



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106093266 A

(43)申请公布日 2016. 11. 09

(21)申请号 201610674018.9

(22)申请日 2016.08.16

(71)申请人 中国科学院西双版纳热带植物园  
地址 666303 云南省西双版纳傣族自治州  
勐腊县勐仑镇

(72)发明人 文平 谭昱

(74)专利代理机构 北京酷爱智慧知识产权代理  
有限公司 11514

代理人 李娜

(51) Int. Cl.

G01N 30/88(2006.01)

G01N 30/54(2006.01)

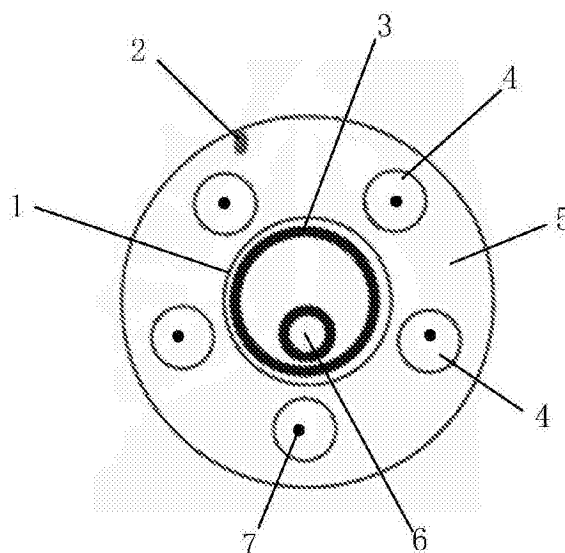
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

## (54)发明名称

色谱柱恒温传输线及其构成的GC-EAD系统

## (57)摘要

本发明涉及一种色谱柱恒温传输线及其构成的GC-EAD系统。本发明提供的一种色谱柱恒温传输线包括传输线本体,所述传输线本体中沿长度方向设有一条中心管道和至少一条加热管道,所述中心管道中设置有色谱柱;所述加热管道中设置有加热丝。本发明所设计的恒温传输线采用了高功率直流线性电源,提供的电流可达3A以上,加热丝的长度缩短至160cm以下,在加热管道内排布加热丝,各加热孔内的加热丝进行平行的并联接线,能减小总的电感或者抵消产生的电感,可以有效的减小继电器工作时,加热丝产生的电磁辐射。本发明提供的GC-EAD装置测定的EAD信号基线噪音水平比传统的设备噪音水平可以降低20-100倍。



1. 一种色谱柱恒温传输线,包括传输线本体,其特征在于,所述传输线本体中沿长度方向设有一条中心管道和至少一条加热管道;所述中心管道中设置有色谱柱;所述加热管道中设置有加热丝。
2. 根据权利要求1所述的色谱柱恒温传输线,其特征在于,所述加热管道设置有2-6条,并在所述中心管道周围按环形均匀分布。
3. 根据权利要求1所述的色谱柱恒温传输线,其特征在于,所述中心管道内设置有金属管,所述色谱柱设置于金属管内。
4. 根据权利要求1所述的色谱柱恒温传输线,其特征在于,所述传输线本体长度为300-500mm,外直径为8.0-15.0mm。
5. 根据权利要求4所述的色谱柱恒温传输线,其特征在于,所述中心管道为内直径为4.0-8.0mm的圆管,所述加热管道为内直径为0.5-1.5mm的圆管。
6. 根据权利要求1所述的色谱柱恒温传输线,其特征在于,所述加热丝采用长度60-160cm、电阻10-20 $\Omega$ 、加热功率30-90W的镍铬电加热丝。
7. 根据权利要求1所述的色谱柱恒温传输线,其特征在于,在所述传输线本体一端设置有用于安装温度传感器的刻槽。
8. 根据权利要求1至7中任意一项所述的用于GC-EAD装置的色谱柱恒温传输线,其特征在于,所述传输线本体由刚玉管制成。
9. 一种利用权利要求1至8中任意一项所述色谱柱恒温传输线构成的GC-EAD系统,其特征在于,还包括:
  - 信号记录分析装置、FID数据采集器、色谱仪、EAD数据采集器;
  - 所述色谱柱恒温传输线的第一端连接色谱仪,色谱柱恒温传输线的第二端靠近被测量的昆虫触角;
  - 所述色谱仪连接FID数据采集器,所述FID数据采集器用于采集色谱仪分析得到的FID数据;
  - 所述信号记录分析装置连接FID数据采集器,用于存储分析FID数据;
  - 所述信号记录分析装置连接EAD数据采集器,用于存储分析EAD数据采集器采集到的被测量的昆虫触角的EAD数据。
10. 根据权利要求9所述的GC-EAD系统,其特征在于,还包括:
  - 控制器、继电器和温度传感器;
  - 所述温度传感器置于所述色谱柱恒温传输线上,并将采集的温度数据传送至所述控制器;
  - 所述控制器还用于控制所述继电器,所述加热丝为电加热丝,控制器通过控制继电器的通断来控制所述加热丝的工作电流,用于实现所述色谱柱恒温传输线的恒温控制。

