

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 99816008.3

[43] 公开日 2002年3月27日

[11] 公开号 CN 1342213A

[22] 申请日 1999.12.16 [21] 申请号 99816008.3

[30] 优先权

[32] 1999.1.4 [33] US [31] 09/225,081

[86] 国际申请 PCT/US99/30147 1999.12.16

[87] 国际公布 WO00/40772 英 2000.7.13

[85] 进入国家阶段日期 2001.8.3

[71] 申请人 集勒思公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 肯尼思·多尔仑 卡尔·J·盖卢斯基

普拉萨德·N·贾德吉尔

托马斯·E·赛德尔

[74] 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司

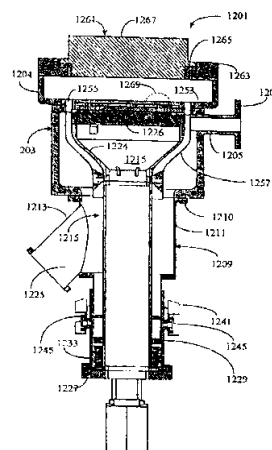
代理人 余刚

权利要求书 3 页 说明书 40 页 附图页数 23 页

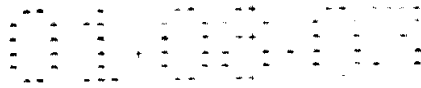
[54] 发明名称 原子层沉积工艺的处理室

[57] 摘要

适用于标准多工具装置(1100)的处理台(1201)具有一个带有晶片支撑面(1307)的垂直传送基座(1215),晶片支撑面(1307)包括一个加热盘(1303)。当其处于低端位置时,可向处理台(1201)传送晶片(1219)或从处理台(1201)取出晶片(1219),当其处于高端位置时,与处理室(1204)中的低端环形开口一起形成一个环形泵取通道。在处理室(1204)低端开口处的可更换环(1253),允许处理过程的泵取速度根据不同的工艺而改变。基座(1215)还带有一个环形罩(1257),环形罩在基座(1215)周围形成环形泵取通道。一个两区加热盘(1303)位于基座(1215)的顶部,与馈通装置(1301)相连,允许快速简单地更换加热盘(1303)。处理室(1204)顶部可拆除,允许用户拆除基座(1215)或加热盘(1303)组件。此系统适用于原子层沉积工艺。



ISSN 1008-4274



权利要求书

1. 一种用于多工具系统的原子层沉积处理台，包括：

最下端带有第一代表性区域的处理室；

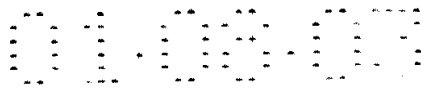
位于处理室部分下面的基底室，基底室部分带有一个真空泵取口、一个衬底传送口和位于处理室环形最下端下面的第二代表性区域，真空泵取口比第一代表性区域要大；

上端带有衬底支撑面的衬底支撑基座，所述衬底支撑面带有第三代表性区域，它比第一代表性区域要小，通过一个允许垂直传送的动态真空密封与传送口下面的基底室相配合；

垂直传送驱动系统，将衬底支撑基座传送至处理室最下端，使其上端的支撑面位于处理位置处，或将所述基座传送至位于泵取口之上，传送口之下的基底室部分中的下端传送位置处；以及

安装到处理室上的可拆卸的气体供应盖，用于根据原子层沉积协议供应气体；

其中，当衬底支撑基座处于处理位置时，衬底支撑基座的跨区域部分和较大的第一代表性区域，形成第一个泵取通道，其具有第一总体有效面积，决定了通过真空泵取口从处理室部分抽取的第一限制泵取速度，当衬底支撑基座处于下端传送位置时，衬底支撑基座的代表性区域和较大的第二代表性区域形成第二个泵取通道，其具有比第一有效面积更大的第二有效面积，允许从处理室抽取的第二限制泵取速度比第一限制泵取速度更大。



2. 根据权利要求1所述的处理室，其中，第一代表性区域由可更换的环组成，因此可以通过更换具有恒定外径和不同内径的可更换环使第一泵取速度发生逐渐地变化。
3. 根据权利要求1所述的处理室，进一步包括一个围绕衬底基座部分的环形罩，其上端开始于上端支撑面，并延伸至上端支撑面以下，其中，位于上端支撑面高度的环形罩泵取面积实质上与第一横截面积相等，这样，环形罩通过位于处理位置的衬底支撑基座与第一代表性区域相配合，迫使所有气体从处理室流入环形罩和衬底支撑基座之间的环形区域中。
4. 根据权利要求1所述的处理台，其中，封闭的处理室最上端的可拆卸的盖装配有可拆卸的密封，这样盖和动态真空密封都可以被拆卸，允许衬底支撑基座从基底室区域向上经过处理室区域被撤出。
5. 根据权利要求4所述的处理台，其中，可更换的盖包括一个气体分布系统，用于向衬底支撑基座支撑的衬底的暴露表面提供均匀的处理气体。
6. 根据权利要求1所述的处理台，其中，衬底支撑基座包括与上端支撑表面平行，并形成处理室真空边界的闭合盘，还包括一个位于处理室壁上与闭合盘热隔离的加热盘，和一个位于加热盘上方与加热盘间留有空隙的电绝缘的接受器，接受器形成上端支撑面。
7. 根据权利要求6所述的处理台，其中，加热盘是带有至少两个分离驱动的加热区的合成加热盘，通过控制分离驱动区的动力达到控制加热盘上温度分布的目的。



8. 根据权利要求 7 所述的处理台，其中，通过至少一个贯穿加热盘的沟槽将内部加热区和外部加热区相分离。
9. 根据权利要求 7 所述的处理台，其中，内部加热区的横截面积与被加热盘加热的衬底的横截面积相等。
10. 根据权利要求 1 所述的处理台，其中，动态真空密封是一个不锈钢风箱。



说明书

原子层沉积工艺的处理室

本发明所属技术领域

本发明的领域涉及用于化学气相沉积 (CVD) 的装置和方法，更具体地说与原子层沉积 (ALD) 工艺相关。

相关文献的交互引用

本发明是以下两项共悬未决申请的部分继续再申请。其中一项是 1997 年 8 月 29 日提交的美国专利申请第 08/920,708 号，名为“用于原子层沉积的垂直堆栈处理反应器和多工具系统”的专利申请。另一项是于 1999 年 1 月 5 日授权的，美国专利第 5,855,675 号（申请日：1997 年 3 月 3 日，申请号：08/810,255，名为“用于化学气相沉积工艺的多用途处理室”）。如上列出的专利申请在此处被完整引用，并且特此声明其提交日期的优先权。

与本发明相关的背景技术

在薄膜技术领域，对更薄的沉积层、在日益增加的衬底面积上获得更好的均匀性、更大的产品产量、和更高的生产能力的的需求已经形成，而且仍将继续成为在各种半导体装置制造中，用于涂层衬底的设备制造所发展起来的技术的背后驱动力。例如，微处理器生产中的工艺控制和均匀的薄膜沉积层直接影响到所得到的时钟频率。同样的因素结合新材料，也决定着单一芯片或装置上的存储体的更高的压缩密度。由于这些装置变得更小，对于更高的均匀性和涂层厚度的工艺控制的需求很大的提高了。

本技术领域中有各种众所周知的技术，可以将薄膜应用到衬底或集成电路（IC）制造步骤中的其它衬底中。在这些已有的可以应用薄膜的技术中，化学气相沉积（CVD）和它的一个已知的变体快速热化学气相沉积（RTCVD）是经常使用的商用化的工艺。原子层沉积（ALD），化学气相沉积的另一个变体，是现在出现的一种相对较新的技术，该技术是一种用于得到均匀性、优良的分步覆盖、和对于衬底尺寸的透明度的潜在的更高级的技术。然而，原子层沉积的沉积速率（典型为 100 埃/分钟）通常比化学气相沉积和快速热化学气相沉积的沉积速率（典型为 1000 埃/分钟）要低。

化学气相沉积和快速热化学气相沉积都是依靠气流的工艺应用，都要求有均匀的衬底温度，并且要求处理室中的前体（化学类物质）具有一定的均匀性，以保证在衬底表面得到所要求涂层的均匀的厚度。当衬底尺寸增加时，这些要求变得更加苛刻，对腔室设计和气流技术提出了更复杂的要求，以保持足够的均匀性。例如，在反应室中，对 75 毫米的衬底的气流、热均匀性和前体分布的工艺控制，要比相同系统中对直径为 200 毫米的衬底的要求要低，当衬底尺寸增加到直径为 300 毫米、直径为 400 毫米也是如此。

化学气相沉积涂层的另一个问题是，由于反应物和反应产物在沉积层表面的狭小空间内共存，导致在每个沉积层中都可能混入反应产物或其它杂质。而且，化学气相沉积中反应物的利用效率低，并受反应室压力降低的负面影响。还有，高度活泼的前体的分子有助于均匀气相反应，这种反应会产生对薄膜质量有害的不希望产生的颗粒。

应用快速热化学气相沉积的公司和快速热化学气相沉积设备的制造商们已试图通过引入限制反应处理（LRP）的概念解决这些问题，在限制反应处理中将单块衬底放到反应室中并在一个适当的辐射源的辅助下对沉积薄膜进行快速加热。快速加热起到活性开关的

作用，并对薄膜厚度提供一个相对其它工艺的更高水平的控制。相对化学气相沉积而言，快速热化学气相沉积还具有更短的工艺时间、总体更低的工艺费用和改良的工艺控制等方面的优点。在本专利应用中，快速热化学气相沉积是超薄均匀薄膜沉积的一种很有前途的新技术。很多设备制造商已经准备将快速热化学气相沉积由研究与开发阶段引入商用竞争领域。

尽管与通用的化学气相沉积相比，快速热化学气相沉积具有明显的优势，这种技术同样存在其固有的问题，例如处理时的温度。更大的表面要求更加苛刻控制的温度，如果达不到，就会造成衬底中的翘曲和错位。而且，在更大的表面面积的要求下，提供一个无污染并且能够承受快速温度变化的高度真空的合适的反应室也变得更为苛刻。

然而，薄膜技术的另一个关键问题是一个系统在许多装置的内在复杂的布局上提供高水平均匀性和厚度控制的能力。这个现象通常是指分步覆盖。就化学气相沉积而言，分步覆盖要比物理气相沉积（PVD）中的瞄准工艺要好，但是，在沉积的最初阶段是没有优先级的，各种活性分子同时吸附导致离散成核。成核区域（岛）向四周和垂直方向生长，最终连接在一起形成连续膜。在沉积的最初阶段，这样的膜是不连续的。其它的因素，诸如分子的平均自由路径、关键布局尺寸和前体的活性，使处理过程进一步复杂化，使得通过化学气相沉积在复杂布局条件下，以足够的分步覆盖沉积的超薄膜，难以得到高水平的均匀性。因此，在分步覆盖方面，快速热化学气相沉积并没有表现出比传统化学气相沉积更显著的优势。

原子层沉积，虽然是一种比化学气相沉积和快速热化学气相沉积费时的工艺，却表现出在复杂布局条件下，得到超均匀薄沉积层的惊人能力。这至少部分归功于原子层沉积不像前面所述的化学气相沉积和快速热化学气相沉积那样依靠气流来工作。原子层沉积不

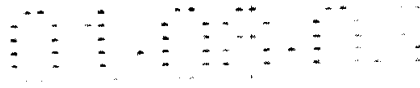
依靠气流的特性使其可以在比传统化学气相沉积和快速热化学气相沉积更低的温度下进行处理。

原子层沉积工艺由衬底沉积层表面的化学吸附完成。原子层沉积技术，基于 80 年代初发展起来的用于解释电致发光显示器中所用的硫化锌 (ZnS) 和绝缘氧化物的多晶和无定形膜的生长的原子层外延 (ALE) 理论。原子层沉积技术基于产生化学吸附的饱和单层活性前体分子的形成原理。在原子层沉积中，适当的活性前体被交替脉冲输送到沉积室中，活性前体注射之间以惰性清洗相间隔。每次前体注射时，都在原有的沉积层上附加一层新的原子层，以形成实心膜的均匀涂层。重复此循环可以得到所需的膜层厚度。

在原子层外延领域，《晶体生长手册》的第三卷第十四章（由 Tuomo Suntola 所著，由 D. T. J. Hurle 编辑，版权于 1994 年属于 Elsevier Science B.V.，该章名为“原子层外延”）是一处讨论了原子层沉积的基本概念的较好的参考文献。此处将该文献引用为背景信息。

为了进一步阐述原子层沉积的基本概念，参见图 1A 和图 1B。图 1A 为形成物质膜 A、B 的原子层沉积工艺最初阶段的衬底表面横剖面图，这里的 A、B 被认为是基本元素物质。图 1A 所示为一集成电路制造阶段中的衬底。在最初的衬底表面上形成元素 A 的致密层。在元素 A 层上形成元素 B 层，并且由配位体 y 形成顶层，如图所示。这些层的形成是通过交替地向衬底表面脉冲输送第一前体 Ax 和第二前体 By 实现的。在前体注射之间，将处理区域抽真空，并注射一个脉冲的清洗气体。

图 1B 所示为此例中用于提供 AB 固体物质的交替脉冲的一个完整过程。在一个循环中，在一段没有气体输入的过渡期后，首先产生第一气体 Ax 的脉冲。然后是清洗气体的中间脉冲，接着的是另一个过渡期。之后产生 By 脉冲，接着是一个过渡期和另一个清



洗脉冲。一个循环包括一个 Ax 脉冲和一个 By 脉冲，每个前体脉冲被清洗气体脉冲分隔。

如上简述，原子层沉积是由化学吸附实现的。最初的衬底处理区域表面具有一层活性配位体。第一次的气体脉冲，在这里是 Ax，导致形成一个 A 层和一层配位体 x 的表面。在清洗后，将 By 脉冲输送至反应区。y 配位体与 x 配位体发生反应，释放 xy，并形成一层 y 的表面，如图 1A 所示。此工艺中循环往复进行，此例中每个循环大约用时 1 秒。

原子层沉积独特的成膜机制与前面所讨论的工艺相比由如下几个优点。一个优点是原子层沉积不依靠气流的特性，这有助于增加衬底尺寸的透明度和反应器设计操作的简单性。例如，由于如上所述的自限制化学吸附现象，可以在相同的反应室中使 200 毫米衬底得到与 100 毫米衬底相同厚度的均匀膜层。进一步讲，一旦形成饱和的单层，沉积层面积在很大程度上与注射前体的量无关。这就允许了简单的反应器设计。再进一步讲，气体动力学在原子层沉积工艺中处于一个相对次要的位置，这就放宽了对设计的约束。原子层沉积工艺的另一个独特的优点是，由于化学物质各自独立地注入原子层沉积反应室中而不是同时进入，避免了由于前体之间的高度活性而对相互的影响。高度的活性，在化学气相沉积中是一个棘手的问题，而在原子层沉积中，则成为了一个优点。高度的活性允许更低的反应温度，简化了化学处理工艺。另一个独特的优点是化学吸附的表面反应，有助于在复杂布局结构上实现近乎完美的分步覆盖。

虽然原子层沉积在薄膜沉积中有如上文所述的许多优点，原子层沉积至今还没有以一种可被采纳的方法应用到商业工艺中。这主要是由于系统和体系结构方面的问题。例如，许多原子层沉积系统的起步开发都使用批量处理室的方法。这主要是因为原子层沉积和

与其竞争的工艺，诸如化学气相沉积和快速热化学气相沉积相比，具有固有的较低的沉积速率。在批量处理室中，可以同时处理（并行）多个衬底，使生产能力提高。

不幸的是，批量处理同样有其内在的缺陷，通过批量处理解决原子层沉积对生产能力的限制，往往会导致这样或那样的问题。例如，在批量处理器系统中，一个批量反应器中衬底与衬底之间和一个批量与另一个批量之间的衬底的交叉污染是一个严重的问题。批量处理还限制了工艺控制，衬底与衬底和批量与批量的工艺重复性，而且妨碍了背面沉积的解决。所以这些因素严重影响了总体的系统维护、产量和可靠性，进而影响到净生产能力和生产率。在申请此专利时，工业界中还未见对原子层沉积的这些问题的纠正，使其可以用于商用生产。

目前所明确需要的是一种独特的创新的，具有高生产率的原子层沉积系统体系结构和气体传送系统，应该允许处理多个衬底并提供具有吸引力的生产能力和产量，同时谨慎地使用昂贵的清洁室和相关的生产空间。本发明讲授了一种可以解决并克服原子层沉积技术目前所存在的局限性的系统方法，使原子层沉积系统具有商业生存能力。

发明简述

本发明的一个优选实施例中提供了一个用于多工具系统的原子层沉积处理台，包括一个最下端带有第一代表性区域的处理室；一个位于处理室下面的基底室，基底室带有一个真空泵取口、一个衬底传送口和位于处理室环形最下端下面的第二代表性区域，真空泵取口比第一代表性区域要大；一个上端带有衬底支撑面的衬底支撑基座，衬底支撑面带有第三代表性区域，它比第一代表性区域要小，通过一个允许垂直传送的动态真空密封与传送口下面的基底室相配合；一个垂直传送驱动系统，将支撑基座传送至处理室最下端，



使其上端的支撑面位于处理位置处，或将基座传送至基底室中的下端传送位置处，位于泵取口之上，传送口之下；和一个安装到处理室上的可拆卸的气体供应盖，用于根据原子层沉积协议提供气体。当衬底支撑基座处于处理位置处时，衬底支撑基座的代表性区域和相对较大的第一代表性区域形成第一个泵取通道，其具有第一总体有效面积，决定了通过真空泵取口从处理室抽取的第一限制泵取速度，当衬底支撑基座处于下端传送位置时，衬底支撑基座的代表性区域和相对较大的第二代表性区域形成第二个泵取通道，其具有比第一有效面积更大的第二有效面积，使从处理室抽取的第二限制泵取速度比第一限制泵取速度更大。

在一些实施例中，第一代表性区域由可更换的环组成，因此可以通过更换具有恒定外径和不同内径的可更换环，使第一泵取速度发生逐渐变化。还可以包括一个围绕衬底基座的环形罩，其上端到达上端支撑面，并向下穿过上端支撑面，其中，位于上端支撑面高度的环形罩抽真空区域面积与第一横截面积相等，这样，环形罩通过位于处理位置的衬底支撑基座与第一代表性区域相配合，迫使所有气体从处理室流入环形罩和衬底支撑基座之间的环形区域中。

在优选实施例中，封闭处理室最上端的可更换的盖装配有可更换的密封，这样盖和动态真空密封都可以被拆卸，允许衬底支撑基座从基底室区域向上经过处理室区域收回。优选实施例中可更换的盖包括一个气体分布系统，用于向处理室中衬底支撑基座上的衬底的暴露表面提供均匀的处理气体。

在一些情况下，衬底支撑基座包括与上端支撑面平行，并形成处理室真空边界的闭合盘，还包括一个位于处理室壁上与闭合盘热隔离的加热盘，和一个位于加热盘上方与加热盘间留有空隙的电子隔离的接受器，接受器形成上端支撑面。加热盘是带有至少两个分离驱动的加热区的合成加热盘，通过控制分离驱动区的动力达到控

制加热盘上温度分布的目的。这些情况中使用至少一个贯穿加热盘的沟槽将内部加热区和外部加热区相分离。在优选实施例中，内部加热区的横截面积与被加热盘加热的衬底的横截面积相等。在一些优选实施例中，动态真空密封是一个不锈钢风箱。

