



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108668423 A

(43)申请公布日 2018.10.16

(21)申请号 201710207264.8

(22)申请日 2017.03.31

(71)申请人 北京北方华创微电子装备有限公司  
地址 100176 北京市北京经济技术开发区  
文昌大道8号

(72)发明人 张彦召 刘建生 张超 师帅涛  
张璐 陈鹏

(74)专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理  
有限公司 11112  
代理人 彭瑞欣 张天舒

(51)Int.Cl.

H05H 1/46(2006.01)

H01L 21/67(2006.01)

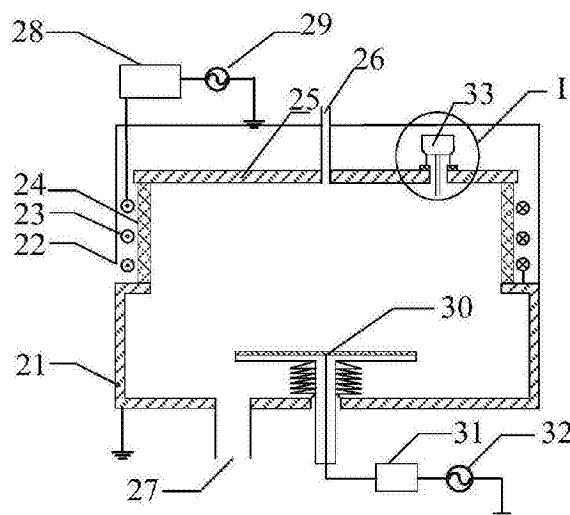
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

等离子体加工设备及预清洗工艺

(57)摘要

本发明提供一种等离子体加工设备及预清洗工艺，其包括反应腔室、上射频源、下射频源、进气装置和点火装置，其中，在反应腔室内设置有用于承载基片的基座；进气装置用于向反应腔室内输送工艺气体；点火装置用于向反应腔室的内部引入使工艺气体放电所需的种子电子。本发明提供的等离子体加工设备，其可以提高工艺均匀性和工艺稳定性，减少基片损伤，提高工艺效率。



1. 一种等离子体加工设备，包括反应腔室、上射频源、下射频源和进气装置，其中，在所述反应腔室内设置有用于承载基片的基座；进气装置用于向所述反应腔室内输送工艺气体，其特征在于，还包括点火装置，所述点火装置用于向所述反应腔室的内部引入使工艺气体放电所需的种子电子。

2. 根据权利要求1所述的等离子体加工设备，其特征在于，所述点火装置包括一对点火电极和点火控制器，其中，

所述点火控制器设置在所述反应腔室的顶部腔室壁的上方，用以控制所述点火电极进行脉冲放电；

在所述反应腔室的顶部设置有法兰口，所述点火电极的输入端与所述点火控制器电连接，所述点火电极的输出端竖直向下穿过所述法兰口，并延伸至所述反应腔室的内部。

3. 根据权利要求2所述的等离子体加工设备，其特征在于，所述点火装置还包括电极驱动机构，所述电极驱动机构用于驱动所述点火电极运动，以使所述点火电极的输出端移入或者移出所述反应腔室的内部。

4. 根据权利要求1-3任意一项所述的等离子体加工设备，其特征在于，所述反应腔室包括腔体、设置在所述腔体顶部的绝缘筒以及设置在所述绝缘筒顶部的腔室盖板；

所述点火装置固定在所述腔室盖板上；

所述上射频源包括射频线圈、上匹配器和上射频电源，其中，所述射频线圈环绕在所述绝缘筒的周围，并通过所述上匹配器与所述上射频电源电连接；所述上射频电源用于向所述射频线圈加载射频功率。

5. 根据权利要求1-3任意一项所述的等离子体加工设备，其特征在于，所述下射频源包括下匹配器和下射频电源，所述下射频电源通过所述下匹配器与所述基座电连接，用以向所述基座加载射频功率。

