

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G01N 33/00 (2006.01)
A61B 5/00 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200610042790.5

[43] 公开日 2006年11月22日

[11] 公开号 CN 1865996A

[22] 申请日 2006.5.11

[21] 申请号 200610042790.5

[71] 申请人 西安交通大学

地址 710049 陕西省西安市咸宁路28号

[72] 发明人 王莹 宋卫国 魏永长 牛丹

[74] 专利代理机构 西安通大专利代理有限责任公司
代理人 李郑建

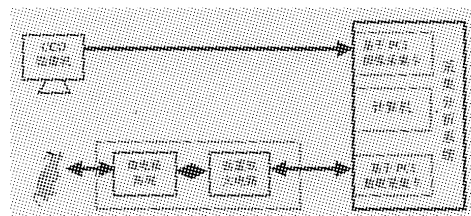
权利要求书2页 说明书8页 附图2页

[54] 发明名称

一种基于动物嗅觉的毒品检测装置

[57] 摘要

本发明公开了一种基于动物嗅觉的毒品检测装置，由 CCD 摄像机、脑立体定位仪、电极、前置放大滤波电路、多臂迷宫，及计算机测控及分析系统构成；该装置根据动物大脑嗅觉皮层神经元电活动，使动物对具有挥发性的毒品产生特异性记忆，采用多臂迷宫，在不同迷宫臂的小室内随机放入毒品，结合特异脑区给予奖赏刺激，强化大鼠对特异嗅觉刺激的记忆；当动物对特异性嗅觉刺激产生具有统计学意义的行为反应时，采集大鼠大脑嗅觉皮层相关的诱发脑电信息，输入计算机，利用分析软件对其放电模式的特征进行识别和分析，形成训练数据集。并通过计算机对其嗅觉皮层的放电模式进行分析，与测试集的特征性嗅觉刺激的放电模式进行比较，从而检测并识别出可疑毒品。



1. 一种基于动物嗅觉的毒品检测装置，其特征在于，该装置由CCD摄像机、脑立体定位仪、电极、前置放大滤波电路、多臂迷宫及计算机测控及分析系统构成；其中：

计算机测控及分析系统包括图像采集卡，数据采集卡、微型计算机，其中微型计算机内设有视觉监控和支持神经电信息的采集、电刺激、处理及分析的计算机软件；

电极包括刺激微电极、记录电极和参考电极，用于采集动物大脑神经电信号；

刺激电极及记录微电极阵列通过标准接插件及柔性电缆分别连接到外部采集系统的对应输出及前置放大器的输入端；前置放大器的输出端与数据采集卡的输入端相连接；

前置放大及滤波电路，包括高共模抑制比的前置差分仪放大器，放大倍数为5；其输出信号首先经过2阶高通滤波器；然后，再经过2阶低通滤波器；其通带范围为500 Hz~10000Hz，得到较为可靠的神经电信号，最后送入数据采集卡的输入端；

多臂迷宫，包括形状完全一致的4个迷宫臂，向动物一侧设有孔隙的小室，使放置的毒品向动物一侧扩散，采用黑色有机玻璃设计，高度0.5m，单臂半径1m；

数据采集卡，采用PCI数据采集接口控制卡，具有14位单32/双16路400Ksps A/D，12位2路模拟输出：0-10V、±5V、±10V，数字输入输出各16路；

CCD摄像机及图像采集卡构成视觉监控系统，CCD摄像机固定于迷宫的上方，用于观察直径4m的圆形实验场地；图像采集卡采用DH-CG300，它基于PCI总线，采用PAL制式，分辨率为768×576×24位，采集速率为

30 帧/秒；

运行于微型计算机上的视觉监控及人机界面软件采用 VC++6.0 进行编写，运行环境为 Windows2000 操作系统。

2. 如权利要求1所述的装置，其特征在于，所述的CCD摄像机采用 TL-402S，分辨率为480线，观察视角390，最低照度0.05Lux。

3. 如权利要求1所述的装置；其特征在于，所述的刺激微电极为一直径 50um的不锈钢金属丝，其外径上除尖端部均涂敷有特富龙膜，不锈钢金属丝装入外径80um的套管内，制成同心针刺激电极。