本发明的不同实施例提供了一种以原子层沉积工艺处理半导体晶片的灵活有效的方法，下面将详述本发明的各个部分。

附图简要描述

图 1A 所示为现有的原子层沉积工艺的图解说明；

图 1B 所示为原子层沉积气体脉冲的典型时序图；

图 2 所示为根据本发明的一个实施例的低外形紧凑型反应器单元的立体视图；

图 3A 所示为图 2 中的紧凑型反应器单元的立体图，并示出了根据本发明的一个实施例的活叶式阀门和凸缘；

图 3B 所示为图 2 中的根据本发明的一个实施例的两个紧凑型反应器单元的右视图；

图 4 所示为根据本发明的另一个实施例的带有载荷锁定装置的垂直堆栈紧凑型原子层沉积反应器 27 的正视图；

图 5 所示为根据本发明的一个实施例的原子层沉积垂直堆栈系统体系结构的正视图；

图 6 所示为根据本发明的一个实施例的可在单个低外形紧凑型原子层沉积反应器单元中处理多个衬底的低外形紧凑型原子层沉积反应器的平面图；



图 7 所示为根据本发明的另一个实施例的生产系统 19 的俯视图；

图 8 所示为图 2 中根据本发明的一个实施例的堆栈紧凑型反应器单元的后视图；

图 9 所示为根据本发明的一个实施例的气体循环和前体分离密封系统图；

图 10A 所示为业内所知并用于本发明的一个实施例中的基于多工具的处理系统的理想平面图；

图 10B 所示为业内所知的传统化学气相沉积处理台的一个概略的横截面正视图；

图 11A 所示为根据本发明的一个优选实施例的多功能处理台的立体图；

图 11B 所示为图 11A 中的多功能处理室的分解图；

图 11C 所示为图 11A 中的多功能处理台装置的立体截面图；

图 11D 所示为图 11A 中的多功能处理室在处理模式下的截面正视图；

图 11E 所示为图 11A 中的装置在传送模式下的截面正视图；

图 12 所示为图 11E 中带有电子馈通装置的基座元件的截面正视图；

图 13A 所示为图 12 中的电子馈通装置的横截面正视图；

图 13B 所示为由图 13C 截面线 13B - 13B 所截的馈通组件主体的截面图；

图 13C 所示为图 13A 中的馈通装置的俯视图；

图 14A 所示为图 12 中的陶瓷绝缘阻挡层的侧视图；

图 14B 所示为图 14A 中的绝缘阻挡层的平面图；

图 15A 所示为根据本发明的一个实施例的两区加热盘的立体图；

图 15B 所示为图 15A 中的加热盘的平面图；

图 15C 所示为图 15A 中的加热盘的侧视图；

图 16A 所示为根据本发明的一个实施例的连接杆的立体图；

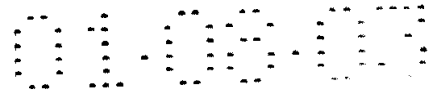
图 16B 所示为图 16A 中的连接杆的从一端观察到的视图；以及

图 16C 所示为图 16A 和图 16B 中的连接杆的截面图。

优选实施例的详细描述

使用单独堆栈模块的原子层沉积系统

在企图将原子层沉积技术商用化的过程中，批量型原子层沉积系统中，衬底在不同的面上进行涂层和布置，而且大量的衬底在单一的反应器中同时涂敷。批量型原子层沉积系统从生产能力来看具有吸引力，但在本发明的发明人看来，这种大规模批量系统与下面几个实施例中将要讲到的具有单路气体通道的紧凑型低外形系统相比，存在着几个严重的缺点。这些不利在于：

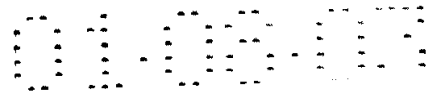


- a) 批量系统中的气体脉冲不能像紧凑型单一衬底系统中那样迅速剧烈;
- b) 多衬底系统难以避免背面沉积。为了避免背面沉积,需要将单一衬底夹持在带有诸如静电卡盘等设备的专用加热器上;
- c) 与单一衬底系统相比,在大批量系统中等离子体清洁是无效的。而在单一衬底系统中,等离子体清洁可以实现维护清洁之间的很长的一段时间;
- d) 气体损耗的影响是批量工艺反应器中一个严重的工艺限制,而且在批量系统中很难得到解决;以及
- e) 批量处理器在工艺控制、衬底的重现性、工艺变化和维护方面的灵活性都比单一衬底系统要差。而且,批量处理器也不能方便地安装到具有相对小的覆盖面积的多体系结构中。

由于这样和那样的原因,本发明的发明人开发了一种包括低外形紧凑型原子层沉积反应器(LP-CAR)的原子层沉积工艺,这种反应器减少了内部体积和外部高度,允许快速气体转换和增强的工艺控制,还允许独特的系统体系结构。这个独特的系统体系结构包括一个与串行集成的多方案相适应的垂直堆栈的多单元系统。

在如下所述的实施例中,发明人讲授了一种独特的低外形紧凑型反应器和生产中用于原子层沉积反应器的独特的系统体系结构,这就解决了批量型原子层沉积系统的限制特征。

在本发明实施例中的低外形紧凑型原子层沉积反应器的独特设计中,通过快速气体转换提高生产能力,快速气体转换在一定程度上是通过减少相对于被涂敷表面面积的反应器内部处理体积来实现的。单一衬底反应器的长和宽由所推荐的最大衬底尺寸所确定,



通常是衬底直径的 1.5 倍 (如果衬底是圆形的话), 而反应器的内部高度是内部体积的控制尺寸。在本发明的实施例中, 发明人还意识到通向被涂敷衬底表面的单一、无阻碍气流通道的优势, 这样的气体通道可以在一个共用盘上对衬底表面进行涂敷。

原子层沉积工艺必须具有边界层条件和合适的气流, 而且需要有可选的等离子体盖设计。除此以外, 原子层沉积工艺还要求处理室中有一个衬底加热器, 以便在处理过程中加热衬底, 另外还对气体输送和气体抽空系统有特殊的要求。满足了所有这些要求, 就得到了本发明的实施例中适用于处理单一衬底的低外形紧凑型原子层沉积反应器。如下文实施例中所述, 低外形是指反应器的高度相对于其水平尺寸的定义。低外形紧凑型原子层沉积反应器的高度相对于其水平尺寸的比率, 在不同的实施例中依据特定的系统要求而不同。在下面的实施例中, 高度与水平尺寸的比率通常小于 1, 可以低至 0.2。0.65 是这里的实施例中常见的比率。

在本发明的实施例中, 低外形紧凑型原子层沉积反应器是可以独立控制的反应器, 可作为一个独特结构的组成模块, 用于解决生产能力问题和达到工艺流程所需的灵活性。优选实施例中的低外形紧凑型原子层沉积反应器是垂直堆栈的, 提高了现有工艺不动产的有效利用。这种垂直堆栈结构被发明人命名为 VESCARTM, 意义为垂直堆栈紧凑型原子层沉积反应器。

在如下所述的一些实施例中, 垂直堆栈紧凑型原子层沉积反应器系统可以进行单机设置, 其中, 衬底通过盒式载荷锁定子系统装备到垂直堆栈紧凑型原子层沉积反应器单元中并被其所接受。在另一个实施例中, 一个或多个载荷锁定装置和一个或多个垂直堆栈紧凑型原子层沉积反应器单元与一个多工具处理系统相连接, 多工具处理系统接口还包括原子层沉积之外的处理子系统, 例如化学气相沉积、物理气相沉积、清洁和光刻技术等。

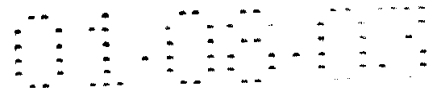


图2是根据本发明的一个实施例的紧凑型反应器单元**33**的概略的立体图，用一个单一平面表示被涂敷的衬底表面，并具有通向该衬底平面的单一的气流通道。如上所述，本发明一个优选实施例中，位于反应器单元的一个侧面的衬底 I/O(输入/输出)孔**53**配有阀门，这还将在下文中详尽说明。

气流从处于被处理位置处的被加载的衬底**45**上方，沿水平方向通过，气流方向与发生沉积的衬底**45**的表面大致平行，气流从一端进入（入气）从另一端流出（出气）。前体（化学类物质）被交替地脉冲输送入反应器单元**33**中，紧跟着一个气体清洗脉冲，如上文中图1B中所示。在本实施例中，气体如图中方向箭头所示由右端（入气）向左端（出气）流动。在另一个实施例中，气体由左向右流动。在一个实施例中，反应器本体上有进气和排气歧管。

紧凑型反应器单元**33**可用本技术领域中所知的任何适当的材料制造，例如不锈钢、铝、合成石墨或其它可以承受应用中的真空，并具有本技术领域沉积室所应具有的其他特点的材料。在一个实施例中，采用在反应器单元**33**中添加结构肋的方法用以增加真空条件下的强度。本实施例所示的紧凑型反应器单元**33**具有高度 h 和用以容纳至少一个单一沉积衬底的长宽尺寸。可以根据不同衬底尺寸进行放缩，从很小到直径400毫米或更大。

相对水平尺寸而言，衬底所在区域**49**的实际高度 h_i 是一个非常重要的参数，因为此高度有助于确定发生气体脉冲输送和沉积作用的反应器的内部体积。控制反应器的外部高度可以得到低外形，这有助于在下文将要详述的系统结构下，实现上文所提到的反应器堆栈。根据本实施例的低外形紧凑型原子层沉积反应器单元中的，反应区域的内部高度进行单独控制，可以得到相对于被涂敷衬底面积的实际的最小反应室体积，这样可以达到最大程度的气体利用并增强快速气体转换。反应器的内部形状应使注射入反应器的增强

气体前端形成一个均匀截面、应最大程度地减少反应器内部体积、并应在涂敷衬底表面的气体通路中保持足够的间隙使通向衬底的气流不被阻碍。

在 300 毫米直径的衬底所用的低外形紧凑型原子层沉积反应器中，本发明实施例中较好的内部高度应为 1 英寸，但一个实施例与另一个实施例间略有变化。发明人认为，反应器内部高度与水平内部尺寸的比率最好应不高于 0.25，以保证快速气体转换和有效的前体利用。

在一些实施例中，衬底所处区域 49 的底面上有用于支撑衬底的可伸缩的提升销（图中未示）。销的数目通常是三个或更多，将其按照一定形式布置以使衬底保持水平。

衬底提升销，通常用于快速热化学气相沉积工艺反应室中衬底的水平支撑。一些实施例中，衬底提升销是衬底托盘的一部分。另一些实施例中，销被制造在反应室上。通常将衬底提升销置于衬底表面的某一点，用于提供一个较小的热下降区，并避免涂层表面异常。在使用较多热量，诸如快速热化学气相沉积工艺，或是需要对衬底进行两面同时处理的场合中，这种准则显得尤为关键。在一些实施例中，在处理过程中使用一个具有适当热容量的平面静电卡盘（ESC）用于固定衬底并避免背面沉积。

在处理过程中，对紧凑型反应单元 33 进行加热和冷却。区域 51 所示为一个热间隔区，其中，装有诸如热阻线圈的加热装置。区域 47 包括，通过反应器单元 33 表面的冷却管线。对于本技术领域的专业人员显而易见的是，不同工艺中使用的不同化学类物质或前体而言，在紧凑型反应器单元 33 内部，在处理过程中应保持不同的温度。因此，发明人试图使沉积技术领域使用的各种加热和冷却方法在本发明的不同实施例中变得适用。同样，区域 51 也包括

多种传热单元，以便在不同时间量度下以所需要的水平进行传热，例如，以便于就地逐渐冷却等。

图 3A 是根据如图 2 所示实施例的紧凑型反应器单元 **33** 的简化立体图，其中，带有用于覆盖或暴露孔 **53** 的活叶式遥控阀 **52**。在处理过程中将此阀关闭，在将衬底移入或移出低外形紧凑型原子层沉积反应器时将此阀打开。在本实施例中，孔 **53** 周围为真空密封 **46**。在一些实施例中，也可以用 O 形环、四方形环、金属密封或本技术领域中的其它真空密封方式。阀 **52** 紧贴着真空密封，用于隔离操作过程中的单元。在一些实施例中，闸门阀 **52** 后面带有一个凸缘 **54** 和用于一个用于与下文中所将详述的生产体系结构中的，真空室分界壁的非真空侧相密封的真空密封 **48**。

本技术领域中，有多种已知的方法可实现对闸门阀 **52** 的自动控制。在本发明的优选实施例中，阀门是一个活叶式阀门，凸轮操作电机械装置被装配到反应器单元 **33** 的一壁上和阀门的枢轴臂上(图中未示)。在不背离本发明精神和范围的前提下，可以实现很多种装配方案，用于装配用于开闭闸门阀 **52** 的凸轮型装置。电控凸轮装置对于本技术领域和发明人而言，是常见和熟知的。

这里的实施例只是，如何提供用于输入/输出口的闸门阀 **52** 的低外形紧凑型原子层沉积反应器 **33** 的一个例子。在另一个实施例中，活叶式阀门可以在上方而不是在下方与枢轴相连。在另一个实施例中，可以使用凸轮操作的拉门代替活板门。在优选实施例中，出于设计和实现的简单性的考虑，使用了活叶门。

对于本领域的专业人员显而易见的是，凸缘 **54** 和闸门阀 **52** 的实际形状可以在不背离本发明精神和范围的前提下发生相当大的变化。例如，凸缘 **54** 可以是圆角长方形或是椭圆形。同样，闸门阀 **52** 也可以采用与如上所述不同的样式。在一些实施例中，在密封接口中，也可以不将凸缘作为反应器本体上的一部分。



图 3B 是根据如图 3A 所示实施例的，两个紧凑型反应器单元的侧视图，所示为由凸缘 **54** 和真空室分界壁 **42** 所组成的真空接口。根据本发明的实施例，垂直堆栈紧凑型原子层沉积反应器系统的一部分非室壁侧面用于支撑反应器 **33a**、**33b** 和图中未示的其它反应器的堆栈固定物或支架。用于支撑反应器，并保持其垂直布局的堆栈固定物或支架，采用诸如不锈钢或其它任何可支撑单个反应器，并经受可能发生的尺寸变化的耐用材料。这一点对于本领域的技术人员来说，是显而易见的。固定装置用于将一个或多个元件与系统中的一个共享接口连接，这是相对常见的，并为本领域的技术人员所熟知的。本发明中堆栈固定装置的一个重要特点是它可以平等准确地放置每个反应器单元，这利于衬底顺利地可重复地传送并承重。在一个实施例中，支架形式的固定装置带有用于实现适当定位的可更换垫片。另一个实施例中，通过螺纹等实现准确的定位。

在不同的实施例中，必须在垂直堆栈的低外形紧凑型原子层沉积反应器单元之间留有间隙，保持每个反应器下端的热区和相邻反应器上端的冷区之间的热隔离。同样，处于最上端和最下端的低外形紧凑型原子层沉积反应器，也应具有与堆栈中其它反应器同样的热环境。

如图 3B 所示，室壁 **42** 左面的区域是如下所述的垂直堆栈系统中真空传送室的真空区域。可以通过传统的紧固方法和硬件，例如套接销，将凸缘 **54** 固定到室壁上。在一个替代方案的实施例中，配合凸缘通过焊接固定到室壁上，将凸缘 **54** 固定到配合凸缘上，通过这种方法完成连接。在这种情况下，配合凸缘带有调整销，与凸缘 **54** 中的孔相配合。这些装置可以有許多可能的形状和布局。这里只说了其中的一些，这一点对于本领域的技术人员来说，是显而易见的。

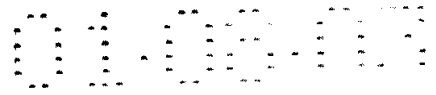


图 4 所示为与本发明生产系统实施例中的盒式载荷锁定 **21**，直接连接的垂直堆栈紧凑型原子层沉积反应器系统 **27** 的正视图。在该实施例中，预处理后的衬底被加载到盒式载荷锁定装置中。在此结构中，分隔清洁室和处理室的壁上，有一个用于将盒式载荷锁定 **21** 与垂直堆栈紧凑型原子层沉积反应器单元 **27** 相连接的孔。用于生产系统的这种清洁室连接方式，可保存珍贵的清洁室空间，这在本技术领域是众所周知的。

垂直堆栈紧凑型原子层沉积反应器系统 **27**，包括带有壁 **42** 的真空处理室 **32**（参见图 3B）和具有水平垂直伸展能力的 Z 轴自动装置 **31**，此处所示为其伸入盒式载荷锁定 **21** 中的情形。带有预处理后的衬底的盒就位，Z 轴自动装置 **31** 拾取衬底，将其移入垂直堆栈紧凑型原子层沉积反应器单元 **27** 中，一旦到达垂直堆栈紧凑型原子层沉积反应器单元 **27** 中，Z 轴自动装置 **31** 旋转 180 度，将衬底置于反应器单元的适当垂直位置上，其上，如图中所示与垂直堆栈结构中的 **10** 个位置（a-j）连接到真空壁 **42**。

如图 4 所示的一个摞一个的 10 个低外形紧凑型原子层沉积反应器单元，是发明人基于保存不动产的同时解决生产能力问题所提供的一个实际的数目。本发明的一些实施例中，Z 轴自动装置 **31** 有多于一个的伸长和传送臂，和/或避免任何生产能力限制的多个末端操纵装置。加工完的衬底按照与上文所述装载工艺相反的顺序被卸载，并重新放回盒 **79** 中。

图 4 中所示的垂直堆栈紧凑型原子层沉积反应器结构是一个最小成本解决方案，并且是进一步集成多个复杂垂直堆栈紧凑型原子层沉积反应器结构的出发点。而且，所示的体系结构也是使用多个低外形紧凑型原子层沉积反应器单元，用于开发工艺顺序等过程的一个良好的工艺研究和开发构造。图 4 中的垂直堆栈紧凑型原子层



沉积反应器系统，所开发的工艺可以被扩展到如下所述的更复杂的工艺方案中。

图5是根据本发明一个实施例的原子层沉积生产系统**19**的正视图。此处所述的各种元件的独特合成方式和自动化，有效地解决了多个传统的原子层沉积所面临的问题。这里所提到并将在下文中详细讲述的实施例为现有的原子层沉积和其它竞争工艺中存在的低沉积率、不充足的生产空间的使用和其它问题提供了一个实质性的解决方案。

参见图5，垂直堆栈紧凑型原子层沉积反应器**27**，包括带有用于与分离的紧凑型反应器单元**33a-j**相连接的，带有垂直接口的真空室**32**，如上文所述请参见图4。紧凑型反应器单元**33a-j**可以单独地或与真空室一起承受适当的真空。每个紧凑型反应器单元**33a-j**中的活叶式阀门允许独立抽真空（阀门关闭）或与真空室**32**共享真空（阀门打开）。每个反应器单元上的独立设备允许抽真空、清洗、处理气体的流动和适当的阀门动作，包括上文所述的活叶式阀门的加载和卸载，允许衬底向垂直堆栈反应器和从真空处理室**32**的传送。

在不背离本发明的精神和范围的前提下，垂直堆栈紧凑型原子层沉积反应器**27**，可以有比图4、图5所示更多或更少的紧凑型反应器单元。这一点对于本领域的技术人员来说，是显而易见的。此处所述的实施例参见图5，有10个反应器单元**33a-j**。然而，在本发明的实际应用中，垂直堆栈紧凑型原子层沉积反应器**27**会包括尽可能多的反应器单元，用于提高生产能力，达到与现有的商用工艺竞争的目的。反应器的数目由可用的垂直空间的实际条件所限制，并且需要与用于此目的的处理设备的能力相匹配。

室**32**中的Z轴自动装置**31**，用于向反应器单元**33a-j**装载和卸载衬底，并与其它物料处理设备相连接。Z轴自动装置编程**31**可向

垂直和水平方向延伸,并且已编程与每一个紧密型反应器单元 **33a-j** 相连接。在本实施例中,还可对 Z 轴自动装置编程,使其以任何所要求的顺序装载或卸载衬底。例如,衬底可以由下向上装载,可以由上向下装载,可以由中间向上装载等。而且衬底还可以从一个紧密型反应器单元中拿出,重新装载如另一个紧密型反应器单元中。任何顺序都是可能的。在一些实施例中,可以有多个衬底处理设备,例如,与单一的 Z 轴自动装置结合的末端操纵装置之类。

紧凑型反应器单元 **33a-j** 沿着室 **32** 的一壁与室 **32** 连接,并且被精心地放置以保证 Z 轴自动装置的无误差装载和卸载,反应器通过真空密封与室连接,并由处于室 **32** 外的支架组件支撑,下文中将配合图对此加以详细说明。