6. 根据权利要求1所述的等离子体加工设备，其特征在于，所述等离子体加工设备用于对所述基片进行预清洗工艺。

7. 一种预清洗工艺，其特征在于，采用权利要求1-6任意一项所述的等离子体加工设备对所述基片表面进行清洗；所述预清洗工艺包括以下步骤：

S1，开启所述进气装置，向所述反应腔室内输送工艺气体，且使所述反应腔室的气压保持在预设压强；

S2，按照预设顺序开启所述点火装置、所述上射频源和所述下射频源；

S3，关闭所述点火装置；

S4，对所述基片表面进行清洗；

S5，关闭所述上射频源和所述下射频源；

S6，关闭所述进气装置。

8. 根据权利要求7所述的预清洗工艺，其特征在于，在所述步骤S2中，所述预设顺序为：

同时开启所述点火装置、所述上射频源和所述下射频源；或者，

先开启所述点火装置，后同时开启所述上射频源和所述下射频源；或者，

先后依次开启所述点火装置、所述上射频源和所述下射频源。

9. 根据权利要求7所述的预清洗工艺，其特征在于，所述预设压强小于10mT。

10. 根据权利要求9所述的预清洗工艺，其特征在于，所述预设压强为1mT。

## 等离子体加工设备及预清洗工艺

### 技术领域

[0001] 本发明涉及半导体制造技术领域,具体地,涉及一种等离子体加工设备及预清洗工艺。

### 背景技术

[0002] 在半导体制造工艺中,电感耦合等离子体发生装置(Inductive Coupled Plasma Emission Spectrometer,以下简称ICP)可以在较低的工作气压下获得高密度的等离子体,而且由于其具有结构简单,造价低,同时可以对产生等离子体的射频源与基片承载台的射频源独立控制的优势,因此,ICP装置广泛应用于等离子体刻蚀、物理气相沉积、等离子体化学气相沉积、微电子机械系统和发光二极管等的工艺中。

[0003] 图1为现有的ICP装置的结构图。如图1所示,ICP装置包括腔体1、设置在腔体1顶部的绝缘筒4和设置在该绝缘筒4顶部的进气盖板5。其中,在绝缘筒4的外侧环绕设置有射频线圈3,其通过上匹配器8与上射频电源9连接。在腔体1内设置有基座10,用以承载基片,该基座10通过下匹配器11与下射频电源12连接。并且,在进气盖板5上设置有进气口6,在腔体1的底部设置有排气口7。此外,在射频线圈3和进气盖板5的周围罩设有屏蔽罩2,该屏蔽罩2接地,以实现屏蔽射频的作用。

[0004] 采用上述ICP装置进行预清洗工艺的过程如图2所示,首先,通过进气口6向腔室内通入大流量的工艺气体(例如氩气),并通过调节排气口7的排气量,以将腔室内的气压保持在10mT以上;然后,开启上射频电源9,其通过上匹配器8将射频能量馈入射频线圈3,射频能量以电磁波的形式穿透绝缘筒4,进入腔室内,并激发氩气,从而产生等离子体。随后,开启下射频电源12,其通过下匹配器11将射频能量馈入腔室内的基座10,以吸引等离子体中的离子向下运动,轰击基片表面。此时启辉步骤完成。之后,减小工艺气体的流量,并调节排气口7的排气量,以将腔室内的气压降低至1mT以下(一般在0.5~0.8mT),并开始进行工艺直至完成,工艺完毕时,关闭进气口6,通过排气口7排空腔室内残气。

[0005] 采用上述ICP装置进行预清洗工艺在实际应用中不可避免地存在以下问题:

[0006] 其一,由于在启辉步骤中需要将腔室内的气压维持在10mT以上,以引入使工艺气体放电所需的种子电子,保证正常启辉,这导致各种粒子的自由程较短,离子的方向性较差,从而造成工艺均匀性降低。

[0007] 其二,由于高气压条件下的启辉区域距离待处理基片较近,较高的启辉电压会造成基片损伤。

[0008] 其三,在进行工艺时,腔室内的气压是一个逐渐减小的变化过程,以保证工艺的均匀性,但是气压发生变化不利于整个工艺的稳定性,甚至会出现断辉的情况。

[0009] 其四,由于需要单独进行高压的启辉步骤,耗费的工艺时间较长,降低了生产效率。

### 发明内容

[0010] 本发明旨在至少解决现有技术中存在的技术问题之一，提出了一种等离子体加工设备及预清洗工艺，其可以提高工艺均匀性和工艺稳定性，减少基片损伤，提高工艺效率。