4. 如权利要求1所述的装置，其特征在于，所述的记录电极采用16个直径25微米并涂敷有特富龙微丝，构成微电极阵列。

5. 如权利要求1所述的装置，其特征在于，所述的参考电极为一个用于固定在动物颅骨上的螺钉。

一种基于动物嗅觉的毒品检测装置

技术领域

本发明一般属于智能检测识别技术方法领域，特别涉及一种基于动物嗅觉的毒品检测装置，该装置通过嗅觉灵敏动物产生特异性嗅觉刺激，诱发动物不断强化大脑皮层产生的特异性脑电信号，并根据动物对不同气体分子诱发产生特异的电信号模式进行分析判断，对于具有挥发性、能诱发动物产生特殊嗅觉刺激的物品的检测，如毒品，爆炸物等。具有可靠性高、特异性好、省时、经济、指标客观等特点。

背景技术

毒品的存在祸国殃民，受到世界各国的打击和控制，必须和毒品犯罪进行不懈和长期有效的斗争。然而，作为防范的主要手段，目前国内外对大规模人群进行毒品检测的方法和器材十分有限。

据文献及专利检索的结果看出，目前检测毒品的方法主要有以下几种：对物品理化特性的检测（CN90207573.X，CN97211692.3）；基于射线扫描仪、质谱仪、色谱仪及质色谱的结合方法，对物品的成分、化学结构的检测（CN00133223.6，CN03222042.1）；采用嗅觉灵敏动物，如犬、猪等的缉毒。前两类方法主要侧重于实验室化学分析，对已缴获的标本进行成分鉴定和分析；虽然能够精确测量，但需要庞大的仪器设备，检测周期长，较适于有针对性的，小范围内的样本检测，而无法满足大范围人群、物品或区域的毒品检测。缉毒警犬具有较高的准确性及灵敏性，是目前动物缉毒最主要的方式，但其需要专职训练员，训练费用昂贵，训练周期长，且毒品检测时只能由训练员通过狗的行为表现进行粗略判断。

发明内容

为了克服现有的毒品检测方法及检测装置的局限性，本发明的目的在于，提供一种基于动物嗅觉的毒品检测装置，该装置根据动物大脑嗅觉皮层神经元电活动，使动物对具有挥发性的毒品产生特异性记忆，采用多臂迷宫，在不同迷宫臂的小室内随机放入毒品，结合特异脑区给予奖赏刺激，强化大鼠对特异嗅觉刺激的记忆；当动物对特异性嗅觉刺激产生具有统计学意义的行为反应时，采集大鼠大脑嗅觉皮层相关的特殊嗅觉刺激所诱发脑电信息，输入计算机，利用分析软件对其放电模式的特征进行识别和分析，形成训练数据集。并通过计算机对其嗅觉皮层的放电模式进行分析，与测试集的特征性放电模式进行比较，从而检测并识别出可疑毒品。

为了实现上述任务，本发明采用如下解决技术方案：

一种基于动物嗅觉的毒品检测装置，其特征在于，该装置由CCD摄像机、脑立体定位仪、电极、前置放大滤波电路、多臂迷宫，及计算机测控及分析系统构成；其中：

计算机测控及分析系统包括图像采集卡，数据采集卡、微型计算机，其中微型计算机内设有视觉监控和支持神经电信息的采集、电刺激、处理及分析的计算机软件；

电极包括刺激微电极、记录电极和参考电极，用于采集动物大脑神经电信号；

刺激电极及记录微电极阵列通过标准接插件及柔性电缆分别连接到外部采集系统的对应输出及前置放大器的输入端；前置放大器的输出端与数据采集卡的输入端相连接；

前置放大及滤波电路，包括高共模抑制比的前置差分仪放大器，放大倍数为5；其输出信号首先经过2阶高通滤波器；然后，再经过2阶低通滤波器；其通带范围为500 Hz~10000Hz，得到较为可靠的神经电信号，最后送入数据采集卡的输入端；

