(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 101535794 B
(45)授权公告日 2012.10.17

(21)申请号 200780041084.1

(22)申请日 2007.11.01

(30)优先权数据
60/857,042 2006.11.06 US
11/897,754 2007.08.31 US

(85)PCT申请进入国家阶段日
2009.05.04

(86)PCT申请的申请数据
PCT/US2007/023078 2007.11.01

(87)PCT申请的公布数据
WO2008/118144 EN 2008.10.02

(73)专利权人 矿井安全装置公司
地址 美国宾夕法尼亚州

(72)发明人 R·E·乌伯

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100
代理人 李玲

(51)Int.Cl.
G01N 21/17(2006.01)

(56)对比文件

US 6006585 A,1999.12.28, 说明书第1栏第50-58行,第2栏第53-67行,第3栏第1-21行,第4栏第45-59行、说明书附图1-2.

US 6006585 A,1999.12.28, 说明书第1栏第50-58行,第2栏第53-67行,第3栏第1-21行,第4栏第45-59行、说明书附图1-2.

US 6222190 B1,2001.04.24, 说明书第2栏第30-67行,第3栏第1-38行、说明书附图1.

CN 1411552 A,2003.04.16, 说明书第4页第1-2段,第5页第2-3段,第6页第4段、说明书附图1-3.

long E M.Sennheiser HDC451 Noise-cancelling earphones.《Audio,Audio.philadelphia》.1995, 第79卷(第12期),

审查员 范伟

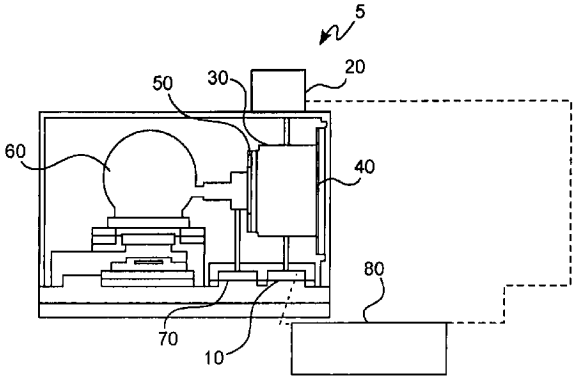
权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 5 页

(54)发明名称

光声气体传感器

(57)摘要

光声传感器包括用于光声检测的传感器系统、至少一个噪声消除压力传感器、和与该噪声消除压力传感器有效连接以主动消除环境中的噪声对传感器系统的作用的控制系统。另一光声传感器包括测量腔、光能源、光声压力传感器、和至少一个震动消除传感器(例如传声器或加速度计)。另一光声传感器包括测量腔、光能源、和光声压力传感器。测量腔在除与光源光学连通的窗口与测量腔相交的地方之外的基本上整个内表面上具有连续弧形的内表面。



CN 101535794 B

1. 一种用于测量环境中的分析物气体的光声传感器，所述光声传感器包括用于光声检测的传感器系统、至少一个噪声消除压力传感器、与所述噪声消除压力传感器有效连接以主动消除所述环境中的噪声对所述传感器系统的作用的控制系统、和扬声器，所述扬声器用于以与所述噪声消除压力传感器的输出信号大致反相的信号驱动，其中所述传感器系统包括容积约 1ml 的测量腔、光能源、和光声压力传感器。

2. 如权利要求 1 所述的光声传感器，其特征在于，所述噪声消除压力传感器是第一传声器，且所述光声压力传感器是第二传声器。

3. 如权利要求 1 所述的光声传感器，其特征在于，所述噪声消除压力传感器与初始腔声学连通，所述初始腔与所述测量腔连通，所述光声传感器还包括所述测量腔与所述初始腔之间的阻挡件。

4. 如权利要求 3 所述的光声传感器，其特征在于，所述测量腔与所述初始腔之间的所述阻挡件是用于使压力波衰减同时允许分析物气体分子通过它扩散的第一扩散元件。

5. 如权利要求 4 所述的光声传感器，其特征在于，还包括在所述初始腔与所述光声传感器的入口之间定位的第二扩散元件，所述第二扩散元件用于使压力波衰减同时允许分析物气体分子通过它扩散。

6. 如权利要求 5 所述的光声传感器，其特征在于，所述第一扩散元件和所述第二扩散元件是烧结金属元件。

7. 如权利要求 3 所述的光声传感器，其特征在于，所述测量腔具有在除与所述光能源光学连通的窗口与所述测量腔相交的地方之外的基本上整个内表面上连续弧形的内表面。

8. 如权利要求 3 所述的光声传感器，其特征在于，所述初始腔的容积不大于所述测量腔的十倍。

9. 如权利要求 3 所述的光声传感器，其特征在于，所述初始腔的容积不大于所述测量腔的五倍。

10. 如权利要求 3 所述的光声传感器，其特征在于，所述初始腔的容积不大于所述测量腔。

11. 如权利要求 3 所述的光声传感器，其特征在于，还包括不与所述测量腔或所述环境声学连通的至少一个震动消除传感器。

12. 如权利要求 11 所述的光声传感器，其特征在于，所述光声压力传感器是第一传声器，且所述震动消除传感器是第二传声器。

光声气体传感器

[0001] 相关申请

[0002] 本申请要求2006年11月6日提交的美国临时专利申请No.60/857,042的优先权，其全部内容通过引用结合于此。

[0003] 发明背景

[0004] 本发明一般涉及气体传感器，更具体地涉及光声气体传感器。

[0005] 提供以下信息以帮助读者理解以下公开的本发明和通常使用它的环境。在本文中使用的术语不旨在被限制为任意特定的狭义解释，除非在此文档中清楚地阐述。在本文中所陈述的参考文献可便于理解本发明或本发明的背景。在本文中陈述的所有参考文献的公开内容通过引用结合。

