

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

C30B 25/14 (2006.01)

C23C 16/44 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 00802119.8

[45] 授权公告日 2006 年 5 月 10 日

[11] 授权公告号 CN 1255582C

[22] 申请日 2000.3.17 [21] 申请号 00802119.8

[30] 优先权

[32] 1999.3.25 [33] IT [31] MI99A000607

[86] 国际申请 PCT/EP2000/002364 2000.3.17

[87] 国际公布 WO2000/058533 英 2000.10.5

[85] 进入国家阶段日期 2001.5.30

[71] 专利权人 LPE 公司

地址 意大利博拉泰

[72] 发明人 弗兰克·普勒提

温琴佐·奥格里亚里

朱塞佩·塔伦兹

审查员 周家成

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

代理人 孙 征

权利要求书 3 页 说明书 9 页 附图 4 页

[54] 发明名称

用于一个外延反应器的反应腔

[57] 摘要

一种改进的用于外延反应器的反应腔(10)，反应腔包括一个由绝缘和透明材料例如石英制成的钟形罩(14)，一个设有用于承接由要处理的材料制成的晶片(36a-n)的盘形腔(34a-n)并具有一个设置在其上的绝缘和化学阻抗板(40)的衬托(24)，以及一个包括多个安装在一个固定在钟形罩(14)的一个上开口(50)上的盖(52)上的出口管件(106a-f)。

1. 一种改进的用于外延反应器的反应腔，反应腔包括一个由绝缘和透明材料例如石英制成的钟形罩（14），一个设有用于承接由要处理的材料制成的晶片（36a-n）的盘形腔（34a-n）并具有一个设置在其上的绝缘和化学阻抗板（40）的衬托（24），其特征在于，使用一个由一个盖（52）形成的扩散器（54），盖由一个连接在一个具有多个长度相同的管件（106a-f）的对称环形分散腔（104）上的中心顶件（88）供料，所述管件将盖的所述环形腔（104）连接到紧位于一个颈部（46）之下的钟形罩的一个顶区（42，44）上，颈部将一个上法兰（48）连接到顶区（42，44）上，所述多个管件（106a-f）确保在低速下流量均匀分布；

一个在支撑在衬托之上的板（40）之上延伸的钟形罩（14）的圆柱形区，以避免在板（40）和台肩（42）之间的任何干涉；

一个钟形罩（14）的较小的内径，以保持钟形罩（14）尽可能地远离衬托（24）；以及

在衬托（24）的角部上，在其上区，突出的挡板（122a-g）插入形成在所述衬托（24）的主体内的凹部中，所述挡板（122a-g）具有约等于衬托的角部的长度的一半的长度。

2. 根据权利要求 1 所述的一个外延反应器的反应腔，其特征在于，扩散器（54）的盖（52）固定在一个环形法兰（56）上，而此法兰（56）又由一对两个半对法兰（82a，82b）固定在钟形罩（14）的上加厚法兰（48）上，半对法兰（82a，82b）将环形法兰（56）夹紧在钟形罩（14）的上法兰上。

3. 根据权利要求 2 所述的一个外延反应器的反应腔，其特征在于，扩散器（54）的盖（52）在环形法兰（56）上的固定由多个弹簧加载的系杆（58a-c）进行，系杆以一种弹性方式将盖（52）压在环形法兰（56）上。

4. 根据权利要求 2 所述的一个外延反应器的反应腔，其特征在

于，盖（52）由一个法兰（86）关闭在顶部，法兰（86）终止在一个与一套筒（96）连通的顶件（88）处，套筒用于连接到一个要用于相同的反应腔中的外气体源上，顶件设有一个限定至少一个圆槽的底部（100），圆槽用于确保向一个环形腔（104）提供非常均匀的气体分布，用于在钟形罩（14）内提供来自扩散器（54）的多个管件（106a-f）。

5. 根据权利要求4所述的一个外延反应器的反应腔，其特征在于，除了在底部（100）中的槽，另一个环形槽（102）帮助确保向提供出口管件（106a-f）的环形腔（104）均匀分布气体。

6. 根据权利要求4和5所述的一个外延反应器的反应腔，其特征在于，扩散器（54）的盖（52）包括一个用于冷却流体流动的内腔（114）。

7. 根据权利要求4和5所述的一个外延反应器的反应腔，其特征在于，出口管件（106a-f）由相对于用于钟形罩中的气体化学惰性材料制成。

8. 根据权利要求7所述的一个外延反应器的反应腔，其特征在于，出口管件（106a-f）由玻璃制成。

9. 根据权利要求7所述的一个外延反应器的反应腔，其特征在于，出口管件（106a-f）由陶瓷材料制成。

10. 根据权利要求7所述的一个外延反应器的反应腔，其特征在于，出口管件（106a-f）由石英制成。

11. 根据以上任何一项权利要求所述的一个外延反应器的反应腔，其特征在于，固定在衬托（24）上的挡板（122a-f）由相对于用于所述腔中的气体化学惰性的材料制成。

