

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01N 27/66 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200580009466.7

[45] 授权公告日 2009 年 10 月 7 日

[11] 授权公告号 CN 100547399C

[22] 申请日 2005.3.30

[21] 申请号 200580009466.7

[30] 优先权

[32] 2004.3.31 [33] US [31] 60/557,921

[86] 国际申请 PCT/US2005/010910 2005.3.30

[87] 国际公布 WO2005/098413 英 2005.10.20

[85] 进入国家阶段日期 2006.9.25

[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 J·K·哈弗斯蒂克

D·E·布鲁斯 M·B·舒曼

M·F·老扎内拉 J·G·豪尔

J·B·米勒

[56] 参考文献

JP2000-182569A 2000.6.30

US4413185A 1983.12.1

US6225633B1 2001.5.1

US3838283A 1974.9.24

GB2328789A 1997.3.3

US5773833A 1998.6.30

JP8-5789A 1996.1.12

EP0655770A1 1994.11.21

US6313638B1 2001.11.6

US5338931A 1994.8.16

US4778998A 1988.10.18

EP0995989A1 2000.4.26

审查员 黄 斌

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

代理人 陈 炜

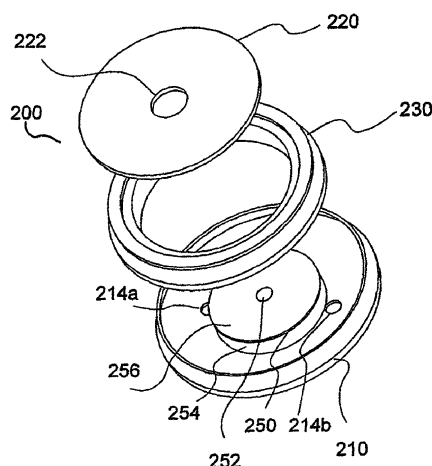
权利要求书 2 页 说明书 13 页 附图 11 页

[54] 发明名称

光电离检测器

[57] 摘要

一种光电离检测器，包括外壳、外壳内的电触点、以及外壳内可简便拆卸和替换的光电离室。该光电离室包括可涂覆有较薄材料层的阴电极和阳电极。光电离室以及相关联的阴电极和阳电极可作为一个单元从外壳内拆卸。不管该光电离室围绕轴如何定向，电离室在置于外壳内时都可与触点电连接。



1. 一种光电离检测器(10), 包括:

外壳(20);

所述外壳(20)内的电触点(192, 194);

所述外壳(20)内的光电离室(200), 所述光电离室(200)包括阴电极(250)和阳电极(260), 所述光电离室(200)及相关联的阴电极(250)和阳电极(260)可作为一个单元从外壳(20)内拆卸出来, 不管所述光电离室(200)围绕其轴如何旋转定向, 所述光电离室(200)在置于外壳(20)内时都与所述电触点(192,194)电接触;

所述阴电极(250)的吸引正电荷反应产物的一侧涂覆有一层材料, 这层材料使碰撞在所述层上的正电荷反应产物的至少一部分能被电检测到, 所述阴电极(250)上的材料层也是吸收 VUV 的;

所述阳电极(260)的排斥正电荷反应产物的一侧涂覆有一层材料, 这层材料使碰撞在所述层上的负电荷反应产物的至少一部分能被采集, 所述阳电极(260)上的材料层也是吸收 VUV 的;

所述光电离室(200)包括: 与所述阴电极(250)电连接的第一腔室外壳元件(210), 所述第一腔室外壳元件(210)的至少一部分表面构成第一电触点; 与所述阳电极(260)电连接的第二腔室外壳元件(220), 所述第二腔室外壳元件(220)的至少一部分表面构成第二电触点, 其中所述第一腔室外壳元件(210)和第二腔室外壳元件(220)都完全由导电金属制成, 并且与绝缘连接器(230)机械连接;

将 VUV 光子传送到所述光电离室(200)内的灯(40)。

2. 如权利要求1所述的光电离检测器(10), 其特征在于, 所述光电离室(200)包括分布在所述第一腔室外壳元件(210)和第二腔室外壳元件(220)之间的多个开口, 并且这些开口可通过样气。

3. 如权利要求1所述的光电离检测器(10), 其特征在于, 所述阴电极上的材料层在所述阴电极的涂覆区域上通常是厚度均匀的。

4. 如权利要求1所述的光电离检测器(10), 其特征在于, 所述阳电极上的材料层在所述阳电极的涂覆区域上通常是厚度均匀的。

5. 如权利要求1所述的光电离检测器(10), 其特征在于, 所述阴极腔室外壳

元件完全由导电金属制成。

6. 如权利要求 1 所述的光电离检测器 (10)，其特征在于，所述阳极腔室外壳元件完全由导电金属制成。

7. 如权利要求 1 所述的光电离检测器 (10)，其特征在于，所述绝缘连接器是环形的。

8. 如权利要求 7 所述的光电离检测器 (10)，其特征在于，所述第一腔室外壳元件和第二腔室外壳元件通过卷边机械连接到所述环形绝缘连接器。

9. 如权利要求 1 所述的光电离检测器 (10)，其特征在于，所述光电离检测器用于样气的从动流，并进一步包括：

所述 VUV 灯 (40) 将 VUV 光子传送给所述光电离室内的光电离体；

在所述光电离体上游的孔，使所述光电离反应体中的压力小于所述孔 (652) 的另一侧上的压力，从而使所述光电离体内的样气的相对湿度与样气进入所述光电离检测器 (10) 之前的相对湿度相比降低。

10. 如权利要求 9 所述的光电离检测器 (10)，其特征在于，多个孔置于所述光电离体的上游。

11. 如权利要求 1 所述的光电离检测器 (10)，其特征在于，在所述 VUV 灯 (40) 外部的至少一个光子源 (41)，它可被电激活以照射所述 VUV 灯 (40) 的内表面，以便于增强所述 VUV 灯 (40) 的可启动性和操作性能。

12. 如权利要求 11 的光电离检测器 (10)，其特征在于，在所述 VUV 灯外部的光子源是发光二极管。

光电离检测器

相关申请

本申请声明对 2004 年 3 月 31 日提交的美国临时专利申请 No. 60/557,921 的优先权，其公开内容通过引用结合于此。

技术领域

本发明一般涉及光电离检测器，尤其涉及用于光电离检测器的电离室，以及光电离检测器的使用方法。

背景技术

若干光电离检测器在例如美国专利 No. 4,013,913、4,398,152、5,561,344、6,225,633 和 6,646,444、以及德国专利 DE 19535216 C1 中描述。在典型的光电离检测器 (PID) 中，微型气体放电灯用于产生高能真空紫外线 (VUV) 光子。在一种方法中，较大的高频电压施加在与灯泡相邻的电极之间，以便于在灯泡内密封的气体中引发电离、激发和光电发射过程。一些所产生的 VUV 光子穿过灯中的 VUV 透射窗以照亮导入气体样本的电偏置电离室内的相邻空间。取决于采样气体中各个个体的电离电势和 VUV 辐射的最大光子能量，一些导入电离室的气体分子因而可光电离并可被检测。例如在美国专利 5,773,833 中描述无电极（即没有内部电极）的、微型 PID 气体放电灯。

通常，PID 的电离室用在 PID 传感器内整体构成的外壳构建，并且至少一对间隔相近的电极定位于电离室内。要分析的气体通过至少一个气体入口导入该室，并通过至少一个气体出口离开该室。灯的窗口被放置成：当所采样的气体分子向电离室电极之间的空间移动、或在其内移动时，用 VUV 光子照射它们。施加在这些电极之间的电压在其间隙上产生高电场，该高电场迫使因光电离过程产生的离子和电子分别向较低或较高电势的电极移动。通常，静电计电路被用来测量流向阴电极的离子电流。从而检测可光电离分子在所采样气体中的出现。特定 PID 设计对各种可电离化合物的敏感性可相对于其对标准化化合物的校准敏感性来确定。手持式 PID 设备用来检测易失性有机化合物 (VOC) 的跟踪水平 (trace level) 是该技术

的一种特别重要的应用。

众所周知的是，水蒸气在气流中的出现（如由相对湿度所量化的）可改变 PID 的敏感性和背景信号水平。已研发了各种技术来降低或校正该效应。例如，转让给 Mine Safety Appliances Company 的美国专利 No. 4,778,998 描述了一种 PID，其中湿度传感器、温度传感器和微型计算机（微处理器）被用来应用预定的校正系数，以补偿 PID 对相对湿度的交叉敏感性。

当 PID 灯被操作成使其窗口暴露，以在环境空气的样本中跟踪碳氢化合物和有机金属-硅树脂化合物时，该窗口表面易于变得更加受由这些空气中化合物的光电离产物构成的表面薄膜污染。这使得有效的灯输出强度随着操作时间而缓慢地减小。因而 PID 仪器的典型保养过程需要在敏感性下降到某一水平时移去灯，并手动地清洗窗口。

当前类型的 PID 仪器具有若干实质性缺点。例如，美国专利 No. 5,773,833 和 6,225,633 公开了 PID 的多层电离室，它们由多层机械加工 PTFE 和不锈钢制成，从而使得电离室的制造相对困难和昂贵。在那些设计中，多层电离室由金属销固定在一起。这些金属销还用作电离室的电触点，并将传感器电离室可拆卸地连接到仪器的其它部分。类似于美国专利 No. 5,773,833 和 6,225,633 中所述的电离室在可在例如从加州 Sunnyvale 的 RAE Systems, Inc. 购得的 TOXIRAE PLUS 和 MULTIRAE PLUS 仪器中发现。

此外，随着操作时间的延续，电离室内的电极因上述过程被污染，从而导致泄漏电流和不准确的测量。要打开电离室并去除该污染物来修理或恢复电离室是相当困难和相对昂贵的。例如，如在 TOXIRAE PLUS 传感器的操作手册中所述，其传感器电离室可从仪器中轻轻拆下以便清洗，并且该电离室要在甲醇浴中清洗（强烈推荐超声浴）。在清洗之后，可将传感器电离室重新连接到仪器的其它部分。对于 TOXIRAE PLUS 和 MULTIRAE PLUS 传感器电离室，需要传感器电离室与仪器其它部分中的专用销触点底座精确对准。

