

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H01L 21/3065 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03805758.1

[45] 授权公告日 2007 年 12 月 12 日

[11] 授权公告号 CN 100355039C

[22] 申请日 2003.3.10 [21] 申请号 03805758.1

[30] 优先权

[32] 2002. 3. 11 [33] JP [31] 65265/2002

[86] 国际申请 PCT/JP2003/002773 2003.3.10

[87] 国际公布 WO2003/077300 日 2003.9.18

[85] 进入国家阶段日期 2004.9.10

[73] 专利权人 东京毅力科创株式会社

地址 日本东京都

[72] 发明人 大薮淳 奥石公

[56] 参考文献

CN1308284A 2001.8.15

JP 7-245295A 1995.9.19

JP 2001-139365A 2001.5.22

JP 11-214365A 1999.8.6

审查员 吴海涛

[74] 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司

代理人 龙 淳

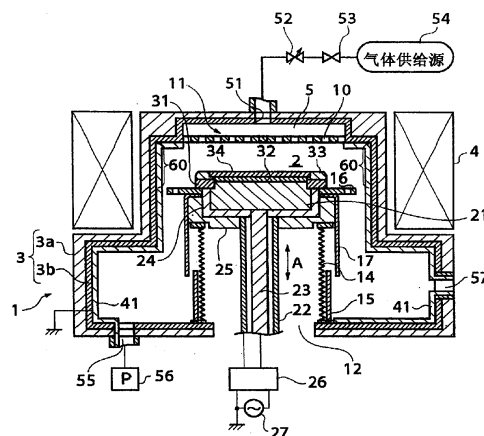
权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图 3 页

[54] 发明名称

等离子体处理装置

[57] 摘要

本发明提供可以降低处理室内 CF 系聚合物沉积物堆积的等离子体处理装置。该等离子体蚀刻处理装置(1)包含在内部可定义处理室(2)的直径下部大上部小的处理容器(3)，如果处理室(2)减压到规定的真空环境，向处理室(2)内导入包含 CF 系气体的处理气体，则处理气体等离子体化，对半导体晶片(34)施以所希望的微细加工。从通过等离子体导致的 CF 系气体分解成分所生成的 CF 系聚合物的固体颗粒发生飞散，粘着到内壁(3b)及处理室内部件的表面上，为了防止 CF 系聚合物沉积物堆积，在等离子体处理容器(3)内壁(3b)的表面上遍及规定面积覆盖 Y_2O_3 喷镀覆膜(41)。



1、一种等离子体处理装置，具有在内部激励等离子体，对被处理物表面进行微细加工的处理容器，和在所述处理容器内部配置的处理室内部件，其特征为，所述处理容器内壁表面及所述处理室内部件表面至少一方表面，遍及规定面积被 Y_2O_3 喷镀覆膜所覆盖，

所述规定面积为大于等于满足下式的表面积 S (m^2)，即：

$$S=6.554A/(t \times 5 \times 10^6)$$

其中， A 示出所述处理容器内的气体流量 (sccm)， t 示出所述 Y_2O_3 喷镀覆膜的厚度 (m)。

2、根据权利要求 1 所述的等离子体处理装置，其特征为，所述规定面积大于等于 $0.65 m^2$ 。

3、根据权利要求 2 所述的等离子体处理装置，其特征为，所述规定面积大于等于 $0.91 m^2$ 。

4、根据权利要求 1 所述的等离子体处理装置，其特征为，所述处理室内部件由上部电极及下部电极至少一方构成。

5、根据权利要求 1 所述的等离子体处理装置，其特征为，在接触工艺中使用。

6、根据权利要求 5 所述的等离子体处理装置，其特征为，在自对准接触工艺中使用。

等离子体处理装置

技术领域

本发明涉及等离子体处理装置。

技术背景

等离子体处理装置，例如等离子体蚀刻处理装置在半导体制造工序中用于对作为被处理体的半导体晶片等表面进行微细加工。

传统的等离子体蚀刻处理装置包含导入蚀刻反应气体的处理容器，和在处理容器内部作为相互对置、平行配置的处理室内部件的上部电极及下部电极。在下部电极上配置半导体晶片，通过在该下部电极上加高频功率进行激励，利用在上部电极及下部电极之间产生的等离子体使蚀刻反应气体离解，通过由此产生的自由基(radical)成分对半导体晶片进行蚀刻。通常，下部电极通过铝构成，上部电极通过碳构成。