多臂迷宫，包括形状完全一致的4个迷宫臂，向动物一侧设有孔隙的小室，使放置的毒品向动物一侧扩散，采用黑色有机玻璃设计，高度0.5m，单臂半径1m；

数据采集卡，采用PCI数据采集接口控制卡，具有14位单32/双16路400Ksps A/D，12位2路模拟输出：0-10V、±5V、±10V，数字输入输出各16路；

CCD摄像机及图像采集卡构成视觉监控系统，CCD摄像机固定于迷宫的上方，用于观察直径4m的圆形实验场地；图像采集卡采用DH-CG300，它基于PCI总线，采用PAL制式，分辨率为768×576×24位，采集速率为30帧/秒；

运行于微型计算机上的视觉监控及人机界面软件采用VC++6.0进行编写，运行环境为Windows2000操作系统。

本发明的装置通过价格低廉的大鼠或其它具有灵敏嗅觉的动物，通过对动物的辅助训练，解决了对毒品进行特异、有效检测的困难。具有可靠性高、特异性好、指标客观、省时、经济等特点；本装置同样可适用于对其它能产生特殊嗅觉刺激的物品的检测，如用于矿难救援，地质灾害预测等方面。

附图说明

图1是系统原理示意图。

图2是刺激微电极结构图。

图3是前置放大滤波电路图。

图4是迷宫结构图。

下面结合附图和实施对本发明进一步说明。

具体实施方式

本发明的理论依据：大鼠的嗅觉非常灵敏，对其嗅觉相关的诱发神经电活动的科学研究已有很长的历史；不同的气体分子（嗅觉刺激）诱发特征性

的神经放电模式。目前已出现利用脑电波信号进行的搜救方式（英国《新科学家》杂志22/September/2004）。通过采集、分析动物的特征性的脑电波信号，跟踪、搜寻、定位非常情况下或处于高危地域（地震区、海啸区、深海域等）的目标；另外，本发明的装置通过对神经电信号的模式特征进行识别，而对气体分子进行检测，相对于目前的其它基于动物行为表现的检测方法更具客观性。

本发明的装置由CCD摄像机、脑立体定位仪、电极、前置放大滤波电路、多臂迷宫，及计算机测控及分析系统构成，原理框图如图1所示。

计算机测控及分析系统包括图像采集卡，数据采集卡、微型计算机，其中微型计算机内设有视觉监控和支持神经电信息的采集、电刺激、处理及分析的计算机软件；计算机测控及分析系统用于完成如下功能：

- 1) 施加给动物的电刺激模式的设置及控制；
- 2) 脑电信息的采集，控制，记录及分析；
- 3) 训练、强化动物对毒品气体分子的记忆；
- 4) 基于特征性脑电模式的毒品检测及识别；
- 5) 迷宫内动物的行为监视系统；

实验所需的各种刺激模式及参数等在微型计算机（PC机）上预先设定，在训练阶段，将动物放入迷宫（图4）中心区域，毒品随机放入4个毒品放置小室（图4中1—4）之一，当行为监控系统采集到动物找到毒品的信号时，即从数据采集卡的输出端口发送刺激脉冲作用到刺激电极（图2），给予内侧前脑束神经纤维以适宜电刺激，形成一种“虚拟奖赏”，使动物获得欣快感，从而形成毒品寻求行为的偏爱；同时记录微电极阵列采集嗅觉皮层的神经元电活动信息，经过前置放大滤波电路（图3），送入数据采集卡的模拟信号输入端及PC机中；软件分析动物寻找毒品过程的特征性神经电信号模式。在识别阶段，通过把动物放入可疑区域或把可疑物放入迷宫，通过分析其脑电特

征进行毒品检测。

电极：刺激微电极如图 2，采用直径 50 μm ，外覆特富龙膜的不锈钢内芯装入直径为 80 μm 的针管内，制成同心针刺激电极，刮去电极尖端的特富龙膜。刺激微电极包括：1、直径 50 μm ，外壁上涂敷有特富龙的不锈钢金属丝；2、直径 80 μm 的不锈钢套管；3、定位直铜线；4、接插件；5、柔性屏蔽线。电极埋置前经过消毒及短路测试，定位直铜线 3 用于固定在脑立体定位仪的电极卡座内，不锈钢套管 2 及电极 1 的长度距电极能达到部位 2mm 左右。电极埋置完成后剪掉露出的定位铜线 3，接插件 4 为连接刺激器的插座。记录电极采用 16 个直径 25 微米的特富龙微丝构成的微电极阵列，刮去其尖端绝缘漆后，斜剪（阻抗在频率 1kHz 时为 0.5-1M Ω ），埋置到大脑的嗅觉皮层区域。刺激电极及记录微电极阵列通过标准接插件及柔性电缆分别连接到外部采集系统的对应输出及前置放大器的输入端；参考电极为固定于动物颅骨上的螺钉；前置放大器的输出端再连接到数据卡的输入端。

