

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H01L 21/302

H01L 21/3065 H01L 21/205

H01L 21/68 C23C 16/00

C23F 4/00

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 00121975.8

[43] 公开日 2001 年 1 月 31 日

[11] 公开号 CN 1282099A

[22] 申请日 2000.7.27 [21] 申请号 00121975.8

[30] 优先权

[32]1999.7.27 [33]US [31]09/361,304

[71] 申请人 株式会社东芝

地址 日本神奈川县

共同申请人 西门子公司

[72] 发明人 庄田尚弘

彼得·沃甘德

[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

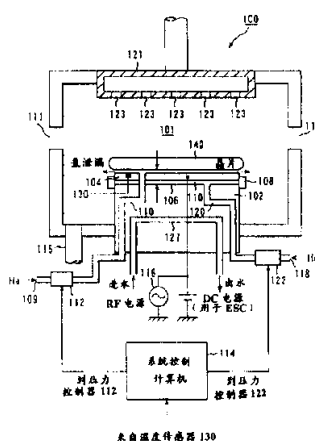
代理人 王永刚

权利要求书 3 页 说明书 9 页 附图页数 7 页

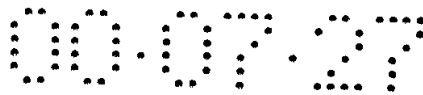
[54] 发明名称 半导体工件处理装置及方法

[57] 摘要

一种晶片处理装置包括处理室,设置在处理室中支撑晶片的吸盘(104),以及与吸盘间隔开的底座(102)。第一导热气体层提供在吸盘和晶片之间,第二导热气体层提供在基座和吸盘之间的空间中。将第一导热气体层的压力控制在与压力变化相比第一导热气体导热率基本上不变的压力范围内,控制第二导热气体的压力以控制传递到/来自基座的热量。



ISSN 1008-4274



权 利 要 求 书

1. 一种晶片处理装置，特征在于包括：

处理室；

吸盘（104），设置在所述处理室（100）中用于支撑晶片；

与所述吸盘间隔开的底座（102）；

第一气体输送机构（109,110），在所述吸盘和所述晶片之间提供第一气体层；

第二气体输送机构（118,120），在所述底座和所述吸盘之间提供第二气体层；

第一压力控制器（112），用于控制第一气体层（He）的压力；

第二压力控制器（122），用于控制第二气体层（He）的压力；

以及

控制电路（114），用于控制所述第一压力控制器（112），以控制第一气体层的压力，以便第一气体层处于相对于第一气体层的压力变化第一气体层的导热率基本上不变的压力范围内，还用于控制所述第二压力控制器（122），以控制第二气体层的压力，由此控制传递到/来自所述底座的热量。

2. 根据权利要求1的晶片处理装置，特征在于第一气体层（He）为氦气体层，第二气体层为氦气体层。

3. 根据权利要求1的晶片处理装置，特征在于所述控制电路（114）控制所述第一压力控制器（112），以使第一气体层保持在约2毛到约10毛的压力范围内。

4. 根据权利要求1的晶片处理装置，特征在于所述控制电路（114）控制所述第二压力控制器（122），使第二气体层保持在约2毛到约10毛的压力范围内。

5. 根据权利要求1的晶片处理装置，特征在于还包括：

设置至少一个温度传感器（130），以检测所述吸盘（104）的温度，并将温度信号提供到所述控制电路（114），其中



根据由至少一个温度传感器（130）提供的温度信号，所述控制电路（114）控制所述第二压力控制器（122）。

6. 根据权利要求5的晶片处理装置，特征在于所述控制电路（114）还包括：

存储器，存储由至少一个温度传感器（130）检测到的所述吸盘（104）的温度与支撑在所述吸盘上的晶片的温度之间关系的数据。

7. 一种晶片处理方法，包括以下步骤：

将晶片放置在设置在处理室（100）内的吸盘（104）上；

在所述晶片和所述吸盘（104）之间提供第一气体层；

在所述吸盘和底座（102）之间的空间中提供第二气体层；

将第一气体层的压力控制在相对于第一气体层的压力变化第一气体层的导热率基本上不变的压力范围内；以及

控制第二气体层的压力，以控制传递到/来自所述底座的热量。

8. 根据权利要求7的晶片处理方法，特征在于第一气体层为氦层，第二气体层为氦层。

9. 根据权利要求7的晶片处理方法，特征在于还包括以下步骤：

测量所述吸盘（104）的温度，其中

根据所述吸盘的测量温度控制第二气体层的压力。

10. 一种控制电路（114），用于控制晶片处理装置（100），所述晶片处理装置包括处理室，设置在所述处理室中用于支撑晶片的吸盘（104），与所述吸盘间隔开的底座（102），第一气体输送机构（109,110），在所述吸盘和所述晶片之间提供第一气体层，第二气体输送机构（118,120），在所述底座和所述吸盘之间提供第二气体层，第一压力控制器（112），用于控制第一气体层（He）的压力，第二压力控制器（122），用于控制第二气体层（He）的压力，所述控制电路（114），用于控制所述第一压力控制器（112），以控制第一气体层的压力，以便第一气体层的压力处于相对于第一气体层的压力变化第一气体层的导热率基本上不变的压力范围内，所

述控制电路（114）控制所述第二压力控制器（122），以控制第二气体层的压力，由此控制传递到/来自所述底座的热量。

11. 根据权利要求10的控制电路，特征在于根据来自设置以检测所述吸盘（104）的温度的温度传感器的温度信号，所述控制电路（114）控制所述第二压力控制器（122）。

12. 根据权利要求11的控制电路，还包括存储所述吸盘（104）的温度与支撑在所述吸盘上的晶片的温度有关的数据的存储器。



说明书

半导体工件处理装置及方法

本发明一般涉及处理半导体工件的方法和装置，特别涉及半导体工件处理期间的温度控制和监测。

在如硅的半导体晶片等的半导体工件的某个处理（例如，等离子体腐蚀或淀积）期间，工件放置在处理室中设置的基座上。静电吸盘广泛地用于处理期间使用 DC 偏置电压产生的静电力将半导体晶片固定在基座上的适当位置。吸盘包括设置在两个介质层之间的电极，其中电极连接到 DC 偏置电压。图 1 为包括由室壁 12 限定的处理室 10 的常规处理室的示意方框图。要处理的半导体晶片 W 放置在基座 14 上，并通过静电吸盘固定在适当的位置。静电吸盘的 DC 偏置电压由 DC 电源 16 提供。提供真空口 18 以抽空处理室 10。用于进行特定处理或淀积工艺的处理气体引入到处理室 10 内。设置在室外的磁场发生器（未示出）（例如螺线管或永磁铁）和 RF 电源 20 用于产生具有离子和电子用需要的能量入射晶片的等离子体。磁场发生器并不是必需的，但装置包含它以增加等离子体密度。其它的晶片处理装置在 U.S. 专利 No. 5,567,267; 5,542,559; 5,462,603; 5,458,687; 5,382,311 以及 5,290,381 中有介绍。