作为处理容器内壁或处理室内部件的材料，使用 Al_2O_3 (氧化铝)制陶瓷， SiO_2 ，Qz(石英)，C(碳)等，相对于此，作为导入处理容器内的处理气体广泛使用 CF(碳化氟)系气体。这种情况下，在处理容器内壁或处理室内部件表面，通过基于 CF 系气体的等离子体处理生成作为反应副生成物的 CF 系聚合物。

通过这样的 CF 系聚合物的堆积形成的沉积物从处理容器内壁作为颗粒剥离、飞散，接着粘着在作为被处理物的半导体晶片上，其结果，降低制品的合格率。

为了抑制上述沉积物的堆积，传统方式是将处理容器内壁加热到 $200\sim 300^\circ\text{C}$ ，为了除去堆积的沉积物，增加对处理容器内壁定期清除的频度。

可是，对处理容器内壁 $220\sim 300^\circ\text{C}$ 的加热会引起由于绝热构造化带来处理装置的大型化、因加热带来电力使用量的增加、成本上升，此外，定期清除频度的增大存在所谓劳力增加或为此化费时间的问题。

本发明的目的在于提供可以降低处理室内的 CF 系聚合物沉积物的堆积的等离子体装置。

发明内容

为了达到上述目的，根据本发明，提供在具有在内部激励等离子体、对被处理物的表面进行微细加工的处理容器，和在前述处理容器内部配设的处理室内部件的等离子体处理装置中，在前述处理容器内壁表面及前述处理室内部件表面至少一方表面上，遍及规定面积被 Y_2O_3 喷镀覆膜所覆盖的等离子体处理装置。

前述规定面积优选为大于等于满足下式的表面积 S (m^2)，

$$S=6.554A/(t \times 5 \times 10^6)$$

其中， A 表示在前述处理容器中气体流量 (sccm)， t 表示前述 Y_2O_3 喷镀覆膜的厚度 (m)。

前述规定面积优选为大于等于 $0.65 m^2$ 。

前述规定面积更优选为大于等于 $0.91 m^2$ 。

前述处理室内部件优选由上部电极或下部电极形成。

本发明的等离子体处理装置优选在接触工艺过程中使用。

本发明的等离子体处理装置更优选在自对准接触工艺过程中用。

附图说明

图 1 是示出本发明实施方式的等离子体处理装置概略构成图。

图 2 是示出图 1 的 Y_2O_3 喷镀覆膜 41 被覆盖的内壁 3b 的表面积和 CF 系气体流量之间关系的图。

图 3 是示出图 1 的处理室 2 内的颗粒数和高频电源 27 的高频功率施加时间之间关系的图。

具体实施方式

本发明者为了达到上述目的而进行锐意研究，结果发现，在具有在内部激励等离子体、对被处理物表面进行微细加工的处理容器，和在处理容器内部配置的处理室内部件的等离子体处理装置中，如果处理容器内壁表面以及处理室内部件表面至少一方表面遍及规定面积，

优选大于等于 0.65 m^2 ，更优选大于等于 0.91 m^2 ，为 Y_2O_3 喷镀覆膜所覆盖，则可以使 Y_2O_3 喷镀覆膜和 CF 系聚合物之间反应，因此可以降低处理室内的 CF 系聚合物的沉积物的堆积。

此外，本发明者发现：如果上部电极或下部电极表面被 Y_2O_3 喷镀覆膜覆盖，则可以有效地进行 Y_2O_3 喷镀覆膜和 CF 系聚合物之间的反应，因此可以有效地降低处理室内 CF 系聚合物沉积物的堆积。

本发明是根据上述研究结果而作成的。

以下，参照附图详述本发明实施方式的等离子体处理装置。

图 1 是示出本发明的实施方式的等离子体处理装置的概略构成的图。

在图 1 中，等离子体蚀刻装置 1 在内部具有形成处理室 2 的直径在下部大，在上部小的等离子体处理容器 3。等离子体处理容器 3 在其上部外嵌环状永久磁铁 4。

