

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510114111.6

[51] Int. Cl.

C23F 4/00 (2006.01)

C23F 1/12 (2006.01)

C23C 16/513 (2006.01)

H01L 21/205 (2006.01)

[43] 公开日 2006 年 6 月 7 日

[11] 公开号 CN 1782133A

[22] 申请日 2005.10.19

[21] 申请号 200510114111.6

[30] 优先权

[32] 2004.11.4 [33] US [31] 60/625,622

[32] 2005.3.22 [33] US [31] 11/088,327

[71] 申请人 应用材料股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 崔寿永 王群华

[74] 专利代理机构 上海新高专利商标代理有限公司

代理人 楼仙英

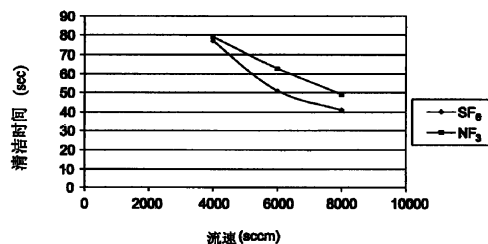
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 3 页

[54] 发明名称

六氟化硫远程清洁等离子源

[57] 摘要

一种清洁一基板处理室的方法，包括引入一气体混合物至一远程等离子源，其中该气体混合物包含六氟化硫及一含氧化合物，该含氧化合物是选自由氧气及一氧化二氮所组成的群组中；将该气体混合物的一部份解离成为离子；传送这些离子进入处理室中的一处理区；提供一原位等离子；并通过与这些离子反应而清除该处理室中的沉积物。



1. 一种清洁一基板处理室的方法，包含：

引入一气体混合物至一远程等离子源，其中该气体混合物包含六氟化硫及氧气，其中供给至远程等离子源的电力为 13 kW 以上；

5 将该气体混合物的一部份解离成为离子；

传送该等离子进入该处理室中的一处理区；及

通过与这些离子反应而清除处理室中的沉积物。

2. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述的气体混合物包含一载气。

10 3. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述的气体混合物还包含氩气。

4. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，还包含施加 RF 电力至所述处理室的处理区中。

15 5. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述的气体混合物中氧气与六氟化硫的比例介于约 0.1 至约 10.0 之间。

6. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述的气体混合物中氧气与六氟化硫的比例约为 1: 1。

7. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述的处理室中的压力约为 0.1 至约 1 Torr 之间。

20 8. 一种清洁一基板处理室的方法，包含：

引入一气体混合物至一远程等离子源，其中该气体混合物包含六氟化硫及氧气，其中供给至远程等离子源的电力为 13 kW 以上；

将该气体混合物的一部份解离成为离子；

传送这些离子进入该处理室中的一处理区；

25 通过与这些离子反应而清除处理室中的沉积物；及

将该气体混合物与来自处理室中的沉积物一同排出。

9. 如权利要求 8 所述的方法，其特征在于，还包含从一终点检测器传送一信号至一控制器。

30 10. 如权利要求 8 所述的方法，其特征在于，所述的气体混合物包含一载气。

11. 如权利要求 8 所述的方法, 其特征在于, 所述的气体混合物还包含氩气。

12. 如权利要求 8 所述的方法, 其特征在于, 还包含施加 RF 电力至所述处理室的处理区中。

5 13. 如权利要求 8 所述的方法, 其特征在于, 所述的气体混合物中氧气与六氟化硫的比例介于约 0.1 至约 10.0 之间。

14. 如权利要求 13 所述的方法, 其特征在于, 所述的气体混合物中氧气与六氟化硫的比例约为 1: 1。

10 15. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 所述的处理室中的压力约为 0.1 至约 1 Torr 之间。

16. 一种清洁一基板处理室的方法, 包含:

引入一气体混合物至一远程等离子源, 其中该气体混合物包含六氟化硫及氧气, 其中供给至远程等离子源的电力为 13 kW 以上;

将该气体混合物的一部份解离成为离子;