在处理期间，由离子和电子入射晶片的能量以及等离子体和晶片之间的化学反应产生热。参考图 2，使用在基座 14 中形成的冷却介质通路 30 中循环例如水的冷却介质冷却基座 14。为了通过将热由晶片传递到基座 14 来控制晶片 W 的温度，在晶片 W 的下表面和静电吸盘的上介质层之间的空间 32 中提供氦或一些其它的传热气体。通过在基座 14 中形成的气体通路 34 将氦气提供到空间 32。通过控制氦的导热率（以及由此传递到被冷却的基座的热量），可以控制晶片的温度。由于在某个压力范围中，氦的导热率随氦的压力成函数变化，使用压力控制器 36 控制氦的压力能够控制氦的导热率，因

此可以控制由热晶片传递到冷基座的热量。

通常重要的是在处理期间将晶片的温度控制在特定的温度或在特定的温度范围内。例如，如果温度太低，存在水将被引入到淀积在晶片上的膜内的可能性，对所完成的器件的操作特性和可靠性产生不利的影响。另一方面，温度太高例如会导致已淀积的金属布线层例如铝布线层出现不希望地熔化，并且已注入到晶片内的杂质出现不希望地扩散。当氮提供到晶片 W 和静电吸盘之间的空间 32 时，氮通常由晶片的边缘泄漏，如图 2 所示，在这些边缘部分，氮的压力减小。所述压力减小降低了这些边缘部分处氮的导热率。与由晶片中心部分传递到基座 14 的热量相比，所述导热率的降低减少了由晶片的边缘部分传递到基座 14 的热量。由此，与晶片的中心部分的温度相比，晶片的这些边缘部分的温度增加。由于晶片的不同部分处于不同的温度，因此所述不均匀的晶片温度使晶片的温度控制变得很难。

将晶片的温度控制在某个温度范围的需要也需要一种方便的测量晶片温度的结构。虽然用热电偶可以容易地测量晶片温度，但所述技术仅用于检测（测试）晶片而不用于实际制造晶片。也可以通过检测晶片的红外辐射测量晶片温度。然而，由于硅晶片可以基本上透过红外辐射，因此检测红外辐射的检测器将检测由衬底发出的红外辐射，由此导致不精确的温度测量。

晶片处理装置包括处理室，设置在处理室中支撑晶片的吸盘，以及与吸盘间隔开的底座。第一导热气体层提供在吸盘和晶片之间，第二导热气体层提供在底座和吸盘之间的空间中。将第一导热气体层的压力控制在与压力变化相比第一导热气体的导热率基本上不变的压力范围内，控制第二导热气体的压力以控制传递到底座的热量。

由于晶片和吸盘之间的第一导热气体层的压力保持在相对于第一导热气体的压力变化第一导热气体的导热率不显著改变的范围内，晶片边缘的泄漏不会显著改变晶片温度的均匀性。通过提供在

吸盘和基座之间空间内的第二导热气体的压力可以控制晶片和吸盘的温度。所述空间的边缘由热绝缘体密封，由此可以在晶片提供均匀的导热率。由于第一导热气体层具有较低的热阻，因此晶片的温度基本上与吸盘的温度相同。由此可以使用例如设置在吸盘上的热电偶确定晶片的温度。所述温度信息提供到系统控制计算机。使用所述温度信息，系统控制计算机控制第二导热气体的压力，由此控制晶片和吸盘的温度。

本申请还介绍了晶片处理方法和晶片处理装置的控制电路。

如果结合附图阅读下面详细的说明，可以更清楚地理解和更好的介绍本发明的这些和其它特点和方案。

本发明的所述总结不需要介绍所有必须的特征，所以本发明也可以是这些介绍特征的变形。

当结合附图阅读下面详细的说明时，可以更充分地理解本发明，其中：

图 1 为处理半导体晶片的常规处理室的简略的框图。

图 2 为图 1 的基座 14 的更详细的框图。

图 3 为根据本发明的处理室的详细框图。

图 4 是氮的导热率与氮气压的函数关系曲线图。

图 5 为根据本发明含有一个电极的板 104 的透视图。

图 6 为根据本发明的实施例含有各种通孔的板 14 的各种表示。

图 7 为根据本发明的实施例具有一个电极的板 104 的框图。

图 8 示出了根据本发明的实施例具有电极的板 104 的框图。

图 9 示出了根据本发明的实施例含有电极的板 104 的透视图。

图 10 示出了根据本发明具有产生磁场的线圈的室的剖面图。

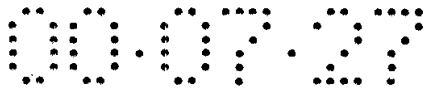
图 11 为图 10 的室的透视图。

图 12 示出了根据本发明的实施例具有永久磁铁的室的剖面图。

图 13 为根据本发明的实施例与质量流控制有关的管道图

根据本发明的半导体工件处理装置 100 的特征显示在图 3 中。

为了以下的讨论，假设半导体工件为硅半导体晶片，但本发明不限



于此。虽然图 3 的处理装置为高密度等离子体淀积/腐蚀装置，但本发明通常也适用于热化学汽相淀积、等离子体增强化学汽相淀积、化学干腐蚀、反应离子腐蚀、抗蚀剂灰化、溅射腐蚀等的装置。晶片处理装置 100 包括底座 102 和板 104。

为了说明，板 104 也显示在图 5 中。可能的尺寸列出如下：

直径：198mm

厚度：3mm

材料：陶瓷（例如氧化铝）

以上尺寸用于 8 英寸晶片。在该例中，板的直径稍小于晶片的直径。其它尺寸的板用于其它尺寸的晶片。图 5 示出了内部具有电极 502 的板 104。氮穿通孔 501 显示在板的中心。图 6A-6C 示出了穿通孔 501 的其它构形，包括在板的中心（图 6A）、在板的中心和排列成环形（图 6B）、以及排列成栅格形（图 6C）。

参考图 3，板 104 使用 O 形环 108 与底座 102 的上表面 106 隔开，由此限定开口 110。间距的范围在（例如）10 和 50 微米之间。如果合适也可以使用其它的间距。O 形环 108 由具有低导热率的材料形成，例如陶瓷材料（例如氧化铝）。包括例如夹在两个介质层 702 之间的导电层 703（例如，铜箔）的静电吸盘（如图 7 所示，单极静电吸盘）形成在板 104 的上表面上。线 707 连接到导电层，为其提供 DC 电源（用 DC 电源 706）。应该注意 RF 电能通过 RF 电源 705 提供到线 707。其中包括电容器 704 以防止低频噪声传输到电极 703。其它的实施例不是用直接提供到板的 RF 电能，而是依靠由以下处理过的其它电源提供的 RF 电能。

图 8 示出了取代图 7 的单极静电吸盘的双极静电吸盘。与图 7 静电吸盘的结构类似，双极静电吸盘包括位于 RF 电源 705 和分别连接到电极 703A、703B 的引线 805、806 之间的电容器 801 和 802。此外，分别通过 DC 偏置发生器 803 和 804 产生用于两个电极 703A、703B 的 DC 偏置电压。施加到电极 703A、703B 的 DC 电压为相反极性。电极 703A、703B 的各种布局显示在图 9 中，分别为电极 902 和

901.