作为手动清洗的替代方法，强浓度的臭氧被认为可一定程度地从这些表面中松动或去除有机沉积物。描述了用于自动清除电离室和 VUV 灯窗口的方案，它们依靠在暴露于含氧气氛期间操作 VUV 灯来产生臭氧。参见例如美国专利 No. 6,313,638。然而，这些自动清除方案也呈现了缺点，如下所述。

取决于必须透射的最小波长，只有少量的诸如 CaF_2 、 BaF_2 、 MgF_2 或 LiF 的晶体材料可用作 PID 灯的 VUV 窗口。这些 VUV 窗口材料的透射在约 140 纳米以

下急剧减小。最短波长的透射由 LiF 光学材料提供,但 LiF 的透射因为暴露于 VUV 辐射中在晶体中形成色中心(“日晒”)而随时间退化。实际上,可从加州 Sunnyvale 的 RAE Systems, Inc.购得的微型 LiF 窗 PID 气体放电灯的产品规格指示该灯受限于少于几百小时的工作寿命。

在美国专利 No. 6,255,633 中描述了一可选方法,用于产生对 VUV 灯窗口、以及 PID 设备中电离室的内部表面的自动清洗动作。这需要停止电离室中的气流,并操作 VUV 灯以在静态样本中产生更高浓度的臭氧。然而,对于具有 LiF 窗的灯,该方法加剧了 LiF 材料因为由于 VUV 辐射的色中心形成的退化,并且重复的自动清洗循环将对使其有限工作寿命大打折扣。这种可用工作寿命对于任何类型的通过类似于美国专利 No. 6,255,633 的方法自动清洗的 VUV 灯会降低更多。

出于以上原因,需要开发经改进的光电离检测器、在光电离检测器中使用的电离室、以及使用和装配光电离检测器的方法。

发明内容

一方面,本发明提供了一种光电离检测器,包括外壳、外壳内的电触点、以及外壳内的光电离室。该光电离室包括阴电极和阳电极。光电离室及相关联阴电极和阳电极可作为一个单元从外壳内拆卸出来。不管光电离室围绕其轴如何定向,该光电离室在外壳内时都与触点电接触。光电离检测器最好还包括将 VUV 能量传送到光电离室内的灯。

在一实施例中,阴电极的吸引正电荷反应产物的一侧涂覆有一层非导电材料。该层非导电材料使碰撞在该层上的正电荷反应产物的至少一部分能够检测到。阴电极上的非导电材料层也可以是吸收 VUV 的。阳电极的排斥正电荷反应产物的一侧也可以或可选择地涂覆一层非导电材料。再一次,阳电极上的材料层也可以是吸收 VUV 的。较佳地,阴电极和/或阳电极上的这些材料层在电极的涂覆区域上通常是厚度均匀的。

在另一实施例中,光电离室外壳包括与阴电极电连接的第一外壳元件。该第一外壳元件的至少一部分表面形成第一电触点。该外壳还包括与阳电极电连接的第二外壳元件。该第二外壳元件的至少一部分表面形成第二电触点。第一外壳元件可完全由导电材料制成。类似地,第二外壳元件可完全由导电材料制成。第一外壳元件和第二外壳元件例如可与绝缘连接器机械连接。这种连接器在形状上是环形的。在一实施例中,第一外壳元件和第二外壳元件经由卷边(crimping)与环形绝缘连

接器机械连接。

另一方面，本发明提供了一种在检测器外壳内使用的光电离室，它包括阴电极和与该阴电极有一间距的阳电极。该光电离室还包括第一外壳元件，其中该第一外壳元件的至少一部分表面形成与阴电极电连接的第一电触点。该光电离室还包括第二外壳元件，其中该第二外壳元件的至少一部分表面形成与阳电极电连接的第二电触点。该第二电触点与第一电触点电绝缘。光电离室可从检测器的外壳中拆卸出来。

第一外壳元件和第二外壳元件可机械连接到单一连接器中。第一外壳元件可由导电材料制成。类似地，第二外壳元件可由导电材料制成。如上所述，第一外壳元件和第二外壳元件可（经由例如卷边）与环形绝缘连接器机械连接。

在再一方面中，本发明提供了一种光电离检测器，包括外壳和外壳内的光电离室。该光电离检测器还包括第一外壳元件和第二外壳元件。第一外壳元件和第二外壳元件与单一电绝缘连接器机械连接。光电离室还包括与第一外壳元件电接触的阴电极、以及与第二外壳元件电接触的阳电极。光电离室以及所包括的阴电极和阳电极可作为一个单元从检测器外壳内拆卸出来。该光电离检测器最好还包括将 VUV 能量传送到光电离室内的灯。

在另一方面中，本方面提供了包括阴电极和阳电极的光电离室。阴电极包括涂覆在吸引正电荷反应产物的阴电极的一侧上的一层非导电材料。该层使碰撞在该层上的正电荷反应产物的至少一部分能够检测到。将正电荷光电离反应产物排斥到阴电极和阳电极之间的空间内的阳电极包括涂覆在该阳电极的一侧上的一层非导电材料。

本发明使用 VUV 灯，它包括包含放电气体或气体混合物的灯罩。该灯罩的一个或多个部分包括晶体材料的 VUV 透射部分，以透射 VUV 辐射。该灯罩的一部分可由能够密封晶体 VUV 透射部分的另一种材料制成。例如，材料可以是玻璃、陶瓷或石英。

在又一方面中，本发明提供一种光电离检测器，包括外壳、外壳内的光电离室、以及将 VUV 能量传送到光电离室内的 VUV 灯。光电离检测器还包括在进入电离室的气流路径中的至少一个节流孔，从而该孔的光电离室一侧的压力比该孔的另一（入口或外围）侧的压力低。该节流孔使光电离室内的样气的相对湿度与周围环境中的相对湿度相比降低，从而使光电离室对环境相对湿度不太敏感。在另一实施例中，多个节流孔被置于气流路径中。多条节流路径例如可在具有相应较小孔径

的过滤器（例如多孔玻璃料）中形成。

附图说明

图 1 示出本发明的 PID 的一个实施例的剖面立体分解图。

图 2A 示出图 1 的 PID 除顶盖外处于装配状态的剖面侧视图。

图 2B 示出图 1 的 PID 除顶盖外处于装配状态的剖面立体图。

图 2C 示出图 1 的 PID 包括一可选电极配置的剖面立体分解图。

图 3A 示出与另一仪器外壳相连的图 1 的 PID 的部分立体分解图。

图 3B 示出当图 1 的 PID 的选定组件装在多传感器仪器组合的外壳内时这些选定组件的部分立体分解图。

图 4A 示出本发明的电离室的一个实施例的平面俯视图。

图 4B 示出图 4A 的电离室的侧向横截面示图。

图 4C 示出图 4A 的电离室的立体图。

图 4D 示出图 4A 的电离室的立体分解图。

图 5A 示出本发明的电离室的另一实施例的平面俯视图。

图 5B 示出图 5A 的电离室的侧向横截面示图。

图 5C 示出图 5A 的电离室的立体图。

图 5D 示出图 5A 的电离室的立体分解图。

图 6A 示出本发明的电离室的又一实施例的平面俯视图。

图 6B 示出图 6A 的电离室的侧向横截面示图。

图 6C 示出图 6A 的电离室的立体图。

图 6D 示出图 6A 的电离室的立体分解图。

图 7A 示出本发明的电离室的再一实施例的平面俯视图。

图 7B 示出图 7A 的电离室的侧向横截面示图。

图 7C 示出图 7A 的电离室的立体图。

图 7D 示出图 7A 的电离室的立体分解图。

图 8 示出本发明的电离室的另一实施例的立体分解图。

图 9 示出本发明的电离室的容纳一可选气流路径的又一实施例的立体分解图。

具体实施方式

图 1-2B 示出本发明的 PID 10 的一个实施例，它在一实施例中包括检测器外壳

20 和配合顶盖或顶罩 30。盖 30 可例如通过诸如螺钉 22 的连接器保持与外壳 20 相连。在图 1 到 2B 的实施例中，导套 24（例如环形元件）引导螺钉 22 穿过通常为圆柱形的螺纹井 26 以与顶盖 30 连接。

如图 3A 所示，外壳 20 也可连接到仪器 500 的另一外壳 520，它可例如包括一个或多个其它气体传感器。这些其它传感器可例如是电化学气体传感器。在多传感器仪器中使用的电离室 200a 的一个实施例例如在图 5A-5D 中更详细地示出。如图 3B 所示，PID 10 的多个组件可有选择地装入多传感器仪器组合 600 的外壳 620 内。在任一情形中，可通过由泵（图 3B 中未示出）经由连接配件 640 推动的扩散或通孔流，向部分或全部的其它气体传感器 630 提供与提供给以下详细描述 PID 传感器的相同的分析气体样本。在图 3B 中，适用于 PID 10 类型的真空紫外线辐射（VUV）灯 40 和光电离室组合 200a（参见图 5）可通过拆下内盖 650 和外盖 660 来分别从仪器外壳中拆卸出来用于维修或替换。用于空气中的悬浮粒子和微滴的过滤器（未示出）可置于在样气进入电离室之前的样气路径中。此外，本发明已发现，PID 对空气中湿度的敏感性可通过引起入口到电离室的压差或压降来降低。这种压降导致相对湿度的降低。较佳地，该压降足以引起相对湿度至少 5% 的下降。更佳地，该压降足以引起相对湿度至少 10% 的下降。这种压降和相对湿度的关联下降可通过将一个或多个节流孔置入进入电离室的气流路径中从而在孔上形成压差来实现。这种孔 652 可设置在例如内盖 650 中，如图 3B 所示。或者，例如，具有相对较小孔径/大小的过滤器可用（从而设置多个直径有限的孔）来在入口到光电离室上产生压降。

在图 1-2B 的实施例中，VUV 灯 40 可滑动地和可拆卸地置于绝缘灯套 50 上，并将其底端靠在灯垫、灯座或弹簧 60 上。例如，弹簧 60 可以是一条半柔性管，它在灯的低端 40a 抓住灯 40 并使其轴向置中，并且同时可在灯壳与绝缘套 50 之间形成气流密封。在如图 2C 所示的实施例中，盖 60b 通过螺纹（未示出）安装到外壳部分 20a，并可由用户拆卸以便接近可拆卸灯 40。可在盖 60b 上设置外部或内部肩台 60c，以便于固定盖 60b 插入外壳 20 的所需深度，从而对图 2C 的灯座或弹簧 60a 提供所需压缩力。在图 1-2C 所示的实施例中，灯套 50 可使用密封接合物来密封以与灯电极 70 或底座 150 分开。在另一实施例中，垫圈 140 可被配置成径向地伸入通道 100 来进行密封，以与灯套 50 或灯壳 40 分开。