[0011] 为实现本发明的目的而提供一种等离子体加工设备

[0012] (待权利要求确定后填入)

[0013] 本发明具有以下有益效果：

[0014] 本发明提供的等离子体加工设备，其通过利用点火装置向反应腔室的内部引入使工艺气体放电所需的种子电子，即可实现正常启辉，而无需使用较高的腔室压强，从而可以避免因腔室压强较高而造成各种粒子的自由程较短，离子的方向性较差，进而可以提高工艺均匀性。同时，由于无需再使用高压启辉，这不仅可以缩短工艺时间，提高工艺效率，而且在进行工艺的过程中，可以使腔室压强更稳定，从而可以提高工艺稳定性。另外，使用上述点火装置在反应腔室内产生等离子体的区域距离基座较远，这可以减少基片损伤，从而提高产品良率。

[0015] 本发明提供的预清洗工艺，其通过采用本发明提供的上述等离子体加工设备对基片表面进行清洗，不仅可以避免因腔室压强较高而造成各种粒子的自由程较短，离子的方向性较差，从而可以提高工艺均匀性，而且还可以缩短工艺时间，提高工艺效率，此外在进行工艺的过程中，可以使腔室压强更稳定，从而可以提高工艺稳定性。

## 附图说明

[0016] 图1为现有的ICP装置的结构图；

[0017] 图2为采用现有的ICP装置进行预清洗工艺的过程框图；

[0018] 图3为本发明实施例提供的等离子体加工设备的结构图；

[0019] 图4A为图3中I区域的放大图；

[0020] 图4B为本发明实施例采用的点火装置的电路图；

[0021] 图5为本发明实施例提供的预清洗工艺的流程框图。

## 具体实施方式

[0022] 为使本领域的技术人员更好地理解本发明的技术方案，下面结合附图来对本发明提供的等离子体加工设备及预清洗工艺进行详细描述。

[0023] 请一并参阅图3～图4B，等离子体加工设备包括反应腔室、射频线圈23、上射频源、下射频源、进气装置和点火装置33，其中，反应腔室由腔体21、设置在该腔体21顶部的绝缘筒24和设置在绝缘筒24顶部的进气盖板25限定而成。进气装置包括设置在进气盖板25上的进气口26，用以向反应腔室内输送工艺气体。在腔体21的底部设置有排气口27，用以排出废气。射频线圈23环绕设置在绝缘筒26的外侧，其与上射频源电连接。该上射频源包括上匹配器28与上射频源29，用于向射频线圈23加载射频能量，射频能量通过绝缘筒24馈入反应腔室内部，以激发反应腔室内的工艺气体形成等离子体。此外，在反应腔室内还设置有用于承载基片的基座30，该基座30与下射频源电连接。该下射频源包括下匹配器31与下射频源32，用于向基座30加载负偏压，该负偏压形成的电场能够控制等离子体朝向基片运动。另外，在射频线圈23和进气盖板25的周围罩设有屏蔽罩22，该屏蔽罩22接地，以实现屏蔽射频的作用。

[0024] 点火装置33通过法兰252固定在腔室盖板25上,用于向反应腔室的内部引入使工艺气体放电所需的种子电子。所谓种子电子,是指为了维持工艺阶段中等离子体的正常放电,在启辉阶段能够激发工艺气体形成等离子体的最初电子。该最初电子在外加的射频电场的激励下,发生电离,产生自持放电的等离子体,即,实现正常启辉,该启辉过程很短暂,很快得到能够稳定放电的等离子体。

[0025] 由上可知,使用上述点火装置33启辉,无需使用较高的腔室压强,从而可以避免因腔室压强较高而造成各种粒子的自由程较短,离子的方向性较差,进而可以提高工艺均匀性。同时,由于无需再使用高压启辉,这不仅可以缩短工艺时间,提高工艺效率,而且在进行工艺的过程中,可以使腔室压强更稳定,从而可以提高工艺稳定性。

[0026] 另外,使用上述点火装置33在反应腔室内产生等离子体的区域位于靠近进气盖板25的附近,该区域距离基座30较远,从而可以减少基片损伤,进而提高了产品良率。