[0006] 利用扩散气体传感器利用光声效应来检测感兴趣的气态物质的浓度水平是公知的。例如，美国专利No.4,740,086公开了当光随着感兴趣的气态物质扩散进入光入射的感测室而机械激发和热激发感兴趣的气态物质时，利用扩散光声气体传感器来将调幅光源的光能转换成声能。因为由气体吸收的光辐射产生与位于感测室内的气体分子数量成比例的压力量值波动，所以会产生强度对应于室内气体的浓度水平的声波。这些声音/压力波由诸如传声器之类的声波检测器检测。

[0007] 光声气体传感器可具有机械阀，这些机械阀在开启时使样气进入，然后关闭以捕集样气并阻挡外部噪声。阀门具有需要能量来操作和具有会磨损的活动部件从而导致使用寿命有限（通常0.5至3年）的缺点。诸如在美国专利No.4,740,086中描述的气体扩散元件可用来同时允许气体扩散和衰减外部噪声。但衰减程度和气体扩散的速率是一个折衷。较快的气体扩散速率通常伴随着外部噪声衰减的减少。因此，利用扩散元件（相对于阀门）的光声传感器更易受来自环境的通过扩散元件进入的外部噪声影响。

[0008] 扩散光声传感器的输出信号易受由来自诸如风之类的气压波动、震动、以及声学现象的外部源的干扰所产生的噪声影响。为了消除这些噪声，可引入使外部产生的压力波衰减的某些手段，同时尝试使气体自由地扩散到感测室中以便检测。例如，通常将气体相对容易通过其扩散、又使外部压力波动效果衰减的多孔构件放置在光声传感器的入口处。然而，必须使该衰减效应与相应的响应时间变长平衡。在该方面，引入一个或多个声/压衰减元件来减小噪声通常会导致对变化的分析物浓度的响应的相应损失。美国仪表学会(ISA)的易燃气体检测器规范要求在最高达5米每秒(m/s)的风速下具有小于12秒的相应响应时间（达满标值指示的60％）的气体浓度水平测量稳定性。

[0009] 美国专利No.7,034,943公开了为用于扩散、非谐振的光声气体传感器（检测器）设计的声/压阻尼元件(SDE)。该SDE将外部的低频噪声减小至可接受的水平，同时允许声光检测器（传感器）保持对变化的气体浓度水平的适当响应时间。一般而言，美国专利No.7,043,943的光声检测器包括第一腔，其具有用于在其中进行光声检测的传感器系统。第一腔通过开口与环境流体连通以使气体分析物能通过开口扩散到第一腔中。美国专利No.7,043,943的光声检测器还包括与第一腔连接的第二腔(SDE腔)，以使压力容易地在第一腔和第二腔之间相等，而且使分析物气体从第一腔到第二腔的扩散被阻止（或相比于分

析物气体从环境到第一腔的扩散被减缓）。通常，第二腔（例如 300mL）显著大于第一腔（例如 1mL）以加强外部压力波动的衰减。第一腔可例如通过通道连接至第二腔，该通道的形状被设计成限制分析物气体通过它的扩散。该通道相比于到第一腔的开口可例如细长且具有小截面积。SDE 的缺点包括所需的气体容积大（尤其对于爆炸性气体）、样气填充大 SDE 的时间、以及 SDE 的物理大小 / 体积。

[0010] 美国专利 No. 7,106,445 公开了一种利用扩散的光声气体传感器，它具有感测腔和包含声压传感器的声压传感器腔，以使感测腔和声压传感器之间的流体连通限制分析物气体通过其的流动但不限制光声信号通过其的传输。美国专利 No. 7,106,445 的方法和装置提供了控制分析物气体在扩散光声气体传感器内的扩散以例如相比于具有大 SDE 的传感器改善该传感器的响应时间。

[0011] 美国专利 No. 6,006,585 公开了一种光声气体传感器，其包括传感器主体、光源、具有气体可渗透膜的测量室、测量传声器、以及光源与测量室之间的光学测量过滤器。该传感器还包括与测量室分离的参比室。该参比室与测量室在容积和形状上大致相同。参比室和测量室各自包括气体入口。参比室具有屏蔽要检测气体的光声信号的参比传声器。在该方面，参比室基本上没有具有要检测气体的吸收波长的经强度调制的光辐射。通过来自测量和参比传声器的信号相减获得指示气体浓度的测量信号。作为相减的结果，由震动或气压波动引起的干扰信号据称被消除（前者通过使用未接收来自要测量的气体的光声信号的参比传声器，而后者依靠与参比传声器空间分离的参比室）。参见列 1 行 49 到列 2 行 7。

[0012] 如以上简略讨论地，光声传感器还可对它们工作环境中的震动能量敏感。例如，美国专利 No. 4,818,882 公开了使用两个相对的传声器来降低对震动的灵敏度。传声器的方向被转为相对并围绕测量室中所包含气体的重心对称地定位。两个相对的传声器的信号相加以减少震动对传感器输出的影响。来自空气和膜的震动信号的同时补偿需要一样的传声器。

[0013] 虽然光声传感器领域已实现了进步，但仍然期望开发经改进的光声气体传感器、用于光声气体传感器的装置和制造光声气体传感器的方法。

发明内容

[0014] 一般而言，本发明提供一种用于测量环境中的分析物气体的光声传感器。在一个方面中，光声传感器包括用于光声检测的传感器系统、至少一个噪声消除压力传感器、和与噪声消除压力传感器有效连接以主动消除环境中的噪声对传感器系统的作用的控制系统。传感器系统通常包括测量腔、光能源、和光声压力传感器。

