



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103229280 A

(43) 申请公布日 2013. 07. 31

(21) 申请号 201180055047. 2

代理人 刘新宇 张会华

(22) 申请日 2011. 11. 16

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

H01L 21/3065(2006. 01)

61/458, 153 2010. 11. 17 US

H01L 21/205(2006. 01)

H01L 21/31(2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2013. 05. 15

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2011/006391 2011. 11. 16

(87) PCT申请的公布数据

W02012/066779 EN 2012. 05. 24

(71) 申请人 东京毅力科创株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 野泽俊久 田才忠 佐佐木胜

三原直辉 松本直树 茂山和基

吉川润

(74) 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事

务所(普通合伙) 11277

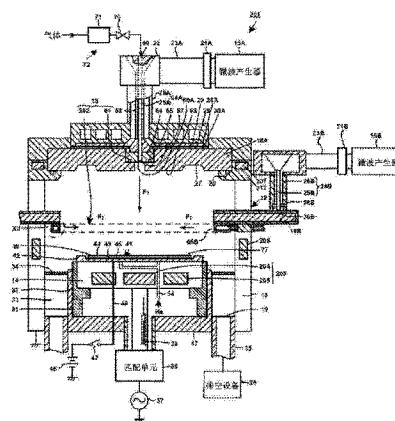
权利要求书2页 说明书8页 附图12页

(54) 发明名称

等离子体处理用设备和等离子体处理用方法

(57) 摘要

一种等离子体处理用设备,其包括:处理容器,其设置有用载置基体的载置台;第一气体供给单元,其被构造成将第一气体供给至处理容器;第一等离子体产生单元,其被构造成将第一气体的至少一部分转化成第一等离子体;第二气体供给单元,其被构造成将第二气体供给至处理容器;和第二等离子体产生单元,其被构造成将第二气体的至少一部分转化成第二等离子体。第二气体的入口距离载置台的高度低于第一气体的入口距离载置台的高度。



1. 一种等离子体处理用设备,其包括:
处理容器,其设置有助于载置基体的载置台;
第一气体供给单元,其被构造成将第一气体供给至所述处理容器;
第一等离子体产生单元,其被构造成将所述第一气体的至少一部分转化成第一等离子体;
第二气体供给单元,其被构造成将第二气体供给至所述处理容器;和
第二等离子体产生单元,其被构造成将所述第二气体的至少一部分转化成第二等离子体;
其中,所述第二气体的入口距离所述载置台的高度低于所述第一气体的入口距离所述载置台的高度。
2. 根据权利要求1所述的设备,其特征在于,所述第二等离子体产生单元在所述第二气体进入所述处理容器之后立即将所述第二气体的至少一部分转化成所述第二等离子体。
3. 根据权利要求1所述的设备,其特征在于,所述第二气体的入口位于所述处理容器的侧壁。
4. 根据权利要求1所述的设备,其特征在于,所述第一等离子体产生单元和所述第二等离子体产生单元彼此分开。
5. 根据权利要求1所述的设备,其特征在于,所述第一等离子体产生单元包括被构造成产生第一微波的第一机构,所述第二等离子体产生单元包括被构造成产生第二微波的第二机构,并且所述第一微波的频率和所述第二微波的频率彼此不同。
6. 根据权利要求1所述的设备,其特征在于,所述设备进一步包括用于调节所述第一气体和所述第二气体的量比的控制器。
7. 根据权利要求1所述的设备,其特征在于,所述第一气体包含溴化氢。
8. 根据权利要求1所述的设备,其特征在于,所述第二等离子体产生单元包括:
被构造成产生微波的机构;和
被构造成改变所述微波的偏振特性的构件。
9. 根据权利要求8所述的设备,其特征在于,所述构件包括:
第一介电窗和第二介电窗;以及
设置有多缝的导体,所述导体介于所述第一介电窗和所述第二介电窗之间。
10. 根据权利要求1所述的设备,其特征在于,所述第二等离子体产生单元包括被构造成产生电感耦合等离子体的线圈。
11. 根据权利要求1所述的设备,其特征在于,所述第二气体包含具有不同离解常数的至少两种气体。
12. 一种等离子体处理用设备,其包括:
处理容器,其设置有助于载置基体的载置台;
第一气体供给单元,其被构造成将第一气体供给至所述处理容器,所述第一气体的入口位于所述处理容器的上侧;
第一等离子体产生单元,其被构造成将所述第一气体的至少一部分转化成第一等离子体;
第二气体供给单元,其被构造成将第二气体供给至所述处理容器,所述第二气体的入

口位于所述处理容器的侧壁 ;和

第二等离子体产生单元,其被构造成将所述第二气体的至少一部分转化成第二等离子体。

13. 一种等离子体处理用方法,所述处理在处理容器内进行,所述处理容器设置有用载置基体的载置台,所述方法包括如下步骤:

将第一气体从第一入口供给至所述处理容器;

将所述第一气体的至少一部分转化成第一等离子体;

将第二气体从第二入口供给至所述处理容器 ;和

将所述第二气体的至少一部分转化成第二等离子体,

其中,所述第二入口距离所述载置台的高度低于所述第一入口距离所述载置台的高度。

14. 根据权利要求 13 所述的方法,其特征在于,在所述第二气体进入所述处理容器之后立即将所述第二气体的至少一部分转化成所述第二等离子体。

15. 根据权利要求 13 所述的方法,其特征在于,所述第二入口位于所述处理容器的侧壁。

16. 根据权利要求 13 所述的方法,其特征在于,所述第一气体包含溴化氢。

17. 根据权利要求 13 所述的方法,其特征在于,所述第二气体由等离子体产生单元进行转化,所述单元包括:

被构造成产生微波的机构 ;和

被构造成改变所述微波的偏振特性的构件。

18. 根据权利要求 13 所述的方法,其特征在于,所述第二气体由等离子体产生单元进行转化,所述单元包括被构造成产生电感耦合等离子体的线圈。

19. 根据权利要求 13 所述的方法,其特征在于,所述第二气体包含具有不同离解常数的至少两种气体。

等离子体处理用设备和等离子体处理用方法

[0001] 交叉引用

[0002] 本申请要求 2010 年 11 月 17 日提交的美国临时申请序列号 No. 61/458, 153 的优先权, 该申请的全部内容通过引用合并于此。

技术领域

[0003] 本发明涉及等离子体处理用设备和等离子体处理用方法。

背景技术

[0004] 诸如 LSI (大规模集成电路) 和 MOS (金属氧化物半导体) 等的半导体装置是通过使诸如半导体晶片和玻璃基体等的基体经受诸如蚀刻、CVD (化学气相沉积) 和溅射等的处理而制造的。这里, 可以采用等离子体作为用于这种处理的能量源。这种等离子体处理的示例包括: 等离子体蚀刻、等离子体 CVD、等离子体 ALD、等离子体溅射和等离子体掺杂。

[0005] 在制造半导体装置时, 要求基体的面内处理均匀。然而, 存在着很多妨碍这种均匀性的偏压。可能由于设备的器材差异或设备中的等离子体分布的不均匀性而导致这些偏压。

发明内容

[0006] 根据本发明的一个方面, 提供一种等离子体处理用设备。该设备包括: 处理容器, 其设置有用于载置基体的载置台; 第一气体供给单元, 其被构造成将第一气体供给至所述处理容器; 第一等离子体产生单元, 其被构造成将所述第一气体的至少一部分转化成第一等离子体; 第二气体供给单元, 其被构造成将第二气体供给至所述处理容器; 和第二等离子体产生单元, 其被构造成将所述第二气体的至少一部分转化成第二等离子体。在该设备中, 所述第二气体的入口距离所述载置台的高度低于所述第一气体的入口距离所述载置台的高度。

