



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03113662.1

[45] 授权公告日 2007 年 7 月 4 日

[11] 授权公告号 CN 1323637C

[22] 申请日 2003.1.27 [21] 申请号 03113662.1
 [73] 专利权人 周 曙
 地址 510515 广东省广州市广州大道北
 1838 号南方医院神经内科
 共同专利权人 周 炜
 [72] 发明人 周 曙 周 炜
 [56] 参考文献
 CN1333003A 2002.1.30
 CN1314130A 2001.9.26
 WO02/056764A 2002.7.25
 WO2002/100267A 2002.12.19
 审查员 孙晓静

[74] 专利代理机构 广州知友专利商标代理有限公司
 代理人 宣国华

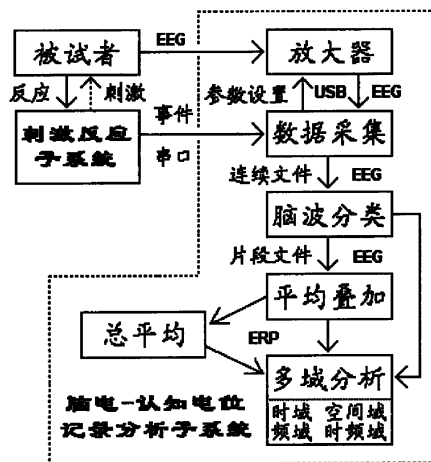
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 3 页

[54] 发明名称

神经行为通用测试系统

[57] 摘要

本发明公开一种基于微机的神经行为通用测试系统，它由串行通讯口连接的多媒体刺激反应子系统和脑电/认知电位记录分析子系统构成。前者在以毫秒精度呈现视听刺激和记录被试者反应的同时，经通讯口发出相应事件；后者由数据采集、脑波分类、平均叠加、总平均和多域分析五个功能模块以及 USB 接口的数字化脑电放大器组成，可完成如下功能：分别经放大器和通讯口同步采集脑电和事件，根据不同时窗内的三类事件的逻辑组合对应的条件分类和平均脑波片段，从而获取各类事件相关电位如失匹配负活动、P300、N400、关联负变化、运动相关电位、事件相关同步和去同步，提供时域、频域、时频域和空间域分析方法。系统兼备无纸脑电和脑电地形图功能。



1、一种神经行为通用测试系统，其特征在于：由串行通讯口连接的多媒体刺激反应子系统和脑电/认知电位记录分析子系统构成；前者在以毫秒精度呈现视听刺激和记录被试者反应的同时，经串行通讯口发出相应事件；后者由数据采集、脑波分类、平均叠加、总平均和多域分析五个功能模块以及 USB 接口的数字化脑电放大器组成，其中数据采集模块经数字脑电放大器采集脑电的同时经由串行通讯口接收来自多媒体刺激反应子系统的刺激和行为事件；脑波分类模块分类并存储脑波片段及其对应的不同时窗内的三类事件，事件编码、时窗长度和位置均可编辑；平均叠加模块依据三类事件信息依照逻辑关系构成的复杂条件选择脑波片段进行平均，获得各类事件相关电位；多域分析模块提供了脑电和事件相关电位这两者的时域、频域、时频域和空间域分析功能；总平均模块则可打开多个事件相关电位文件并获得总平均波形或差异波形，并完成统计分析；

所述不同时窗内的三类事件为核心事件、前置事件和后置事件，其中核心事件为用户感兴趣的任意类事件，前置事件和后置事件分别为核心事件前、后一段长度和位置均可调的时窗内发生的事件。

2、根据权利要求1所述的神经行为通用测试系统，其特征在于：所述三类事件依据下述逻辑关系构成选择条件：条件= $\{[(Y|N)前置](A|O)[(Y|N)核心]\}$ $(A|O)\{[(Y|N)核心](A|O)[(Y|N)后置]\}$ ，其中“|”表示二择一操作，A、O和N分别表示“与”、“或”和“非”逻辑运算，Y表示“非”运算不工作。