[0015] 在数个优选实施例中，噪声消除压力传感器是第一传声器，而光声压力传感器是第二传声器。噪声消除压力传感器（例如传声器）可与初始腔声学连通，该初始腔与测量腔连通。光声传感器还可包括测量腔与初始腔之间的阻挡件 (barrier)。该阻挡件可包括阀门。测量腔与初始腔之间的阻挡件可替换地包括用于使压力波衰减同时允许分析物气体分子通过它扩散的第一扩散元件。光声传感器还可包括在初始腔和光声气体传感器的入口之间定位的第二扩散元件。第二扩散元件用于使压力波衰减同时允许分析物气体分子通过它扩散。第一扩散元件和第二扩散元件例如可以是烧结金属元件。

[0016] 光声传感器还可包括用来以与噪声消除压力传感器的输出信号大致反相的信号

驱动的扬声器。在数个实施例中，仅在光声传感器的工作频率附近的频率范围上驱动扬声器。

[0017] 初始腔的容积可以例如不大于测量腔的十倍。初始腔的容积还可不大于测量腔的五倍。在数个实施例中，初始腔的容积不大于测量腔。

[0018] 光声传感器还可包括不与测量腔或环境声学连通的至少一个震动消除传感器（例如，传声器或加速度计）。光声传声器和震动消除传感器可例如被安装在公共表面上。

[0019] 在另一方面中，本发明提供包括测量腔、光能源、光声传声器、和至少一个震动消除传感器（例如传声器或加速度计）的光声传感器。该震动消除传感器不与测量腔或环境声学连通。在数个实施例中，光声传感器是第一传声器，而噪声消除传感器是第二传声器。光声传声器和震动消除传声器可例如被定位成在大致同一平面上或在大致平行的平面上。光声传声器和震动消除传声器可例如被安装在公共表面上。

[0020] 光声传感器还可包括至少一个噪声消除压力传感器和与该噪声消除压力传感器有效连接以主动消除环境中的噪声对传感器系统的作用的控制系统。噪声消除压力传感器可以是传声器。如上所述，光声传感器还可包括用来以与噪声消除压力传感器的输出信号大致反相的信号驱动的扬声器。

[0021] 在另一方面中，光声传感器包括测量腔、光能源、以及光声压力传感器。测量腔优选在除与光源光学连通的窗口与测量腔相交的地方之外的基本上整个内表面上具有连续弧形的内表面。在该方面，在数个实施例中，测量腔的内表面（除窗口与测量容器相交的地方）在它的至少 90％上是弧形的，甚至在它的至少 95％上是弧形的。如果光源的表面也是弧形的，则测量腔（通过它与光源的相交区域部分地限定）在它的基本上整个内表面上可以是连续弧形的。在数个实施例中，内表面在除与测量腔相交的地方之外的基本上整个内表面上是大致球形的。

[0022] 根据结合附图的以下详细说明将能最好地领会和理解本发明及其属性和其伴随的优点。

[0023] 附图简述

[0024] 图 1A 示出信号消除的图示，其中利用反相信号消除环境噪声。

[0025] 图 1B 示出主动和被动降噪的图示。

[0026] 图 2 示出本发明的光声气体传感器的实施例的截面图，其包括具有传声器（与其声学连通）和适于主动消除噪声的噪声消除传声器的初始腔。

[0027] 图 3 示出本发明的光声气体传感器的另一实施例的截面图，其包括具有（与其声学连通）适于在没有扬声器的情况下主动消除噪声的噪声消除传声器的初始腔。

[0028] 图 4 示出本发明的光声气体传感器的另一实施例的截面图，其包括适于在没有毗邻光声气体传感器的入口的扩散元件的情况下主动消除噪声的噪声消除传声器。

[0029] 图 5 示出本发明的光声气体传感器的另一实施例的截面图，其包括震动消除传声器。

[0030] 图 6 示出本发明的光声气体传感器的另一实施例的截面图，其包括不具有毗邻光声气体传感器的入口的扩散元件的震动消除传声器。

[0031] 图 7 示出本发明的光声气体传感器的另一实施例的截面图，其包括噪声消除传声器和震动消除传声器，其中震动消除传声器取向为与光声传声器相对。

[0032] 图 8 示出本发明的光声传感器，其包括阀门系统、本发明的噪声消除系统、以及本发明的震动消除系统。

[0033] 发明详细描述

[0034] 一般而言，主动噪声补偿可基于反相的原理工作，其中声波如图 1A 所示地被该声波的 180° 反相消除。例如，参见森海塞尔出版物 (SennheiserPubl)05/02 的具有 NoiseGard™ 主动噪声补偿的航空耳机——简介 (AviationHeadsets with NoiseGard™ Active Noise Compensation-Introduction)。例如，可利用驻极体传声器膜盒和反馈电路使噪声消除生效。电子电路可用来处理环境噪声，将其反相 180° 并将此反相噪声与原始环境噪声混合。多余的噪声从而被显著减小。图 1B 示出在能从森海塞尔买到的 NoiseGard™ 耳机中，噪声消除能使低频噪声减小十倍或二十倍。

[0035] 本发明人已经发现主动噪声补偿 / 消除方法和装置可结合光声传感器使用而得到意外良好的结果。在本文中使用的术语“主动消除”或“主动噪声消除”指的是测量噪声水平并产生信号以消除、补偿、或减弱噪声影响的过程。如本文中所使用地，术语“消除”和相关的术语指的是对影响的任意减弱，包括它的完全消除。该信号可用来驱动扬声器以声学地消除该噪声。或者，该信号可用来影响模拟或数字信号处理以消除或补偿噪声。一般而言，在本发明中，期望主动消除或补偿本发明的光声传感器的工作频率范围中的噪声 / 压力波。

