



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102439422 B

(45) 授权公告日 2016. 05. 18

(21) 申请号 201080022621. X

(22) 申请日 2010. 03. 20

(30) 优先权数据

61/164, 496 2009. 03. 30 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2011. 11. 23

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2010/028074 2010. 03. 20

(87) PCT国际申请的公布数据

W02010/117599 EN 2010. 10. 14

(73) 专利权人 3M 创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

(72) 发明人 约翰·C·赫尔蒂恩

基兰·S·卡努库尔蒂

尼尔·A·拉科 安杰伊·F·雷巴查

理查德·L·吕兰德 阿瑟·舍夫勒

泽利科·祖潘茨

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理

有限公司 11112

代理人 陈源 张天舒

(51) Int. Cl.

G01N 21/27(2006. 01)

G01N 21/31(2006. 01)

(56) 对比文件

WO 2004/063393 A1, 2004. 07. 29,

US 6985818 B1, 2006. 01. 10,

US 5728352 A, 1998. 03. 17,

CN 1507560 A, 2004. 06. 23,

US 6838289 B2, 2005. 01. 04,

审查员 徐恩波

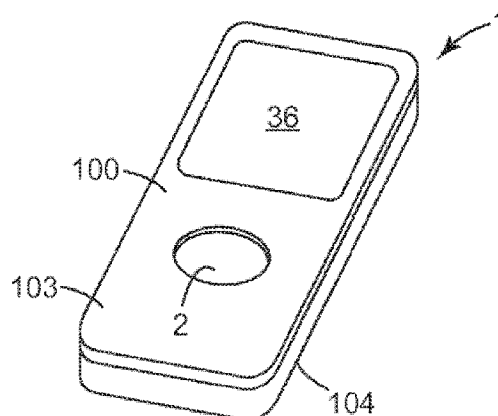
权利要求书2页 说明书18页 附图6页

(54) 发明名称

用于检测被分析物的光电方法和装置

(57) 摘要

本文公开了用于检测被分析物存在情况的光电方法和装置。此类方法和装置可以包括至少一个感测元件,所述感测元件对所关注的被分析物的存在情况作出响应,并可以通过使用至少一个光源和至少一个光检测器对其进行光学询问。



1. 一种监测大气环境中的蒸气性被分析物的方法,所述方法包括:

b) 将第一波长范围内的光引导到至少一个感测元件上并获得第一信号,所述第一信号代表从所述至少一个感测元件反射回来的所述第一波长范围内的光量;

c) 将第二波长范围内的光引导到所述至少一个感测元件上并获得第二信号,所述第二信号代表从所述至少一个感测元件反射回来的所述第二波长范围内的光量;

d) 比较所述第一和第二信号以提供比较信号;以及

e) 将所述比较信号与预定的响应曲线进行相关,从而获得与所述监测的大气环境中的所述蒸气性被分析物浓度相关联的浓度值;

所述方法的特征在于,在步骤 b) 之前进一步包括:

a) 将至少一个感测元件暴露于可能含有蒸气性被分析物的大气环境中一段时间,所述至少一个感测元件固定在壳体的开口之内;以及

所述方法进一步包括在将所述感测元件暴露于可能含有所述蒸气性被分析物的大气环境中的一段时间的至少一部分内重复步骤 b)、c)、d) 和 e)。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述比较信号为通过将所述第一和第二信号之一除以所述第一和第二信号中的另一个获得的比率信号。

3. 根据权利要求 1 所述的方法,其中在监测可能含有所述蒸气性被分析物的大气环境之前,不将所述感测元件暴露于包含已知浓度被分析物的校准气体中。

4. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述感测元件包括光强度相对波长的反射光谱,所述反射光谱包括一个或多个波峰和波谷,并且其中所述第一波长范围位于所述光谱的波峰处或附近,并且所述第二波长范围位于所述光谱的波谷处或附近。

5. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述方法包括以下步骤:使所述感测元件暴露于不含所述蒸气性被分析物的大气环境中获得初始比较信号,以及确定所述初始比较信号是否处在可接受的范围内。

6. 根据权利要求 1 所述的方法,其中步骤 b) 和 c) 为以至少 1 毫秒的时间延迟为间隔进行的顺序步骤。

7. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述第一波长范围内的光从第一窄带光源发出,并且所述第二波长范围内的光从第二窄带光源发出。

8. 根据权利要求 7 所述的方法,其中代表从所述至少一个感测元件反射回来的所述第一波长范围内的光量的第一信号和代表从所述至少一个感测元件反射回来的所述第二波长范围内的光量的第二信号均由测量从所述感测元件反射回来的光的单个宽带光检测器获得。

9. 根据权利要求 1 所述的方法,所述方法进一步包括提供代表所述浓度值的通知信号。

10. 根据权利要求 9 所述的方法,其中所述通知信号记录在存储器中。

11. 根据权利要求 10 所述的方法,其中所述第一和第二信号以及所述比较信号也储存在存储器中。

12. 根据权利要求 9 所述的方法,其中所述通知信号被传输至接收站。

13. 根据权利要求 1 所述的方法,所述方法进一步包括:将第三波长范围内的光引导到所述至少一个感测元件上并获得第三信号,所述第三信号代表从所述至少一个感测元件反

射回来的所述第三波长范围内的光量 ; 以及将所述第三信号与所述第一和第二信号中的至少一个进行比较。

用于检测被分析物的光电方法和装置

背景技术

[0001] 检测化学被分析物（尤其是有机化学被分析物）的能力在许多应用（包括环境监测等）中是非常重要的。对被分析物的此类检测和 / 或监测在例如个人监测器（如可由个人佩戴或携带的监测器）和 / 或区域监测器（如可置于所需环境中的监测器）中尤其有用。

[0002] 已经开发出了许多用于检测化学被分析物的方法，例如光学法、重量分析法、微电子机械法和比色法。虽然比色设备目前可用于一系列被分析物，但大多是基于使用染料或有色化学指示剂来检测。此类化合物通常具有选择性，这意味着多个传感器可能是必要的，以便检测各类化合物。此外，其中的许多系统由于光漂白或不良副反应而存在寿命有限的问题。许多此类系统还依靠复杂或笨重的光电元件进行光学询问。

发明内容

[0003] 本文公开了用于检测被分析物存在的光电方法和装置。此类方法和装置可包括至少一个对所关注的被分析物的存在作出响应并如本文所述可接受光学询问的感测元件。

[0004] 在一个方面，本文公开了监测大气环境中的被分析物的方法，该方法包括：将至少一个感测元件暴露于可能含有被分析物的大气环境中一段时间；将第一波长范围内的光引导到所述至少一个感测元件上，并获得第一信号，该信号代表从所述至少一个感测元件上反射回来的第一波长范围内的光量；将第二波长范围内的光引导到所述至少一个感测元件上，并获得第二信号，该信号代表从所述至少一个感测元件上反射回来的第二波长范围内的光量；比较第一和第二信号，以提供比较信号；以及将比较信号与预定的响应曲线进行相关，从而获得与所监测大气环境中的被分析物浓度相关联的浓度值。

[0005] 在另一方面，本文公开了用于监测大气环境中的被分析物的光电装置，该装置包括：至少部分地限定内部空间并包含开口的壳体；至少一个位于内部空间中或壳体开口中的可卸载感测元件；内部空间中，至少一个被布置成将光引导到感测元件上的光源和至少一个被布置成测量感测元件反射回来的光量的光检测器，其中所述至少一个光源和至少一个光检测器以并列型共平面构造被布置在装置内部空间中所含的共用印刷电路板上。

[0006] 在另一方面，本文公开了用于监测大气环境中的被分析物的光电装置，该装置包括：至少部分地限定内部空间并包含开口的壳体；至少一个固定在壳体开口中的感测元件；以及在内部空间中，至少一个被布置成将光引导到感测元件上的光源和至少一个被布置成测量感测元件反射回来的光量的光检测器，其中当感测元件固定在壳体开口中时，开口被封闭，使得装置的内部空间构成密封的内部空间。

[0007] 本发明的这些方面以及其他方面在下面的具体实施方式中将显而易见。然而，在任何情况下都不应将上述发明内容理解为是对受权利要求书保护的主题的限制，该主题仅受所附权利要求书的限定，并且在审查期间可以进行修改。

附图说明

[0008] 图 1 为示例性光电装置的透视图。

- [0009] 图 2 为示例性感测元件的一部分的侧剖视图。
- [0010] 图 3 为示例性感测元件的一部分的侧剖视图。
- [0011] 图 4 为示例性光电装置的示意性侧剖视图。
- [0012] 图 5 为示例性光电装置的示意性侧剖视图。
- [0013] 图 6 为示例性光电装置的示意性侧剖视图。
- [0014] 图 7 为示例性光电装置的示意性侧剖视图。
- [0015] 图 8 为包括示例性感测元件的示例性光电装置的一部分的局部分解的侧剖视图。
- [0016] 图 9 为包括示例性感测元件和示例性保护层的示例性光电装置的一部分的局部分解的侧剖视图。
- [0017] 图 10 为示出示例性光电装置的运行的框图。
- [0018] 图 11 为示例性感测元件的反射光谱的一般表示。
- [0019] 图 12 示出了通过示例性光电装置获得的响应被分析物的光学反射率数据。
- [0020] 图 13 示出了用图 12 的数据获得的比率光学反射率数据。
- [0021] 在上述各图中,相同的附图标记代表相同的元件。除非另外指明,本文中的所有附图均未按比例绘制,并且选择这些附图是为了示出本发明的不同实施例。具体地讲,除非另外指明,各个组件的尺寸仅用于展示性目的,并且不应从绘图推断各个组件的尺寸之间的关系。尽管在本公开中可能使用了例如“顶部”、“底部”、“上面”、“下面”、“下方”、“上方”、“前部”、“背部”、“向外”、“向内”、“向上”、“向下”、“第一”和“第二”的术语,但应当理解,除非另外指明,这些术语仅在其相对含义下使用。

具体实施方式

[0022] 如图 1 的透视图所示,示例性光电装置 1 包括至少一个可进行光学询问的感测元件 2。装置 1 可用于监测气体环境,通常为空气。

[0023] 在一些实施例中,例如如果装置 1 要用作个人监测器,则可将装置 1 佩戴在人的身体和 / 或衣物的一部分上或附近。在此类情况下,可将装置 1 附接(如通过夹子、套环、带子、套管、系索、口袋保护器等,图 1 中未示出)到个人衣物上或以其他方式佩戴或携带(如作为标牌)。装置 1 还可用于区域监测,例如通过放入需要监测被分析物存在情况的室内或室外环境(如房间、车辆等)。装置 1 可包括壳体 100,而壳体可以具有任何合适的形状、尺寸和形式。壳体 100 可以例如包括通常背离佩戴者身体或墙壁的至少第一主表面 103 和通常面向佩戴者身体或墙壁的第二主表面 104。

[0024] 在一些实施例中,本文所公开的方法和 / 或装置可与呼吸保护装置(如呼吸器,例如可以包含用于从大气中除去某些物质的过滤元件、吸附介质等)一起使用,以提供所谓的使用寿命终止指示器(ESLI),它可以监测过滤元件、吸附介质床等的剩余吸附能力。