3、根据权利要求1所述的神经行为通用测试系统，其特征在于：所述的多媒体刺激反应子系统采用表格来编排和存储刺激与行为反应的编码及对应参数。

神经行为通用测试系统

技术领域

本发明涉及一种记录和分析人类脑电（EEG）、事件相关电位（ERP；亦称“认知电位”）和行为反应的通用测试系统，它既可用于研究大脑高级功能如感知、注意、记忆、语言、情感、思维和意识等，也适合医学、心理学、教育和司法等应用领域。

背景技术

从头皮检测和记录的脑电具有高时间分辨率、设备廉价及可便携用于现场等优点，多电极记录改善和弥补了其低空间分辨率的缺点；结合刺激系统，可从中提取反映脑高级功能的事件相关电位。

现有事件相关电位测试系统均基于单或双刺激（行为）事件编码，且方法侧重于时域分析，缺乏频域、时频域和空间域等多域分析功能，存在着功能简单或操作复杂等许多缺陷，难以满足来自研究和应用领域的实验设计与数据分析方面的复杂需求。例如考察心理学中的启动效应时需要考虑当前靶刺激、先前发生的启动刺激以及随后发生的行为反应三类事件相互关联而构成的复杂情形；在记录关联负变化时也常常要考虑分别发生在不同时窗内的警告、迫选和反馈三类事件的相互关系；再如用户可能想在一轮实验中同时获得多方面刺激和反应相关成分，想了解这些成分的频域和空间分布等信息，甚至事件相关同步和事件相关去同步。

发明内容

本发明的目的在于提供一种具有多域分析功能，可以满足来自研究和应用领域复杂需求的神经行为通用测试系统。

为解决上述问题，本发明提供了如下解决方案：神经行为通用测试系统由串行通讯口连接的多媒体刺激反应子系统和脑电/认知电位记录分析子系统构成；前者在以毫秒精度呈现视听刺激和记录被试者反应的同时，经串行通讯口发出相应事件；后者由数据采集、脑波分类、平均叠加、总平均和多域分析五个功能模块以及USB接口的数字化脑电放大器组成，其中数据采集模块经由数字脑电放大器采集脑电的同时经由串行通讯口接收来自多媒体刺激反应子系统的刺激和行为事件；脑波分类模块分类并存储脑波片段及其对应的不同时窗内的三类事件，并可编辑事件编码、时窗长度和时窗位置；平均叠加模块可依据不同时窗内的三类事件信息依照逻辑关系构成的复杂条件选择脑波片段进行平均，从而获得各类事件相关电位如失匹配负活动、P300、N400、关联负变化、运动相关电位和事件相关同步和事件相关去同步等；多域分析模块提供了脑电和事件相关电位的时域、频域、时频域和空间域分析功能；总平均模块则可打开多个事件相关电位文件并获得总平均波形或差异波形，完成统计分析。该测试系统兼备普通数字化脑电和脑电地形图功能。

本发明所述的三类事件为核心事件、前置事件和后置事件，其中核心事件为用户感兴趣的任意类事件，前置事件和后置事件分别为核心事件前、后一段长度和位置均可调的时窗内发生的事件。

本发明所述不同时窗内的三类事件依据下述逻辑关系组合构成分类条件：

条件= $\{[(Y|N)\text{前置}](A|O)[(Y|N)\text{核心}]\}(A|O)\{[(Y|N)\text{核心}](A|O)[(Y|N)\text{后置}]\}$

其中“|”表示二择一，A、O和N分别表示“与”、“或”和“非”逻辑运算，Y表示“非”运算不工作，()、[]和{}为优先级依次递减的操作。

本发明所述的多媒体刺激反应子系统采用表格来编排和存储刺激与行为反

应的编码及对应参数。

本发明与现有技术相比具有如下三个显著特点：

(1) 多媒体刺激反应子系统兼顾通用性和灵活性，采用表格来编排和存储刺激与行为反应的编码及对应参数，用户不需要编程技能，利用视觉和听觉刺激材料可编排、设计和实现各类实验范式，可以毫秒级精度呈现图片和声音并记录反应时间等行为指标，同时通过串行通讯口向脑电/认知电位记录分析子系统发送刺激和行为反应事件编码。