[0007] 根据本发明的第二方面, 提供一种等离子体处理用设备。该设备包括: 处理容器, 其设置有用于载置基体的载置台; 第一气体供给单元, 其被构造成将第一气体供给至所述处理容器, 所述第一气体的入口位于所述处理容器的上侧; 第一等离子体产生单元, 其被构造成将所述第一气体的至少一部分转化成第一等离子体; 第二气体供给单元, 其被构造成将第二气体供给至所述处理容器, 所述第二气体的入口位于所述处理容器的侧壁; 和第二等离子体产生单元, 其被构造成将所述第二气体的至少一部分转化成第二等离子体。

[0008] 根据本发明的第三方面, 提供一种等离子体处理用方法。所述处理在处理容器内进行, 所述处理容器设置有用于载置基体的载置台。所述方法包括如下步骤: 将第一气体从第一入口供给至所述处理容器; 将所述第一气体的至少一部分转化成第一等离子体; 将第二气体从第二入口供给至所述处理容器; 和将所述第二气体的至少一部分转化成第二等离子体。在该方法中, 所述第二入口距离所述载置台的高度低于所述第一入口距离所述载置台的高度。

附图说明

- [0009] [图 1] 图 1 示出根据本发明的一个实施方式的等离子体处理用设备的示例的截面图。
- [0010] [图 2] 图 2 示出图 1 中示出的设备的缝隙天线板(slot antenna plate)的示意图。
- [0011] [图 3] 图 3 示出根据本发明的一个实施方式的等离子体处理用设备的变型例的截面图。
- [0012] [图 4] 图 4 示出根据本发明的一个实施方式的等离子体处理用设备的变型例的截面图。
- [0013] [图 5] 图 5 示出根据本发明的一个实施方式的等离子体处理用设备的变型例的截面图。
- [0014] [图 6-A] 图 6-A 示出根据本发明的另一实施方式的等离子体处理用设备的示例的截面图。
- [0015] [图 6-B] 图 6-B 示出图 6-A 中示出的设备的第二气体供给单元的示意图。
- [0016] [图 7-A] 图 7-A 示出根据本发明的另一实施方式的等离子体处理用设备的示例的截面图。
- [0017] [图 7-B] 图 7-B 示出图 7-A 中示出的设备的载置台的示意图。
- [0018] [图 8] 图 8 示出根据本发明的另一实施方式的等离子体处理用设备的示例的截面图。
- [0019] [图 9] 图 9 示出根据本发明的另一实施方式的等离子体处理用设备的示例的截面图。
- [0020] [图 10] 图 10 示出根据本发明的另一实施方式的等离子体处理用设备的示例的截面图。
- [0021] [图 11] 图 11 描述了示出氧气体浓度与氧化速度或氧发光(oxygen luminescence)之间的关系的示例的图表。

具体实施方式

[0022] 以下将参照附图说明本发明的实施方式,其中示出了本发明的优选示例性实施方式。下面的说明并不试图限制本公开的范围、适用性或构造。而是,下面的优选示例性实施方式的说明将为本领域技术人员提供用于实施本公开的优选示例性实施方式的可行说明。应该注意的是,可以在不背离如所附权利要求书所阐明的本发明的精神和范围的情况下以不同形式体现本发明。

[0023] 图 1 示出根据本发明的一个实施方式的等离子体处理用设备的示例的截面图。设备 201 包含处理容器 12、被构造成将第一气体流 F_1 供给到处理容器 12 内的第一气体供给单元 61、包含第一微波产生器 15A 的第一等离子体产生单元、被构造成将第二气体流 F_2 供给到处理容器 12 内的第二气体供给单元 202 和包含第二微波产生器 15B 的第二等离子体产生单元。处理容器 12 设置有用以载置基体 W 的载置台 14。第一气体入口 66A 和第二气体入口 66B 距离载置台 14 的高度是不同的。更具体地,第二气体入口 66B 距离载置台 14

的高度低于第一气体入口 66A 距离载置台 14 的高度。在图 1 中示出的设备 201 中,第一气体入口 66A 位于处理容器 12 的上侧,并且第二气体入口 66B 位于处理容器 12 的侧壁。

[0024] 设备 201 包括用于排空处理容器 12 的内部的排空设备 36。排空设备 36 还起到用于将处理容器 12 内部的压力调节至期望压力的压力调节部件的作用。在载置台 14 中,用于 RF (射频)偏压的高频电源 37 经由匹配单元 38 被电连接至该载置台 14 的电极。作为偏压电力供给部件的该高频电源 37 输出适于控制被吸入到基体 W 的离子的能量的恒定频率,例如,以预定功率输出的并且被供给至载置台 14 的 13.56MHz 的高频。匹配单元 38 容纳有阻抗匹配箱,该阻抗匹配箱用于在高频电源 37 上的阻抗与负载侧的阻抗之间实现匹配,负载侧主要包括电极、等离子体、处理容器 12 等。在该阻抗匹配箱内包括用于产生自偏压(auto bias generation)的隔直流电容器。虽然未图示,但是也能够设置支撑基体 W 的支撑机构和调整温度的温度调节机构。

[0025] 第一气体供给单元 61 设置有第一气体入口 66A,通过该入口朝向基体 W 供给第一气体。第二气体供给单元 202 包括圆形中空构件并且设置有第二气体入口 66B,通过该入口沿径向朝向处理容器 12 的内部供给第二气体。第一气体供给单元 61 和第二气体供给单元 202 分别将诸如等离子体处理用的气体等的气体从处理容器 12 的外部供给至处理容器 12 的内部。

[0026] 第一等离子体产生单元被构造成将第一气体的至少一部分转化成第一等离子体。第一等离子体产生单元包含被构造成产生第一微波的第一微波产生器 15A 和被构造成改变第一微波的偏振特性的构件。该构件包含第一介电板 28A、第一介电窗 16A 和介于第一介电板 28A 与第一介电窗 16A 之间的第一缝隙天线板 30A。

[0027] 如之前所述,第一微波产生器 15A 被构造成产生第一微波。由第一微波产生器 15A 产生的第一微波经由第一波导管 23A 和第一同轴波导管 24A 进行引导以到达第一介电板 28A。已经在第一介电板 28A 中传播的第一微波通过设置在第一缝隙天线板 30A 中的多个缝隙。从缝隙辐射的第一微波在第一介电窗 16A 中传播。已经通过第一介电窗 16A 的第一微波在第一介电窗 16A 的紧下方产生电场并且将第一气体的至少一部分转化成第一等离子体。在第一介电窗 16A 的紧下方产生的第一等离子体在远离第一介电窗 16A 的方向上、即朝向载置台 14 继续扩散。

[0028] 图 2 示出图 1 中示出的设备的缝隙天线板的示意图。图 2 中示出的缝隙天线板 30A 由导体制成,并且呈薄圆盘的形式。在缝隙天线板 30 中设置了在板的厚度方向上贯通的多个缝隙。各缝隙均如下地构成:使得在一个方向上长的第一长缝隙 41 和垂直于第一长缝隙 41 的第二长缝隙 42 彼此相邻并且形成一对。具体地,这些缝隙被布置成使得两个相邻的缝隙变成一对并且呈 T 形。所设置的缝隙对 43 被大致分成布置于内周的内周缝隙组 44 和布置于外周侧的外周缝隙组 45。在内周缝隙组 44 中,在周向上以相等间距分别布置了七个缝隙对 43。在外周缝隙组 45 中,在周向上以相等间距分别布置了二十八个缝隙对 43。在缝隙天线板 30 的径向中央还设置了通孔 46。缝隙天线板 30 绕着中心 47 旋转对称。注意,设置在缝隙天线板 30 中的缝隙的构造是任意的并且可以与图 2 中示出的构造不同。

