

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01N 21/78 (2006.01)

G01N 33/00 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200680054211.7

[43] 公开日 2009年4月22日

[11] 公开号 CN 101416046A

[22] 申请日 2006.11.20

[21] 申请号 200680054211.7

[30] 优先权

[32] 2006.4.13 [33] US [31] 60/791,743

[86] 国际申请 PCT/US2006/044923 2006.11.20

[87] 国际公布 WO2007/120214 英 2007.10.25

[85] 进入国家阶段日期 2008.10.13

[71] 申请人 纳幕尔杜邦公司

地址 美国特拉华州

[72] 发明人 D·B·切斯 D·B·洛巴赫

J·D·麦肯布里奇

J·C·施泰亨

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 段晓玲 韦欣华

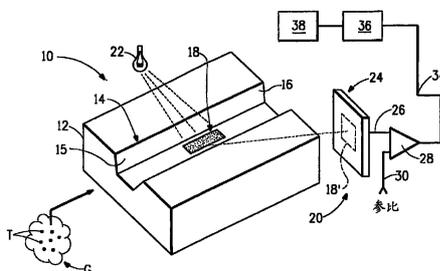
权利要求书2页 说明书13页 附图9页

[54] 发明名称

手持式气体检测器和气体检测方法

[57] 摘要

气体检测器，包括预定量的传感器材料和光度测量设备，所述传感器材料的至少一种光学性质由于和目标气体的反应而改变，所述光度测量设备可操作以测量所述传感器材料的所述至少一种光学性质的强度。所述反应使得至少一种光学性质的所述强度大小和所述气体试样中所述目标气体的浓度是一一对应的关系，由此，所述气体试样中所述目标气体的所述浓度可以由预定体积的气体试样通过给定面积的传感器材料之后所述至少一种光学性质的所述强度的测量大小来确定。



1、气体检测器，包括：

(a) 预定量的传感器材料，其至少一种光学性质由于和目标气体的反应而改变；和

(b) 可操作以测量所述传感器材料的所述至少一种光学性质的强度的光度测量设备，

所述反应使得所述至少一种光学性质的强度大小和所述气体试样中所述目标气体的浓度是一一对应的关系，

由此，所述气体试样中所述目标气体的浓度可以由预定体积的气体试样通过给定面积的传感器材料之后所述至少一种光学性质的强度的测量大小来确定。

2、用于检测气体试样中目标气体的存在性的气体检测器，包括：

(a) 检测器盒，其包括基板，所述基板上连接有两种或更多种传感器材料，每种传感器材料的至少一种光学性质由于和目标气体的反应而变化，

每种传感器材料的所述反应使得至少一种光学性质的所述强度大小和所述气体试样中所述目标气体的浓度是一一对应的关系，由此，所述气体试样中每种目标气体的所述浓度可以由预定体积的气体试样通过给定面积的各种传感器材料之后所述至少一种光学性质的强度的测量大小来确定；

(b) 空气采样系统，用于提供空气试样到所述检测器盒；

(c) 光度测量设备，用于测量每种传感器材料的所述至少一种光学性质的强度变化；和

(d) 显示器，用于根据所提供的每种传感器材料的所述至少一种光学性质的强度的变化大小向观察者显示所述气体试样中所述目标气体的浓度。

3、权利要求 2 的气体检测器，其中所述基板其中形成有至少一条通道，并且其中每种传感器材料设置在所述一条通道中。

4、权利要求 3 的气体检测器，其中每种传感器材料对同一目标气体响应。

5、权利要求 3 的气体检测器，其中每种传感器材料对不同的目标气体响应。

6、权利要求 2 的气体检测器，其中所述基板其中形成有多条通道，和其中在每条通道中设置所述传感器材料的一种。

7、权利要求 6 的气体检测器，其中每种传感器材料对同一目标气体响应。

8、权利要求 6 的气体检测器，其中每种传感器材料对不同的目标气体响应。

9、权利要求 2 的气体检测器，其中所述基板其中形成有多条通道，和其中在每条通道中设置所述传感器材料的至少一种。

10、权利要求 2 的气体检测器，其中所述基板其中形成有至少一条通道，和其中在所述一条通道中设置过滤材料。

11、权利要求 2 的气体检测器，其中所述基板其中形成有多条通道，和其中在每条通道中设置过滤材料。

12、用于检测气体试样中目标气体的方法，包括如下步骤：

(a) 使其中具有目标气体的气体试样和给定面积的传感器材料接触，所述传感器材料的至少一种光学性质由于和所述目标气体的反应而变化，所述传感器材料的所述反应使得在至少一种光学性质的强度大小和所述气体试样中所述目标气体的浓度是一对一关系，由此每种目标气体在所述气体试样中的浓度可以由预定体积的气体试样通过所述给定面积的各种传感器材料之后所述至少一种光学性质的强度的测量大小来确定；

(b) 测量所述传感器材料的所述至少一种光学性质由于和目标气体的接触而导致的变化；和

(c) 从所述预定体积的气体试样通过所述给定面积的传感器材料之后所述至少一种光学性质的强度的测量大小，确定目标气体在所述气体试样中的浓度。

手持式气体检测器和气体检测方法

本申请要求 2006 年 4 月 13 日提交的美国临时申请 No.60/791743 的权益，在此为了所有目的全文结合进来作为本发明的一部分。

技术领域

本发明涉及用于检测气体试样中目标气体的存在性的气体检测器装置和方法，尤其涉及用于检测空气试样中毒性工业化学物质的气体检测器装置和气体检测方法。

背景技术

用于检测气体试样中特定气体物质（“目标”气体）存在性的气体检测器很长时间以来使用由于和目标气体反应而在其一个或多个光学性质方面发生变化的传感器材料。所述气体检测器的代表是那些公知为由 Dräger Safety AG & Co. KGaA, Luebeck, Germany 制备和销售的“Dräger 管子”的设备。

在典型实施方式中，传感器材料沿着适当形成在外壳中或基板上的封闭传感通道分布。例如，传感器材料可以采用沿着基板中的沟槽设置的细长型条的形式，或者作为管状构件的带涂层的衬里。气态试样可以在一段时间内定时计量加入到通道中，或者以固定体积引入。

随着气态试样通过所述通道前行，在试样中存在的任何目标气体逐渐和传感器材料化学反应。目标气体和传感器材料之间的该相互作用导致传感器材料的一种或多种光学性质发生变化。传感器材料显示出所述改变的光学性质的物理范围（例如，沿着所述通道的距离）因此可以用于提供试样中目标气体浓度的度量。采用光度测量设备比如分光光度计，该距离能够很容易地确定。

通过图 1A - 1D 所示的程式化示意图，可以理解这种典型现有技术实施方式的操作原理。在图 1A - 1D 中，传感器材料 S 设置成细长条的形式，在传感通道 C 的从通道进口 I 到通道出口 E 的预定部分内延伸。初始（未反应的）传感器材料 S 所示为斑点状的（stipled）。

含有未知浓度的目标气体 T（所示为点）的气态试样 G 在通道 C 的

进口 I 处引入。随着蔓延通过通道的试样 T 的体积增加，传感器材料 S 的表面的越来越多的面积逐渐暴露于目标气体 T，直到在该区域中的基本所有的可获得的传感器材料和所述气体反应。因此，由于和目标气体 T 的化学反应，传感器 S 的越来越多的面积逐渐改变它的至少一种光学性质（例如，反射强度）。光学性质的这种逐渐变化在图 1B-1C 中通过网格区不断增加的密度和面积来示出。最终，反应过的面积内的传感器材料 S 变得饱和，光学性质不进一步发生变化。

最终，在试样 G 的全部体积横过通道的所有范围之后，测量显示出所述变化的光学性质的传感器 S 的长度 L。由该长度 L（图 1D）确定目标气体 T 在试样 G 中的浓度。

从上述内容应该理解的，由于目标气体的浓度对照传感器材料的具有所述改变的光学性质的部分的物理范围校准，所以已讨论类型的现有技术气体检测器要求所述传感器材料占据通道长度的相对大的范围。这要求物理空间。而且，受测试样的整个体积必须被赋予如下机会：即，在可以确定传感器材料的具有所述改变的光学性质的所述部分的整个范围之前，试样的整个体积有机会横过通道的整个长度。这耗费了时间。这两个要求都理解为不利的。