15 传送这些离子进入该处理室中的一处理区;

施加 RF 电力至处理室中的该处理区;

通过与这些离子反应而清除处理室中的沉积物; 及

从一终点检测器传送一信号至一控制器。

20 17. 如权利要求 16 所述的方法, 其特征在于, 所述的处理室中的压力约为 0.1 至约 1 Torr 之间。

六氟化硫远程清洁等离子源

技术领域

- 5 本发明大致是关于一种基板处理室及其清洁方法，例如平面面板显示器、晶圆及太阳能面板处理室及其清洁方法。

背景技术

- 10 基板处理室提供多种功能。通常，当在基板上沉积介电层时，来自沉积制程的残余材料也会沉积在处理室壁及制程室的其它组件表面上。这些沉积物会剥离而污染基板表面，由于处理室通常是用来快速处理基板的一集积工具的一部份，因此使处理室的清洁及维修时间仅可能的少乃是一件非常重要的事。为降低可能的污染，并改善处理室的产出效率，需要有效且适时地清洁处理室表面。

- 15 目前，用来移除处理室表面含碳或硅的沉积物的方法包括原位 RF 等离子体清洁 (in situ RF plasma clean)、远程等离子体或 RF-辅助远程等离子体清洁制程。该原位 RF 等离子体清洁方法包括引入一含氟前驱物至沉积室中及以 RF 等离子体将所述前驱物解离。该中性电荷的氟原子颗粒可以化学蚀刻沉积物的方式进行清洁。该原位等离子体会产生一可加速清洁过程的包含带电荷及中性物种的激能混合物。可是，该等离子体也会攻击干净的表面，造成处理室表面受损并因可能会提高制程处理期间处理室缺陷致使仪器效能降低。等离子体清洁期间来自不均匀地移除沉积物及处理室表面被暴露在不均匀等离子体下所造成的处理室表面受损的情形可能相当严重。高能等离子可能非常难在处理室中造成均匀的等离子体分布，低能等离子体则会需要使用更多的清洁气体，造成成本上升及破坏环境。
- 20 过去，多半使用三氟化氮 (NF₃) 作为含氟前驱物，其作为一种优选的处理室清洁前驱物，因为可选择机械组件及其它制程参数而以远程等离子源技术及现有的清除系统来达成低放射率。氟分子同时也是一种优选的处理室清洁前驱物，因为其对环境的冲击较小且操作成本较低。但是，尚未有一种可供应大量气体的可靠、安全的氟分子供应源可供使用。
- 25 一种可供应大量气体的可靠、安全的氟分子供应源可供使用。

可使用具有含氟气体的远程等离子体来清洁处理室表面。但是，在远程等离子源中解离的这些含氟气体分子会再次重新结合成为氟分子，相较于解离的氟原子来说，氟分子对处理室沉积物较不具反应性，因此需要更长的处理时间或更多清洁气体才能充分地清洁该处理室。

5 目前，也使用 RF-辅助远程等离子体来进行清洁，其结合远程等离子体清洁的高前驱物解离效率与该原位等离子体较佳的清洁速率，可有效地清洁该处理室表面。但是，此种组合的等离子体产生源通常并不均匀，且会导致处理室中化学物分布不均匀的情形。此种不均匀的等离子体及化学物分布会造成清洁效果不均匀且出现因过度清洁所致的表面劣化情形。

10 也可在处理室中引入化学清洁剂。但是，可能会拉长等离子体清洁处理室所需要的时间或将处理室暴露在现有化学清洁剂的下的时间。用来清洁处理室的化学物种可能会对环境造成不良影响或可能很难大量传输。因此，需要提供一种清洁处理室的方法，其仅需要低资金成本、低原物料成本并可将低对处理室表面的伤害。