[0029] 第一介电窗 16A 是具有预定板厚的大致圆形板。第一介电窗 16A 由介电材料构成。作为介电材料,可以以二氧化硅、石英、氮化铝和氧化铝为示例。第一介电窗 16A 以安装在环形构件 217 顶上的方式被气密性地密封至设备 201。第一介电窗 16A 具有以朝向板厚方

向逐渐变细的形式凹进的凹进部 27。随后,取决于各种等离子体条件,能够确保在第一介电窗 16A 的较低区域中的等离子体的高稳定性。

[0030] 类似地,第二等离子体产生单元被构造成将第二气体的至少一部分转化成第二等离子体。第二等离子体产生单元包含被构造成产生第二微波的第二微波产生器 15B 和被构造成改变第二微波的偏振特性的构件。该构件包含第二介电板 28B、第二介电窗 16B 和介于第二介电板 28B 与第二介电窗 16B 之间的第二缝隙天线板 30B。第二介电板 28B 和第二介电窗 16B 可以是围绕处理容器 12 的侧壁的环形。第二缝隙天线板 30B 可以是设置有多个缝隙孔的导体。缝隙孔可以部分地或全部地设置在第二缝隙天线板 30B 中。

[0031] 第二微波产生器 15B 被构造成产生第二微波。由第二微波产生器 15B 产生的第二微波经由第二波导管 23B 和第二同轴波导管 24B 进行引导以到达第二介电板 28B。已经在第二介电板 28B 中传播的第二微波通过设置在第二缝隙天线板 30B 中的多个缝隙。发射自缝隙的第二微波在第二介电窗 16B 中传播。已经通过了第二介电窗 16B 的第二微波在紧靠第二介电窗 16B 的侧方产生电场并且将第二气体的至少一部分转化成第二等离子体。在紧靠第二介电窗 16B 的侧方产生的第二等离子体在远离第二介电窗 16B 的方向上扩散,接着由于重力的作用与第一等离子体一起朝向载置台 14 扩散。

[0032] 如上产生的第一等离子体和第二等离子体协同作用于基体 W。于是,基体经受诸如等离子体蚀刻、等离子体 CVD、等离子体溅射等的等离子体处理。如之前所述,第二气体入口 66B 距离载置台 14 的高度低于第一气体入口 66A 距离载置台 14 的高度。因此产生第二等离子体的区域的高度低于产生第一等离子体的区域的高度。发明人发现,第一等离子体的电子温度随着其接近载置台 14 而变低,尤其是在与载置台 14 的外周对应的区域。设备中等离子体分布的这种不均匀性可能是妨碍基体的面内处理均匀的一个原因。发明人从该见解构思出如下想法:在用于产生第一等离子体的单元的下方引入用于产生第二等离子体的单元,由此使得能够补偿等离子体密度分布。实际上,发现采用这种构造在改善基体的等离子体处理的面内均匀性方面具有显著效果。

[0033] 在设备 201 中,可以通过控制第一等离子体产生单元的功率、第二等离子体产生单元的功率、第一气体的量以及第二气体的量中的至少一个来调节等离子体处理的面内均匀性。例如,设备 201 可以进一步包括用于调节第一等离子体产生单元和第二等离子体产生单元的功率比的控制器。独立地或附加地,设备 201 可以进一步包括用于调节第一气体和第二气体的量比的控制器。这些控制器可以使得等离子体处理的面内均匀性的调节能够更加灵敏。

[0034] 第二等离子体产生单元的面对处理容器 12 内部的接口优选地位于靠近第二气体入口 66B 的位置。在图 1 中示出的设备 201 中,例如,接口位于第二气体入口 66B 的正上方。采用这种构造能够使得第二等离子体产生单元在第二气体进入处理容器 12 之后立即将第二气体的至少一部分转化成第二等离子体。第二气体至第二等离子体的及时转化使得能够更加灵敏地控制等离子体处理的面内均匀性。

[0035] 对于第一气体和第二气体,可以采用能够转化成等离子体的所有种类的气体。作为这种气体,可以以氩(Ar)、氪(Kr)、溴化氢(HBr)、氨(NH₃)、氮(N₂)、三氟甲烷(CHF₃)、碳氟化合物(C_xF_y)及其组合为示例。注意,第一气体和第二气体的种类可以相同或彼此不同。

[0036] 本发明人发现,当第一气体包含溴化氢(HBr)并且未采用第二气体时,等离子体处

理的面内均匀性相对差。因此,当第一气体包含溴化氢(HBr)时,在设备 201 中由第二等离子体补偿第一等离子体尤其有效。

[0037] 本发明人还发现,当与诸如溴化氢等的气体相比时,诸如氨(NH₃)、氮(N₂)和三氟甲烷(CHF₃)等的气体的离解(dissociation)需要较高能量。在设备 201 中,由于第二等离子体产生单元的存在,第二气体入口 66B 附近的电子温度高。因此,即使当采用诸如氨(NH₃)、氮(N₂)和三氟甲烷(CHF₃)等的气体作为第二气体时,也能够容易地实现等离子体处理的面内均匀性。

[0038] 通过采用离解常数(dissociation constant)不同的两种或更多种气体作为第二气体,能够进一步改善等离子体处理的面内均匀性。离解常数不同的两种或更多种气体的混合物的使用可以使得能够更加灵敏地控制处理容器 12 中的第二等离子体的分布。例如,氨(NH₃)具有在 1eV 时超过 $1 \times 10^{-13} \text{cm}^2/\text{s}$ 的高离解常数。另一方面,氮(N₂)和三氟甲烷(CHF₃)具有较低的离解常数,两者均为在 1eV 时小于 $1 \times 10^{-14} \text{cm}^2/\text{s}$ 。通过使用包含具有高离解常数的气体和具有低离解常数的气体的两种或更多种气体的混合物作为第二气体,并且通过控制其量比,能够实现更灵敏地控制第二等离子体的分布。

[0039] 在图 1 示出的设备 201 中,采用同轴波导管以供给微波。然而,也可以采用诸如圆形波导管或矩形波导管等的其他波导管。

[0040] 如图 1 中示出的设备 201 中所示,第一等离子体产生单元和第二等离子体产生单元优选地彼此分开。采用这种构造可以减小微波的干涉和共振(resonance)。

[0041] 在图 1 中示出的设备 201 中,第一微波的频率和第二微波的频率优选地彼此不同。采用这种构造可以减小微波的干涉和共振。两个频率之间的差可以设定为例如基于较高频率的 2% 至 3%。

[0042] 在图 1 中示出的设备 201 中,第二介电板 28B 设置于第二介电窗 16B 的上部。然而,第二介电板 28B 和第二介电窗 16B 的位置关系是任意的。

[0043] 图 3 示出根据本发明的一个实施方式的等离子体处理用设备的变型例的截面图。在图 3 中示出的设备 201 中,第二介电板 28B 和第二介电窗 16B 水平地设置。这种构造也可以改善等离子体处理的面内均匀性。虽然图中未示出,但是第二介电板 28B 也可以设置于第二介电板 16B 的下方。

[0044] 在图 1 和图 3 中示出的设备 201 中,第一等离子体产生单元和第二等离子体产生单元均包含微波产生器。然而,这些单元均不必通过使用微波产生器来产生等离子体。例如,这些单元中的至少一个可以通过使用除了微波产生器以外的另一机构来产生等离子体,所述另一机构诸如是被构造成产生电感耦合等离子体(ICP)的线圈等。

[0045] 图 4 示出根据本发明的一个实施方式的等离子体处理用设备的变型例的截面图。在图 4 中示出的设备 201 中,第二等离子体产生单元包含用于供给第二气体的气体管 301 和位于气体管 301 外侧的线圈 300。线圈 300 被构造成产生磁场以通过电感耦合等离子体(ICP)机构将第二气体的至少一部分转化成第二等离子体。这种构造也能够改善等离子体处理的面内均匀性。