[0036] 图 2 示出本发明的光声传感器 5 的实施例，其中具有主动噪声消除的相对较小的腔代替了与美国专利 No.7,034,943 中公开的光声传感器相类似的光声传感器中的相对较大 SDE 腔（约 350ml）。例如，如美国专利 No.7,034,943 中公开的传感器可从矿井安全装置公司 (Mine Safety AppliancesCompany) 买到，其商标为 CHILGARD® LS。在图 2 的光声传感器 5 中，传声器 10（或诸如压电压力传感器之类的其它压力感测装置）和小扬声器 20 被放置成与在第一或外侧扩散元件 40 与第二或内侧扩散元件 50 之间的初始腔 30 通信连接。

[0037] 在图 2 的实施例中，扩散元件 40 和 50 例如可以是诸如金属烧结盘之类的多孔材料。适合在本发明中使用的扩散元件允许感兴趣的气体物质的分子扩散通过初始腔 30 并进入光声检测器 5 的感测（或测量）腔或室 60，同时使噪声 / 压力波衰减。如本领域已知地，烧结盘 40 用来通过阻止在入射到光声室气体入口的气压波的行进使压力波的外部源衰减，同时提供对气体分子从入口进入光声传感器 5 的扩散的最小阻力。在图 2 所示的实施例中，第二或内侧烧结盘 50 也用来通过进一步阻止通过第一烧结盘 40 的任意气压波的行进使压力波的外部源衰减。与烧结盘 40 相似，烧结盘 50 优选地仅提供对气体分子进入光声室测量室 60 的扩散的最小阻力。

[0038] 一般地与光声传感器中一样，强度对应于分析物气体的浓度水平的声波在来自入射到感测室 60 的光的光能通过分析气体的吸收被转换成声能时产生，使分析物气体分子的机械激发产生强度与位于感测室 60 内的气体分子数量成比例的气压波动。感测室 60 中的声音 / 压力波由传声器 70 或其它压力感测装置（例如压电传感器）检测。

[0039] 扬声器 20 用传声器 10 的反相信号（参见图 1A）驱动。例如，可由处理 / 控制电路 80 中的模拟电路组件或数字电路组件构造主动噪声消除反馈回路。例如，仅在接近或邻近工作光声频率范围处驱动扬声器 20。在这样的降低频率范围上工作减小了功耗，减小了

使扬声器 20 饱和的风险，而且能提高主动噪声消除反馈回路的稳定性。例如，能在光声传感器的工作频率范围（在对数标度上）上下 25％（或甚至 10％）的范围内驱动扬声器 20。在数个实施例中，本发明的光声传感器的工作频率小于 20Hz（例如在约 8 至 16Hz 的范围内）。在消除工作频率范围附近或周围的噪声时，例如约 3dB/10 倍频程的滚降是合适的。

[0040] 例如，初始腔 30 的容积可以不大于感测或测量室 60 的容积的 10 倍，或不大于感测或测量室 60 的容积的 5 倍。在本发明的数个实施例中，初始腔 30 的容积不大于感测或测量室 60 的容积。例如，在数个实施例中，感测或测量室 60 的容积约为 1ml，而初始腔 30 的容积约为 0.5ml。

[0041] 在如图 3 所示的本发明的光声传感器 5a 的另一或替换实施例中，省略了扬声器。在此实施例中，噪声消除传声器 10 用来测量外部噪音（通过烧结盘 40 的压力波）。测得的信号可用于处理光声信号。例如，测得的信号可按比例缩放并从模拟或数字形式的光声信号中减去。优选地将噪声消除传声器 10 的缩放比例限制为不使其输出信号饱和。

[0042] 在如图 4 所示的本发明的光声传感器 5b 的另一或替换实施例中，可省略最外面的扩散元件或烧结盘，实质上排除了初始腔 30。再一次，在此实施例中优选将噪声消除传声器 10 的缩放比例限制为不使其输出饱和。

[0043] 相比于如结合图 2 所描述地使用扬声器来声学地消除噪声，利用信号处理技术（例如，如结合图 3 和 4 所描述地）可提供多个好处。例如，相比于使用扬声器来声学地消除噪声，使用信号处理可提供的好处包括但不限于降低制造成本、降低工作功率需求、更好地解决相位延迟、响应 / 输出随时间的变化更少（或改善稳定性）、以及减小光声传感器的总大小。然而，使用扬声器来声学地消除噪声可提供相比于可通过信号处理消除的噪声幅度更大的噪声降低，因为测量传声器在信号处理系统的情况下会更容易变得饱和。

[0044] 光声传感器还容易受震动和抖动影响。例如，用于检测制冷气体的光声传感器可被安装在制冷压缩机的支承件上或附近，而且经常经受相当多的震动。如图 5 所示的震动消除传感器 10c（例如传声器或加速度计）可被安装在本发明的光声传感器中。在一个实施例中，使用了传声器 10c。例如，传声器 10c 可被安装在光声传声器 70 的大致同一平面中或与之大致平行的平面中。不过，如图 5 所示，优选传声器 10c 不与感测或测量室 60 光学或声学连通，而且不与周围的环境声学连通。因为震动消除传声器 10c 和与测量室 60 和周围或外界环境声学连通相关联的压力波动隔离，所以它不响应于声音，而仅响应于震动。然而，没有必要使震动消除传声器 10c（或其它震动消除传感器）与它所不敏感的压力变化（例如气压变化）隔离。传声器 10c 和其它组件（包括光声传声器 70）优选在与测量室 60 的光学连通外（以使红外光不会入射于其上），因为传声器 10c 以及其它组件的元件或材料有时会与红外光相互作用而引起额外信号。