15

发明内容

本发明大致是关于一种清洁一基板处理室的方法，包括引入一气体混合物至一远程等离子源，其中该气体混合物包含六氟化硫及一含氧化合物，该含氧化合物是选自由氧气及一氧化二氮所组成的群组中；将该气体混合物的一部份解离成为离子；传送这些离子进入该处理室中的一处理区；提供一原位等离子体；并通过与这些离子反应而清除该处理室中的沉积物。

20

附图说明

25 图 1 示出依据本发明一较佳实施例设计的具有远程等离子源和一处理区域的处理室；

图 2 示出依据本发明一较佳实施例为表示六氟化硫清洁效果的制程室压力(其为时间的函数)图；

图 3 为依据本发明一较佳实施例，两种清洁气体(其为入口气体流速的函数)的清洁时间图。

30

图4为本发明一实施例的比较两种硬件条件清洁速率结果的示意图。

附图标记说明：

	42	气体进入管
	52	气体供应
5	53	气体切换网络
	54、70、73	阀及流量控制机制
	64	前驱物气体源
	66	远程等离子源
	72	额外气体源
10	77	管
	79	流量控制器
	200	等离子体强化的化学气相沉积系统
	202	处理室
	206	多个壁
15	208	底部
	210	盖组件
	212	处理空间
	214	抽吸风箱
	216	孔状区域
20	218	气体分配板组件
	220	内侧
	222	电源
	224	铝制主体
	226	下侧
25	228	贯穿孔
	232	加热器
	234	上侧
	238	基板支撑组件
	240	基板
30	242	支撑柱

	246	风箱
	248	圆周阴影框
	250	举升销
	258	扩散板
5	274	电源
	280	入口埠

具体实施方式

本发明提供一种清洁处理室的方法，其使用一种由六氟化硫及氧气组成的气体混合物来移除含有硅或碳的沉积物。

图 1 标出一等离子体强化的化学气相沉积系统 4300 的截面示意图，该系统可购自 AKT 公司(美商应用材料公司的一分公司)。可用于本发明的其它设备包括 3500、5500、10K、15K、20K 及 25K 处理室，同样都可购自 AKT 公司(美商应用材料公司的一分公司)。该系统 200 一般来说包括一处理室 202, 其耦接至一气体源 52。处理室 202 具有多个壁 206 及一底部 208，一同定义出一处理空间 212。该处理空间 212 典型可经由这些壁 206 上的一埠(未示出)进出，以帮助移动基板 240 进入或离开处理室 202。这些壁 206 及底部 208 典型是由铝、不锈钢或其它与制程兼容的材料制成。这些壁 206 可支持一盖组件 210，该盖组件包含一抽吸风箱 214，用以耦接该处理空间 212 至一包括有各式抽吸组件(未示出)的废气移除系统。

一气体进入管 42 延伸进入入口埠 280 并经由一气体切换网络 53 连接至各种气体源。一气体供应 52 包含有可用于沉积的各种气体。应使用何种特定气体端视欲沉积在基板上的材料种类来决定。这些处理气体流过进入管 42 而进入入口埠 280，之后并进入处理室 212。一电子控制的阀及流量控制机制 54 可控制由气体供应流入入口埠 280 的气体流量。

一第二气体供应系统同样经由气体进入管 42 而被连接至所述处理室。该第二气体供应系统可供应在一系列沉积之后用来清洁处理室内部的清洁气体。在此“清洁(cleaning)”一词是指自处理室内部表面移除沉积材料。

所述第二气体供应系统包括一前驱物气体源 64(例如, 六氟化硫); 一远程等离子源 66, 其位于沉积室外并与其相隔一段距离; 一电子控制的阀及流量控制机制 70; 及一管 77, 用以连接远程等离子源至沉积室 202。这样的组态使得该处理室内部表面可被一远程等离子体加以清洁。

5 所述第二气体供应系统也包括一或多额外气体源 72, 例如氧气或一载气。这些额外的气体经由另一阀及流量控制机制 73 而连接至远程等离子源 66。该载气可帮助传送活化的物种至沉积室中, 且其可以是任何一种不具反应性且可与特定清洁制程相容的气体。举例来说, 该载气可以是氩气、氮气或氦气。该载气还可帮助清洁制程或帮助起始和/或稳定沉积室中的等
10 离子体。