[0046] 设备 201 可以进一步包含能够改善等离子体处理的面内均匀性或其他任何性质的附加部件。图 5 示出根据本发明的一个实施方式的等离子体处理用设备的变型例的截面图。除了在第二等离子体产生单元中进一步包含倾斜部 210 之外,图 5 中示出的设备 201

与图 1 中示出的设备 201 相同。倾斜部 210 通过使由第二微波产生的电场更容易地与第二气体相互作用,使得易于将第二气体的至少一部分转化成第二等离子体。

[0047] 根据本发明的一个实施方式的等离子体处理用方法典型地采用设备 201。该方法包括如下步骤:将第一气体从第一入口供给到处理容器内;将第一气体的至少一部分转化成第一等离子体;将第二气体从第二入口供给到处理容器内;和将第二气体的至少一部分转化成第二等离子体。这里,第二入口距离载置台的高度低于第一入口距离载置台的高度。

[0048] 通过该方法实现的等离子体处理的示例包括:等离子体蚀刻、等离子体 CVD、等离子体 ALD、等离子体溅射和等离子体掺杂。该方法对于等离子体蚀刻特别有用。尤其是,在多层膜的蚀刻处理(例如, SiARC/有机膜/SiN/Si 的三层蚀刻处理)中,通过在各个目标膜的处理过程中适当地调节第一和第二微波的功率和/或第一和第二气体的量,能够进行均匀的面内处理。

[0049] 等离子体处理用方法能够改善面内处理的均匀性。因此,当待处理基体具有大尺寸时,优选地采用该方法。例如,当处理直径为 450mm 或更大的半导体晶片或玻璃基体时该方法特别有用。

[0050] 也可以采用其他实施方式来改善等离子体处理的面内均匀性。下面,将说明等离子体蚀刻的示例。然而,这些实施方式可以应用于包括等离子体 CVD、等离子体 ALD、等离子体溅射和等离子体掺杂在内的其他等离子体处理。

[0051] 图 6-A 示出根据本发明的另一实施方式的等离子体处理用设备的示例的截面图。图 6-B 示出图 6-A 中示出的设备的第二气体供给单元的示意图。在图 6-A 和图 6-B 中,提供了一种等离子体处理用设备,其中,外侧气体供给单元被分成多个区并且能够将气体独立地供给至各个区。还能够提供一种以不同的气体流速将气体供给至各个区的构造。

[0052] 气体被从目标基体的外周朝向室的中央供给或者朝向目标基体供给。外侧气体供给单元可以设置在处理容器(未示出)的侧壁的内部,并且也可以是如图 6-A 和图 6-B 所示的从壁突出的环状气体供给单元。

[0053] 对于各个气体供给区,蚀刻中使用的气体混合物(诸如惰性气体、 CF_x 气体等)被分布在分流器(splitter)中并被供给。也能够通过使用分流器将蚀刻中使用的气体混合物分布至中央气体供给单元和外侧气体供给单元,并且可以通过使用分流器将分布至外侧气体供给单元的气体混合物分布至各个气体供给区。对于气体供给的各个区,可以供给不同混合比的气体。外侧气体供给单元由例如石英或陶瓷(例如, SiC)制成。多个区可以包含 3 至 10 个部分,并且包含 4 至 6 个部分的多个区是优选的。

[0054] 优选地起到用于将气体供给至各个区的管的作用和到处理容器的连接部的作用两者的各个支撑部可以以如下方式被支撑:使得即使外侧气体供给单元热膨胀,也能够避免施加于外侧气体供给单元的应力。具体地,各个支撑部可以以自由移动的方式被支撑。

[0055] 通过在周向上以不同的流速供给气体或者供给不同类型的气体混合物,能够改善以及调节周向上的等离子体处理的均匀性。还能够校正由于气体流速导致的在径向上的等离子体的偏压。还能够校正由于装置间的器材差异或组装误差导致的、或者由于偏压电极的结构导致的偏压所引起的在周向上的等离子体处理的均匀性。

[0056] 图 7-A 示出根据本发明的另一实施方式的等离子体处理用设备的示例的截面图。图 7-B 示出图 7-A 中示出的设备的载置台的示意图。

[0057] 图 7-A 和图 7-B 示出了等离子体处理用设备,其中 ESC (静电吸盘)被连接于载置台。用于 ESC 内部的静电吸引的电极(第一电极)与电源和用于 ESC 的第一 RF 电源叠加。环状电极(第二电极)被安装于 ESC 的内周,并且 RF 电源被连接至该第二电极。利用第一电极和第二电极施加至目标基体的偏压被沿径向调节。注意,在图 7-A 和图 7-B 中,省略了隔直流电容器和匹配单元的说明。

[0058] 也可以设置多个环状电极。各电极均被连接至相应的 RF 电源。在图 7-B 中,在第一电极的底部设置了第二电极和第三电极。以该方式,通过在第一电极的底部设置第二电极和第三电极,消除了无电极区域(间隙)。由于无电极区域是未被施加偏压的区域,所以存在着影响基体处理的面内均匀性的风险。

[0059] 考虑到对匹配单元的干涉,也可以以相应地施加不同频率的方式构造被施加至第一电极的 RF 的频率以及被施加至第二和第三电极的 RF 的频率。例如,当 13.56MHz 的 RF 被施加至第一电极时,13.28MHz 的 RF 将被施加至第二电极,并且 13.83MHz 的 RF 将被施加至第三电极。频率可以以 2% 至 10% 的幅度变化。

[0060] 此外,也可以如下地构造等离子体处理用设备:其中,ESC 被连接于载置台,ESC 的电极沿径向被分成数个,这些电极中的每一个均以能够被单独地控制功率的方式与用于 ESC 的电源和 RF 应用的电源叠加,并且能够在径向上调节将要被施加至目标基体的偏压。

[0061] 通过在径向上调节被施加至目标基体的偏压功率,能够调节从目标基体的中央在周向上改变的蚀刻速率或形状差异。这能够优选地用于多晶硅、氮化硅和氧化硅的蚀刻。此外,由于在抗蚀剂掩模的蚀刻中偏压改变的效果大,所以能够优选地使用抗蚀剂掩模。

[0062] 图 8 示出根据本发明的另一实施方式的等离子体处理用设备的示例的截面图。图 9 示出根据本发明的另一实施方式的等离子体处理用设备的示例的截面图。图 8 和图 9 表示具有如下特征的等离子体处理用设备:在等离子体处理容器中设置有环状构件,将 RF 或 DC 施加至环状构件,蚀刻(溅射)环状构件,由此控制等离子体空间内的自由基浓度。

[0063] 可以将环状构件设置在处理容器的侧壁中(图 8)。也可以将环状构件设置于目标基体的圆周(图 9)。

[0064] 环状构件材料可以是基于硅(Si)或碳(C)的。环状构件材料可以基于包含第 4 族物质的材料。环状构件材料可以由第 3 族和第 5 族物质组成。处理用气体可以包含卤素。处理用气体可以是包含至少碳(C)和氟(F)、氯(Cl)、溴(Br)、碘(I)或氢(H)的气体。

[0065] 通过蚀刻环状构件,能够调节等离子体中的自由基物种和离子物种的浓度,并且能够提高目标基体上的蚀刻中的诸如选择性和蚀刻速率等。具体地,当环状构件是 Si 并且蚀刻气体包含 CF_x 和 Ar 时,蚀刻气体被电离(转化成等离子体)并且产生 F 自由基。在该过程中,RF 偏压被施加至 Si 制成的环状构件,并且通过 Ar 蚀刻 Si。结果,在处理容器中产生自由基状态 Si,并且通过 Si 和 F 之间的键合而形成 SiF_4 。Si 和 F 容易彼此键合。将所形成的 SiF_4 排空,结果,能够减小处理容器中 F 自由基的数量。通过改变偏压的幅度,能够调节 Si 的蚀刻的量,并且也能够调节例如被去除的 F 的量。