相应地，相信需要有能够快速检测多种气体并快速提供结果的相对紧凑型气体检测器装置。特别需要能够手持的这种检测器。

发明内容

在一个方面，本发明涉及气体检测器，其包括：

(a) 至少一种光学性质由于和目标气体反应而变化的预定量的传感器材料，和

(b) 可操作以测量所述传感器材料的所述至少一种光学性质的强度的光度测量设备，

所述反应使得在至少一种光学性质的强度大小和气体试样中目标气体的浓度之间具有一对一关系，

由此，可以由预定体积的气体试样通过给定面积的传感器材料之后所述至少一种光学性质的强度测量大小，来确定气体试样中目标气体的浓度。

在一个特定实施方案中，气体检测器包括检测器盒，所述检测器盒

包括基板，在基板上连接着两种或更多种传感器材料，每种具有至少一种由于和目标气体反应而变化的光学性质。传感器材料可以是相同或不同的材料。每种传感器材料的反应使得在至少一种光学性质的强度大小和气体试样中目标气体的浓度之间存在一对一的关系，由此气体试样中每种目标气体的浓度可以由在预定体积的气体试样通过给定面积的各种传感器材料之后所述至少一种光学性质的强度测量大小来确定。

检测器进一步包括空气采样系统，以将空气试样提供给检测器盒和光度测量设备以测量每种传感器材料的所述至少一种光学性质的强度变化。提供了显示器，用于根据每种传感器材料的所述至少一种光学性质的强度变化大小来向观察者显示气体试样中目标气体的浓度。

在另一方面，本发明涉及用于检测气体试样中目标气体的方法，包括如下步骤：

(a) 将其中具有目标气体的气体试样和给定面积的传感器材料接触，所述传感器材料具有至少一种由于和目标气体的反应而变化的光学性质，所述传感器材料的所述反应使得至少一种光学性质的强度大小和气体试样中目标气体的浓度之间存在着一对一的关系，由此，可以通过预定体积的气体试样通过给定面积的各个传感器材料之后所述至少一种光学性质的强度测量大小来确定气体试样中目标气体的浓度；

(b) 测量所述传感器材料的所述至少一种光学性质由于和所述目标气体接触而发生的变化；和

(c) 由预定体积的气体试样通过给定面积的传感器材料之后所述至少一种光学性质的测量强度大小，来确定目标气体在所述气体试样中的浓度。

在本发明的装置方面和方法方面，本发明都可以通过如下来实施：将多种不同的传感器材料（每种和不同的目标气体具有反应性）设置在其中每种传感器材料和气体试样中的目标气体反应性接触的位置中。本发明的装置和方法特别用于检测空气试样中毒性工业化学物质。优选地，气体检测器是手持式气体检测器。

附图说明

从下面的详述结合附图能更充分地理解本发明，所述附图是本申请的一部分并且其中：

图 1A - 1D 是程式化的示意图，示出了所述典型现有技术气体检测器的操作原理；

图 2 是程式化的示意图，示出了根据本发明的气体检测器装置的基础结构元件；

图 3A - 3D 是程式化的示意图，示出了根据本发明的气体检测器装置和气体检测方法的操作原理；

图 4 是示意图，示出了图 3A 的传感器材料的所述光学性质的强度变化（纵坐标）和在不断增高浓度的试样气体中的暴露（横坐标）的关系图，如图 3B 和 3C 所示；

图 5 是采用本发明原理的手持式气体检测器设备的优选实施方式的高度程式化的分解透视图；

图 6 是在本发明的气体检测器中使用的基板的表面的放大平面图；

图 7 是沿着图 5 的剖面线 7-7 截取的盒模块的剖面图；

图 8 是由图 5 所示的检测器设备的电子模块中的计算机执行的计算机程序的流程图；

图 9A-9C 的结构示出了可用于将传感器分子结合到高表面积氧化硅颗粒的连接性化学物质；和

图 10 是实施例的反射强度减少值和时间（通过照相机帧数表示）的关系图。

具体实施方式

在下面的详述中，在所有附图中相似的附图标记表示相似的元件。

图 2 是程式化的示意图，示出了根据本发明通常用附图标记 10 表示的气体检测器的基础机构性和功能性元件。

检测器 10 包括在其中形成有流动通道 14 的基板 12。流动通道 14 具有进口 15 和出口 16。

传感器材料片 18 位于基板 12 上沿着通道 14 的预定位置处。图 3A - 3D 示出了所述传感器材料片 18 的放大示意平面图。片 18 可以占据通道 14 表面积的全部或一些预定部分，或者通道 14 的体积的全部或一些预定部分。片 18 饱和预定量的可用于反应的传感器材料，其基本均匀地分布在所占据的通道 14 的表面上。

片 18 中的传感器材料可以是在暴露于不同浓度的预定目标气体时

通过改变其至少一种光学性质而反应的各种材料的任一。例如，片 18 中传感器材料吸收或反射光谱的紫外、可见或红外区中的一种或多种波长的能力（所述能力通过从所述材料反射的辐射强度来表明），是所述材料的可以快速检测的光学性质。其它有用的光学性质包括但不限于荧光或化学发光反应性。在先前讨论的现有技术检测器中使用的材料可用作本发明的传感器材料（一种或多种）。

如同将研究的，分布在片 18 的面积上的预定量传感器材料经选择使得当传感器材料暴露于气体试样中的目标浓度范围的目标气体时在所述传感器材料中发生反应。在优选情况下，所述片的尺寸设计使得除了较少量的（minor）局部变化之外，反应在所述传感器的所述面积的基本整个表面上基本均匀地发生。

目标气体和传感器材料之间的反应使得至少一种光学性质的强度大小和目标气体在气体试样中的浓度是一对一关系。因此，目标气体在气体试样中的浓度能够通过如下确定：在预定体积的气体试样通过给定量的传感器材料之后，由所述至少一种光学性质的强度的测量大小来确定。

一般由附图标记 20 表示的光度测量设备经设置以检测传感器材料的所述光学性质（例如，反射强度）的强度变化。光度测量设备 20 包括源 22，其经设置以将一种或多种所选波长的询问辐射（interrogating radiation）导向片 18。实际上，如同将研究的，可能合意的是采用在波长谱内的询问辐射（interrogating radiation over a spectrum of wavelengths）。

例如，可能合意的是采用如下波长或波长范围：在片和目标气体反应时，所述光学性质针对所述波长或波长范围显示出最大强度变化。

从片 18 反射的辐射在合适的电子成像设备 24 比如电荷耦合二极管阵列中产生电子图像 18'。在线 26 上生成源自电子图像 18' 并且代表从片 18 的反射强度的电子信号。

反射的强度信号 26 通过比较器 28 和线 30 上的参比强度信号比较。参比强度信号可以源自早于目标分析时间之前的时间（比如在和目标气体的初始反应之前的时间）测量的所述传感器材料。

在线 34 上从比较器 28 产生代表在预定体积的气体试样通过给定量传感器材料之后强度测量大小的信号（和所述参比强度信号比较）。线

34 上的信号用于寻址将目标气体的浓度和测量的强度建立关联的校准值列表。所述表存储在存储器 36 中。表明试样中目标气体 T 的浓度的信息在监视器或其它显示设备 38 上显示给观察者。

结合图 4 参见图 3A - 3D 可以更充分地理解气体检测器 10 的操作原理。

在将含有一些浓度的目标气体 T 的预定体积气体试样 G 引入到通道 14 中之前，传感器材料片 18 看起来可以如图 3A 所示的那样。所述初始传感器材料片 18 的预定光学性质（例如，反射强度）具有某一初始值（例如，100%）。该光学性质的大小在图 4 的针对该初始条件（也即，目标气体的浓度为 0）的点 A 处定量表示。