或者, 在管 77 中设置一流量控制器 79。流量控制器 79 可放置在远程等离子源 66 与沉积室 202 之间的任何一个位置上。流量控制器 79 可在远程等离子源 66 与沉积室 202 之间提供一压力差。流量控制器 79 还可作为气体及等离子体混合物的一个混合器, 当混合物离开远程等离子源 66 与
15 沉积室 202 时。

该阀及流量控制机制 70 可以一使用者选定的速率来传送来自该前驱物气体源 64 的气体进入远程等离子源 66。远程等离子源 66 可以是一种 RF 等离子源。远程等离子源 66 可活化该前驱物气体以形成一反应性物种, 之后再经管 77 由进入管 42 流入沉积室中。因此, 入口埠 280 用来传送这
20 些反应性气体进入沉积室内部。在所述的实施方式中, 远程等离子源 66 为一电感耦合的远程等离子源。

所述盖组件 210 为处理空间 212 提供一上方界线。该盖组件 210 一般是可取下或打开以为处理空间 212 提供服务。在一实施例中, 盖组件 210 是由铝制成。该盖组件 210 包括一形成于其中的抽吸风箱 214, 用以耦接
25 至一外部抽吸系统(未示出)。该抽吸风箱 214 用来使气体和制程副产物可被均匀地自处理空间 212 排出处理室 202。

所述气体分配板组件 218 耦接至盖组件 210 的一内侧 220。该气体分配板组件 218 包括一孔状区域 216, 制程气体及其它气体可经由此孔状区域 216 被传送到处理空间 212。气体分配板组件 218 的孔状区域 216 可提供
30 均匀的气体通过气体分配板组件 218 进入处理空间 212 中。适用于本发

明的气体分配板公开于共同受让的美国专利申请序号第 09/922,219 号,其是由 Keller 等人于 2001 年 8 月 8 日申请;由 Blonigan 等人于 2002 年 5 月 6 日申请的美国专利申请序号第 10/140,324 号、2003 年 1 月 7 日申请的美国专利申请序号第 10/337,483 号;2002 年 11 月 12 日核准予 White 等人的
5 美国专利第 6,447,980 号;及由 Choi 等人于 2003 年 4 月 16 日申请的美国专利申请序号第 10/417,592 号;其全部内容在此并入作为参考。

扩散板 258 一般是由不锈钢、铝、阳极化铝、镍或其它 RF 导电材料制成。扩散板 258 的厚度可维持充分的平坦度使不致严重地影响基板处理过程。在一实施例中,扩散板 258 的厚度介于 1.0 英寸至约 2.0 英寸间。

10 一控温的基板支撑组件 238 置于处理室 202 中央。该支撑组件 238 可于处理期间支撑一基板。在一实施例中,基板支撑组件 238 包含一铝制主体 224,其可包覆至少一包埋于其中的加热器 232。位于基板支撑组件 238 上的加热器 232(例如,一电阻式组件)耦接至一选择性安装的电源 274 上,并以可控制式的方式加热支撑组件 238 及位于其上的基板 240 至一预定温
15 度。

一般来说,支撑组件 238 具有一下侧 226 及一上侧 234。该上侧 234 可支撑基板 240。该下侧具有一耦接于其上的支撑柱 242。该柱 242 可耦接支撑组件 238 至一举升系统(未示出),该举升系统可在一升高的处理位置及一下降的位置间移动该基板,以帮助传送基板进出处理室 202。该支
20 撑柱 242 还可提供一介于支撑组件 238 及系统 200 的其它组件间的可供电及热耦通过的通道。

一风箱 246 耦接在支撑组件 238(或支撑柱 242)及处理室 202 的底部 208 之间。当垂直移动支撑组件 238 的同时,该风箱 246 可在处理空间 212 及处理室外的大气压间提供一真空密封。