VUV 灯 40 可以是与灯壳内电极一起工作的类型，或者是不用内电极工作的类型。在所示较佳实施例中，通过向外部电极 70 和 80 施加适当的电压电平，就可

在 VUV 灯 40 内引起低压气体放电, 如本领域所公知的。在图 1-2B 的实施例中, 电极 70 是盘状电极, 而电极 80 是包括电极部分 80a 和 80b 的复合电极。当组装时, 电极部分 80b 装入电极部分 80a 的开口处以形成单个杯状电极 80, 例如如图 2B 所示。AC 电源可例如经由后部电极 80 或前部电极 70 传送到 VUV 灯 40。图 2C 示出电极 80' 形成为套管的另一实施例。PID 10 可例如包括电源, 诸如与直流交流转换器相连的 DC 电池, 如本领域已知的。

VUV 灯 40 内产生的光子通过 VUV 窗口 90 (在图 1-2C 所示方向上处于灯 40 的顶部) 来传送。窗口 90 可由诸如但不限于 CaF_2 、 BaF_2 、 MgF_2 或 LiF 的 VUV 透射晶体材料制成。若干已确立方法可用于将 VUV 晶体窗口贴到玻璃管体上, 以制成低压气体放电灯。这些方法包括例如玻璃与玻璃密封以及粘合密封。

众所周知的是, 无电极气体放电灯在低温时、或遮住充气空间以防任何外部照明时会更难以启动。在这些状况下, 产生将导致灯的充入气体内的放电的初始自由电子就更加困难了。在本领域中有若干方法是公知的, 它们将有助于在施加启动电压时增强灯的可启动性。这些方法包括: 加热灯; 用多种气体改变灯的气体填充; 提供致电离粒子辐射的放射源; 和/或在放电体内或接近处提供电场增强金属物。

通常还可以理解, 用足够能量的在外部产生的光子照射放电体的附加导电内表面区域以从所照射表面区域中产生热电增强光电子发射将有助于增强灯的可启动性。本发明的发明者已发现, 例如通过诸如发光二极管 (LED) 的近 UV 或 UV 光能源 41 (参见图 2C) 可提供增强可启动性和操作性能的另一种方法。在光子将碰撞的灯壳内不使用导电表面的情况下, 来自光能源 41 的光子被引导通过灯 40 壳体的透明部分。光能源 41 可置于与灯 40 相邻的外壳 20 内, 或者它可放置在离灯 40 较远处 (甚至在外壳 20 之外), 其中光线经由诸如光纤线或光导管 (未在图 2C 中示出) 的光传输路径传送到灯 40 的透明部分。

VUV 灯 40 插入在电离室壳体 110 中形成的通道 100, 从而所发射的 VUV 辐射经由在电离室 200 的外底部 (在图 1-2C 的方向上) 中形成的开口 222 进入光电离室 200, 灯的窗口 90 接近或靠近该开口。灯 40 可设置有内部吸气材料 (未示出) 以更好地保持内部气体的纯净度, 如本领域技术人员所公知的。

壳体 110 包括底 (在图 1-2C 的方向上) 座 120 和上盖 130。密封连接可经由密封件 140 (例如垫圈) 在其间保持。在图 1-2C 的实施例中, 底座 120 和垫圈 140 连接到例如印刷电路板的基板 150。来自周围环境的分析气体经由在壳体 110 的上盖 130 中形成的入口 132 进入电离室 200。较佳地, 密封件 160 (例如 O 形环) 在

入口 132 和电离室 200 中形成的气体入口 212 之间形成密封通道。较佳地, 另一个密封件 170 (例如 O 形环) 在盖 30 中形成的分析气体入口 32 和入口 132 之间形成密封通道。分析气体可经由顺序入口 32、132 和 212 通过本领域公知的扩散或通过强制流 (使用泵; 参见例如图 1) 进入电离室 200。另一种气体密封件由压向灯套 50 的垫圈 140 提供。或者, 灯套 50 的开口可使用密封接合物来密封, 以与电极 70 或基板 150 分开, 并且可密封垫圈 140 与灯 40 的灯体分开。在图 1-2C 的实施例中, 气体通过一个或多个出口 214a 和 214b 排出光电离室 200。这种气体经由排气管 180 排出 PID, 该排气管与排气孔 190 流体连接。

与当前可用的 PID 中所使用的大多数电离室 (其中光电离室通常与 PID 的其它部分是成一体) 不同, 其中包括电极的电离室 200 可作为一单元或模块简便地从 PID 10 中拆卸和替换。此外, 光电离室 200 和本发明的其它光电离室的制造是相对简单和便宜的, 从而去除本发明的已受污染光电离室并用新的光电离室来替换这些光电离室是相对便宜的。此外, 本发明的光电离室在许多实施例中是便于拆卸和便于插入本发明的 PID 或其它仪器内的, 而无需小心地对准相应电触点和/或机械连接。以下结合图 4A-9 来详细描述本发明的光电离室的若干实施例。

参看图 4A-4D, 在一实施例中, 光电离室 200 包括第一外壳元件 200 和第二外壳元件 220。第一和第二外壳元件 210 和 220 可分别通过例如垫圈环 230 的单一机械连接器来机械连接, 以创建具有腔室体 240 的密封光电离室 200。

在第一外壳元件 210 中形成入口 212, 通过该入口如上所述分析分子及其载气进入光电离室 200。再一次, 入口端口 212 的设计可按本领域所公知地选择为允许: 分析分子的扩散进入、或者由在光电离室 200 上游或下游侧上的气泵驱动的载气的计量流入。一个或多个诸如出口 214a 和 214b 的排气开口可在例如第一外壳元件 210 中形成, 用于通过它分析分子及其载气可从光电离室 200 中排出的流动或扩散路径。或者, 载气的抽运流可为相反方向, 在该情形中一个或多个端口 214a 和 214b 为入口端口, 而端口 212 为出口端口。当用扩散模式工作时, 单一端口 (例如端口 212) 可用作入口端口和出口端口。如本领域中所众所周知的, 微孔过滤器 (未示出) 可用于载气流入光电离室 200 的路径中。

在图 4B 的方向中, 腔室体 240 被 “离子采集” 阴电极 250 的上表面部分束缚, 该上表面吸引正负荷的反应产物。阴电极 250 可例如形成于绝缘盘 254 的一侧上或与之相连接。采集阴电极 250 可机械连接到第一外壳元件 210 和/或与之集成。如果第一外壳元件 210 被选择为是导电的, 则采集阴电极 250 和外壳元件 210 还可

电连接。在图 4A-4D 的实施例中，采集阴电极 250 和绝缘盘 254 通常包括中央通孔 252，通过它穿过入口 212 的分析分子进入腔室体 240。形成于第二外壳元件 220 的内表面上或与之相连接的“离子排斥”阳电极 260 的下表面与阴电极 250 的上表面间隔放置，以进一步限定腔室体 240。在图 4A-4D 的实施例中，阳电极 260 和第二外壳元件 220 靠在垫圈 230 中形成的凸台 232 上，以使阳电极 260 与阴电极 250 之间有间隔。在一实施例中，阴电极 250 和阳电极 260 都由不锈钢制成。

出于电连接和电磁屏蔽的目的，第一外壳元件 210 可例如至少部分地由薄的非磁性不锈钢制成。第一外壳组件 210 和第二外壳组件 220 的组合与授让给本发明受让人的美国专利 No. 5,667,653 中所述的“纽扣式电池”电化学传感器的组合相似，该专利的公开内容通过引用结合于此。例如，在其部件组合之后，第一外壳元件 210 的边缘 216 可径向向内压向或卷向诸如垫圈 230 的单一机械连接器，以在其间创建防漏机械密封。连接器或垫圈 230 可由绝缘材料制成，以提供第一外壳元件 210 和第二外壳元件 220 之间的电绝缘。本发明的制造技术比光电离室的现有制造技术复杂度更低、更快速、并且更便宜。

可提供从阴电极 250 到第一外壳元件 210 的电连接。该连接可例如通过电镀通孔 252、或提供通过绝缘盘 254 的厚度的一个或多个其它导电路径来实现。或者，盘 254 可以是完全导电的，在该情形中它用作阴电极，并且在其表面上不需要不同的电极元件 250。类似地，可提供从阳电极 260 到第二外壳元件 220 的外表面的电连接。该连接可例如提供通过绝缘第二外壳元件 220 的厚度的一个或多个导电路径、以连接到在第二外壳元件 220 的反面的一个或多个导电区域来实现。或者，第二外壳元件 220 可以是完全导电的，在该情形中它用作阳电极，并且在其表面上不需要不同的电极元件 260。

在一实施例中，第一外壳元件 210 和盘 254 是导电并电连接的，并且第一外壳元件 210 形成与底座 120（参见图 1）的一个或多个电连接 192 的电连接。在另一实施例中，第二外壳元件 220 是导电的并用作阳电极。在该实施例中，第二外壳元件 220 以与电池夹具中的电池相类似的方式形成与底座 120 的一个或多个其它电连接 194 的电连接。盖 130 可以是接地以形成电屏蔽的金属。出于电连接目的，第二外壳元件 220 在其外部表面的至少一部分上可以是导电的。

在若干实施例中，第一外壳元件 210 和第二外壳元件 220（以及本发明光电离室的其它外壳元件）的每一个的导电部分（可以是其全部）沿轴 A 环状延伸（尽管不必是对称地）成：要在例如上述 PID 10 内形成电触点不需要光电离室 200 沿

轴 A 的特定旋转对准。此外,因为在本发明的光电离室的若干实施例中外壳元件的表面可用作电触点,所以不需要诸如引脚的延伸电触点的任何方向或平面上的对准。

如上结合 PID 传感器 10 所述,来自气体放电灯 40 的 VUV 辐射通过第二外壳元件 220 中的开口或入口 222 进入光电离室 200。在一实施例中,灯 40 是填充有特定低压放电气体或气体混合物的无电极密封玻璃管,如本领域中公知的。玻璃灯管的一部分或端部用 VUV 透射晶体部分或窗口 90 密封,它可在例如入口 222 周围的一般圆形区域上连接第二外壳元件 220。尽管第二外壳元件 220 可制成为完全导电的,但该元件的由窗口 90 接触的至少一部分由具有极低量子效率的材料制成以便产生光电子是有利的(参见例如以下所述的图 7A-7D)。

