块、脑电分析模块、通信模块均封装在塑料外壳 24 中。使用时调节头带 23 使额叶电极 21 紧贴使用者 3 的额叶处皮肤，使枕叶电极紧贴使用者 3 枕叶处皮肤，将耳夹电极 25 夹于使用者 3 的左耳耳垂。

参见图 4，电极采集到的脑电信号经由放大电路放大后送入带通滤波器进行滤波，滤波后的信号由 AD 转换电路进行 AD 转换；得到的数字信号交由脑电分析模块进行分析，单片机调用分析算法并得到返回键值；键值由通信模块发送给移动智能设备。

上述分析算法参见图 5，包括数据分段、去除直流成分、消除基线漂移、时频转换、特征提取、空闲检测、模式分类。脑电信号按照时间点进行分段，每 512 个采样点（1 秒时间）为一段，对每一段信号进行一次判定。将判定结果转换为对应键值。

对于一些特殊的用户，可以对本发明中按键与键值的映射关系进行自定义设置。通过硬件开关可将脑电头带置于自定义模式，在此模式下脑电头带可接收配对的蓝牙设备发来的命令，并对键值映射进行修改，具体实施如下：

将系统置于自定义模式后，蓝牙模块待机等待连接，此时使用智能手机或平板电脑与系统配对连接。在此模式下，通过蓝牙串口协议向系统发送指令即可完成设置。串口指令格式为：“set##<按键序号>#<自定义键值>#”。其中，按键序号参照图 6，自定义键值可以为字符串也可以为 AT（Attention）指令。例如，定义 2 号按键的键值为“Beijing”，须发送“set##2#Beijing#”。同时，将键盘中间标有键值的蒙板抽出并重新标示键值，即完成对按键的键值自定义设置。

权 利 要 求 书

1、基于 SSVEP 脑电电位的无线 BCI 输入系统，该系统通过蓝牙与移动智能设备配对连接，使用者仅需要注视按键即可实现对移动智能设备的无线控制；

其特征在于：该系统包括 SSVEP 键盘、脑电头箍；其中，SSVEP 键盘用于呈现输入字符并诱发使用者特定脑电电位；脑电头箍用于采集头皮脑电、提取 SSVEP 电位、分析处理脑电信号、识别使用者期望的键值、将键值通过蓝牙发送给移动智能设备；

所述 SSVEP 键盘包括闪烁光发生器、外壳、蒙板；其中，闪烁光发生器用于产生特定频率光刺激；外壳用于隔离光源；蒙板用于标示键值；

闪烁光发生器通过 NE555 芯片配合定值电容电阻，产生特定频率的方波，驱动 LED 发光，不同 LED 光源之间使用不透明塑料隔离，标有键值的半透明蒙板覆盖于闪烁光发生器的 LED 光源之上，该蒙板与键盘整体形成抽屉式结构，便于更换；

所述脑电头箍包括脑电采集模块、脑电分析模块、通信模块及头带；脑电采集模块用于采集使用者头皮脑电信号并将其进行放大、滤波和 AD 转换；脑电分析模块用于从脑电信号中提取 SSVEP 电位并进行分类识别；通信模块用于将脑电分析模块识别出的键值发送给计算机或手持智能设备；脑电采集模块、脑电分析模块及通信模块均固定在头带之上；

脑电信号采集模块包括：电极、放大滤波电路、AD 转换电路；电极包括枕叶电极、额叶电极和耳夹电极；放大滤波电路包括两级差分放大器和带通滤波器；AD 转换模块采样率为 512Hz；上述枕叶电极与额叶电极分别接入差分放大器两输入端，耳夹电极接地；

脑电分析模块由单片机和分析算法组成，分析算法固化在单片机之中，对脑电信号进行处理分析，包括数据分段、去除直流成分、消除基线漂移、时频转换、特征提取、空闲检测、模式分类；

通信模块包括蓝牙模块和天线，通过蓝牙通讯协议将脑电分析模块识别出的键值发送给配对的移动智能设备。

2、根据权利要求1所述的一种基于SSVEP脑电电位的无线BCI输入系统，其特征在于：使用时需将脑电头带（2）佩戴于使用者（3）的头部，将SSVEP键盘（1）置于使用者（3）前方，脑电头带（2与）移动智能设备（4）通过蓝牙连接；使用者（3）注视SSVEP键盘（1）上的按键即可将对应键值输至移动智能设备4；