## 色谱柱恒温传输线及其构成的GC-EAD系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及昆虫化学生态学领域,具体涉及一种利用电生理技术测量昆虫触角对化学物质感受机理的GC-EAD装置及用于GC-EAD装置的色谱柱恒温传输线。

### 背景技术

[0002] 自1957年Schneider等人利用EAD(Electro Antennographic Detection,即昆虫触角电位检测)技术研究家蚕的嗅觉电生理后,EGA电位是许多化学感受器被气体分子激活的一种相对量度,而后1975年Am等研发了GC(Gas Chromatography,即气相色谱)与EAG联用技术用于检测具有昆虫行为活性的物质,由于GC技术选择性强、灵敏度高,故GC-EAG联用仪也具有高选择性、高灵敏度的特点,在植保行业和生态学研究得到了广泛应用。

[0003] GC-EAD设备主要工作原理如下:待分析样品由GC进样器进样后,各种成分经毛细管色谱柱分离,再经分流阀按一定比例分流,在分流阀处加入补充载气,一部分分流样品经毛细柱到火焰离子化检测器检测,测得的FID(Feature Identification Data,即特征识别数据)数据传输给信号记录分析装置进行存储分析;另一部分分流样品经毛细柱到L型玻璃管,由湿润的空气带到玻璃电极间的昆虫触角上,进行样品的触角电位测定,测得的EAD数据也传输给信号记录分析装置进行存储分析,从而分析得到特征识别数据与触角电位之间的相关性。连接GC和EAD之间通过色谱柱恒温传输线连接,为保证测量精度,传输线使用电加热丝进行加热,现有技术中是将电加热丝多圈螺旋绕线对色谱柱进行恒温加热。

[0004] 一直以来,GC-EAD技术中的关键问题是如何有效的降低EAD信号的基线噪音,这些基线噪音多来自于人为的电磁干扰。这些噪音会大大影响GC-EAD设备的检测结果,所以,如何降低这些噪音则是提高GC-EAD设备检测精度和灵敏度的关键所在。

### 发明内容

[0005] 针对现有技术中的缺陷,本发明提供一种测量背景噪音小的用于GC-EAD装置的色谱柱恒温传输线及GC-EAD装置。

[0006] 第一方面,本发明提供的一种色谱柱恒温传输线包括传输线本体,所述传输线本体中沿长度方向设有一条中心管道和至少一条加热管道,所述中心管道中设置有色谱柱;所述加热管道中设置有加热丝。

[0007] 传统的绕线方式产生的电感较大,使得在继电器工作的瞬间产生较强的电磁辐射,对EAD信号产生周期性的脉冲干扰较大。本发明中色谱柱恒温传输线不采用传统的螺旋绕圈对色谱柱进行恒温加热,而是采用套管式加热方式对色谱柱进行恒温加热,具体为色谱柱置于加热管的中心管道内,而中心管道的周围设置了与中心管道轴向平行的加热管道,加热管道中放置有加热丝,这样,有效降低了EAD信号基线噪音水平。

[0008] 优选地,上述色谱柱恒温传输线中所述加热管道设置有2-6条,并在所述中心管道周围按环形均匀分布。

[0009] 也就是说,加热管道为多个,在加热管横截面上关于中心管道的轴向均匀分布,类

似于围绕中心管道的卫星管道,故传输线本体横截面上的加热管道形成的加热孔也可称为卫星孔。这样,可以对中心管道内的色谱柱更均匀地进行加热。加热管道数量过多会造成传输线本体的强度降低,而过少会使得加热均匀性不够。