假定该初始传感器材料片 18（图 3A）暴露于含有第一浓度 C_1 目标气体的预定体积气体试样。在此浓度，仅仅一部分可用于反应的传感器材料和目标气体反应。这通过在传感器材料的表面面积的增加的阴影来大致表示（图 3B）。由于和目标气体的该反应，传感器材料的反射强度变小（例如，至 70%；如图 4 中点 B 中所示）。

但是，如果该初始传感器材料片 18（图 3A）暴露于含有第二更大浓度 C_2 的目标气体的相同预定体积的气体试样中，更大部分的可用于反应的传感器材料会和该浓度的目标气体反应。这通过图 3C 中的在传感器材料的表面面积上的阴影来大致表示。所述更大浓度 C_2 的目标气体会增加反应程度，如同传感器材料的表面面积的增加的阴影所示。结果，从传感器材料反射的辐射强度减小（例如，至 55%，如图 4 中的点 C 所示）。

如果该初始传感器材料片 18（图 3A）暴露于含有足够高浓度 C_3 的目标气体的相同预定体积的气体试样中，所述片中的所有可用到的传感器材料会和目标气体反应。这通过在传感器材料上的全部阴影（图 3D）大致表示。从传感器材料反射的辐射强度会逐渐减小到最小值（例如，至 42%，如图 4 中的点 D 所示）。由于传感器在浓度 C_3 处饱和，所以将初始片 18（图 3A）暴露于更高浓度 C_4 或 C_5 会产生基本相同的效果（图 3D），在反射强度方面没有另外的减少（图 4 中的点 E 和 F）。

在图 4 的包含点 A - D 的区域中，应该能够观察到在测量强度和预定体积气体试样中的目标气体浓度之间存在着一对一对应关系。本发明利用了这种一对一对应关系。“一对一对应关系”意味着存在着和每一

强度值相关的独一无二的特定的目标气体浓度值。应该注意的是，虽然为了讨论所示的光学性质（强度）变化基本上成线性，但是所述线性关系并不是必需的。

在图 4 的包含点 D-F 的区域中，在目标气体的浓度范围内出现相同的强度值。图 4 的曲线的这一区域代表现有技术用来检测目标气体浓度的传感器区域的饱和区域。

应该认识到，图 3 和 4 的前面讨论是基于实际观察强度给出的。但是，对于给定传感器材料、目标气体和光学性质而言，强度可能出现增加或下降并可用作所述曲线的基础。如果强度观察值的减小（下降）用作度量标准，那么图 3A 会表示 0 下降。图 3B 会表示 30% 下降，图 3C 会表示 45% 下降，图 3D 会表示 58% 下降。

根据本发明，将预定体积的气体试样通过给定量传感器材料而产生的光学性质强度变化大小，对照目标气体在预定体积气体试样中的已知浓度进行校准。存储器 36 中储存了将目标浓度和强度下降建立关联的校准值的表格。随后，在使用中，所述给定量传感器材料的该光学性质的变化可用于确定相同预定体积气体试样中目标气体的未知浓度。

由于光学性质的变化用于确定目标气体的所述未知浓度，所以仅仅需要相对小面积的传感器材料和相对短的时间。这使得体现本发明的检测器 10 以紧凑的、优选手持式设备形式实施，并有效地在相对短时间内提供目标气体浓度的指示。

-o-0-o-

图 5 示出了通常用附图标记 100 表示的手持式气体检测器设备的实施方式的高度程式化的分解透视图，体现了结合图 2-4 描述的本发明的功能元件和操作原理。和图 2 中的那些相对应的结构和功能元件通过相同附图标记表示。应该认识到，图 5 所示的手持式气体检测器设备为了方便构造和/或使用可以以任何方式改变。

检测器设备 100 包括由任何合适材料比如耐久性塑料制备的外壳 102，由此所述检测器 100 可以用于恶劣的环境比如工厂底板中。如同图 5 中所示图示的，外壳 102 的尺寸经设计以方便地抓握在使用者的手 H 中。外壳 102 具有于其中形成的凹槽 106A-106E，用于接收在检测

器 100 中包括的各种功能模块。

检测器 100 的主要功能元件如早前所述是基板 12。基板 12 可以优选由硅形成，但是可以使用任何合适的聚合物、玻璃或者其它材料。基板 12 具有形成于其中的一般用附图标记 14 表示的一个或多个通道。在图 5-7 所示的实施方案中，基板 12 具有于其中形成三个通道 14A、14B 和 14C 的网络。可以在基板 12 上提供任何方便数目的通道 14。每个通道通过任何常规微制备技术比如光刻法制备。优选地，通道 14A、14B 和 14C 通过蚀刻硅基板制备。

最佳如图 6 所示，每个通道 14A、14B 和 14C 具有各自的进口 15A、15B 和 15C 和对应的出口 16A、16B 和 16C。每个通道 14A、14B 和 14C 具有设置在通道进口和出口之间的各自检测区域 117A、117B 和 117C。每个通道的检测区域 117 具有一个或多个片 18，所述片每个包含预定量的传感器材料。如同特别示出的那样，通道 14A 包括仅仅单一片 18A，而通道 14B 和 14C 分别包含两个片 18B-1、18B-2 和 18C-1 和 18C-2。可以在给定通道中提供任何方便数目的片。

传感器材料片 18 可以以任何所需形式设置。在一个给定通道内设置的不同传感器材料的片可以和各自不同的目标气体反应。

和给定目标气体成反应性的特定传感器材料片可以放置在相同或不同通道中，由此检测不同浓度范围的同一目标气体。在所述情况中，传感器材料可以包含不同数目的反应位点。还应该注意的，如果用于不同浓度范围的传感器材料设置在相同通道中，在校准下游片（一个或多个）中必须进行某种适应（accommodation）以考虑目标气体和位于给定片上游的片之间的反应。

或者，不同传感器材料的片（每种和同一目标气体具有反应性）可以设置在不同通道中，由此检测同一目标气体的不同浓度范围。

每个片 18 承载着预定量的可用于反应的传感器材料。传感器材料在它占据的通道内基本均匀分布。可以通过连接到高表面积微颗粒或纳米颗粒（氧化硅，例如）来进行具有合适灵敏度的检测，使所述传感器材料可用于反应。所述高表面积结构可以是气溶胶、微米或纳米氧化硅或其它氧化物材料的粘土辅助团聚体。

在图 9A-9C 中示出了可用于将传感器分子结合到高表面积氧化硅颗粒上的连接性化学物质的实例，其中黄色标记染料，对-乙氧基苯基-

重氮- α -羟基萘酸 (PEN)，连接到高表面积氧化硅颗粒上。PEN 的结构显示在图 9A 中。如图 9B 所示，PEN 通过延伸脂族链并用 SiCl_3 封端所述链来改性。这种改性保留基础电子结构和反应化学物质不变。改性的 PEN 分子然后和高表面积氧化硅接触。改性的 PEN 分子的氯代硅烷基团和高表面积氧化硅表面上的 OH 基团的氢反应，以将 PEN 分子结合到氧化硅上，如图 9C 所示。

应该认识到，虽然显示的为基本矩形的构造，但是传感器材料片（一个或多个）18 可以显示出和其中放置所述片的特定通道相一致的任何所需形状。

典型地，传感器材料片 18 显示出一个毫米左右或更小的平面长度和宽度尺寸。优选地，片尺寸为五十（50）到一百（100）微米范围。

每个通道进一步包括各自的预处理区 119A、119B 和 119C。预处理区域设置在该通道的检测区 117 和通道进口 15 的中间。预处理区 119A-119C 含有各自的填料或反应性材料 122A - 122C，所述填料或反应性材料有效地去除气态试样中的会干扰通道中传感器片性能的任何气体。

在所示的设置中，每个通道在其进口 15 处和进口歧管 124 连通。进口歧管连接到试样供应管线 125，如图 5 所示图示给出的那样。每个各自通道的出口端连接到出口通路 126。出口通路 126 通过在外壳 102 内提供的通风开口 126V 通风。

每个通道可以配有各自的进口和/或出口是在本发明的考虑之内。也应该理解的是，虽然每个通道的检测区示出的为基本线性的并且预处理区示出的为弯曲的，但是通道的各个区以及通道整体可以呈现出任何所需的构造。