用较薄(例如几十微米)和基本均匀的大量吸收 VUV 的材料(诸如聚四氟乙烯 PTFE)层 256 涂敷阴电极 250 的离子采集侧,以抑制作作为来自灯 40 的 VUV 辐射的结果的光电子从阴电极 250 的产生和/或发射是有益的。某些当前可用 PID(例如美国专利 No. 5,773,833)上的阴电极较薄并打孔,用于分析离子的穿透扩散,其中吸收 VUV 的涂层仅在面向 VUV 灯的一侧。然而,本发明的发明者已发现,本发明的阴电极 250 的离子采集侧上的薄层 256 执行了 VUV 阻挡功能,同时仍然允许通过正电荷反应产物碰撞到阴电极 250 上的层 256 和/或穿过该层来检测这些反应产物。阳电极 260 也可设置类似的绝缘材料薄层 266,该绝缘材料也可以是大量吸收 VUV 的材料。绝缘层 256 和/或 266 可沿下表面延伸,以有助于防止电极 250 和 260 之间的电流泄漏。这些电极涂层也可以是微导电的。允许微导电电极层将影响电流泄漏量。这些涂层可例如由包含碳颗粒或任何其它相似结构的 PTFE 制成。

本发明的 PID 可任选地配备有用于面向电极间隙的阴极和/或阳极表面的裸金属。即使是在无涂层电极表面的情形中,光电子的 VUV 生成的量子效率一定程度上被在暴露于空气中的金属表面上自然形成的薄金属氧化膜降低。该有益金属氧化膜的形成最好通过在空气中高温加热该金属电极部件长达数小时来加速。

PID 10 还包括本领域中公知的电路以:(a)向光电离室 200 的阴电极 250 和阳电极 260 提供独立的稳定或变化电压;(b)测量因正离子在 PIC 10 的操作期间碰撞到阴电极 250 上产生的例如微微安级的输出信号;以及(c)向气体放电灯 40 的电极提供独立的稳定或变化电压。灯 40 通常以千赫兹到兆赫兹范围内的正弦频率来驱动,如本领域所众所周知的。在一种方法中,正弦灯电压的幅值可被调制以降低灯的平均功率,如本领域所公知的(参见例如美国专利 No. 5,773,833)。

本发明的电离室还可用于在腔室体 240 内产生分析分子的必要电离的可选装置。这种其它装置的示例包括：通过一个或多个激光束的多步骤电离、亚稳的受激气体个体和/或 VUV 光子从放电或火花室到电离室 200 的注入（参见例如美国专利 No. 5,541,519 和 6,333,632）、电离颗粒的低活性放射源（参见例如美国专利 No. 4,704,336）、或者分析分子通过电极 250 和 260 施加高压短脉冲的电场电离。本领域技术人员可了解产生电离的其它装置。

如上所述，本发明的可简便拆卸（以及可简便地重新插入）的光电离室 200 使其中光电离室 200 已受污染的 PID 10 能通过简单地替换光电离室 200 来快速、便宜地修理/修复。此外，本发明的光电离室的可拆卸和可替换性质允许 PID 10 通过将选择用于不同的环境或周围状况、以及使用 PID 10 的某些方式的光电离室结合其中，来根据这些条件或方式进行调节。这样，光电离室的若干可选实施例在图 5A-9 中陈述。

图 5A-5D 的光电离室 200a 通常在设计和操作上与光电离室 200 相似。光电离室 200a 的类似组件与光电离室 200 的相应组件相似地标号，仅添加了“a”。但是，与光电离室 200 的第二外壳元件 220 和阳电极 260 相比，光电离室 200a 的第二外壳元件 220a 的表面积、以及第二电极 260a 的表面积减小。这样，大部分第二外壳元件 220a 的直径和阳电极 260a 的直径减小。第二外壳元件 220a 经由多个（即两个或多个）径向向外延伸法兰或接头 224a 连接到垫圈 230a。本发明的发明者已发现，对于具有较高湿度的周围环境和/或载气流，光电离室 200a 与光电离室 200 相比可提供经改进的性能。相信阳电极 260a 的经减小的表面积会导致高湿度环境中电极之间的较少电流泄漏。此外，在 PID 10 的一些实施例中，由接头 224a 与外壳元件中的呈现端口 214aa 和 214ab 之间的开口区域所提供的附加气流路径是不必要的，在该情形中所述端口无需出现。

如图 6A-6D 所示的本发明光电离室的另一个实施例 300 包括第一外壳元件 310 和第二外壳元件 320。第一外壳元件 310 和第二外壳元件 320 分别经由第一外壳元件 310 边缘 316 的卷边通过比如垫圈环 330 的机械连接器机械连接，以创建具有腔室体 340 的光电离室 300。

分析分子及其载气如上所述经由入口 312 进入光电离室 300。一个或多个排出口或出口 314a 和 314b 提供流动或扩散路径，通过该路径分析分子及其载气可从光电离室 300 中排出。腔室体 340 部分地被阴电极 350 的上或内表面包围，该阴电极可形成于或连接到绝缘盘 354 的一侧。采集阴电极 350 和绝缘盘 354 通常包括中

央通孔 352, 通过该通孔穿过入口 312 的分析分子进入腔室体 340。

在图 6B 的方向中, 阳电极 360 的下表面与阴电极 350 的上表面间隔放置, 从而进一步限定腔室体 340。阴电极 350 和/或阳电极 360 的面向该体 340 的表面可以分别涂覆有如上所述的绝缘(或部分导电)的和/或吸收 VUV 材料的薄层 356 和 366。

在图 6A-6D 的实施例中, 阴电极 350 通过环形隔离片 370 与阳电极 360 间隔放置。隔离片 370 高度的调节调节了阴电极 350 和阳电极 360 之间的距离, 从而改变 PID 10 的响应。此外, 隔离片 370 可向光电离室 300 提供与其它光电离室相比经改进的对物理冲击或碰撞力的抵抗力。经改进的对物理冲击或碰撞力的抵抗力在便携式或手持式检测器的情形中会特别有益。

如图 7A-7D 所示的本发明光电离室的又一个实施例 400 包括第一外壳元件 410 和第二外壳元件 420。与光电离室 200、200a 和 300 相似, 第一和第二外壳元件 410 和 420 分别经由第一外壳元件 410 的边缘 416 的卷边通过比如垫圈环 430 的机械连接器机械连接, 以创建具有腔室体 440 的光电离室 400。

与光电离室 200、200a 和 300 相似, 分析分子及其载气如上所述经由入口 412 进入光电离室 400。一个或多个排出开口或出口 414a 和 414b 提供流动或扩散路径, 通过该路径分析分子及其载气可从光电离室 400 中排出。

腔室体 440 部分地被阴电极 450 的上或内表面包围, 该阴电极可形成于或连接到绝缘盘 454 (例如由电路板制成) 的一侧。在图 7A-7D 的实施例中, 阴电极 450 的直径比盘 454 的直径小。在所示方向中, 盘 454 的下侧装于第一外壳元件 410 的内表面上。电连接可通过如上所述的绝缘盘 454 设置在阴电极 450 和第一外壳元件 410 之间。采集阴电极 450 和绝缘盘 454 通常包括中央通孔 452, 通过该通孔穿过入口 412 的分析分子进入腔室体 440。盘 454 还包括通孔 456 和 458, 分别用于与第一外壳元件 410 的通孔 414a 和 414b 的流体传送。

在图 7B 的方向中, 阳电极 460 的下表面与阴电极 450 的上表面间隔放置, 从而进一步限定腔室体 440。阴电极 450 和/或阳电极 460 的面向该体 440 的表面分别涂覆有如上所述的绝缘(或部分导电)的和/或吸收 VUV 材料的薄层(未示出)。在该方向中, 阳电极 460 安装于或形成于第二外壳元件 420 的下表面上。在图 7A-7D 的实施例中, 第二外壳元件 420 包括通常为环形的绝缘部分 425 和 427、以及中间的通常为环形的导电部分 428。电连接可设置在导电部分 428 和阳电极 460 之间。如上所述, 从 VUV 灯发出并碰撞在绝缘部分 427 上的形成于入口 422 周围的部分

VUV 辐射将不生成光电子，但该 VUV 辐射可以极小离子电流信号产生噪音和干扰。

本发明光电离室的另一个实施例 700 如图 8 所示。它组合了如图 6A-6D 所示的腔室垫圈 330 和 370 的有益机械稳定性、和具有多个外围接头 703 以具有良好的介电性能和对湿度的降低敏感度的第二外壳元件 701(类似于图 5A-5D 所示的第二外壳元件 220a 的设计)。腔室 700 包括与采集阴电极元件 702 相连的第一外壳元件 310。在一较佳实施例中，外壳元件 310 和阴电极元件 702 由非磁性金属制成，并例如通过点焊来机械和电接合。第一和第二外壳元件 310 和 701 分别经由如上所述第一外壳元件的边缘 316 的卷边通过比如垫圈环 330 的机械连接器来机械连接。暴露在内部腔室体中或密封与垫圈 330 或 370 分开的外壳元件 310、电极元件 702 和第二外壳元件 701 的任一或全部表面可涂覆如上所述的绝缘和/或吸收 VUV 材料的薄层。

本发明光电离室的又一实施例 800 如图 9 所示。除了第一外壳元件 801 的设计，它与图 8 所示的光电离室 700 相同。在该情形中，外壳元件 801 的中央部分是闭合的，并且现在(一个或多个)开口 802 的模式是开在离子室的内部开放体的周边区域中的。在该实施例中，未出现图 1 所示的 O 形环 160，从而样气可经由入口 132 自由地直接进入壳体 110 的整个体积内。当气流通过排气管 180 排出壳体 110 时，经由开口 802、以及第二外壳元件 701 和垫圈环 330 之间的空间通过离子室 800 来流动和扩散是自由的。