显示在图 3 中的板 104 和 O 形环 108 的布局为构形现有的晶片处理装置以实施本发明特别方便的布局。然而，本发明不限于此，也可以利用在静电吸盘下提供空间的其它构形。

使用晶片传送装置(未示出)将晶片 W 装到板 104 上和从板 104 上卸下。晶片传送装置通过口 111 和 113 装载和卸载晶片。口 111 和 113 形成在处理室 101 的侧壁里，这些口打开以装载和卸载晶片，在处理晶片期间，这些口关闭。提供真空口 115 以抽空处理室 101。进行特定腐蚀技术或例如淀积工艺的工艺气体通过具有多个开口 123 的气体提供部分 11 引入到处理室 101 内。如螺线管或永磁铁等的磁场发生器(未示出)设置在处理室外部。磁场发生器产生水平或垂直于要处理的晶片 W 表面的磁场。磁场和电场(由 RF 电源 109 产生)用于产生具有需要的能量入射晶片的离子和电子的等离子体。室的壁接地。板 104 通过 O 形环与室壁绝缘。室的顶部透过磁场。板 104 构成第二电极作为基座。

图 10 示出了环绕室的磁场引入器件的一个例子。线圈 1001 环绕室 1005 的上部。电源 1004 向线圈 1001 提供电信号，线圈 1001 进而产生需要的磁场。图 11 为环绕图 10 的室的线圈的外部图。

图 12 示出了永久磁铁磁场发生器件的一个例子。悬在室顶部 1005 的是永久磁铁 1201。永久磁铁 1201 旋转(这里显示的是逆时针)以产生处理晶片需要的磁场。

参考图 3, 底座 102 包括在底座 102 中形成的冷却介质通路 127。为了在晶片处理期间冷却底座 102, 如水等的冷却介质穿过介质通路 127 循环。冷却介包括具有乙二醇的水(例如)。对于气态, 可以使用其它的冷却介质。使用液态冷却介质的一个优点是和液体相比气体的热容量小(意味着效果差)。

第一导热气体层提供在晶片 W 和板 104 的上表面之间。在本说明书中, 第一导热气体层为第一氦层。可使用的其它的气体包括氮气、氖气、氩气、以及其它的情性气体。使用氦气的一个优点是

它的导热好于其它的气体。由第一氦气源 109 和气体通路 110 提供氦层。压力控制器 112 根据系统控制计算机 114 的控制信号控制第一氦层的压力。压力控制器 112 根据系统控制计算机 114 将第一氦层的压力控制在相对于压力变化氦的导热率基本上不变的压力范围内。压力控制器的详细图显示在图 13 中。

图 13 示出了控制管线 1304 中氦气压力的压力控制器。通过通路 1301 引入 He。He 穿过质量流控制器 (MFC) 1302。He 通路分离为提供到晶片 W 的 He 的一个通路 1304 和到泵 (未示出) 的另一通路 1035。压力计 1303 测量通路 1304 中的压力。该信息传送回 MFC1302, MFC1302 (计算机控制下) 调节流速以获得通路 1304 中需要的压力。

设置氦的流量以获得以上结果。设置的第一氦层的压力上限约 10 托。图 4 为氦的导热率与氦压力的关系曲线图。压力控制器 112 响应于系统控制计算机 114, 将第一氦层的压力控制在图 4 所示的范围“B”内。参考图 4 的曲线可以看出, 相对于范围 B 中的氦压力变化, 氦的导热率基本上不变。由于晶片 W 和板 104 的上表面之间的第一氦层的导热率对氦压力不敏感, 因此边缘处的氦泄漏不会显著降低整个晶片上的温度均匀性。此外, 第一氦层较高的导热率为晶片 W 和板 104 之间提供了良好的导热。由于晶片 W 和板 104 之间的低“热阻”, 因此晶片 W 和板 104 处于基本上相同的温度。由此, 提供在板 104 上如热电偶等一个或多个温度传感器 130 可以用于提供晶片 W 的可靠的温度指示。例如, 如果由 RF 电源 109 提供的 RF 偏置为 2000W, 第一氦层的厚度约 100 微米, 那么晶片和板 104 之间的温度差异预计小于 10° 。所述温度指示提供到系统控制计算机 114。如下所述, 系统控制计算机使用热电偶的温度指示控制压力控制器 122, 以控制晶片的温度。显然, 如果希望或需要, 可以使用配有如热电偶等的温度传感器的监测晶片和配有如热电偶等的温度传感器的板 104 产生的数据计算所述温度差异。可以根据多种操作条件确定监测晶片和板的温度, 以产生在所述多种操作条件下的晶片

温度和板温度之间的关系。使用如此产生的条件和特定的操作条件，板处测量的温度可以转换为晶片温度。数据可以存储在系统控制计算机的存储器中。在实际制造晶片的处理期间可以利用以上介绍的技术测量晶片温度，并且不限于监测（测试）晶片。也可以使用测量板温度的其它技术，并且本发明不限于使用热电偶。例如，当使用对红外辐射不透明的材料形成板 104 时，可以利用红外检测器。

板 104 和底座 102 之间上表面的间距填充有第二导热气体层。第二导热气体层可以与第一导热气体层相同或不同。虽然可以使用多种气体，但使用相同气体的一个优点是限制了在处理中需要提供的产品数量。在本说明书中，第二导热气体层为第二氦层。第二氦层由第二氦提供源 118 和气体通路 120 提供。压力控制器 122 根据系统控制计算机 114 的控制信号控制第二氦层的压力。压力控制器 122 响应于系统控制计算机 114 将第二氦层的压力控制在根据氦气压中的变化氦的导热率变化的压力范围内。例如第二氦层的压力在约 2 毛和约 10 毛之间。参考图 4 中所示氦的导热率与氦气压的函数关系曲线图，压力控制器 122 响应于系统控制计算机 114 将第二氦层的压力控制在范围“A”内。参考图 4 的曲线图可以看出，氦的导热率随氦气压在范围 A 中的变化而改变。由于板 104 和底座 102 上表面之间的第二氦层的导热率随氦气压的变化而改变，因此可以控制由板传递到底座 102 的热量，由此可以控制晶片的温度。例如，通过将氦气压控制在范围 A 的低压区，导热率可以制得很小，由此降低了传递到底座的热量。通过将氦压力控制为范围 A 中的高压区，可以增加导热率，由此增加传递到底座的热量。通过控制传递到底座 102 的热量，可以控制晶片 W 的温度。