前置放大及滤波电路：单路前置放大及滤波电路如图 3 所示，多通道由多个独立的单路构成。为了克服动物运动所产生的肌电干扰，前置放大器采用高输入阻抗，高共模抑制比的差分仪放大器 U1A (INA2331)，放大倍数为 5；前置放大器的输出信号首先经过一高通滤波（图 3 中 U2/A, C2, C3, R3, R4 构成 2 阶 Sallen-Key 高通滤波器）；然后，再经过一低通滤波（图 3 中 U2/B, C4, C5, R7, R8 构成 2 阶 Sallen-Key 低通滤波器）；系统的通带范围为 500-10,000Hz，得到较为可靠的神经电信号，最后送入数据采集卡的输入端；

多臂迷宫：为排除动物对迷宫臂内空间特性的记忆；4 个迷宫臂的形状完全一致，图 4 中的毒品室 1-4 为向动物一侧设有孔隙的小室，使放置的毒品向动物一侧扩散；每次训练后彻底清洗迷宫，消除可能引起嗅觉刺激的因素。迷宫采用黑色有机玻璃设计，高度 0.5m，单臂半径 1m。

数据采集卡：采用 PCI (PCI2006) 数据采集接口控制卡，任意切换通道，通道增益 (1-1000 倍)，支持多种触发方式，具有 14 位单 32/双 16 路 400Ksps A/D，12 位 2 路模拟输出：0-10V、±5V、±10V，数字输入输出各 16 路。运行于 PC 机上的测控软件的人机界面软件采用 VC++ 进行编写，运行环境为 Windows 2000 操作系统，用于刺激参数设置，神经放电特性的采集，处理及结果分析控制等。

为完成对动物大脑神经电信号的采集，使用本装置时将刺激微电极及记录微电极阵列埋置在大鼠大脑嗅皮层，大鼠在其中起到生物（嗅觉）传感器的作用。埋置前消毒刺激微电极及记录微电极阵列。参考大鼠脑图谱，在脑立体定位仪上完成微电极的埋置。刺激电极尖端定位到大鼠的内侧前脑束神经纤维，记录电极埋置到嗅觉皮层细胞层。电极通过柔性细导线直接与采集接口部分相连，并在电极附近颅的骨上固定三到四个螺钉（连接参考电极引线）。电极埋置前，消毒微电极，采用牙科水泥固定微电极于颅骨，仅露出接插件。数据采集卡负责电刺激脉冲产生及神经电信号的采集，通过柔性细导线及接插件连接到神经接口电路上。

视觉监控系统：由 CCD 摄像机及图像采集卡构成，其中 CCD 摄像机采用 TL-402S (Sony Com.)，其分辨率为 480 线，观察视角 390，具有很高的灵敏度，最低照度 0.05Lux，即使在非常昏暗的光线下也能拍摄到高品质的图像。图像采集卡选用 DH-CG300 (DaHeng Image Com.)，它是基于 PCI 总线，采用 PAL 制式，分辨率为 768×576×24 位，采集速率为 30 帧/秒。CCD 摄像机固定于迷宫的上方 2.5m，能有效的观察直径 4m 的圆形实验场地。运行于 PC 机上的视觉监控及人机界面软件采用 VC++6.0 进行编写，运行环境为 Windows2000 操作系统，用于对动物在迷宫内的行为监控，刺激参数设置及结果分析控制等。视觉跟踪算法采用基于颜色的方法，即首先通过把背景制成与动物颜色有明显区分的颜色；在图像界面上设定及编辑不同迷宫或感兴