前面的描述和附图陈述了本发明目前的较佳实施例。当然，对本领域技术人员而言，根据前述示教进行各种更改、添加和可选设计而不背离本发明的范围是显而易见的。本发明的范围通过以下权利要求而不是通过前面的描述来表示。落于权利要求等效物的含义和范围内的所有改变和变化都要包括在其范围内。

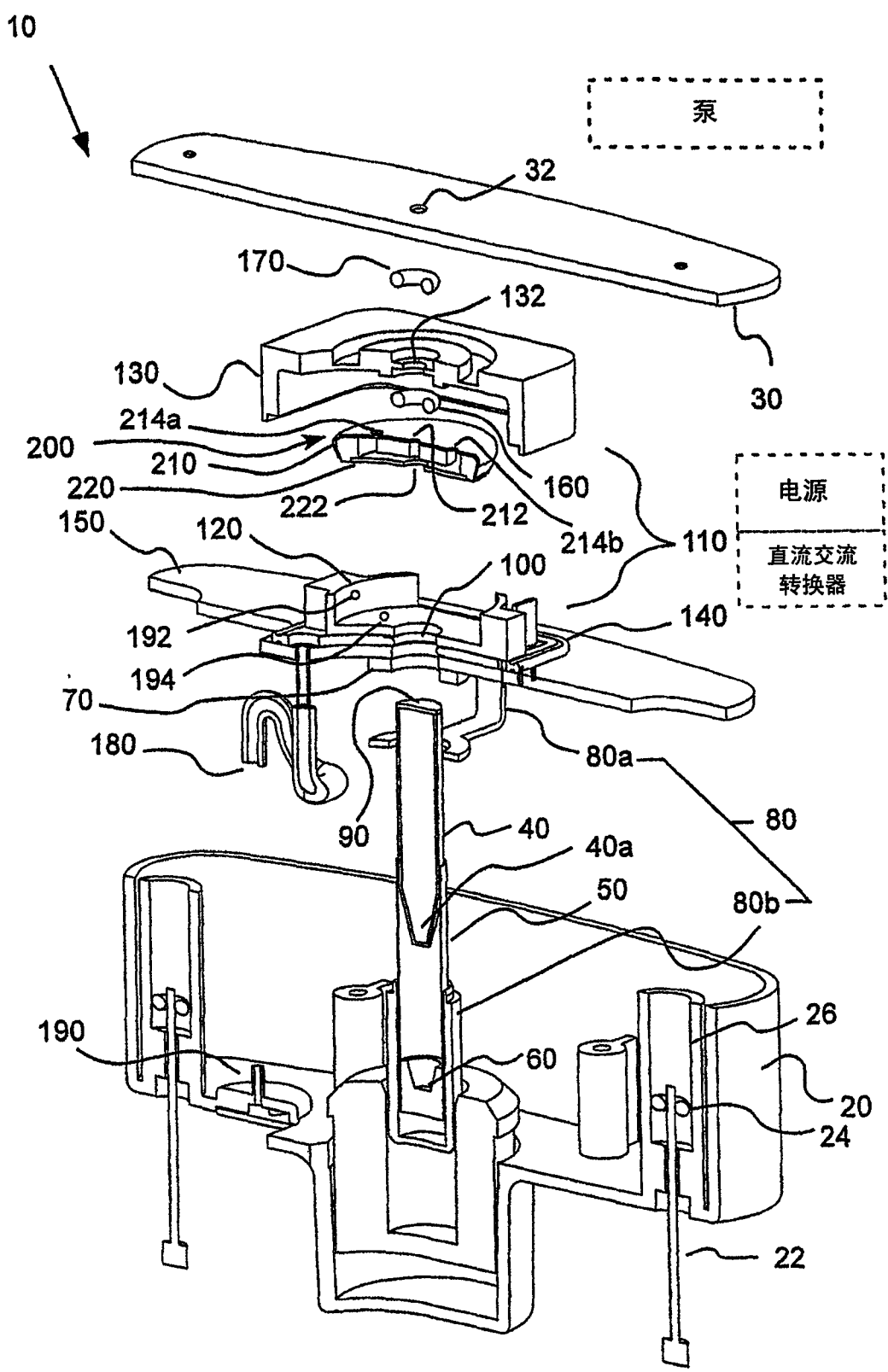


图 1