[0045] 例如，来自震动消除传声器 10c 的信号可用于一个或多个算法以消除或降低来自模拟或数字形式的光声信号的震动效果。例如，在震动消除传声器 10c 被定位在与光声传声器 70 相同的取向上的情况下，可按比例缩放来自震动消除传声器 10c 的信号并从光声信号中减去它。

[0046] 一般而言，与例如利用（例如光声传感器的测量腔内的）相对传声器相比，将传声器 10c 安装在光声传声器 70 的大致同一平面中或与之大致平行的平面中可简化制造。例如，传声器 10c 和光声传声器 70 可如图 5 和 6 所示地表面安装在同一平面上（例如安装至

公共表面上，比如安装至印刷电路板或 PCB)。此外，将传声器 10c 安装在感测和测量室 60 外部而且安装在与室 60 的光学和声学连通之外可进一步简化制造。

[0047] 在如图 6 所示的本发明的光声传感器 5d 的另一或替换实施例中，可省略最外面的扩散元件或烧结盘，实质上排除了初始腔 30。

[0048] 例如，省略最外面的扩散元件（如结合图 4 和 6 所示地）能减小本发明的光声传感器的响应时间。诸如最内侧的扩散元件 50 之类的阻挡件优选保留在光声感测或测量室 60 与外界环境之间。扩散元件 50 还将光声感测或测量室 60 与任意噪声消除传感器分离（既光学地又声学地）。

[0049] 如上所述，相对较小的初始腔或无初始腔可在本发明的噪声消除系统中使用，从而消除如在多个当前可用的光声传感器中使用时对大 SDE 腔或精细匹配的参比腔的需要。单个气体入口可在本发明的光声传感器中使用。本发明的噪声消除、补偿、或减小系统的传声器（以及在某些实施例中的扬声器）被放置成与感测或测量室的入口上游声学地连通。

[0050] 图 7 示出本发明的光声传感器 5e，其既包括声音消除传声器 10 又包括震动消除传声器 10e。在图 7 的实施例中，震动消除传声器 10e 被放置在与光声传声器 70 的平面大致平行但沿相反方向取向的平面上。例如，震动消除传声器 10e 可被表面安装在印刷电路板 90 的相反侧。在震动消除传声器 10e 与光声传声器 70 取向相反的情况下，相比于震动消除传声器 10e 与光声传声器 70 处于相同取向的情况相比，消除算法反向进行。例如，可按比例缩放来自震动消除传声器 10e 的信号并将其添加到光声信号。

[0051] 虽然在图 2 到 7 的代表性实施例中示出使用了诸如烧结盘之类的一个或多个扩散元件，但本领域普通技术人员可理解本发明的主动噪声和震动消除或补偿系统、装置和方法还可结合包括阀门系统的光声传感器使用。例如，图 8 示出了包括阀门 140、140’、150、以及 150’的光声传感器 105，这些阀门如光声传感器领域已知地以同步方式打开和关闭，用以控制分析物气体进出光声气体传感器 105。

[0052] 在所示实施例中，第一阀门 140 被放置在第一或初始腔 130 的入口处。腔 130 通过第二阀门 150 与第二或测量腔 160 分离。气体通过受阀门 150’和 140’限制的第三腔 130’排出传感器 105。在优选实施例中，第一腔 130 和第三腔 130’各自包括与其有效连通的噪声消除系统。在该方面，第一噪声消除传声器 110 如上所述地与第一腔 130 声学连通。噪声消除扬声器 120 也可如上所述地被放置成与第一腔 130 声学连通。同样，第二噪声消除传声器 110 与第三腔 130’声学连通，而且第二噪声消除扬声器 120’还可被放置成与第三腔 130’声学连通。光声传感器 105 还可包括如上所述的震动消除传感器 115（例如传声器或加速度计），其与测量腔 160 的光声连通隔离并与第一腔、第三腔以及周围环境的声学连通隔离。传声器 110、110’、170、115 以及扬声器 120 和 120’（如果有的话）各自与控制系统或电路 180 通信连接。

[0053] 通常，在装备有阀门系统的光声传感器中的附加噪声或压力波问题不像扩散光声传感器中那么严重。不过，本发明的主动噪声消除系统、装置、以及方法可用来改善包括阀门系统的光声传感器中的光声传感器灵敏度。

[0054] 例如，如结合图 8 所示，本发明的测量腔优选被形成为具有基本或完全遍及其内表面积的弧形表面。在所示实施例中，测量腔 60 和 160 是球形形状（而不是在使红外光源 165 与测量腔 160 分离的窗口 162 的大致平坦表面有效连通的平面中）。例如，参见图 8。

在许多当前可用的光声传感器中，测量腔是圆柱形状的或者包括锐角转角或相交，从而导致光在各处的不均匀分布。此外，大致球形的腔在光声传感器包含分析物气体时在测量腔中提供更高效的气体加热。

[0055] 例如，在本发明的数个实施例中，如图 2-8 所示，光声传感器的主体由固态铝块加工而来。

[0056] 上述描述和附图陈述了当前的本发明的优选实施例。当然，根据上述示教，在不背离本发明的范围的情况下，各种修改、添加、和替换设计对于本领域普通技术人员而言将变得显而易见。本发明的范围由以下权利要求而不是上述描述指示。落入权利要求的等价物的含义和范围的所有改变和变化都包含在权利要求的范围内。