[0066] 虽然进行期望的蚀刻需要具有适当键合的离子和自由基,但是通过采用该构造,能够控制自由基物种的浓度,并且当用合适量的 F 离子和 F 自由基蚀刻 SiO_2 时,具有诸如增加用 Si 等蚀刻选择性等的效果。

[0067] 如果环状构件由 C 制成并且蚀刻气体包含 CF_x 和 Ar,则蚀刻气体被电离(转化成

等离子体),并且产生 F 自由基。在该过程中,RF 偏压被施加至 C 制成的环状构件,并且通过 Ar 蚀刻 C。结果,产生自由基状态 C,并且与 F 结合以形成 CF_x 。由于 CF_x 的沉积本质,所以通过沉积在目标基体上,能够控制目标基体的蚀刻的量。此外,也可以减小 F 自由基的数量。环状构件中使用的 C 典型地是玻璃碳(glass-like carbon)。

[0068] 图 10 示出根据本发明的另一实施方式的等离子体处理用设备的示例的截面图。图 11 描述了示出氧气体浓度与氧化速度或氧发光之间的关系的示例的图表。

[0069] 虽然适量的自由基和离子对于进行期望的蚀刻而言是必要的,但是有时不能够单独通过等离子体控制离解中的自由基物种的浓度。图 11 中的纵轴代表氧(O)等离子体的发射强度和氧化速度(等于蚀刻情况中的蚀刻速度),而横轴代表氧(O_2)气体的浓度。其中氧(O)等离子体的发射强度高并且氧化速度较快的区域(虚线区域)是基于惰性气体(例如,Ar)的浓度的氧(O_2)气体浓度为 2% 至 3% 的区域。该区域是用于提高产量以加速处理速度的期望区域。然而,在该区域中,因为自由基浓度由于气体的流动速率的波动而倾向于改变,所以由于处理的再现性问题或装置间的器材差异而导致难以控制。

[0070] 图 10 示出具有如下特征的等离子体处理用设备:具有用于间歇地(ON/OFF)供给等离子体处理中使用的一种或更多种气体的、或者用于重复地改变流速的控制器。

[0071] 为了使靠近在增加气体流动时以凸或凹的形状变化的峰值区域的流速区域重复的目的,进行气体的 ON/OFF 或流速控制。利用该方式,这些特性被平均由此实现了再现性和装置间器材差异的缓解。对于气体,典型地以每秒大约 0.5 至 1 的间隔调节 ON/OFF,或者可以以每秒大约 0.5 至 1 的间隔调节流速。

[0072] 特别地,可以理想地在利用包含 O_2 或卤素的气体的蚀刻处理、灰化处理(ashing treatment)、氧化处理、CVD 处理和 ALD 处理中使用本发明。