如图 5 和 7 中所示，基板 12 承载在一次性的盒模块 128 中，所述模块自身可以可拆卸地插入到外壳 102 的凹槽 106A 中。在替换性实施方案中，盒模块 128 可以表面安装在检测器外壳 102 的接纳区域上。在任一种情况下，考虑了在使用之后用过的盒模块从外壳中取出并针对后续测试采用新的盒。

如图 7 所示，基板 12 以任何方便的方式固定在盒模块 128 的基座 128B 上。盒模块的盖子 128C 接触基板 12 的表面 12S 以使其中的通道 14 互相隔开。盒模块 128 的整体尺寸典型地为大约 1 平方英寸（6.45 平

方厘米)。

待测试是否存在目标气体的气体试样通过安装在外壳 102 中的凹槽 106B 中的采样模块 132 (图 5) 收集并送到基板 12。采样模块 132 包括计量泵 132P, 所述计量泵将气体试样 (例如, 环境气体) 供给检测器盒模块 128 中的试样供给管线 125。从该处, 气体试样传递到基板 12 上的进口歧管 124。采样模块 132 包括过滤器元件 132F, 所述过滤器元件的尺寸经设计以消除大于预定阈值的颗粒, 比如大于 50 - 100 微米的颗粒。

通过将气体试样连续计量加入到检测器盒模块 128 中, 预定体积的气体试样被引入到所述盒中。通过计量加入预定的时间, 可以引入预定的固定体积。

采用光度计模块 136 测量基板 121 上的传感器材料 (一种或多种) 的片 18 的光学性质的强度。光度计模块 136 容纳在外壳 102 内的凹槽 106C 中。光度计模块 136 包括有效地将询问辐射通过准直透镜 138 导向基板 12 的源 22。

特定的传感器材料通过反射不同波长光来对特定目标气体的存在做出响应。

从基板 12 反射的光通过会聚透镜 (collection lens) 142 收集。从每个各个片 18A、18B-1、18B-2、18C-1、18C-2 反射的光成像在电子成像设备 24 比如电荷耦合二极管阵列 24 的预定区域 18A'、18B-1'、18B-2'、18C-1'、18C-2' 上。电子成像设备 24 的表面上的和给定传感器材料片对应的每个成像后区域 18' 可以包含任何预定数目 (一个或多个) 像素位置。

为了包括据信是检测各种可能的目标气体必需的光谱, 源 22 可以采用多个发光二极管实施, 每个二极管用预定波长光照射基板。源自电子成像平面的这些各个区域的信号代表从基板上相应的传感器材料片反射的光强度。或者, 在全范围源 22 和电子成像设备 24 之间的光路中插入滤光盘。特别而言, 滤光盘插入在基板的表面上的片 18 和成像设备 24 之间的反射光路中。多个发光二极管或者滤光盘的使用增强了反射信号的信噪比。

代表给定传感器材料片 18 的信号可以基于来自电子成像设备 24 上的和给定片 18 对应的像素位置 (一个或多个) 的强度值总和。所述衍生的信号施加到电子模块 148 上。电子模块 148 容纳在外壳内的凹槽

106D 中。电子模块 148 包括根据程序操作的计算机，以实现结合图 2 讨论的由功能元件 28 - 36 执行的功能。

图 8 示出了由电子模块 148 内的计算机执行的计算机程序 160 的流程图。如前面所述，合意的是用波长谱的辐射来询问传感器材料（一种或多种）的片。该程序的功能框 162-172 表示执行来在 M 个波长范围内检测气体试样中的感兴趣的的目标气体的方法步骤。在所述 M 个波长的每一个处的来自每个初始片的背景强度用于定义参比光谱，反射强度和所述参比光谱进行比较。该程序在所述 M 个波长上循环，从而将反射强度谱和所述参比谱进行比较以评价目标气体（一种或多种）在试样中的浓度。

电子模块 148 的输出施加到人接口上或者容纳在凹槽 106E 中的显示器 38 上。

实施例

通过下列实施例，可以理解将浓度和强度变化建立关联的校准值表的形成。对应于实施例的结构元件和功能元件的图 5 - 7 中的附图标记，用括号表示。

硅晶片（12）经湿蚀刻以在其中提供 10 个通道（例如，14A）。该晶片直径为 100 毫米（100mm），厚度为二分之一毫米（0.5mm）。每个通道是大约 90 毫米（90mm）长，四毫米（4mm）宽，深度为十分之四毫米（0.4mm）。玻璃盖（128C）经过金刚石点加工以形成针对每个通道的进口访问孔。在晶片中形成所有通道共同的进口歧管。每个通道具有独立的出口端口。

传感材料片（18）设置在一个目标通道中。所述传感材料获自由 Dräger Safety AG & Co. KGaA, Luebeck, Germany 销售和制备的密封氨 2-50ppm Dräger CMS™ 管。盖在升高的温度阳极式结合到晶片表面上以密封所述通道。采用可获自 Upchurch Scientific Incorporated, Oak Harbor, Washington 98277 的 Nanoport™ 压缩适配件来提供合适的进口和出口适配件。

检测器安装在六十乘六十厘米（60cm × 60cm）的光学平台上，用以前获自 Bausch and Lomb, Incorporated, Rochester, New York 的 31-35-30 可见光源（22）照射。

获自 Photometrix, Tucson, Arizona 85706 的 Photometrix™ Quantix KAF 1600 热电冷却式电荷耦合二极管 (CCD) 设备用作电子成像设备 (24)。会聚透镜 (142) 用于将图像会聚在 CCD 上。获自 Nikon USA, Melville, New York 11747 的一百零五毫米 (105mm), f/2.8 AF Micro-Nikkor™ 用作所述会聚透镜。

气体管线连接到针对基板上的进口歧管的压缩适配件上, 并连接到针对基板上每个通道的出口适配件上。针对每个通道的出口适配件连接到可获自 Varian Incorporated, Palo Alto California 94304 的 Varian DS102 真空泵上。

将一 (1) 升供给正压室 (supply plenum) 连接到进口歧管上。

所述一升 (1L) 正压室用氮气吹扫, 排空至低于三 (3) Torr 的基础压力, 进行三次。所述歧管回填上十八 (18) Torr 的百万分之一百份 (100ppm) 氨在氮中的混合物, 并加入纯氮气使歧管中的总压力为八百五十 (850) Torr, 对应于氨在氮气中的有效浓度为百万分之二份 (2 ppm)。

通过传感器通道的流速典型地为二分之一 (0.5) Torr-升每秒钟 (TL/s)。

图像以十二 (12) 位灰度记录。照射强度、透镜的光圈数 (f-stop)、和 CCD 的曝光时间经过调整, 以获得最大记录强度接近全量程一半的图像。在开始从照相机获取图像之后, 正压室打开, 每两 (2) 秒钟进行 0.35 秒钟的暴露。在获取了三十帧 (大约 1 分钟) 之后, 关闭所述正压室。

在实验时间内 (由照相帧表示) 对于位于传感材料进口端的各个像素, 测量反射强度相对于初始强度的减少。

结果列在下表中。

表

数据点	帧数	量	强度减小 (Dint 像素)	强度减小 (% 初始强度)
I	1	Q	90	96
II	2	2Q	320	84
III	3	3Q	350	83
IV	4	4Q	370	82
V	5	5Q	400	80