[0025] 感测元件 2 对被分析物的存在作出响应,并可以如后文所述接受光学询问。感测元件 2 显示反射光谱,该光谱包括不同波长处的一个或多个波峰和波谷,并可以在存在被分析物时或被分析物浓度改变时发生变化。在一个实施例中,从感测元件 2 上反射的光为镜面反射。在另一个实施例中,从感测元件 2 上反射的光为漫反射。感测元件 2 包括至少一个对被分析物响应的层,该层的光学性质(如光学厚度)对被分析物的存在作出响应。感测元件 2 可进一步包括至少一个反射层和 / 或至少一个半反射层(如后文详述)。在一些

实施例 2 中,感测元件 2 可包括位于反射层 240 与半反射层 220 之间的对被分析物响应的层 230,这些层一起构成所谓的干涉滤光器,其显示在存在被分析物时或被分析物浓度改变时可发生变化的反射光谱。

[0026] 图 2 中示出了示例性感测元件 2。在采用此设计的实施例中,感测元件 2 依次包括半反射层 220、对被分析物响应的层 230、反射层 240 和基底 210。在询问感测元件 2 时,光线 40 (例如来自光源 31,如后文所述) 投射在半反射层 220 上。光线 40 的某些部分可从半反射层 220 上以光线 41 反射。光线 40 的某些部分可以穿过半反射层 220,再穿过对被分析物响应的层 230,然后从反射层 240 上反射,从而以光线 42 从感测元件 2 上射出。光线 41 和 42 可以结合,共同形成在存在被分析物时或被分析物浓度改变时可发生变化的反射光谱。

[0027] 在图 2 的示例性设计中,被分析物可穿透半反射层 220,以进入对被分析物响应的层 230。这可改变层 230 的光学性质 (如光学厚度),使得从感测元件 2 反射回来的光的反射光谱可充分变化,以指示检测或监测被分析物的存在情况和 / 或浓度。

[0028] 在采用图 2 所示设计的实施例中,半反射层 220 可由被分析物穿透 (该性质可按照本文随后所述来提供),并且与对被分析物响应的层 230 流体连通,使得被分析物可透过层 220 进入层 230。在图 2 的设计中,反射层 240 可以是或不是可由被分析物穿透的层。在图 2 的设计中,在对感测元件 2 进行光学询问期间,光可以不必穿过基底 210 或与其相互作用,因此基底 210 可以不需要任何特定的光学性质 (如透明性)。

[0029] 图 3 中示出了另一个示例性感测元件 2。在采用图 3 所示设计的实施例中,感测元件 2 依次包括 (任选的) 基底 210、半反射层 220、对被分析物响应的层 230 和反射层 240。光线 40 投射到基底 210 上并从中穿过。光线 40 的某些部分可从半反射层 220 上反射回来,从而以光线 41 从感测元件 2 射出。光线 40 的某些部分可以穿过半反射层 220,再穿过对被分析物响应的层 230,然后从反射层 240 上反射,从而以光线 42 从感测元件 2 上射出。光线 41 和 42 可以结合,共同形成在存在被分析物时或被分析物浓度改变时可以发生变化的反射光谱。

[0030] 在图 3 的示例性设计中,被分析物可以穿透反射层 240,以进入对被分析物响应的层 230。这可改变层 230 的光学性质 (如光学厚度),使得从感测元件 2 反射回来的光的反射光谱可充分变化,以指示检测或监测被分析物的存在情况和 / 或浓度。在采用图 3 所示设计的实施例中,反射层 240 可由被分析物穿透 (该性质可通过本文随后所述的方法提供),并且与对被分析物响应的层 230 流体连通。在图 3 的设计中,半反射层 220 可以是或不是可由被分析物穿透的层。在图 3 的示例性设计中,光可穿过基底 210,因此基底 210 应在所关注的波长处为光学透明的。

[0031] 在采用图 2 所示设计的实施例中,被分析物可穿透半反射层 220,这样被分析物可从对感测元件 2 进行光学询问的同一侧进入感测元件 2。在这种情况下,可以方便地将感测元件 2 设置在 (如图 4 的示例性设计中所示) 装置 1 的壳体 100 的内部空间 125 中 (如用一个或多个支承托架 177 固定),其中感测元件 2 被光学连接到至少一个光源 31 和至少一个光检测器 32 上。所谓“光学连接”是指感测元件 2 能够接收来自光源 31 的光,光检测器 32 能够接收从感测元件 2 直接 (如元件直接彼此面对时,如图 4 的示例性实施例中所示) 反射或通过一个或多个反射镜反射的光。在此类实施例中,可在壳体 100 中提供一个或多

个非封闭的开口 101, 这样被分析物可以进入壳体 100 的内部空间 125, 从而能够到达感测元件 2 的可由被分析物穿透的层 220。虽然图 4 中所示的感测元件 2 邻近壳体 100 的前主表面 103 中的非封闭开口 101 而设置, 并面向壳体 100 第二主表面 104 附近并列设置的光源 31 和光检测器 32, 但也可以使用许多其他构造。例如, 光源 31 和光检测器 32 可以间隔开, 可以用反射镜将感测元件 2 与光源 31 和 / 或光检测器 32 进行光学连接, 感测元件 2 的位置可以不邻近开口 101, 等等。

[0032] 在采用图 3 所示设计的实施例中, 被分析物可穿透反射层 240, 这样被分析物可从对感测元件 2 进行光学询问的相对面进入感测元件 2。在此类实施例中, 可以方便地将感测元件 2 设置在 (如图 5 的示例性设计中所示) 装置 1 的壳体 100 的封闭开口 102 中或邻近该开口的位置处, 其中感测元件 2 的可由被分析物穿透的反射层 240 朝外 (即远离内部空间 125), 感测元件 2 的可光学询问面则面向内部空间 125, 使得感测元件 2 光学连接到至少一个光源 31 和至少一个光检测器 32 上。在此类实施例中, 感测元件 2 和 / 或随感测元件 2 一起提供的其他层可以封闭 (密封) 开口 102, 使得内部空间 125 构成密封的内部空间 126。在此类实施例中, 感测元件 2 可以包括至少一个光学透明的、不可由被分析物穿透的基底 210 (将在下文中详述), 它位于感测元件 2 的对被分析物响应的层 230 与密封的内部空间 126 之间。

[0033] 下面将更详细地讨论对被分析物响应的层 230 以及 (如果存在的话) 基底 210、半反射层 220 和 / 或反射层 240 的性质、制备方法等。除非指定适用于特定的实施例, 此类性质应被理解为通常适用于制备反射感测元件, 尤其是上文结合图 2 和 3 所公开的任一示例性实施例。尽管相同的参考标号用于指定上文提到的层, 但本领域的普通技术人员将容易认识到, 这样指定的层可具有相同或不同的构造和 / 或组成。如果需要, 只要层不会无法接受地干扰感测元件 2 的运行, 感测元件 2 就可包括各种其他层, 包括例如粘结层、助粘层、保护层、覆盖层等等。此外, 除非另外指明, 应理解本文所讨论的装置 1 的所有设计、构造和特征适用于上述实施例中的任一者。

[0034] 对被分析物响应的层 230 可由下述任何材料构成, 这些材料足以被所关注的被分析物透过, 并且其光学厚度在暴露于被分析物中时可充分变化, 以实现如本文所述的感测元件 2 的所需运行。在一些实施例中, 对被分析物响应的层包含多孔材料。在此语境中, “多孔” 是指具有至少部分地互连的内部孔的材料。可选择例如平均孔径 (例如通过吸附等温线工序表征的) 小于约 100nm 的材料。在多个实施例中, 可选择平均孔径小于 20nm、小于约 10nm 或小于约 2nm 的材料。层 230 可以是均匀的或异质的层, 并可以例如由一种或多种无机组分、一种或多种有机组分或无机和有机组分的混合物制成。可用于层 230 的代表性无机材料包括金属氧化物、金属氮化物、金属氮氧化物, 以及其他可形成合适厚度的透明 (并可根据需要为多孔的) 层以产生合适光学响应的无机材料。例如, 层 230 可包含氧化硅、氮化硅、氮氧化物、氧化铝、氧化钛、氮化钛、氮氧化物、氧化锡、氧化锆、沸石或它们的组合。

[0035] 多孔二氧化硅可作为特别理想的无机的对被分析物响应的层材料。多孔二氧化硅可例如使用溶胶-凝胶工艺路线制备, 并且可使用或不使用有机模板制成。示例性的有机模板包括表面活性剂, 如阴离子表面活性剂或非离子表面活性剂, 例如烷基三甲基铵盐、环氧乙烷-环氧丙烷嵌段共聚物以及其他表面活性剂或聚合物。溶胶-凝胶混合物可被转化成硅酸盐, 并可移除有机模板以在二氧化硅内留下孔网。也可采用多种有机分子作为有机

模板。例如,糖(例如葡萄糖和甘露糖)可用作有机模板,以生成多孔硅酸盐。溶胶-凝胶组合物中可包含有机取代的硅氧烷或有机双硅氧烷,以使微孔更具疏水性并限制水蒸汽的吸附。也可采用等离子体化学气相沉积法,以生成多孔无机对被分析物响应的材料。此方法通常涉及由气态前体形成等离子体,在基底上沉积该等离子体,以形成非晶态无规共价网层,然后加热该非晶态共价网层,以形成多孔非晶态无规共价网层。此类方法和材料在名称为 ORGANIC CHEMICAL SENSOR COMPRISING PLASMA-DEPOSITED MICROPOROUS LAYER, AND METHOD OF MAKING AND USING(包含等离子体沉积微孔层的有机化学传感器及其制备和使用方法)的国际(PCT)专利申请 US 2008/078281 中有进一步的描述,该专利为此以引用方式并入本文。

[0036] 在一些实施例中,对被分析物响应的层 230 至少部分地由在本文中被定义为组合物的有机硅酸盐材料构成,所述组合物为包含具有一些有机官能团 R 的共价连接的三维二氧化硅网($-\text{Si}-\text{O}-\text{Si}-$)的混合物,其中 R 为通过至少一个 Si-C 键连接至该二氧化硅网的烷基或杂原子取代的烷基。此类材料及其制备方法在名称为 ORGANIC CHEMICAL SENSOR WITH MICROPOROUS ORGANOSILICATE MATERIAL(具有微孔有机硅酸盐材料的有机化学传感器)的美国临时申请 No. 61/140180 中有进一步的描述,该专利为此以引用方式并入本文。

[0037] 可用于形成层 230 的代表性有机材料包括聚合物、共聚物(包括嵌段共聚物)及其混合物,它们通过或可通过以下类别的单体制备,这些单体包括疏水性丙烯酸酯和甲基丙烯酸酯、双官能化单体、乙烯基单体、烃单体(烯烃)、硅烷单体、氟化单体、羟基化单体、丙烯酰胺、酸酐、醛官能化单体、胺或胺盐官能化单体、酸官能化单体、环氧化物官能化单体以及它们的混合物或组合。

[0038] 在一些实施例中,对被分析物响应的层 230 至少部分地由选自包含所谓的“自具微孔聚合物”(在下文中称为 PIM)的材料系列的组分制成。此系列中的聚合物在以下文献中有所描述和表征:例如“Polymers of Intrinsic Microporosity (PIMs): Robust, Solution-Processable, Organic Microporous Materials,”Budd et al., Chem. Commun., 2004, pp. 230-231(自具微孔聚合物(PIM):稳定、可溶液加工的有机微孔材料, Budd 等人,《化学通讯》,2004 年,第 230-231 页);“Polymers of Intrinsic Microporosity (PIMs),”McKeown et al., Chem. Eur. J., 2005, 11, No. 9, 2610-2620(自具微孔聚合物(PIM), McKeown 等人,《欧洲化学》,2005 年,第 11 卷第 9 期,第 2610-2620 页);授予 McKeown 等人的美国专利申请公开 2006/0246273;以及授予 McKeown 等人的公开的 PCT 申请 W02005/012397A2,所有文献均以引用方式并入本文。