趣的区域，设定实验参数；首先对被跟踪动物图像的灰度信息进行分析，以得到上下阈值(T_{low}, T_{high})；然后对图像内感兴趣区域（跟踪窗）的象素进行分割（即 $T_{low} \leq I(i, j) \leq T_{high}$ ），滤去干扰噪声后，对物体的质心进行实时跟踪；后计量动物运动的速度，加速度，运动距离，运动时间、长度，进入感兴趣区域的次数及停留的时间，及在不同区域内活动时，神经元动作电位的放电频率，放电时间等电生理特性并对其进行分析。

动物对毒品气味的强化训练方法：目前行为学的训练方法通常是基于实物（食物奖赏或惩罚）等来对动物进行训练；而研究证实动物大脑中存在奖赏中枢，而当电刺激此中枢时，动物可以得到“虚拟”的感觉，具有比实物奖赏更显著的效果，且没有依赖性，2002年 Nature [2002; 417: 37-38]报道了用此方法对大鼠行为控制的行为模型，此为申请人提供了良好的基础。首先通过给大鼠负责奖赏的中枢埋置刺激电极；然后随机在多臂迷宫中某一区域放置毒品，而只有当大鼠找到毒品时，才给予“虚拟”奖赏电刺激，以强化动物对特征气味的敏感，同时记录嗅觉皮层的神经电信息，提取其特征模式，以便构成训练数据集。

摄像机用于监视动物在迷宫的行为，微电极及微电极阵列完成神经与外部电子之间的接口，用于产生“虚拟”奖赏及大脑嗅觉皮层放电的记录。前置放大电路进行电极与大脑之间的阻抗匹配，完成信号的采集；系统采集控制及数据处理分析任务由数据采集卡及 PC 完成。

采用本发明装置进行毒品检测方法，分为两个步骤进行，第一步为训练阶段：在迷宫内完成，把动物放入迷宫（图 4）中心区域，毒品随机放入 4 个毒品放置室（图 4 中 1-4）之一，当视觉监控系统发现动物找到毒品时，数据采集卡的输出端口发送刺激脉冲作用到刺激电极（图 2），给予内侧前脑束电刺激，形成一种“虚拟奖赏”；其刺激参数（脉冲个数，脉冲串长度，频率，强度，极性等）由计算机控制数据采集卡上的数模通道完成。记录微

电极阵列采集嗅觉皮层的脑电信息，经过前置放大电路（图 3），送入数据采集卡的模拟信号输入端及微型计算机（PC）中，动物寻找毒品过程的神经电模式由 PC 机软件进行分析，得到不同嗅觉刺激所对应的特异性脑电特征模式，作为识别特征；通过上述的训练过程，使动物对毒品的可挥发成分具有敏感性。第二步动物对毒品的脑电反应检测阶段：把动物放入可疑区域或把可疑物放入迷宫，采集并分析其脑电特征，同上述训练阶段的脑电特征相比较从而检测出毒品。采集大鼠神经电信息进行特征分析，并与训练数据集中的放电模式进行比较，从而检测并识别出可疑毒品。

