



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101582388 B

(45) 授权公告日 2011.02.09

(21) 申请号 200910139060.0

(22) 申请日 2009.05.15

(30) 优先权数据

2008-129118 2008.05.16 JP

2009-038453 2009.02.20 JP

(73) 专利权人 佳能安内华股份有限公司

地址 日本神奈川

(72) 发明人 金子一秋 田中洋 池田真义

涩谷阳介

(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 11038

代理人 张涛

(51) Int. Cl.

H01L 21/683 (2006.01)

H01L 21/00 (2006.01)

审查员 赵敏

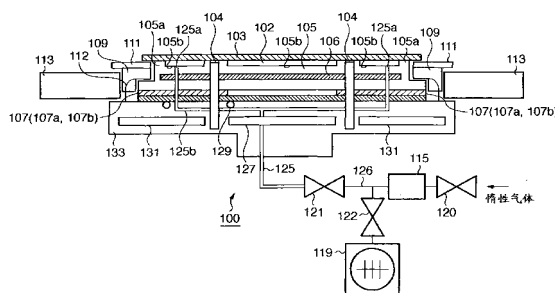
权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 10 页

(54) 发明名称

衬底保持设备

(57) 摘要

本发明涉及一种衬底保持设备,其包括:构造保持衬底的衬底保持机构;加热机构;以及热传导构件,该热传导构件插入衬底保持机构和加热机构之间以与它们接触,并将由加热机构产生的热传导至衬底保持机构,其中热传导构件具有向衬底开口的凹进的截面。



1. 一种衬底保持设备,包括:

构造成保持衬底的衬底保持机构;

加热机构;以及

热传导构件,所述热传导构件插入所述衬底保持机构和所述加热机构之间以与所述衬底保持机构和所述加热机构接触,并将由所述加热机构产生的热传导至所述衬底保持机构,

其中所述热传导构件通过在盘状片材部分上堆叠中心被钻孔的环状片材部分而形成,并包括位于外周边部分上的凸起和位于内周边部分上的凹部。

2. 根据权利要求1所述的设备,其中多个弹性锁定构件将所述衬底保持机构的外边缘固定至所述加热机构。

3. 根据权利要求1所述的设备,其中所述衬底保持机构通过静电力卡紧且保持所述衬底。

4. 根据权利要求1所述的设备,其中

所述衬底保持机构在其上表面中设有凹槽,当布置所述衬底时所述凹槽相对于所述衬底的下表面形成一空间,以及

所述热传导构件的所述外周边部分上的凸起包括与所述凹槽相连通的气体通道,所述气体通道向所述衬底的下表面下方的所述空间供应惰性气体。

5. 根据权利要求4所述的设备,其中所述凹槽和所述气体通道形成在所述衬底保持机构的外周边侧和/或中心。

6. 根据权利要求4所述的设备,其中可伸展的弹性柱形构件形成在所述气体通道的内壁部分上。

衬底保持设备

技术领域

[0001] 本发明涉及一种均匀地控制衬底温度的衬底保持设备。

背景技术

[0002] 近年来,在半导体制造中集成密度变得很高。对于较高的集成电路生产率,衬底温度必须在良好再现性的情况下被精确且均匀地控制。

[0003] 例如,在通过溅射形成铝 (Al) 薄膜时,为了将 Al 埋入微孔中,该处理在 400℃ 至 500℃ 的温度范围内执行。为了在该温度范围内将 Al 埋在微孔中而不形成空穴,要求精确、均匀的温度控制。

[0004] 当通过 CVD 在衬底上形成钨 (W) 膜或氮化钛 (TiN) 膜时,该处理在 300℃ 至 600℃ 的温度范围内执行。同样在该情况下,精确、均匀的衬底温度控制是确定薄膜的诸如电特性和膜厚度分布之类的多种特性的重要因素。在衬底直径增加时,更重要的是使衬底温度均匀,用于维持和提高产量。

[0005] 作为与该问题相关联的技术,例如,日本专利特开 No. 2000-299288 说明一种等离子体处理设备。在该设备中,由电阻加热器所加热的台架经由热传导片材热联接至冷却夹套。来自台架的热经由冷却夹套散到室外。日本专利特开 No. 2000-299371 说明一种在静电卡盘和冷却基件之间设有可变形片材的静电卡盘装置。

[0006] 即使借助上述传统技术,也难于精确且均匀地控制衬底温度。尤其,在包括加热机构的衬底保持设备中,热应变可能在加热时发生并降低衬底保持机构、热传导构件和加热机构之间的粘接。于是,不能精确且均匀地维持衬底温度。

发明内容

[0007] 本发明是考虑到上述问题而作出的,并且得到了一种可以精确且均匀地控制衬底温度的衬底保持设备。

[0008] 为了解决上述问题,提供一种衬底保持设备,其包括:构造成保持衬底的衬底保持机构;加热机构;以及热传导构件,所述热传导构件插入衬底保持机构和加热机构之间以与所述衬底保持机构和所述加热机构接触,并将由加热机构产生的热传导至衬底保持机构,其中热传导构件具有向衬底开口的凹进的截面。

[0009] 根据本发明,插入衬底保持机构和加热机构之间的热传导构件具有凹进的截面。即使加热机构发生热应变,也可以维持加热机构、热传导构件和衬底保持机构之间的粘接。因此,可以精确且均匀地控制衬底温度。

[0010] 本发明的其它特征将从以下参照附图的典型实施例说明而变得清楚。

附图说明

[0011] 图 1 示出根据本发明的实施例的衬底保持设备的布置;

[0012] 图 2A 是示出该实施例的热传导片材的俯视图;

- [0013] 图 2B 是沿着图 2A 的线 i-i 得到的剖视图；
- [0014] 图 3A 是示出作为比较示例的热传导片材的未加热状态的视图；
- [0015] 图 3B 是示出作为比较示例的热传导片材的加热状态的视图；
- [0016] 图 4A 是示出该实施例的热传导片材的未加热状态的视图；
- [0017] 图 4B 是示出该实施例的热传导片材的加热状态的视图；
- [0018] 图 5 是示出在该实施例的静电卡紧板的外周边部分处的板簧的布局的视图；
- [0019] 图 6 是示出该实施例的板簧的剖视图；
- [0020] 图 7A 是示出实施例的热传导片材的俯视图；
- [0021] 图 7B 是沿着图 7A 的线 ii-ii 得到的剖视图；
- [0022] 图 8 是示出在实施例的实验中采用的衬底保持设备的布置的视图；
- [0023] 图 9 是示出在相应的实验条件下的衬底温度分布的图表；
- [0024] 图 10 是形成在图 4A 中所示的热传导片材中的气体通道的放大图；
- [0025] 图 11A 是微波纹管的俯视图；以及
- [0026] 图 11B 是该微波纹管的侧视图。