SSVEP键盘（1）底部的LED光源（13）按照预设频率闪烁，蒙板（12）为半透明材质，过滤一部分光线避免强光引起使用者眼疲劳，外壳（11）顶部的按键窗为透明材质，其余部分均为不透明材质；

额叶电极（21）、枕叶电极（22）固定在脑电头带（2）内侧，脑电采集模块、脑电分析模块、通信模块均封装在塑料外壳（24）中；使用时调节头带（23）使额叶电极（21）紧贴使用者（3）的额叶处皮肤，使枕叶电极紧贴使用者（3）枕叶处皮肤，将耳夹电极（25）夹于使用者（3）的左耳耳垂；

电极采集到的脑电信号经由放大电路放大后送入带通滤波器进行滤波，滤波后的信号由AD转换电路进行AD转换；得到的数字信号交由脑电分析模块进行分析，单片机调用分析算法并得到返回键值；键值由通信模块发送给移动智能设备。

3、根据权利要求1所述的一种基于SSVEP脑电电位的无线BCI输入系统，其特征在于：分析算法包括数据分段、去除直流成分、消除基线漂移、时频转换、特征提取、空闲检测、模式分类；脑电信号按照时间点进行分段，每512个采样点（1秒时间）为一段，对每一段信号进行一次判定；将判定结果转换为对应键值。

4、根据权利要求1所述的一种基于SSVEP脑电电位的无线BCI输入系统，其特征在于：按键与键值的映射关系进行自定义设置；通过硬件开关可将脑电头带置于自定义模式，在此模式下脑电头带可接收配对的蓝牙设备发来的命令，并对键值映射进行修改，具体实施如下：

将系统置于自定义模式后，蓝牙模块待机等待连接，此时使用智能手机或平

板电脑与系统配对连接；在此模式下，通过蓝牙串口协议向系统发送指令即可完成设置；串口指令格式为：“set##<按键序号>#<自定义键值>#”；其中，自定义键值为字符串也可以为 AT(Attention)指令；定义 2 号按键的键值为“Beijing”，须发送“set##2#Beijing#”；同时，将键盘中间标有键值的蒙板抽出并重新标示键值，即完成对按键的键值自定义设置。