图 10 是表格中数据的曲线。由于在大约十（10）秒内基本达到饱和，所以在图 10 中仅仅示出了初始的 5 帧。

数据点 I 的强度的计算如下：

如果初始强度是二分之一全量程（其中全量程是 $2^{12} = 4096$ ），那么减少 90 个像素对应于初始强度的百分之九十六（96%）。

数据点 I 表示在两（2）秒钟后通过试样的数量 Q 的氨导致强度下降九十（90）个单位。数量 Q 是大约 3.5×10^{13} 分子氨（目标气体）。

数据点 II 表明在四（4）秒钟后通过试样的数量 2Q 的氨导致强度下降三百二十（320）单位[初始强度的百分之八十四（84%）]。

数据点 III、IV 和 V 分别表明在六（6）、八（8）和十（10）秒钟之后通过试样的各个数量 3Q、4Q 和 5Q 的氨导致所列出的相应强度下降。

从这些数据中，发现如果在相同预定体积的气体试样中含有各种数量的氨（目标气体）并且气体试样通过给定量的传感器材料，那么会出现反射强度的独一无二的相应的下降。数据表明，气体的氨浓度（也即，预定试样体积中目标气体的量）和由此产生的强度变化之间是一一对应的关系。对于每一强度值，有独一无二的特定目标气体浓度值和其相关

因此，可以形成校准值的表格，所述表格是目标气体浓度和由预定体积气体试样通过给定量传感器材料而导致的光学性质强度变化相关。

本领域技术人员在获取了本发明的教导之后可以对本发明进行改变。应该理解所述改变落在本发明的由所附权利要求限定的范围之内。

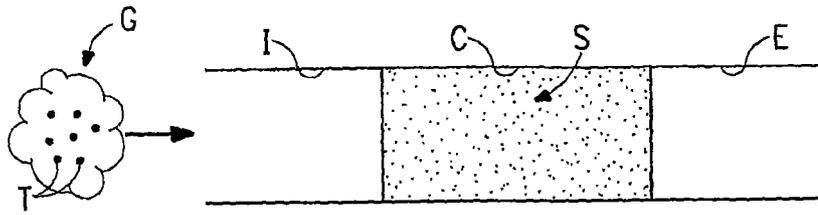


图 1A
(现有技术)

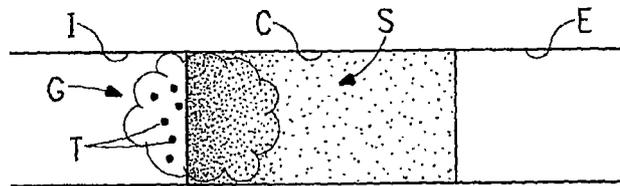


图 1B
(现有技术)

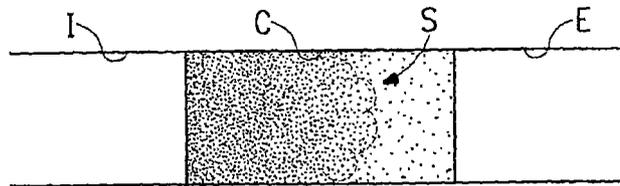


图 1C
(现有技术)

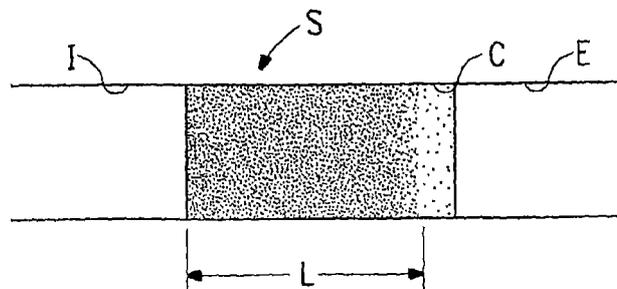


图 1D
(现有技术)