具体实施方式

[0027] 以下将参照附图详细说明实行本发明的实施例。应注意，以下待说明的实施例仅是执行本发明的示例，并且应该依据实施本发明的设备的布置和多种条件在需要的时候被修正和修改，并且本发明不受以下实施例限制。

【设备的布置】

[0028] 将参照图 1 说明根据本发明的一个实施例的衬底保持设备 100 的总体布置。图 1 是示出根据本发明的该实施例的衬底保持设备的布置的视图。如图 1 中所示，衬底保持设备 100 包括用于保持衬底 103 的衬底保持机构 105、布置在衬底保持机构 105 下方的加热机构 133、以及插入衬底保持机构 105 与加热机构 133 之间的热传导构件 107。

[0029] 衬底保持机构 105 形成静电卡紧板（静电卡盘），在所述静电卡紧板上通过用静电力（吸引力）卡紧而布置且保持衬底 103。待布置衬底 103 的静电卡紧板 105 的上表面具有凸起 105a 和凹槽 105b。衬底 103 布置在静电卡紧板 105 的凸起 105a 上以与其接触。凹槽 105b 形成位于衬底 103 和静电卡紧板 105 之间的预定空间 102。多个气体出口（在外周边侧上）125a 与气体通道 125b 相连通，该气体通道 125b 通向静电卡紧板 105 的凹槽 105b 的底面。因而，惰性气体（例如，Ar）供应至衬底 103 并在该衬底 103 中循环，且控制其温度。凹槽 105b 和气体通道 125b 形成在静电卡紧板 105 的外周边侧和 / 或中心。

[0030] 可以支承衬底 103 且使其竖直地运动的提升销 104 布置在衬底保持机构 105 中。当传输衬底 103 时，可以在衬底保持机构 105 中形成间隙，传输机器人（未示出）传输由提升销 104 提升的衬底 103 通过该间隙。

[0031] 在该实施例中，静电卡紧板 105 采用单极卡紧方法。衬底保持机构 105 形成盘状电介质板并包括单电极部分 106。根据单极卡紧方法，电极部分 106 电连接至静电卡紧 DC 电源（未示出），所述静电卡紧 DC 电源经由导体杆（未示出）将静电卡紧 DC 电压施加至该电极部分 106，以便电极部分 106 接收具有预定电压值的正电压或负电压。静电卡紧板 105

由诸如陶瓷材料的电介质材料制成。在施加电压时,电极部分 106 就会产生静电力以通过静电卡紧保持衬底 103。在该实施例中,静电卡紧板 105 的卡紧方法不限于单极方法,而可以替代地采用双极静电卡盘。

[0032] 几乎环形的二氧化硅环构件 109 布置成围绕静电卡紧板 105 的外侧面。二氧化硅环构件 109 将屏蔽件 111 设置在浮动状态中。此外,室屏蔽件 113 布置成围绕二氧化硅环构件 109 的外侧面。用作浮动电位的屏蔽件 111 形成在二氧化硅环构件 109 的上表面上。

[0033] 用作片材式热传导构件的热传导片材(以下将称为热传导片材)107 安装在静电卡紧板 105 的下表面上以与其接触。用作加热机构的加热器单元 133 布置在热传导片材 107 的下表面上以与其接触。加热衬底 103 的加热器 127 和 131 布置在加热器单元 133 中。热传导片材 107 具有使由加热器单元 133 产生的热有效地传导至静电卡紧板 105 的功能。

[0034] 用作锁定构件的板簧 112(后面将说明)将静电卡紧板 105 的外边缘固定至加热器单元 133。

[0035] 在加热器单元 133 中,多个探测衬底 103 侧上的加热器单元 133 的界面温度的热电偶 129 在加热器单元 133 的整个表面之上布置在加热器 127 和 131 上方。

【热传导片材】

[0036] 以下将参照图 2A 和 2B 详细说明热传导片材 107 的形状。图 2A 是示出该实施例的热传导片材的俯视图,并且图 2B 是沿着图 2A 的线 i-i 得到的剖视图。如图 2A 中所示,热传导片材 107 通过在盘状热传导片材 107b 的上表面的外周边部分上堆叠环状热传导片材部分 107a 而形成。因而,凸起 117a 形成在热传导片材 107 的上表面的外周边部分上,并且凹部 117b 形成在热传导片材 107 的上表面的内周边部分上。热传导片材 107 的外形不限于圆形,而可以是诸如正方形或五边形的多边形。

[0037] 环状热传导片材部分 107a 优选地由弹性热传导材料制成。作为弹性热传导材料,例如可以采用碳、与诸如金属(铜、银、合金等)的高热传导材料混合的橡胶、或海绵。

[0038] 作为盘状热传导片材 107b,可以采用由热传导材料制成的片状、板状或箔状构件。作为盘状热传导片材 107b,例如可以使用碳片材、氮化铝片材、含碳橡胶片材、或含碳海绵片材。碳片材通过模制以包含石墨而形成,并且通过用酸处理石墨以得到膨胀石墨、并将该膨胀石墨轧制成片材而制造。

[0039] 热传导片材 107 的凸起 117a 和凹部 117b 可以通过模制、或通过使用粘接剂等粘接而一体地形成。

[0040] 用作惰性气体通道的气体通道 125b 形成以延伸通过堆叠有盘状热传导片材 107b 和环状热传导片材部分 107a 的一部分。

[0041] 同样如图 2B 中所示,热传导片材 107 具有在其外周边部分上的凸起 117a 和在其内周边部分上的凹部 117b。更具体地,热传导片材 107 的外周边部分处的凸起 117a 通过在盘状热传导片材 107b 上堆叠环状热传导片材部分 107a 而形成,并且与静电卡紧板 105 的下表面接触。热传导片材 107 的内周边部分处的凹部 117b 形成不重叠环状热传导片材部分 107a 且不与静电卡紧板 105 接触的间隙。

[0042] 在该实施例中,热传导片材 107 只是因为衬底 103 和静电卡紧板 105 是圆形的而也是圆形的,其可以是矩形的或椭圆形的。

【0043】 如上所述,形成在热传导片材 107 中的气体通道 125b 与静电卡紧板 105 的气体出口(在外周边侧上)125a 相通。在图 2B 中,热传导片材 107 的凸起 117a 优选具有例如 0.2mm 至 0.6mm 的厚度 D1,并且热传导片材 107 优选具有例如 2mm 或更少的整个厚度 D2。

【热传导片材的功能】

【0044】 将参照图 3A 和 3B 以及图 4A 和 4B 说明用于使热传导片材 107 的上表面的外和内周边部分分别形成凸起和凹部的原因。图 3A 是示出作为比较示例的热传导片材的未加热状态的视图,并且图 3B 是示出作为比较示例的热传导片材的加热状态的视图。图 4A 是示出该实施例的热传导片材的未加热状态的视图,以及图 4B 是示出该实施例的热传导片材的加热状态的视图。