[0010] 优选地,上述色谱柱恒温传输线中所述传输线本体长度为300-500mm,外直径为8.0-15.0mm。

[0011] 优选地,上述色谱柱恒温传输线中所述中心管道为内直径为4.0-8.0mm的圆管,所述加热管道为内直径为0.5-1.5mm的圆管。

[0012] 优选地,上述色谱柱恒温传输线中所述加热丝采用长度60-160cm、电阻10-20 $\Omega$ 、加热功率30-90W的镍铬电加热丝。

[0013] 优选地,上述色谱柱恒温传输线中在所述传输线本体一端设置有用于安装温度传感器的刻槽。这样可以方便对传输线本体进行温度测量以便对其进行恒温控制。

[0014] 优选地,上述用于GC-EAD装置的色谱柱恒温传输线中所述温度传感器为K型热电偶温度计。即所述温度传感器是以K型热电偶作为一种温度传感器的温度计,其测试灵敏度和温度测量范围适合本发明测量之用。

[0015] 优选地,上述色谱柱恒温传输线中所述中心管道内设置有金属管,所述色谱柱设置于金属管内。

[0016] 也就是说,在中心管道内壁还设置了一层金属层,构成管状金属,该层金属可以更好地将热量分散均匀,从而提高测量精度。所述金属管材质优选为铜材质,更加优选地为黄铜材质,因为其导热效果更优、电磁感应弱不易造成测试背景噪音。

[0017] 优选地,上述色谱柱恒温传输线中所述传输线本体由刚玉管制成。

[0018] 当然传输线本体材质可以为其它具有耐高温和导热性质的物质,如陶瓷等,而优选刚玉材质是因为其具有耐高温、耐腐蚀、高强度、高气密性且保温性能好等优点,用于本发明中能够更好地保证加热效果及恒温传输线的稳定性,使得测量结果更加精确。

[0019] 第二方面,本发明提供的一种GC-EAD系统包括:如上所述的色谱柱恒温传输线、信号记录分析装置、FID数据采集器、色谱仪、EAD数据采集器;所述色谱柱恒温传输线的第一端连接色谱仪,色谱柱恒温传输线的第二端靠近被测量的昆虫触角;所述色谱仪连接FID数据采集器,所述FID数据采集器用于采集色谱仪分析得到的FID数据;所述信号记录分析装置连接FID数据采集器,用于存储分析FID数据;所述信号记录分析装置连接EAD数据采集器,用于存储分析EAD数据采集器采集到的被测量的昆虫触角的EAD数据。

[0020] 所述色谱仪可以是气相色谱仪、高效液相色谱仪或者其它可以测得FID数据的仪器。

[0021] 优选地,上述GC-EAD系统还包括控制器、继电器和温度传感器;所述温度传感器置于所述色谱柱恒温传输线上,并将采集的温度数据传送至所述控制器;所述控制器还用于控制所述继电器,所述加热丝为电加热丝,控制器通过控制继电器的通断来控制所述加热丝的工作电流,用于实现所述色谱柱恒温传输线的恒温控制。

[0022] 也就是说加热丝为电加热丝,控制器依据温度传感器返回的温度测量值控制继电器的通断,进而控制电加热丝的供电,最终控制恒定温度。这样可以实现自动化的恒温控制,使得温度更加稳定,进而提高测量准确度。

[0023] 综上所述,本发明所设计的恒温传输线采用了高功率直流线性电源,提供的电流

可达3A以上,加热丝的长度缩短至160cm以下,在加热管道内排布加热丝,各加热孔内的加热丝进行平行的并联接线,能减小总的电感或者抵消产生的电感,可以有效的减小继电器工作时,加热丝产生的电磁辐射。本发明提供的GC-EAD装置测定的EAD信号基线噪音水平比传统的设备噪音水平可以降低20-100倍。

### 附图说明

[0024] 为了更清楚地说明本发明具体实施方式或现有技术中的技术方案,下面将对具体实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍。在所有附图中,类似的元件或部分一般由类似的附图标记标识。附图中,各元件或部分并不一定按照实际的比例绘制。

[0025] 图1为本发明一实施例提供的用于GC-EAD装置的色谱柱恒温传输线的示意图;

[0026] 图2为本发明一实施例提供的用于GC-EAD装置的色谱柱恒温传输线及其加热控制的结构及原理示意图;

[0027] 图3为现有技术中GC-EAD系统的结构及原理示意图;

[0028] 图4为本发明试验例一提供的GC-EAD系统的测试结果图;

[0029] 图5为本发明试验例二提供的GC-EAD系统的测试结果图;