[0039] PIM 可通过使用符合以下要求的任何单体组合来配制:这些组合可产生刚性非常强的聚合物,在其中存在足够的结构特征,以引起扭曲的结构。在多个实施例中,PIM 可含有由刚性连接基连接的大致平面的物种构成的有机高分子,所述刚性连接基具有扭曲点,使得由该连接基连接的两个相邻的平面的物种保持在非共面取向中。在另外的实施例中,此类材料可含有由刚性连接基主要连接到最多两个其他所述第一物种的大致平面的第一物种构成的有机高分子,所述刚性连接基具有扭曲点,使得由所述连接基连接的两个相邻的第一平面的物种保持在非共面取向中。在多个实施例中,这种扭曲点可以包含螺基、桥环部分或空间位阻的单个共价键,在该单个共价键周围存在受限的旋转。

[0040] 在具有这种刚性扭曲的结构中,聚合物链无法有效包络在一起,因而该

聚合物具有固有的微孔性。因此, PIM 具有的优点为拥有并非显著取决于材料热过程的微孔性。因而 PIM 可以在以再生产的方式大量制造方面和在不表现出老化时变化、储存寿命等性质方面提供优点。

[0041] 对于许多应用, 对被分析物响应的层 230 可具有疏水性。这可减少水蒸汽(或液态水)引起层 230 的响应变化和干扰被分析物检测(例如有机溶剂蒸气的检测)的可能性。

[0042] 可用于对被分析物响应的层 230 的合适材料的其他细节和属性, 以及由此类材料制备层 230 的方法在例如美国公布的专利申请 No. 2008/0063874 中有所描述, 该专利以引用方式并入本文。

[0043] 感测元件 2 可包括反射层 240。在一些实施例中, 反射层 240 可沉积(如通过本文所述的多种方法)到此前形成的对被分析物响应的层 230 的表面上, 或反射层 240 可沉积到基底 210 上, 然后将对被分析物响应的层 230 沉积到反射层 240 上。

[0044] 反射层 240 可包含任何可提供足够反射率的合适材料。适用于反射层的材料包括金属或半金属, 例如铝、铬、金、镍、硅和银。可以包含在反射层中的其他合适的材料可以包括金属氧化物。在一些实施例中, 反射层在约 500nm 的波长处的反射率可为至少约 90% (即, 透射率为至多约 10%), 在一些实施例中的反射率为约 99% (即, 透射率为约 1%)。

[0045] 在一些(如采用图 3 的设计)实施例中, 反射层 240 可有利地为所关注的被分析物可透过的层。这可例如通过形成金属纳米粒子的反射层 240 来提供, 其以近似炮弹或石弹堆叠的形态布置, 并且被分析物可透过其穿透, 以达到并进入对被分析物响应的层 230。

[0046] 可采用多种金属纳米粒子。代表性金属包括银、镍、金、铂和钯以及含有前述任何金属的合金。当为纳米粒子形式时, 易于氧化的金属(如铝)可以使用, 但有利地应避免使用这类金属, 而选择对空气更不敏感的金属。金属纳米粒子可以为完全单一的, 或可以具有层状结构(例如银/钯结构的芯-壳结构)。纳米粒子的平均粒径可以例如为约 1nm 至约 100nm、约 3nm 至约 50nm 或约 5nm 至约 30nm。金属纳米粒子层的总厚度可以例如小于约 200nm 或小于约 100nm, 并且最小层厚度可以例如为至少约 5nm、至少约 10nm 或至少约 20nm。虽然可涂覆大粒径的微粒以形成单层, 但是纳米粒子层通常为几个纳米粒子厚, 如至少 2 个或以上、3 个或以上、4 个或以上或者 5 个或以上的纳米粒子, 以及至多 5 个、至多 10 个、至多 20 个或至多 50 个纳米粒子的总厚度。金属纳米粒子反射层在 500nm 处的反射率可以例如为至少约 40%、至少约 50% 或至少约 60%。在多个实施例中, 金属纳米粒子反射层在约 500nm 的波长处的反射率可以为至少约 80%、至少约 90% 或约 99%。

[0047] 合适的金属纳米粒子的溶液或悬浮液可得自若干供应商, 包括: Inkjet Silver Conductor(喷墨式银导体)油墨 AG-IJ-G-100-S1(得自 Cabot Printable Electronics and Displays); SILVERJET. TM. DGH 50 和 DGP 50 油墨(得自 Advanced Nano Products); SVW001、SVW102、SVE001、SVE102、NP1001、NP1020、NP1021、NP1050 和 NP1051 油墨(得自 Nippon Paint(America)); METALON. TM FS-066 和 JS-011 油墨(得自 Novacentrix Corp.), 以及 NP 系列纳米粒子糊剂(得自 Harima Chemicals, Inc.)。金属纳米粒子可由多种载体承载, 包括水和有机溶剂。金属纳米粒子还可承载于可聚合单体粘结剂中, 但有利地是该粘结剂从涂覆的涂层中移除(使用如溶剂萃取或烧结法), 以便得到可透过的纳米粒子层。

[0048] 层 240 可这样形成: 在对被分析物响应的层 230 上涂覆金属纳米粒子的稀释涂层溶液或悬浮液, 然后使溶液或悬浮液干燥, 以形成可透过的反射层 240。稀释程度可以例如

为能提供满足以下条件的涂层溶液或悬浮液：能提供合适的液体或蒸气可透过的金属纳米粒子层，例如固体含量低于 30 重量%、低于 20 重量%、低于 10 重量%、低于 5 重量%或低于 4 重量%。通过使用另外的溶剂稀释可直接使用的商业金属纳米粒子产品并涂覆和干燥此稀溶液或悬浮液，可以获得相当薄的液体或蒸气可透过的层。可采用多种涂层技术来涂覆金属纳米粒子溶液或悬浮液，包括刷涂法、浸涂法、辊涂法、旋涂法、喷涂法、模具涂布法、喷墨涂布法、丝网印刷（如旋转网版印刷）、凹版印刷、苯胺印刷和本领域的普通技术人员熟知的其他技术。与使用其他方法所得的涂层相比，旋涂可提供更薄更易透过的涂层。因此，如果以适当的高速和高温旋涂到合适的基底上，一些以低固体含量提供的银纳米粒子悬浮液（例如得自 Nippon Paint 的 5 重量%的 SVW001 银或者得自 Advanced Nano Products 的 10 重量%的 SILVERJET DGH-50 或 DGP-50）可以直接使用而无需进一步稀释。只要烧结不会使本已足够的穿透性降低，就可在涂覆后对金属纳米粒子层进行烧结（如通过在约 125℃至约 250℃的温度下加热约 10 分钟至约 1 小时）。应当理解，所得的反射层可能不再包含易于识别的纳米粒子，但可称之为纳米粒子反射层以表明其制造方式。

[0049] 可用于反射层 240 的合适的可由被分析物穿透的材料，特别是金属纳米粒子材料的其他细节和属性在例如公布的美国专利申请 No. 2008/0063874 中有所描述，该专利以引用方式并入本文。

[0050] 感测元件 2 可以包括半反射层 220。在多个实施例中，半反射层 220 可沉积（如通过本文所述的多种方法）到此前形成的对被分析物响应的层 230 的表面上，或半反射层 220 可沉积到基底 210 上，然后将对被分析物响应的层 230 沉积到半反射层 220 上。

[0051] 根据定义，半反射层 220 将包含反射率比反射层 240 低的层。半反射层 220 可包含任何可提供适当半反射性（如厚度适当时）的合适材料。合适的材料可包括金属或半金属，例如铝、铬、金、镍、硅和银。其他合适的材料可包括金属氧化物。

[0052] 在多个实施例中，半反射层 220 在约 500nm 的波长处的反射率为约 30%至约 70%、或反射率为约 40%至约 60%。

[0053] 在一些（如采用图 2 的设计类型）实施例中，半反射层 220 可有利地为所关注的被分析物可透过的层。因此，在这种情况下，优选地以适当的厚度提供半反射层 220，以提供适当的反射率，同时可允许被分析物穿透半反射层 220，以达到并进入对被分析物响应的层 230。在一些情况下，一般 5nm 范围内的厚度可能是期望的（例如，如果半反射层 220 通过气相沉积法形成金属层）。具体的期望厚度将取决于用于形成层的材料、待检测的被分析物，并可根据需要构造。

[0054] 半反射层 220 和反射层 240 可由相似或相同的材料（如以不同的厚度或涂层重量沉积，以便在反射率方面赋予期望的差异）。只要能提供具体应用所期望的反射率和穿透性，半反射层 220 和反射层 240 就可以为连续的或不连续的层。合适的半反射层和反射层、其性质及制备方法的其他细节在例如公布的美国专利申请 2008/0063874 中有所描述，该专利以引用方式并入本文。

[0055] 如果存在的话，基底 210 可由任何能够为感测元件提供支撑的合适材料（如玻璃、塑料等）构成。在光穿过基底 210 以便对感测元件 2 进行询问的实施例中，基底 210 应是光学透明的（即，应在所关注的波长处具有足够的透射率），并且不应具有会对光学信号产生无法接受的影响的其他性质（如荧光）。在一些实施例中，基底 210 包含被分析物和 / 或

其他物质（如气体、蒸气或固体）不可穿透的阻碍材料。某些聚合物型基底（如半结晶聚合物等）可具有特别加强的阻隔性质。其他聚合物型基底（例如玻璃态聚合物，如聚碳酸酯、聚苯乙烯等等）尽管没有与例如聚酯相当的阻隔性质，但它们仍能充分保证不被穿透，可以用于本发明。

[0056] 参照图 4 和 5，装置 1 包括至少一个用于将光引导到至少一个感测元件 2 上的光源 31。光源 31 可以包括多种光源中的任何一种，包括灯泡（如白炽灯泡）等。在一些实施例中，光源 31 可以包括发光二极管（LED）。在某些实施例中，光源 31 可以包括发出谱带相对较宽的光（如白光）的光源。在其他实施例中，光源 31 可以包括发出特定（如相对较窄）波长范围的光的窄带光源（如 LED）。在多个实施例中，此类窄带光源可以发出最多约 50nm、最多约 40nm 或至最约 25nm 的半功率带宽。可用的示例性 LED 包括以商品名 OVLBx4C7 得自 Optek, Carrollton, TX 的那些。

[0057] 参照图 4 和图 5，装置 1 包括至少一个用于测量从至少一个感测元件 2 反射回来的光的光检测器（光电检测器）32。光电检测器 32 可以包括能够测量其上的入射光子数的多种装置中的任何一种，包括例如光电倍增管、光伏电池、电耦装置等。光电检测器 32 可用于提供与检测到的光子数相关（如，与从感测元件 2 接收到的反射光的强度相关）并可如下文所述进一步处理的信号（如电压、电流等）。在一些实施例中，光电检测器 32 可以包括光电二极管。在一些实施例中，光电检测器 32 可以检测特定（如相对较窄）波长范围的光。在其他实施例中，光电检测器 32 可以包括可检测相对较宽波长范围内的光的宽带检测器。在多个实施例中，此类宽带光电检测器能够检测到至少约 150nm 宽、250nm 宽或 500nm 宽的波长范围内的光。可用的示例性光电检测器包括以商品名 SFH 2430 得自 OSRAM, Regensburg, Germany 的光电二极管。