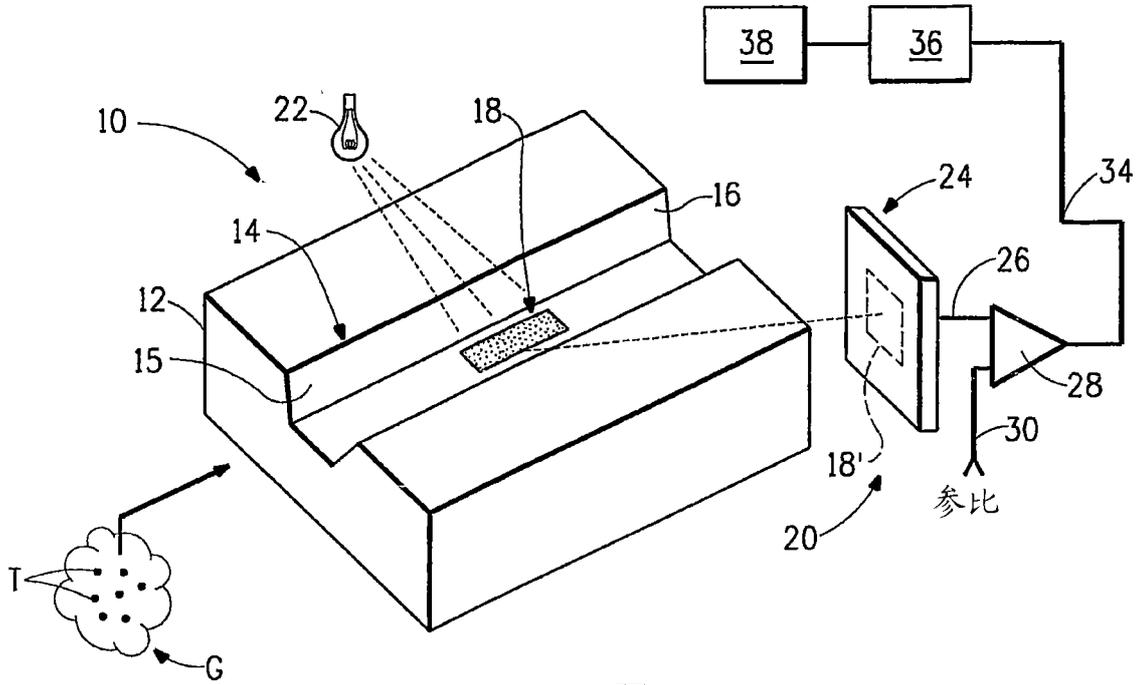


图 2

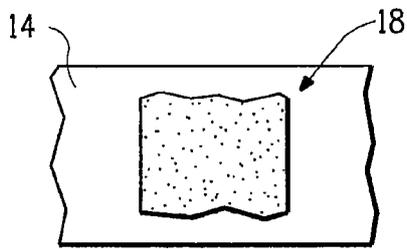


图 3A

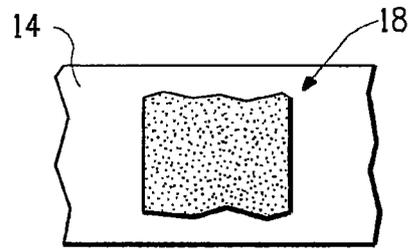


图 3B

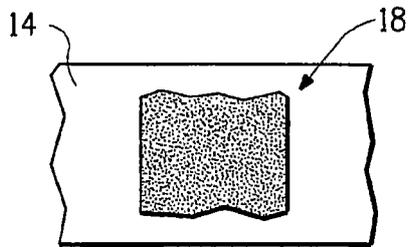


图 3C

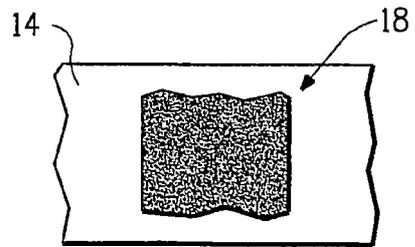