系统控制计算机 114 使用来自温度传感器 130 的温度信息控制压力控制器 122。例如，假设特定的工艺需要晶片 W 保持在特定需要的温度。如果温度传感器 130 提供到系统控制计算机 114 的信号指示出晶片 W 的温度高于需要的温度，那么系统控制计算机 114 控

制压力控制器 122 以增加第二氦层的压力。通过增加第二氦层的压力，氦的导热率增加。由此增加了由晶片 W 和板 104 传递到被冷却的底座 102 的热量。以此方式，晶片的温度朝希望的温度降低。如果温度传感器 130 提供到系统控制计算机 114 的信号指示出晶片 W 的温度低于需要的温度，那么系统控制计算机控制压力控制器 122 以降低第二氦层的压力。通过降低第二氦层的压力，氦的导热率降低，由此降低了由晶片 W 和板 104 传递到被冷却的底座 102 的热量。以此方式，晶片的温度朝希望的温度升高。显然系统控制计算机 114 可以根据来自温度传感器 130 的温度控制信号将晶片的温度保持在特定的温度范围。

系统控制计算机 114 可以是根据板 104 的测量温度能够控制压力控制器 112 和 122 的任何计算机。通常，通过控制借助气体提供部分 122 引入工艺气体、借助真空口 115 抽空处理室 101、装载和卸载晶片、开关 DC 电压以激活/停用静电吸盘、RF 电源和磁场发生器、如温度等处理室中的其它条件，所述系统控制计算机也可以控制整个晶片处理。系统控制计算机通常包括中央处理器（CPU）、存储控制程序用于控制处理全部操作的存储器、以及如键盘、鼠标、打印机、显示器等的输入/输出设备。

由此，图 3 所示和以上介绍的晶片处理设备用于使放置在板 104 上表面的晶片上温度均匀，是由于提供在晶片 W 和板 104 的上表面之间的第一导热气体层在相对于气体压力的变化第一导热气体层的导热率基本上不变的压力下。此外，由于第一导热气体层的热阻很低，因此板的温度基本上与晶片 W 的温度相同。由此，通过使用如热电偶或红外检测器等公知的技术测量板 104 的温度，在制造晶片的处理期间可以得到可靠的晶片温度指示。对于晶片和板 104 的温度之间存在的差异范围，在多种操作条件下可以确定这些温度之间的关系，然后用于将板的温度转换为晶片温度。第二导热气体层提供在板和底座之间。所述第二导热气体层的压力提供在板和底座之间。所述第二导热气体层的压力保持在第二导热气体层的导热率随

气体压力成函数关系变化的压力范围内。以此方式，第二导热气体层的压力随气体压力成函数关系变化。以此方式，第二导热气体层的压力随由晶片和板传递到底座的热量改变而改变。通过控制由晶片和板传递到底座的热量，可以控制晶片的温度。