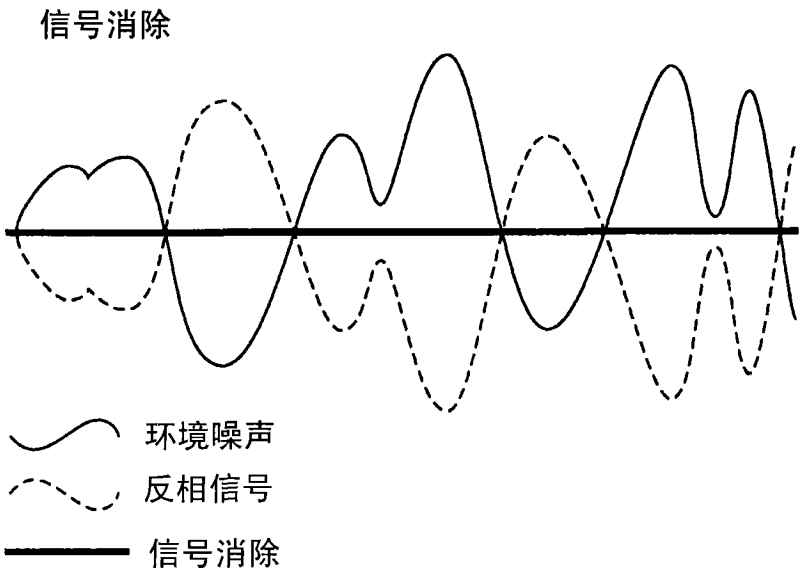

信号消除
环境噪声
反相信号
信号消除

图 1A

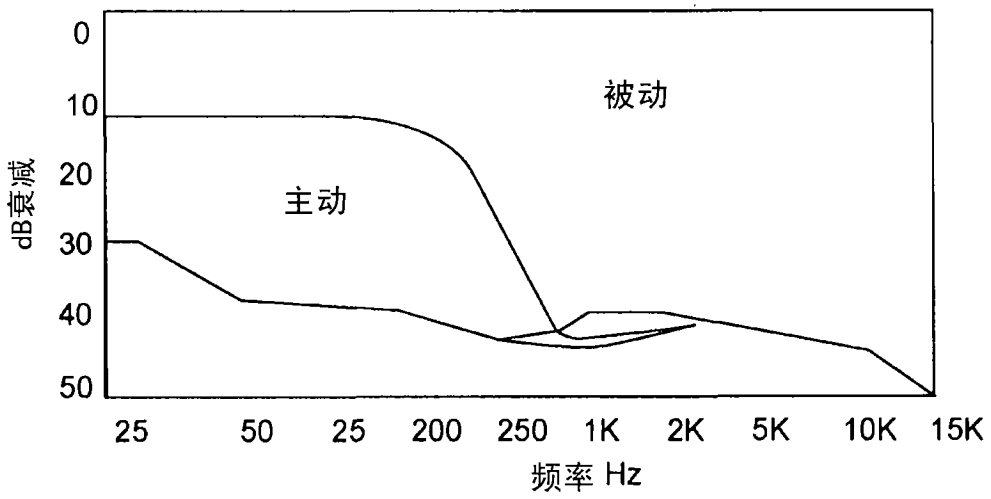

0
10
20
30
40
50
dB衰减
被动
主动
25
50
25
200
250
1K
2K
5K
10K
15K
频率 Hz

图 1B