图 3D

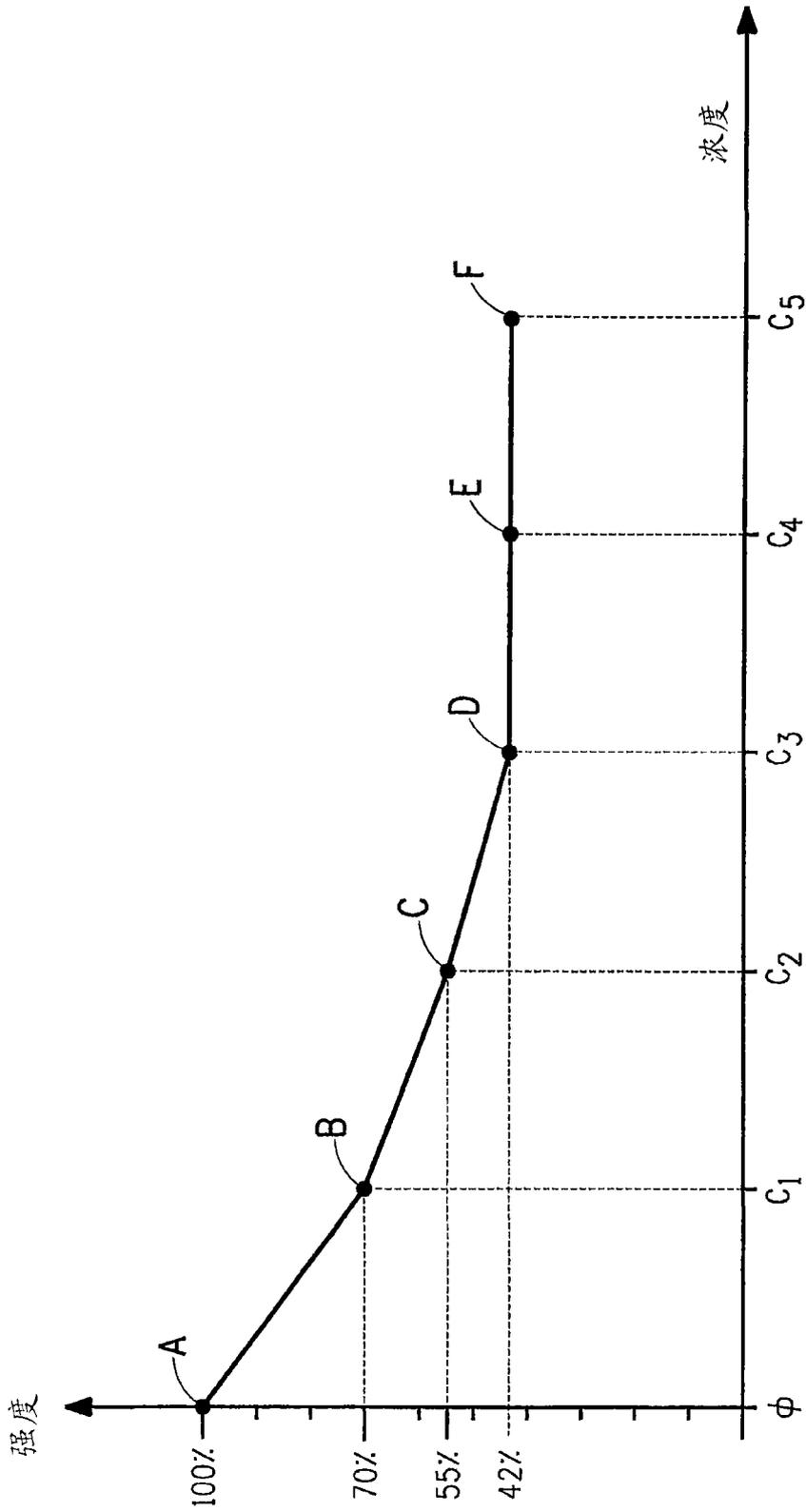


图 4

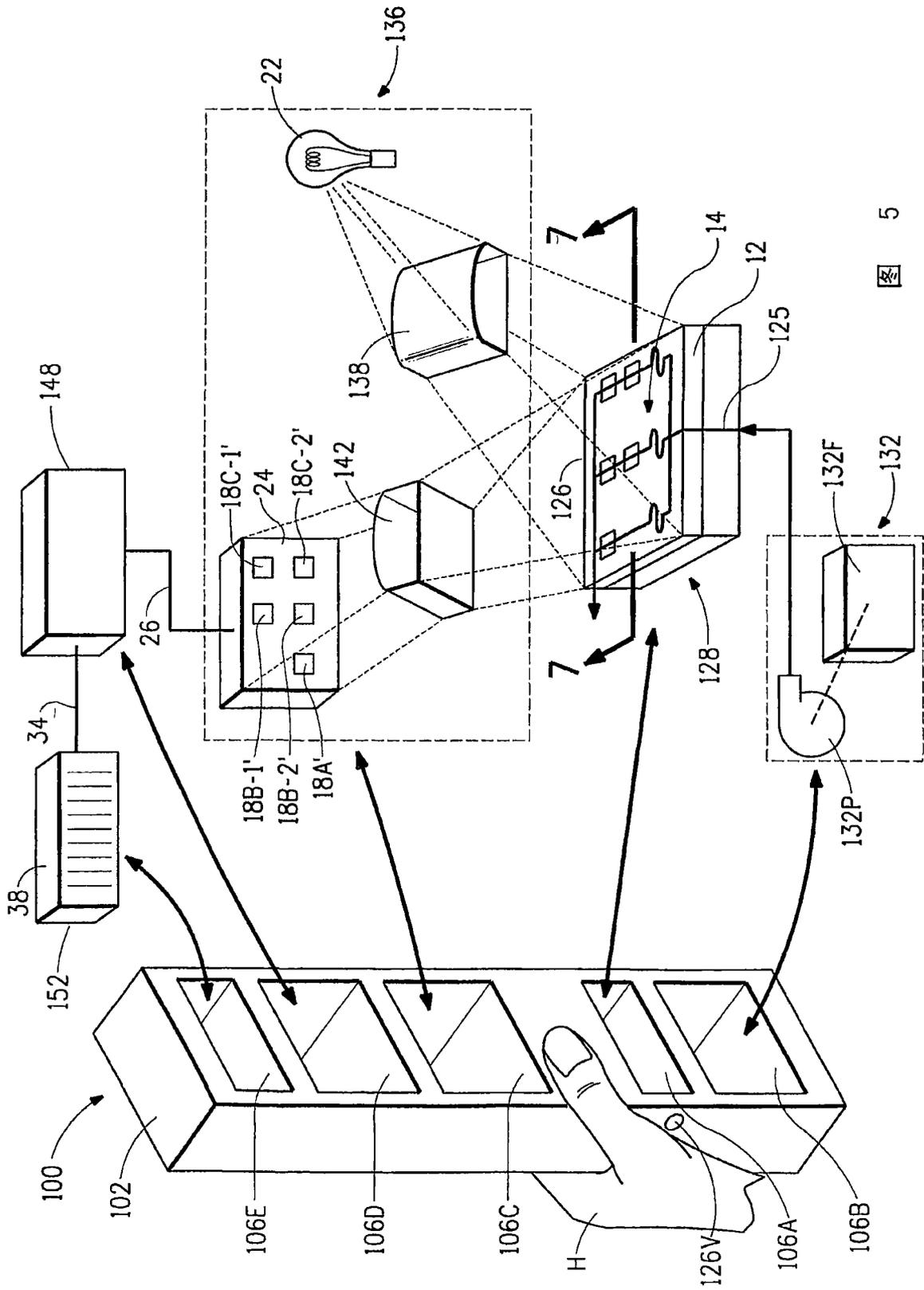


图 5

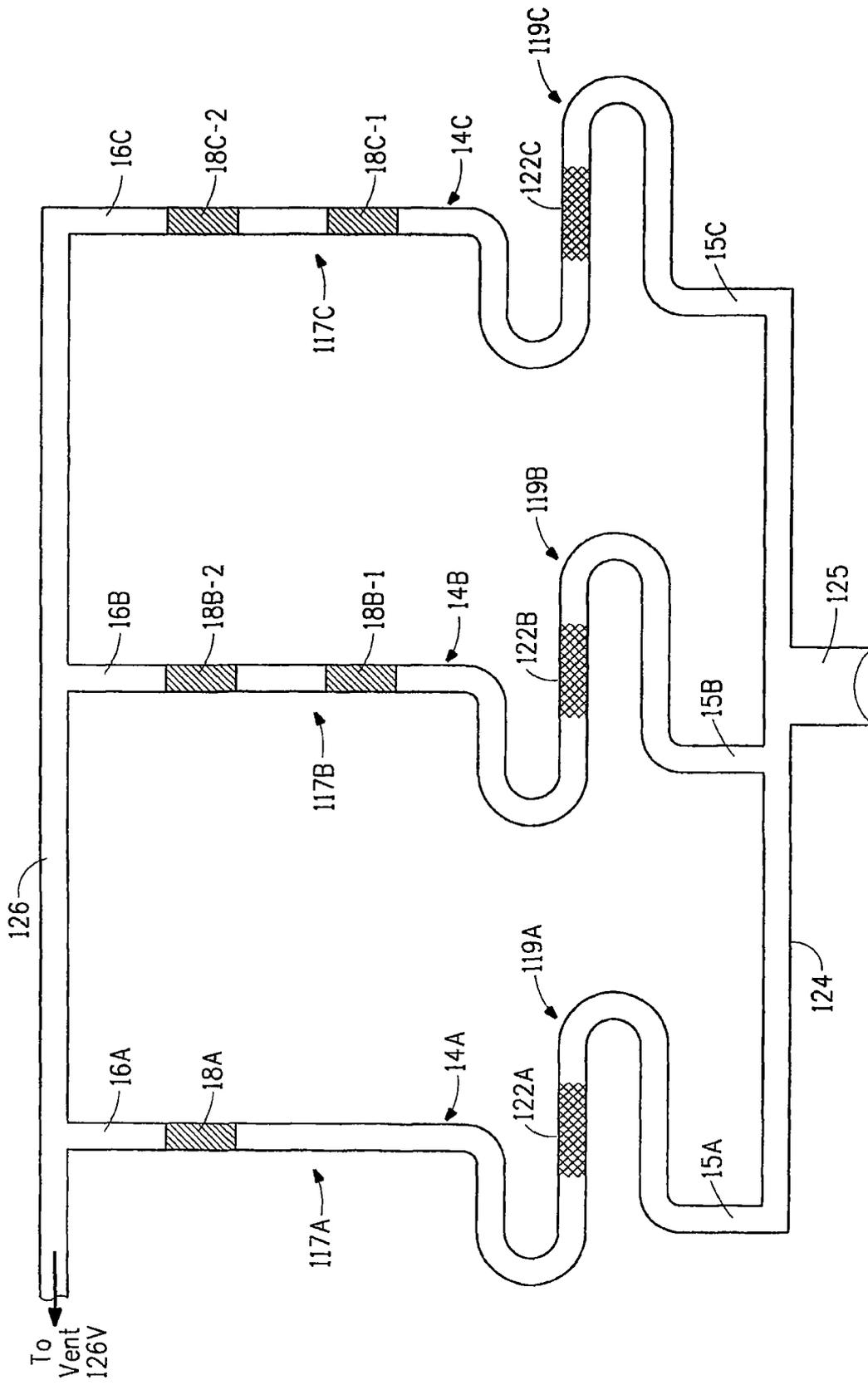


图 6

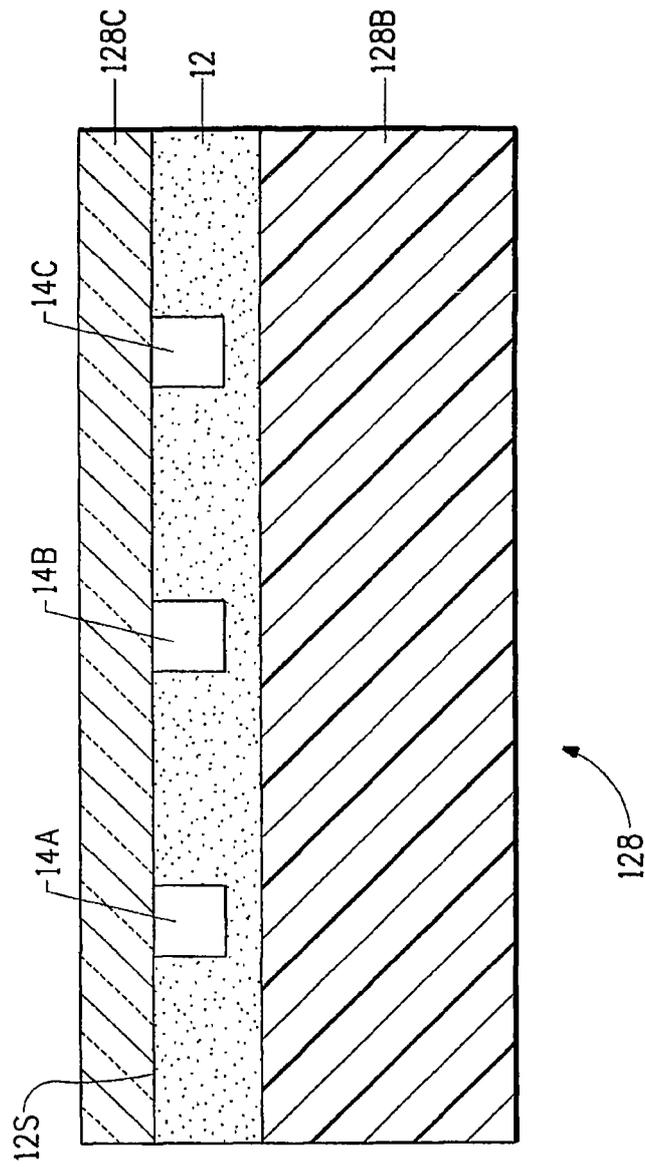


图 7