在此实施例中,真空中心自动化衬底处理器 **23** 通过闸门阀 **29** 与垂直堆栈紧凑型原子层沉积反应器 **27** 相连接。闸门阀 **29** 是一个真空阀,它在衬底传送之间,将垂直堆栈紧凑型原子层沉积反应器单元 **27** 与多工具处理器分隔开。传送机械装置 **43** 通过旋转机械装置 **25** 工作,将衬底装载到 Z 轴自动装置上或从其上卸载。图 5 中的传送机械装置 **43** 延伸到闸门阀 **29**。在与图示位置相差 180 度的位置处,传送机械装置 **43** 可伸入用于装载预处理后的衬底或卸载加工后的衬底的盒式载荷锁定装置 **21** 中。处理器 **23** 所示的这种自动化衬底处理系统可以从几家厂商处购得,包括 Brooks Automation、Equipe 和 Smart Machines。

在本发明的优选实施例中,预处理后的衬底首先被放置到处于垂直方向的盒或支架(图中未示)中的盒式载荷锁定装置 **21** 处。当预处理后的衬底处于盒式载荷锁定装置中,盒式载荷锁定装置 **21** 关闭并通过一个真空口将其抽为一个特定的真空状态。自动化处理器 **23** 中的传送部分也通过一个真空口(图中未示)同样地被抽成一个特定的真空状态。真空室 **32** 也通过一个类似的口(图中未示)

被抽为真空状态。在所有的单元都被正确地抽空后，闸门阀 35 打开，使传送机械装置 43 伸入盒式载荷锁定装置 21 中，一次取回一个衬底。盒式载荷锁定装置 21 中的盒处理机（图中未示）可以将平台进行升降，此平台带有一个装有预处理后衬底的盒。

当传送机械装置 43 取回一个衬底，然后将其缩回到自动化处理器体积内并旋转 180 度伸向垂直堆栈紧凑型原子层沉积反应器 27。通常在传送动作之间，阀 35 关闭。但在许多工艺流程方案中，这并不是一个严格的规定。通过垂直堆栈紧凑型原子层沉积反应器 27 的传送机械装置，闸门阀 29 打开，使传送机械装置 43 可以将衬底送到 Z 轴自动装置 31 处。Z 轴自动装置 31 得到衬底并将其装载到垂直堆栈紧密型反应器的某个单元中，以此类推。

许多操作方案都是可能的。在所示的体系结构中，一个优选方案是使系统具有和紧凑型原子层沉积反应器相同数目的装载卸载盒 21。进行传送动作直至所有衬底都被送到反应器中（每一个单元中都有一个待涂敷的衬底）。然后关闭中间阀门，反应器单元 33a-j 开始处理。此系统具有批量处理系统所具有的工艺步骤，但所有的衬底都是在各自的反应器单元中被处理的。

还可能其它的方案。因为每个紧凑型反应器单都带有独立的阀门，在一些方案中，当一个衬底被装载后，其反应器就马上开始处理。其它的工艺流程方案对于本领域的技术人员来说，是显而易见的。

一些实施例中，对室 32 进行单独地抽空和隔离。当反应器装载完毕而反应器单元中的处理尚未开始时，通过注入惰性气体，可以使室 32 中的压力增加到一个水平，为沿单独反应器的活叶式阀门提供不同的压力，为单独反应器阀提供一个可能之外的额外密封压力。



当紧凑型反应器单元 **33a-j** 中的所有的处理完成后，安装在每个单元上的活叶式闸门阀被打开（图 3A 中元件 **52**），按照如上所述相反的顺序对衬底进行卸载。通常，衬底被一个接一个地放回它们在处理前所处的盒中。然后将阀门 **35** 关闭，使锁定装置 **21** 与大气相通，将装有处理后衬底的盒取出。从盒式载荷锁定装置 **21** 中取出衬底到将衬底放回盒 **21** 中的过程是全自动的。与闸门阀开启相关的时间特征值、传送速度、工艺长度（包括工艺流程顺序）、抽真空顺序和其它所需命令都是本技术领域内众所周知的控制软件和硬件中的可编程函数。

部分是由于原子层沉积工艺不依靠气流的特性，而是通过如上文所述的化学沉积的方法在沉积表面得到涂层，正如在本领域内已知的，可将紧凑型反应器单元 **33a-j** 的宽度设计为可以容纳具有最佳尺寸的衬底，如直径 300 毫米的衬底。而且，在不缩小紧凑型反应器单元 **33a-j** 尺寸的相同的系统中还可以处理更小的衬底。另一个实施例中，使用一个具有缩小尺寸的系统用于实现一次处理一个更小的衬底。而一个具有放大尺寸的系统用于处理诸如平板显示屏等其它产品。

在本发明的一些实施例中，如上文所述，开发了一种针对特定衬底尺寸，适用于对较小尺寸的多个衬底进行处理的低外形紧凑型原子层沉积反应器。图 6 所示为图 3A 中低外形紧凑型原子层沉积反应器 **33** 的平面图。虚线圆 **70** 为正常的衬底尺寸。本发明可替代方案的实施例中的低外形紧凑型原子层沉积反应器单元 **33**，可容纳比衬底 **70** 小的 3 个衬底 **72**。在一些实施例中，低外形紧凑型原子层沉积反应器单元 **33** 带有旋转卡盘，这样衬底 **72** 就可以在一个通用的传送点被放置和取回。在另一些实施例中，可以使用自动化传送装置将衬底放在炉的指定位置处。在另外的一些实施例中，可以使用一个通用载体，实现多个衬底向和从低外形紧凑型原子层沉积

反应器单元的传送。这样就可以使用单一衬底的低外形紧凑型原子层沉积反应器的设计，在相同的工艺平面上处理多个衬底。

上文所述的独特结构提供了一个目前本技术领域尚未出现的全自动商用原子层沉积工艺。通过使用垂直堆栈紧凑型原子层沉积反应器 27，可以实现相对于诸如化学气相沉积、等离子体增强化学气相沉积 (PECVD) 等竞争工艺更高的工艺生产能力。而且，由于原子层沉积工艺内在的对均匀性的改进和代替批量技术的分离的反应器单元，可以在解决交叉污染的同时实现较高的生产能力，而且，由于紧凑型反应器单元的垂直堆栈，在获得这些优点的同时，对不充足的生产空间的使用也非常节约。

图 5 所示的实施例只是应用垂直堆栈紧凑型原子层沉积反应器 27 的设备的可能布局中的一个例子。在本实施例中，只有一个盒式载荷锁定装置 21 和一个垂直堆栈紧凑型原子层沉积反应器 27。事实上，自动化处理器 23 还可以有另外两个位置分别接另外的载荷锁定装置或垂直堆栈紧凑型原子层沉积反应器单元，对上文实施例中更多的附加设备的详细情况将在下面的附加实施例中提供。

图 7 是如图 5 所示的根据本发明可替代方案的实施例的生产系统 19 的俯视图。其中，附加的垂直堆栈紧凑型原子层沉积反应器单元或盒式载荷锁定装置与自动化处理器 23 相连接，用于运行诸如化学气相沉积、清洁之类的其它处理过程。自动化处理器 23 具有 4 个 90 度位置，如图 7 中位置 A、B、C、D 所示。A 位置与闸门阀 35 以及可参见图 5 的盒式载荷锁定装置 21 相连接；B 位置与闸门阀 75 以及盒式载荷锁定装置 71 相连接；C 位置与闸门阀 29 以及已述的可参见图 5 的垂直堆栈紧凑型原子层沉积反应器 27 相连接；D 位置与闸门阀 77 以及第二个垂直堆栈紧凑型原子层沉积反应器 73 相连接。通过操纵图 5 中的操作单元 25 控制传送机械装置 43，使传送机械装置 43 转到每个位置。图 7 中的传送机械装置

43 如图所示，带有已装载的衬底延伸到位置 C，在该位置可被从垂直堆栈紧凑型原子层沉积反应器 27 中取回。闸门阀 29 在开启位置以允许衬底的传送。传送机械装置 43 还已缩回的位置被示出（用虚线表示），并且闸门阀 75 和盒式载荷锁定装置 71 均处于位置 B。在此示例中，传送机械装置从盒式载荷锁定装置 71 中取出衬底，并将其放入垂直堆栈紧凑型原子层沉积反应器 27 中。传送机械装置 43 以类似的方式在 4 个位置处伸长、缩回、旋转、伸长，以便顺利地将每个衬底从载荷锁定装置中传送到垂直堆栈紧凑型原子层沉积反应器单元上或放回载荷锁定装置中。

在本发明的一个实施例中，可以使用 3 个垂直堆栈紧凑型原子层沉积反应器单元和一个盒式载荷锁定装置，其中，在每个工艺模块中处理不同的并行工艺（即一个工艺模块中的所有反应器单元都用于一个处理过程），同理，也可以进行串行处理（一个工艺模块中的每个反应器单元用于处理不同的工艺）。另一个实施例中，在包括两个盒式载荷锁定装置的系统，一个工艺模块专用于串行处理，而另一个工艺模块专用于并行处理。在不背离本发明的精神和范围的前提下，在生产系统 19 中可以应用许多个处理构造，这一点对于本领域的技术人员是显而易见的，其中几个在上文中已有描述。

图 8 是根据本发明的一个实施例的垂直堆栈紧凑型原子层沉积反应器系统 27 的后视图，示出了与室壁 42 连接的 10 个垂直堆栈的反应器单元中的 3 个单元。在垂直堆栈的反应器单元的一侧是垂直定向的进气歧管，它用于向反应器提供一种气体或蒸气。在本发明的优选实施例中，在处理过程中，多种前体和惰性气体被交替地脉冲输送到反应器单元 33 中，图中为了避免绘制上的混淆只画了一个歧管 55。实际应用中，每个歧管用于输送一种气体或蒸气和至少一种清洗气体。因此，通常最少应有 3 个歧管。

在本发明的优选实施例中，使用带有阀门的充气管用于控制每个反应器中的每种气体和蒸气的量，图 8 所示的充气管 62 就是这样的一个充气管。这些分离的充气管具有预置的体积，被充于其中的气体或蒸气的温度和压力可以控制，因此可以知道气体或蒸气的分子数目。每个充气管由两个阀门与其它设备隔开，此例中管 62 是被充气阀 54 和放气阀 61 隔开的。打开放气阀 61，管中所充的气体释放到反应器单元 33 中。打开充气阀 54，关闭放气阀 61，可以将一种气体、蒸气或清洗气体以一定的预置压力和温度充入充气管中。

快速连接凸缘 56 用于将气体和前体源快速连接至反应器单元 33 上。使用其它快速连接用于将所有气体和蒸气管线与每个反应器单元的相对快速分离。前体和清洗气体的脉冲输送是按照原子层沉积工艺所要求的顺序完成的。通常一次脉冲的时间很短（根据工艺不同大约为 50 到 300 毫秒），通常脉冲之前有一个短的过渡期。因此，阀门必须具有快速开关的性质。快速开关阀门为本领域和发明人所知。

在本实施例中，垂直定向的真空排气歧管 63 通过快速连接装置 58 与反应器单元 33 的右侧相连，用于从反应器室中排出气体或蒸气。快速连接装置的使用利于单独反应器的拆除和维修。如本领域所知的，快速连接装置可以有多种形状和构造。真空关断阀 60 用于方便维修和更换。通常，气体脉冲输送时此阀门是打开的。

反应器单元 33 的动力通过典型的电子管线 57 所表示。动力用于驱动诸如图 3B 中闸门阀 52，热源之类的各种元件。通过典型的控制线 59 向诸如阀门等元件提供控制信号。线路 57 和 59 上提供的电子连接器 67 和 68 用于方便快速拆除反应器单元 33。

如前所述请参见图 2，通常需要在处理过程中对衬底进行加热，在处理过程结束之后对其进行冷却。因此，还提供了用于液体冷却

的连接器。普遍使用循环冷却剂对反应器进行冷却。这样的系统为本领域和发明人所知。

反应器 33 中建有热源，在本实施例中，由于对于紧密型原子沉积反应器的独特的总体的低外形的要求，对加热器的高度上有所限制。

在本发明的一个优选实施例中，一个真空泵将反应器单元 33 的全部或部分抽为真空。这是通过真空泵与反应器的所有单元的真空管线之间的真空接口实现的。在每个连接中，每个编程指令可开闭阀门，因此同时或分别地将反应器单元的一定组合抽为真空。在一个优选实施例中，可以使一个或多个反应器单元与周围的氮气或空气相通，并通过关闭阀 60、61 使之与氮气或空气隔离，而令其它的单元处于真空状态下，以此类推。

在本发明的一个优选实施例中，通过分离快速连接、拔掉电子管线、断开连接到室壁的凸缘 54，以及拆除用于放置和支撑堆栈固定装置或支架的反应器单元 33，可以轻易地将单个的紧凑型反应器单元从图 5 中真空室 32 的分界壁上拆除。一些例子中将凸缘插头（带有 O 形环的实心凸缘）卡在或夹在室壁或配合凸缘上，这样就可以拆除若干反应器单元用以维护，而不需完全关闭系统或用其它的低外形紧凑型原子层沉积反应器单元替换。

可以在不背离本发明精神和范围的前提下，使用许多快速连接方法用于方便反应器单元的拆除，这一点对于本领域的技术人员来说是显而易见的。这些方法和硬件也为本领域和发明人所知。

图 9 为根据本发明一个实施例的气体循环和前体截留系统图。其中，气体被循环而有害的副产品被截留并被处理。由于前体和清洗气体如上文所述分别被脉冲输送至紧凑型反应器单元 33 中，允许对前体和副产品分别收集和截留。循环截留系统 65 被置于反应

器的排气端，它带有一个将三通道气动阀与图 4 中入气歧管 55 相连接的闭环控制，这样，清洗气体 P 就可以循环回反应器单元 33 中了。以 A 和 B 表示的化学类物质可在前体截留器 69（即低温势阱）中被截留，这可用于除去有害气体。无危险的气体和化学物质通过截留器 69，被排气泵排出。此处所述的新颖的方法减少了气体的用量，并提供了一个利于环境的工艺。

对于本领域的技术人员来说，显而易见的是，在串行处理的情况下，每个反应器都应有上文所述的截留系统 65，而对于并行处理而言，由于每个反应器中进行相同的反应，只需在排气端设置一个截留系统。

在不背离本发明精神和范围的前提下，如图 5 所示的生产系统 19 可利用并集合多种技术，这一点对于本领域的技术人员来说，是显而易见的。例如，垂直堆栈紧凑型原子层沉积反应器单元 27 可与化学气相沉积系统、清洁模块、涂敷单元和本技术领域中所知的其它工艺，共享自动化处理器平台。同样，对于本领域的技术人员显而易见的是，由于原子层沉积工艺通过化学沉积的均匀性，这里对衬底尺寸和反应器数目并没有限制。因此垂直堆栈紧凑型原子层沉积反应器 27 与其它竞争工艺相比，可实现最佳的商业应用。许多其它的结构和应用亦是可能的，很多在前文中已经描述过了。

与多工具系统一起使用的通用室

图 10A 是用于现有技术和本发明中的基于多工具的处理系统的平面简图。多工具本身是一个主要在真空室 1101 内运行的物料处理系统。晶片传送设备 1103 在真空室中央工作。通过旋转和伸长，将衬底，特别是集成电路制造工序中的半导体晶片，放置到在环形真空传送室 1101 周长上各点处的处理台上，或从其上取下。

在所示的系统中，有 6 个处理台，分别标号为 1 到 6，每个处理台通过固定凸缘和缝隙阀门装置 **1102** 安装到室 **1101** 上。在这种方案中，两个处理台 **5** 和 **6**，用作晶片送入和移出室 **1101** 的空气密封舱，密封舱被图中未示的抽真空设备抽为高度真空。其余 4 个处理台用作处理。

晶片通过载荷锁定装置 **1104** 从外面进入室 **1101** 中，然后一般要顺序地经过 4 个处理台，从卸载锁定装置 **1105** 处出去。但晶片不一定要顺序地经过 4 个处理台。传送装置 **1103** 能使晶片按照任何所要求的顺序放置和取回。

图 10B 是图 10A 所示台 **1106** 的横截面图，表示了处理台的一些附加的典型特点。台 **1106** 基于一个可密封的处理室，通过一个带凸缘的缝隙阀门装置 **1102** 与图 10A 中的室 **1101** 相连接。通过这个接口，晶片被送入室 **1107** 中被处理并在处理后送出室 **1107**。室 **1107** 带有一个用于将室抽真空的抽真空口 **1109**，一个用于在处理过程中支撑晶片 **1111** 的可加热炉 **1110**。处理所用气体由供气控制单元 **1115** 经导管 **1114** 由环状歧管 **1113** 和喷头歧管 **1112** 导入室中。

如图 10A 所示系统中，室 **1101** 通过强劲的真​​空泵使室中所有区域在任何时候都保持高度的真空状态，目的是避免由处理台之间的空气引起的污染。待处理的衬底位于载荷锁定室 **1104** 中，通常是置于一载体上，载荷锁定室被抽至与室 **1101** 相当的真空水平。然后打开内部阀门，传送装置 **1103** 将晶片从载荷锁定装置上取出传送到处理台 1 至 4 中的任何一个。

通常，在一个处理台处理的过程中，调节真空阀用于在不使用过多处理气体的情况下，控制处理室的压力。这种调节可以用各种途径完成，例如使用带有可调节孔的阀门。在一个典型的工艺循环中，在处理结束后，关闭单元 **1115** 中的气体（参见图 10B），打开节流阀机械装置使处理室得到最大的泵取速度。这样做的目的是使

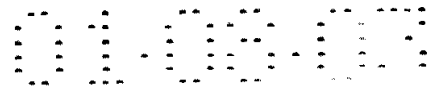
处理室中的气压与传送室 1107 中的气压值相接近。然后打开装置 1102 中的缝隙阀门，传送装置 1103 进入处理室中取回处理后的晶片 (1111)。通常将取回的晶片通过装置 1103 传送至另一个处理台，然后，在传送装置撤出后，将来自载荷锁定装置或来自另一个处理台的晶片插入并放置到炉 1111 上。

一旦新的晶片被置于处理室的炉上时，装置 1102 中的缝隙阀门再次关闭，使处理室和传送室 1101 隔绝。然后，处理气体从单元 1115 经过导管 1114 被导入并且降低泵取的速度。

如上文所述，在图 10A 和图 10B 中具有共性的处理台中实现了许多处理过程。例如实现了清洁、蚀刻、后喷射和许多不同的沉积处理工艺。通常，每个工艺过程由为该工艺所设计的处理室完成。

图 11A 所示为根据本发明的一个优选实施例的多功能处理台 1201 的立体图，其适用于处理各种工艺。图 11B 是如图 11A 所示的多功能处理台的分解图。图 11C 是如图 11A 和图 11B 所示的多功能处理台的立体截面图，从一个与图 11A 不同的观点进行观察。图 11D 是如图 11A 所示的多功能处理台的截面正视图，所示为处理模式，图 11E 是图 11A 中装置的截面正视图，所示为传送模式。由于此实施例中多功能台是一个相对复杂的装置，使用几个视图和截面图更好地表述处理台特征和元件，参见所有视图将能够更好地理解下文关于多功能处理台的描述。

现在主要参见图 11A 和图 11B，使用基底室 1203 将多功能处理台 1201 与多工具相连，当将其与其它工具装配在一起时，可以提供真空完整性。基底室 1203 有一个末端为凸缘 1207 的侧面伸展通道 1205，它装配到多工具传送装置上的配合凸缘上，台 1104 以这种方式装配到系统 1100 (参见图 10A) 上。图中未室出缝隙阀门，在此实施例中，它是多工具装置中与凸缘 1207 装配的那一部分。