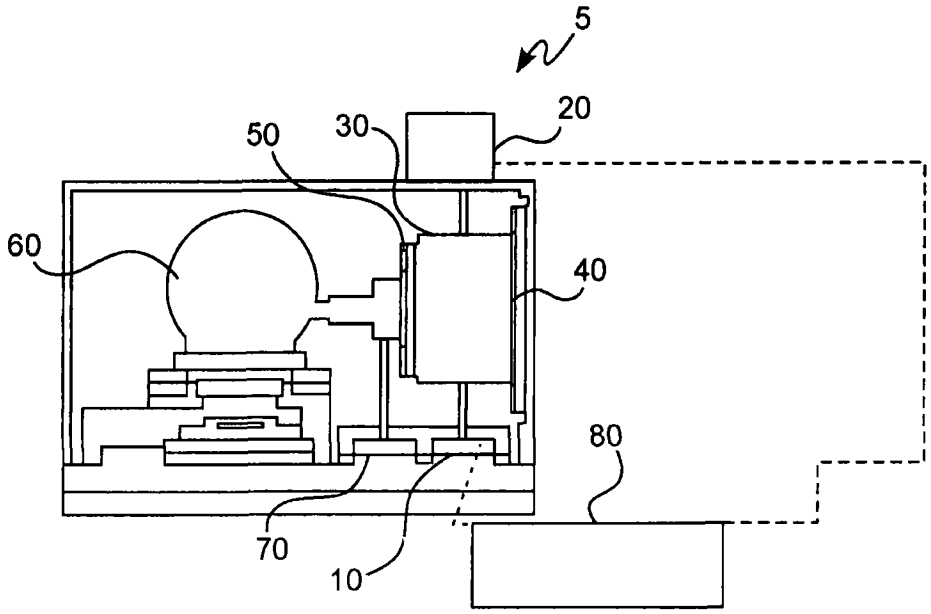


图 2

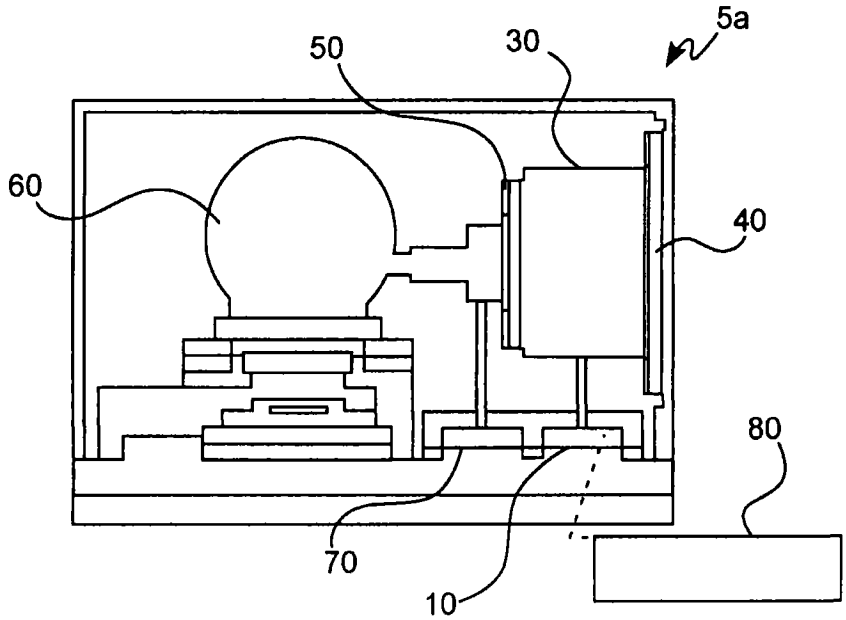


图 3

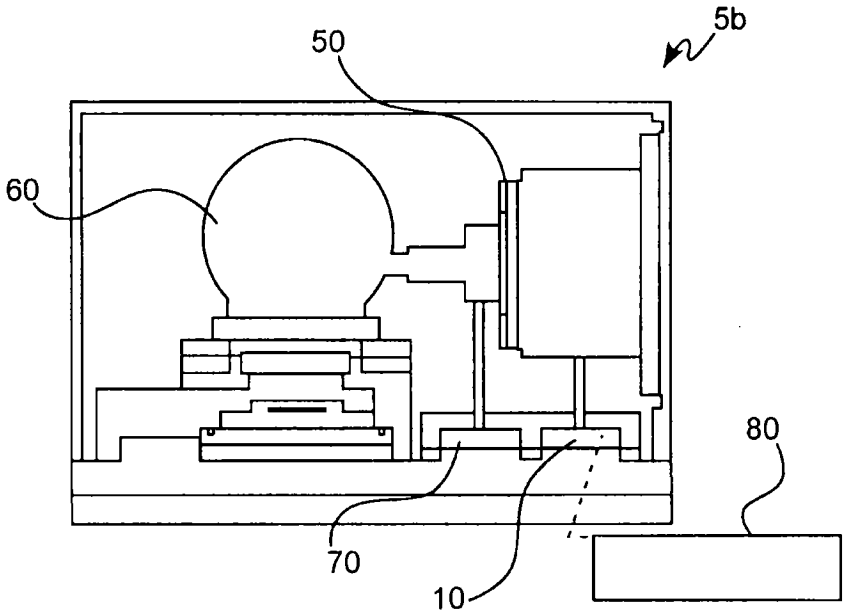


图 4

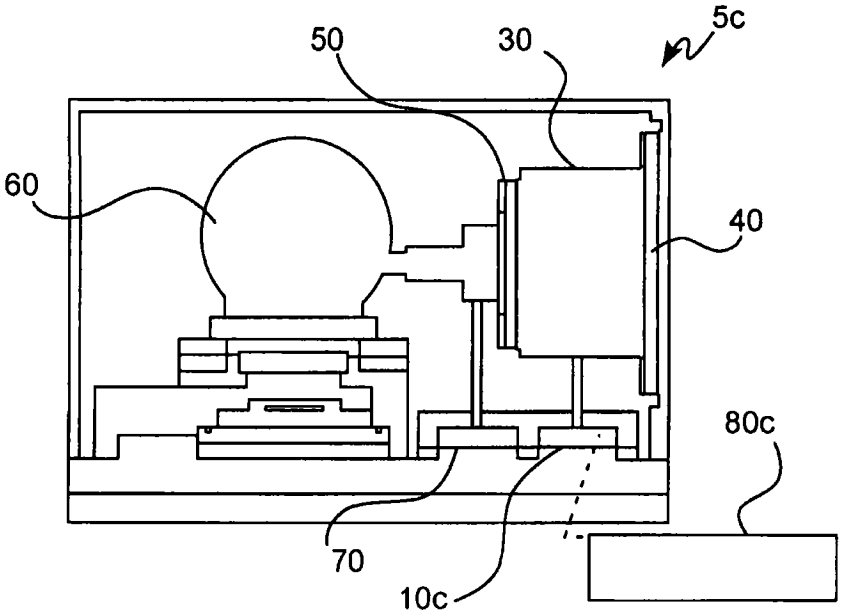


图 5