[0073] 虽然已经结合具体设备和方法说明了本公开的原理,但是应该清楚地理解的是,该说明仅是示例性地而不作为对发明的范围的限制。

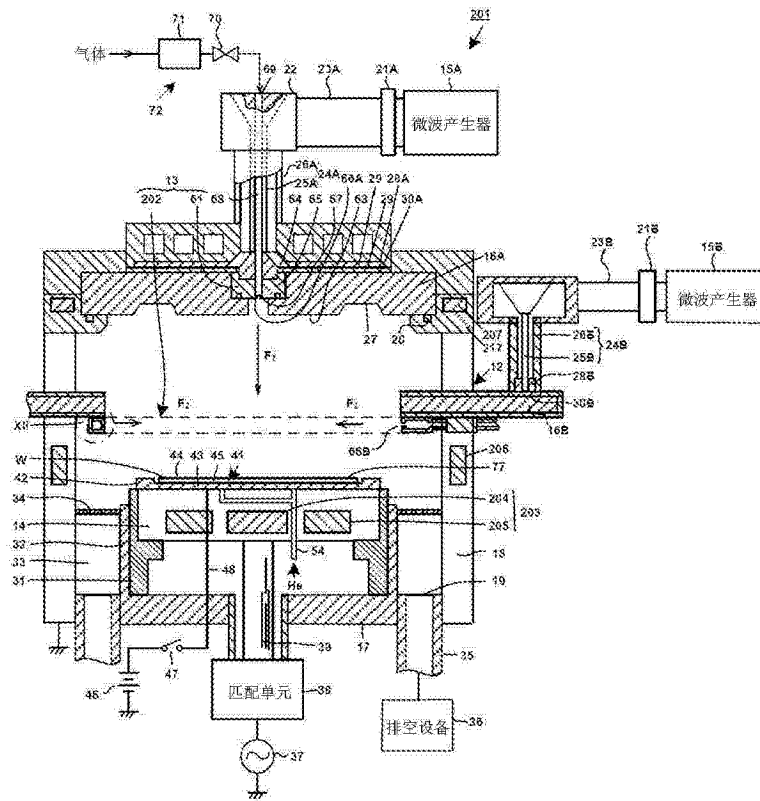


图 1

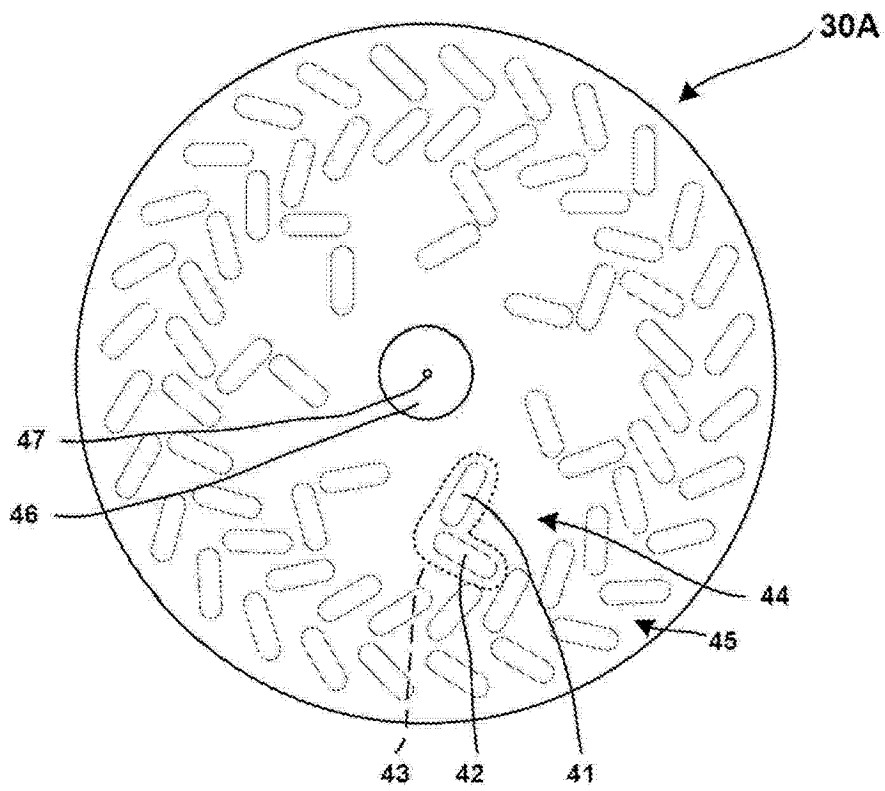


图 2

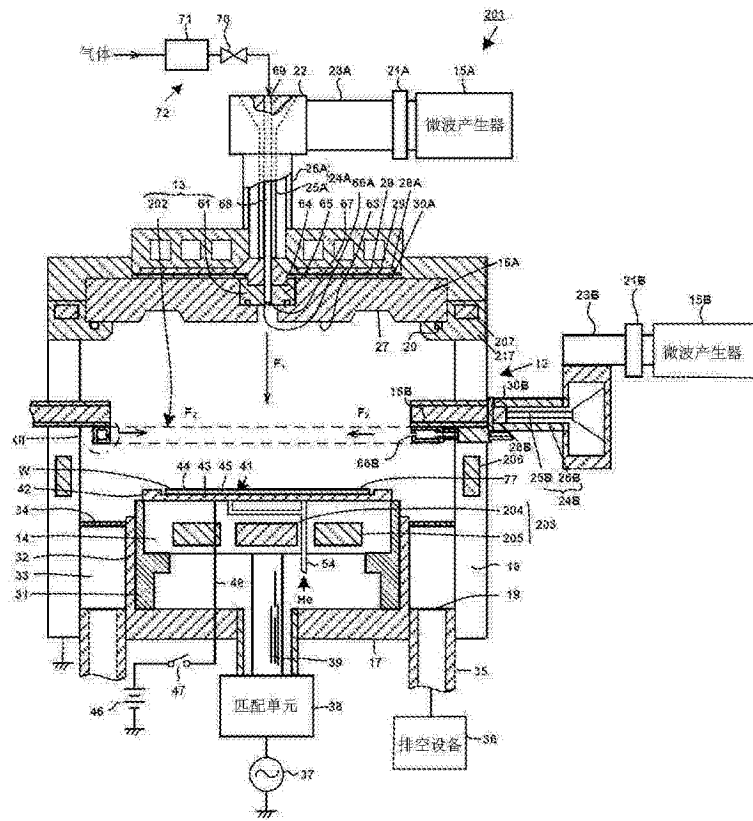


图 3

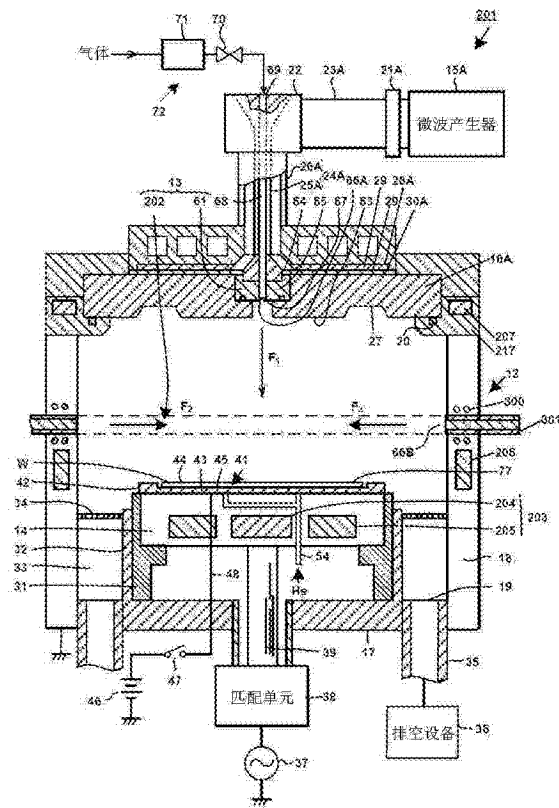