[0058] 因此，装置 1 包括至少一个光源 31 和至少一个被构造为能够光学询问至少一个感测元件 2 的光电检测器 32。光源 31 可以被布置为使光源 31 的输出光的至少一部分射在感测元件 2 上。在一些实施例中，光源 31 可以设置在感测元件 2 附近，并被构造为使得光源 31 发出的光直接投射在感测元件 2 上。在多个实施例中，光源 31 与感测元件 2 的距离可以小于约 30、20 或 10mm。同样，光电检测器 32 可以设置在感测元件 2 附近，并被构造为使得感测元件 2 反射的光的至少一部分直接被光电检测器 32 接收。在多个实施例中，光电检测器 32 与感测元件 2 的距离可以小于约 30、20 或 10mm。

[0059] 在一些实施例中，装置 1 可以被构造为通过在光源 31 与感测元件 2 之间的光学路径中使用一个或多个反射镜（所有图中均未示出）使得光源 31 发出的光被感测元件 2 间接接收。同样，在一些实施例中，装置 1 可以被构造为通过在感测元件 2 与光电检测器 32 之间的光学路径中使用一个或多个反射镜（未示出）使得从感测元件 2 反射的光被光电检测器 32 间接接收。

[0060] 在多个实施例中，光源 31 和光电检测器 32 可以被构造为将来自光源 31 的至少一些光引导到感测元件 2 上，并通过光电检测器 32 收集从感测元件 2 反射回来的至少一些光，同时最大程度减少环境光（或除直接从感测元件 2 反射回来的光之外的任何光）入射到光电检测器 32 上。在某些实施例中，将光电检测器 32 设置在光源 31 附近是有用的，如图 4 和图 5 的示例性设计所示。在多个实施例中，光电检测器 32 与光源 31 的距离（如中心到中心距离）可最多为约 5mm、10mm 或 15mm。在一些实施例中，光源 31 和光电检测器 32

可以安装在共用印刷电路板 38 上,如图 4 和图 5 的示例性设计所示。在此类情况下,光源 31 和光电检测器 32 可采用共平面构造,它在本文中被定义为这样一种构造,其中光源 31 和光电检测器 32 的至少一部分在平行于印刷电路板平面的一个平面中(即使光源 31 和光电检测器 32 之一或两者可彼此成一定角度,如下文所详述)。

[0061] 在一些实施例中,光源 31、感测元件 2 和 / 或光电检测器 32 可以设置为彼此成限定的角度,以便增加从光源 31 引导到感测元件 2 上的光量和光电检测器 32 接收到的来自感测元件 2 的反射光的量。

[0062] 例如,在图 7 示例类型的设计中,光电检测器 32 位于感测元件 2 的法向(“z”)轴与印刷电路板 38 的交点处(即光电检测器 32 的光敏感区的至少一部分位于始于感测元件 2 中心的感测元件 2 法向轴与印刷电路板 38 的交点处),其中光源 31 设置在光电检测器 32 附近(侧旁)(如稍微偏离感测元件 2 的法向轴)。在这样的构造中,光源 31 可以成一定角度,以便增加感测元件 2 接收到的光源 31 发出的光量。光电检测器 32 则被设置为接收感测元件 2 反射的光。在多个其他实施例中,光电检测器 32 可以(除光源 31 外,或代替光源 31)设置为稍微偏离感测元件 2 的法向轴。光源 31、感测元件 2 和光电检测器 32 之间的任何合适的关系都是可接受的,只要足以能够进行感测元件 2 的光学询问。例如,感测元件 2 的位置不是邻近并相对平行于壳体 100 的主表面 103(如图 4、5 和 6 所示),而是与其有一定的距离和 / 或成一定的角度,只要提供感测元件 2 与光源 31 和光电检测器 32 之间的合适关系即可。

[0063] 在具体的实施例中,光源 31 可以安装在(例如附接到)印刷电路板 38 上,并相对于印刷电路板 38 成一定角度(如图 6 所示),以便在光源 31 与感测元件 2 之间形成所需的角度。例如,如果光源 31 为发光二极管,则可以用任何熟知的安装方法将它电连接到印刷电路板 38 上。通孔方法可以更好地形成所需角度,但如果需要的话,也可以使用表面安装方法。如果需要,可以用一个或多个定位装置(如夹持器、箍等)将光源 31 以所需角度设置在印刷电路板 38 上。在多个附加实施例(图 6 中未示出)中,可按与光源 31 相似的方式将光电检测器 32 安装在(例如附接到)印刷电路板 38 上,并相对于印刷电路板 38 成一定角度。

[0064] 可以将装置 1 设计为增加光电检测器 32 接收到的直接从感测元件 2 反射回来的光量,同时最大程度减少光电检测器 32 从其他光源接收到的光。例如,装置 1 的某些设计可以将进入内部空间 125 的环境光量减至最低,并可以将可从光源 31 直接发射到光电检测器 32 上的光量减至最低。

[0065] 因此,在一些实施例中,壳体 100 的某些部分、大部分或全部可由不透明的材料制成。在一些实施例中,壳体 100 的内表面 127 的某些部分、大部分或全部(如面向内部空间 125 的表面)可以是非反射性的(如吸光的、不透明的、黑色的等等)。这可通过以下方法实现:模铸有色(如不透明)材料的壳体 100,在壳体 100 内表面上使用抗反射、不透明等涂层,等等。在一些实施例中,光源 31 可以包括以相对较窄的光束角度发光的光源(如 LED)。在多个实施例中,光源 31 具有的光束角度可使得:射出的 90% 以上的光与光束中心的角度在正或负 30 度内,或在正或负 20 度内。在一些实施例中,可以设置一个或多个光学屏障,用于拦截可能直接从光源 31 射向光电检测器 32 的光。例如,在图 6 的示例性设计中示出了光学屏障 128,它被设置为阻止至少一些光到达光电检测器 32。光学屏障 128 可以

由任何合适的材料（如不透明材料）构成，可以具有任何合适的大小或形状，并设置在任何合适的位置，只要能获得所需的阻光效果即可。光学屏障 128 可以设置在光源 31 附近。在一些实施例中，光学屏障 128 可包括有助于使光源 31 相对于印刷电路板 38 保持在所需构型（如角度）的夹持器（如箍）。除了该布置方式外，或取代该布置方式，同样地，光学屏障也可出于类似的目的设置在光电检测器 32 附近。

[0066] 在其他实施例中，装置 1 中可以使用多个光源 31 和 / 或多个光电检测器 32。可以使用该方法的多种变型。例如，可以使用两个、三个、四个或更多个光源 31。在具体实施例中，可以使用各自以不同于另一光源的峰值波长发光的不同光源 31a、31b 等（例如，具有不同发光波长范围的 LED）。在这样的设计中，可以将不同的光源安装在共同的光电检测器附近（图 7 中示出了包括两个光源 31a 和 31b 的示例性设计）。各个光源的位置可以相对于感测元件 2 偏轴，和 / 或相对于印刷电路板 38 成一定角度，如上文关于光源 31 所述（如图 7 以示例性方式所示）。可以存在一个或多个光学屏障 128。

[0067] 在其他实施例中，可以使用多个光电检测器。例如，以特定峰值波长发光的每个光源 31 可以与设计用于检测该特定波长范围的光的光电检测器一起使用。在其他实施例中，多个（如窄带）光电检测器可以与单个宽带光源 31 一起使用。

[0068] 在其他实施例中，单个光电检测器 32（例如，能够检测每个单独的窄带光源 31 发出的波长范围的光的宽带检测器 32）可以与多个窄带光源 31 一起使用（如图 7 所示）。在此类设计中，可以按顺序操作光源 31，每个光源 31 的触发之间具有足够的时间延迟（如至少 1 毫秒），使得共用光电检测器 32 可以检测与光源 31a 发出的光相对应的信号，然后可以单独检测与光源 31b 发出的光相对应的信号，以此类推。此设计的优势在于只需要一个光电检测器。

[0069] 使用多个光源 31 和 / 或多个光电检测器 32 可以增强装置 1 的运行。例如，使用此类设计可以检测更宽范围的可检测被分析物，可以检测更宽浓度范围的被分析物，可以更精确地对被分析物的浓度进行定量，可以无需在每次安装新的感测元件 2 或更换感测元件 2 时都要校准装置 1，等等。因此，在一些实施例中，采用本文所述的方法不需要在监测可能含有被分析物的大气环境之前将感测元件暴露于包含已知非零浓度被分析物的校准气体中。

[0070] 本文所公开的装置和方法还可以在使用最小空间和最低花费的情况下借助光学反射来增强感测元件 2 的询问，因为这些装置和方法最大限度地减少了对诸如光纤电缆、透镜阵列、滤光轮等部件的使用。具体地讲，采用本文所公开的装置和方法，可以生产重量轻、便于携带的装置 1，并且在需要时可以在没有外部电源的情况下运行。在多个实施例中，装置 1 的内部空间 125/126 可以小于约 100cm^3 ，小于约 60cm^3 ，或小于约 30cm^3 。

[0071] 在一些实施例中，本文所述的方法可以使感测元件 2 能够用作与呼吸保护装置结合的使用寿命终止指示器 (ESLI)。名称为 ORGANIC VAPOR SORBENT PROTECTIVE DEVICE WITH THIN-FILM INDICATOR（具有薄膜指示器的有机蒸汽吸附防护装置）的美国公布的专利申请 2008/0063575 中描述了多种示例性呼吸保护装置，该专利以引用方式并入本文。在此类实施例中，当将装置 1 用作标牌或区域监测器时使用的某些元件（如顶盖 140、保护层 300）可以存在，也可以不存在。