12. 根据权利要求11所述的一个外延反应器的反应腔，其特征在于，固定在衬托（24）上的挡板（122a-f）由玻璃制成。

13. 根据权利要求11所述的一个外延反应器的反应腔，其特征在于，固定在衬托（24）上的挡板（122a-f）由陶瓷材料制成。

14. 根据权利要求11所述的一个外延反应器的反应腔，其特征在于，固定在衬托（24）上的挡板（122a-f）由石英制成。

15. 根据权利要求 11 所述的一个外延反应器的反应腔，其特征在于，固定在衬托（24）上的挡板（122a-f）由衬有碳化硅的石墨制成。

用于一个外延反应器的反应腔

本发明涉及一种由化学气相反应在一种结晶材料的基质上进行沉积的外延反应器的反应腔的改进。具体而言，本发明涉及一种在由相同材料制成的单晶基质上进行半导体材料沉积的外延反应器的反应腔的改进，更具体地，本发明涉及通过在由相同材料的基质上沉积半导体硅的外延生长。

涉及在包括相同材料的基质上单晶的外延生长的现有技术已经公知几十年了，并广泛用于制备电子半导体装置，具体地用于要在集成电路的制造中使用的硅基质或“晶片”。

对于此硅的外延生长，广泛使用的是化学汽相沉积（CVD）它由硅的气态化合物的高温分解取得，称为硅源气体，例如在氢环境下的 SiH_4 ， SiH_3Cl ， SiH_2Cl_2 ， SiHCl_3 以及 SiCl_4 。为了取得此高温分解，使用外延反应器，所述反应器基本由一个由绝缘和透明材料制成的钟形罩形成，钟形罩包围用于硅晶片的一个支撑和一个加热器，钟形罩包括一个由衬有碳化硅的石墨制成的衬托并设有基本为盘形的腔，用于承接硅晶片，并由一个在外部包围石英钟形罩的线圈感应的电流加热。衬托可以具有各种形状，例如可以为盘形或截头金字塔形，再次应用的衬托为截头金字塔形。

在一个石英钟形罩内具有一个形如截头金字塔的衬托的反应器已经公知地使用了很长时间，例如由意大利专利 No. 1, 215, 444 以及对应的欧洲专利 No. 293, 021 中公开。

在这些类型的反应器中，公知的是在一个也由硅制成的基质上沉积的速度在其他条件相同的情况下或多或少取决于上述硅源气体在基质表面上的流动速度，基质保持在感应所述气体的高温分解的温度下，以形成硅的沉积。如在本申请人所有的意大利专利 No. 1, 231, 547 中以及对应的欧洲专利 No. 0, 415, 191 中所述，一个封装在一个具

有安装在其上的半球形顶部的圆柱形钟形罩中的截头金字塔衬托产生在衬托侧面中心最小的硅源气体的流速，其中侧面和邻近的圆柱形钟形罩壁之间的距离最大，并最大地接近分隔衬托相邻面的角，其中所述面和所述钟形罩壁之间的距离最小。为了克服在沉积速度中相应的变化和在沉积厚度中相应的变化，在上述意大利专利 No. 1, 231, 547 中对衬托的角提供了朝向钟形罩壁的突起，突起可以减小到零或接近零，在这些突起附近所述气体的流速使得在所述突起和所述钟形罩壁之间的衬托的每个面经过的速度基本均匀。为此形成的突起在上述专利的图 8 至图 19 中示出，这些附图示出都插入在衬托的角中的突起，如图 8-9B 所示，并由与衬托相同的材料制成，见图 11-19。此系统可以以令人满意的方式工作，尽管当为了清洗或为了修理严重的故障必须用替换一个新的钟形罩、甚至实际与要替换的基本相同的钟形罩会产生特定程度的不均匀和不可预测性。更有甚者由于趋于制造直径在 100mm (4") 和 200mm (8") 之间的很大的硅晶片，应该注意在更换钟形罩之后产生的不均匀由于制造大的硅晶片而加剧。

对此，公知的是当晶片的直径增加时，对外延晶片质量的要求更严格，因此同时处理许多晶片的反应器（成批类型的反应器）必须冲击产生的数量和质量之间的可接受的平衡。

一个非常重要的定性参数是沉积的外延层的厚度的均匀性。对此，在一个外延反应器中尤其是在一个成批类型的外延反应器中，厚度的均匀性由以下特定因素影响：

- 在每个单独的晶片上不同点之间的厚度差异；
- 在同一批量中各个晶片之间的差异；
- 在不同批量之间的差异。

从以上现有技术的文件中可以看出，一个带有一个截头衬托的称为阻挡外延反应器的典型外延反应器的反应腔基本由以下部件组成：

- 一个设置在顶部上的圆柱形钟形罩，一个法兰由一个窄圆柱形颈部连接在钟形罩关闭顶部上；
- 一个气体分配器，用于化学汽相沉积反应，包括一个连接在具

有以均匀的方式分配流出的气体流功能的两个平行板上的入口管；

- 一个要放置在衬托的顶盖上的石英板；以及
- 一个设有其支撑的衬托。

上注部件共同形成一个反应腔的基本部件。

公知的是反应器的衬托可以根据其直径例如根据以下图表承接许多晶片：

晶片直径	晶片标号	晶片设置
100mm (4")	30	3 圈分成 10 列
125mm (5")	24	3 圈分成 8 列
150mm (6")	14	2 圈分成 7 列
200mm (8")	5	1 圈分成 5 列