以上从晶片和板将热传导到冷底座的方面介绍了本装置。当然，以上介绍的晶片处理装置也可以通过使加热介质（而不是冷却介质）穿过通路 127 的循环来加热晶片。

以上每个标识出的专利在这里作为参考引入本公开。

虽然显示和介绍了本发明的多种实施例，然而对于本领域的技术人员显然可以对其进行各种修改而不脱离附带的权利要求书陈述的本发明的精神和范围。

说明书附图

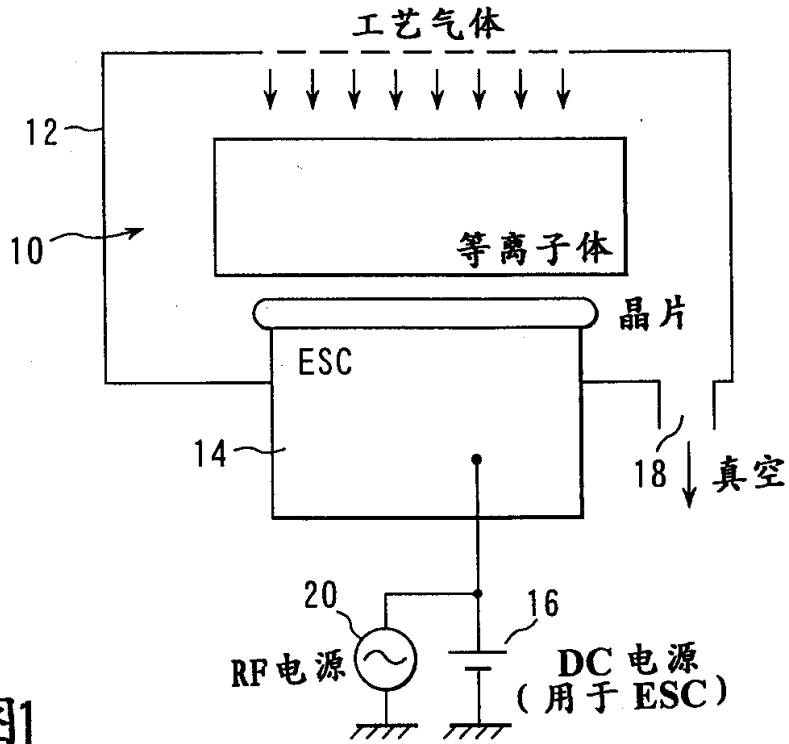


图1