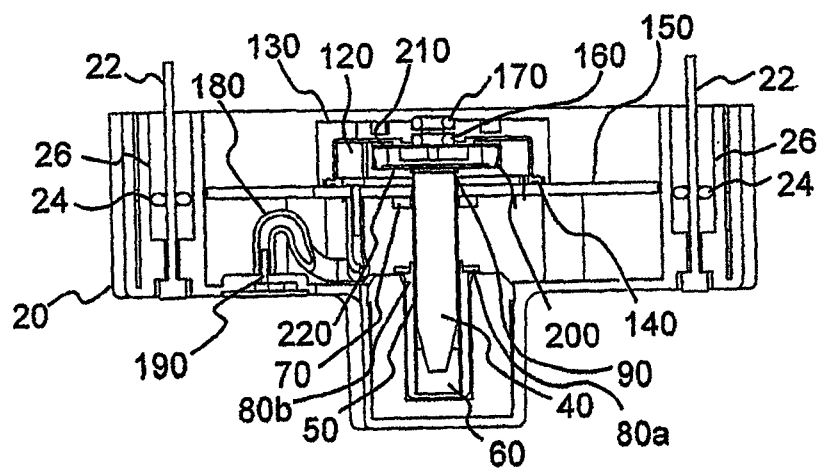


图 2A

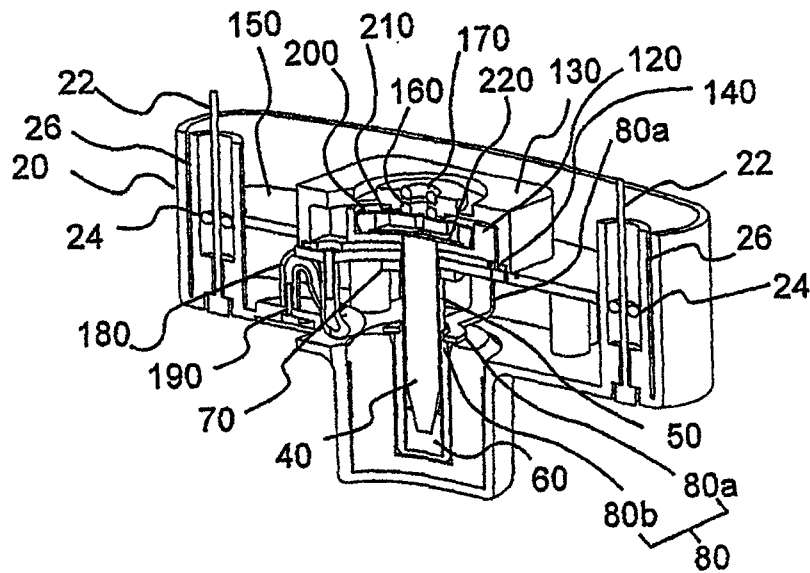


图 2B

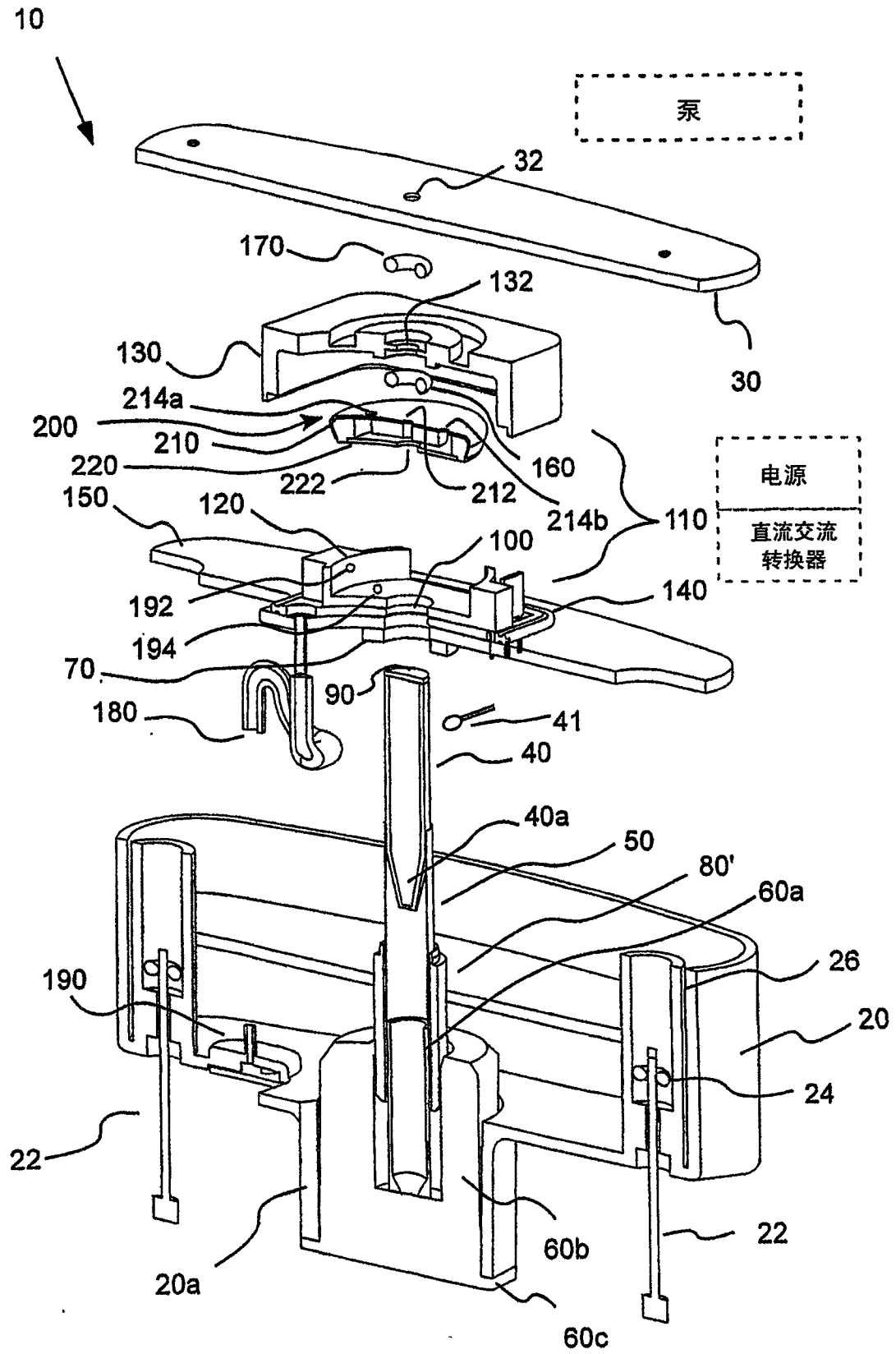


图 20

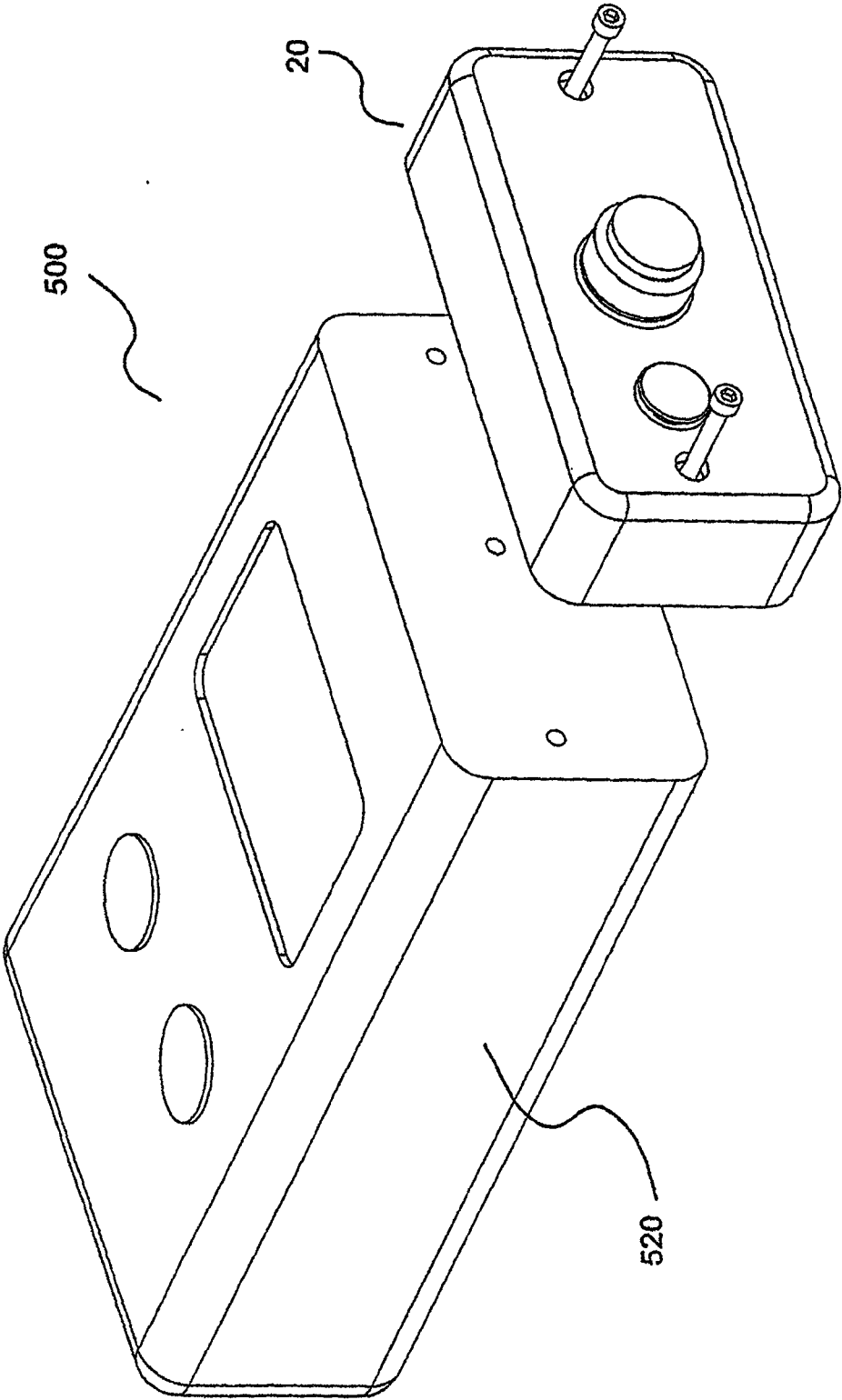


图 3A