25 该支撑组件 238 一般是接地,使得由一电源 222 供应电力至一气体分配板组件 218 的 RF 电源(其被放置在盖组件 210 及支撑组件 238 之间)(或是其它位在或靠近该处理室的盖组件的电极)可激发存在于处理空间 212(其介于支撑组件 238 与气体分配板组件 218 之间)中的气体。该支撑组件 238 还可额外地支撑一圆周阴影框 248。一般来说,该阴影框 248 可
30 防止玻璃基板 240 边缘及支撑组件 238 上出现沉积,使得基板不致被黏在

支撑组件 238 上。该支撑组件 238 具有多个贯穿孔 228，其可接受多个举升销 250。

操作时，当内含六氟化硫的气体部暴露在远程等离子体下时，会在处理室远程等离子体区中产生氟原子。该远程等离子体可将气体中的氟及其它原子解离成游离态的原子。之后，可施加原位等离子体至该游离的氟上以使该氟原子及氧原子被更均匀地解离。该游离的氟原子及氧原子可清除处理室表面上的含碳及含硅的沉积物。氟原子若再次结合成为氟分子时，则不在具有反应性，无法有效地清除氮化硅或非晶型碳层。

使用氟原子及氧原子作为清洁气体，可提供一更均匀、更可预期的清洁用等离子体。此相对其他处理方法来说更均匀、更可预期的清洁用等离子体可均匀地移除处理室表面的沉积物，且比较不会因为过度清除而导致处理室表面变形或裂变。因为均匀清洁之故，用来清洁处理室表面的时间也会变得比较短，也更有效率。清洁时间也可因为使用多次远程等离子体加原位等离子的循环而缩短。

六氟化硫可与一或多种其它含氟气体组合使用来清除清洁处理室表面上的沉积物。这些含氟气体包括氟分子、三氟化氮、氟化氢、四氟化碳、全氟乙烷等等。六氟化硫需要更多的电力才能被解离成具有清洁力的物种。其解离程度也随着其它气体的存在而提高。可在清洁期间添加入其它气体，包括氩气、包括氧气及一氧化二氮在内的含氧化合物或其组合。测试显示一氧化二氮的效果并不如氧气。

以 AKT 公司(美商应用材料公司的一分公司)出售的 20K™ 处理室来测试六氟化硫的效果。废气的 RGA 测试显示，在六氟化硫被引进入一远程等离子室并提供给该室原位等离子体之后，废气中存在有氮气、氧气、 SF_5^+ 、 SF_3^+ 、 F 、 SiF_3^+ 、 SO_2 及 F_2 。此气体混合物显示气体分子被解离且清洁效果提高。较压是采用由约 0.1 至约 10.0 比例的六氟化硫与氧气组成的入口气体流，以提供组件最佳的清洁效果。可自处理室表面加以清除的沉积物包括氧化硅、含有碳掺质的氧化硅、碳化硅、氮化硅或非晶型碳。供给远程等离子源的电力可调整为介于约 0.0 至约 14.6 kW 间，较佳是约 13kW。RF 等离子体可调整为介于约 0.0 至约 3 kW 间，较佳是约 2.5 kW。压力可调整为介于约 100 mTorr 至约 1 Torr 间。为避免处理室受损，当所

使用的六氟化硫与氧气的比例低于 1:1 时, 较佳是不使用原位等离子体。对于六氟化硫与氧气的比例为 1:1 或更大时, 可使用一约 1.5 kW 或更高值(例如, 2.5 kW)的原位等离子体, 来阻挡氟原子再次重新结合。