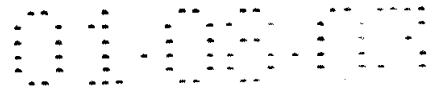
圆柱形（在此实施例中）处理室 **1204**，装配到带有真空密封的基底室 **1203** 的上端，真空密封处于接口处，可以提供真空完整性，基底室 **1203** 还带有一个盖组件 **1261**，通过真空密封与处理室的上端相密封。本实施例中的盖组件与处理室相铰接，并带有向处理室提供处理气体的装置。盖组件和相关装置将在下文中更详细地描述。对于目前的这部分描述，应该注意到（参见图 11C 和图 11D）带有盖组件和基座的处理室提供了一个封闭的处理空间，这一点是非常重要的。

驱动组件 **1209** 通过一个带有真空密封的水平凸缘从下面装配到基底室 **1203** 上。水平凸缘是圆柱形上端外壳 **1211** 的一部分，圆柱形上端罩带有一个用于连接图中未示的真空泵取系统的侧面出口 **1213**。由于上端外壳 **1211** 严格地安装到基底室 **1203** 上，而基底室 **1203** 依次与多工具中的真空传送室严格装配，所以上端外壳 **1211** 是一个可以为其它单元提供结构支撑的静态元件，这将在下文中进一步描述。

驱动组件的目的是用于升降内部基座装置 **1215**（参见图 11B）。基座装置带有一个加热炉，用于支撑被处理的晶片并向其提供热量。当基座处于最低处时，将晶片插入基底室并将其释放到炉上，当传送装置从伸出部分 **1205** 撤回，并且相关缝隙阀门关闭后，基座提升，将被支撑的晶片移起放入其将被处理的处理室中。

从图 11C、图 11D 和图 11E 可以清晰地看出基座装置 **1215** 与驱动组件的关系。基座装置 **1215** 的上端部分 **1217** 包括一个加热盘、一个电子绝缘盘和将在下文中详述的其它元件。目前关于驱动组件的描述中，基座装置与驱动组件的连接是我们所主要关心的。

图 11E 所示为处于最低处的基座装置 **1215**，在基座的上端部分 **1217** 上支撑有一晶片 **1219**。在这个位置处，传送装置（图 10A 中的 **1103**）可以通过伸出部分 **1205** 进入基底室并从基座装置的上端

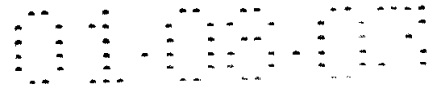


取走或放置晶片。目前的描述中，假定晶片 **1219** 已被放置到基座装置上。

现在注意驱动组件 **1209** 的上端外壳 **1211**。一个直径比上端外壳 **1211** 小的刚性圆柱形下端外壳 **1221** 从上端外壳 **1211** 下面伸出。基座装置 **1215** 带有一个上端结构 **1224** 和一个下端伸出部分 **1225**，其末端是一个与外部圆柱形构件 **1223** 相装配的凸缘 **1227**，这两者之间是一个环形区域。外部圆柱形构件 **1223** 衬有耐磨材料并与下端外壳 **1221** 紧密安装，通过此处的垂直直线导轨使基座装置 **1215** 在无异常载荷地可靠地升降。

总的组件保持真空完整性，同时金属风箱 **1233** 允许基座装置进行垂直自由运动，金属风箱密封在凸缘 **1227** 和凸缘 **1229** 之间，凸缘 **1227** 位于其底部，凸缘 **1229** 的外圆周与圆柱形下端外壳 **1221** 相贴。由于凸缘 **1229** 是下端外壳 **1221** 的一部分，而下端外壳 **1221** 与装配到基底室 **1203** 上的外壳 **1211** 相连，所以凸缘 **1229** 是静止的。凸缘 **1227**，由于其与基座装置 **1215** 的下端伸长部分 **1225** 相连，可以随基座 **1215** 上下移动。当基座装置降低时，风箱 **1233** 伸长，而当基座装置 **1215** 升高时，风箱 **1233** 缩回。基座装置通过凸缘 **1229** 的内径，主要是通过气缸 **1223** 的内部轴承，保持其垂直运动轨迹。

关于驱动组件 **1209** 和升降基座组件，仍然通过基座装置 **1215** 在最低位置（参见图 11E）和最低位置(参见图 11D)之间的移动描述这种机制。现在主要参见图 11A，本实施例中，驱动组件 **1209** 包括一个电子激励并驱动的线性激励器 **1235**，线性激励器 **1235** 在导向罩 **1238** 内带有一个可伸长柄 **1237**，通过接受来自图中未示的控制系统发出的控制信号，其中，可伸长的柄可在导向罩 **1238** 中伸长或缩回。可伸长柄 **1237** 的一端通过 U 形钩 **1239** 与驱动组件的上端外壳 **1211** 相枢轴连接。轭形组件 **1241** 包括一个围绕气缸 **1223**



(固定在基座组件 **1215** 上) 的 U 型轨道, U 形轨道的末端与夹具杆 **1243** 的相对的两端相枢轴连接。夹具杆夹持在驱动罩 **1238** 上。

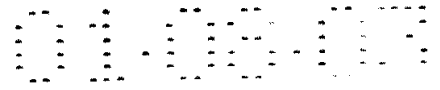
参见图 11B 和图 11C, 轭形组件 **1241** 使用了装配到气缸 **1223** 相对的两端上的两个轴承 **1245**。参见图 11B, 在凸轮状/轭状组件 **1241** 的弯曲末端的中心, 长度可调的连接杆 **1247** 的一端通过 U 形钩 **1249** 固定。连接杆 **1247** 的另一端通过 U 形钩 **1251** 再次与外壳 **1211** 固定。

在如上所述的布局中, 当可伸长柄 **1237** 伸长时, 轭形组件作为杠杆移动, 其与 U 形钩 **1249** 连接处作为支点, 这样气缸 **1223** 下降的距离就是柄 **1237** 伸长长度的一半, 导致整个基座组件相对于处理室和基底室的位置降低。当柄 **1237** 缩回时, 类似地基座组件相对于基底室和处理室上升。

对于本领域的技术人员来说显而易见的是, 可以通过其它方式使基座组件相对于基底室和处理室变化, 而且在不背离本发明精神和范围的前提下所示机械装置可以有许多的变化。例如, 可以使用若干可伸长的驱动器, 诸如空气气缸、空气-油系统、液压系统等等。所述的实施例具有平滑的传送性和准确性。

在本发明中基座组件的垂直运动方面, 提供了一个低位置和一个高位置, 低位置用于通过伸出部分 **1205** 插入或取回晶片, 而在高位置中, 基座上的晶片进入处理室用于处理, 在高位置和低位置之间提供了不同的泵取速度。实现这种机制的元件同样被用于实现处理位置处实际泵取速度的轻易变化。参见图 11D 和 11E 可以更好地理解这些特点。

参见图 11D 和图 11E, 环形衬垫 **1253** 被放置到基底室 **1203** 和处理室 **1204** 连接的位置处。当基座处于最高处时, 衬垫 **1253** 的内径, 决定位于其与基座 **1215** 顶端之间的, 环形通道 **1255** (参见图



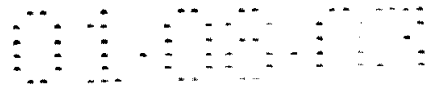
11D) 的面积。衬垫 **1253** 使用具有相对较低的热传导系数的材料制造，因此可以在当基座处于处理（最高处）位置时，对与被加热基座相邻的处理室和基底室的部件起到保护的作用。

除了衬垫 **1253**，基座 **1215** 还带有一个环形罩 **1257**，环形罩 **1257** 与基座相连形成一个具有一定形状的泵取环。当基座 **1215** 处于最上端时，罩 **1257** 与基座体 **1215** 形成的上端环，通过与衬垫 **1253** 相配合的罩上端边缘和环形通道 **1255** 配合。参见图 11D，清楚的是，通过侧面泵取出口 **1213** 对处理室的抽空要经过罩 **1257** 和基座体 **1215** 形成的环形通道。

参见图 11E，其中基座 **1215** 移动至最下端，用于从台中取出或是放入晶片，清楚的是，来自处理室的气体可以从上文所述的罩环中经过，但也可以从罩之外的区域 **1259** 通过，并经由那里到达外壳 **1211** 并由泵取口 **1213** 排出。

为本领域的技术人员所熟知的是，在处理后和晶片传送中需要相对较高的泵取速度，而在处理过程中必须降至较低的可控制的速度，以保证处理过程中的总气压。在传统系统中，这是由节流阀等装置实现的，节流阀通常是在室的泵取口中。关于本发明，这种变化仅仅依靠带有泵取罩的基座组件的垂直传送完成。在此方面，节流阀还用于精确的处理压力控制。

对本领域的技术人员来说，显而易见的是，衬垫和罩的设计不能用于广泛的工艺中，如化学气相沉积和等离子体增强化学气相沉积，这是由于它们要求在处理中有完全不同的泵取速度。本发明所描述的实施例中，用于不同的处理时，必须拆除基座并更换罩和衬垫，这些都必须在例行维护和清洁的计划停机时间内完成。而且，由于下面将要详细讲述的本发明的其它方面的独特设计，这些更换会变得相对简单。



参见图 11A 到图 11D，处理区域由盖组件 **1261** 封闭，盖组件包括一个盖环 **1263**，一个绝缘环 **1265** 和气体扩散体组件 **1267**。气体扩散体组件 **1267** 带有图中未示的用于导入处理气体的口、用于将处理气体引导入处理室的内部通道和处理区域内用于将处理气体均匀分布至位于处理室中基座 **1215** 上的待处理晶片上的散射单元。这些口、通道和分布单元为本技术领域所熟知。

扩散体 **1267** 位于可为扩散体组件提供电绝缘和热绝缘的绝缘环 **1265** 中，允许扩散体组件如同在不同处理工艺中所要求的那样相对于其它单元的电偏置。这种电偏置用于例如将处理室中的处理气体激活形成等离子体，如在等离子体增强化学气相沉积工艺中已知的那样。绝缘环 **1265** 通过真空密封与盖环 **1263** 和扩散体 **1267** 相连，用以提供真空完整性和一个刚性的盖组件。在一个优选实施例中，盖组件 **1261** 通过可拆除的真空密封和处理室 **1204** 相连接，使得用于清洁和维护的通路变得相对灵活和常规。在其它实施例中，为了得到此通路，可将盖部分采用不同的装配或是全部拆除。

现在主要参见图 11D 和图 11E，可将盖组件 **1261** 拆除并移开，得到通向处理室内部的通路。台 **1201** 的底端有通向凸缘 **1227** 的简易通路，在那里下端部分 **1225** 与凸缘 **1227** 相固定。当盖组件打开时，可以从凸缘 **1227** 上拆除基座组件 **1215**，并从上端开口处将其取出处理室。这个特点使对处理室每部分的清洁和维护变得快速和简单，并且可以更换衬垫和罩，用于提供新的不同的处理条件。

基座 **1215** 的上端部分的结构中具有相对于现有技术的重大改进。图 12 所示为图 11D 中虚线圆 **1269** 部分所示基座 **1215** 顶端的截面正视图。如上所述并参见图 11C，基座 **1215** 是上端结构 **1224** 和下端结构 **1225** 的组件。上端结构 **1224** 顶部由闭合盘 **1226** 封闭，元件 **1225**，**1226** 和 **1224** 由真空密封装配起来，提供一个本质上中空的真空结构。上端闭合盘 **1226** 支撑加热器和电极元件，用于在



处理过程中支撑晶片。下面要参见图 12 对此详述。基座组件 1215 中的闭合盘 1226 是图 12 中的基底盘, 将其水冷用于保持诸如 O 形环等的真空密封和其它会被高温破坏的元件的工作温度。

现在主要参见图 12, 独特的电子馈通单元 1301 从两处穿过闭合盘 1226。图 12 所示为一个这样的贯穿处, 但在优选实施例中两个这样的贯穿处, 用作下文所述的独特的加热盘。馈通单元 1301 通过真空密封与闭合盘 1226 相连, 用于提供真空完整性。闭合盘 1226 的一个贯穿处的馈通单元, 为加热盘 1303 中的加热元件提供电力, 电绝缘盘 1305 将闭合盘 1226 和加热盘 1303 分开。加热盘 1303 的功能是向接受器 1307 提供热量, 处理过程中的晶片被置于接受器 1307 上。

接受器 1307 主要是一个具有高的导热系数的石墨结构, 其与加热盘 1303 之间有一段小的距离 D1。加热盘 1301 通过在间隙 D1 间的对流和辐射为接受器 1307 提供热量, 使其上表面及晶片表面保持一个相对恒定的温度, 还提供了一个用于高频电偏置的有效电极。接受器形成一个用于所需工艺的, 通过图中未示的 RF 馈通被偏置的电子实体。

连接两个馈通单元 1301 和用于 RF 动力的第二个馈通单元的加热动力线, 各种其它导管和连接器都通过基座组件 1215 的中空内部向上导入闭合盘 1226 的下表面区域 (参见图 11C、图 11D、图 11E)。为了简便, 这些向基座子组件和元件提供动力和其它效用的管线和导管在视图中并未画出, 为本领域已知的它们主要连接外部能源和设备。

此处所述优选实施例中还有另外几处贯穿闭合盘 1226 的真空密封贯穿口, 但图中并未示出。包括具有用于测量内部元件温度的合适的馈通装置的热电偶和至少一个用于监视接受器温度的光学传感器。这种馈通装置在本技术领域内是众所周知的。加热器/接受

器组件还带有一个用于转换三个陶瓷销的气缸控制机械装置，用于从接受器 **1307** 表面升降晶片，允许传送装置伸到晶片下面从接受器盘上取下或放置晶片。在一个优选实施例中，闭合盘 **1226** 下端与一个气缸相连，这样气缸的移动柄通过风箱密封伸入闭合盘的开口中。气缸的冲程为 1.5 英寸并操作位于加热器下面的，伸入加热器和接受器盘中间间隙的带有三个陶瓷销的蛛形板。

当基座 **1215** 如图 11E 所示缩回以便传送晶片，如上所述的被气缸激活的陶瓷销将接受器上的晶片抬离接受器上表面。然后传送臂从位于销上的晶片的下面，接受器上面的位置伸入处理室。销缩回使晶片位于传送臂上，然后传送臂和销一起缩回。相反的过程可用于将一个新晶片放到接受器上。

图 13A 中分离地显示了图 12 中的馈通装置 **1301**。在此实施例中，陶瓷体部分 **1403** 与金属体部分 **1405** 通过金属间的键力相连接，金属体部分 **1405** 带有用于诸如 O 形环的真空密封的密封槽 **1407**，通过闭合盘 **1226**（参见图 12）中的适当的开口形成一个可密封单体。实心镍丝 **1409** 也通过本技术领域中所知的金属间的键力，例如焊接，与陶瓷体部分 **1403** 密封，它距馈通装置足够远，所以导热并不是个问题。

在馈通装置 **1301** 的真空侧，镍丝 **1409** 与位于陶瓷体部分 **1403** 的开口 **1415** 中的插槽 **1413** 相连，并与来自加热盘 **1303**（参见图 12）的接收杆相接。接收杆将在下文中详述。插槽 **1413** 被具有一定硬度的镍丝 **1409** 限制在垂直方向上。开口 **1415** 的直径比插槽 **1413** 的直径大一些，使插槽 **1413** 可以横向自由移动（镍丝 **1409** 对横向移动的限制很小）。这种自由的横向移动使当带有杆的加热盘安装到闭合盘上时，可以有一些移动和错位。

图 13C 是图 13A 中馈通装置 **1301** 的俯视图，图 13B 是沿图 13C 馈通装置 **1301** 的组件主体的截面线 13B-13B 截得的截面图，即将



图 13A 旋转 90 度。截面图 13B 是沿着环形浅腔 (declavity) 1419 下面的陶瓷体 1403 中的槽 1417 的。浅腔 1419 和加热盘 1303 的环形部分相接，加热盘 1303 上伸出连接杆，槽 1417 与陶瓷绝缘阻挡层 1309 的挡板伸出部分 1311 相接，陶瓷绝缘阻挡层 1309 用于避免电子馈通装置中单独的杆之间的视线电子的相互作用。

图 14A 和 14B 分别是陶瓷绝缘阻挡层 1309 的俯视图和侧视图。陶瓷绝缘阻挡层 1309 的总体直径足以包括两个插槽 1413 的位置。此实施例中，陶瓷绝缘阻挡层 1309 具有环形开口 1511 和 1513，使杆通过下文将要详述的方式装配到加热盘 1303 上。衬垫 1309 的挡板伸出部分 1311 作为挡板壁穿过 1309 的直径，并与陶瓷阻挡层的体平面成 90 度，当所述实施例中加热盘装配到基座上时，挡板伸出部分 1311 与啮合槽 1417 相配合。

图 15A 是图 12 中加热盘 1303 的立体图。图 15B 是相同加热盘的平面图，图 15C 是侧视图。此实施例中加热盘 1303 是具有内部区域 1603 和外部区域 1605 的独特两区加热器。两个区域由贯穿加热盘厚度的双通道 1607 和 1609 分开。内部区域 1603 与放在加热器接受器上的晶片直径相匹配，外部区域 1605 占据加热盘的其余部分。在本实施例中的加热盘 1303 是一个带有薄膜加热元件的陶瓷组件。

在本实施例中，两个分离的连接杆结构 1611 建在加热盘 1303 上，一个用于内部区域 1603，另一个用于外部区域 1605。可以独立地驱动两个分离的区域，允许将两区加热器接受器上的晶片的热分布调节至竞争的边缘效应，使晶片直至其外径都可以被均匀地被加热，这是相对于现有技术的加热盘的一个重大改进。

图 16A、图 16B 和图 16C 图解的是本实施例中，与如图 13A、图 13B 和图 13C 所示的加热盘和组件一起使用的独特的连接杆



1701。图 16A 是连接杆 1701 的立体图，图 16B 是放大的端面图，图 16C 是沿图 16B 中截面线 16C—16C 截得的剖面图。

连接杆 1701 带有一个螺纹部分 1703，一个凸缘 1705 和弹性指状伸长杆 1707。本发明中连接杆的总长度大约为 1.5 英寸，螺纹部分和弹性指状伸长杆各占 0.25 英寸，其它实施例中也可以使用更大或是更小的杆。螺纹部分的螺纹最好是细螺纹，但是可以使用几种其它尺寸的。

在如图 16A、图 16B 和图 16C 所示的一个优选实施例中，连接杆 1701 的伸长杆 1707 被分为 12 个等大的弹性指，如指 1709 所示。连接杆通常是由耐化学腐蚀的材料制造的，例如几种不锈钢之一，并以本技术领域中所知的方式进行热处理，以得到指的合适的弹性张力。

参见图 15A、图 15B 和图 15C，每一个连接杆都有一个带有两个螺纹孔的升起地带 1601。每个升起地带上放有一个绝缘阻挡层 1309，连接杆 1701 在孔 1511、1513 处具有螺纹，使凸缘 1705 将绝缘阻挡层固定在加热盘上。图 12 可以清晰地图解此组件。设计加热盘 1303 使每个加热杆都可以通过螺纹孔与加热盘上适当的加热单元相配合。利用上述独特的结构，加热器设计中可以有很多不同的方案，这一点对于本领域的技术人员来说，是显而易见的。

再次参见图 12，带有馈通装置 1301 的馈通贯穿装置是在闭合盘 1226 上，以需要和加热盘 1303 的连接杆结构 1611 相配合的方式被提供的。当加热盘被装配到闭合盘上时，每个连接杆结构的升起地带 1601，啮合环形浅腔 1419（参见图 13A 和图 13B）。同时，绝缘体挡板 1309 的挡板伸长部分 1311 啮合槽 1417，产生无视线连接。如上所述，馈通装置 1301 的管线 1409 上的插槽 1413，允许有一些横向运动，其连同杆的弹性指保证了容易的和积极的啮合。

在此处所描述的本发明的优选实施例中，两个连接杆结构向单一加热盘中的两个分离的加热区域提供动力连接。在本实施例中，没有阐述分离的单杆结构而是使用同样的插槽和杆方案（不是单杆），用于等离子体增强化学气相沉积工艺中 RF 偏置的高频连接。然而，也可以有更多或更少的连接杆结构，同样也可以使用用于高频偏置的双杆馈通装置，这一点对于本领域的技术人员来说，是显而易见的。