等离子体处理容器 3 在其顶部内侧具有向下的凹部 5，在底部的中央部具有开口 12。等离子体处理容器 3 作成具有经氧化铝膜处理后的铝制外壁部 3a 以及 Al_2O_3 陶瓷制的内壁 3b 的 2 层构造。

在等离子体处理容器 3 中，顶部的凹部 5 通过开了多个孔 10 的上部电极 11 闭锁，底部的开口 12 经从该底部竖直设置的不锈钢等导电性材料制的波纹管 14，利用排气环 16 等闭锁。波纹管 14 通过等离子体处理容器 3 底部竖直设置的第 1 波纹管盖 15，和通过固定在排气环 16 上以便与第 1 波纹管盖 15 配合的第 2 波纹管盖 17 保护。

排气环 16 在其中央部具有下部电极 21，在下部电极 21 的下面固定着从等离子体处理容器 3 的下方开始延伸的同时，经氧化处理过的 Al 等导电性材料制的管状构件 22，和在管状构件 22 内被收容的同时，向图 A 方向升降下部电极 21 的升降轴 23。下部电极 21 通过电极保护构件 24 保护其下面及侧面，此外，电极保护构件 24 通过导电性构件 25 覆盖其下面及侧面。在升降轴 23 上经匹配器 26 连接高频电源 27。

在下部电极 21 的上面周围配置绝缘体环 31，在绝缘体环 31 的内侧，下部电极 21 的上面配设静电吸盘 32。在绝缘体环 31 上配设聚焦环 33，在聚焦环 33 内侧，静电吸盘 32 上载置作为被处理物的半导体晶片 34。

上部电极 11, 第 1 波纹管盖 15, 第 2 波纹管盖 17, 排气环 16, 下部电极 21, 电极保护构件 24, 绝缘体环 31, 静电吸盘 32 以及聚焦环 33 构成处理室内构件。

等离子体处理容器 3 在其顶部具有气体供给口 51, 在该气体供给口 51 上经流量调整阀 52 以及开闭阀 53 与用于把处理气体供给到处理室 2 的气体供给源 54 连接, 而且在其底部具有排气口 55, 在该排气口 55 上连接用于对处理室 2 内进行真空排气的真空泵 56。等子体处理容器 3 还在其下部侧部上设置用于搬出搬入半导体晶片 34 的被处理物搬运口 57。

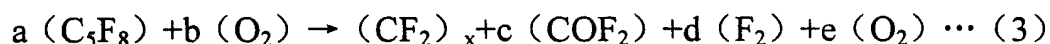
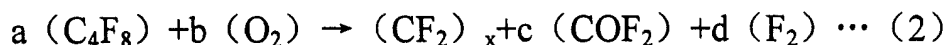
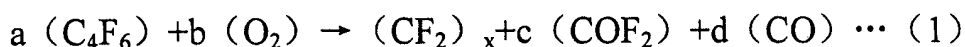
在等离子体处理容器 3 的内壁 3b 的表面上覆盖 Y_2O_3 喷镀覆膜 41, 该 Y_2O_3 喷镀覆膜 41 接地。

这样构成的等离子体蚀刻处理装置 1 通过未图示的驱动机构使升降轴 23 沿箭头 A 方向移动, 进行半导体晶片 34 的位置调整。通过高频电源 27, 经升降轴 23, 例如把 13.56MHz 的高频功率施加在下部电极 21 上。

通过真空泵 56 使处理室 2 减压到规定的真空环境, 如果从气体供给源 54 经气体供给口 51 把含有 CF 系气体的处理气体导入处理室 2, 则在上部电极 11 和下部电极 21 之间产生辉光放电, 使处理气体等离子体化。据此, 在掩膜覆盖的 (masking) 半导体晶片 34 上施以所希望的微细加工。其际, 从由等离子体的 CF 系气体分解生成的 CF 系聚合物的固体颗粒发生飞散, 然而, 因为在等离子体处理容器 3 内壁 3b 的表面上覆盖 Y_2O_3 喷镀覆膜 41, 防止了向内壁 3b 以及处理室内部件表面的 CF 系聚合物沉积物的堆积。