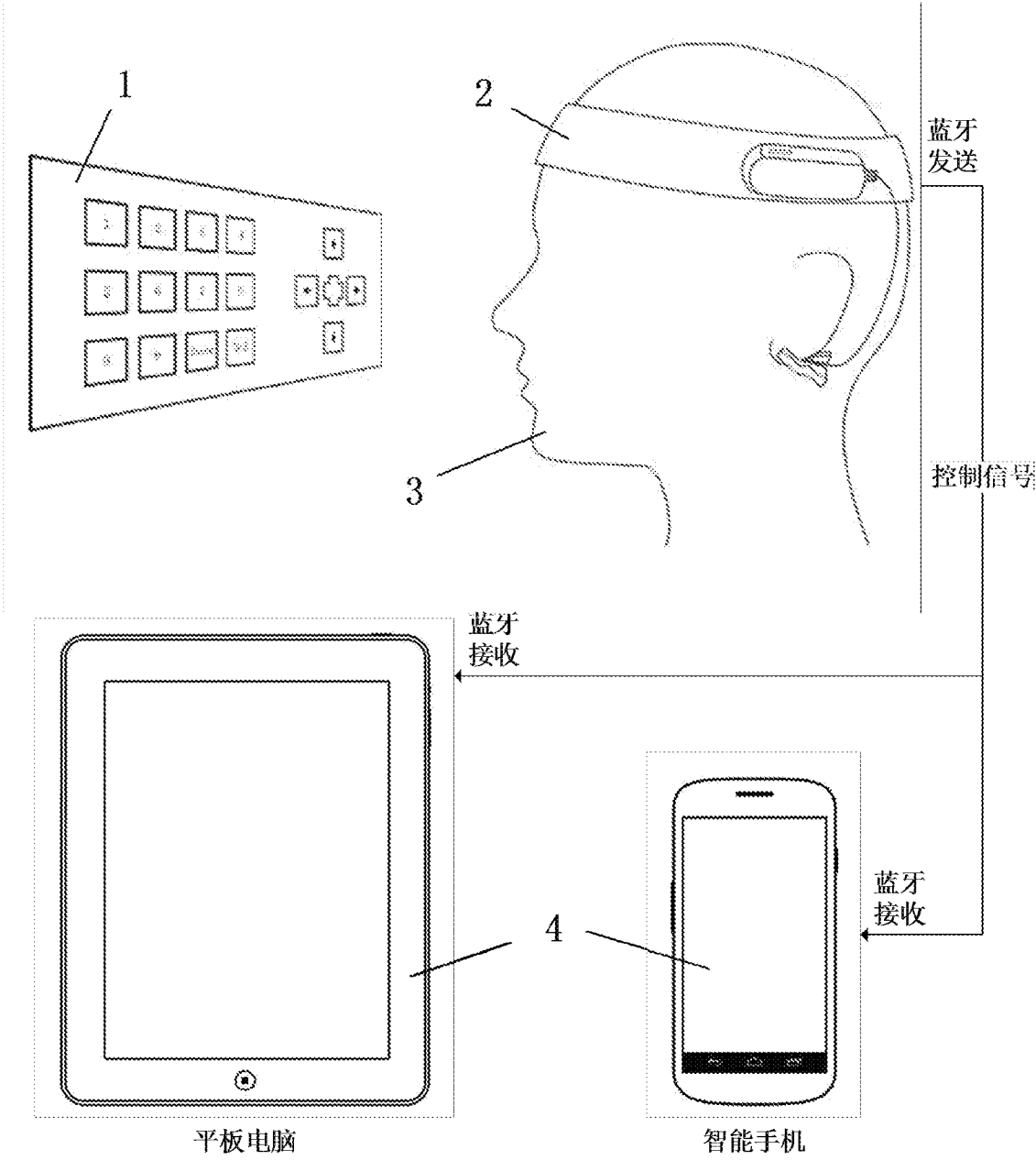


图 1

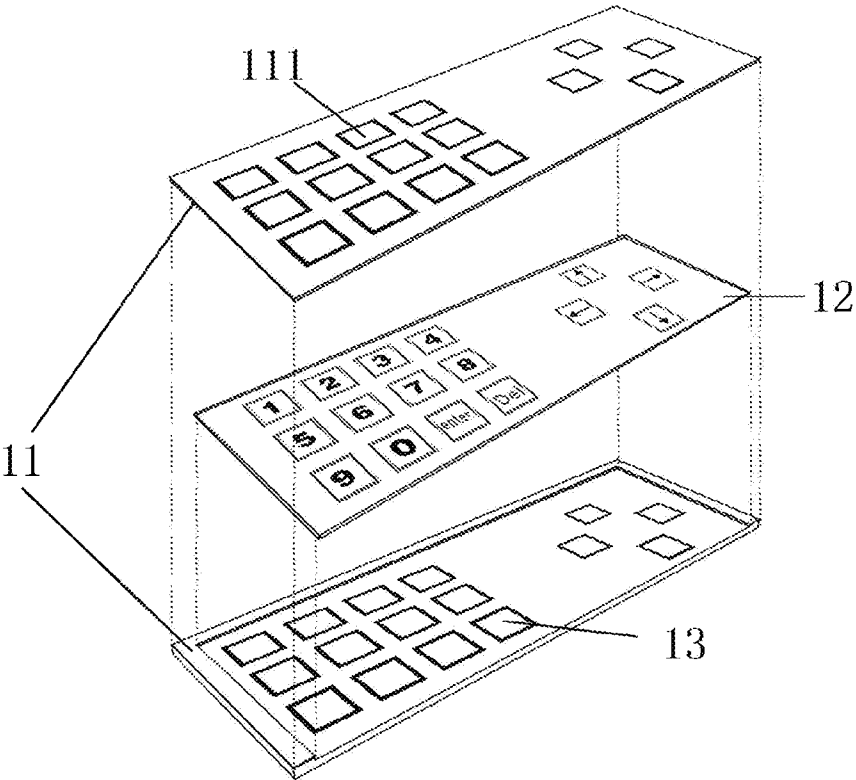


图 2

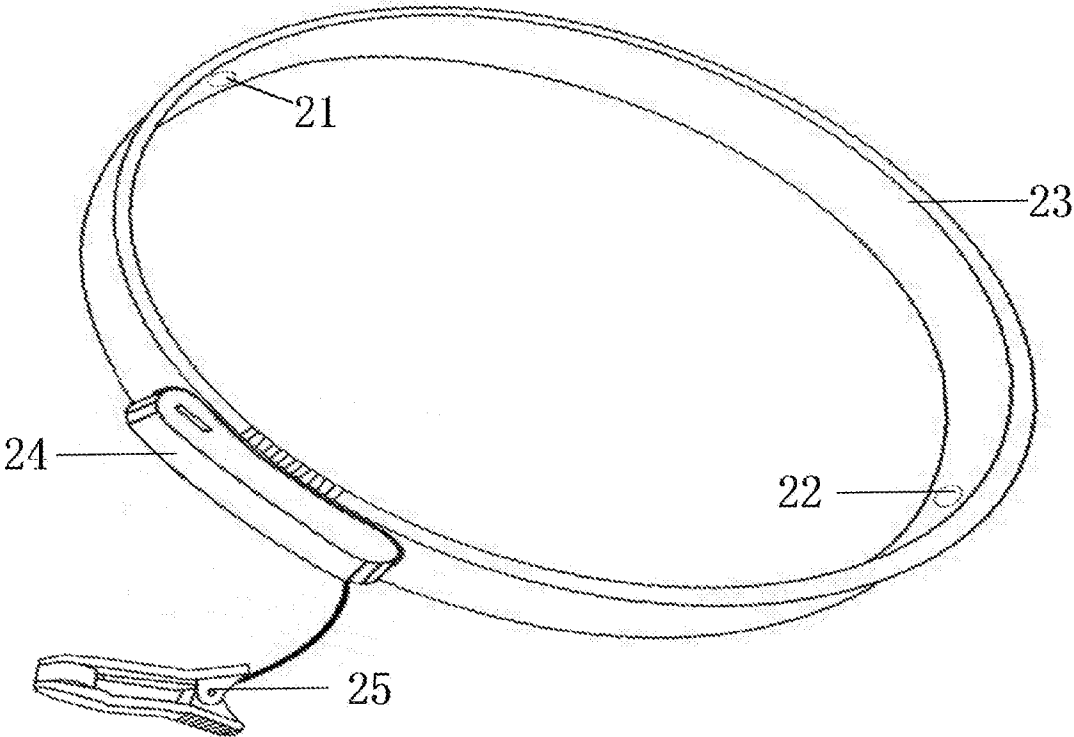


图 3

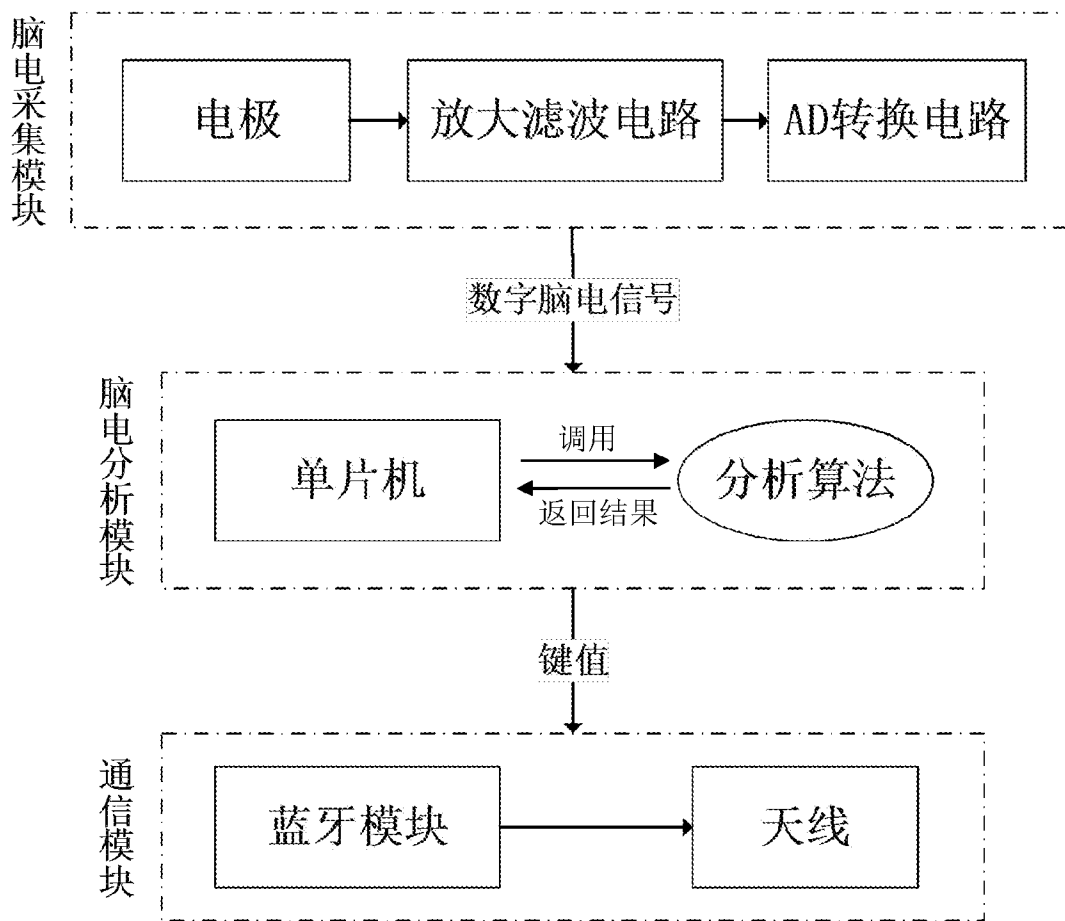


图 4

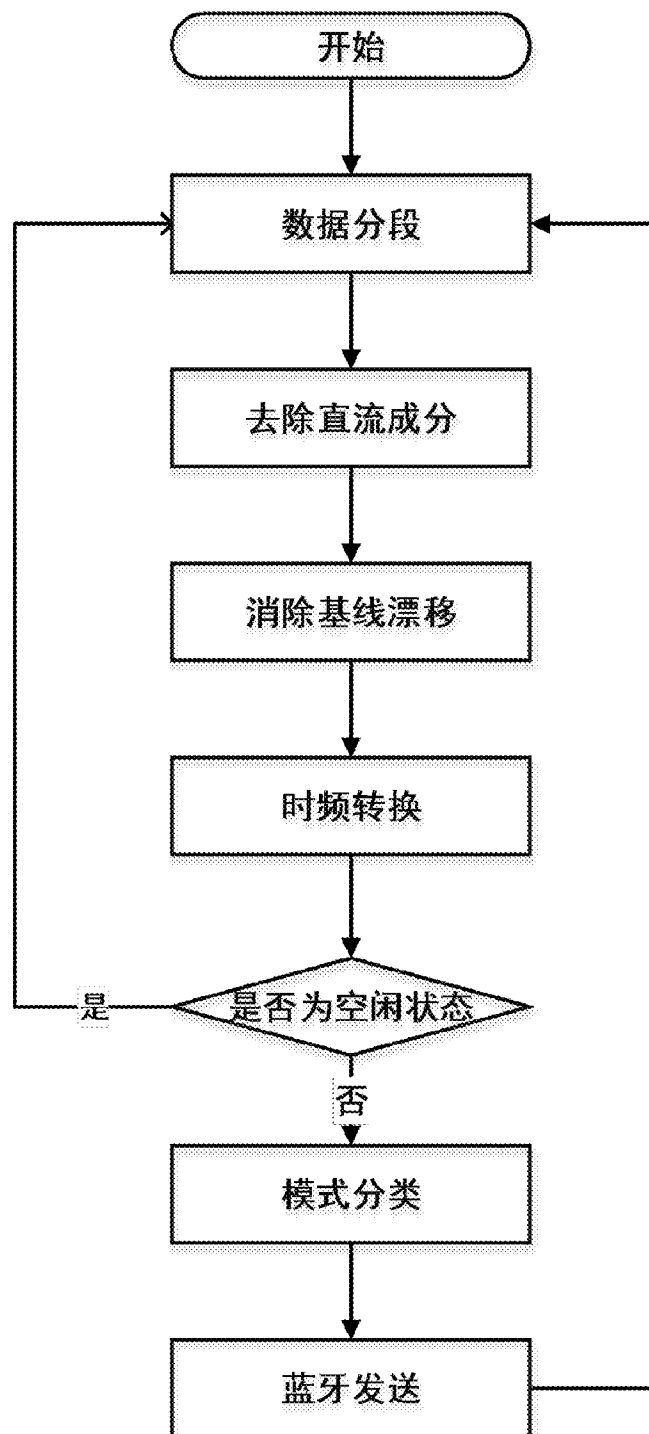


图 5

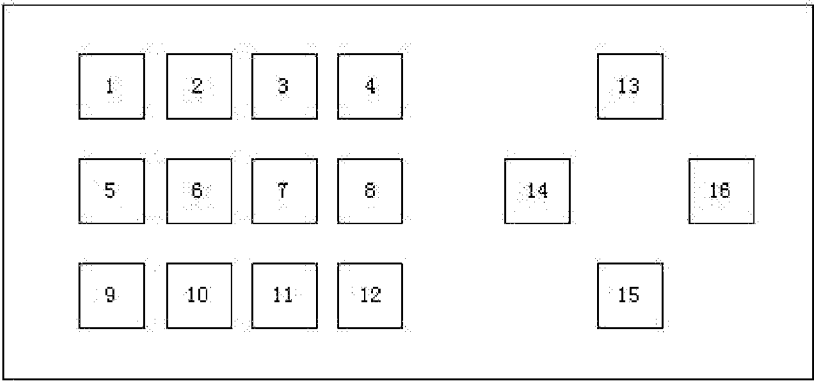


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2015/092915

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06F 3/01 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06F 3/-

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, CNKI: brain computer interface, steady-state visual, keyboard, headband, wireless, mobile, integrate, embed