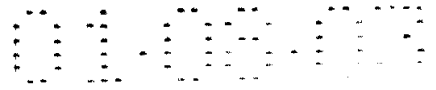
本实施例的细节和规模可以在不背离本发明精神和范围的前提下发生相当大的变化，这一点对于本领域的技术人员来说，是显而易见的。许多这类变化已经被提及。还有许多其它的。例如，目前集成电路制造的晶片有许多尺寸，根据上面的本发明实施例的处理台可制造为容纳单一晶片尺寸或容纳晶片尺寸的一个范围。例如，根据本发明的处理台可以容纳直径为 12 英寸或更大直径的晶片，并与用于正确、均匀、有效地加热的具有常规 8 英寸直径的晶片的加热结构相适合。

作为本发明宽度另一个示例，上文详述的驱动组件 1209 提供了一种用于升降本发明各种实施例中基座组件的有效的、平滑的和超长寿命的驱动器。这种驱动器可以有许多变化，然而，也可以在一些实施例中使用完全不同的驱动器，同时保持与现有技术之间独特的创新性区别。

将多功能处理室用于原子层沉积工艺

本发明的另一方面，将如上所述的可参见图 10A 至图 16C 的，多功能处理室用于进行图 1A 至图 9 所述的原子层沉积工艺。

参见图 5，所示系统配置中垂直堆栈紧凑型原子层沉积反应器 27 与真空中央衬底处理器 23 相连接。如图 7 所述，真空中央衬底处理器的缝隙阀门可以与多个垂直堆栈紧凑型原子层沉积反应器



单元相连接。处理器 **23** 是借助图 10A 如前所述的本质上相同的多工具处理器，并且很显然，在这里所讲授的，这样的多工具处理器可以与一个或多个多功能处理室或垂直堆栈紧凑型原子层沉积反应器单元相连接。

在本发明的一个优选实施例中，至少一个上述的多功能处理室根据上述内容与多工具处理器相连接，参见图 8、图 9 所示的多功能处理室提供气体设备和控制装置。最好多个多功能处理室（这里是原子层沉积处理室）与至少一个载荷锁定装置连接，这样，待涂敷晶片就可以被装载到原子层沉积处理室中或从其上卸载下来。以这种方式，每个循环都可以引入与原子层沉积处理室个数相同的晶片，每个晶片都有自己进行原子层沉积处理独享的处理室。这些处理过程可以被识别、相互间可以有显著差别、可以被装载、卸载，处理参数可以通过编程与之相称。

现在参见图 11D 和图 11E，所示为处于处理位置（参见图 11D）和处于传送位置（参见图 11E）的多功能处理室。在当前的方面，处理室 **1204** 与将要进行原子层沉积涂敷的晶片尺寸相匹配，使始终具有气流的处理室空间达到最小。当基座位于其最上端位置时，形成处理室空间，当基座缩回时，空间明显变小（参见图 11E）。

原子层沉积气体设备穿过一个特别的盖子，如盖 **1267** 所示，必须通过更换多功能处理室的盖子解决周围特定的环境的要求，如晶片厚度的变化、薄膜材料等。同样，处理位置中，用于处理的泵取速度是由当基座位于最上端位置时形成的环形部分 **1225** 所决定的。泵取要求可通过更换环 **1253** 实现精调。

在操作中，基座缩回，加工后的晶片被卸载，新晶片被加载到多功能工具装置中的每一个处理室中。缝隙阀门接口关闭，基座提升。在处理过程中，每个处理室中的衬底炉保持一定的温度，可以通过热的气体注入，使晶片快速上升到处理温度。通过每个处理室

中强加入晶片涂敷所需温度的气体气流，原子层沉积处理工艺自然产生。

在不背离本发明精神和范围的前提下，所述的装置方法可以有许多的变化，这一点对于本领域的技术人员来说，是显而易见的。例如，可以通过改变处理室中的特定元件，处理许多不同尺寸的晶片。工艺参数可以适用于很多种方式。

另一个示例是，本发明中的许多元件可以使用许多替代的材料，例如加热盘和接受器的材料。鉴于可以有广泛范围的变化，仅用所附权利要求书的范围对本发明做出限制。

说明书附图

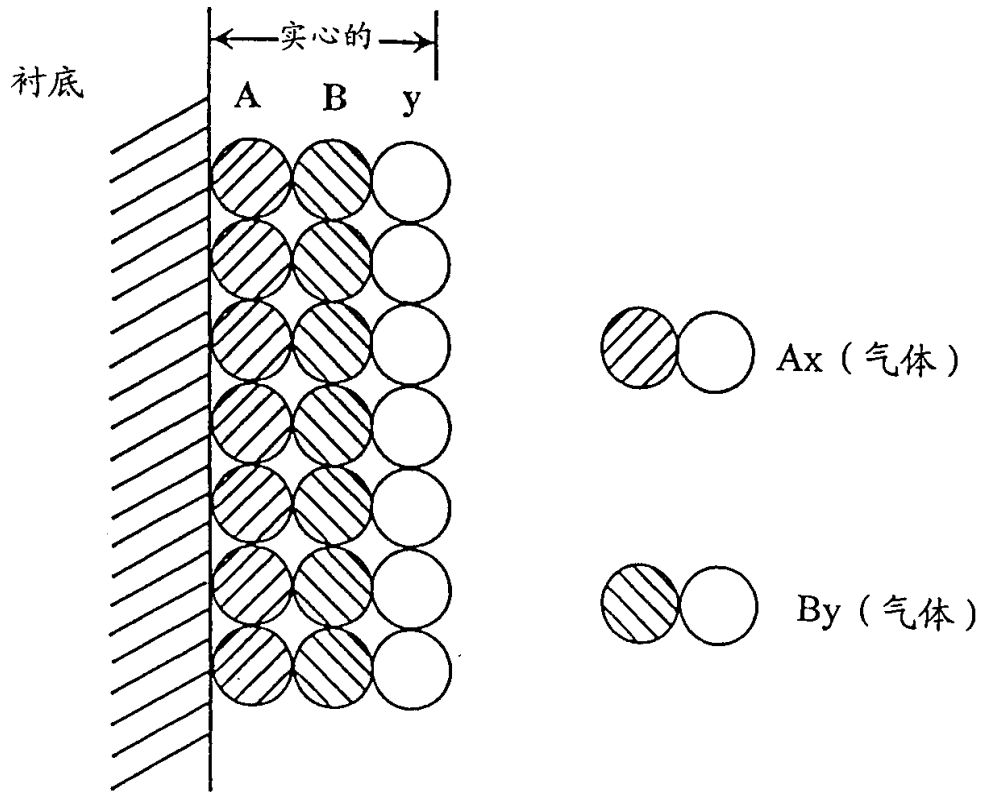


图 1A (现有技术)

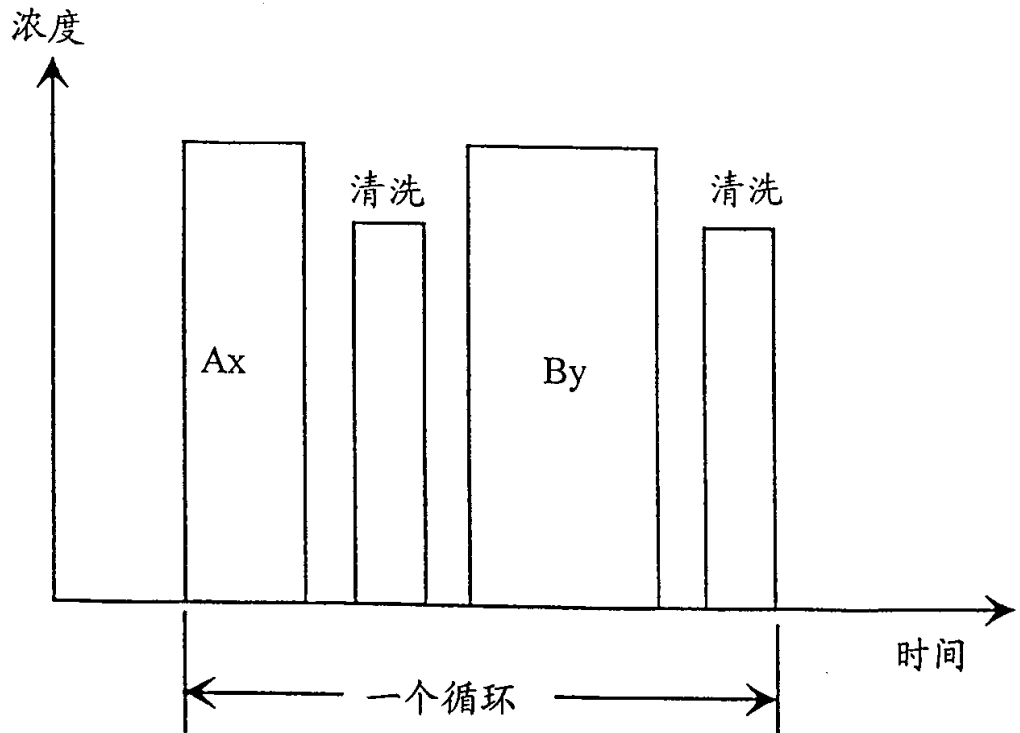


图 1B (现有技术)