【0045】 在图 3A 中所示的比较示例中,热传导片材 107' 形成盘并且是平的,以便整个表面与静电卡紧板 105 的下表面接触。本发明人所进行的深入研究证明,如图 3B 中所示,加热和非加热之间的温差导致加热器单元 133 在静电卡紧板 105 与热传导片材 107' 的接触界面上的凸出畸变。即,加热器单元 133 的热应变使热传导片材 107' 的外周边部分上有一部分不与静电卡紧板 105 接触。因为这样,热没有从热传导片材 107' 均匀地传导至静电卡紧板 105,使得衬底 103 的温度分布不均匀。而且,加热器单元 133 的热应变导致气体从形成在热传导片材 107' 的外周边部分中的气体通道 125b 泄漏。

【0046】 考虑到这一点,根据本实施例,如图 4A 中所示,为了补偿由加热器单元 133 的热应变所形成的非接触部分,热传导片材 107 的上表面的外周边部分形成凸起,以便热传导片材 107 总体上是凹进的。因而,如图 4B 中所示,即使当加热器单元 133 产生热时,分别在热传导片材 107 的外和内周边部分上的凸起 117a 和凹部 117b 二者也保持与静电卡紧板 105 接触,使得衬底 103 具有均匀的温度分布。

【0047】 此外,气体通道 125b 形成为延伸通过被夹在静电卡紧板 105 与加热器单元 133 之间的热传导片材 107 的外周边部分上的凸起 117a。这样可以防止由热应变产生的气体泄漏(参见图 4B)。换句话说,即使当热传导片材 107 弹性地变形而出现热应变时,热传导片材 107 的外周边部分上的凸起 117a 也保持与静电卡紧板 105 的下表面接触。

【0048】 热传导片材 107 不需要总是由两个片材(即,盘状热传导片材 107b 和环状热传导片材部分 107a)形成,而可以形成为被一体地模制以在片材的内周边部分上具有凹部的单一片材构件。

【0049】 图 5 是示出将该实施例的静电卡紧板的外周边部分固定至加热器单元的锁定构件。图 6 是示出该实施例的锁定构件的剖视图。

【0050】 如图 5 和 6 中所示,多个弹性锁定构件径向地布置在静电卡紧板 105 的外周边部分上。每个锁定构件都由板簧 112 和螺纹件 114 形成。板簧 112 的一端锁定静电卡紧板 105 的外边缘,并且螺纹件 114 固定板簧 112 的另一端,由此保持静电卡紧板 105。板簧 112 沿着圆周方向以相等的间隔布置在静电卡紧板 105 上,并且它们的间隔优选地是 50mm 或更少。这样使静电卡紧板 105 和加热器单元 133 更紧密地粘接,从而可以更均匀地控制衬底 103 的温度。

【0051】 如上所述,气体出口 125a 延伸通过静电卡紧板 105、热传导片材部分 107a 和 107b、以及加热器单元 133,并且连接至气体管道 125,所述气体管道 125 延伸到衬底保持设

备外部。气体出口 125a 均匀地布置在具有落在 $240\text{mm} \pm 10\text{mm}$ 范围内的 P. C. D. (节圆直径) 的近似圆周上。相邻的气体出口 125a 之间的间隔是 70mm 或更少。气体出口 125a 的数目是 12 至 24。每个气体出口 125a 都具有 0.5mm 至 1.5mm 的开口直径。

[0052] 返回参照图 1, 气体出口 125a 经由空气操作阀 121、调节衬底下表面上的气体压力的压力控制阀 115、和空气操作阀 120 以这种顺序从下游侧连接至 Ar 气体源 (未示出)。空气操作阀 121 和 120 之间的气体管道 126 连接至排气泵 119 以经由排气控制阀 122 排出衬底下表面下方或室中的气体。

【其它实施例】

[0053] 以下将参照图 7A 和 7B 说明根据另一实施例的热传导片材。图 7A 是示出根据本发明的另一实施例的热传导片材的俯视图, 并且图 7B 是沿着图 7A 的线 ii-ii 得到的剖视图。如图 7A 中所示, 当衬底 103、静电卡紧板 105 等是矩形时采用热传导片材 207。热传导片材 207 通过在矩形热传导片材部分 207b 上堆叠框状热传导片材部分 207a 而形成。框状热传导片材部分 207a 通过成矩形地去除矩形热传导片材部分 207b 的中心而形成。

[0054] 如图 7B 中所示, 当观察热传导片材 207 的截面时, 凸起 217a 和凹部 217b 分别形成在热传导片材 207 的外和内周边部分上, 以便使热传导片材 207 总体上具有凹部。因此, 用与上述热传导片材 107 相同的方式, 当加热器单元 133 产生热时, 分别在热传导片材 207 的外和内周边部分上的凸起 217a 和凹部 217b 二者保持与静电卡紧板 105 接触, 使得衬底 103 具有均匀的温度分布。

[0055] 此外, 气体通道 125b 形成为延伸通过被夹在静电卡紧板 105 与加热器单元 133 之间的热传导片材 207 的外周边部分上的凸起 217a。这样也可以防止由热应变产生的气体泄漏。

[0056] 根据上述各个实施例, 各热传导片材 107 和 207 的截面形状具有总体上向衬底侧开口的凹部。即使当加热器单元 133 产生热时, 这样也可以维持加热器单元 133、热传导片材 107 或 207、以及静电卡紧板 105 相互紧密地接触。这样允许精确且均匀地控制衬底 103 的温度。

[0057] 由于气体通道形成在被夹在静电卡紧板 105 与加热器单元 133 之间的热传导片材 107 或 207 的外周边部分上的凸起 117a 或 217a 中, 可以防止供应至衬底 103 的下表面的惰性气体泄漏。

【示例】

[0058] 将参照图 8 和 9 说明使用根据本发明的实施例的衬底保持设备所得到的衬底温度分布的实验结果。

[0059] 图 8 是示出根据实施例的衬底保持设备 200 的布置的视图。在以下说明中, 与图 1 中的组成构件相同的组成构件由同样的附图标记表示, 并且将省略重复说明。

[0060] 如图 8 中所示, 衬底保持设备 200 除了设有与图 1 所示衬底保持设备 100 中相同的气体出口 125a 以外, 还设有与在衬底 103 的下表面的中心处的空间 102 相通的气体出口 (在内周边侧上) 123a。多个探测衬底温度的热电偶 101 布置在衬底 103 的整个表面上。