[0072] 在一些实施例中，感测元件 2 可以作为装置 1 的永久性安装元件。在其他实施例

中,感测元件 2 可以是可卸载(如可拆除的和/或可更换的)元件。可能有利的是,在极少使用或不使用可能含有会干扰感测元件 2 运行的小分子的粘合剂(包括例如压敏粘合剂、液态粘合剂、热固化性粘合剂、辐射固化性粘合剂)下,将感测元件 2 牢固地设置(如连接)在装置 1 中的合适位置处(并任选地在这种情况下封闭开口 102)。因此,可能有利的是,用一个或多个机械连接部件(如夹片、夹具、顶盖等)将感测元件 2 保持在合适位置。还可能有利的是,通过不会导致感测元件 2 转向、弯曲或变形的方式将感测元件保持在合适位置。在图 8 中以示例性方式所示类型的实施例中,用顶盖 140 将感测元件 2 保持在合适位置(并使得封闭开口 102)。在此类实施例中,壳体 100 可以包括:可支撑感测元件 2 的外围边缘部分 215(如感测元件 2 的基底 210 的一部分)的凸缘 105,以及限制感测元件 2 相对于开口 102 横向移动的壁 106。顶盖 140 可连接到装置 1 的壳体 100 上,并在连接后将感测元件 2 牢固地保持在合适位置,从而封闭开口 102。可以通过任何合适的附连装置(所有图中均未示出)将顶盖 140 连接到装置 1 的壳体 100 上。因此,顶盖 140 可以包括用螺钉固定的连接机构、卡口式连接机构;可以通过一个或多个夹片、夹具等连接;可以通过使用机械紧固件(如钩环扣件、松紧带等)连接。顶盖 140 可以包括设计用于牢固地将感测元件 2 的外围边缘部分 215 保持在合适位置(如紧靠壳体 100 的凸缘 105)的部分 141。可以使用一个或多个密封垫圈(如 O 形环)(如在感测元件 2 的边缘部分 215 与顶盖 140 的部分 141 或壳体 100 的凸缘 105 之间)帮助实现开口 102 的闭合。顶盖 140 还可以包括可由被分析物穿透的部分 142。部分 142 可以包括开放空间(如图 8 的示例性实施例中所示)。或者,它可以包括一个或多个其间具有间隔的构件(如栅格、横档),和/或可以包括打孔的片材、网片等(如图 9 的示例性实施例中所示),以便为感测元件 2 提供机械保护,同时仍允许被分析物到达感测元件 2。尽管在图 8 和图 9 所示类型的实施例中通过向内(朝装置 1 的内部空间 126)压迫将感测元件 2 保持在合适位置,但在其他实施例中,可以通过向外压迫(如紧靠壳体 100 的凸缘或某些其他部分)将感测元件 2 保持在合适位置。

[0073] 不管怎样实现,当感测元件 2 被牢固保持在合适位置时,均可封闭开口 102,使得内部空间 125 变成密封的内部空间(126)。所谓密封是指蒸气或固体(如粉尘)不能穿透到装置 1 的内部空间 126 中。可以用感测元件 2 封闭开口 102(如借助被分析物和/或任何其他气体、液体、蒸气等不可穿透的感测元件 2 的光学透明基底 210);或者可以用一个或多个次级阻挡层封闭开口 102。这样的次级阻挡层可与感测元件 2 相连(如粘附到感测元件 2 上,与感测元件 2 一起以套件形式提供等),或者可以是装置 1 的壳体 100 的永久性安装元件(如透明窗口)。

[0074] 在这种类型的设计中,感测元件 2 的可由被分析物穿透的反射层 240 可以面向外(背离密封的内部空间 126),感测元件 2 的光学透明基底 210 可以面向内,使得可以通过光线 40 以及穿过光学透明基底 210 的光线 41 和 42 对感测元件 2 进行光学询问。在此类设计中,装置 1 能够在被分析物(或任何其他固体、液体或蒸气材料)不进入密封的内部空间 126 的情况下检测被分析物。由于内部空间 125 含有多种会受被分析物和/或其他物质不利影响的光电元件,所以使内部空间 125 成为密封的内部空间(126)将具有优势。不可穿透的基底 210(和/或存在的任何次级阻挡层)除了保护内部空间 126 中的光电元件免受装置 1 外部物质的危害外,还可以保护感测元件 2 免受内部空间 126 中可能存在的物质的不利影响(如光电元件组装中可能用到的粘合剂或物质)。

[0075] 顶盖 140 也可以用于例如图 4 中所示类型的实施例,以防止对内部空间 125 中的各种组件造成物理损坏同时被分析物仍可进入内部空间 125 的方式覆盖未封闭的开口 101。

[0076] 出于多种目的,装置 1 中还可以具有其他层、元件等。例如,感测元件 2 与光源、光电检测器 32 和 / 或装置 1 的各种其他光电元件之间可以具有一个或多个附加层(如光学透明膜)。在一些实施例中,在装置 1 的内部空间 125 中,光源 31、光电检测器 32 和 / 或各种其他光电元件可存在于一个或多个光学透明层后面,其中所述一个或多个光学透明层可以保护这些元件(如防止粉尘、灰尘、污染等),同时仍允许光穿过光学透明层进行感测元件 2 询问。

[0077] 在一些实施例中,可能有利的是,提供一个或多个可由蒸汽或气相被分析物穿透的层,但这些层可以防止液体被分析物或可能干扰装置 1 运行的任何液体或固体物质进入装置 1 的内部空间 125。因此,可能有用的是提供设置在装置 1 的开口 101/102 与内部空间 125/126 之间的保护层 300。保护层 300 可以包含任何具有足够(气体和 / 或蒸汽)穿透性的材料,以便允许足够的气体和 / 或蒸汽相被分析物通过,从而确保感测元件 2 作出充分响应,同时可基本上或完全防止不需要的液相材料通过。因此,保护层 300 可包含任何合适的多孔材料,该多孔材料允许气体和 / 或蒸气通过,同时基本上防止液体通过(在此语境中,基本上防止液体通过意味着虽然在(如通过抽吸)施加足够高的压力时保护层可能允许液体穿透材料,但液体在例如偶然接触、浇注、飞溅的情况下不会穿透该层)。此类材料可包括例如多孔和 / 或微孔膜、非织造网、织造物等等。可根据需要对此类材料进行处理,以便调节其润湿性和 / 或其防止液体通过的能力。可用于保护层 300 的示例性材料包括例如以商品名 Versapore R 得自 Pall Corporation(East Hills, NY) 的材料。

[0078] 保护层 300 可以设置在开口 101/102 内或其附近,并可以例如通过顶盖 140 将其保持在合适位置,如图 9 所示的示例性构型。在一些实施例中,保护层 300 可以包含可压缩的多孔材料,当将顶盖 140 附接到装置 1 的壳体 100 上时,这些材料有助于将感测元件 2 保持在合适位置。

[0079] 保护层 300 可以与也可以不与感测元件 2(例如,与感测元件 2 的可由被分析物穿透的反射层 240)直接接触,只要提供所需的保护即可。保护层 300 可以设置在顶盖 140 的凹陷内,例如邻近顶盖 140 的可由被分析物穿透的部分 142,顶盖 140 可以位于保护层 300 上面,以便将其保持在合适位置并提供机械保护,同时仍允许被分析物到达感测元件 2。如果需要,保护层 300 和 / 或顶盖 140 可以是可更换的。

[0080] 用本文所公开的方法和装置询问感测元件 2 时,可以获得与所关注的被分析物的存在情况和 / 或浓度(例如在监测的大气环境中)相关的信号。在一些实施例中,由装置 1 的至少一个光电检测器 32 产生的信号为电信号,例如为电压或电流的形式(例如,光电检测器 32 对入射到光电检测器 32 上的光作出响应而产生的)。也就是说,光电检测器 32 可以将来自感测元件 2 的光学信号(如光强度)转化成可随后被操纵、处理等的信号,如电压。装置 1 可进一步包括一个或多个模数转换器,其可以提供数字形式的信号,以便于由微控制器进行处理。就多个光电检测器 32 而言,每个光电检测器 32 可以提供单独的信号。

[0081] 如果需要,可根据装置 1 的电路中常驻(如安装到软件或固件中)的算法对从一个或多个光电检测器 32 接收的信号(单独地或组合地)进行数学处理。因此,装置 1 可以

根据需要包括此类部件、电路等,以进行此类所需的信号处理,并且也可以根据需要控制光源 31 和 / 或光电检测器 32 等。参照图 10 的框图,装置 1 可以包括微控制器 37,它可以操作光源 31 以及操作光电检测器 32(并接收来自光电检测器的信号),可以对光电检测器 32 接收到的信号进行处理、操纵等,可以将各种数据和参数保留在存储器中,可以操作显示器 36 并与用户界面 39 通信,可以通过供电系统 35 接收来自(内部或外部)电源 34 的电力,并可以根据需要执行其他功能。在特定实施例中,装置 1 可以包括以 MSP430F437IPN 得自 Texas Instruments 的示例性微处理器,其尤其适用于本文所述的用途。装置 1 可以根据需要包括其他电子和 / 或光学元件,以执行装置 1 的功能。此类元件可以包括但不限于一个或多个电阻器、电容器、电感器、集成电路、驱动器、收发机、天线等。装置 1 的多个元件可以连接到和 / 或物理安装到一个或多个印刷电路板上。在一些实施例中,装置 1 的多个元件可以安装到单个、共用的电路板 38 上。

[0082] 概括地说,装置 1 可以通过如本文所述接收和 / 或处理的信号产生与所监测大气环境中的所关注被分析物的浓度值相关(例如,代表所述值)的通知信号。该通知信号可被传达给装置 1 的使用者(例如,通过视觉、听觉或触觉信号)。在一个实施例中,通知信号可以是所监测大气环境中的被分析物浓度的实际数值。除此之外,和 / 或取而代之,可以提供尽管不是数值但与该数值相关的通知信号。例如,装置 1 可以在检测到被分析物和 / 或检测到一定量的被分析物时提供听觉信号(如哔哔声、喳喳声、警报信号)、视觉信号和 / 或振动信号。

[0083] 在一些实施例中,装置 1 可提供非定量性指示(例如,指示所关注的被分析物是否以例如高于一定浓度的量存在)。在一些实施例中,装置 1 可提供半定量和 / 或定量信息(例如,估计或指示被监测的空气中被分析物的浓度)。在一些实施例中,装置 1 可提供累计指示(即,源于范围可长达数小时的一段时间内所监测空气中被分析物的浓度的综合指示)。在一些其他实施例中,装置 1 可提供源于空气中被分析物的瞬时(如经数分钟或更少的周期)浓度的“实时”读数。在一些实施例中,装置 1 可以实时或定期(如通过传输数据记录信息)将此类信息传输至接收站。例如,装置 1 可以将此类信息(如通过无线或红外传输)传输至计算机、工作站、中央处理设备等等。

[0084] 装置 1 可以用于检测和 / 或监测一种或多种所关注的被分析物。此类被分析物可以包括可存在于需要监测的环境(通常为空气)中的蒸气或气体。在一些实施例中,被分析物为有机蒸气(如挥发性有机化合物)。代表性的有机被分析物可包括取代或未取代的碳化合物,其包括烷烃类、环烷类、芳族化合物、醇类、醚类、酯类、酮类、卤代烃类、胺类、有机酸类、氰酸酯类、硝酸盐类以及腈类,例如正辛烷、环己烷、甲基乙基酮、丙酮、乙酸乙酯、二硫化碳、四氯化碳、苯、甲苯、苯乙烯、二甲苯类、甲基氯仿、四氢呋喃、甲醇、乙醇、异丙醇、正丁醇、叔丁醇、2-乙氧基乙醇、乙酸、2-氨基吡啶、乙二醇单甲醚、甲苯-2,4-二异氰酸酯、硝基甲烷、乙腈等等。

[0085] 装置 1 可以通过从至少一个光源 31 发出光,将发出的光的至少一部分引导到至少一个感测元件 2 上,并用至少一个光电检测器 32 测量从感测元件 2 反射回来的光量从而对感测元件 2 进行光学询问。从感测元件 2 上反射回来的光的特性将由从感测元件 2 的各层(如反射层和 / 或半反射层)和 / 或界面反射回来的光的干涉作用产生。此反射光可以具有图 11 中以一般形式示出的一般型反射光谱,其中在给定的波长范围内具有一个或多个