[0027] 下面对本发明实施例提供的点火装置33的结构进行详细描述。具体地,如图4A和图4B所示,点火装置33包括一对点火电极331和点火控制器332,其中,点火控制器332设置在进气盖板25的上方,用以控制点火电极331进行脉冲放电。并且,在进气盖板25上设置有法兰口251,点火电极331的输入端(上端)与点火控制器332电连接;点火电极的输出端(下端)竖直向下穿过法兰口251,并延伸至反应腔室的内部。在启辉过程中,点火控制器332在两个点火电极331的输出端上加载脉冲电压,由于两个点火电极331的输出端位于反应腔室的内部,从而使电流通过反应腔室内部的工艺气体,进而激发工艺气体形成等离子体。点火控制器332可以为常用的启辉器,该启辉器一般由脉冲放电控制电路构成,该脉冲放电控制电路例如为如图4B所示的电路。

[0028] 优选的,上述点火装置33还包括电极驱动机构(图中未示出),该电极驱动机构用于驱动上述点火电极331运动,以使点火电极331的输出端移入或者移出反应腔室的内部。在启辉阶段,可以使用电极驱动机构驱动点火电极331的输出端移入反应腔室的内部,进行等离子体启辉。在完成启辉之后,使用电极驱动机构驱动点火电极331的输出端移出反应腔室的内部,以避免点火电极331位于反应腔室内部的部分对等离子体产生扰动。当然,在实际应用中,即使点火电极331对等离子体产生扰动,也并不会影响工艺的正常进行。上述电极驱动机构可以采用电机及相应的传动机构实现对点火电极331的驱动。

[0029] 需要说明的是,反应腔室并不局限于本实施例采用的上述结构,在实际应用中,反应腔室还可以采用其他任意结构,并且可以采用与本实施例相类似或者其他方式将上述点火装置固定在任意结构的反应腔室的顶部腔室壁上。

[0030] 进一步需要说明的是,本发明实施例提供的等离子体加工设备可以用于对基片进行预清洗工艺,以去除基片表面的杂质。或者,也可以用于其他工艺。

[0031] 还需要说明的是,在本实施例中,进气装置包括设置在进气盖板25顶部的进气口26,但是本发明并不局限于此,在实际应用中,进气装置还可以采用其他任意结构,并设置在反应腔室的任意位置,只要能够向反应腔室内输送工艺气体即可。

[0032] 作为另一个技术方案,图5为本发明实施例提供的预清洗工艺的流程框图。请参阅图5,本发明实施例还提供一种预清洗工艺,其采用了本发明实施例提供的上述等离子体加工设备对基片表面进行清洗,以去除基片表面的杂质。该预清洗工艺包括以下步骤:

[0033] S1,开启进气装置(即,进气口26),向反应腔室内输送工艺气体,且使反应腔室的

气压保持在预设压强。

[0034] S2,按照预设顺序开启点火装置33、上射频源和下射频源；

[0035] S3,关闭点火装置33；

[0036] S4,对基片表面进行清洗；

[0037] S5,关闭上射频源和下射频源；

[0038] S6,关闭进气装置。

[0039] 优选的,为了避免影响工艺均匀性,上述预设压强小于10mT。进一步优选的,该预设压强为1mT。

[0040] 在上述步骤S2中,预设顺序可以为:

[0041] 同时开启点火装置33、上射频源和下射频源;或者,先开启点火装置,后同时开启上射频源和下射频源;或者,先后依次开启点火装置、上射频源和下射频源。其中,通过先后依次开启点火装置、上射频源和下射频源,可以使用上述点火装置33在反应腔室内产生等离子体的区域距离基座较远,从而可以减少基片损伤,进而可以提高产品良率。

[0042] 本发明实施例提供的预清洗工艺,其通过采用本发明实施例提供的上述等离子体加工设备对基片表面进行清洗,不仅可以避免因腔室压强较高而造成各种粒子的自由程较短,离子的方向性较差,从而可以提高工艺均匀性,而且还可以缩短工艺时间,提高工艺效率,此外在进行工艺的过程中,可以使腔室压强更稳定,从而可以提高工艺稳定性。

[0043] 可以理解的是,以上实施方式仅仅是为了说明本发明的原理而采用的示例性实施方式,然而本发明并不局限于此。对于本领域内的普通技术人员而言,在不脱离本发明的精神和实质的情况下,可以做出各种变型和改进,这些变型和改进也视为本发明的保护范围。