[0030] 图6为本发明试验例三提供的GC-EAD系统的测试结果图。

### 具体实施方式

[0031] 下面将结合附图对本发明技术方案的实施例进行详细的描述。以下实施例仅用于更加清楚地说明本发明的技术方案,因此只作为示例,而不能以此来限制本发明的保护范围。

[0032] 需要注意的是,除非另有说明,本申请使用的技术术语或者科学术语应当为本发明所属领域技术人员所理解的通常意义。

[0033] 在本申请的描述中,需要理解的是,术语“内”、“外”、“轴向”指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0034] 此外,术语“第一”、“第二”等仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。在本发明的描述中,“多个”的含义是两个或两个以上,除非另有明确具体的限定。

[0035] 在本申请中,除非另有明确的规定和限定,术语“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或成一体;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0036] 根据图1、图2提供的优选实施例进行如下说明:

[0037] 本发明提供了一种色谱柱恒温传输线包括传输线本体5,所述传输线本体5中沿长度方向设有一条中心管道1和至少一条加热管道4,所述中心管道1中设置有色谱柱6;所述加热管道4中设置有加热丝7。加热管道4设置有2-6条,并在所述中心管道1周围按环形均匀

分布。

[0038] 传输线本体5长度为300-500mm,外直径为8.0-15.0mm。中心管道1为内直径为4.0-8.0mm的圆管,加热管道4为内直径为0.5-1.5mm的圆管。加热丝7采用长度60-160cm、电阻10-20 $\Omega$ 、加热功率30-90W的镍铬电加热丝7。在所述传输线本体5一端设置有用于安装温度传感器2的刻槽,刻槽内设置有K型热电偶温度计,这样可以方便对传输线本体5进行温度测量以便对其进行恒温控制。

[0039] 中心管道1内设置有金属管3,色谱柱6设置于金属管3内,金属管3为黄铜材质。传输线本体5由刚玉管制成。

[0040] 本发明提供的一种GC-EAD系统包括:如上所述的色谱柱恒温传输线、信号记录分析装置10、FID数据采集器11、气相色谱仪12、EAD数据采集器17;所述色谱柱恒温传输线的第一端连接气相色谱仪12,色谱柱恒温传输线的第二端靠近被测量的昆虫触角15;气相色谱仪12连接FID数据采集器11,所述FID数据采集器11用于采集气相色谱仪12分析得到的FID数据;所述信号记录分析装置10连接FID数据采集器11,用于存储分析FID数据;所述信号记录分析装置10连接EAD数据采集器17,用于存储分析EAD数据采集器17采集到的被测量的昆虫触角15的EAD数据。

[0041] 也就是说将现有技术中GC-EAD系统中通过加热线圈13对色谱柱6进行加热改为用加热管道4中的加热丝7对色谱柱6进行加热,气相色谱仪12分流样品经毛细柱到L型玻璃管14,由湿润的空气带到玻璃电极间的昆虫触角15上,测得的触角电位数据通过信号放大器16放大后传输给信号记录分析装置10进行存储分析,从而分析得到特征识别数据与触角电位之间的相关性。

[0042] GC-EAD系统还包括控制器9、继电器8和温度传感器2;所述温度传感器2置于所述色谱柱恒温传输线上,并将采集的温度数据传送至所述控制器9;所述控制器9还用于控制所述继电器8,所述加热丝7为电加热丝7,控制器9通过控制继电器8的通断来控制所述加热丝7的工作电流,用于实现所述色谱柱恒温传输线的恒温控制。

[0043] 利用上述优选的实施例提供的GC-EAD系统进行具体试验如下:

[0044] 试验例一

[0045] 采用的色谱柱恒温传输线的中心管道1直径为4.0mm,所述加热管道4为5个,加热管道4直径为1.0mm;传输线本体5为长400mm,直径8.0mm的钢玉管;使用的加热丝7为长160cm,电阻20 $\Omega$ 的镍铬电加热丝7,加热丝7穿过加热管道4即卫星管道,各加热管道4内的加热丝7并联连接;加热丝7供电30V DC。通过KZ-810温度控制器9,直流固态继电器8控制色谱馏分传出温度在250摄氏度时,对中华蜜蜂报警信息素进行GC-EAD测试,连续两次测试,测试结果如图4所示,可以看出EAD信号基线噪音水平小于0.005mV,无周期性的脉冲干扰。