波峰（如 181、182 和 / 或 183 等）和波谷。波峰的大小和 / 或位置可以响应被分析物的存在而发生改变。

[0086] 不用尝试询问整个反射光谱（可由复杂仪器完成），而是有选择地以一个或多个具体波长范围询问感测元件 2。因此，在一些实施例中，装置 1 包括一个光源 31，该光源被设计为可发出预定的、相对较窄波长范围 A 内的光（参照图 11）。波长范围 A 的边界可以是也可以不是尖锐的或绝对的截止值，这取决于所用的特定光源和 / 或检测器的特性。波峰 182 的位置或大小变化时（即，由于被分析物浓度的改变），光电检测器 32 检测到的反射光的量或强度也会改变。

[0087] 在一些实施例中，选择的波长范围 A 应使得对于感测元件 2 的给定设计而言，在不存在被分析物时，波长范围 A 落在感测元件 2 反射光谱中的波峰 182（例如，主峰）的最大值 184 处或附近。在这样的构型中，将波长范围 A 的光引导到感测元件 2 上可以使感测元件 2 反射和光电检测器 32 检测到的光在响应被分析物含量改变、波峰 182 的大小和位置相应改变时发生相对较大的变化。因此，此类方法可以提高装置 1 对被分析物存在情况和 / 或浓度的响应能力。选择的特定波长范围可取决于所用的特定感测元件 2 的性质、需要监测的特定被分析物等等。在多个实施例中，波长范围的中心可以在最大峰值的约 10nm、20nm 或 40nm 范围内。在具体实施例中，可能优选的是，在以大约 520nm 为中心的波长范围内或以大约 640nm 为中心的波长范围内询问感测元件 2。

[0088] 在上文所述的某些实施例中，通过使用窄带光源 31 在给定的预定波长范围内进行询问。在这种情况下，光电检测器 32 可以根据需要为窄带或宽带的。作为另外一种选择，可以使用窄带光电检测器 32，在这种情况下，光源 31 可以根据需要为窄带或宽带的。

[0089] 在一些实施例中，在至少两个不同的波长范围 A 和 B 处监测从感测元件 2 反射的光（参照图 11）。这可以例如通过使用附加的光源 31 和 / 或光电检测器 32 来实现。在特定实施例中，这可以通过使用两个或更多个单独的窄带光源 31a 和 31b 来完成，如图 7 的示例性设计中所示。在这种情况下，可以使用单个（如宽带）光电检测器，也如图 7 所示，其中不同波长范围处的信号通过暂时隔开（即，及时交错）光源 31a 和 31b 发出的光而获得，使得可以用光电检测器 32 单独检测由此产生的反射光。也可以使用其他方法。在一些实施例中，可以联合使用宽带光源 31 与能够区分波长范围 A 与波长范围 B 内的光的窄带光电检测器。

[0090] 然而实现这一点时，在多个波长范围内监测感测元件 2 反射回来的光可具有明显的优势。在特定实施例中，选择的波长范围 A 应落在不存在被分析物时感测元件 2 的反射光谱中的波峰 182 的最大值 184 处或附近，如上文所述。波长范围 B 可以至少一定程度地与波长范围 A 分离，在一些实施例中，可以在不存在被分析物时感测元件 2 的反射光谱中的波谷最小值 185 处或附近。在特定实施例中，波长 B 落在紧邻监测波长 A 的波峰 182 的波谷最小值 185 处或附近（如图 11 所示）。

[0091] 在此类构型中，可以将表示在波长范围 A 内检测到的光量的光电检测器 32 信号与表示在波长范围 B 内检测到的光量的光电检测器 32 信号进行比较（如用装置 1 的微处理器 37 确定比值）。此比较 / 比值可提供显著的优点。例如，可用来确定新的或更换的感测元件 2 的运行状况（如未过早暴露于被分析物、受到损坏等）。因此，在一些实施例中，本文所述的方法包括以下步骤：用暴露于无被分析物（如被分析物含量低于 1ppm）的大气环境

中的感测元件获得初始比较信号,以及确定该初始比较信号是否处在可接受的范围内。比较(如比率)信号的这种用途还可增大装置 1 的动态范围。在本文所公开方法的上下文中,比较第一和第二信号(如表示在第一波长范围和第二波长范围内检测到的光量的信号)可以包括比较平均信号(如,获得多个第一信号并取它们的平均值,获得多个第二信号并取它们的平均值,然后比较第一信号平均值与第二信号平均值)以及比较各个第一信号与各个第二信号。

[0092] 可以根据所用的具体感测元件 2 的性能、需要监测的具体被分析物等因素选择具体的波长范围。在多个实施例中,选择的波长范围 A 和波长范围 B 应使得它们的中点间隔至少 20、至少 40 或至少 60 纳米。在其他特定实施例中,选择的波长范围 A 和波长范围 B 应使得它们的中点间隔至多 140、至多 120 或最多 100nm。在多个实施例中,第一波长范围的中心可以在波峰最大值的约 10nm、20nm 或 40nm 内,第二波长范围的中心可以在波谷最小值的约 10nm、20nm 或 40nm 内。在其他特定实施例中,进行光学询问,其中波长范围 A 的中心在大约 520nm 附近,波长范围 B 的中心在大约 640nm 附近。如上所述,例如可以通过使用窄带光源(如 LED 等)完成波长范围 A 和 B 内的询问。不同光源发出的光的波长可以具有一些重叠;然而,只要由此获得的信号具有足够的差异,就不会影响感测元件 2 的成功询问。

[0093] 如果需要,可在其他波长范围(例如图 11 中标出 C 和 D 的那些)处进行额外的光学询问。这些额外的范围可以在范围 A 与 B 之间(如在范围 C 内),或可以在范围 A 和 B 之外(如在范围 D 内)。此类额外的光学询问范围(如,可以通过使用额外的光源 31 和 / 或光电检测器 32 提供)可以增大分辨率、动态范围、精度等。可以将这些波长范围内获得的信号与在其他波长范围处获得的信号进行比较(如,确定比值),如上文所述。

[0094] 装置 1 的信号处理能力的创新应用(如用微处理器 37 进行)可提供额外的优点。例如,光电检测器 32 收集到的信号可被保留在(如微处理器 37 的)存储器中,从而可以存取和查询信号的时间相关史。这在以下情况中是有用的,例如,(如在存在一定量的被分析物的情况下)第二波峰(如波峰 181)充分偏移而靠近波长范围 A,使得在由波峰 181 产生的波长范围 A 内接收到的信号类似于在不存在被分析物时从第一波峰(如波峰 182)最初接收到的信号。通过遵循从光电检测器 32 收到的信号的时间相关史(如,波长范围 A 内的信号下降,然后再次朝其初始值上升),装置 1 能够将这样的情况(如,可能由大量被分析物导致)与在可能暴露于被分析物期间接收到相对恒定的反射光信号(如,由波峰 182 产生)的情况区分开来。使用比较(如比率)信号时可以进行类似的信号处理。

[0095] 装置 1 增强的性能可能需要以比感测元件 2 的反射特性对被分析物的预期响应速率足够快的采样速率对感测元件 2 进行询问。然而,例如对于连续监测感测元件 2 的功耗来说,这可能是不利的。在多个实施例中,以每分钟至少 6 次询问、每分钟至少 60 次询问、每分钟至少 120 次询问或每分钟至少 240 次询问的频率对感测元件 2 进行询问。

[0096] 其他信息也可被保留在微处理器 37 的存储器中,以增强装置 1 的运行。例如,可以提供将信号(如波长范围 A 处的光强度)或比较信号(如波长范围 A 与波长范围 B 处的光强度比率)等与监测环境中的被分析物浓度关联起来的信息(例如,通过将感测元件暴露于已知被分析物浓度下从经验上获得的预定响应曲线)。因此,装置 1 可以通过将比较信号与预定响应曲线关联起来以获得与监测环境中的被分析物浓度相关或表示该浓度的浓度值而运行。可以将单条响应曲线预先装入(如永久性地)装置 1 的存储器中;或者可以

将响应曲线定期上传到装置 1 的存储器中,以便用于感测元件 2 的特定设计、特定被分析物等。可以使用多条响应曲线。在本文所公开的方法的上下文中,将比较信号与响应曲线关联起来包括关联平均比较信号(如获取多个比较信号并取其平均值而得),以及关联各个比较信号。

[0097] 实例

[0098] 将得自 3M Company, St. Paul MN 的 3M 110 型一氧化碳监测器拆卸,取出电子元件,液晶显示器除外。设计具有合适尺寸和合适接头的印刷电路板,以便安装到 110 监测器的壳体中,并通过导电胶条连接件与 LCD 显示器接合。将印刷电路板定制设计为接收、支持和电连接下文所述的多种元件。

[0099] 在印刷电路板上安装光电二极管(SFH 2430,OSRAM,Regensburg,Germany)。选择印刷电路板以及光电二极管的位置,使得当将印刷电路板固定在 110 壳体中,将感测元件设置在 110 壳体的开口中,将壳体的两个半块安装在一起时,光电二极管面向感测元件并与感测元件的法向轴对齐(以与图 7 所示设计相似的方式)。

[0100] 在印刷电路板上安装两个 LED。第一个为绿色 LED(OVLBG4C7,Optek,Carrollton, TX),其发射光的峰值波长的中心在约 520nm 处;第二个为红色 LED(OVLBR4C7,Optek),其发射光的峰值波长的中心在约 640nm 处。以与图 7 所示相似的方式,将 LED 安装在光电二极管的侧面,每个 LED 与光电二极管的间距为约 7mm(中心至中心测量)。用通孔连接件将 LED 安装到印刷电路板上,其中连接线稍微弯曲,使得每个 LED 以与图 7 所示相似的方式朝向光电二极管稍微成一定角度。计算该角度,使得当感测元件位于 110 壳体的开口中,并将壳体的两个半块安装在一起时,每个 LED 朝向感测元件的中心区域发射光。采用 LED 箍式夹持器(通过螺钉附接到印刷电路板上)帮助将每个 LED 固定在合适的位置和角度。LED 夹持器由不透明的(黑色的)塑料制成,位于各个 LED 与光电二极管之间的箍的一部分用于最大程度减少可从该 LED 直接传输到光电二极管的光量。

[0101] 将其他元件安装到印刷电路板上,包括 SPI 总线串行 FRAM(FM25H20-DG, Ramtron)、低噪 CMOS(AD8603AUJZ, Analog Devices)、600mA 步进直流/直流转换器(LTC3429ES6, Linear Technology)、50mA 超低功率 LDO(TPS79730DCKR, Texas Instruments)、16-bit Flash/RAMA/D/120seg LCD(MSP430F437IPN, Texas Instruments)、单芯片 2.4Hz 收发机(nRF24L01+,Nordic Semiconductor)和 2.4GHz 芯片天线(RFD58005, RFD)。也可以将根据需要用于操作电路及其多个部件的其他元件提供到和/或安装到印刷电路板上,包括如本领域熟知的各种电阻器、电容器、电感器等。将 3.6V 锂电池硬连线到印刷电路板上。

[0102] 重新组装包括印刷电路板和上述元件在内的监测器壳体。把根据需要用于操作装置、驱动 LED、处理从光电二极管接收到的信号等的各种信息和算法上传到装置的固件和/或软件存储器中。具体地讲,将算法上传,装置则可根据该算法按顺序操作红色和绿色 LED,并监测与每个 LED 的操作相对应的反射光信号。将算法配置为以大约每秒一次的频率触发每个 LED,其中时间模式如下:红色 LED 开启 -2mS(毫秒),测量并处理所得的反射光信号 -2mS,暂停 -990mS,绿色 LED 开启 -2mS,测量并处理所得的反射光信号 -2mS,暂停 2mS。还上传其他计算法,以使得装置可以计算(对于红色和绿色 LED 的每次触发以及光电二极管对反射光的接收情况而言)感测元件响应绿色 LED 的发射光而反射的光与感测元件响应