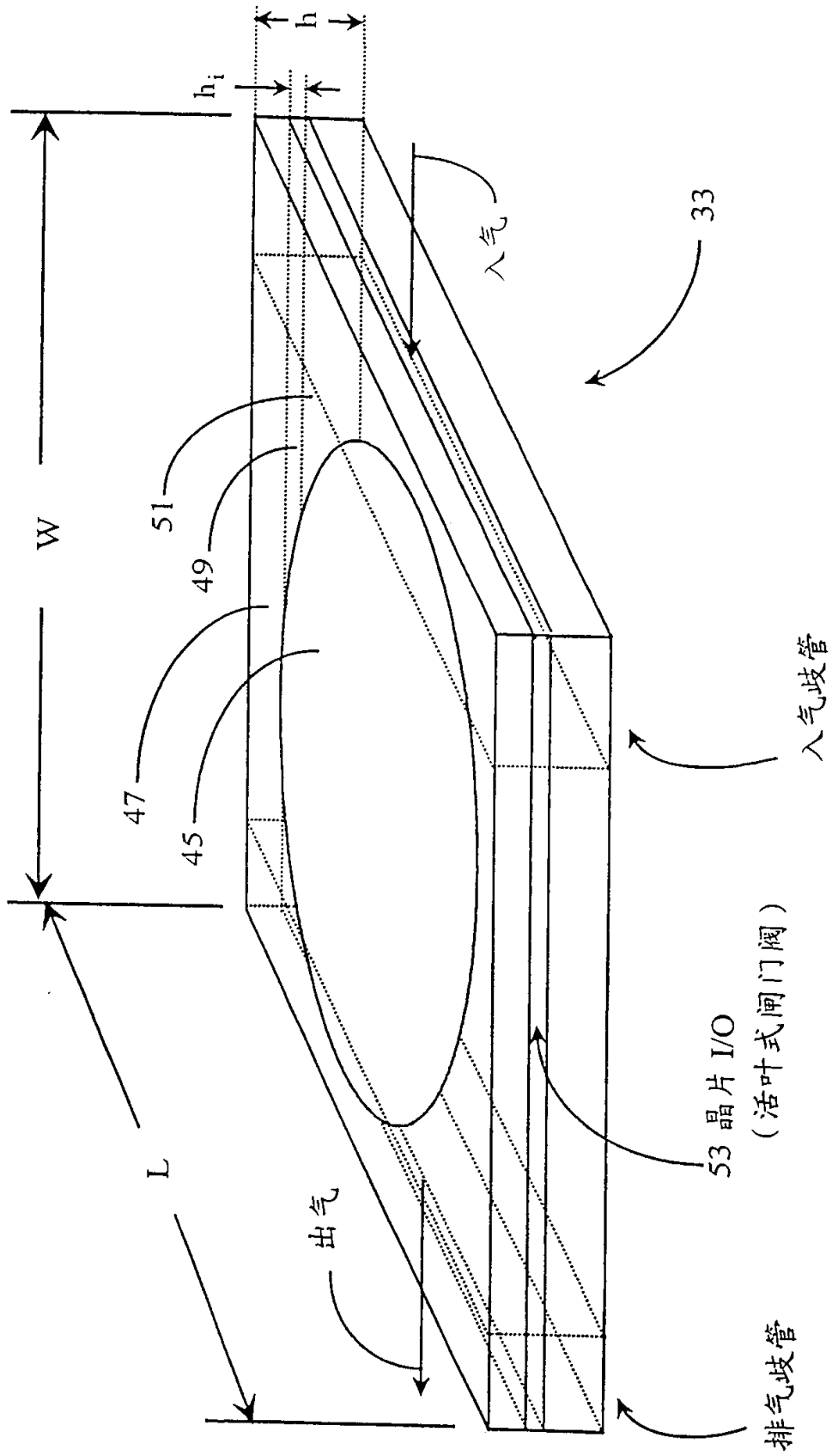


图 2

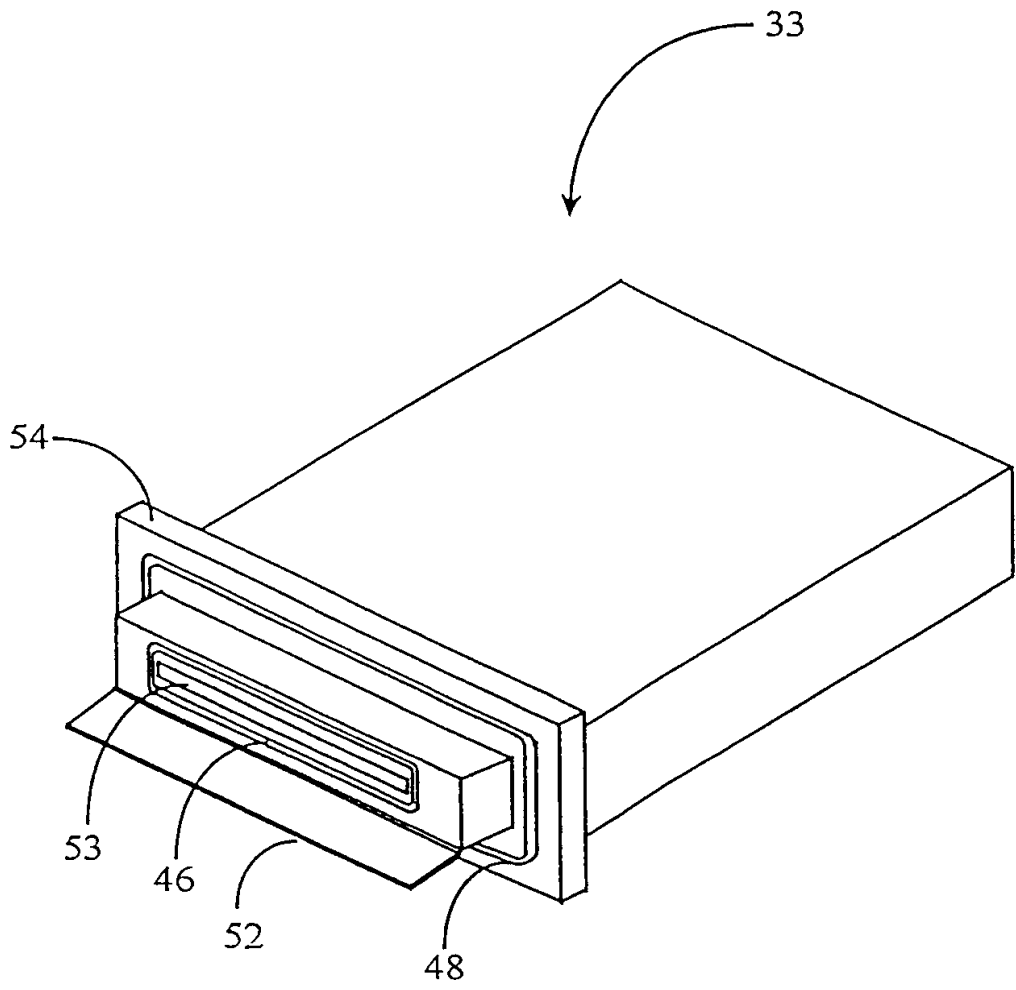


图 3A

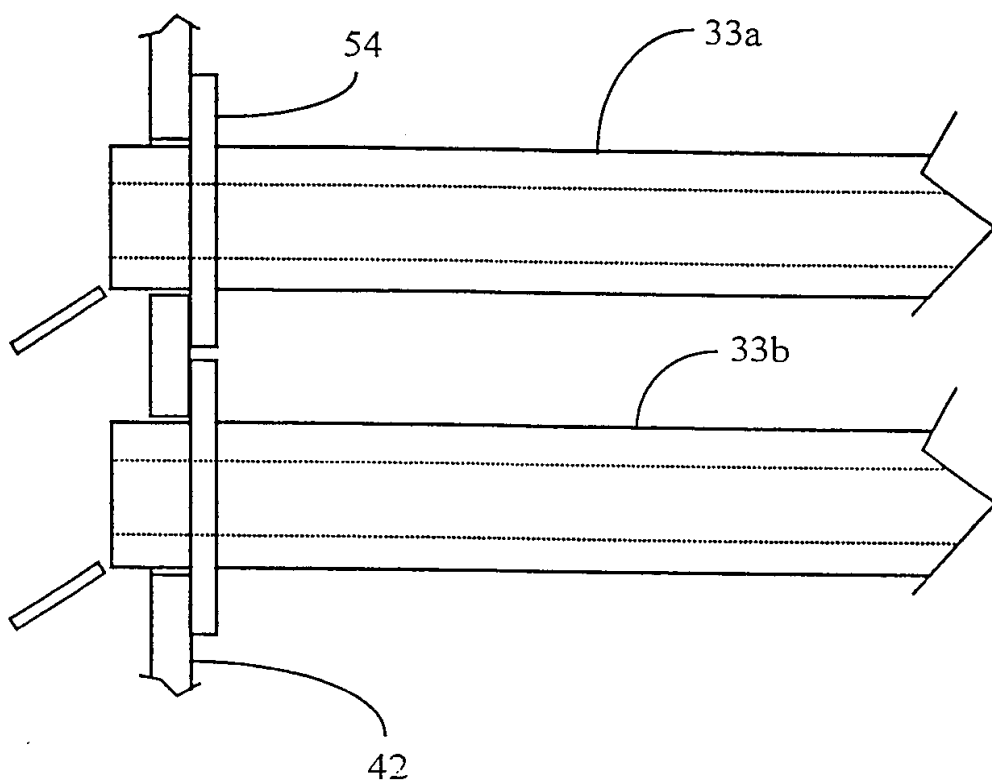


图 3B

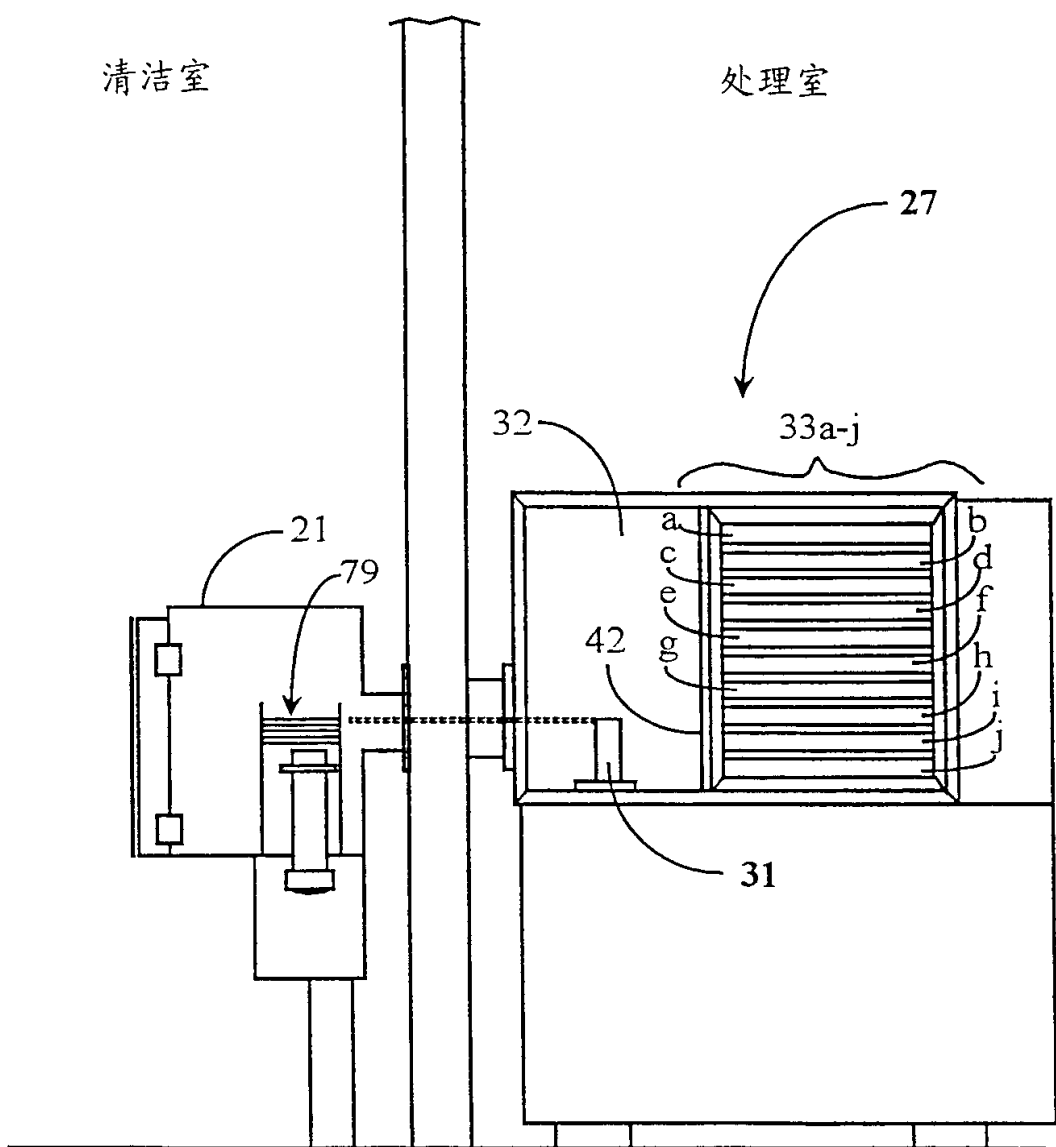


图 4

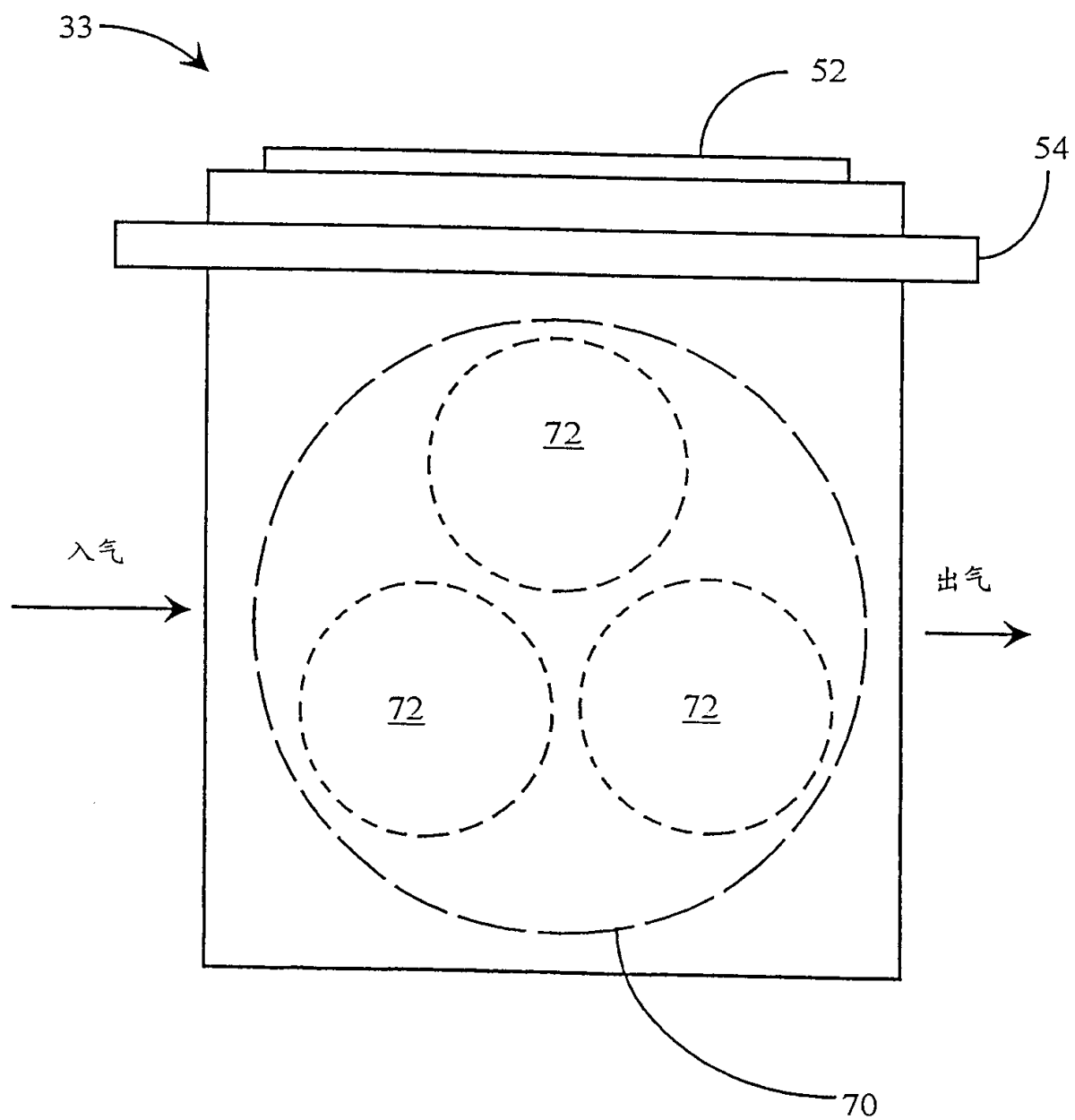


图 6

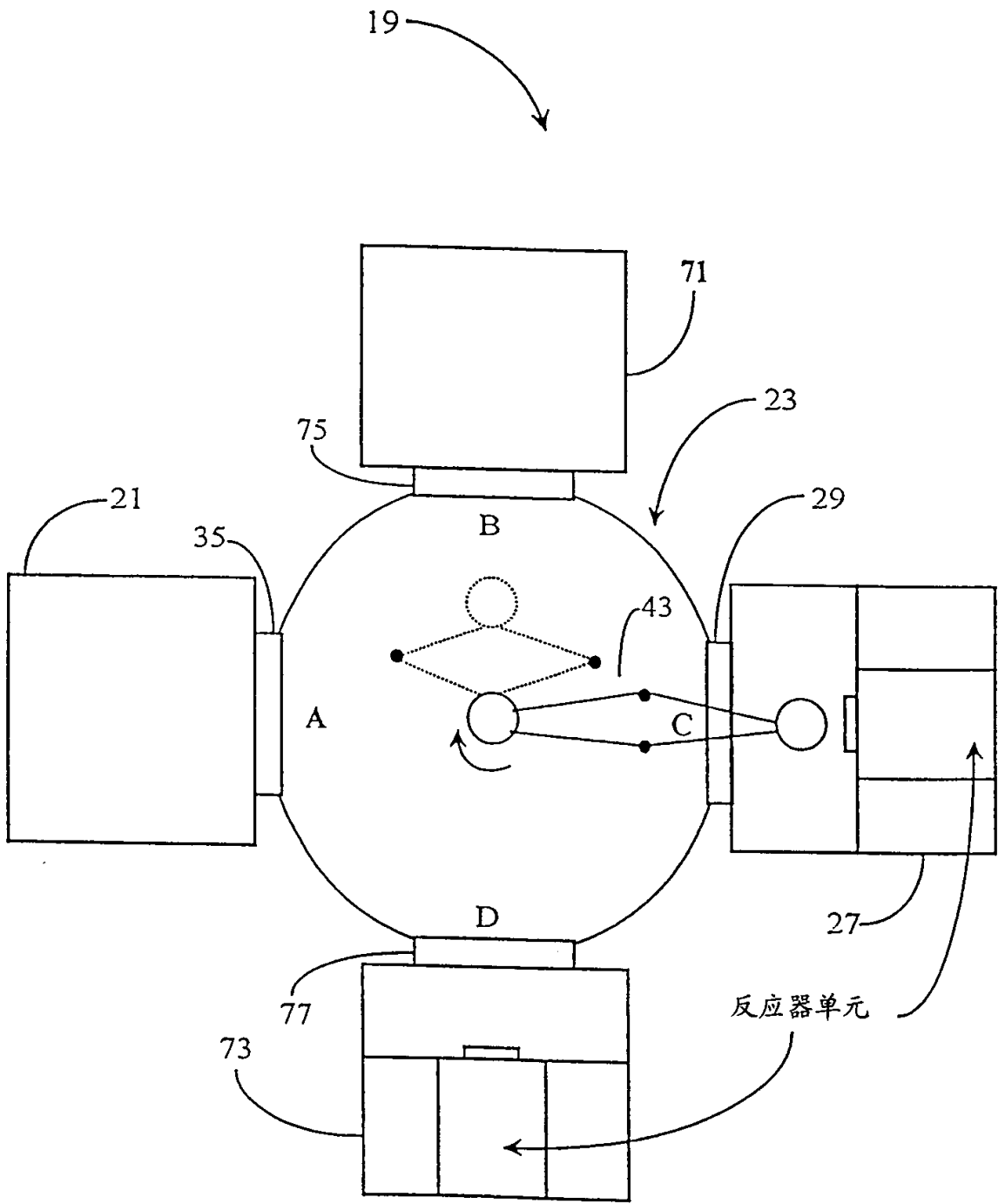


图 7

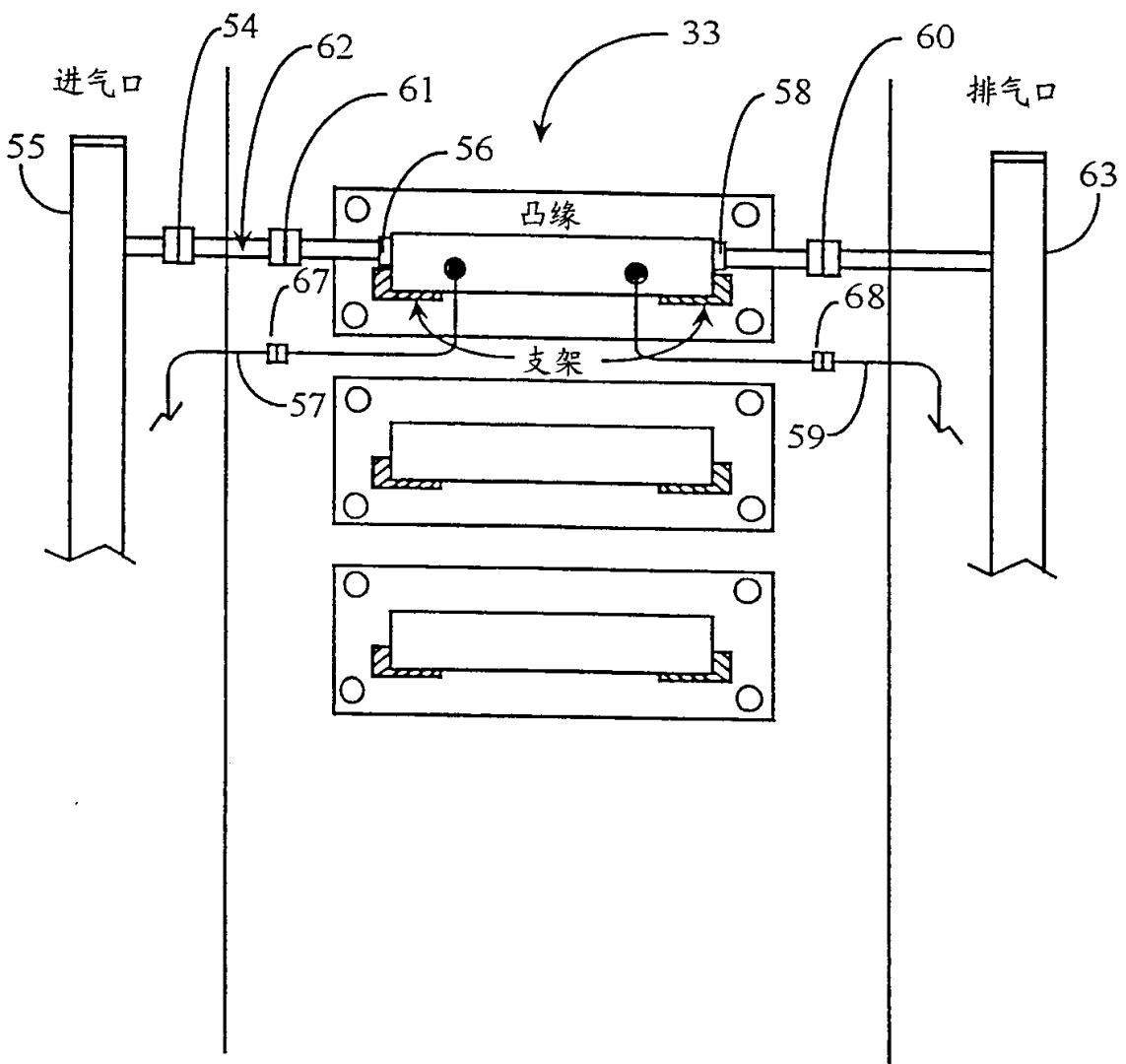


图 8

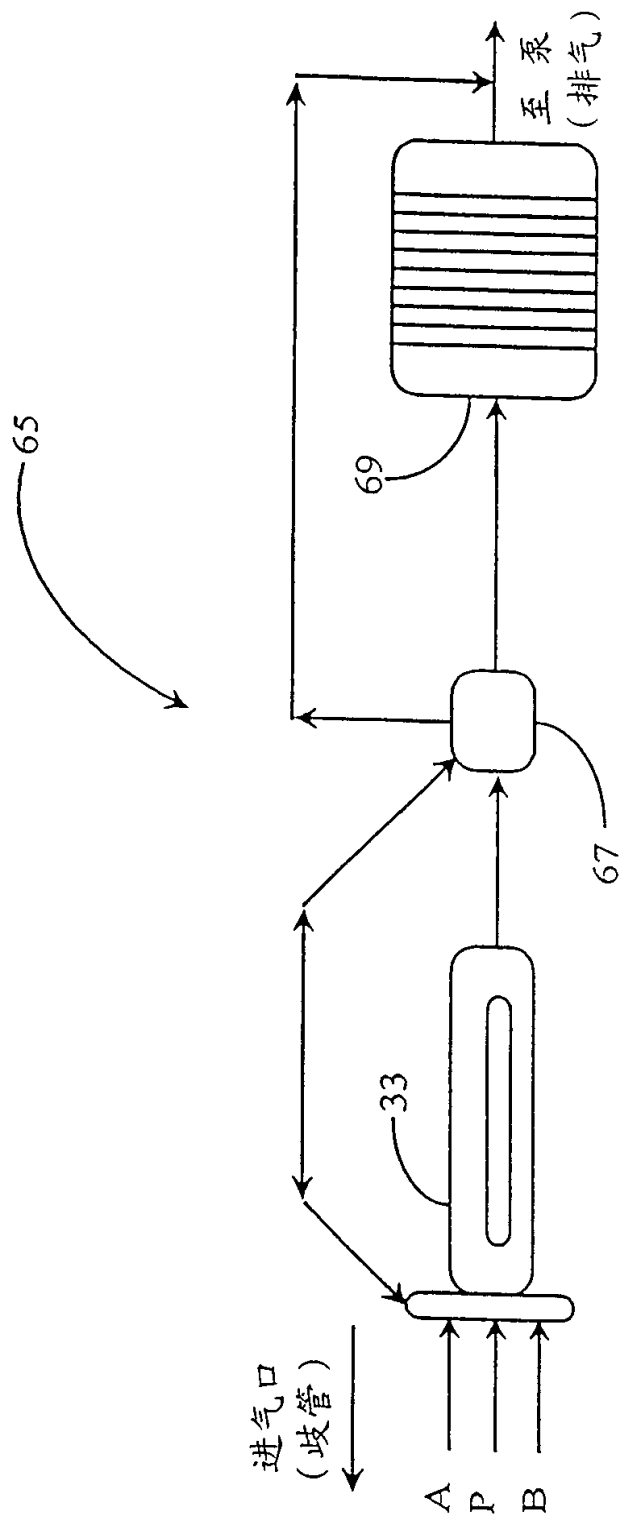


图9

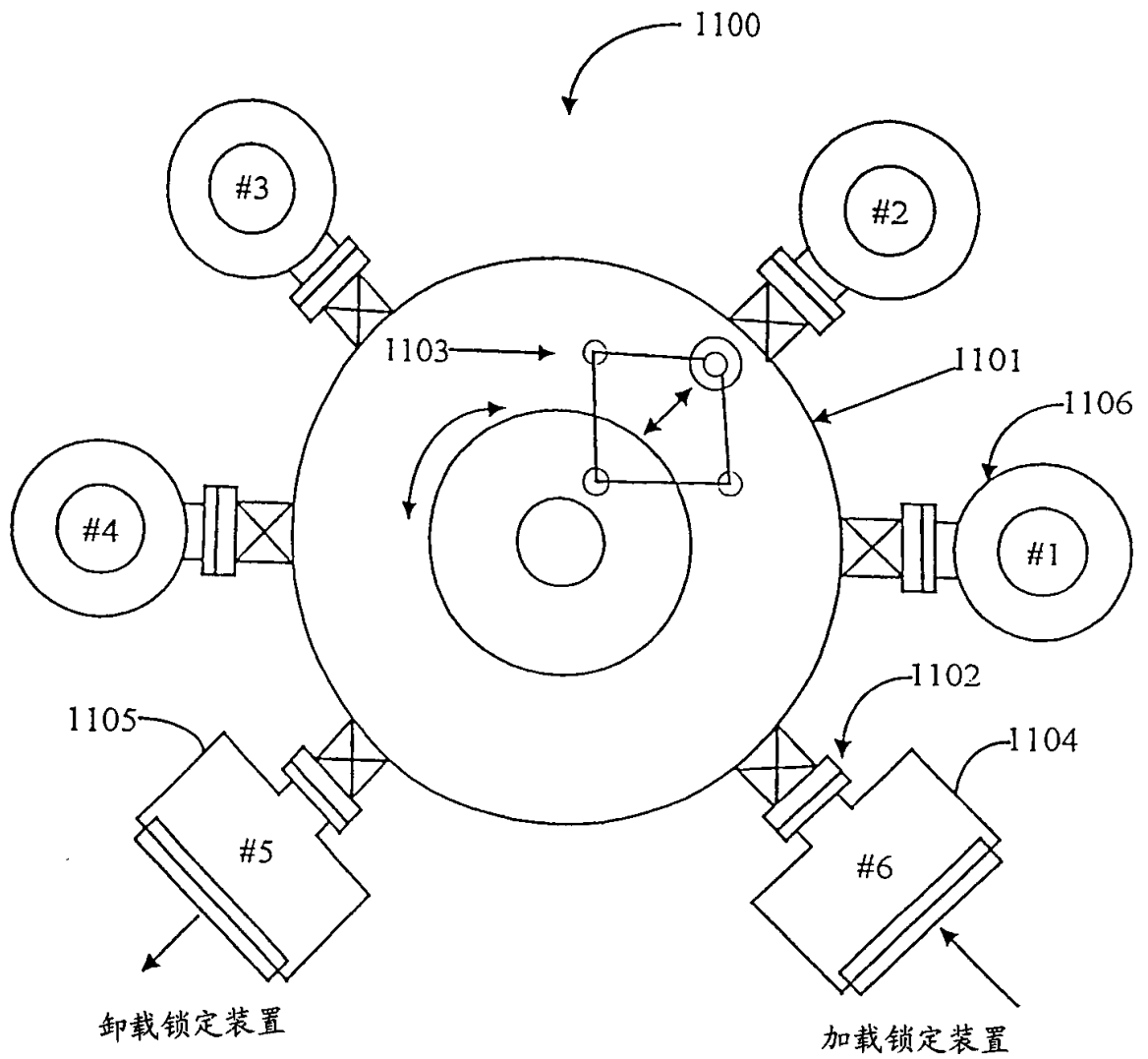


图 10A(现有技术)