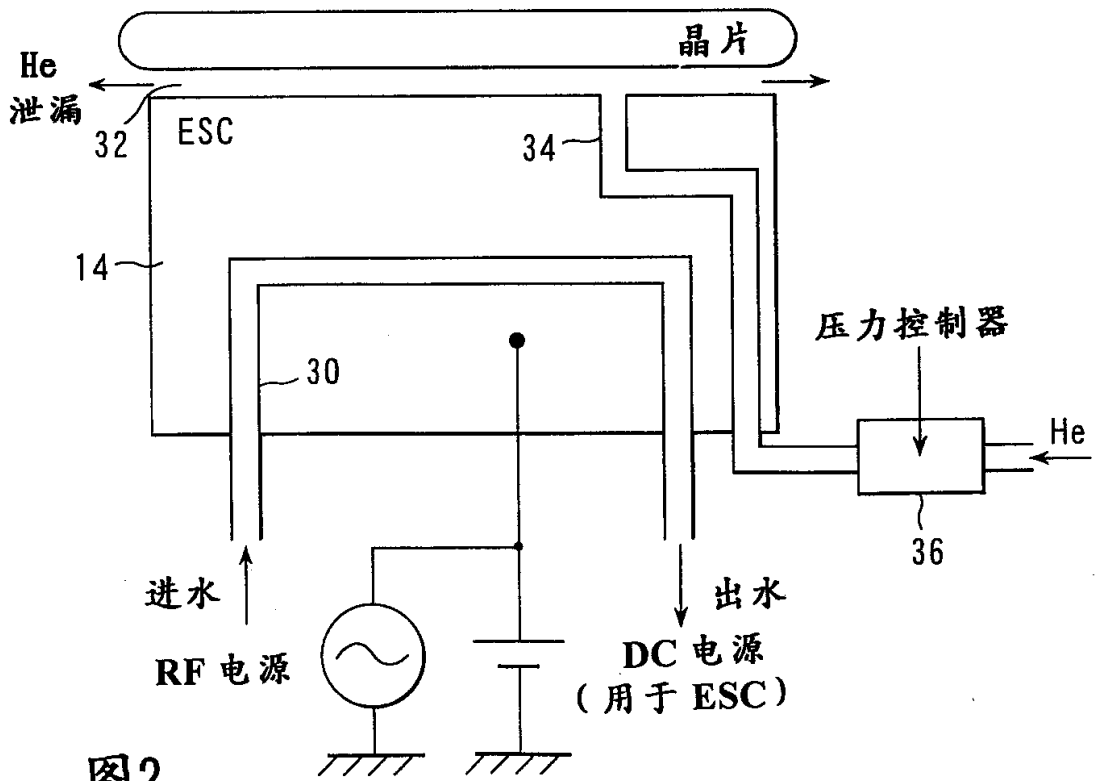


图2

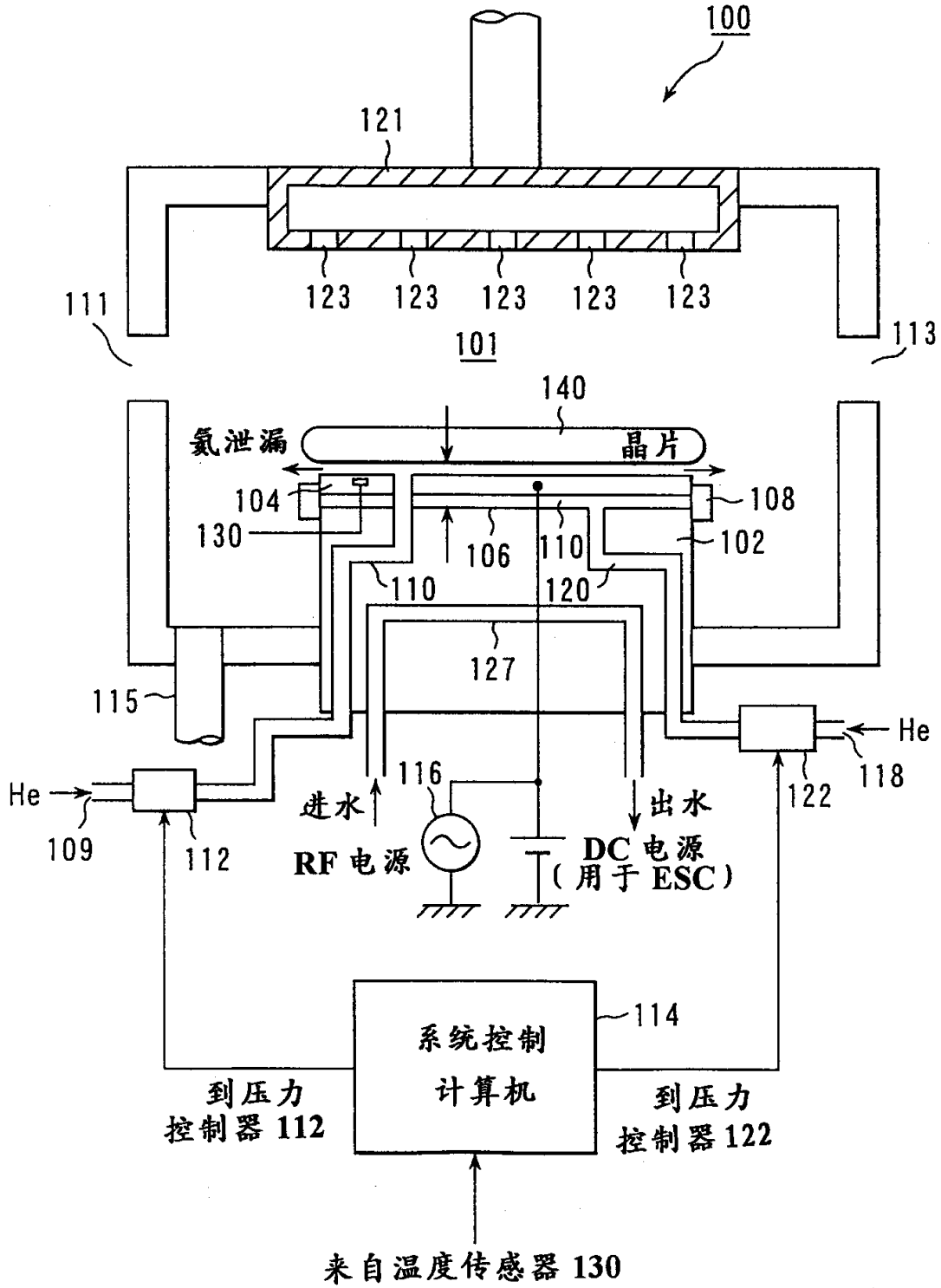


图3

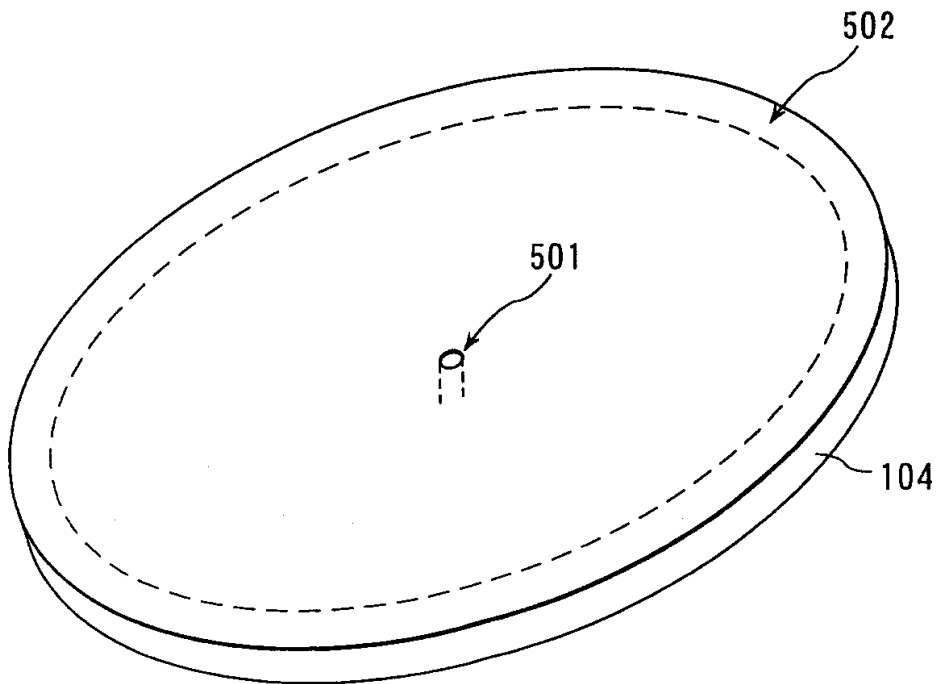
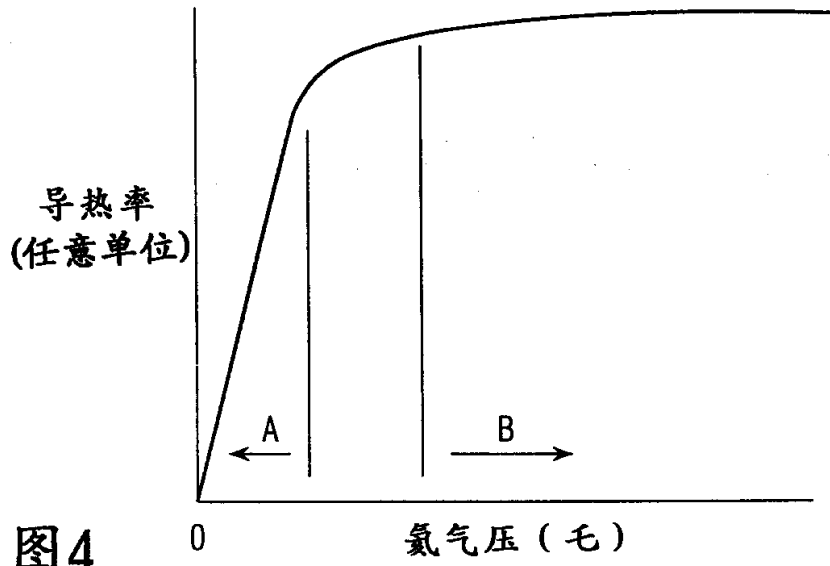
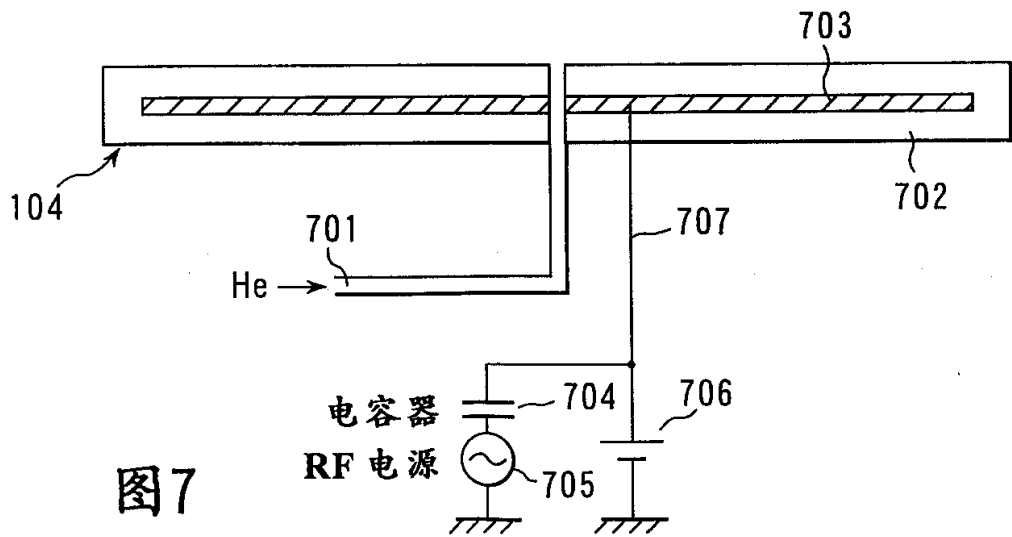
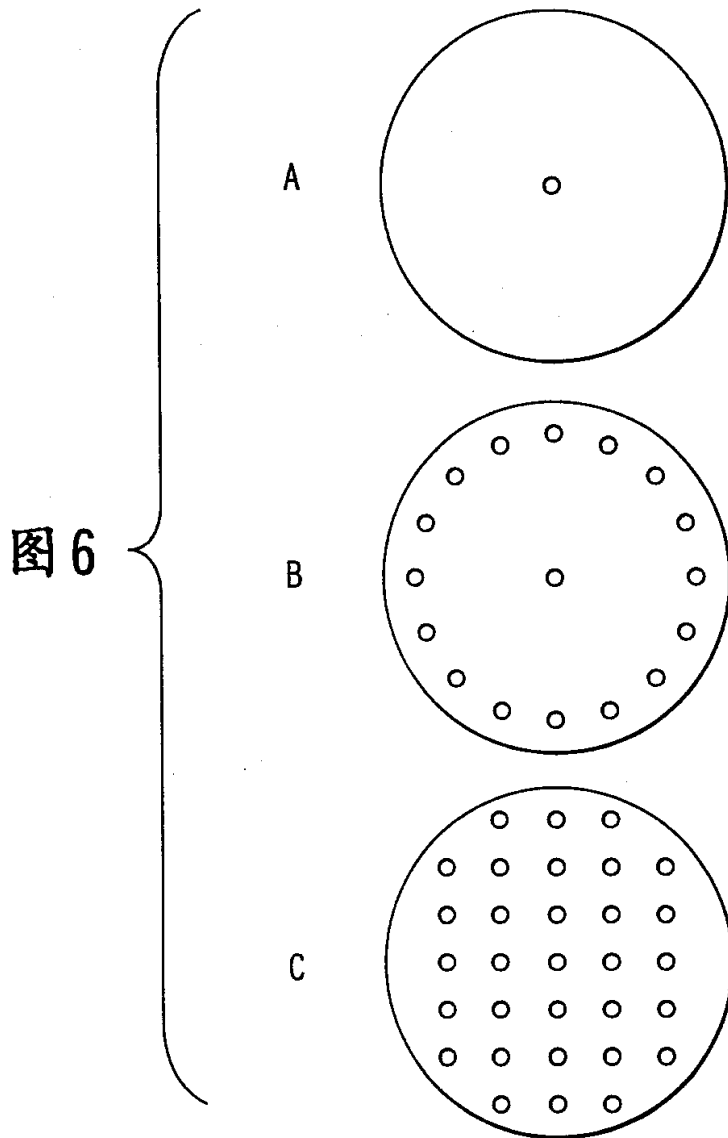