通常，圈的数量越多，列的数量就越少，而且取得外延层的厚度均匀性中一个可接受的平衡的难度就越大。由于封装在一个基本为圆柱形的钟形罩中的衬托的截头金字塔形状，厚度的均匀性趋于在圈之间即在一个竖直方向中变化很大。

当其所有的部件按照设计规格制造时，根据现有技术的原理提供的反应腔产生满意的结果。但是，如果其中一个部件没有按照规格制造，就会产生严重的缺陷。通常，衬托和石英板都不会产生问题，除非它们具有很大的偏差。另一方面，钟形罩和分配器非常重要，而且其重要性随着直径变大的晶片的生产而增大。这样导致需要较小的公差，从而在某种程度上几乎不可能满足，这样当一个钟形罩或一个分配器 - 甚至按照相同的设计规格制造时 - 被替换时，涉及沉积层的厚度的均匀性的结果在积极或消极的意义上变化很大。

对此研究和实验表明：

a) 分配器至关重要，因为气体在入口管的速度非常高（约 130 米/秒），尽管速度在出口管很低（约 3 米/秒）；因此各个部件之间形状的很小的差异或很小的变化都会对性能产生很大的影响；

b) 所谓的钟形罩的“台肩”即连接钟形罩的圆柱形侧壁和终止在

上法兰中的颈部的顶部形区的形状非常关键，因为坐落在衬托上的石英板非常接近所述台肩的弧形壁，这样在气流中形成对流涡旋，所述涡旋根据所述台肩的曲率半径（在此半径中很小的变化在此对流涡旋中产生很大的变化）以及根据使用手动玻璃处理技术形成的内表面的不规则性产生很大的形状变化。设有一个制造很差的顶部的钟形罩通常导致竖直均匀性的很差的结果，即在一个圈和下一个圈之间很大的差异；

c) 钟形罩的内径非常关键：如果钟形罩太窄，在每个单独的晶片上均匀性就很差。

上述缺陷由本发明克服，其中：

一个由一个盖形成的扩散器，盖由一个连接在一个具有多个长度相同的管件上的对称环形分散腔的中心顶件提供，管件将盖的所述环形腔连接到紧位于一个颈部之下的钟形罩的一个顶区上，颈部将一个上法兰连接到顶区上，所述多个管件确保在低速下流量均匀分布；

一个在支撑在衬托之上的板之上延伸的钟形罩的圆柱形区，以避免在板和台肩之间的任何干涉；

一个钟形罩的较小的内径，以保持钟形罩尽可能地远离衬托；以及

在衬托的角上在其上区突出的挡板插入形成在所述衬托的主体内的凹部中，所述挡板具有约等于衬托角的一半的长度。

本发明的特征在构成本说明书一部分的权利要求书中限定。但是，本发明的其他特征结合附图从以下对一个非限定性的实施例的详细描述中更显而易见，其中在附图中：

图 1 示出本发明一个外延反应器的反应腔的剖视图，反应腔中容纳一个衬托，衬托类型为包括两圈七列晶片，每个晶片的直径为 150mm (6")；

图 2 是沿图 1 中所示的 A-A 线所做的同一个反应腔的剖视图；

图 3 是用于根据本发明的反应腔的盖和分配器组件的一个局部放大图；而

图 4 是相同的盖和分配器组件的一个分解立体图，示出了其全部部件。

参见附图，可以看出一个外延反应器的反应腔 10 由一个基底 12 形成，基底 12 支撑一个由绝缘和透明材料、例如石英制成的钟形罩 14，钟形罩的材料不会与要导入钟形罩 14 中的化学反应物反应，并且由反射型导电线圈 16 包围，例如在上述意大利专利 No. 1, 215, 444 中和对应的欧洲专利 No. 293, 021 中所示。显然，线圈 16 放置在一个支撑 18 上，支撑 18 包含用于分散流入钟形罩 14 和线圈 16 之间的一个空腔中的气流 22，对其进行冷却。

钟形罩 14 具有位于其中的一个截头金字塔形的衬托 24，衬托 24 设置在一个支撑和旋转轴 26 上并基本由一个横向外壳 28 形成，外壳由一种导电材料、例如石墨制成，并衬有一种化学惰性材料例如碳化硅 (SiC)，外壳的底部由第一平板 30 而顶部由第二平板 32 闭合。如果平板 30 和 32 衬有惰性材料，所述的平板 30 和 32 可以由既具绝缘又具有惰性、例如石英或陶瓷材料以及导电性材料例如石墨制成。优选使用石墨，因为它容易加工（莫氏硬度因子为 2）并且使用本领域普通技术人员公知的方法容易衬有碳化硅。衬托 24 的横向外壳 28 设有盘形腔 34a-n，能够容装要使用所需的方法处理的半导体硅的晶片 36a-n，以制备集成电路的半导体芯片。