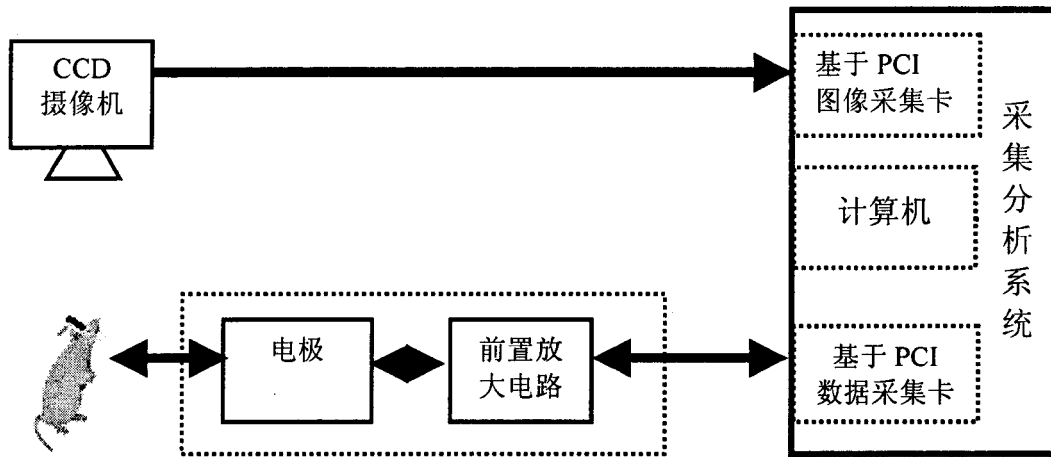


图 1

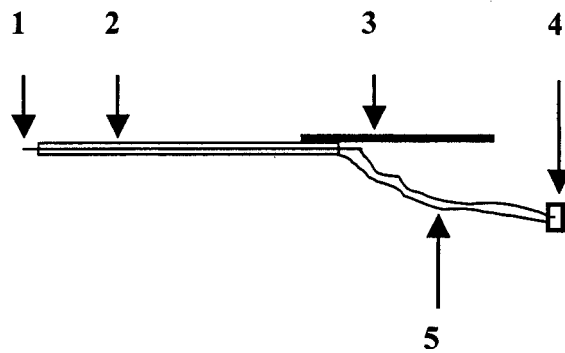


图2

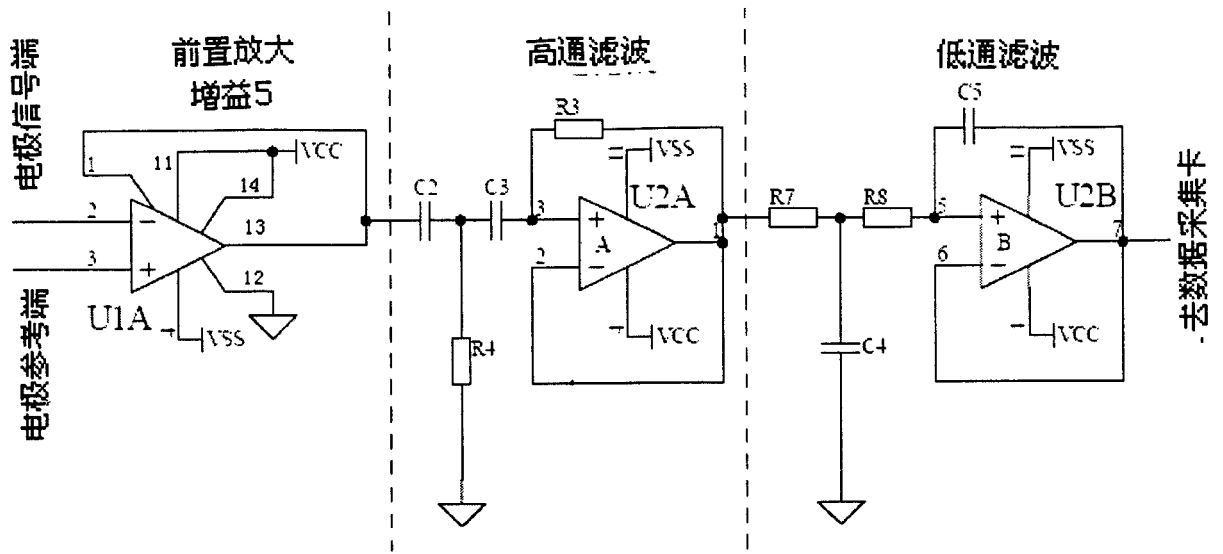
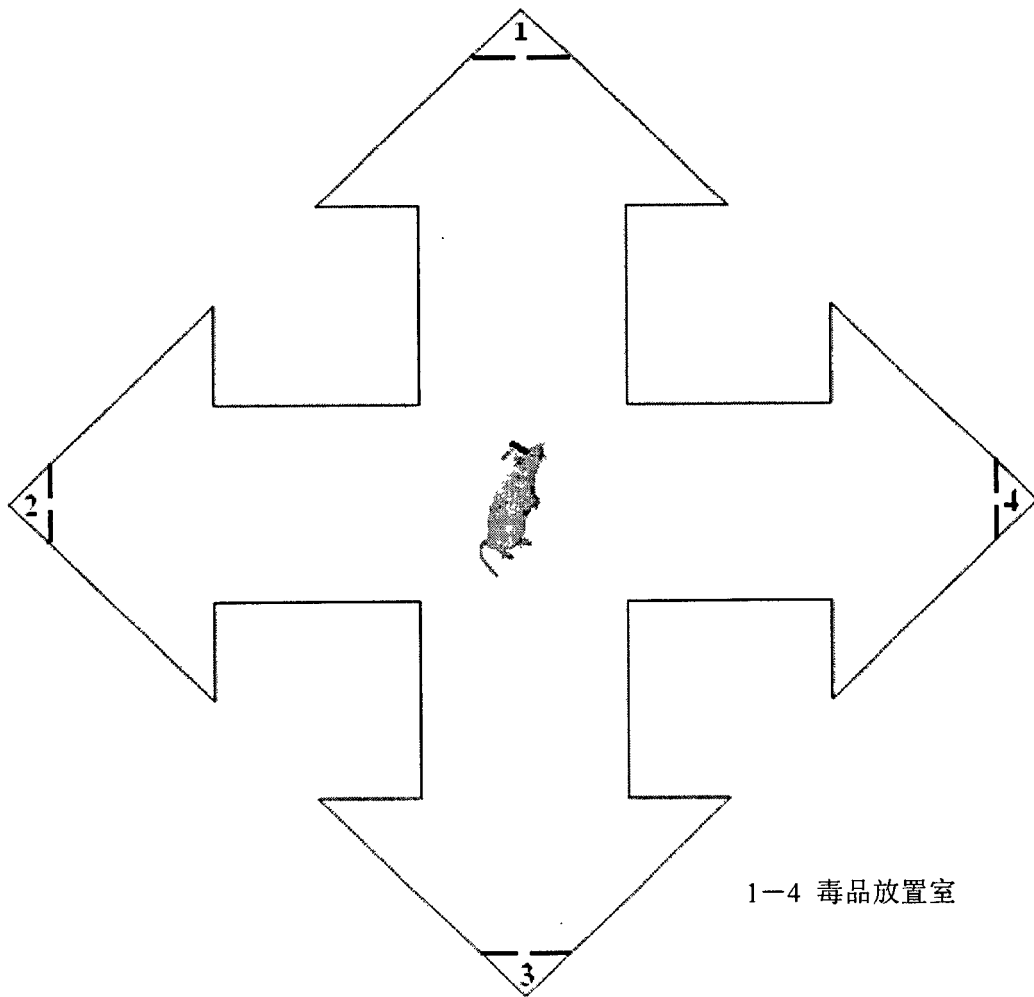