图5



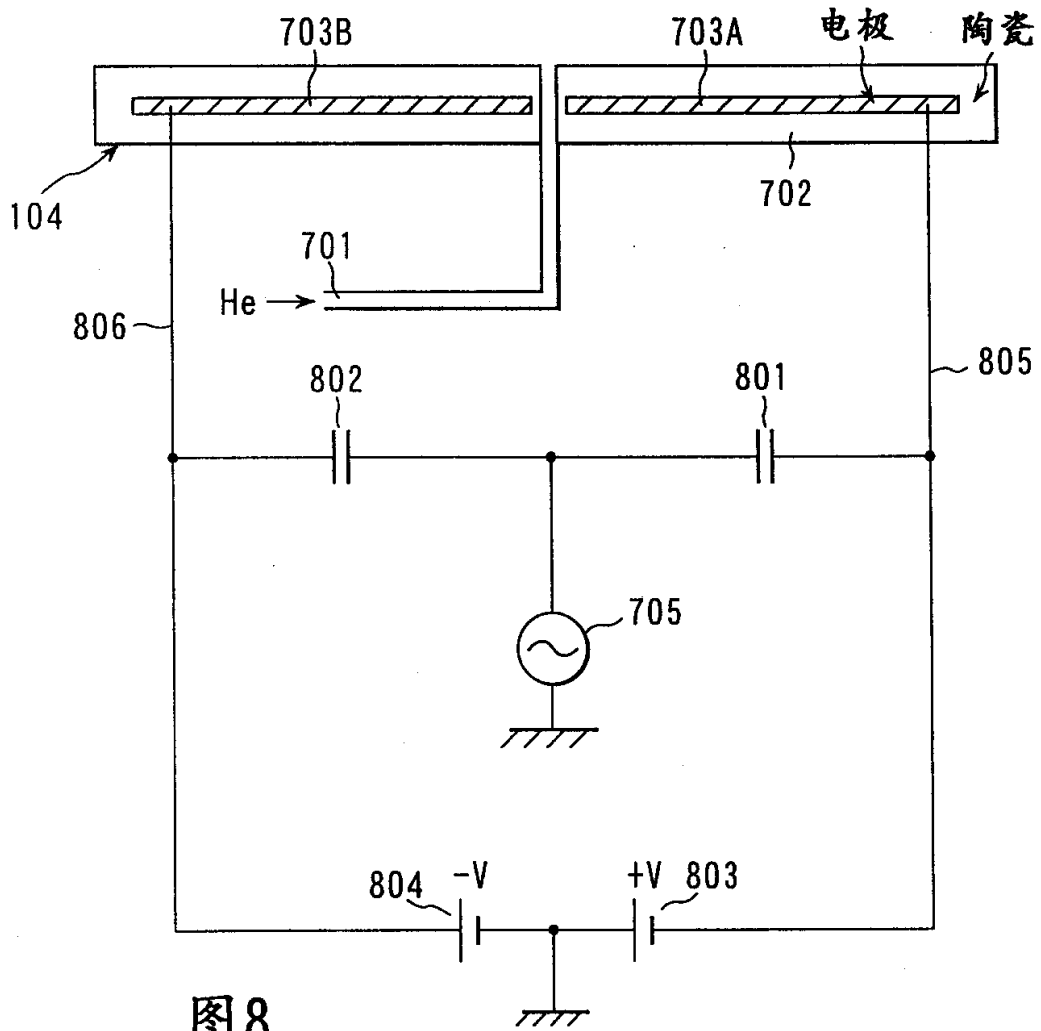


图8

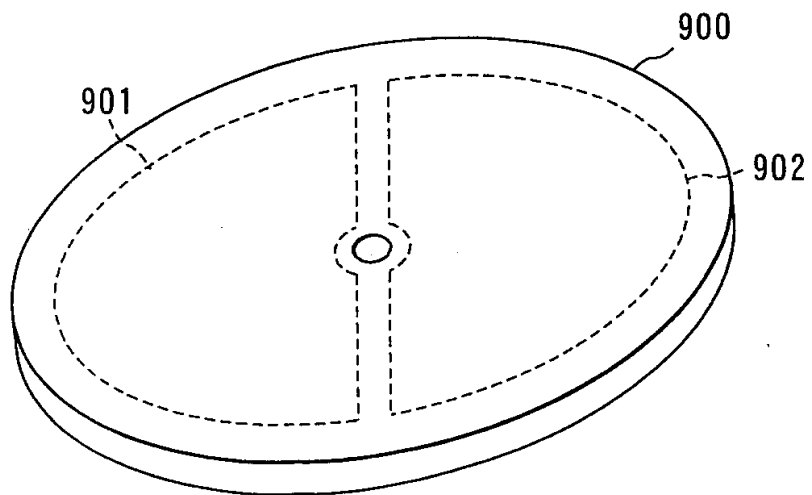


图9

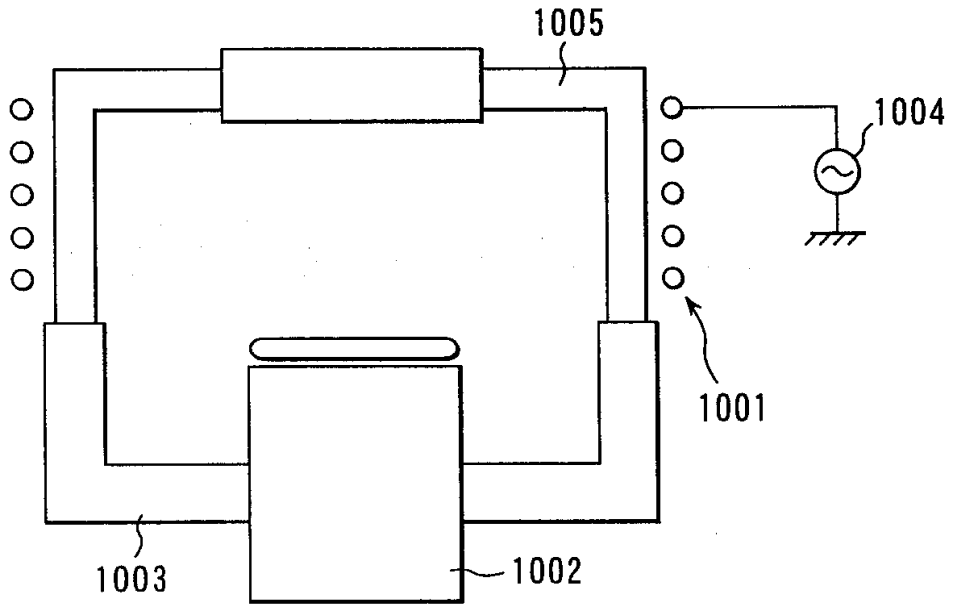