衬托 24 具有一个在其上伸出的柱体 38，柱体 38 支撑一个板 40，柱体和板都由惰性材料例如石英或陶瓷材料制成，显然板 40 具有防止硅源气体直接冲击衬托 24 的作用。

根据本发明，钟形罩 14 不是终止在现有技术的通常的半球形圆顶处，而是终止在一个相对于衬托 24 和板 40 升高的台肩 42 处，这样钟形罩 14 和板 40 之间的空间基本不受限制，从而避免在板 40 和台肩 42 之间产生干涉。

在台肩 42 之后，钟形罩连续设有一个平区 44，平区 44 连在一个升高的中心颈部 46 上，颈部 46 终止在一个加厚的法兰 48 处，法兰 48 限定一个开口 50，开口 50 设计成可以承接一个本发明扩散器的一

个盖 52, 这在图 3 和 4 中详细示出。

扩散器 54 包括一个由弹簧加载的系杆 58a-c 连接到一个环形法兰 56 上, 系杆至少为三个并包括圆把手 60a-c、螺杆 62a-c、在顶端墩锻而在底部加工有螺纹的中空套筒 64a-c、弹簧压力垫圈 66a-c、压力弹簧 68a-c、用于承接套筒 64a-c 的螺纹区的螺纹孔 70a-c 以及一旦旋入孔 70a-c 后用于固定所述套筒 64a-c 的锁紧螺栓 72a-c。最后, 螺杆 62a-c 的螺纹端部配合在环形法兰 56 的螺纹孔中。同一个法兰 56 设有通孔 76a-f, 用于承接配合在两个对半的对法兰 82a 和 82b 的螺纹孔 80a-f 中, 对法兰 82a 和 82b 与法兰 56 一起夹住连接在钟形罩 14 的颈部 46 上的加厚法兰 48。一个由螺栓 78a-f 的作用夹紧在螺纹孔 80a-f 中的调整密封件 84 插在对法兰 82a 和 82b 中。

盖 52 在顶部由一个法兰 86 封闭, 法兰 86 终止在一个封闭的上顶件 88 处, 上顶件 88 具有一个安装在其上的螺纹套筒 90, 套筒 90 与一个螺杆 92 在内部配合, 而螺杆终止在一个升高的圆把手 94 处。所述的顶件 88 与一个套筒 96 连通, 用于与一个要用在反应腔 10 内部的外气体源连接。顶件 88 具有一个带有一个底部 100 的内腔 98, 底部限定一个环形槽, 此环形槽与另一个环形槽 102 一起向一个限定在法兰 86 和盖 52 的上侧之间的环形腔提供一个倾斜均匀的供应, 在此环形腔 104 与在板 40 之上出现在钟形罩 14 内的出口管 106a-f (在此情况下为六个) 连通。当法兰 86 如图 3 和 4 所示由一组螺栓 110a-f 压在盖 52 上时一个 O 形垫圈 108 确保法兰 86 和盖 52 之间产生密封。由化学惰性材料例如石英或陶瓷材料制成的出口管 106a-f 由螺纹套管 112a-f 连接到盖 52 的底部上, 而螺纹套管通过所述盖 52 的底部旋入对应的螺纹孔中。盖 52 设有一个用于冷却液例如水的内腔 114, 水分别从连接套管 116 进入而从连接套管 118 离开。一个套管 120 用于连接到限定在两个配合在盖 52 的底部和加厚法兰 48 之间的垫圈之间的空间中, 并提供了对这些垫圈密封效率的二个指示。

再参见图 1 和 2, 可以看出衬托 24 的外壳 28 和上平板 30 在横向角区中设有由化学惰性材料例如玻璃、石英、陶瓷材料或衬有碳化硅

的石墨制成的挡板 122a-g。优选石墨，因为它容易并可以精确加工，并可以容易衬有碳化硅，这样当一旦取得所需的尺寸时，挡板 122a-g 或多或少不需要进一步修改。

硅源气体离开扩散器 54 的出口管 106a-f，并在惰性板 40 之上扩散，然后在钟形罩 14 的侧壁和衬托 24 的外壳 28 之间流动，在此产生高温分解，导致在晶片 36a-n 上形成硅的外延沉积。