图 3



1-4 毒品放置室

图 4

专利名称(译)	一种基于动物嗅觉的毒品检测装置		
公开(公告)号	CN1865996A	公开(公告)日	2006-11-22
申请号	CN200610042790.5	申请日	2006-05-11
[标]申请(专利权)人(译)	西安交通大学		
申请(专利权)人(译)	西安交通大学		
当前申请(专利权)人(译)	西安交通大学		
[标]发明人	王莹 宋卫国 魏永长 牛丹		
发明人	王莹 宋卫国 魏永长 牛丹		
IPC分类号	G01N33/00 A61B5/00		
其他公开文献	CN1865996B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种基于动物嗅觉的毒品检测装置，由CCD摄像机、脑立体定位仪、电极、前置放大滤波电路、多臂迷宫，及计算机测控及分析系统构成；该装置根据动物大脑嗅觉皮层神经元电活动，使动物对具有挥发性的毒品产生特异性记忆，采用多臂迷宫，在不同迷宫臂的小室内随机放入毒品，结合特异脑区给予奖赏刺激，强化大鼠对特异嗅觉刺激的记忆；当动物对特异性嗅觉刺激产生具有统计学意义的行为反应时，采集大鼠大脑嗅觉皮层相关的诱发脑电信息，输入计算机，利用分析软件对其放电模式的特征进行识别和分析，形成训练数据集。并通过计算机对其嗅觉皮层的放电模式进行分析，与测试集的特征性嗅觉刺激的放电模式进行比较，从而检测并识别出可疑毒品。