[0046] 试验例二

[0047] 采用的色谱柱恒温传输线的中心管道1直径为5.0mm,所述加热管道4为2个,加热管道4直径为3.0mm;传输线本体5为长300mm,直径15.0mm的钢玉管;使用的加热丝7为长60cm,电阻10 $\Omega$ 的镍铬电加热丝7,加热丝7穿过加热管道4,各加热管道4内的加热丝7并联连接;加热丝7供电30V DC。通过KZ-810温度控制器9,直流固态继电器8控制色谱馏分传出温度在150摄氏度时,对黄色大蜜蜂报警信息素进行GC-EAD测试,连续两次测试,测试结果如图5所示,可以看出EAD信号基线噪音水平在0.005mV,无周期性的脉冲干扰。

[0048] 试验例三

[0049] 采用的色谱柱恒温传输线的中心管道1直径为4.0mm,所述加热管道4为3个,加热管道4直径为0.8mm;传输线本体5为长300mm,直径15.0mm的钢玉管;使用的加热丝7为长120cm,电阻10 $\Omega$ 的镍铬电加热丝7,加热丝7穿过加热管道4,各加热管道4内的加热丝7并联连接;加热丝7供电30V DC。通过KZ-810温度控制器9,直流固态继电器8控制色谱馏分传出温度在150摄氏度时,对黄色大蜜蜂报警信息素进行GC-EAD测试,连续两次测试,测试结果如图6所示,可以看出EAD信号基线噪音水平在0.005mV,无周期性的脉冲干扰。

[0050] 最后应说明的是:以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围,其均应涵盖在本发明的权利要求和说明书的范围当中。