图 4

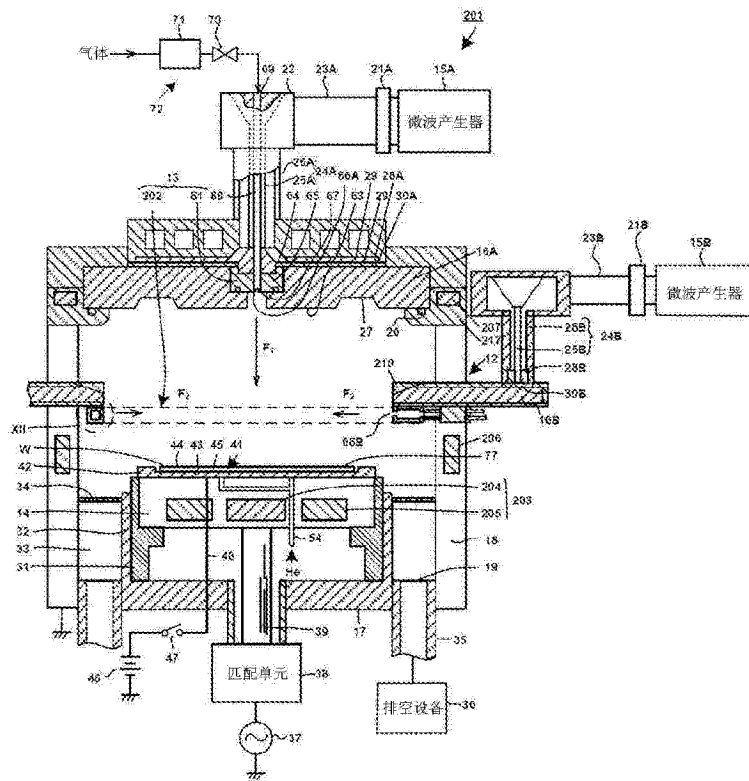


图 5

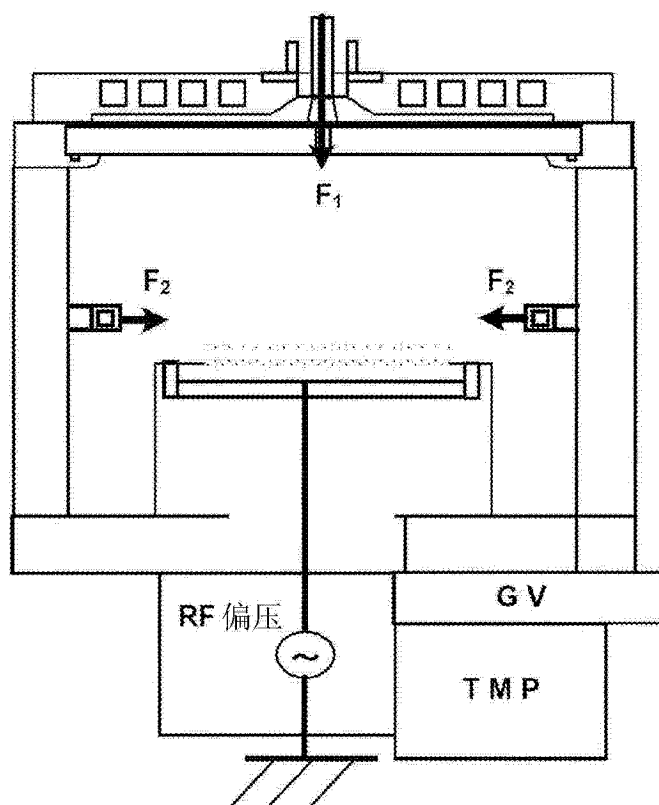


图 6-A

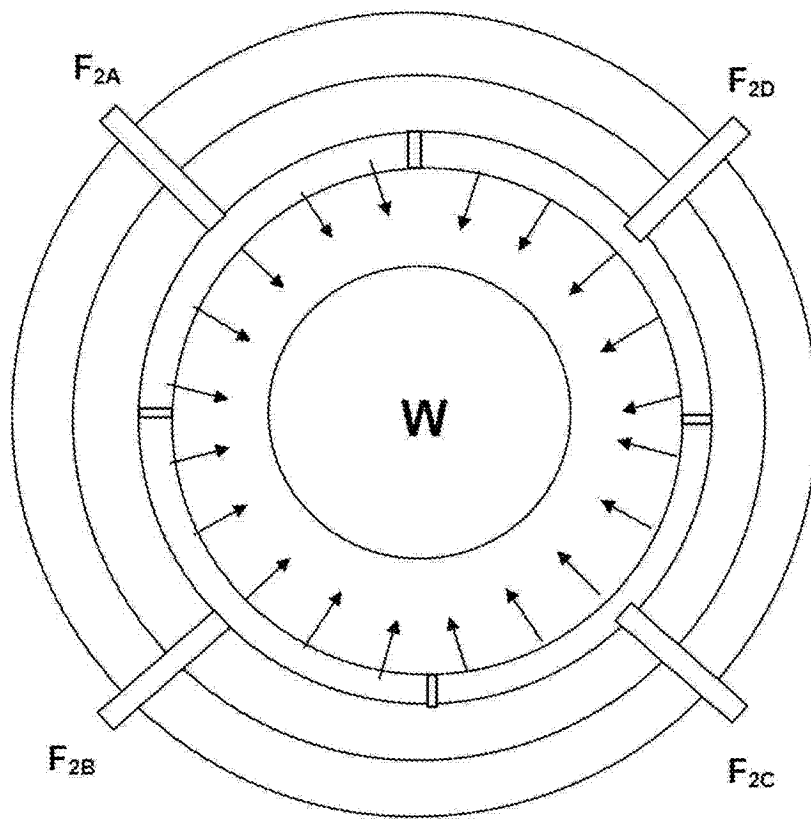


图 6-B

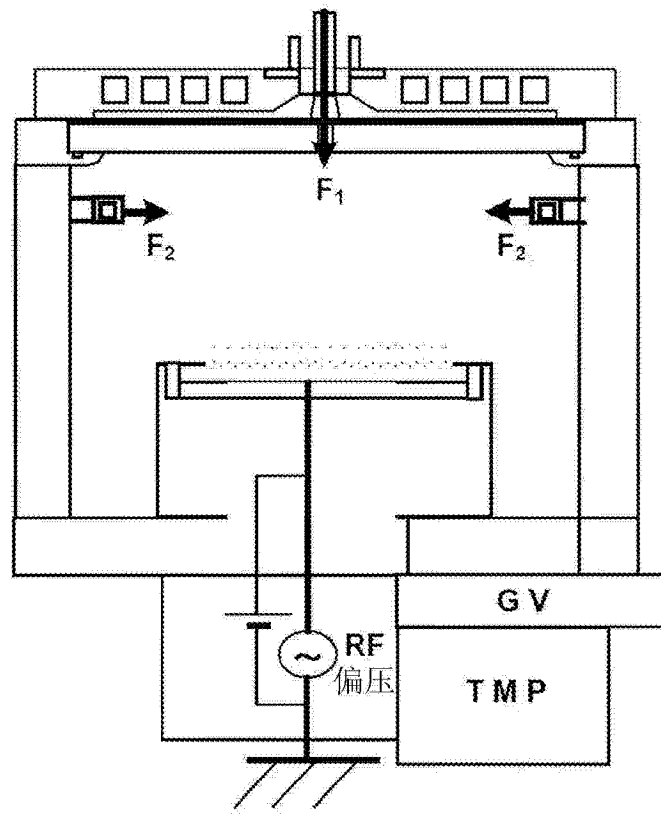


图 7-A