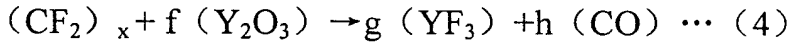
以下, 详述 Y_2O_3 喷镀覆膜 41 抑制处理室 2 内的 CF 系聚合物沉积物堆积的机理。

在等离子体处理中用 C_4F_6 , C_4F_8 , C_5F_8 作为 CF 系气体时, 因为一定并用 O_2 , 所以沉积的 CF_2 聚合物通过下式 (1) ~ (3) 所示地生成。



其中, x, a, b, c, d, e 是自然数。

如上式所示生成的 CF_2 聚合物与作为在内壁 3b 上喷镀覆膜 41 被覆盖的 Y_2O_3 进行如以下所示的反应。



其中 X, f, g, h 是自然数。

通过 (4) 所示的 CF_2 聚合物和 Y_2O_3 的反应, 可以降低内壁 3b 以及处理室内部件的 CF_2 聚合物沉积物的堆积。

图 2 是示出覆盖有图 1 的 Y_2O_3 喷镀覆膜 41 的内壁 3b 的表面积和 CF 系气体流量之间关系的图。

图 2 的图的关系式如以下所示地得到。

在处理室 2 内流动的 CF 系气体流量为 A (sccm), (sccm 是基准温度下的体积流量 (cm^3/min), A (sccm) 与 $A \times 10^{-6}$ (m^3/min) 意义相同), 即; 在 $7.44 \times 10^{-7}A$ (mol/sec) 时, 从真空泵 56 的排气能力和处理室 2 内流动的 CF 系气体的 F 相当的质量之间的关系出发, 与作为 CF 系气体流量 20% 的 $7.44 \times 10^{-7}A \times 0.2 = 1.49 \times 10^{-7}A$ (mol/sec) 的流量相当的 mol 数的 CF 系气体残留在处理室 2 内。

假设 CF 系气体全部变换为 CF_2 聚合物, a 对式 (1) ~ (3) 中的 CF_2 聚合物的聚合度 X 的比为 2, 以及由于 f 对 (4) 式中的 CF_2 聚合物的聚合度 X 之比为 3, 所以单位时间必要的 Y_2O_3 喷镀覆膜 41 的摩尔数为与处理室 2 残留的 CF 系气体流量相当的摩尔数的 66% ($2 \times 1/3$), 为 $1.49 \times 0.66 = 9.92 \times 10^{-8}A$ (mol/sec)。

CF_2 聚合物在 Y_2O_3 喷镀覆膜 41 上沉积的比例通过 (侧壁 60 的表面积) / ((上部电极 11, 21 的表面积) + (侧壁 60 的表面积)) 表示, 由于最小为 8% (上部电极 11 和下部电极 21 的距离 20mm), 以及作为 Y_2O_3 喷镀覆膜 41 的寿命必须至少与侧壁 60 的构成部件的寿命相当的 1000 小时, 所以用于回避 CF_2 聚合物沉积物沉积的 Y_2O_3 喷镀覆膜 41 必要的摩尔数成为 $9.92 \times 10^{-8}A \times 0.08 \times 1000 \times 3600 = 0.029A$ (mol)。

由于 Y_2O_3 的分子量约 226, 所以用于回避 CF_2 聚合物沉积的 Y_2O_3 的喷镀覆膜 41 必要的质量成为 $0.029A \times 226 = 6.554A$ (g)。

由于 Y_2O_3 喷镀覆膜 41 的厚度为 1×10^{-4} (m) 以及 Y_2O_3 的比重为 5×10^6 (g/m^3), 所以 Y_2O_3 喷镀覆膜 41 覆盖的内壁 3b 表面积 S 成为 $S = 6.554A / (1 \times 10^{-4} \times 5 \times 10^6)$ (m^2), 得到图 2 关系式 $S = 0.0131A$ (m^2)。

在图 2, 在直径小于等于 200mm 左右的半导体晶片用装置的情况下, 由于 CF 系气体流量最大为 50sccm 左右, 所以 Y_2O_3 喷射覆膜 41 覆盖的内壁 3b 表面积优选为大于等于 0.65 m^2 。

在直径小于等于 300mm 左右的半导体晶片用装置的情况下, 由于 CF 系气体流量最大为 70sccm 左右, 所以 Y_2O_3 喷镀覆膜 41 覆盖的内壁 3b 表面积优选为 0.91 m^2 以上。