使用本发明的反应腔的结果如下：

1) 各个部件不再具有至关重要的特性，这样当钟形罩、盖和管件改变时性能不受影响；

2) 改进了在同一批晶片中各个晶片厚度的均匀性；

3) 在每个晶片中取得了生长厚度分布的典型的“形状”。

具体而言，由于结果 1 和 3，可以将精力只集中在每个晶片内部生长厚度中的变化上。在实际中，在每个晶片中厚度的分布如下：

在晶片的衬托具有 125mm (5") 的情况下具有三圈八个晶片，每一圈中：

在第一圈中，晶片具有一个生长层，其在右侧和左侧变薄而在中心变厚；

在第二圈中，晶片具有一个生长层，其在左侧和右侧变薄而只在中心略微加高；

在第三圈中，晶片具有一个完全均匀的生长层。

在晶片的衬托具有 150mm (6") 的情况下具有两圈七个晶片，每一圈中：

在第一圈中，晶片具有一个生长层，其在右侧和左侧变薄而在中心变厚；

在第二圈中，晶片具有一个完全均匀的生长层。

只要可以在各个圈中相同地分布生长层，就可以确保必须进行的任务。

公知的是，在挡板型反应器中，衬托 24 表现为一个具有均匀多边形基底的截头金字塔，而钟形罩 14 具有一个圆形形状。因此，衬托

24 和钟形罩 14 之间的气体流动通道具有一个在水平方向中可变的横截面，其中在晶片中心横截面较大（以下见图 2）。此外，相同的流动通道具有一个在竖直方向也可变的横截面，因为钟形罩 14 优选为竖直的，尽管衬托 24 的侧壁相对于钟形罩和衬托的公共竖直轴线倾斜一个小角度（通常为 3 度）。此倾角导致气体向衬托和钟形罩底部的流速增大，这是必要的，这样可以补偿当气体沿衬托向下流动时产生的氢和硅化合物的化合物的混合物中硅逐渐的消耗。如同以上在意大利专利 No. 1, 231, 547 中和在对应的欧洲专利公开说明书 No. 0, 415, 191 中所述，一个较小的横截面在特定的限度内对应于气体一个较大的流速以及硅沉积的较大的速度。但是，由于围绕衬托的边界层和钟形罩之间的相互作用使得情况很复杂，其中相互作用取决于各自的温度（应该记住衬托 24 由线圈 16 感应的电流加热，而钟形罩由空气流 22 冷却）以及衬托和钟形罩内壁之间的距离。为此，在用于具有 150mm（6"）直径晶片的一个衬托的第一圈中以及用于具有 125mm（5"）直径晶片的一个衬托的第一和第二圈中，边界层之间的距离以及流动横截面作成可以在晶片的侧面比在中心产生更快速的气体流动。另一方面，在底圈中，边界层之间的距离以及流动横截面作成可以在晶片的中心和侧面都产生具有均匀流速的气体运动。此问题已经由在意大利专利 No. 1, 231, 547 中和在对应的欧洲专利公开说明书 No. 0, 415, 191 中描述和要求保护的措施中解决，上述文本的说明书在此作为参考。根据此方案，衬托的角设有分隔挡板，以便修整上圈的边界层而不修整底圈的边界层。但是，正如在本说明书的前言部分所述，如果由现有技术提供的措施足以确保在气体外流速度中均匀分布，使边界层彼此离开移动，只要在衬托外部的部件例如钟形罩、盖和带有一对平行叠加盘的气体扩散器不更换，就只产生有效的结果。只有这样，由于发现如图 3 和 4 中详细所示的涉及相对于板 40 的钟形罩 14 的台肩 42 的高度的影响和扩散器 54 的修整，这样可以克服在现有技术中产生的缺陷，从而使得上述本发明可以完全实施。

如上所述，本发明使得在意大利专利 No. 1, 231, 547 中所述的

发明可以完全利用,以及具有使用小尺寸的分隔挡板 122a-g 的另外的优点,挡板不是固定的,即简单地插在衬托 24 角的凹部中,但是不与衬托 24 一体形成。挡板 122a-g 的尺寸的减小还具有对外延层的电阻有效控制的作用,因为这些挡板是有效的散热器并且可以影响性能参数例如电阻的均匀性,此参数对温度很敏感,尤其是对邻近挡板的晶片上的点上的温度很敏感。实际上,由于这些所述的较小尺寸的挡板 122a-g,电阻系数的均匀性不会损坏,同时由于在竖直方向改进了厚度即一个圈和下一个圈之间的均匀性,可以成功地使用例如在意大利专利 No. 1, 215, 444 中和在对应的欧洲专利公开说明书 No. 0, 293, 021 中所述的包括第二感应装置的调节系统取得一个温度分布,对于衬托能使此均匀性最佳。