(2) 脑电/认知电位记录分析子系统采用核心事件分割和截取脑波片段，分别依据核心事件与前置事件和后置事件之间的关系来选择脑波片段，前置和后置事件对应的时窗位置和时窗长度在特定范围内可调；各事件用单或双字节编码，可编辑修改。系统依据核心事件编码和时间范围分类搜索和存储脑波片段及三类事件编码，并依据用户自定义的、三个事件之间不同的逻辑关系组合构成的条件来选择脑波片段参与平均叠加，从而可方便获取各类复杂条件对应的事件相关电位，包括反映注意过程的失匹配负活动、反映注意和记忆过程的P300、反映语言加工的N400、反映运动准备与执行的关联负变化和运动相关电位等。因此，依据不同时窗内的三类事件的逻辑组合分类选择脑波片段是本测试系统超越既有设备、实现多样化的事件相关电位提取的关键。例如，参与平均叠加的脑波片段可能符合这样的条件：“由T类刺激（核心事件）引出、且在T类刺激出现前的4~5秒内有一个P类刺激（前置事件），或在T类刺激出现后的0~2秒内有一个R类反应（后置事件）”；再如，参与平均叠加的脑波片段可能符合这样的条件：“R类反应（核心事件）相关、且在R类反应出现前的2~4秒内有T类刺激（前置事件），且在R类反应出现后的0~2秒内没有F类反馈刺激（后置事件）”等等。此外，该

系统也可针对单次事件相关脑波运用窄带滤波和非线性平均叠加技术获取事件相关同步和事件相关去同步。

(3)脑电/认知电位记录分析子系统在提供时域、频域和时频域分析的同时,运用广义皮层成像技术生成脑波空间模式,将传统上基于少数通道测量的时域分析方法扩展到基于脑波空间模式的可视化多域分析,因而实现了认知电位波幅、功率谱、子波功率和相位等指标的空间域(地形图)分析。这些分析方法也可直接施用于未经平均叠加处理的原始脑电,因而该系统同时兼备普通数字化无纸脑电和脑电地形图功能。

附图说明

图1 示神经行为通用测试系统的原理框图。

图2 示一段19通道事件相关脑波片段及其对应的不同时窗内的三类事件描述。

图3 示使用本发明的神经行为通用测试系统获取的一例19通道事件相关电位:黑线和灰线分别由怪物范式的靶刺激和非靶刺激引出,一个明显的正向成分(视觉P300)的波幅在靶刺激出现约400余毫秒处达到最大峰值。

图4 示靶刺激对应的19通道视觉P300在405毫秒时的三维脑模型映象及二维地形图,用广义皮层成像技术插值生成;

图5 示靶刺激对应的19通道视觉P300的时频域分析(子波分析)结果。

具体实施方式

神经行为通用测试系统的软件基于视窗XP/2000/NT操作系统,其界面友好、易于操作,下面给出运用该系统记录、获取和分析视觉P300的实施过程。

首先利用多媒体刺激反应子系统编排和呈现两种图片,两种图片间隔1000

毫秒、按随机顺序排列呈现250次而构成怪物（Oddball）范式，出现概率为0.20的图片1为靶刺激，要求被试者针对其按键应答，出现概率为0.80的图片2为非靶刺激，不要求按键反应。各类刺激和反应用不同数值作为事件编码，多媒体刺激反应子系统在记录反应时间等行为指标的同时，通过串行通讯口向脑电/认知电位记录分析子系统发送事件信息。

脑电/认知电位记录分析子系统的的信息加工流程如图1所示，各模块运用步骤如下：

(1) 数据采集模块同步记录和存储来自脑电放大器的脑波及来自多媒体刺激反应子系统的刺激事件和反应事件；

(2) 脑波分类模块依据事件对脑波连续记录文件进行处理，可进行事件编辑，搜索、分类和保存脑波片段及其三类事件信息。此处靶刺激和非靶刺激分别设立为核心事件，在它们出现前的1000毫秒内任意发生的事件可设为前置事件，在它们出现后的100~1000毫秒内的反应事件可设为后置事件，截取核心事件发生前200毫秒和后800毫秒的脑波片段。图2显示一段19通道的事件相关脑波片段及其附属的不同时间窗内的三类事件描述。