根据本发明实施方式, 因为遍及处理室 2 内壁 3b 暴露在等离子体领域的广大面积被 Y_2O_3 喷镀覆膜 41 覆盖, 所以可以使内壁 3b 的 Y_2O_3 喷镀覆膜 41 和 CF 系聚合物之间反应, 因此, 可以降低处理室 2 内的 CF 系聚合物沉积物的堆积。

在本实施方式, 在内壁 3b 的表面覆盖 Y_2O_3 喷镀覆膜 41, 然而并不限于此, 处理室内部件, 尤其是, 如果使 CF 系气体等离子体化的上部电极 11、下部电极 21 的表面覆盖 Y_2O_3 喷镀覆膜 41, 则可以使生成的 CF 系聚合物和 Y_2O_3 之间更加有效地反应, 因此, 可以更加有效地降低处理室 2 内的 CF 系聚合物沉积物的堆积。

在本实施方式, 以等离子体处理容器 3 外周上配设有永久磁铁 4 的磁场辅助方式的等离子体蚀刻处理装置 1 作例加以说明, 然而并不限于此, 其它方式, 例如取代设置永久磁铁 4, 在上部电极 11 以及下部电极 21 双方加高频功率, 产生等离子体的离子辅助方式的等离子体蚀刻处理装置 1, 不用说也同样是适用的。

以下示出在等离子体处理容器 3 内壁 3b 表面上覆盖 Y_2O_3 喷镀覆膜 41 的本发明等离子体蚀刻装置 1 以及用传统的等离子体蚀刻处理装置的处理室 2 内的颗粒数和高频电源 27 施加高频功率时间之间关系的比较讨论结果。

本讨论使用排气速度为 $1.3\text{ m}^3/\text{sec}$ 的涡轮分子泵作为真空泵 56 来进行, 在处理室 2 内壁 3b 表面上遍及表面积 0.7 m^2 覆盖 Y_2O_3 喷镀覆膜 41 来进行。

在本实施例中构成为在处理室 2 的 GND 电位的部位, 即内壁 3b 上覆盖上述 Y_2O_3 喷镀覆膜 41, 然而优选至少在上部电极 11 和下部电极 21 夹持的处理空间及其近旁空间的 GND 电位的部位, 即在侧壁 60 附近形成 Y_2O_3 喷镀覆膜 41。

图3是示出图1的处理室2内的颗粒数和高频电源27高频功率施加时间之间关系的图。

在图3中，折线A示出传统的等离子体蚀刻处理装置的情况，折线B示出在内壁3b上覆盖 Y_2O_3 喷镀覆膜41的本发明的等离子体蚀刻处理装置1的情况。

正如折线A所示，传统的等离子体蚀刻装置的情况，在经过加高频功率时间的同时，颗粒数急剧地增加，经过5小时成为约30个，经过10小时约为220个，经过15小时约为330个，虽未进行经过15小时以后的测量，但预想颗粒数会进一步增加。

与此相反，正如折线B所示，在内壁3b覆盖 Y_2O_3 喷镀覆膜41的本发明等离子体蚀刻处理装置1的情况，即使经过高频功率施加时间，颗粒数也并未急剧增加，经过175小时大体在20个颗粒以下，最高控制在40个以下。

如本讨论结果所示可以看到，通过在处理室2内壁3b上覆盖 Y_2O_3 喷镀覆膜41可以降低处理室2内的颗粒数，即可以降低内壁3b以及处理室内部件的CF系聚合物沉积物的堆积。

本发明的等离子体蚀刻装置1通过降低处理室2内的沉积物的堆积，可以使进行定期清洗的时间间隔从传统的30小时延长到150小时。

此外，如果使用排气速度更高的大型涡轮分子泵，即排气速度 $2.2m^2/sec$ 的涡轮分子泵，则因为使处理室2内悬浮的CF系的微小沉积物或分解后的CO等不能滞留在处理室2内，可以快速排出到处理室2外，所以可以进一步降低处理室2内的CF系聚合物沉积物的堆积。