红色 LED 的发射光而反射的光的比率。还上传将监测环境中的被分析物含量与各种波长处的反射光比率相关联的响应曲线（为了示范，在这种情况下为任意曲线，而不是通过将感测元件暴露于已知被分析物浓度而获得的曲线）。

[0103] 结果是获得包括操作电路的功能性光电装置，所述操作电路能够驱动 LED 发光，能够操作光电二极管接收光信号，能够与用户交互从而上传上文所述的信息，能够根据不同波长处的光信号的比率以及提供的响应曲线计算监测环境中的被分析物浓度，以及能够在装置的 LCD 显示屏上显示代表监测环境中被分析物浓度的通知信号（如，单位为百万分率的读数）。

[0104] 取下百叶窗式前盖（其覆盖进入 110 装置内部的开口）。通过立体光刻（SLA）制备环状壳体（设计用于安装到壳体的开口中并具有环状凸缘），并将其附接到壳体的开口中。

[0105] 通过与美国公布的专利申请 2008/0063874 的实例 1-6 中所述的相似方法制备与此专利申请中所述类型相似的感测元件，不同的是该感测元件包括透明聚合物基底（聚酯），而不是玻璃基底。感测元件的直径为约 16mm。将感测元件放入包括上述光电系统的监测器壳体的开口中，感测元件的周边边缘因此倚靠在 SLA 壳体的环状凸缘上。感测元件的可由被分析物穿透的反射表面面向外，而感测元件的光学透明的基底则面向内，朝向监测器的内部空间。将聚合物顶盖（设计为通过卡口式连接与 SLA 壳体相连，并包括百叶窗式中部）附接到监测器 110 的 SLA 壳体上，从而将感测元件牢固地保持在合适位置。

[0106] 构造被分析物暴露系统，其包括可以输入液体被分析物的次室，以及通过两条导管与次室相连的主室。次室包含使液体被分析物挥发的加热元件。提供风扇，使空气通过主 / 次室闭环系统循环，从而在主室中可以建立并保持相对恒定的被分析物水平。提供光离子检测器，以在任何给定时间监测系统中存在的空中传播被分析物的大约含量。可以通过增加次室的液体被分析物暴露量来提高被分析物水平，以及通过让空气流入系统来降低被分析物水平。

[0107] 给光电装置通电，将其插入被分析物暴露系统的主室中，使其稳定在不含丙酮的再循环空气环境中。然后在次室中加入足量的液体丙酮，使再循环环境中的丙酮浓度达至约 100ppm（用光离子检测器测得）。一段时间后，继续添加丙酮，使丙酮浓度达至约 275ppm。一段时间后，再次添加丙酮，使丙酮浓度达至约 500ppm。一段时间后，放入空气，使丙酮浓度降至可忽略不计的水平。

[0108] 这些实验的数据示于图 12 和 13 中。在图 12 中，标记为红色的数据表示（即，表示为来自光电二极管的电压信号，其经过微控制器的 A/D 转换和轮询）感测元件响应红色 LED 的照明而反射的光。标记为绿色的数据同样地表示感测元件响应绿色 LED 的照明而反射的光。（图 12 中的小峰是因杂散光瞬间进入测试室而产生的伪峰）。在图 13 中，标记为比率的数据是通过红色信号与绿色信号的比值（通过微控制器进行操作）获得的代表性信号。

[0109] 上述测试和测试结果仅用于示例性目的，而不用于预测性目的，并且可预期测试工序的改变会产生不同的结果。给定上述详细描述和实例仅为了清楚地理解本发明。这些描述和实例不应被理解为不必要的限制。

[0110] 对于本领域的技术人员将显而易见的是，本文所公开的具体示例性结构、特征、细

节、构造等在许多实施例中可修改和 / 或组合。本发明人所构思的所有此类变型和组合均
在所构思的发明的范围内。因此,本发明的范围不应受本文所述的具体示例性结构限制,而
是受权利要求书的文字所描述的结构或其等同形式限制。如果在本说明书与以引用方式并
入本文的任何文献的公开内容之间存在冲突或差异,则以本说明书为准。