[0061] 图 9 是示出在条件 A 至 D 下的该实施例的衬底保持设备 200 的实验结果的图表。

[0062] 如图 9 中所示,横坐标轴(A、B、C 和 D)表示衬底保持设备 200 的组成元素(实验条件)。更具体地,在每个条件中,改变以下之一:气体出口(在内周边侧上)123a 的数目、气体出口(在外周边侧上)125a 的数目、以及普通平盘状(平的)热传导片材 107' 和凹进的热传导片材 107 之间的选择。纵坐标轴表示在每个相应的条件(A、B、C 和 D)下由热电偶 101 测量的衬底温度分布。

[0063] 根据条件 A(比较示例),采用具有三个气体出口(在内周边侧上)123a 且没有气体出口(在外周边侧上)125a 的平盘状热传导片材 107'。

[0064] 根据条件 B(比较示例),采用具有四个气体出口(在内周边侧上)123a 和 12 个气体出口(在外周边侧上)125a 的平盘状热传导片材 107'。

[0065] 根据条件 C(比较示例),采用具有 12 个气体出口(在外周边侧上)125a 且没有气体出口(在内周边侧上)123a 的平盘状热传导片材 107'。

[0066] 根据条件 D(实施例),采用具有 12 个气体出口(在外周边侧上)125a 且没有气体出口(在内周边侧上)123a 的凹进的热传导片材 107。

[0067] 在图 9 的实验结果中,条件 A 的温度分布是 $400^{\circ}\text{C} \pm 8^{\circ}\text{C}$,条件 B 的温度分布是 $400^{\circ}\text{C} \pm 11^{\circ}\text{C}$,条件 C 的温度分布是 $400^{\circ}\text{C} \pm 7.7^{\circ}\text{C}$ 。与此相反,该实施例的条件 D 提供最均匀的衬底温度分布($400^{\circ}\text{C} \pm 4.1^{\circ}\text{C}$)。

[0068] 比较作为比较示例的条件 A 和 C。当惰性气体进气口的位置从内周边侧改变至外周边侧时,温度分布改善了 0.3°C 。

[0069] 关于分别作为比较示例和实施例、仅是热传导片材的结构不同的条件 C 和条件 D,条件 C 的衬底温度分布是 $400^{\circ}\text{C} \pm 7.7^{\circ}\text{C}$,而条件 D 的衬底温度分布是 $400^{\circ}\text{C} \pm 4.1^{\circ}\text{C}$ 。即,当具有凹进的内周边部分的热传导片材代替平盘状热传导片材使用时,温度分布改善了 3.6°C 。

[0070] 从上述实验结果,当具有凹进的内周边部分的热传导片材插入在静电卡紧板 105 与加热器单元 133 之间时,衬底温度分布中的变化大大减少。

【气体通道的布置】

[0071] 图 10 是形成在图 4A 的热传导片材 107 中的气体通道 125b 的放大图。图 11A 是图 10 中的微波纹管的俯视图,并且图 11B 是图 10 中的微波纹管的侧视图。如图 10 以及图 11A 和 11B 中所示,作为弹性构件的微波纹管 140 布置在形成于热传导片材 107 中的气体通道 123b 或气体通道 125b 的内壁部分上。微波纹管 140 是一种可沿着图 10 中的高度方向伸展的柱形金属波纹管构件。微波纹管 140 可以通过对例如镍(Ni)的高难熔金属进行电沉积而形成。形成微波纹管 140 的材料不限于难熔金属,而可以采用合成橡胶、合成树脂等。如果微波纹管 140 将在高温下使用,则优选地由金属制成。

[0072] 微波纹管 140 形成为沿着高度方向大于作为热传导片材部分 107a 和 107b 堆叠在一起的总厚度的厚度 D2。微波纹管 140 在弹性变形(收缩)状态中布置在各气体通道 123b 和 125b 的内壁部分上。微波纹管 140 的中空部分 141 允许加热器单元 133 与静电卡紧板 105 相通并且该中空部分 141 构成各气体通道 123b 和 125b 的一部分。镭孔(spot facing hole)134 形成在加热器单元 133 中布置微波纹管 140 端部的一部分中。微波纹管 140 的端部通过堵塞而配合在镭孔 134 中。

[0073] 弹性构件不必是诸如微波纹管 140 的波纹管构件,而可以是柱形板簧等。弹性构件不必具有能产生足以密封惰性气体的压力的弹性力,而只要满足使其能够适应加热器单元 133 和静电卡紧板 105 之间的间隙中的变化(热传导片材 107 的变形)就可以。为了更好地适应加热器单元 133 和静电卡紧板 105 之间的间隙中的变化,弹性构件优选地具有小于热传导片材 107 的弹性系数的弹性系数。

【工业适用性】

[0074] 根据本发明的衬底保持设备如果将布置在诸如溅射设备、干法刻蚀设备、等离子灰化器(plasma asher)设备、CVD 设备、或液晶显示器制造设备之类的等离子体处理设备的处理室中,则该衬底保持设备也可以采用。

[0075] 虽然已经参照典型实施例说明本发明,但应理解本发明不受所公开的典型实施例限制。下述权利要求的范围将与最广泛解释一致,从而包含所有这些修改和等同结构以及功能。