图 2 和图 3 的实验结果是从一等离子体强化的化学气相沉积室-20K 处理室(美商应用材料公司的一分公司, AKT 公司产品)中所收集到的数据。该远程等离子源为 ASTRON hf⁺ (MKS, Wilmington, Massachusetts)。图 2 为一制程室压力与时间的关系图, 其中使用 8 公升/分钟的六氟化硫与 8 公升/分钟的氧气, 2 kW 的原位等离子体, 基板支撑件温度 275℃。由一选择性安装的终点检测器指示终点(图 2 中黑色线所示位置)发生在 210 秒处, 膜层厚度为 21000Å。因此, 清洁速率约为 6000 Å/分钟, 此清洁速率与使用 NF₃ 为清洁气体且不使用原位等离子体的结果类似。

在图 3 所示的实验中, 处理室设置成可处理一表面积约为 20K 处理室面积的基板, 即 1950 m²。图 3 比较了由三氟化氮及六氟化硫作为入口清洁气体时, 其清洁膜层所需的时间。基板支撑件的温度为 275℃。六氟化硫是以和氧气的比例为 1:1 的比例被添加到处理室中。当使用相同的远程等离子体时, 六氟化硫的清洁时间在三氟化氮所需得时间多了约 20%。当同时还使用了 1.4 kW 的原位等离子体时, 六氟化硫的清洁时间则会比三氟化氮所需得时间来得少。

同时也测试在类似流速下, 六氟化硫、氧气及氩气组成的混合物的效果, 结果示于图 3 中。当使用 8000 sccm 的六氟化硫、8000 sccm 的氧气及 1000 sccm 的氩气时, 约需 50 秒, 此结果与使用六氟化硫加氧气的 49 秒或是三氟化氮的 41 秒相去不远。

随着入口气流的流速提高到 8000 sccm 以上, 远程等离子源的效果即开始下降。亦即, 随着电力与入口气流的流速成比例上升时, 系统的清洁速率并未成比例增加, 且在某些情况, 反而会下降。

图 4 描述以 AKT 4300 处理室执行的另一实验。图 4 为比较两种硬件条件的清洁速率的结果。自处理室表面移除的氮化硅膜是沉积在具有 100 密尔间距(从气体分配板至上方基板表面间的距离); 425℃; 1.5 Torr 压力的 400 sccm 的硅烷、1400 sccm 的氨及 4000 sccm 的氮气; RF 电力约 12000W 的处理室中。对其中一组数据, 该处理室还包括使用了一流量限