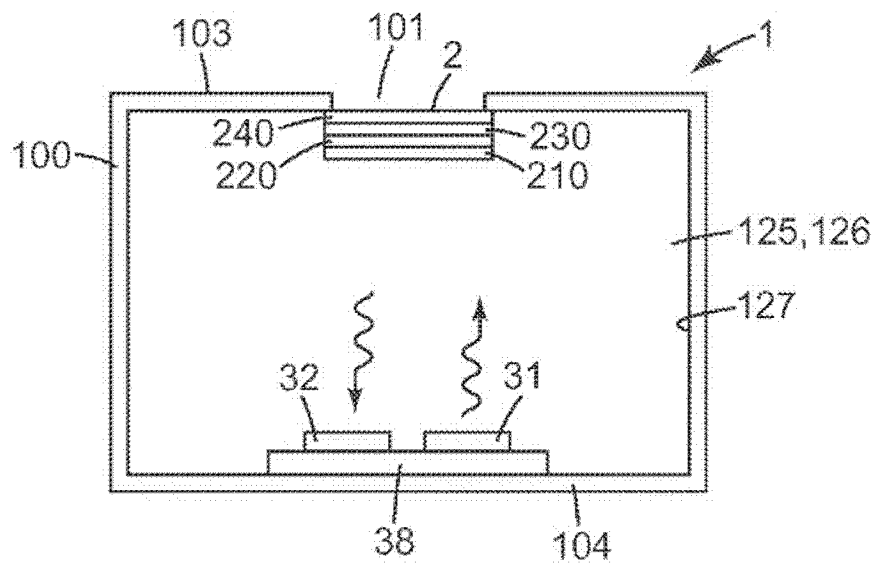


图 5

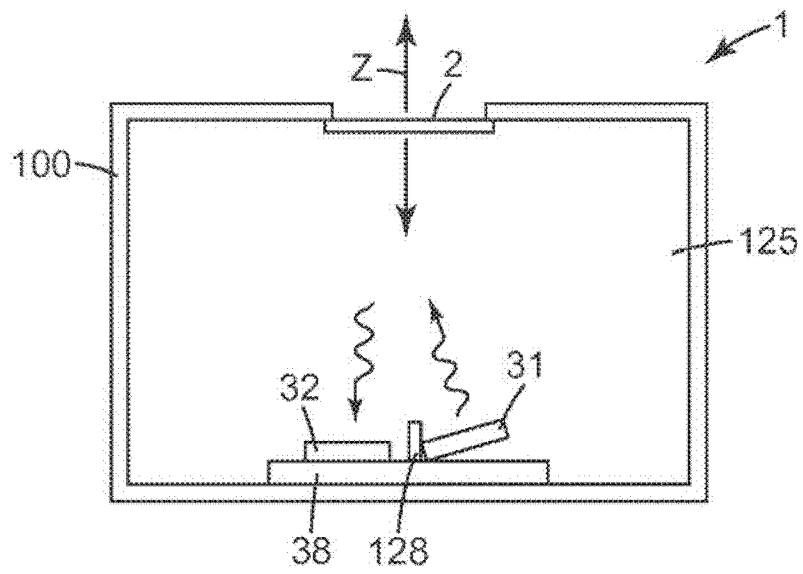


图 6

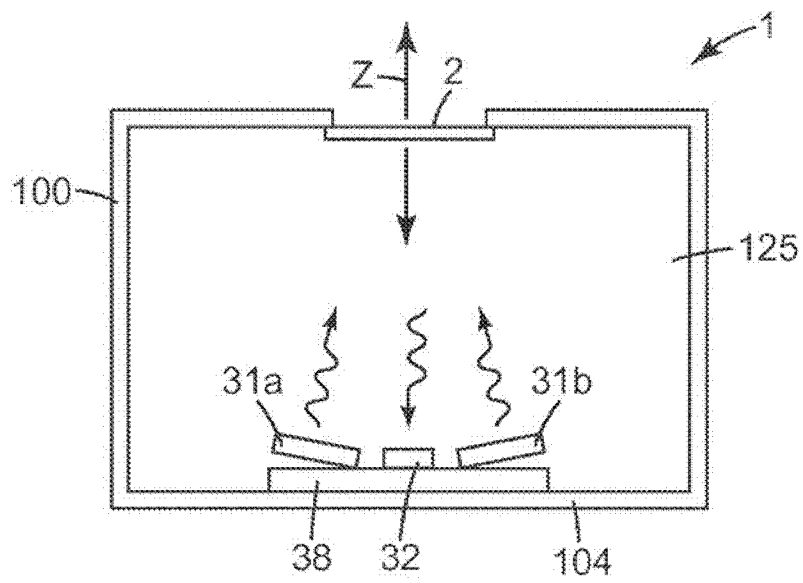


图 7

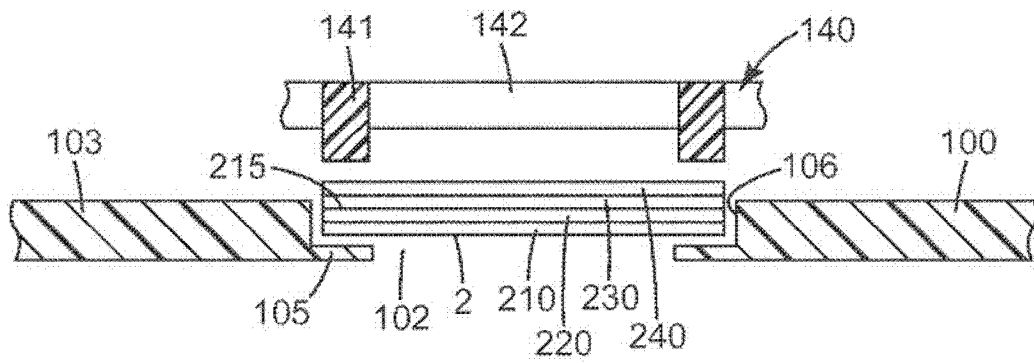


图 8

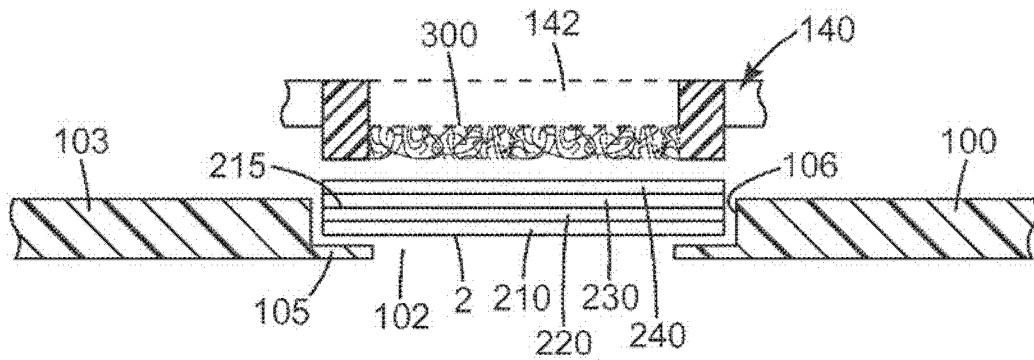


图 9

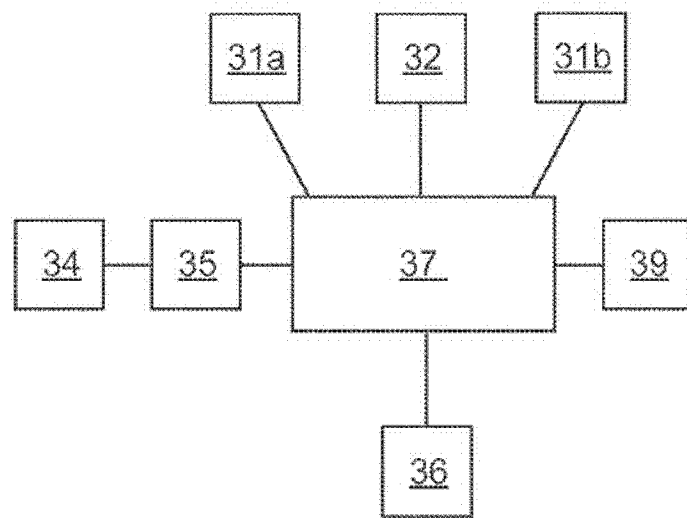


图 10

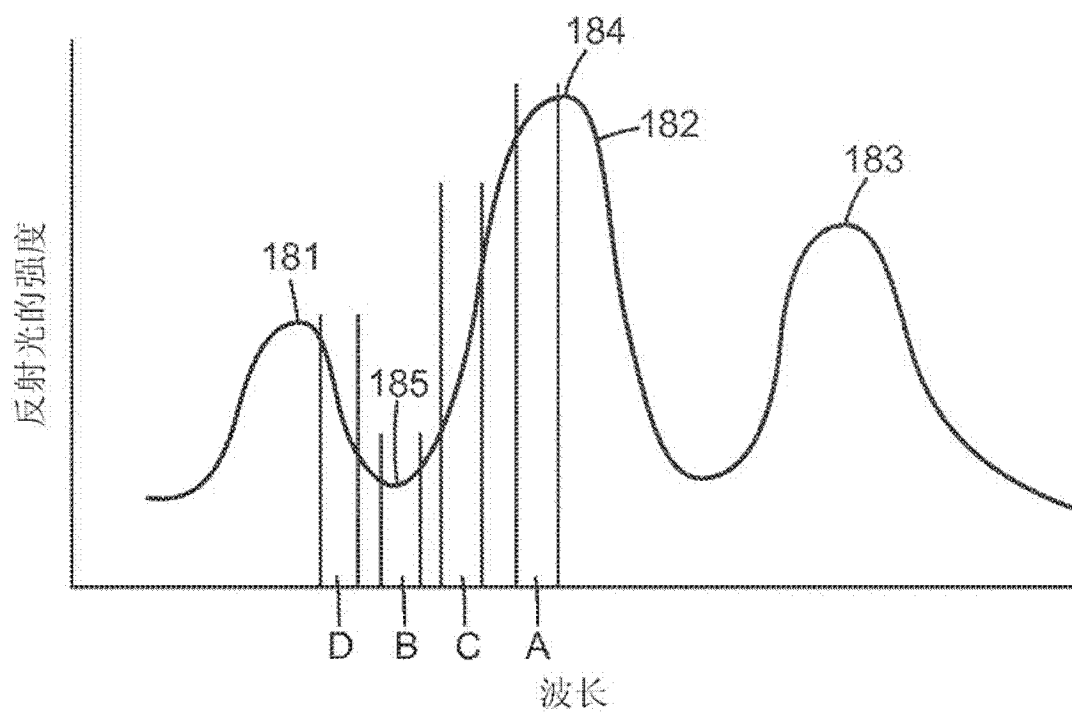


图 11

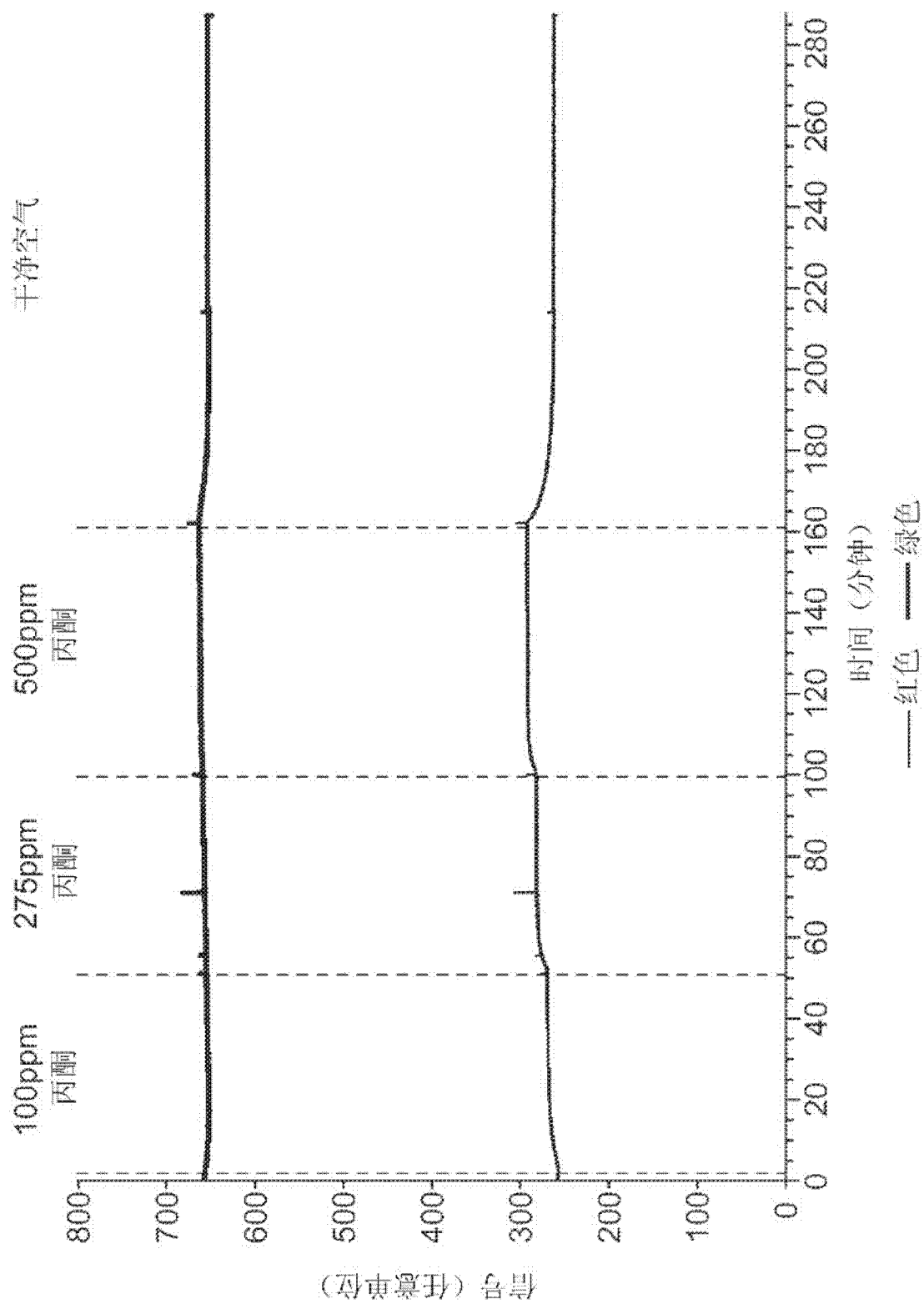


图 12

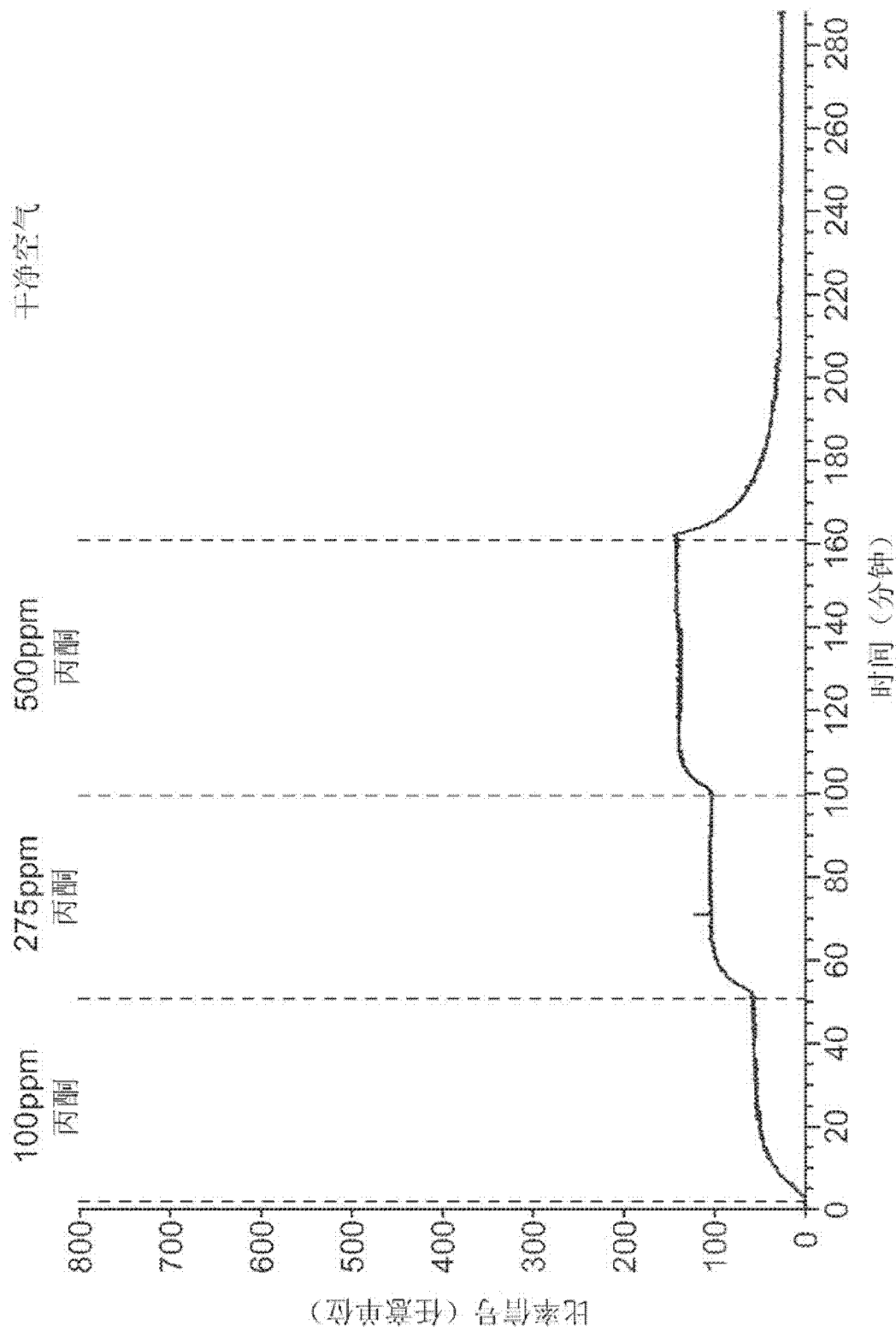


图 13