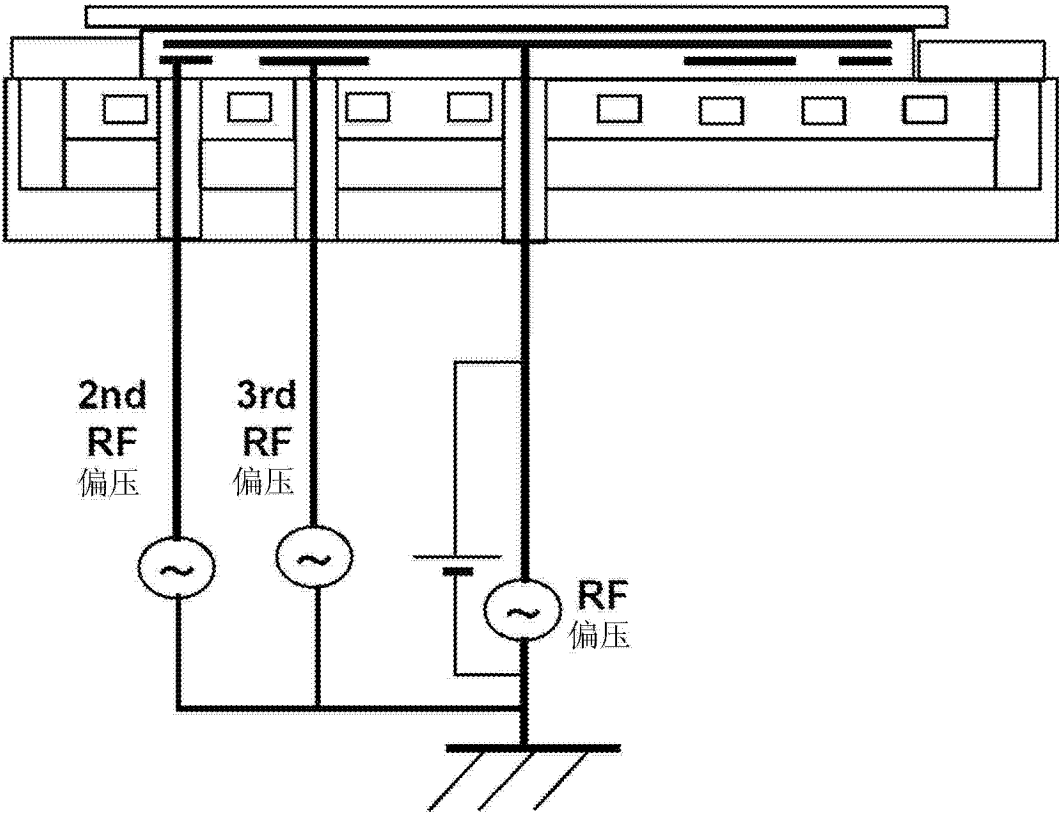


图 7-B

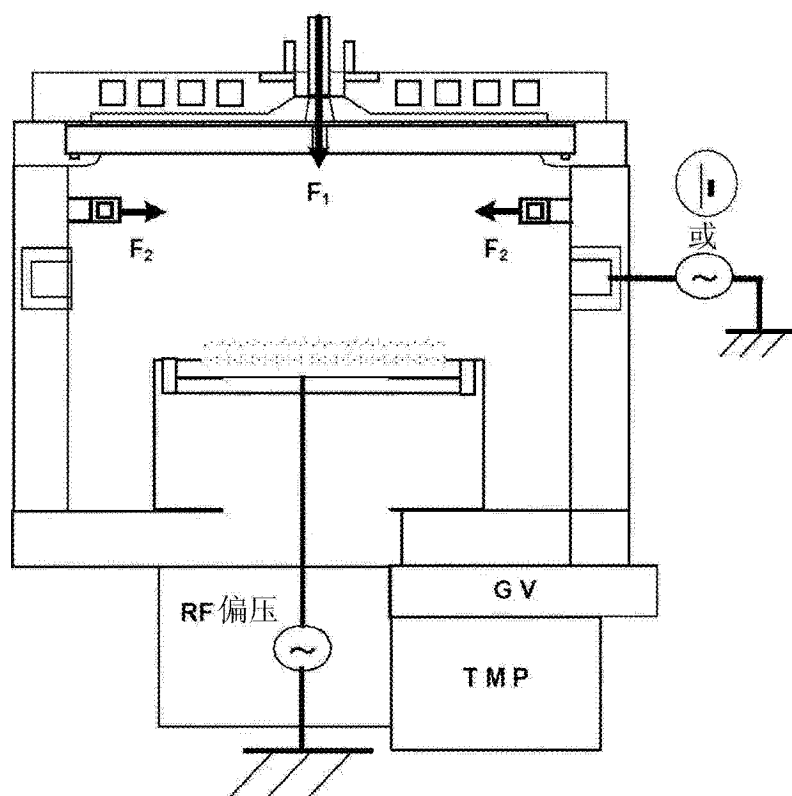


图 8

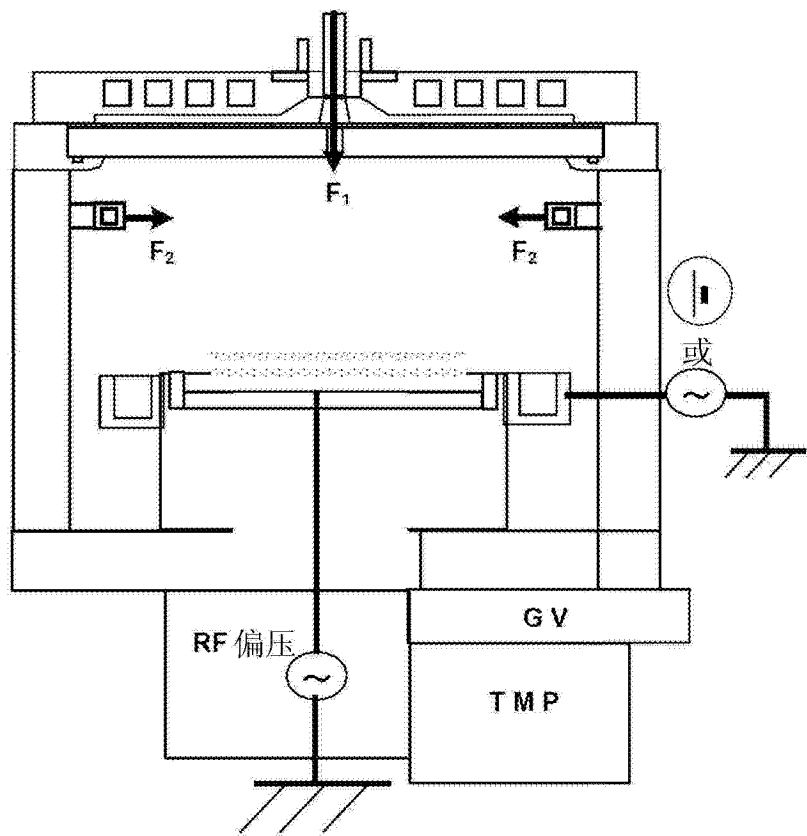


图 9

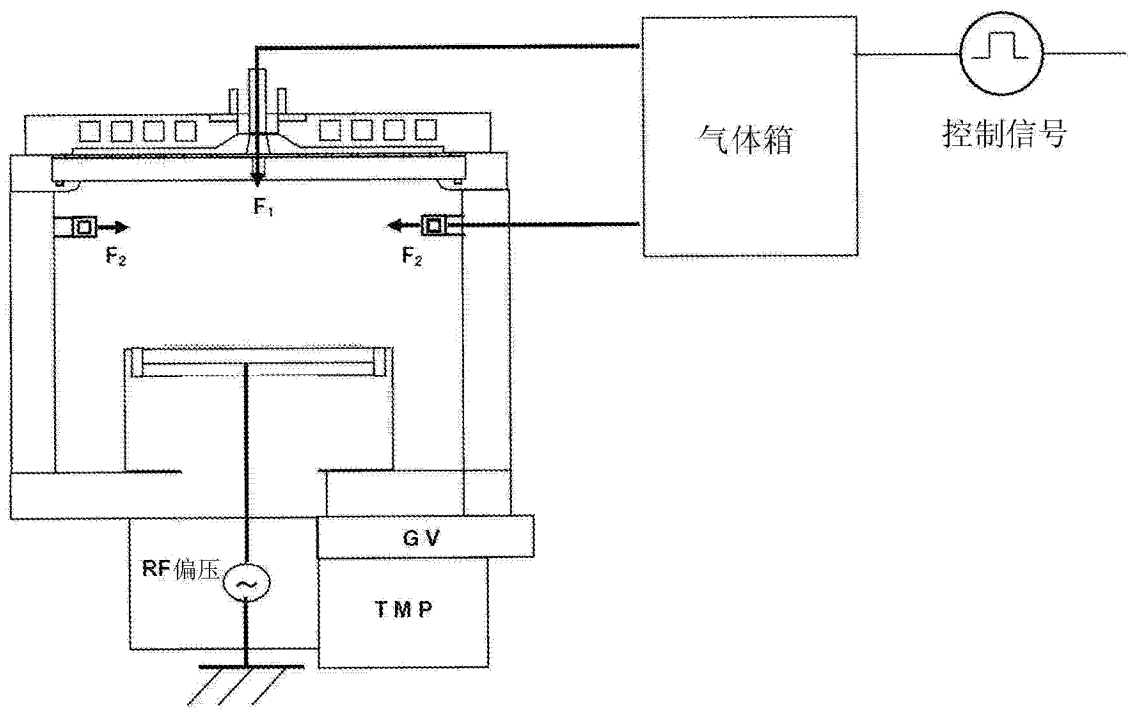


图 10

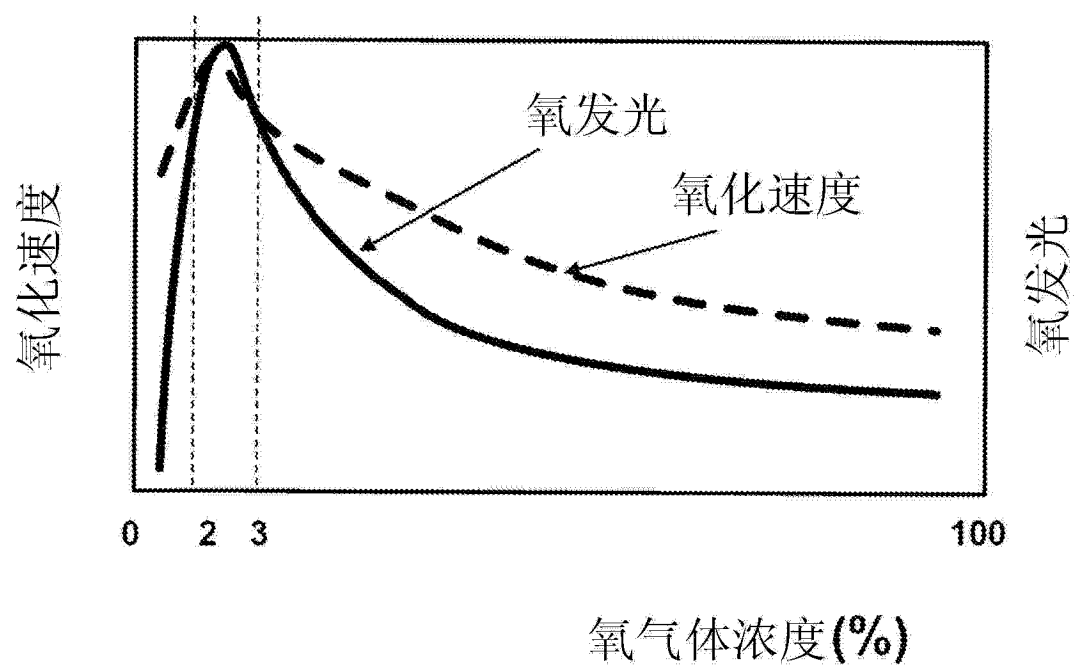


图 11