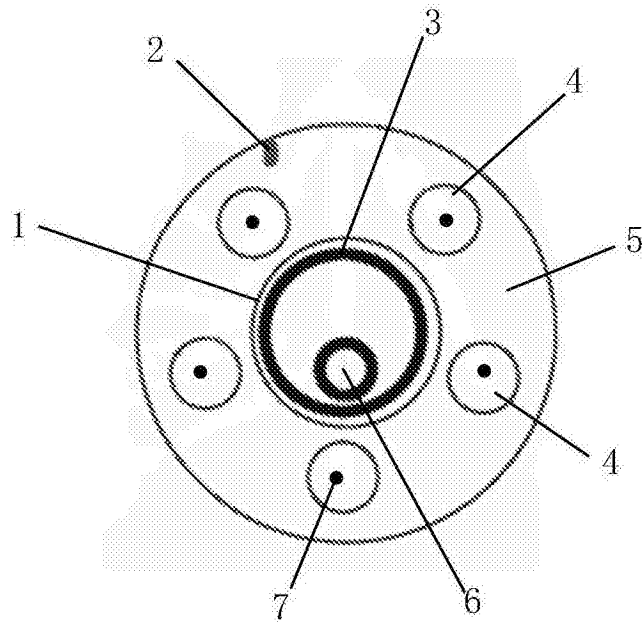


图1

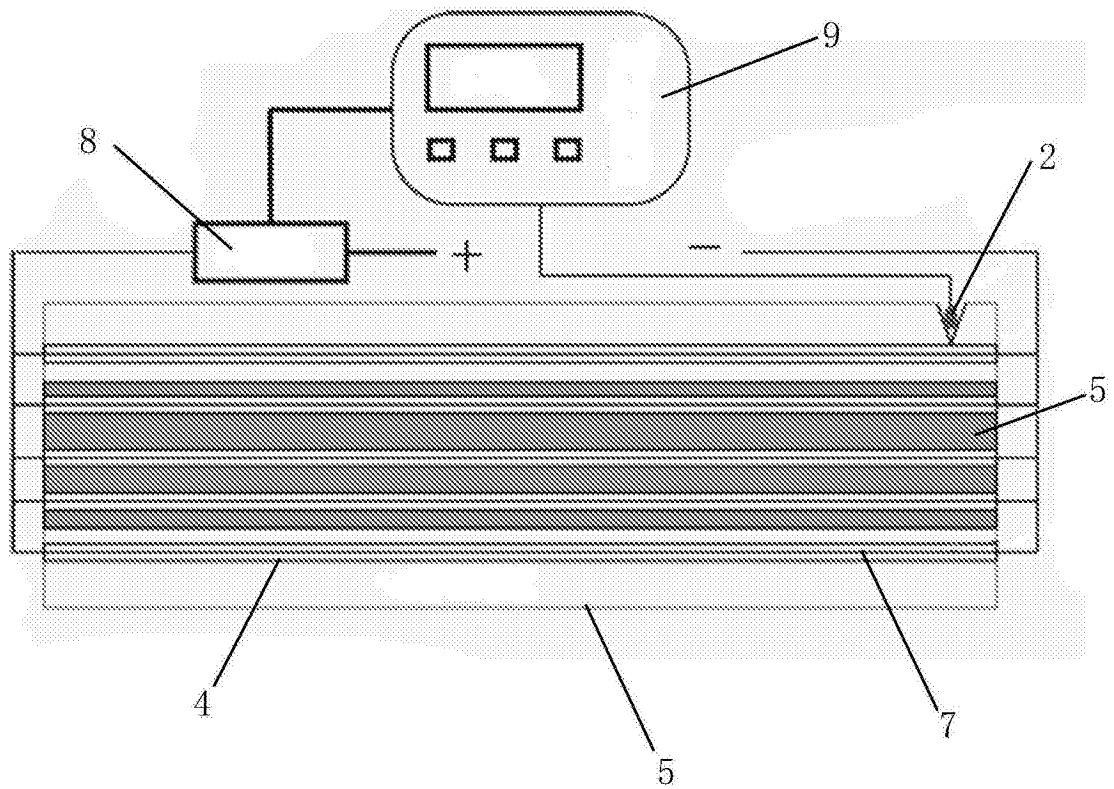


图2