以上的说明书涉及本发明的一个具体的实施例,它绝不是限定性的,对于本领域的普通技术人员而言,可以进行许多类似的和等同的方案,这些方案都由所要求保护的内容覆盖。

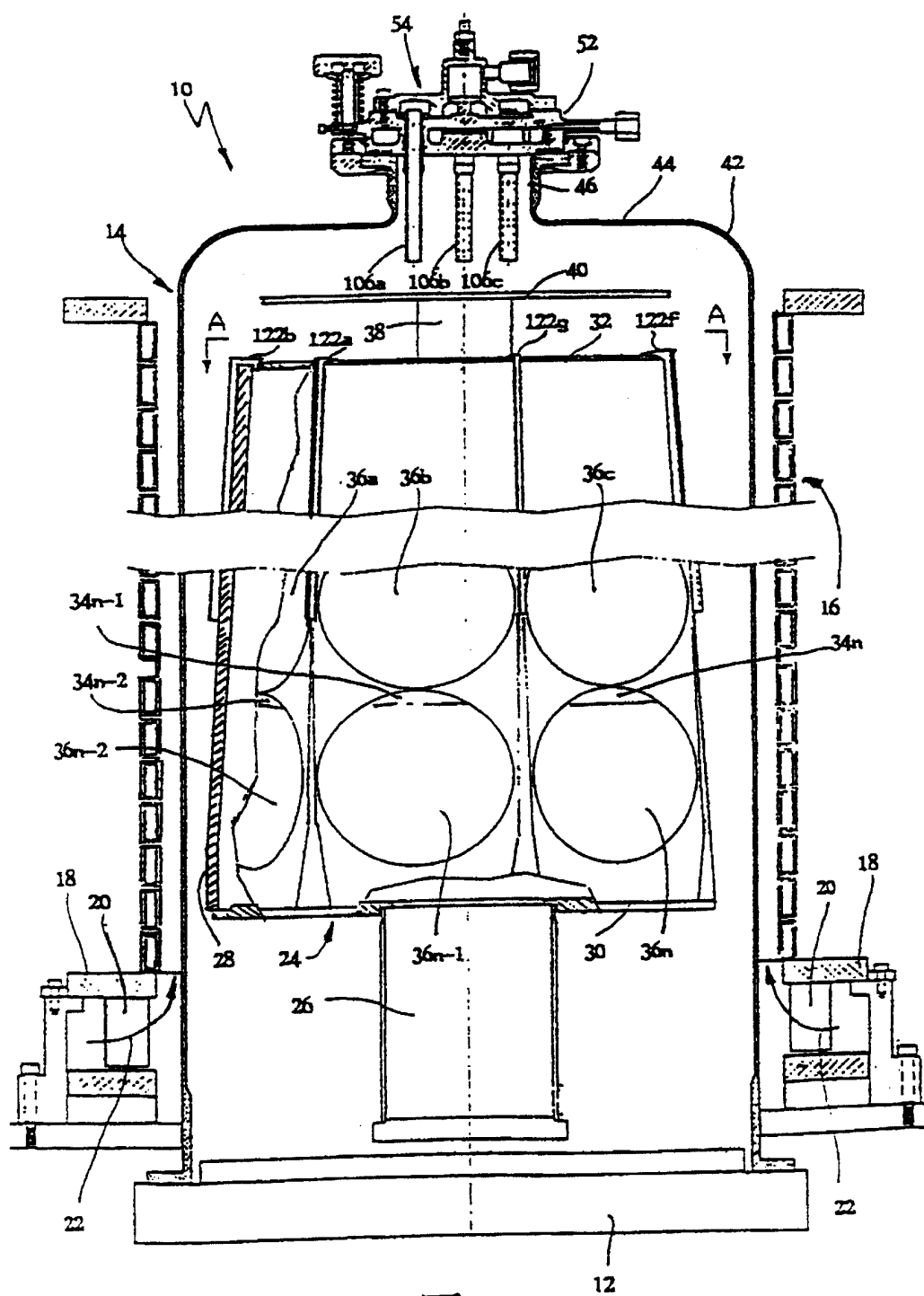


图 1

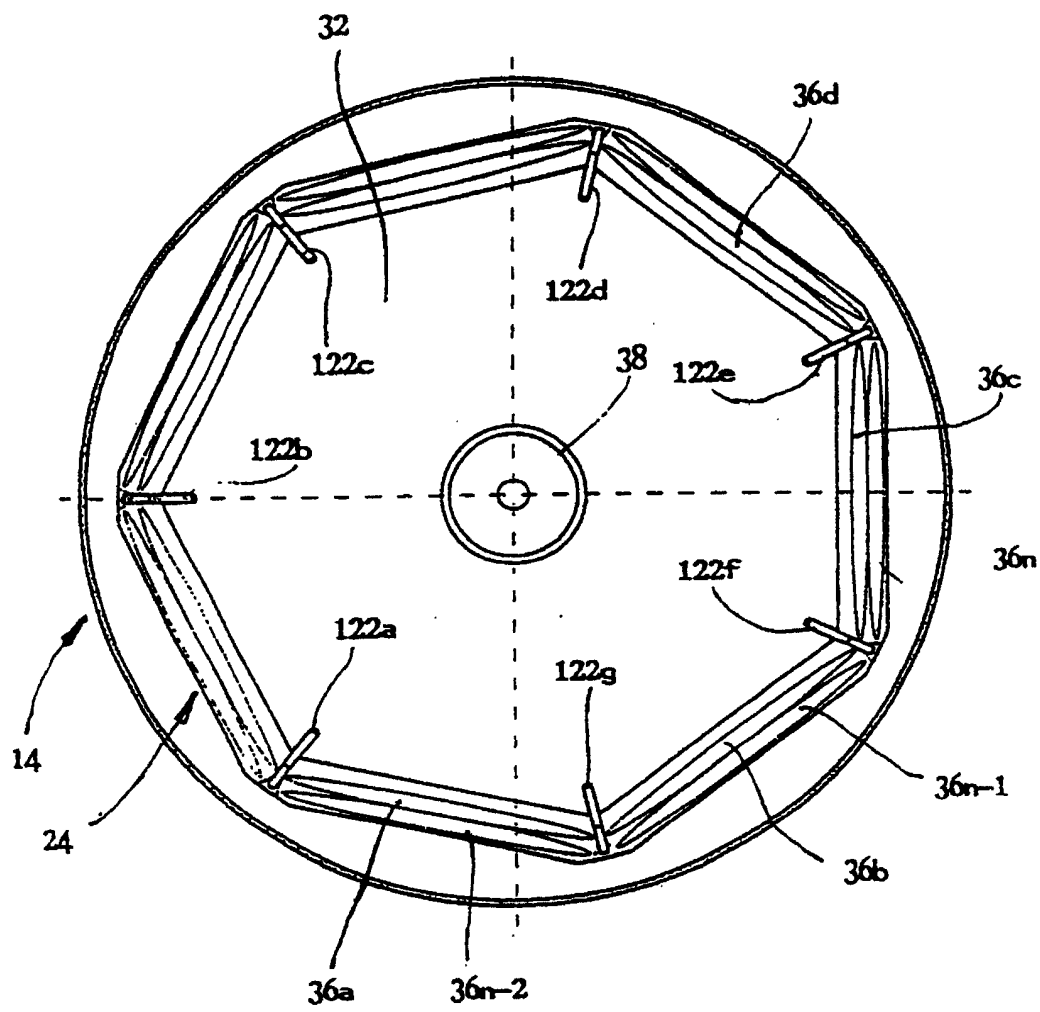


图 2