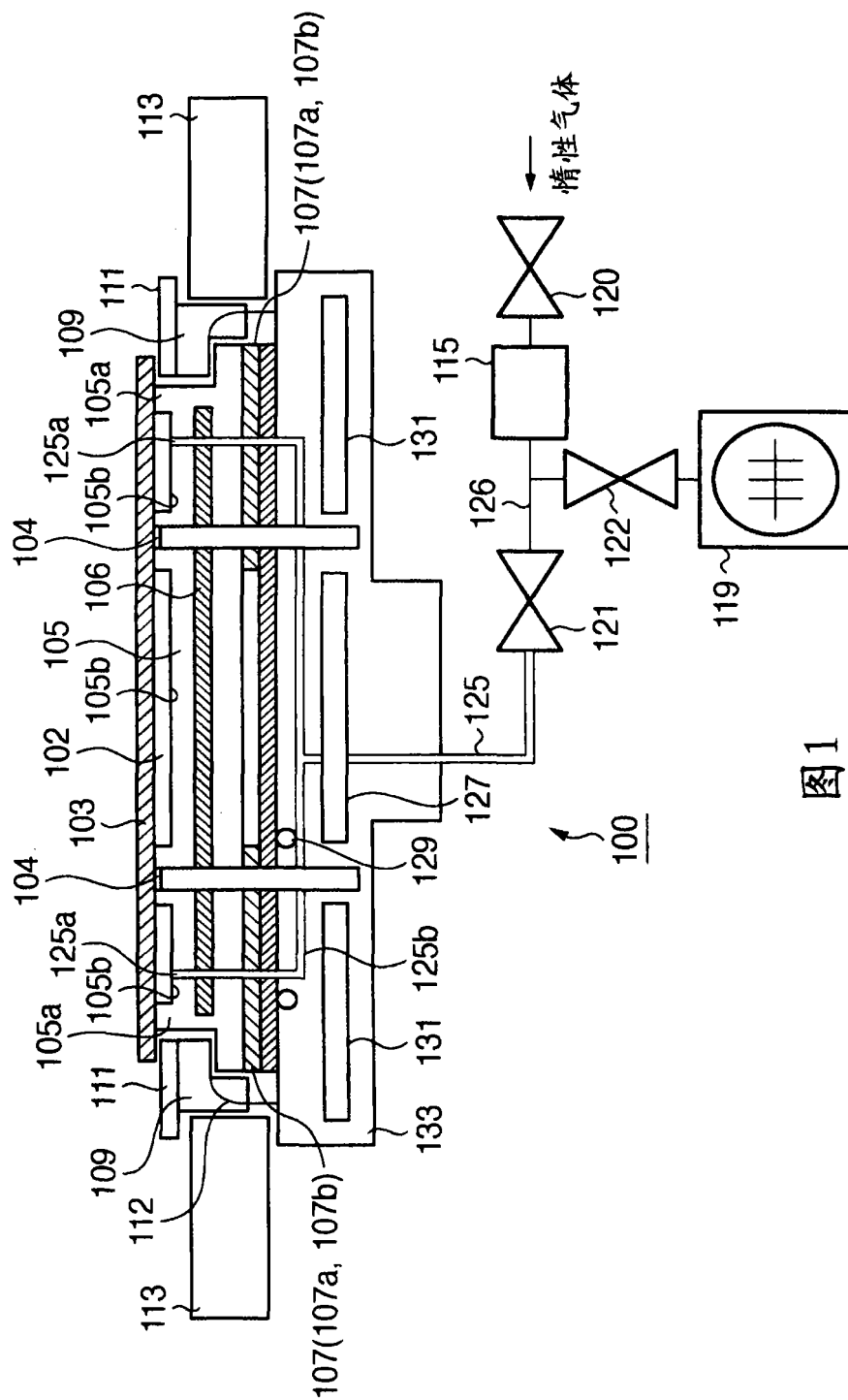
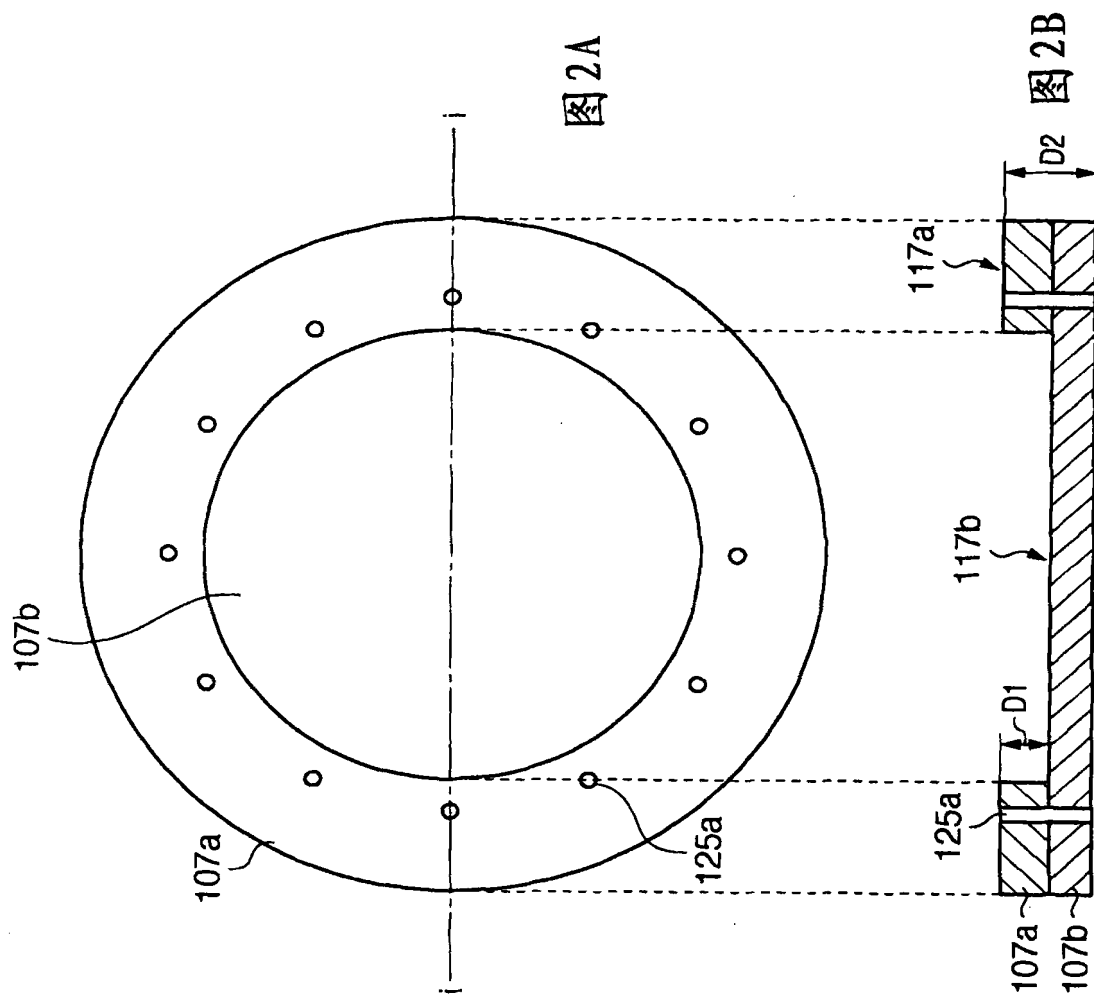


图1



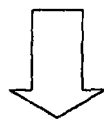
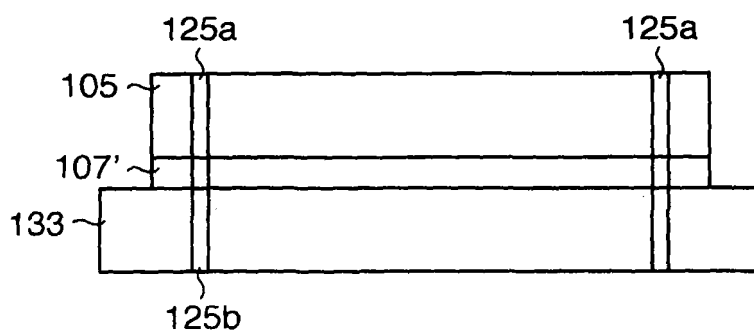