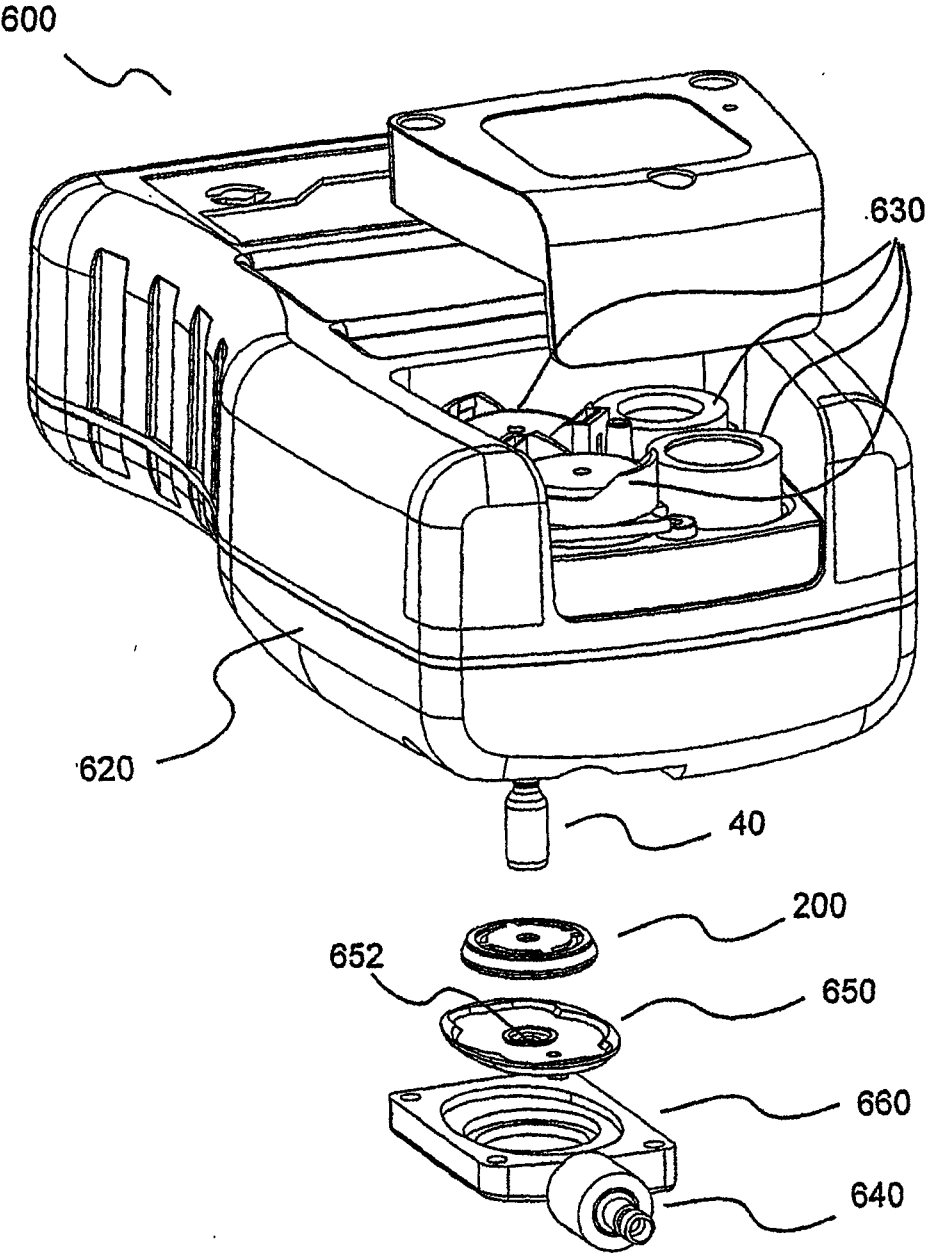
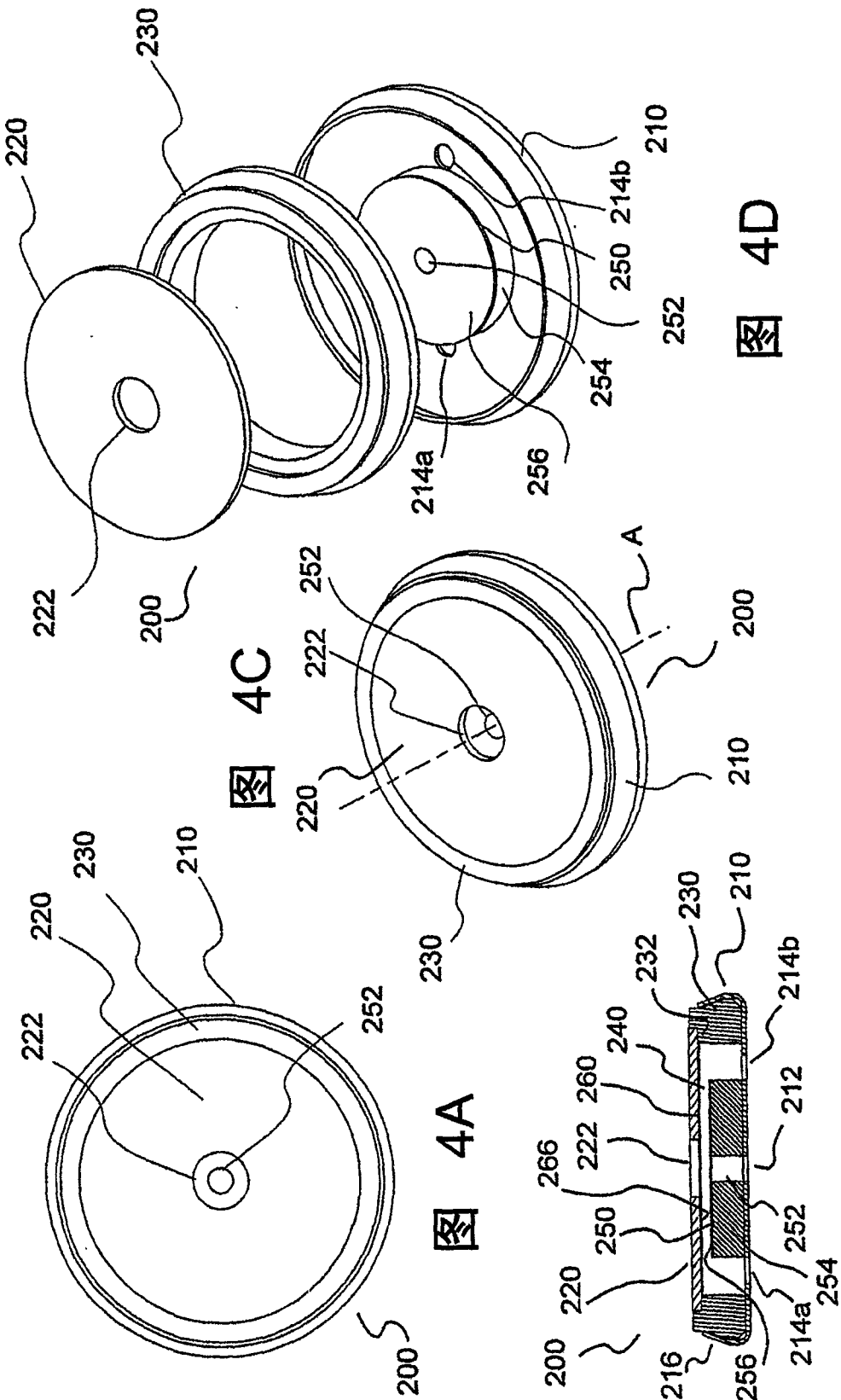
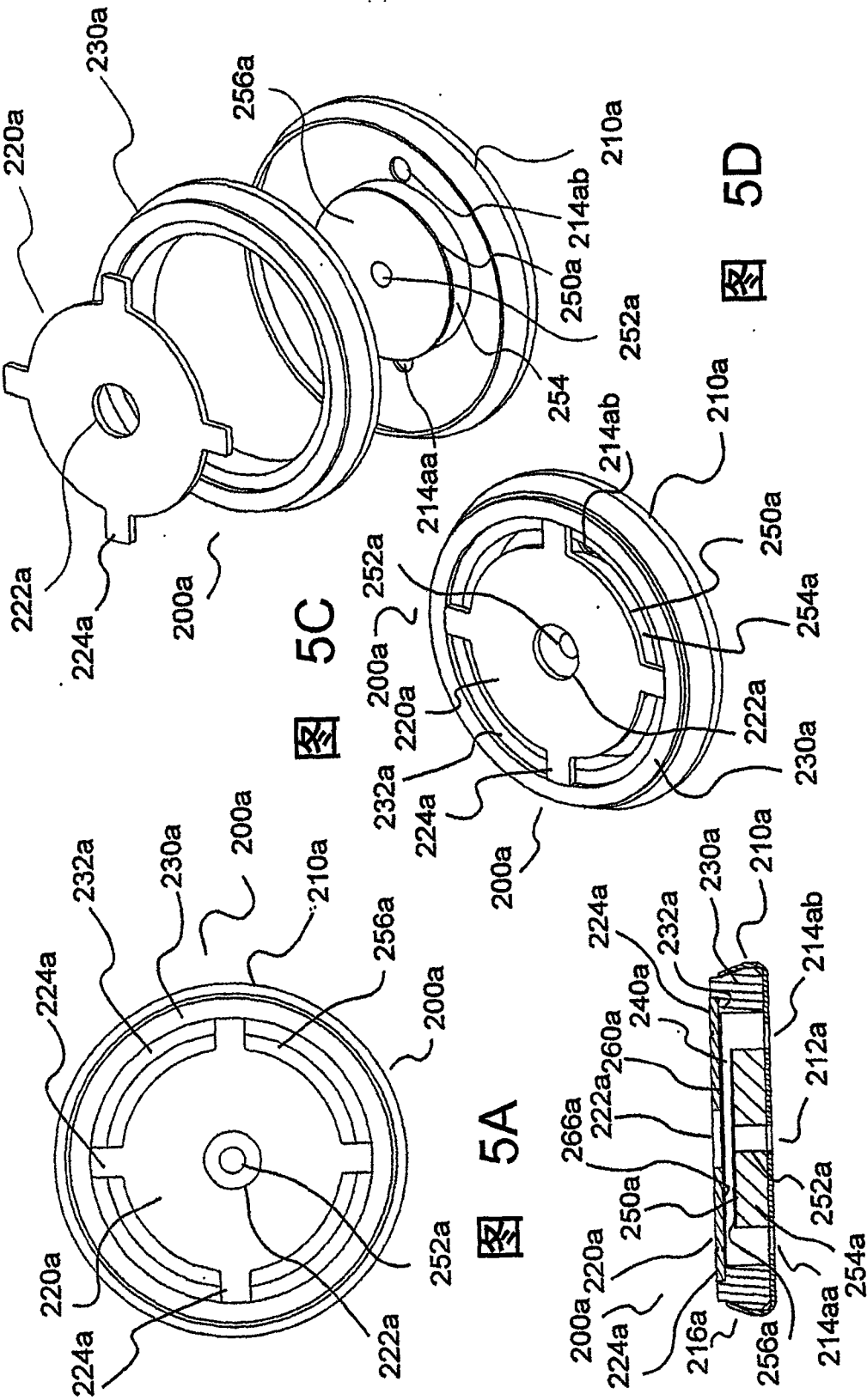
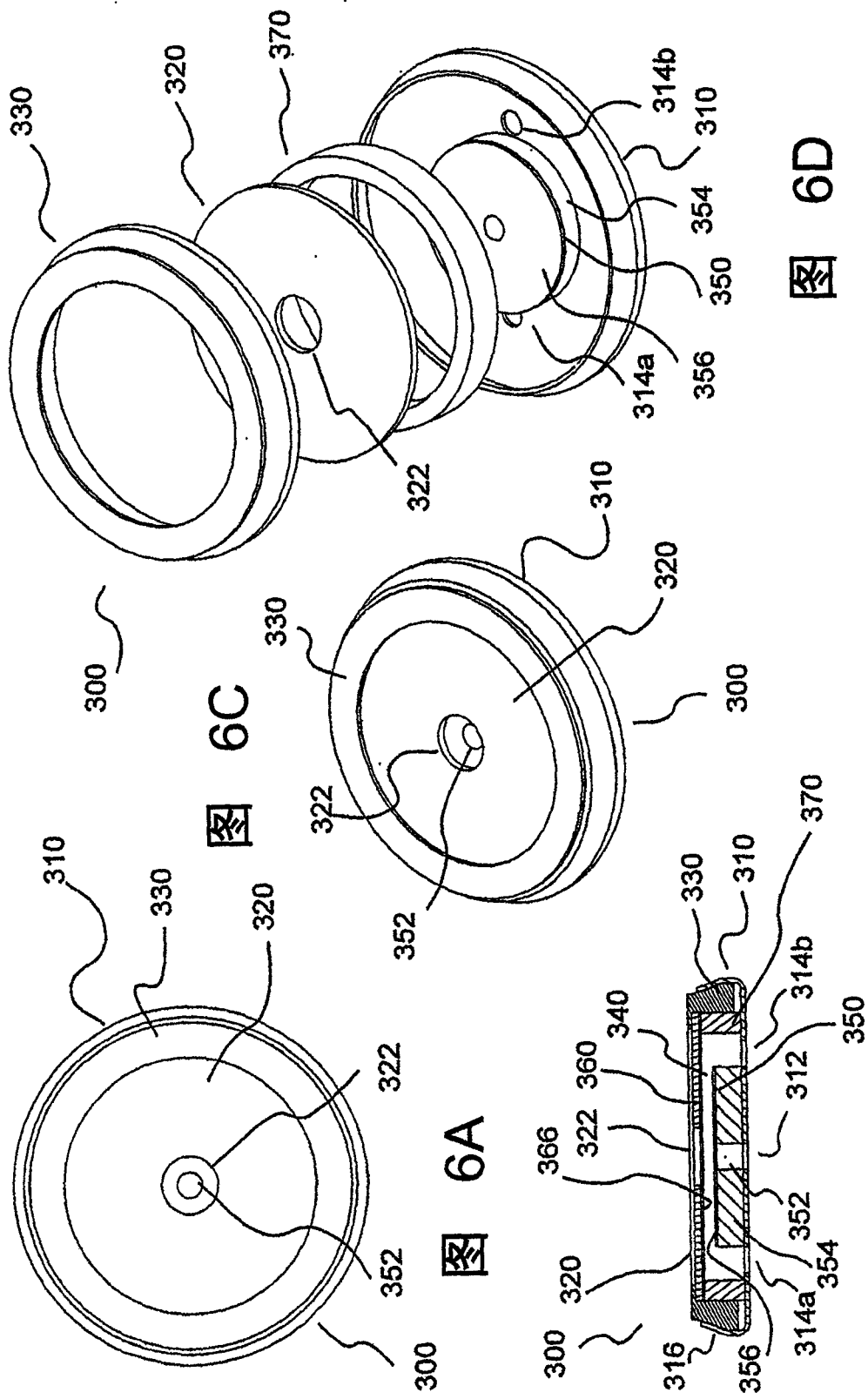
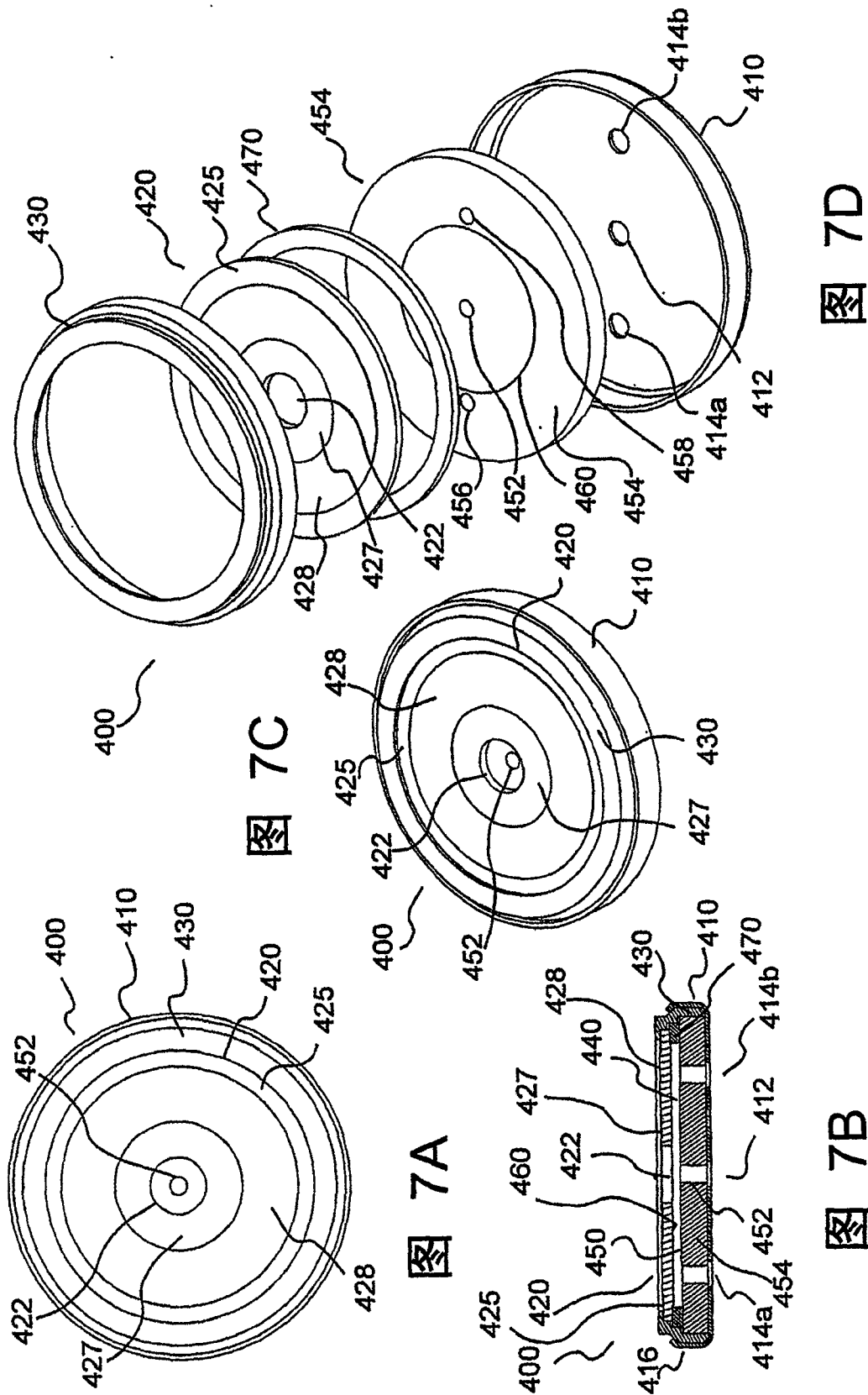