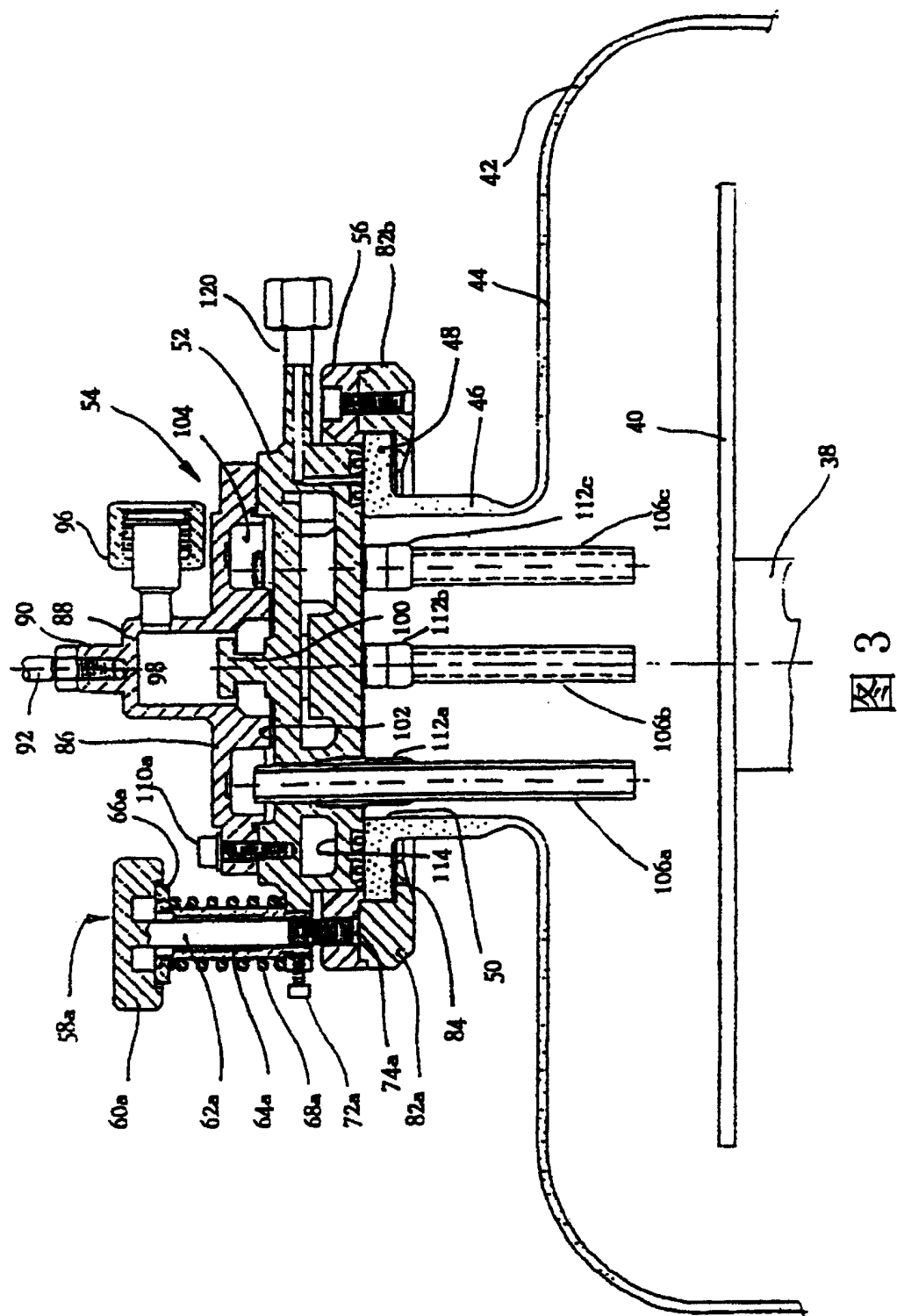


图 3

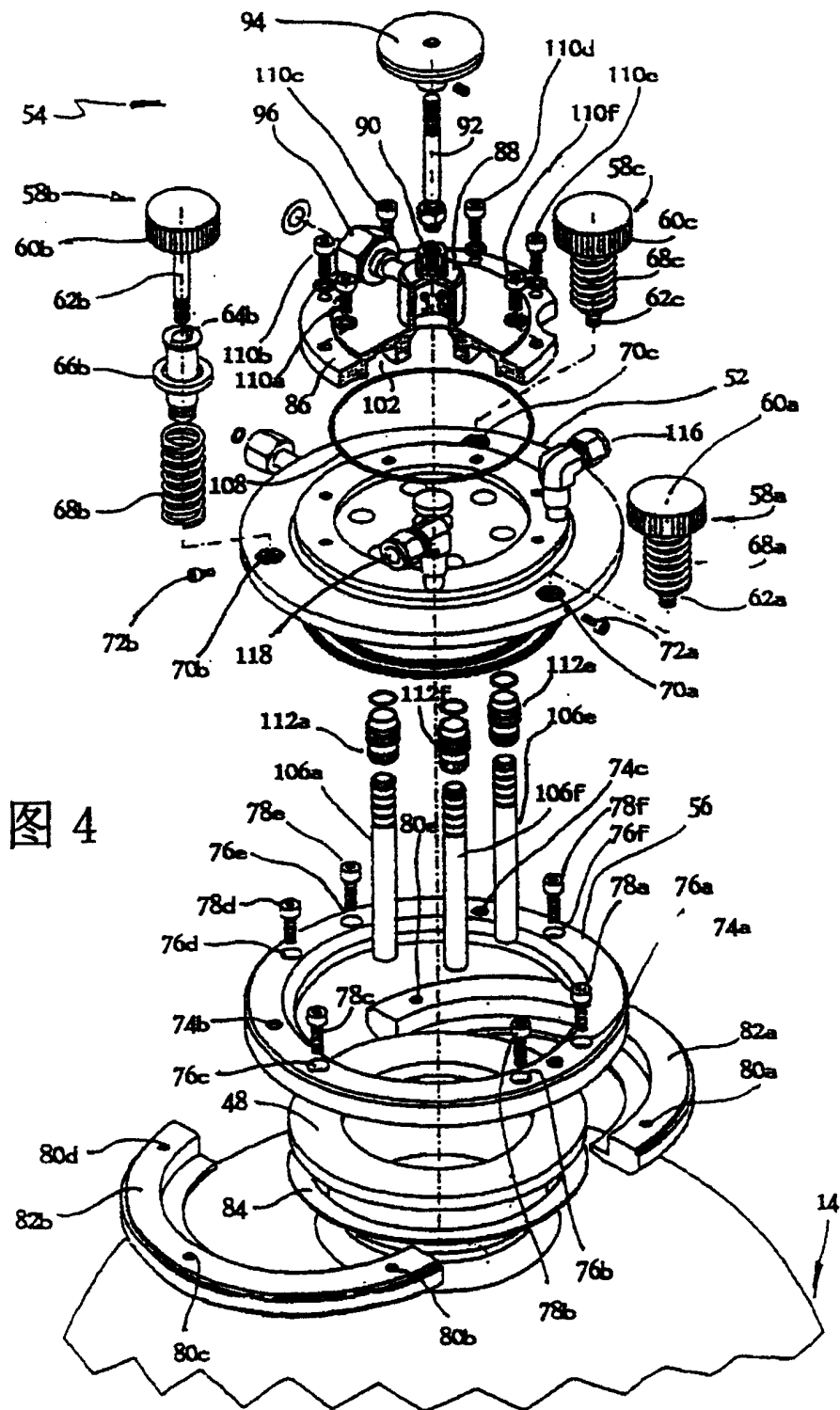


图 4