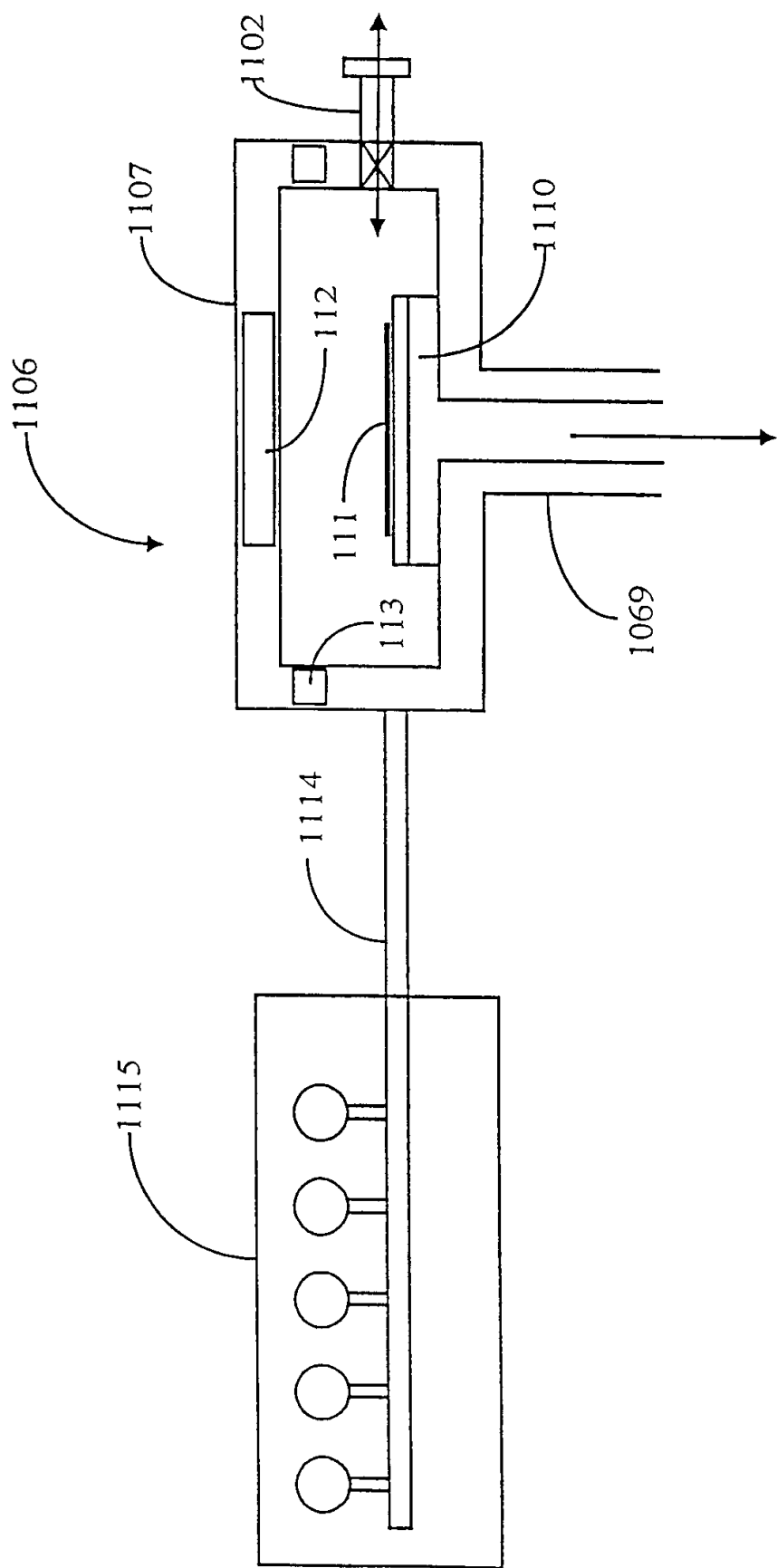


图 10B(现有技术)