在接触工艺，尤其是在自对准接触工艺中，使用上述的本发明的等离子体处理装置1的情况下，在式(4)发生的CO使CF系气体通过等离子体解离之际产生的活性核的氟自由基(F^*)失去活性，可以提高对SiN(氮化硅)及衬底Si(硅)的选择比。

工业上利用的可能性

如以上详细说明所示，根据本发明的等离子体处理装置，因为在处理容器内壁表面以及处理室内部件表面至少一方的表面遍及规定面积被 Y_2O_3 喷镀覆膜所覆盖，所以可以使 Y_2O_3 喷镀覆膜与CF系聚合物

反应，因此可以降低处理室内 CF 系聚合物沉积物的堆积。

因为规定面积大于等于满足 $S=6.554A/(t \times 5 \times 10^6)$ 的表面积 S (m^2)，所以可以可靠地降低处理室内 CF 系聚合物沉积物的堆积。

因为规定面积大于等于 0.65 m^2 ，所以装置在直径小于等于 200mm 左右的被处理物用的情况下，可以可靠地降低处理室内 CF 系聚合物沉积物的堆积。

因为规定面积大于等于 0.91 m^2 ，所以装置在直径小于等于 300mm 左右的被处理物用的情况下，可以可靠地降低处理室内 CF 系聚合物沉积物的堆积。

因为处理室内部由上部电极及下部电极至少一方构成，所以可以有效地使 Y_2O_3 喷镀覆膜和 CF 系聚合物反应，因此可以有效地降低处理室内的 CF 系聚合物沉积物的堆积。