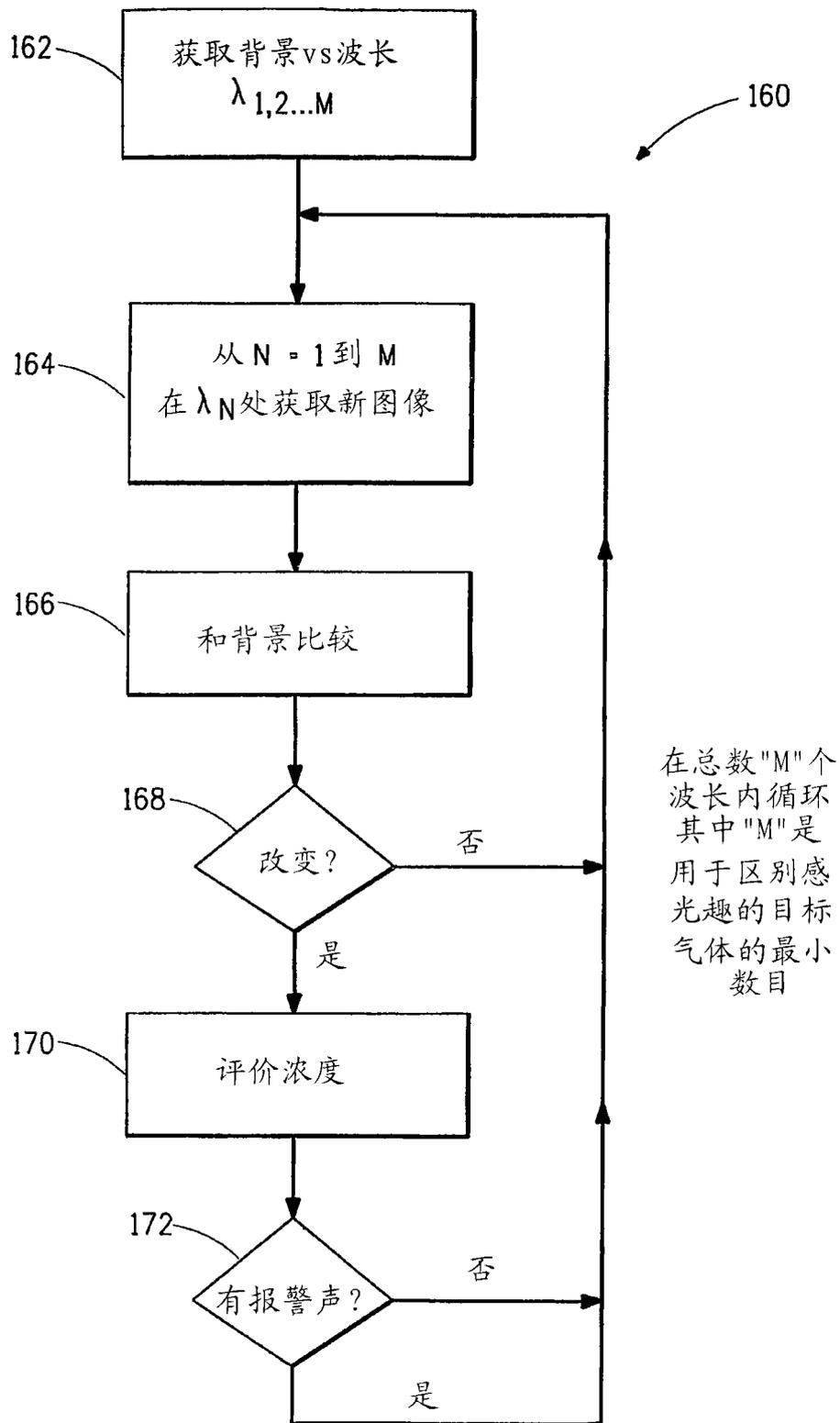


图 8

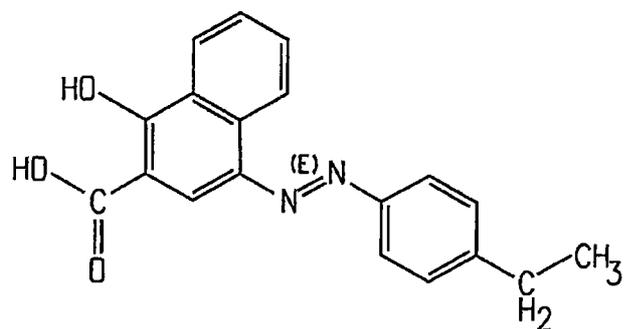


图 9A

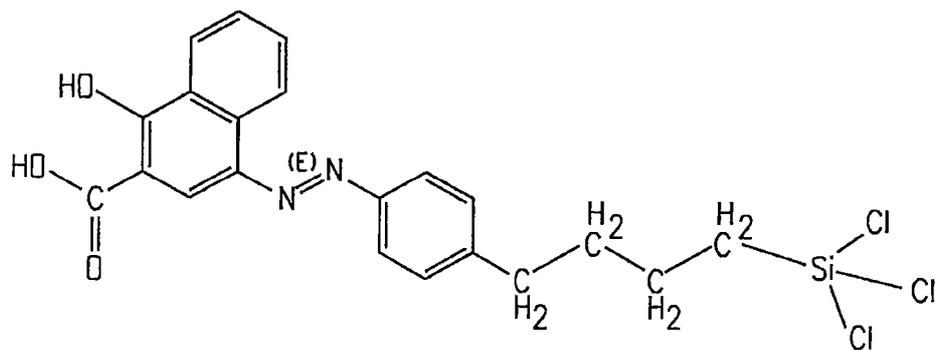


图 9B

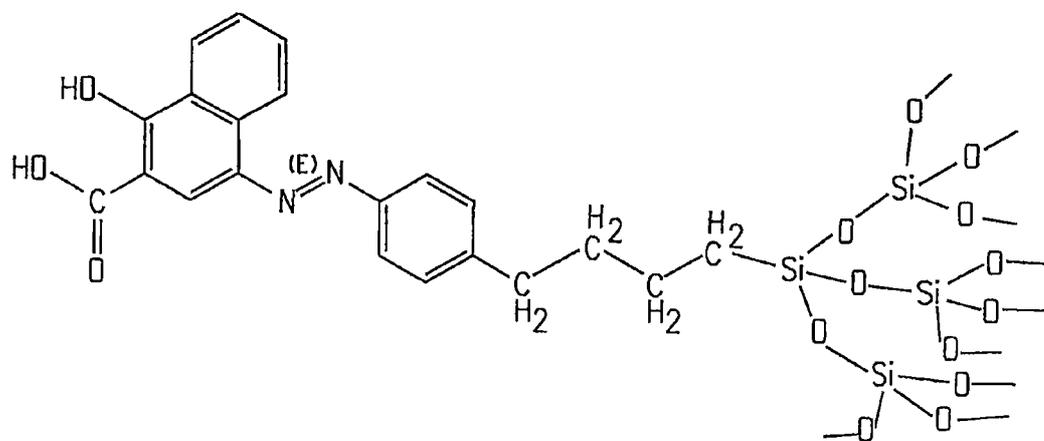


图 9C

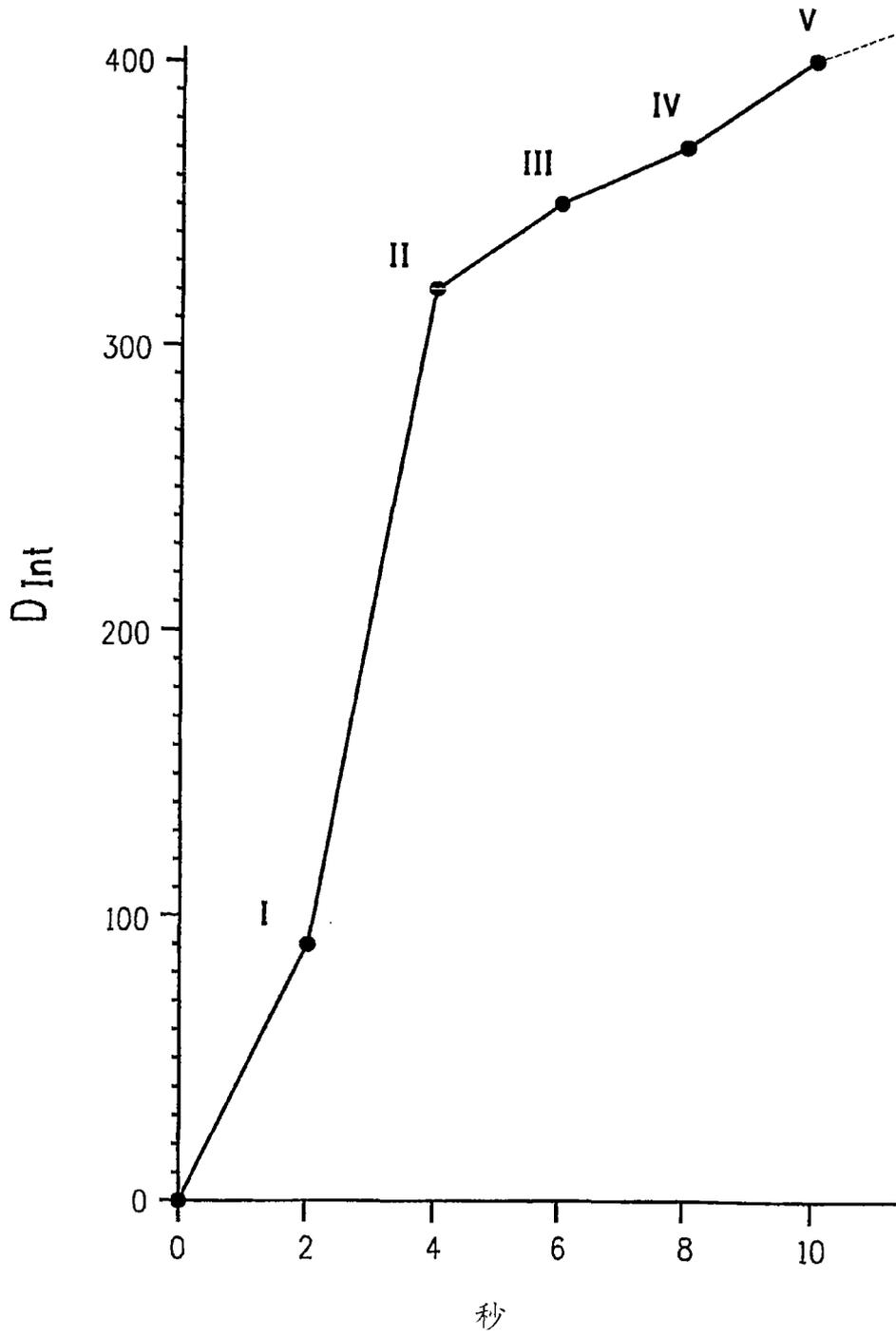


图 10