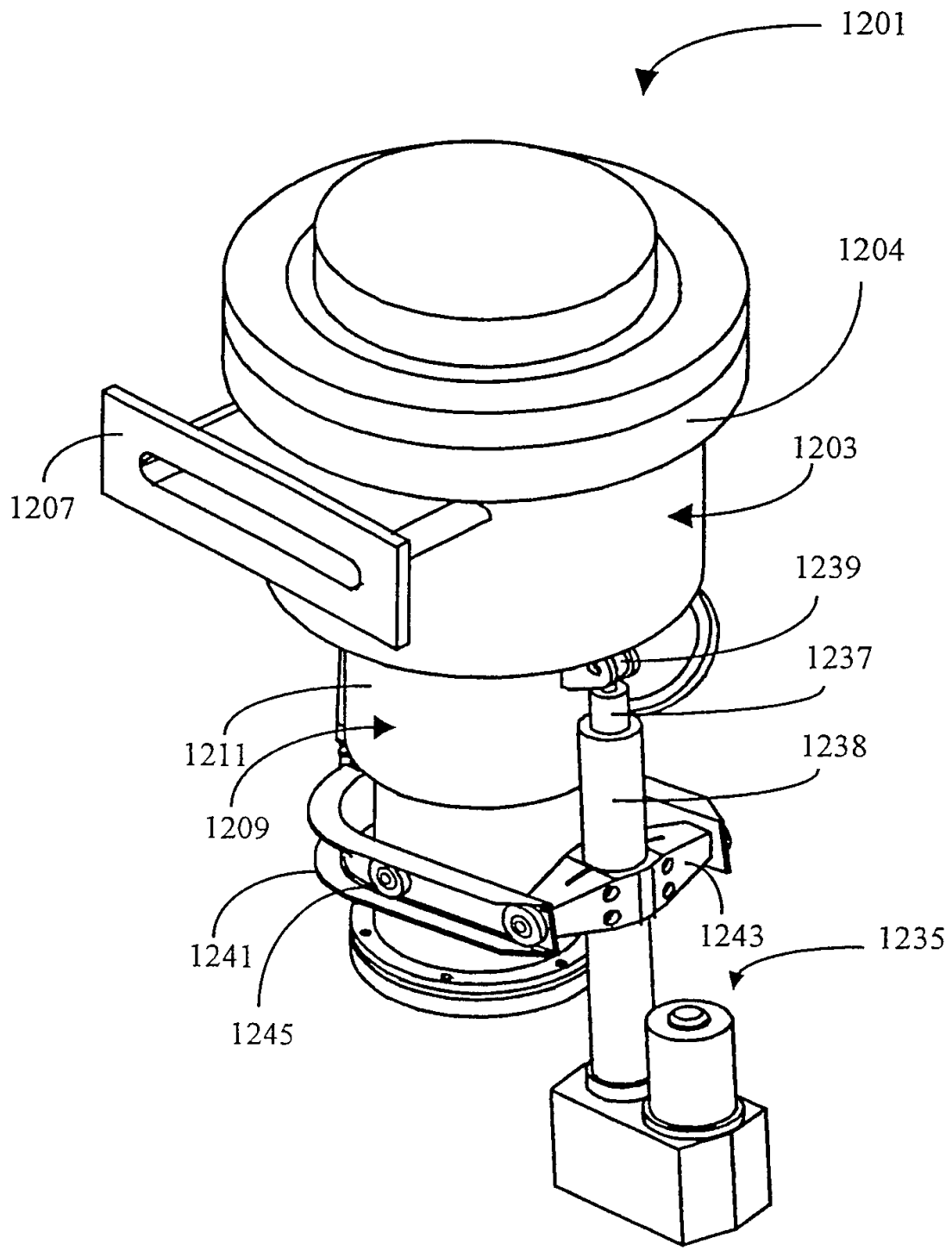


图 11A

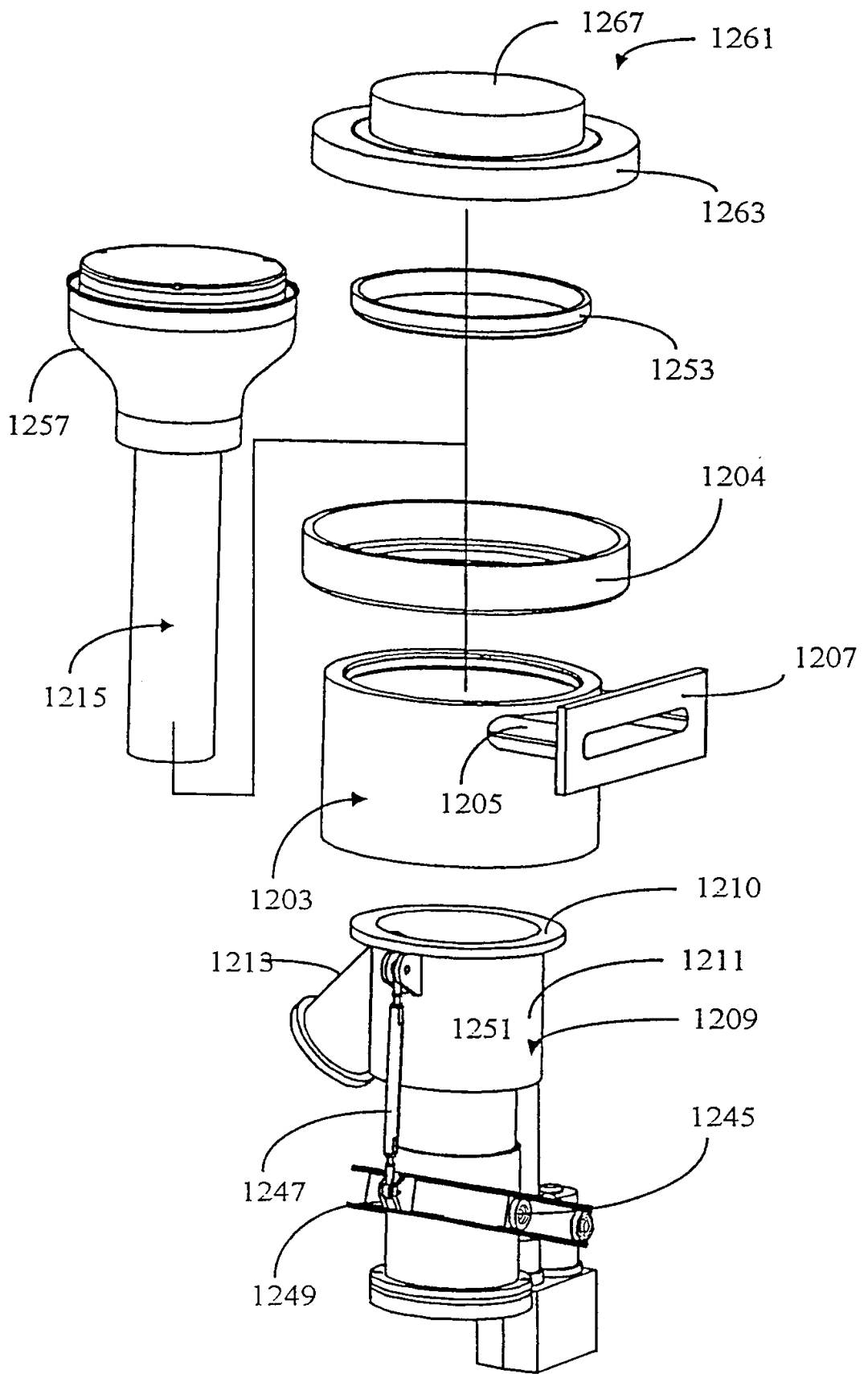


图 11B

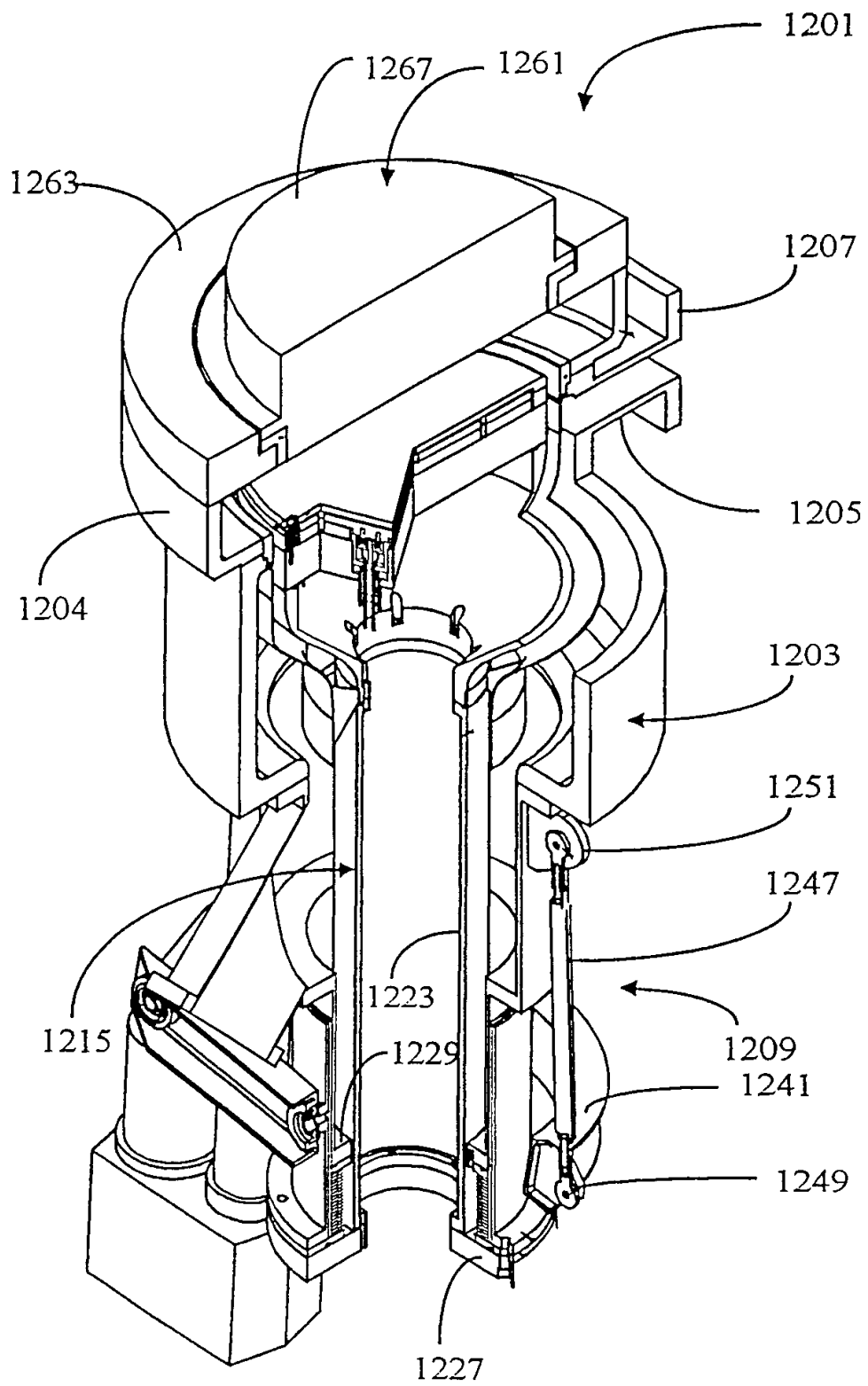


图 11C

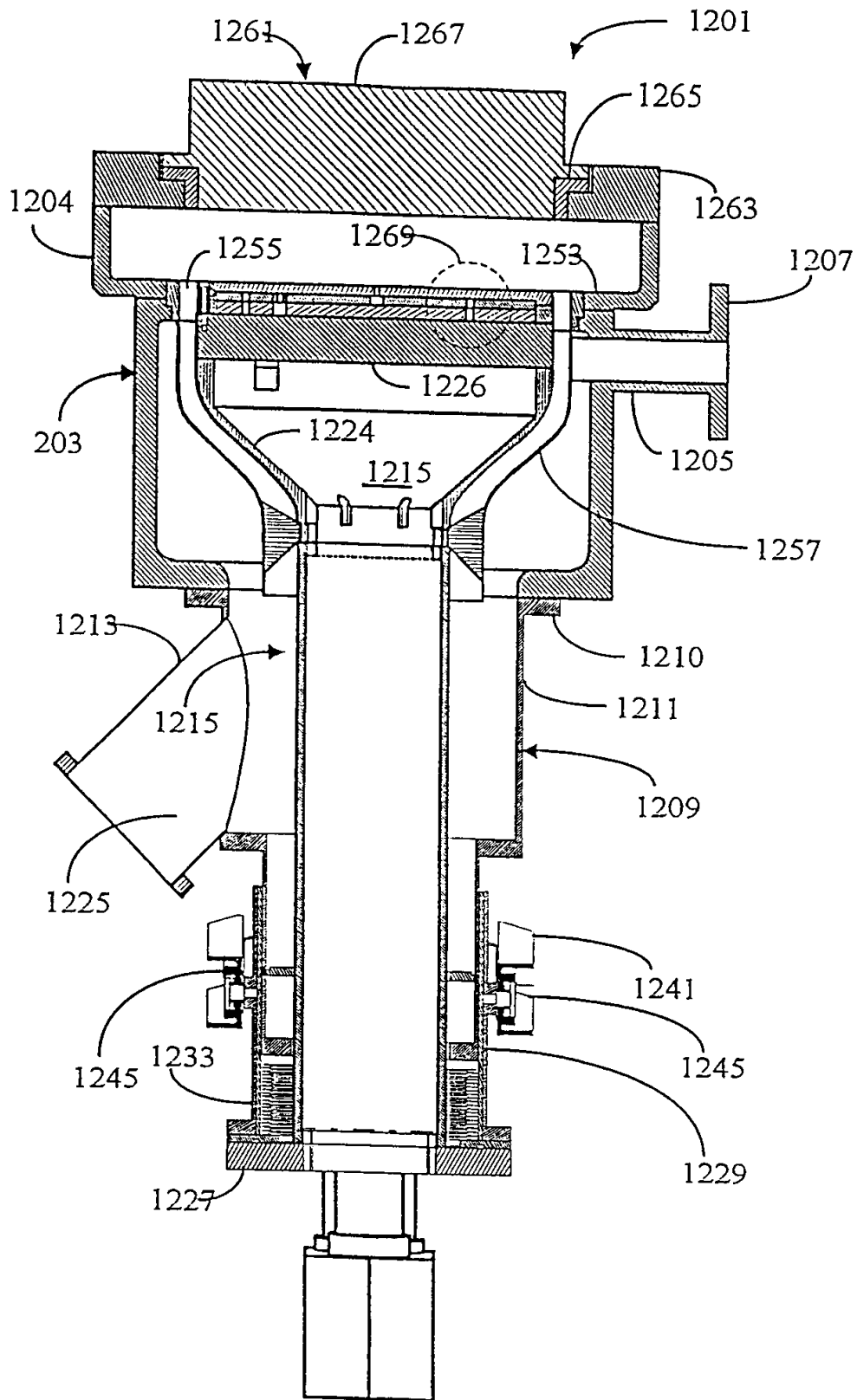


图 11D

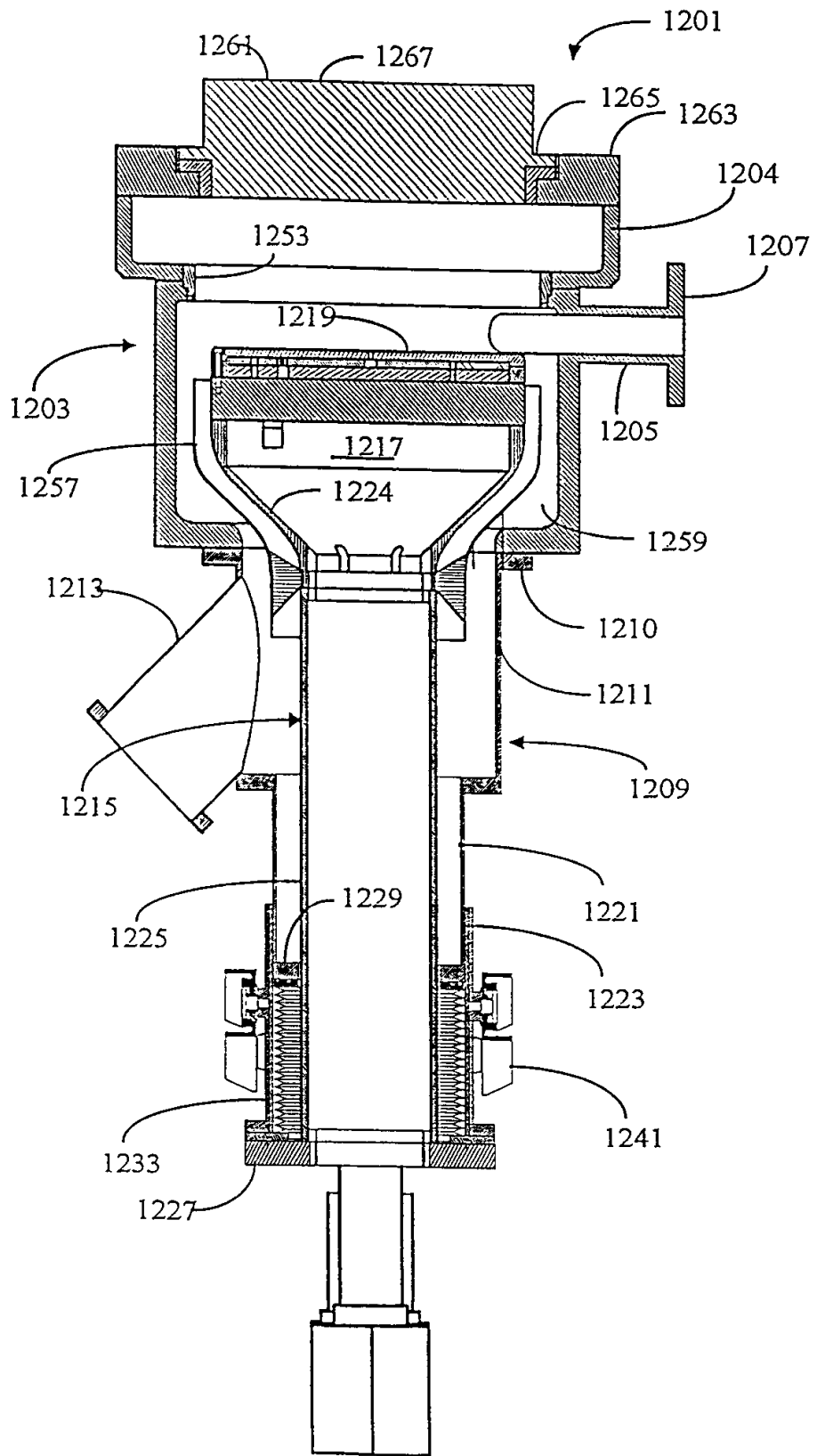


图 11E

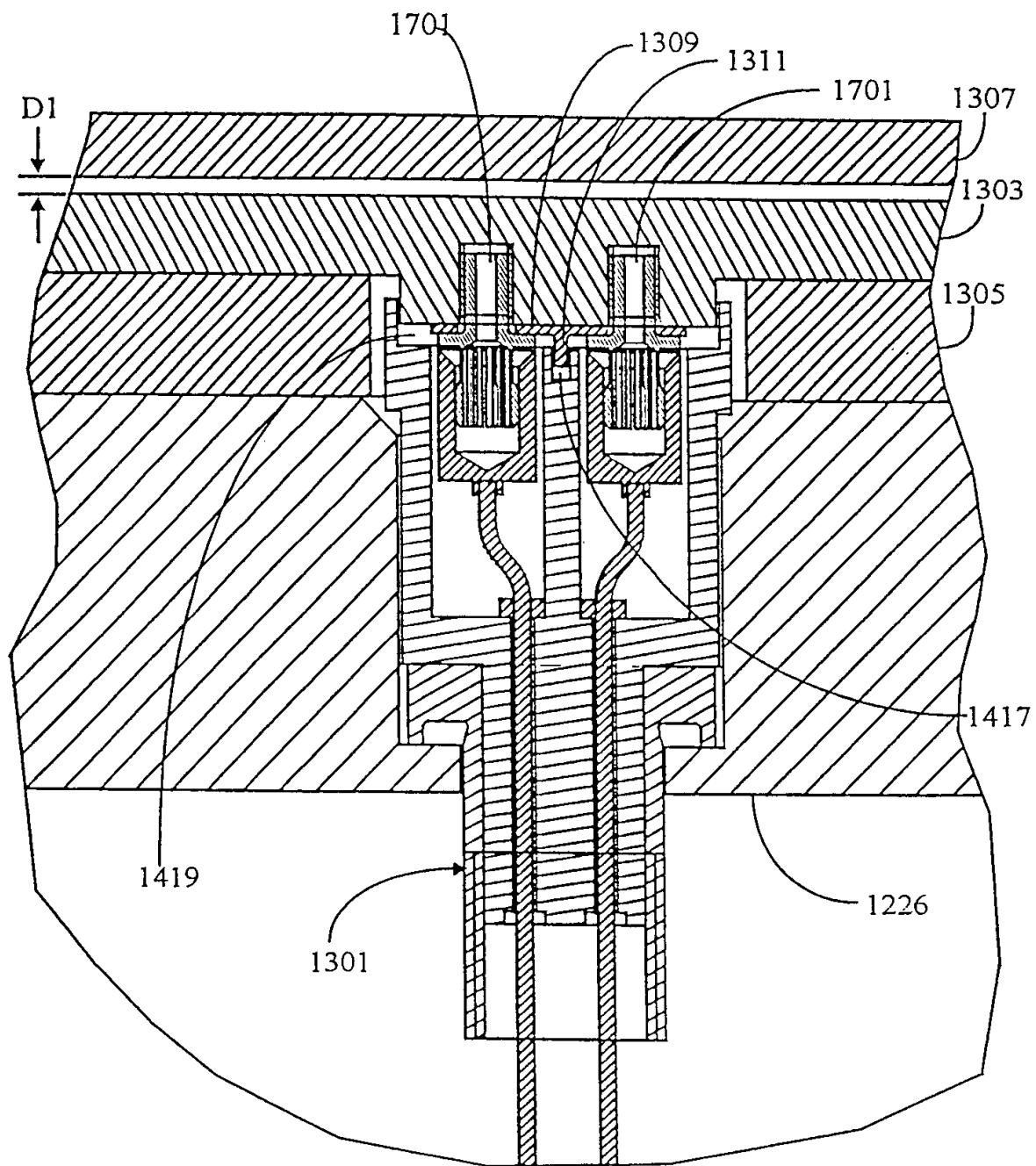


图 12

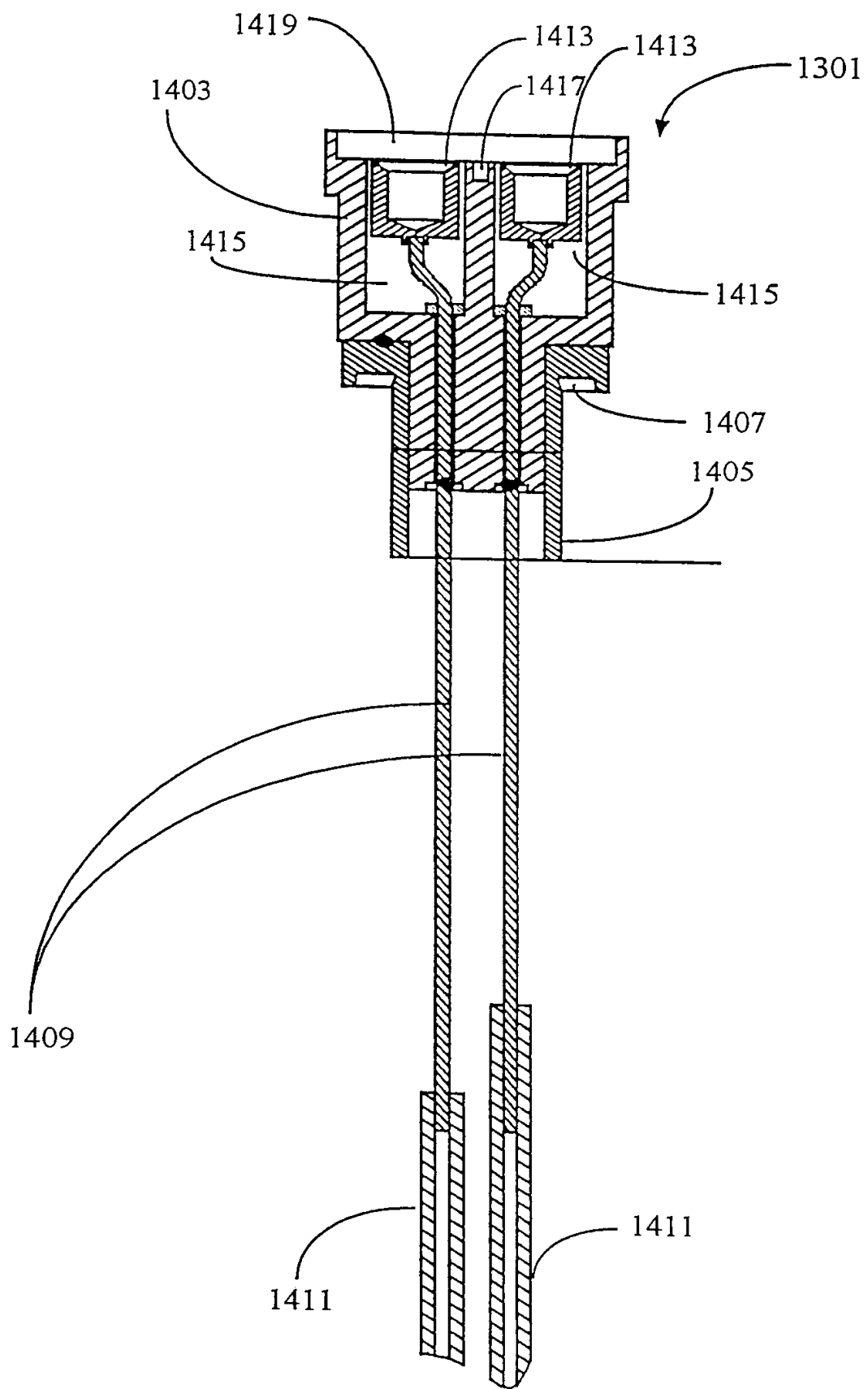


图 13A

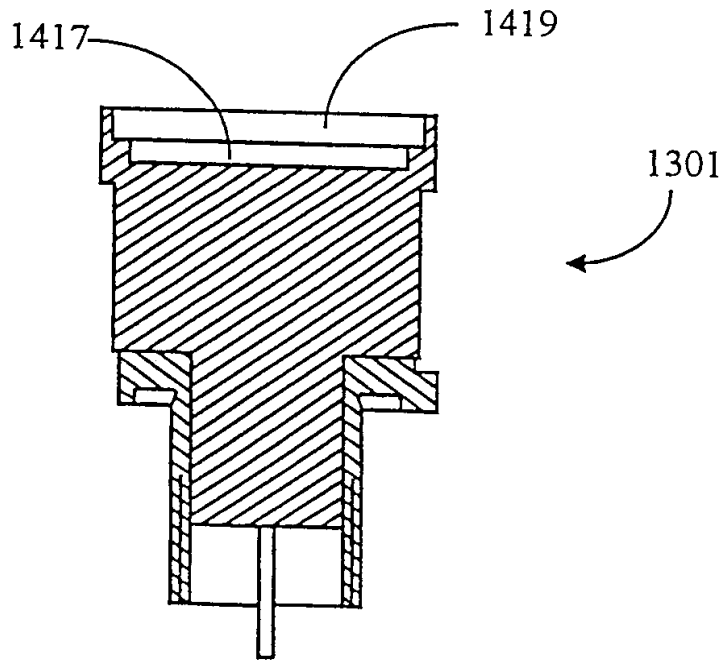


图 13B

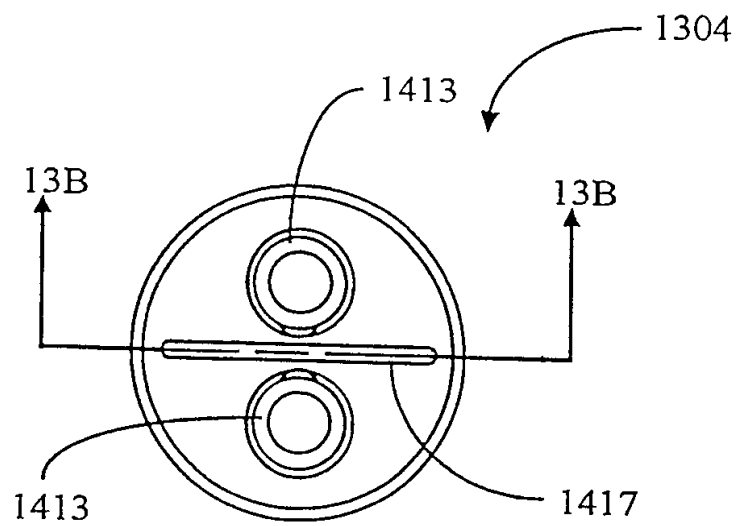


图 13C

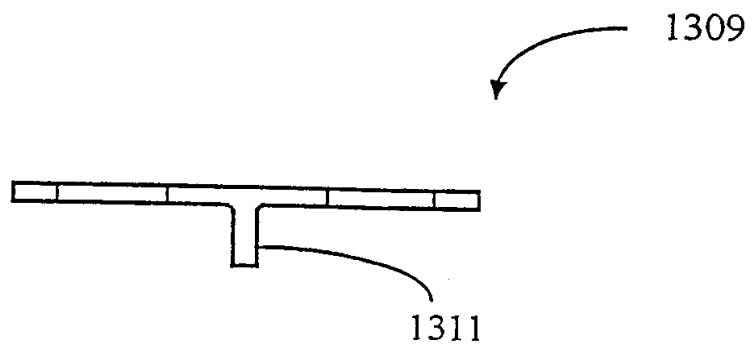


图 14A

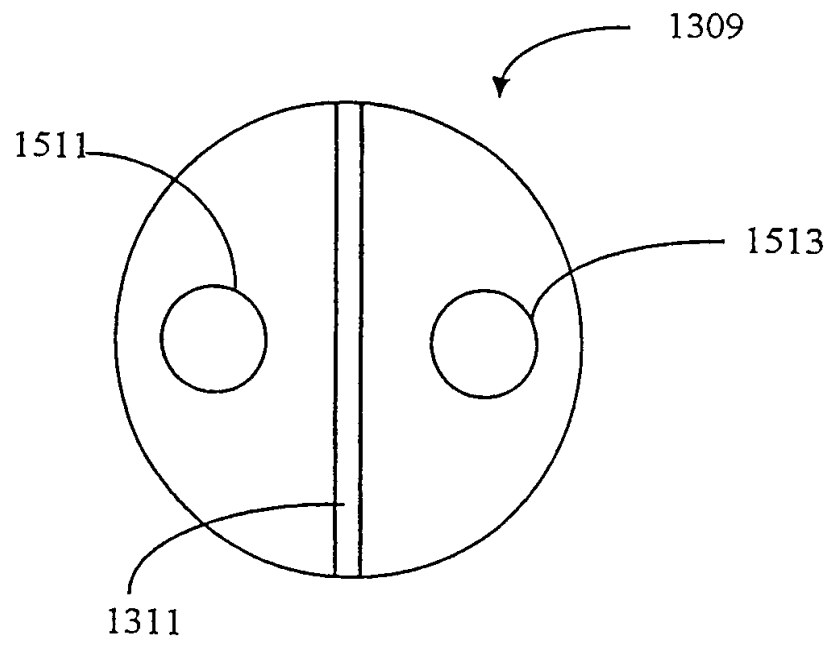


图 14B

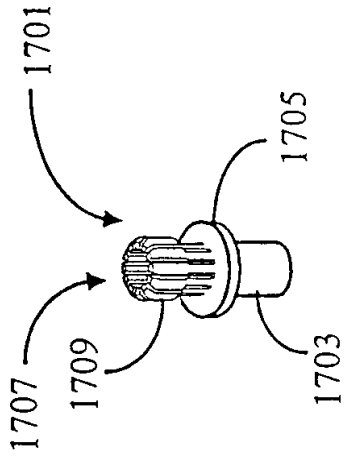


图 16A

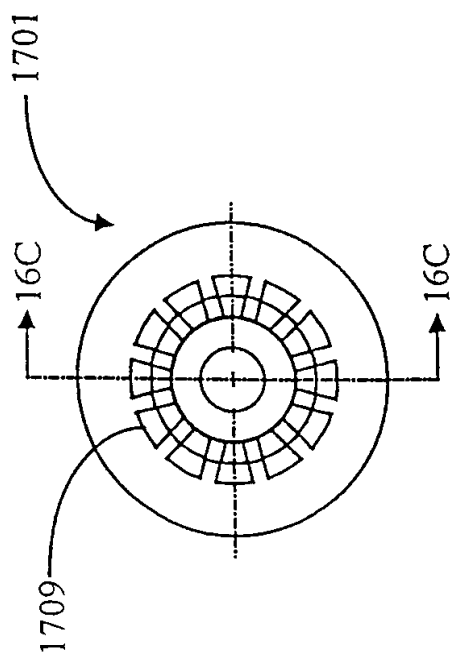


图 16B

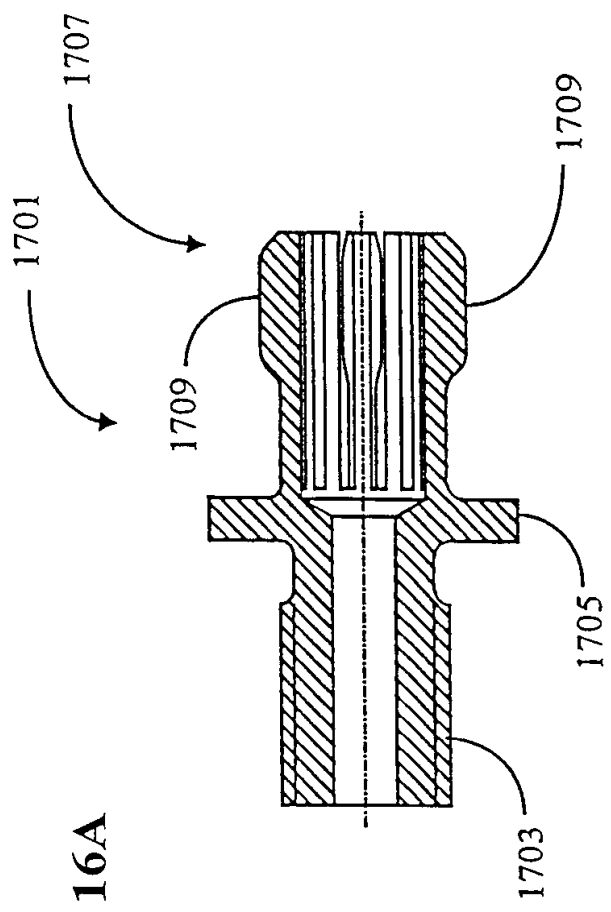


图 16C