(3) 平均叠加模块依据三个时间窗内的事件的逻辑组合分类筛选出满足特定条件的脑波片段，进而平均叠加获得事件相关电位并保存。靶刺激对应的脑波片段的条件为：{[(Y)前置](O)[(Y)核心]} (A){[(Y)核心](A)[(Y)后置]}，核心事件设为靶刺激，上式则表明前置事件可以是任意事件，随后必须发生按键反应（后置事件）；非靶刺激对应的脑波片段的条件为：{[(Y)前置](O)[(Y)核心]} (A){[(Y)核心](A)[(N)后置]}，核心事件设为非靶刺激，上式则表明前置事件可以是任意事件，随后必须没有反应（后置事件：正确拒绝）。图3显示用神经行为通用测试

系统获取的一例19通道事件相关电位：黑线和灰线分别由上述怪物范式的靶刺激和非靶刺激引出，一个明显的正向成分（视觉P300）的波幅在靶刺激出现约400余毫秒处达到最大峰值。

（4）多域分析模块将时域、频域、时频域与空间域分析有机结合；它同时可以文本和图片方式保存测量和分析结果；完成报告单的编辑和打印。图4示上述靶刺激对应的19通道视觉P300在405毫秒时的三维脑模型映象及二维地形图，利用广义皮层成像技术插值生成。图5示上述靶刺激对应的19通道视觉P300的时频域分析（子波分析）结果。

（5）总平均模块可一次打开多个事件相关电位文件并叠加获得总平均波形文件，可以任意选取对应通道参与叠加；两个波形也可以相减，得到差异波形；可实现群体比较分析，计算t-检验和方差分析等统计信息。