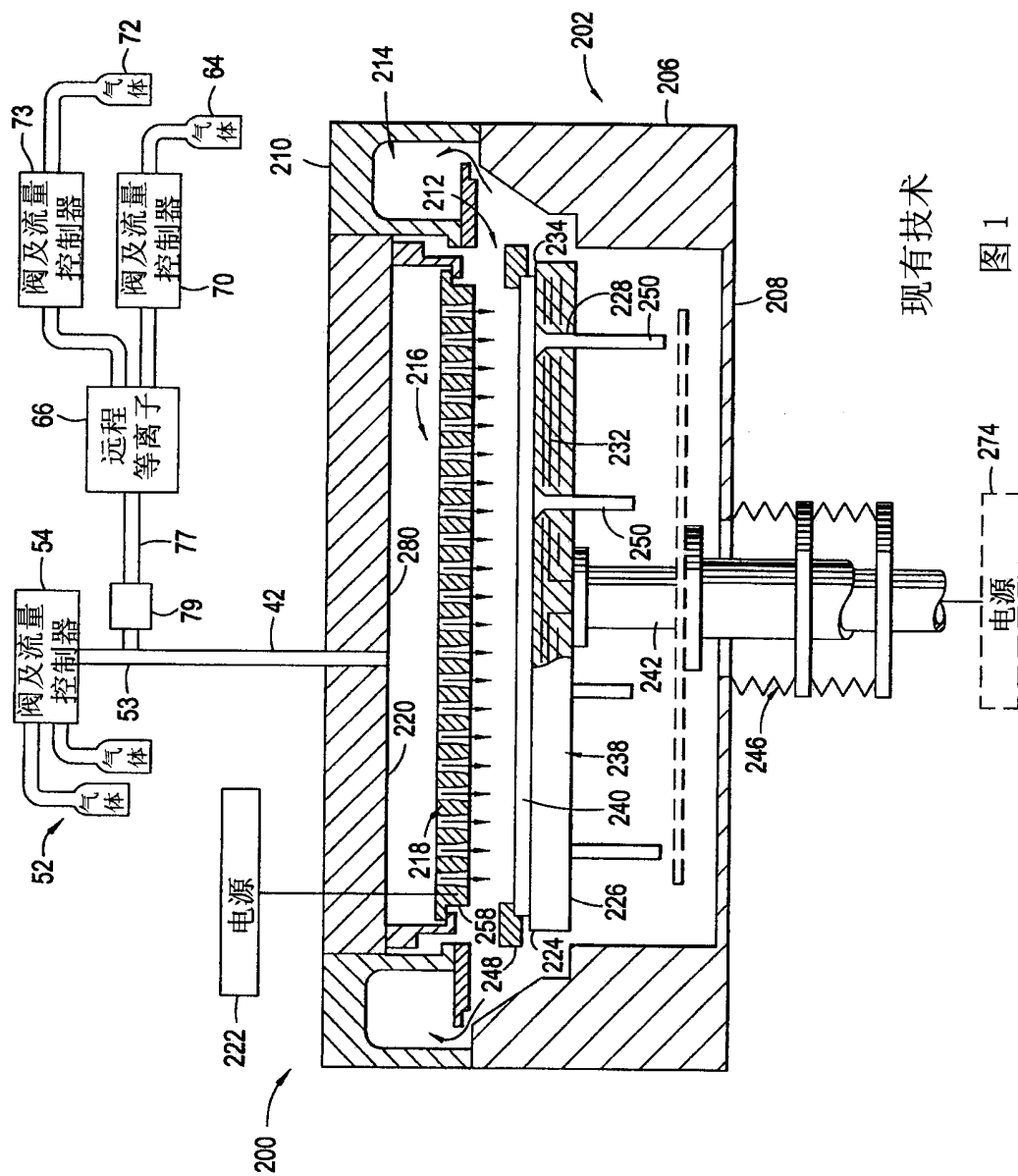
制器。对另一第二组数据，则没有使用流量限制器。清洁时间结果显示没有使用流量限制器的时候，对每一测试流速来说，其清洁速率约快了约20%至约50%。因此，由流量限制器所提供的额外混合校果与改善清洁速率无关。

- 5 在20K处理室（美商应用材料公司的一分公司，AKT公司产品）中执行烧入测试（burn in testing）。该测试显示六氟化硫的清洁效果与三氟化氮相当。此外，还执行了由六氟化硫或三氟化氮进行清洁的处理室中沉积膜层的SIMS测试。其中膜层的化学性质并未有任何差异。

- 10 同时还使用一大型处理室来进行测试，即AKT出售的25KAXTM处理室。随着基板面积及处理室面积变大，使用六氟化硫进行清洁的系统，其清洁速率稍低于使用三氟化氮的系统。当使用六氟化硫时，系统中出现的压降情形（可大致代表一粗估的解离效率），并未随处理室面积的改变而变化。因此，对六氟化硫系统来说，需要施加更多的电力至远程等离子体产生器及原位等离子体产生器，移除流量限制气并无法改善清洁效率。

- 15 一般来说，无论在使用三氟化氮或六氟化硫的系统中，其处理室的整体性并未有明显差异。无论是三氟化氮的系统或六氟化硫的系统，终端检测系统均对其有效。用来预测三氟化氮系统的清洁效率的数学模型同样可用来正确地预测六氟化硫系统，这些结果，加上经济成本效益结果，显示三氟化氮对六氟化硫的经济成本（economic cost ratio）约为4.2。因此，使
20 用六氟化硫来取代三氟化氮可使经济成本下降约72%。