WPI, EPODOC: BCI, SSVEP, keyboard, headband, wireless, mobile, integrate, embed

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 104503571 A (CHONGQING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS), 08 April 2015 (08.04.2015), the whole document	1-4
A	CN 101159086 A (NATIONAL UNIVERSITY OF DEFENSE TECHNOLOGY), 09 April 2008 (09.04.2008), the whole document	1-4

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“&” document member of the same patent family
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 18 April 2016 (18.04.2016)	Date of mailing of the international search report 04 May 2016 (04.05.2016)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer WU, Min Telephone No.: (86-10) 62411697

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2015/092915

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 104503571 A	08 April 2015	None	
CN 101159086 A	09 April 2008	CN 101159086 B	19 May 2010

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2015/092915

A. 主题的分类

G06F 3/01 (2006.01) i

按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号)

G06F 3/-

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用))

CNPAT, CNKI: 脑机接口, 稳态视觉, 键盘, 头带, 无线, 移动, 集成, 嵌入 WPI, EPDOC: BCI, SSVEP, keyboard, headband, wireless, mobile, integrate, embed

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 104503571 A (重庆邮电大学) 2015年 4月 8日 (2015 - 04 - 08) 全文	1-4
A	CN 101159086 A (中国人民解放军国防科学技术大学) 2008年 4月 9日 (2008 - 04 - 09) 全文	1-4

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2016年 4月 18日

国际检索报告邮寄日期

2016年 5月 4日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN)
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

授权官员

吴敏

传真号 (86-10) 62019451

电话号码 (86-10) 62411697

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2015/092915

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	104503571	A	2015年 4月 8日	无			
CN	101159086	A	2008年 4月 9日	CN	101159086	B	2010年 5月 19日