图 3A

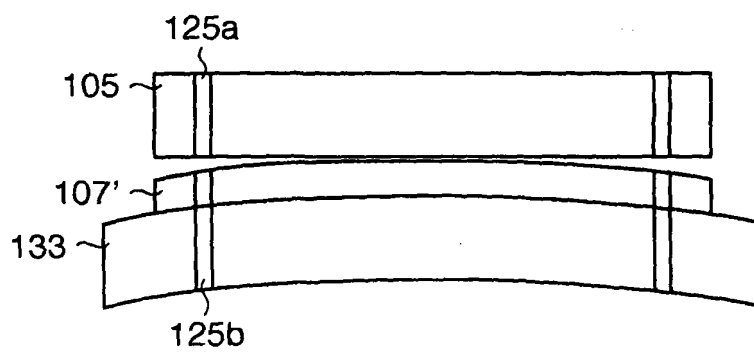


图 3B

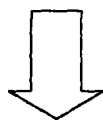
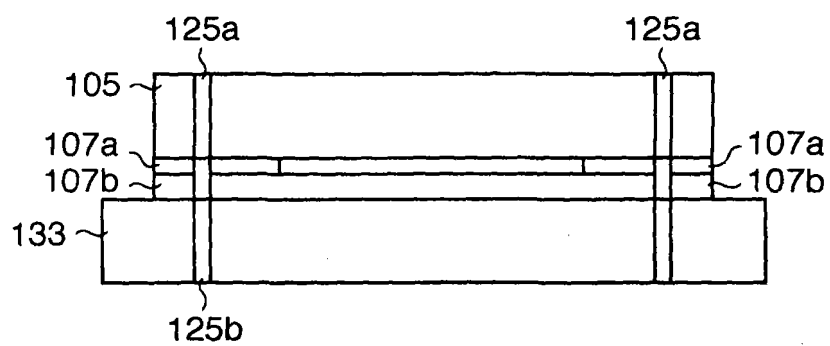