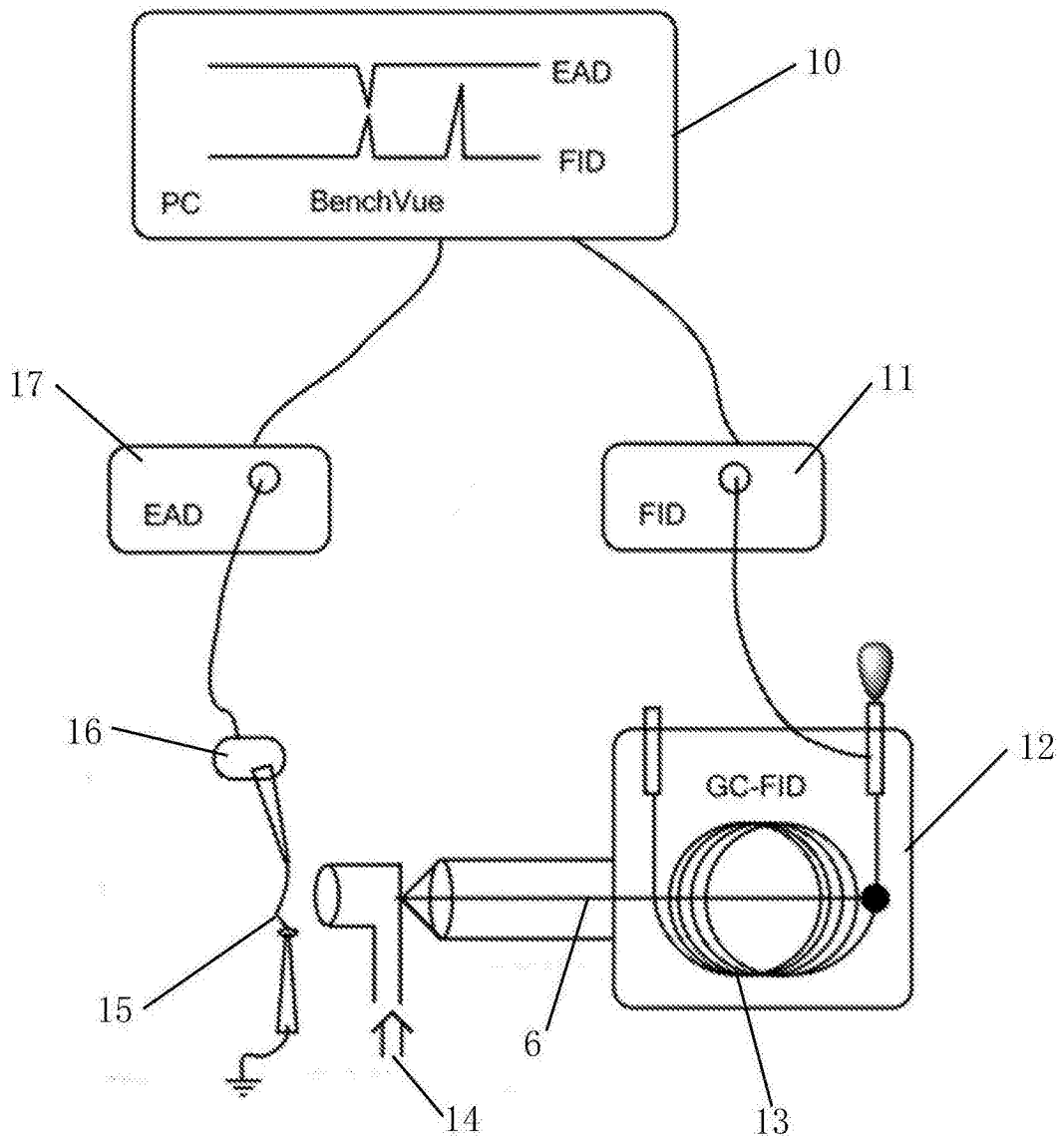


图3

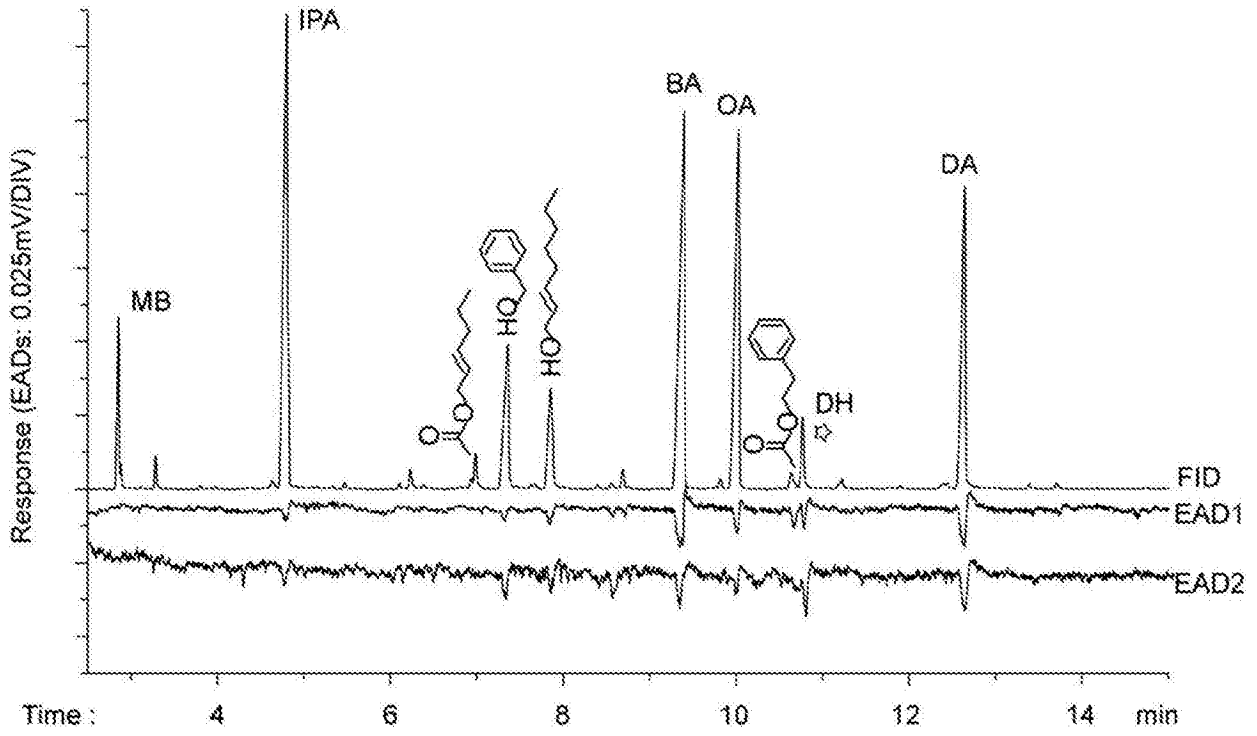