因为可用于接触工艺中，所以可以提高对氮化硅以及衬底硅的选择比。

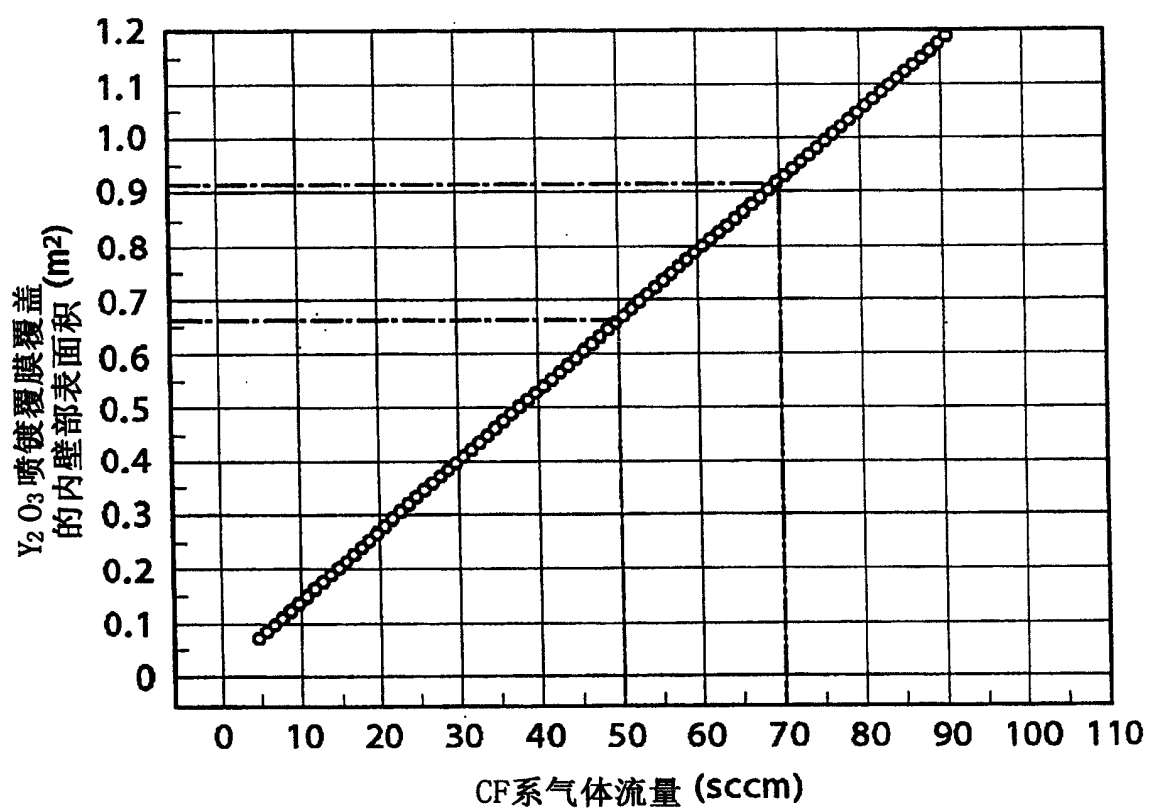


图2

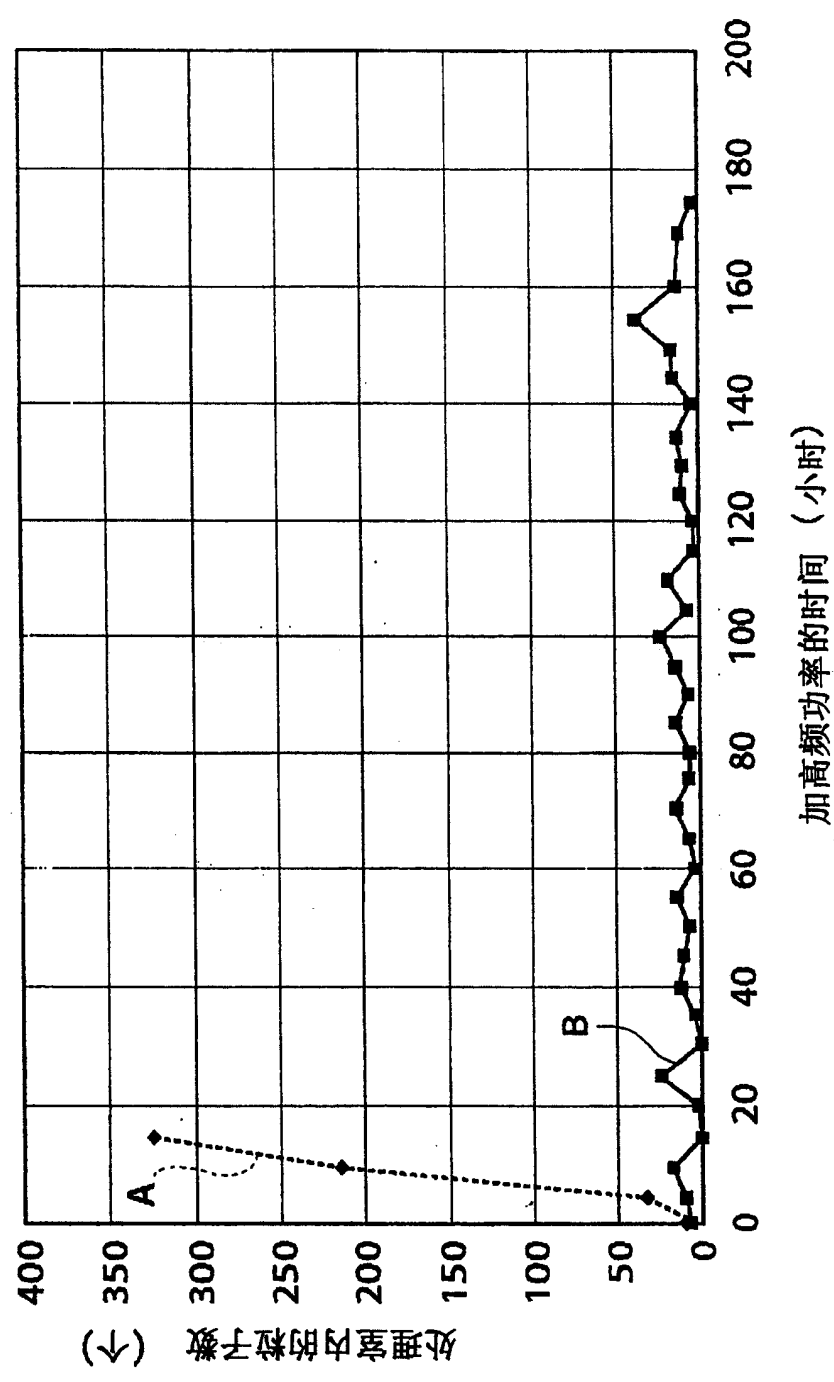


图3