图 4A

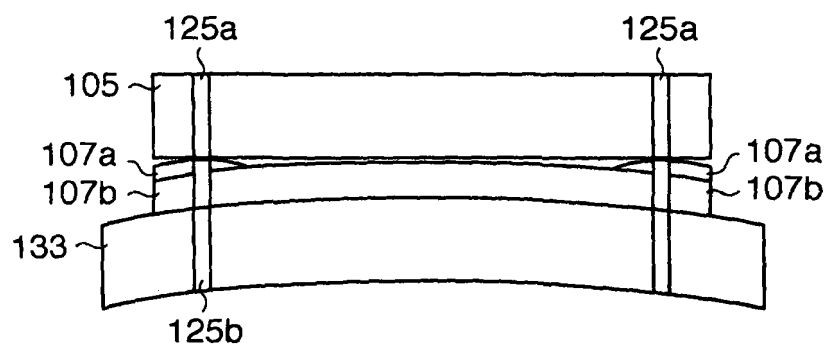


图 4B

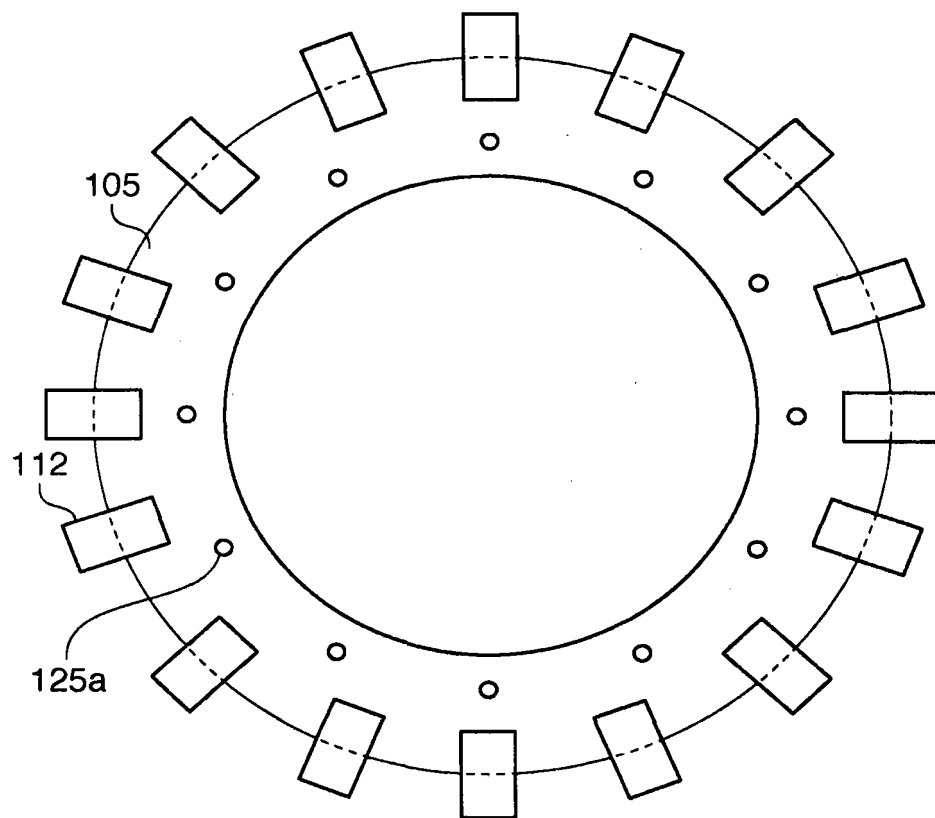


图 5

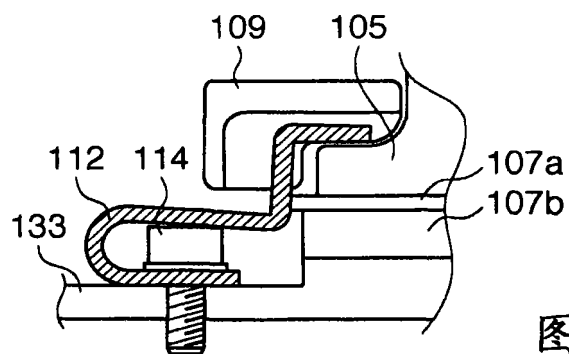
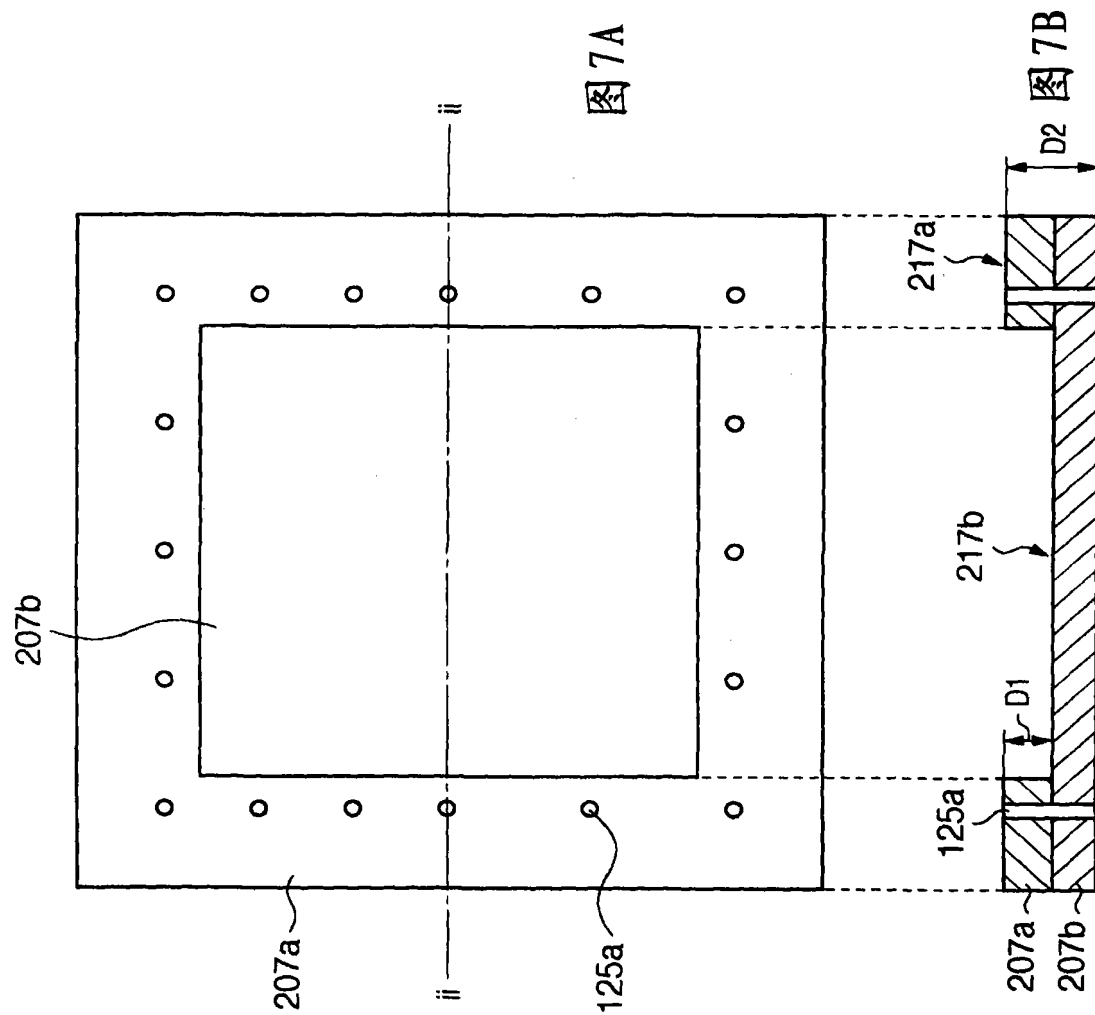