图 3B









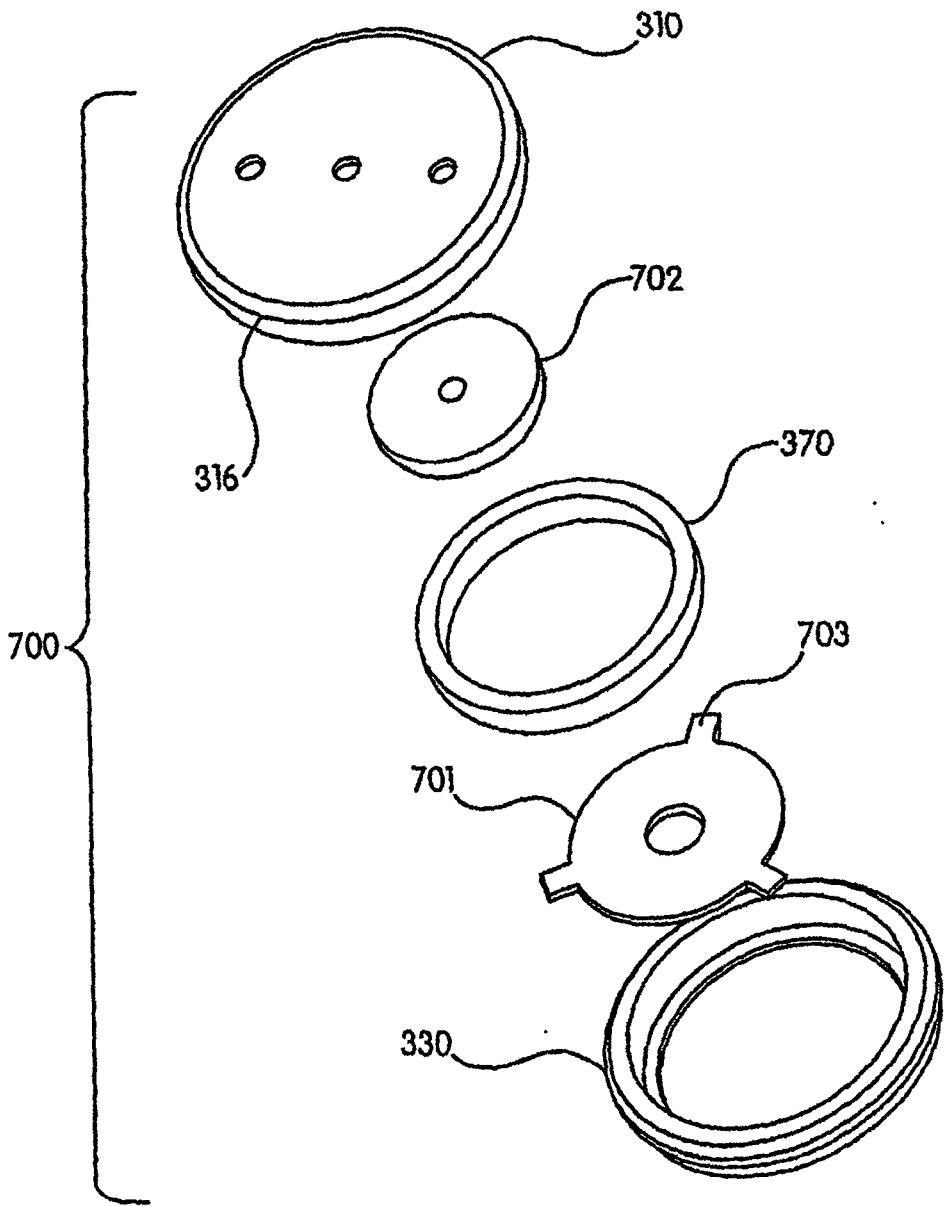


图 8

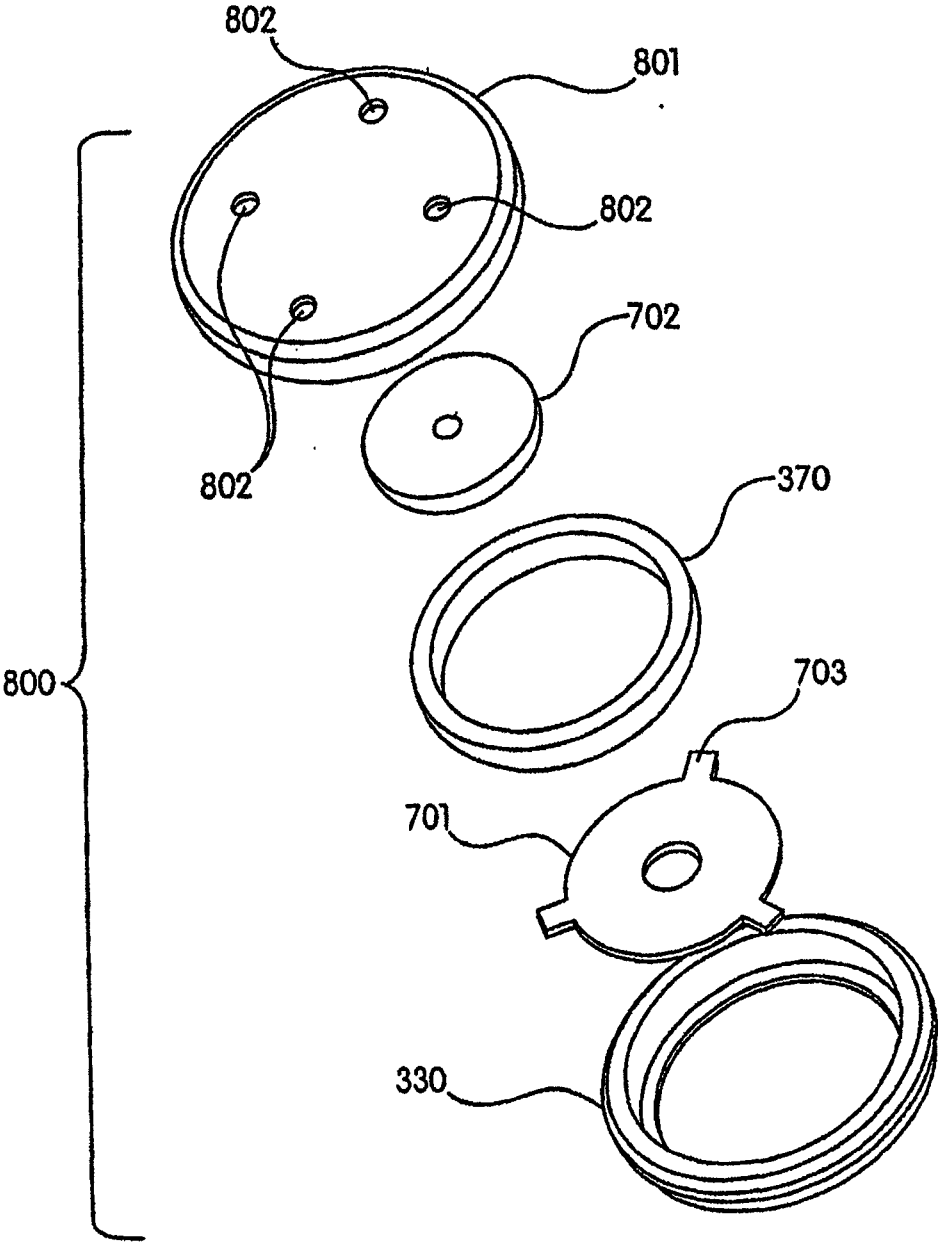


图 9