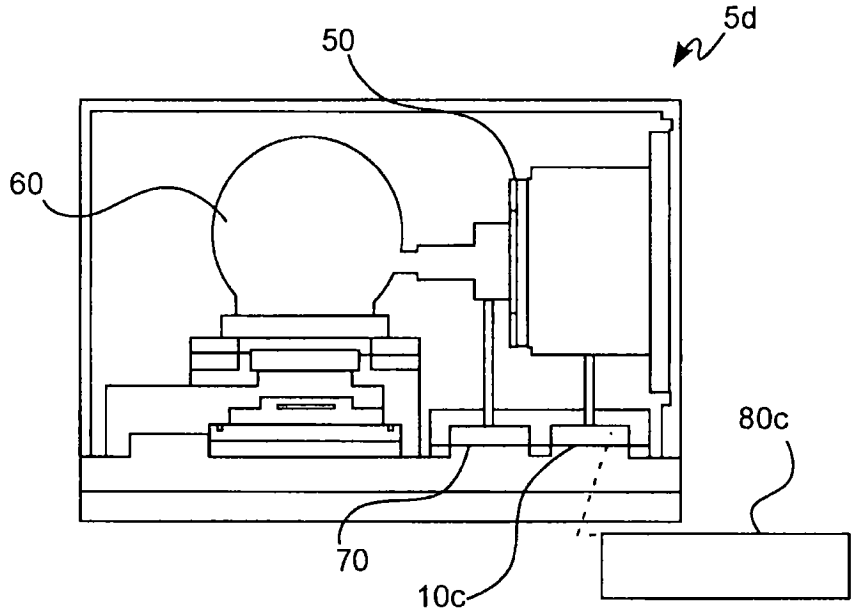


图 6

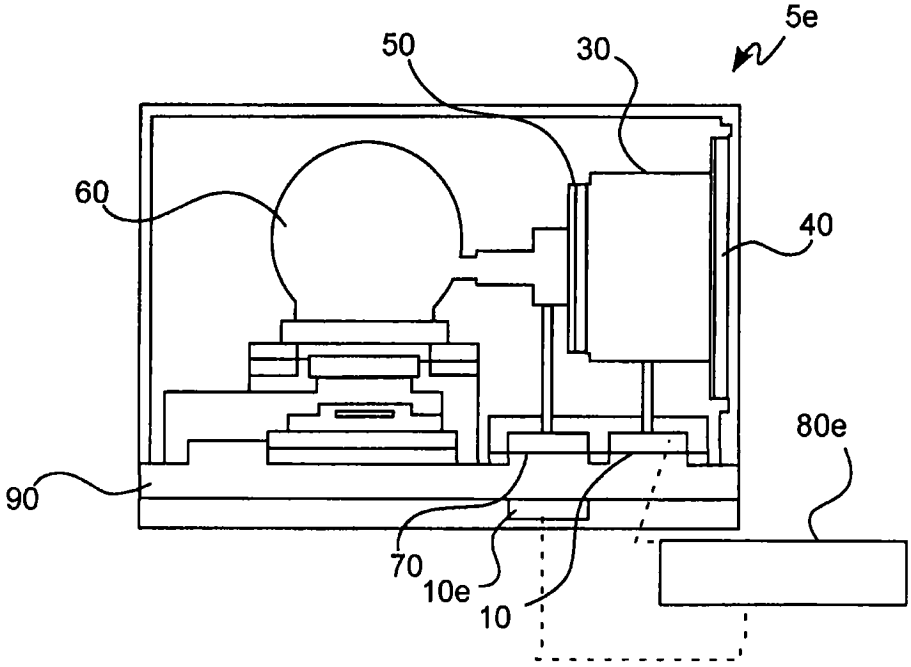


图 7

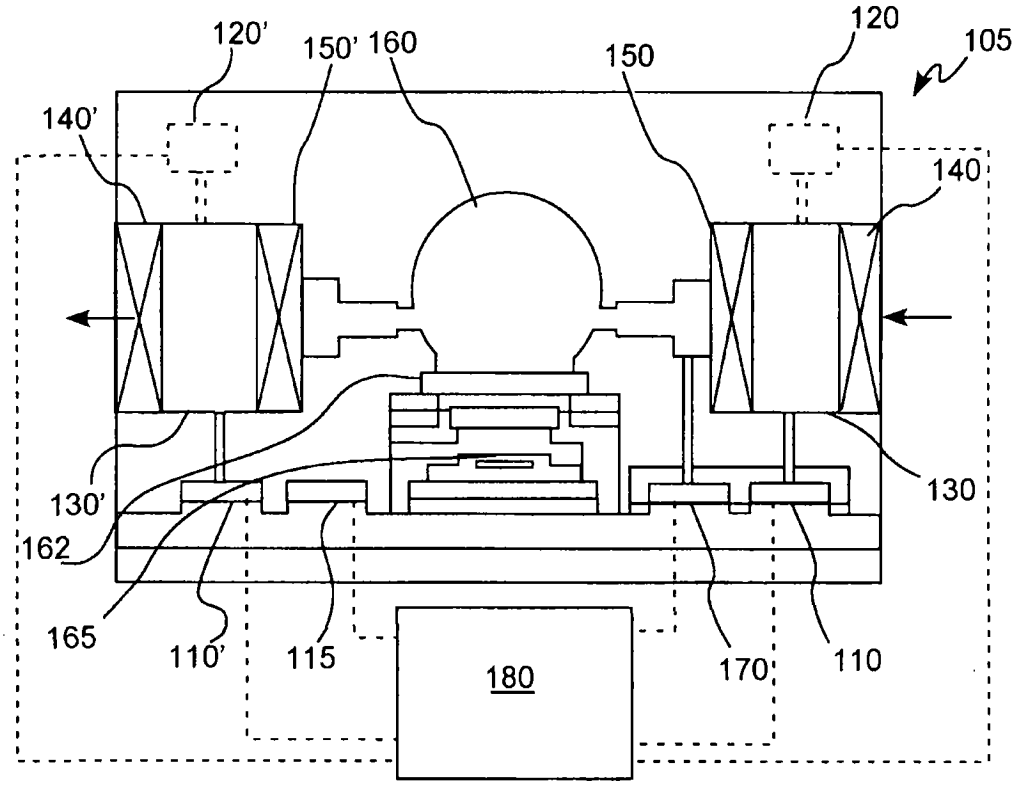

120'
150'
160
150
120
105
140'
140
130'
130
162
165
110'
115
180
170
110

图 8