图 6



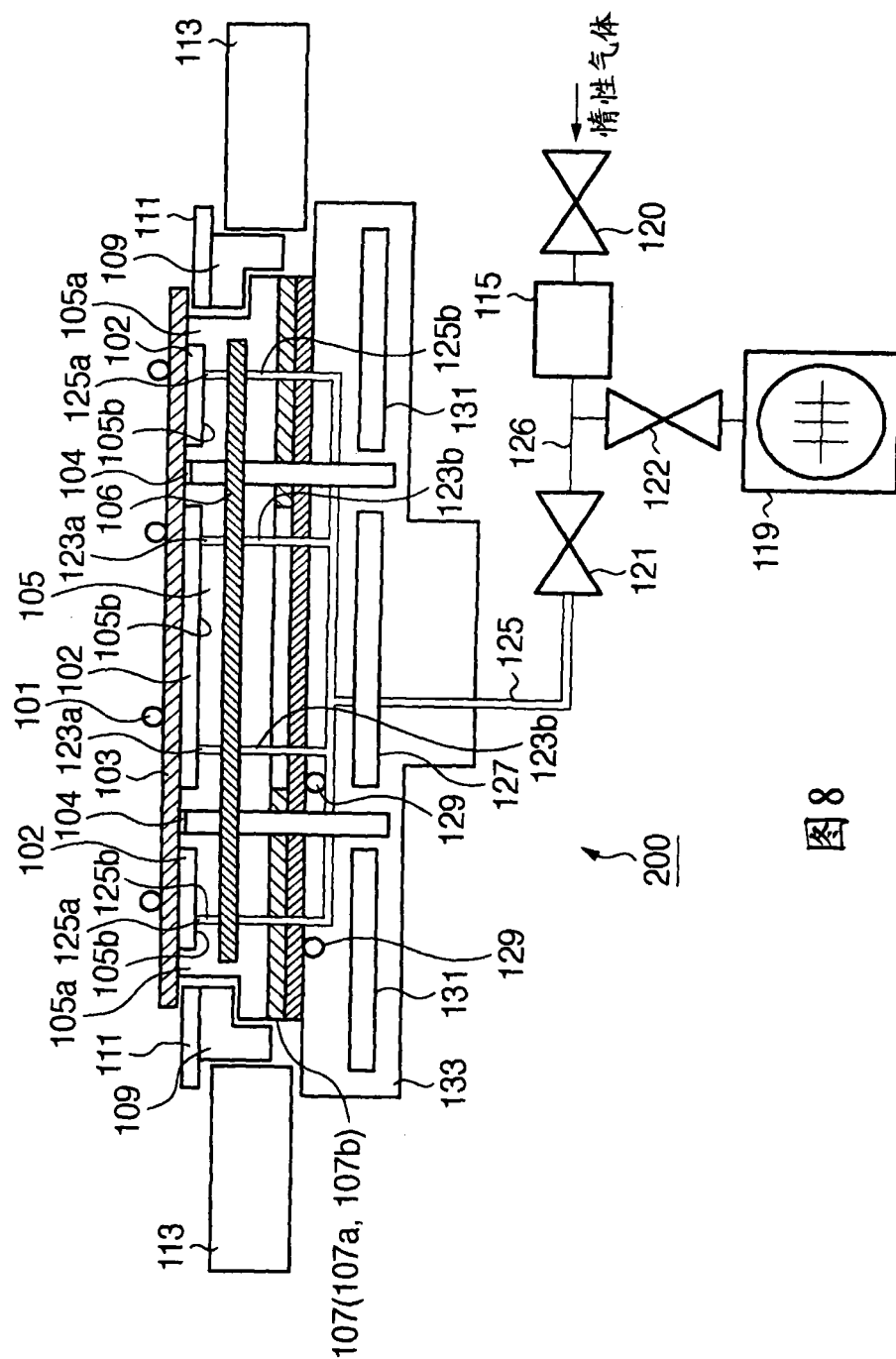


图 8

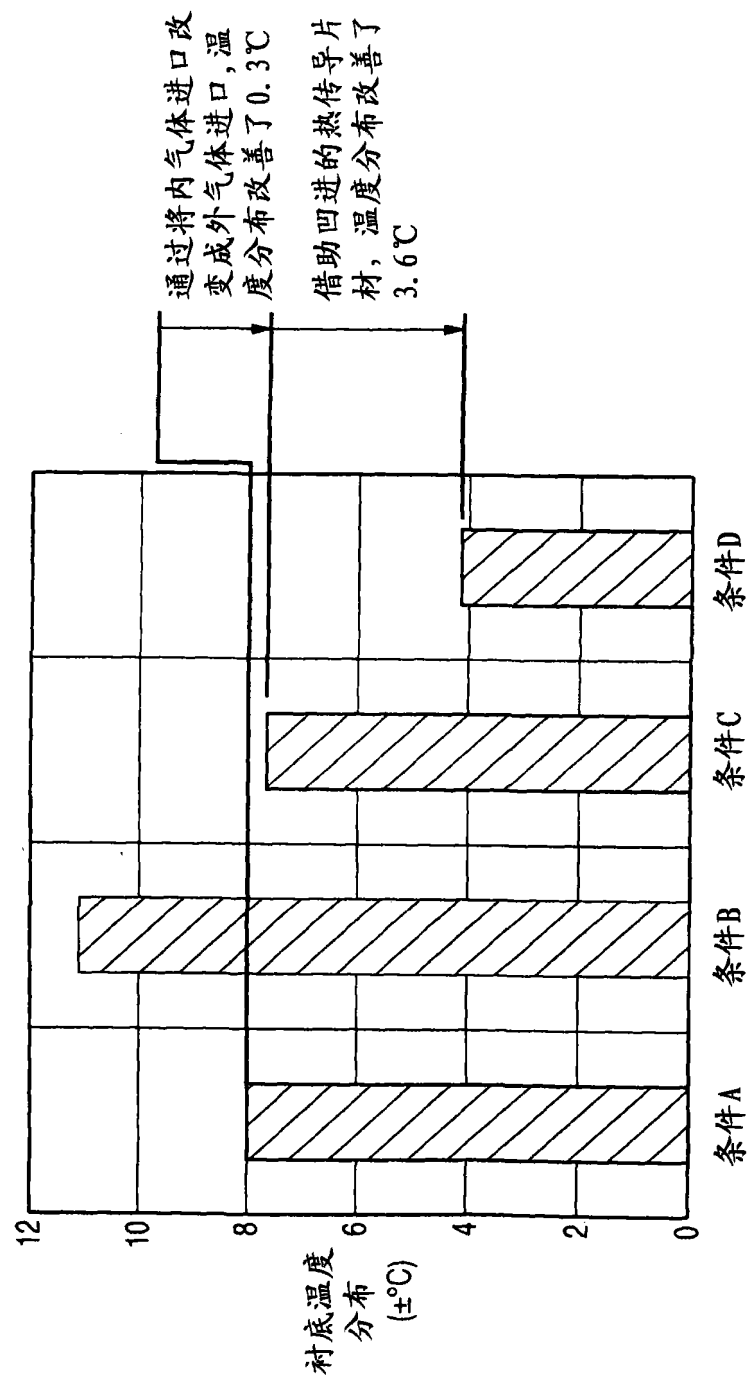


图9

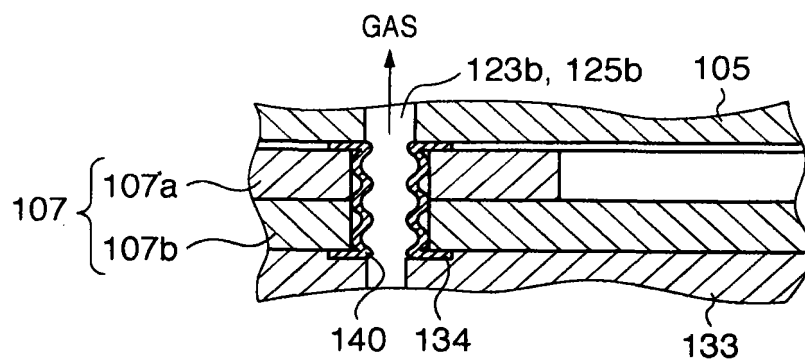


图 10

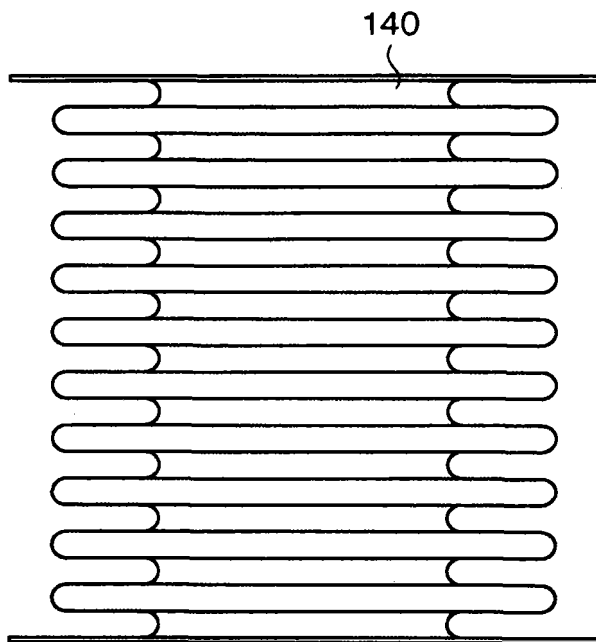


图 11A

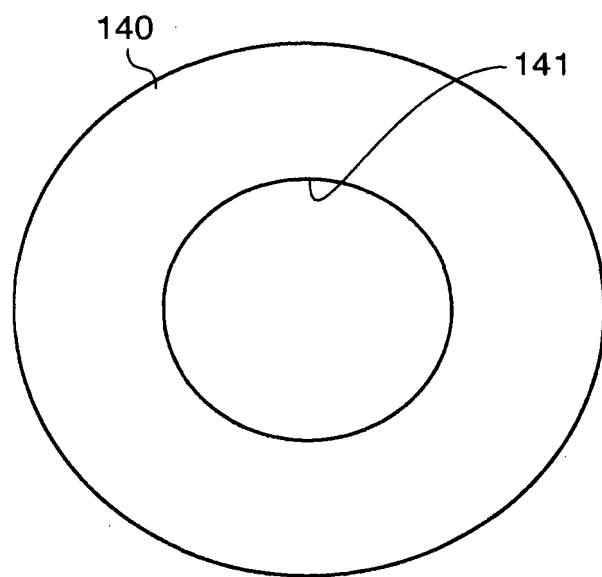


图 11B