图4

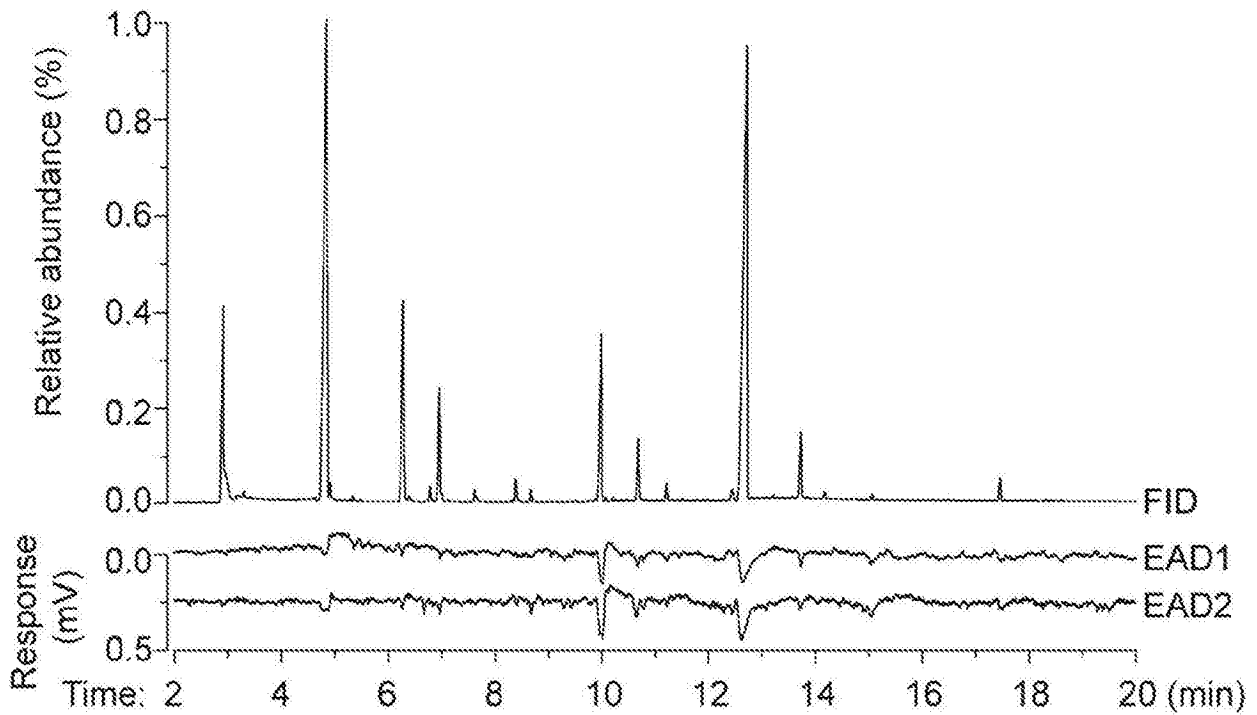


图5

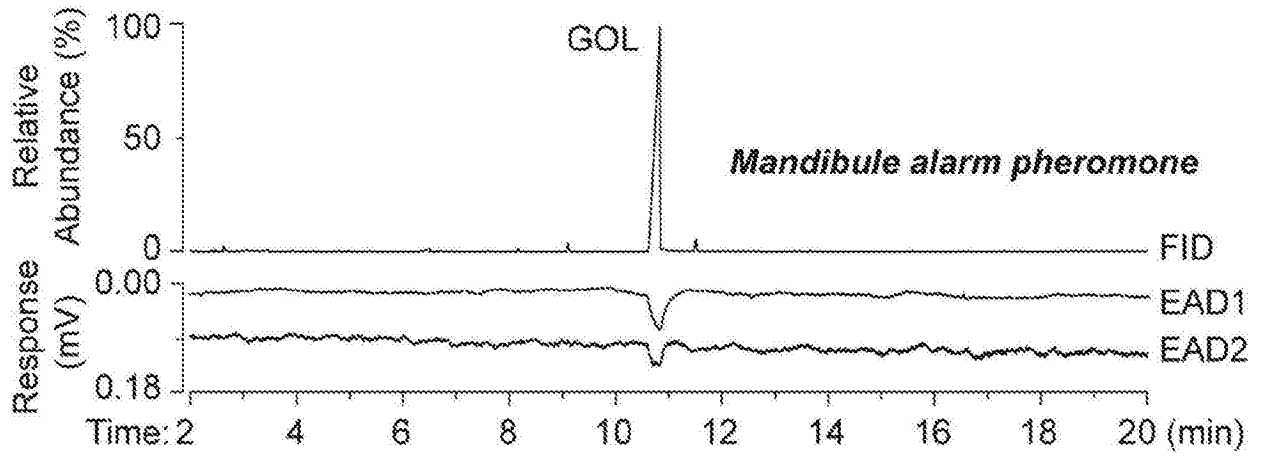


图6