虽然本发明已用本发明的实施例被明确地示出及说明，但熟悉此技术者将可了解的是上述在形式及细节上的其它形式与细节上的改变可在不偏离本发明的范围及精神下被达成。因此，本发明并不局限于所示及所说明的特定形式与细节，而是落在权利要求书所界定的范围内。



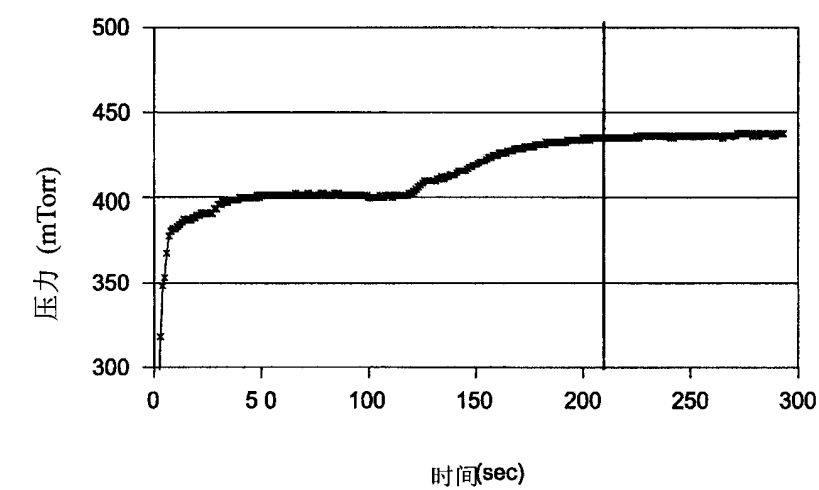


图 2

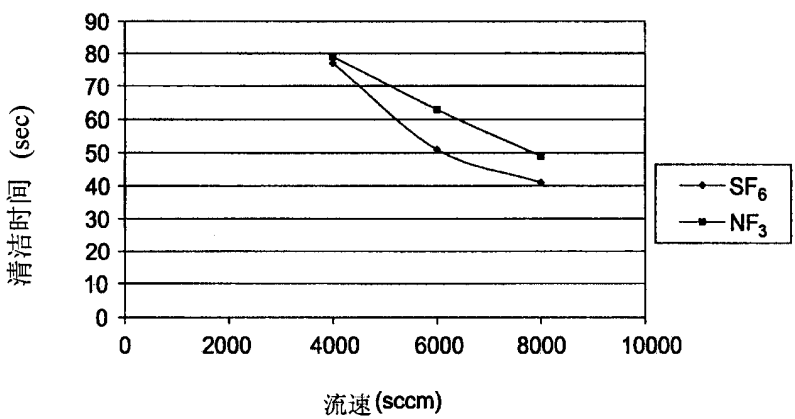


图 3

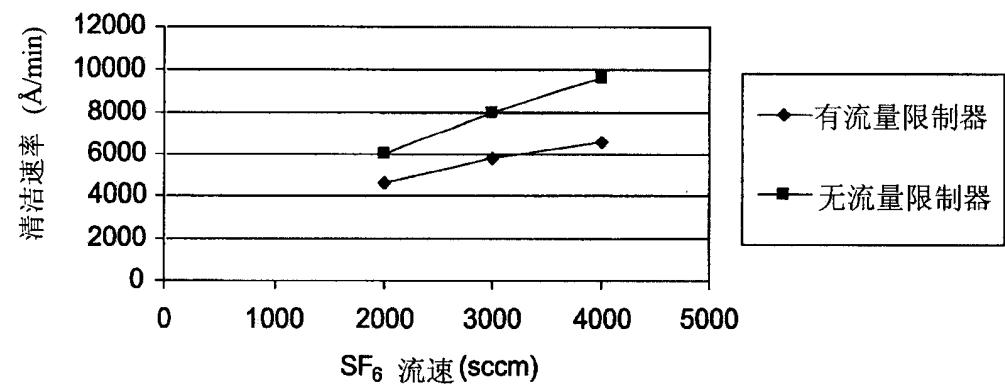


图 4