其余事件相关电位的获取和分析也遵循类似过程；也可直接用多域分析模块分析未经平均叠加处理的原始脑电片段，从而实现了普通数字化无纸脑电和脑电地形图功能。

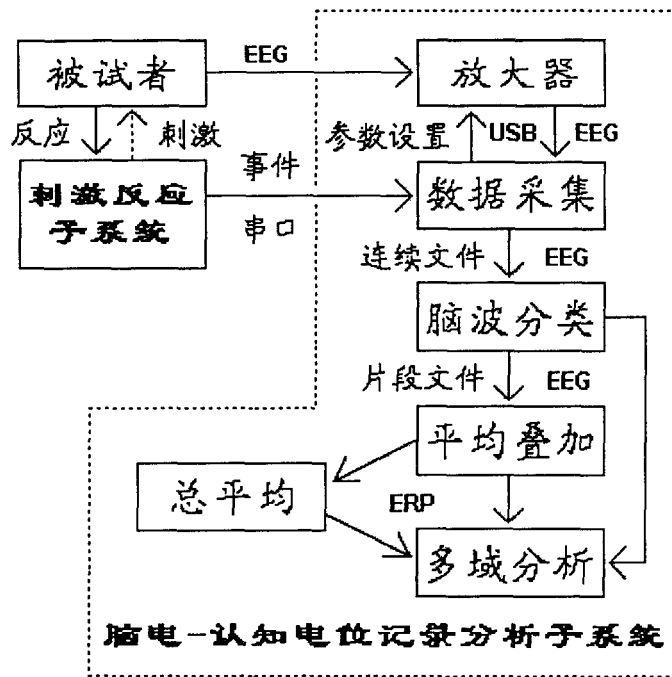


图1

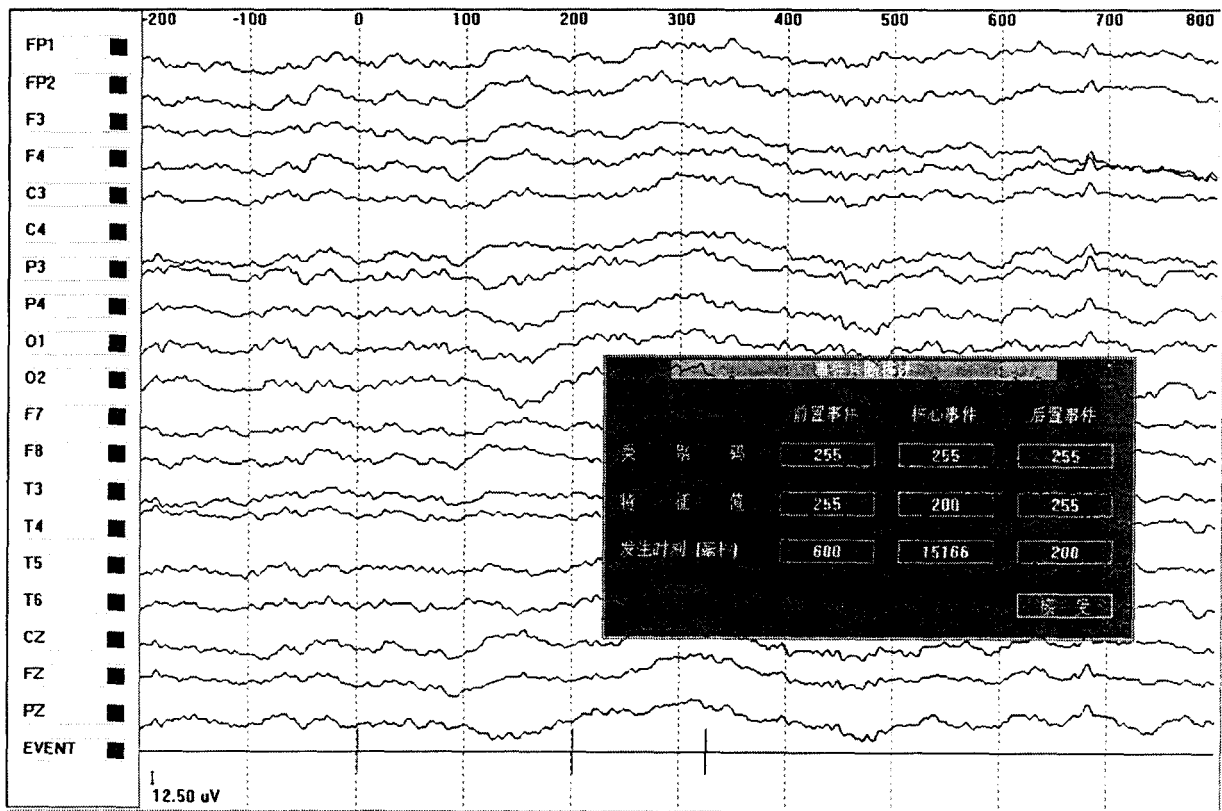


图2

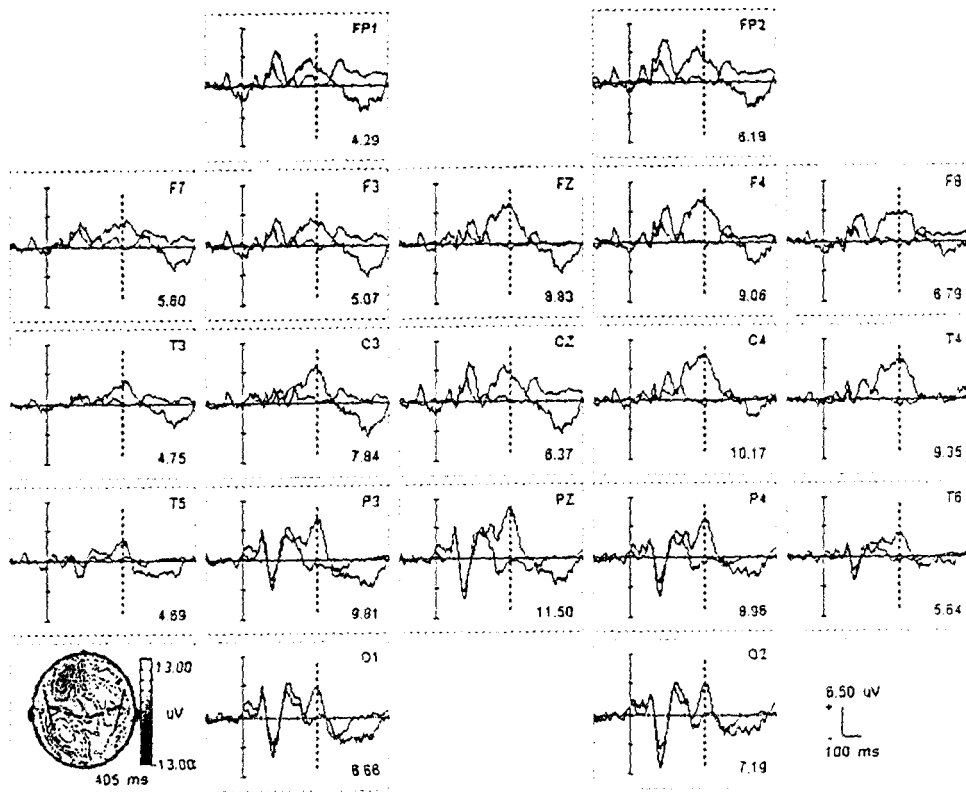


图3

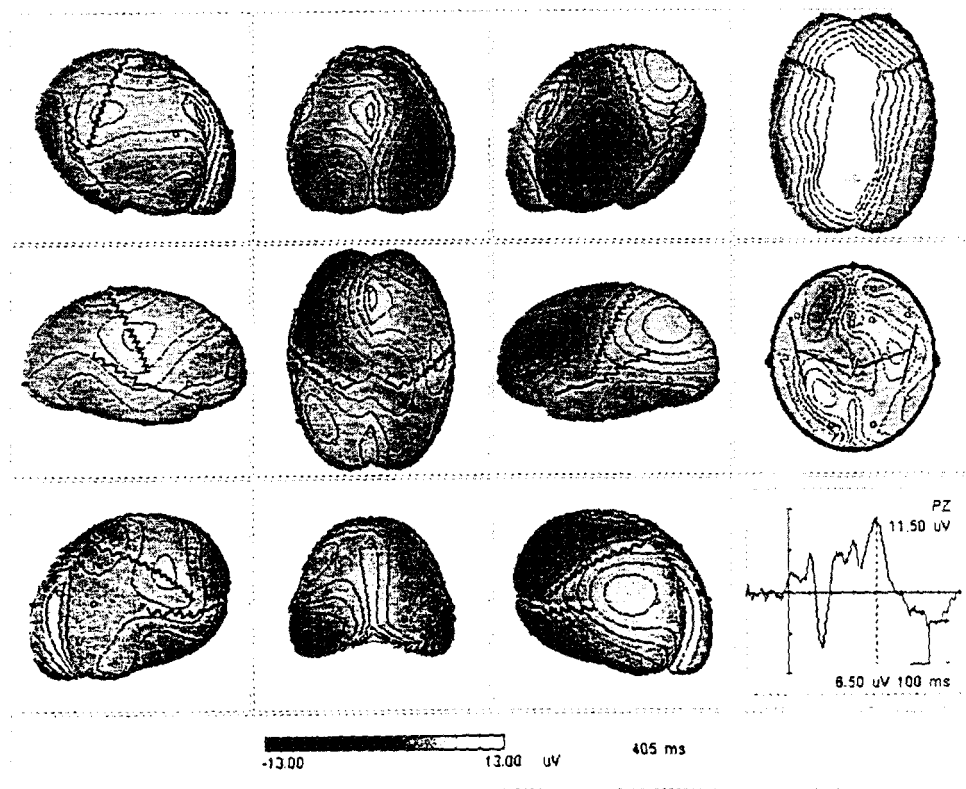


图4

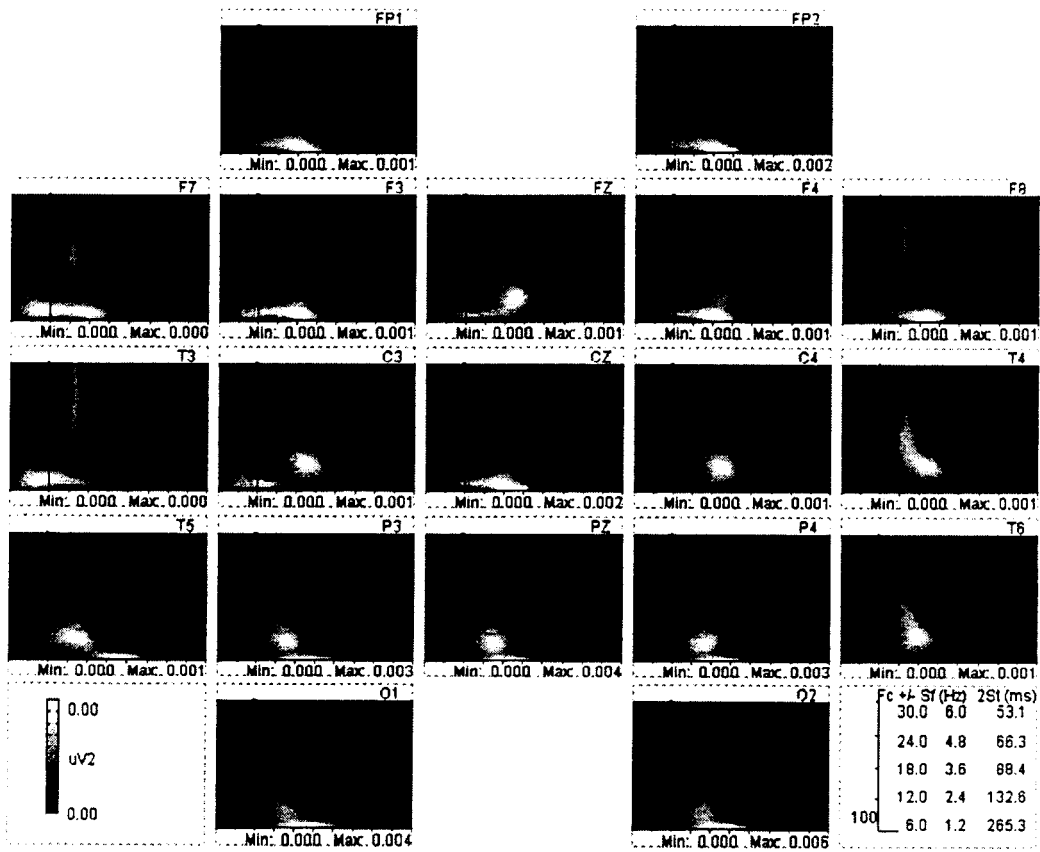


图5

| | | | |
|----------------|--|---------|------------|