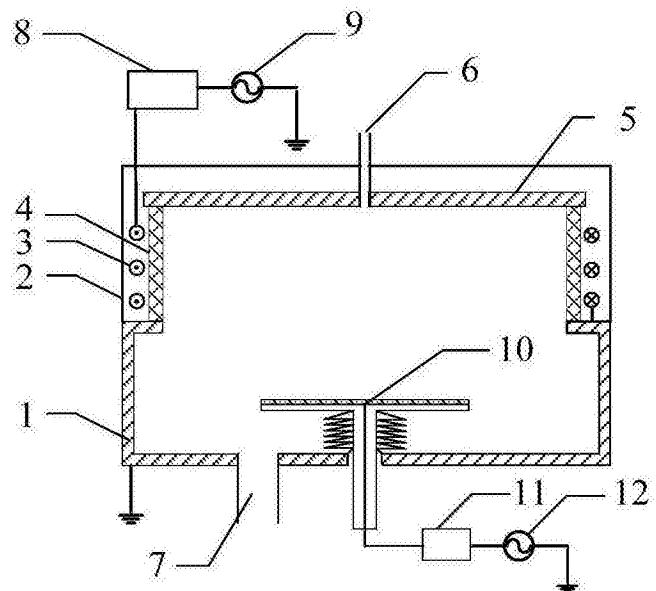


图1

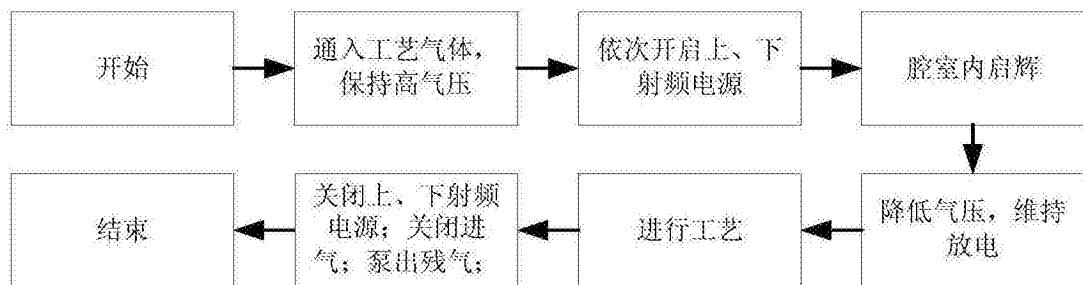


图2

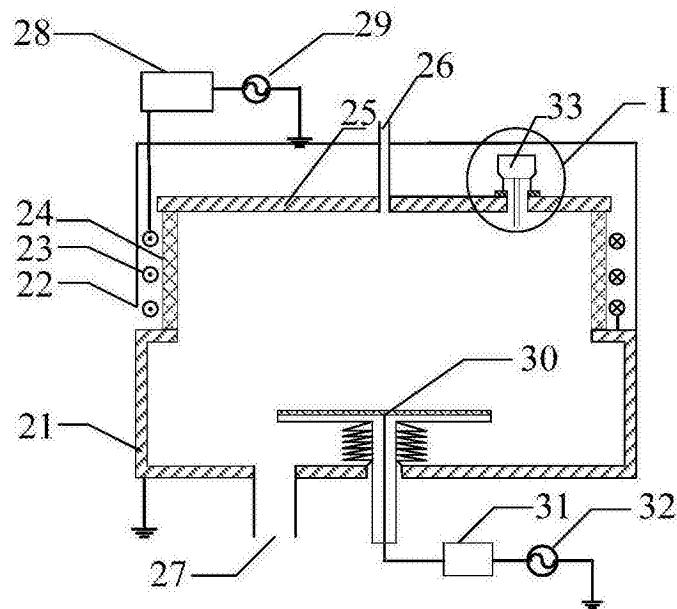


图3