图10

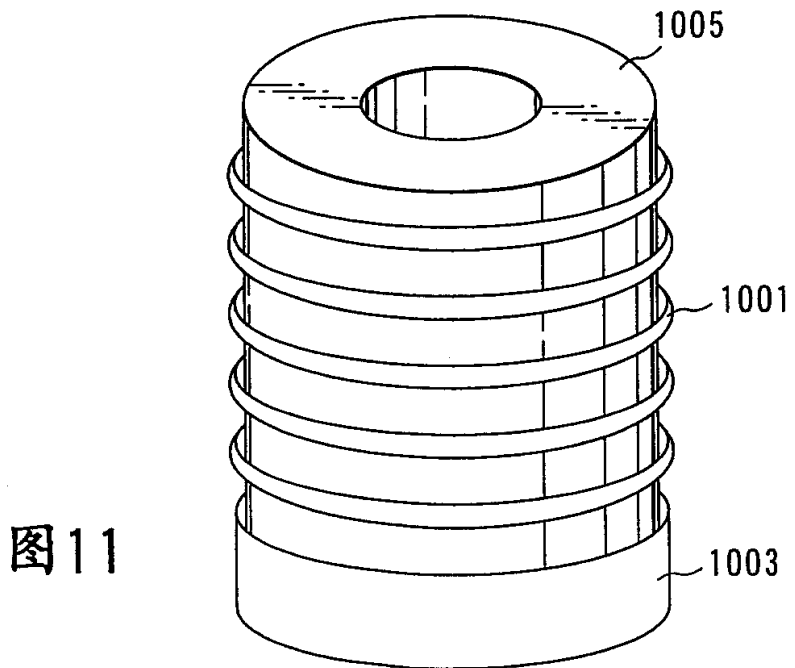


图11

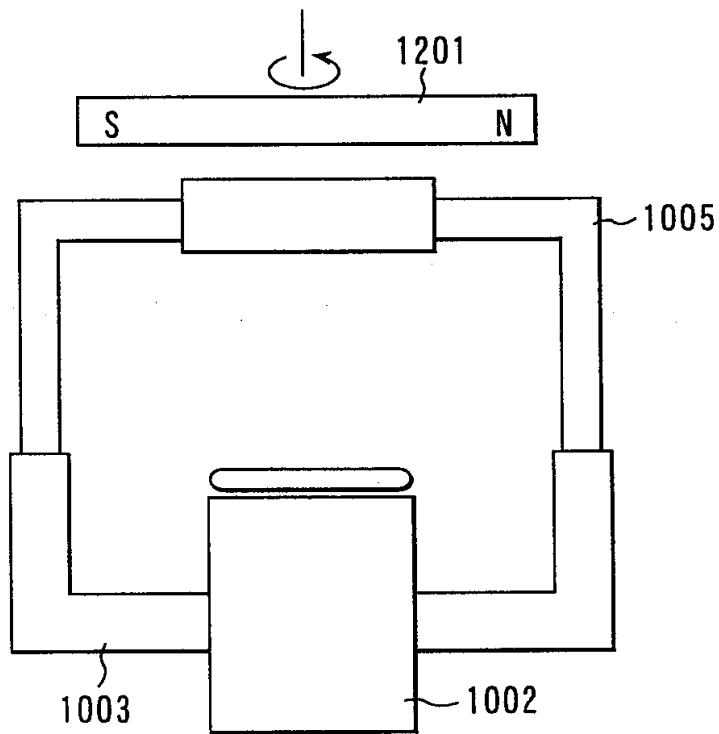


图12

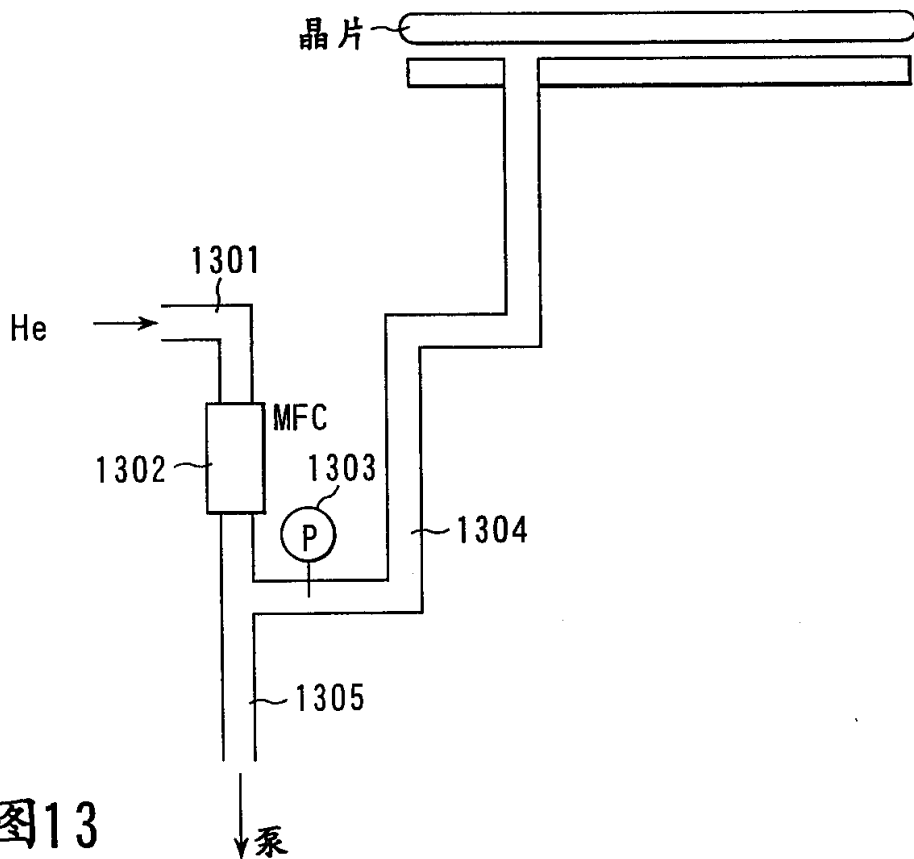


图13