| 专利名称(译) | 神经行为通用测试系统 | | |
| 公开(公告)号 | CN1323637C | 公开(公告)日 | 2007-07-04 |
| 申请号 | CN03113662.1 | 申请日 | 2003-01-27 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 周曙 周炜 | | |
| 申请(专利权)人(译) | 周曙 周炜 | | |
| 当前申请(专利权)人(译) | 周曙 周炜 | | |
| [标]发明人 | 周曙 周炜 | | |
| 发明人 | 周曙 周炜 | | |
| IPC分类号 | A61B5/0476 A61B5/00 A61B5/0478 | | |
| 审查员(译) | 孙晓静 | | |
| 其他公开文献 | CN1444904A | | |
| 外部链接 | Espacenet SIPO | | |

摘要(译)

本发明公开一种基于微机的神经行为通用测试系统，它由串行通讯口连接的多媒体刺激反应子系统和脑电/认知电位记录分析子系统构成。前者在以毫秒精度呈现视听刺激和记录被试者反应的同时，经通讯口发出相应事件；后者由数据采集、脑波分类、平均叠加、总平均和多域分析五个功能模块以及USB接口的数字化脑电放大器组成，可完成如下功能：分别经放大器和通讯口同步采集脑电和事件，根据不同时窗内的三类事件的逻辑组合对应的条件分类和平均脑波片段，从而获取各类事件相关电位如失匹配负活动、P300、N400、关联负变化、运动相关电位、事件相关同步和去同步，提供时域、频域、时频域和空间域分析方法。系统兼备无纸脑电和脑电地形图功能。