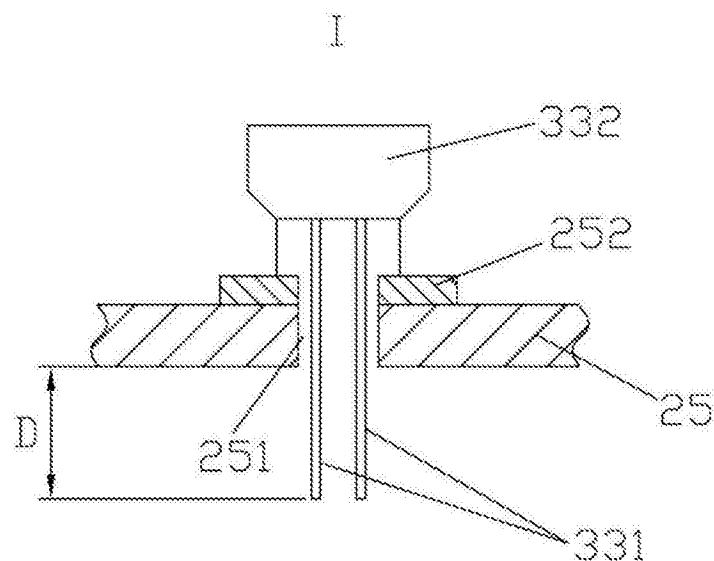


图4A

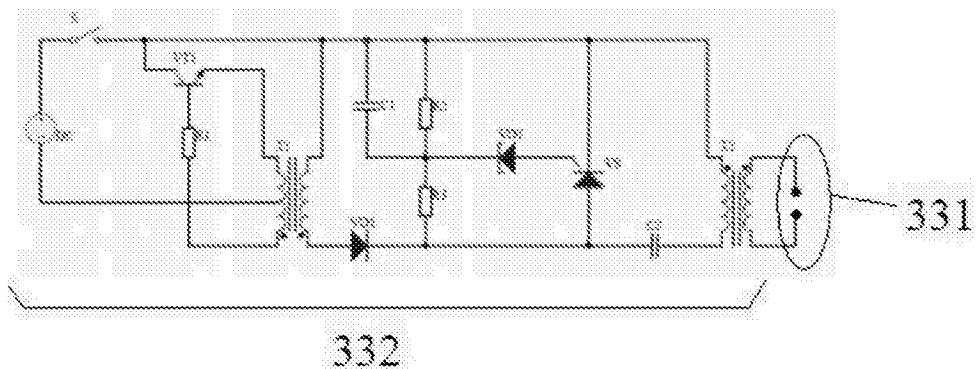


图4B

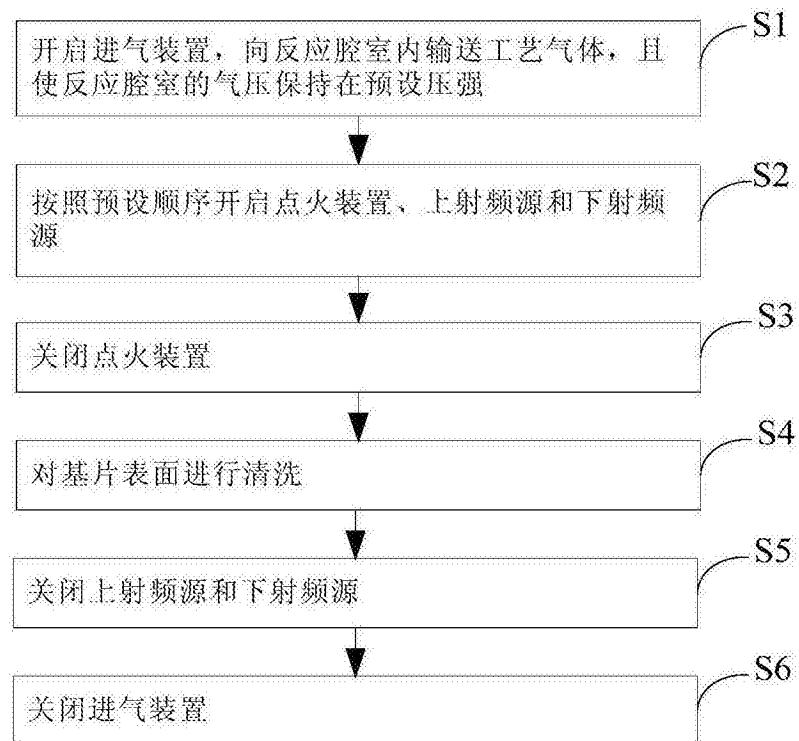


图5