



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107369601 A

(43)申请公布日 2017. 11. 21

(21)申请号 201610307203.4

(22)申请日 2016.05.11

(71)申请人 北京北方华创微电子装备有限公司

地址 100176 北京市经济技术开发区文昌大道8号

(72)发明人 刘春明 韦刚 肖德志

(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.

H01J 37/32(2006.01)

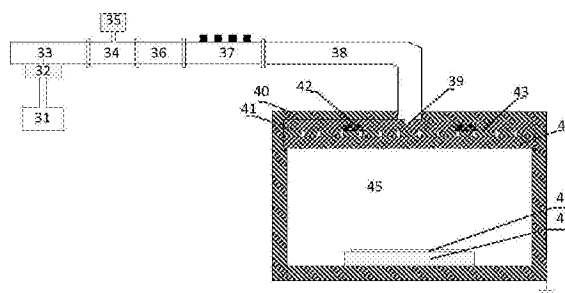
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

表面波等离子体加工设备

(57)摘要

本发明提供的表面波等离子体加工设备,其包括微波传输机构、天线机构和反应腔室,其中,天线机构包括天线腔体、介质板、缝隙板和滞波板组。该天线腔体设置在反应腔室顶部。滞波板组、缝隙板和介质板由上而下依次内嵌在天线腔体内。微波传输机构用于向滞波板组加载微波能量。并且,滞波板组包括滞波主体和滞波分体,其中,滞波分体内嵌在滞波主体中,且滞波分体的下表面与滞波主体的下表面相平齐;并且,滞波分体的介电常数大于滞波主体的介电常数。本发明提供的表面波等离子体加工设备,其不仅可以提高等离子体的密度分布均匀性,而且可以降低制造成本。



1. 一种表面波等离子体加工设备,包括微波传输机构、天线机构和反应腔室,其中,所述天线机构包括天线腔体、介质板、缝隙板和滞波板组,其中,所述天线腔体设置在所述反应腔室顶部;所述滞波板组、缝隙板和介质板由上而下依次内嵌在所述天线腔体内;所述微波传输机构用于向所述滞波板组加载微波能量,其特征在于,所述滞波板组包括滞波主体和滞波分体,其中,

所述滞波分体内嵌在所述滞波主体中,且所述滞波分体的下表面与所述滞波主体的下表面相平齐;并且,所述滞波分体的介电常数大于所述滞波主体的介电常数。

2. 如权利要求1所述的表面波等离子体加工设备,所述滞波分体为一个或多个,且多个所述滞波分体的介电常数相同或不同。

3. 如权利要求2所述的表面波等离子体加工设备,其特征在于,在所述滞波主体的下表面设置有凹槽,所述凹槽的数量与所述滞波分体的数量相对应,且各个滞波分体一一对应地内嵌在各个凹槽中。

4. 如权利要求2所述的表面波等离子体加工设备,其特征在于,所述滞波分体呈环状,且在所述滞波分体为多个时,各个滞波分体的内径不同,且相互嵌套。

5. 如权利要求2所述的表面波等离子体加工设备,其特征在于,所述滞波分体呈点状、线段状或者不规则形状;

且在所述滞波分体为多个时,各个滞波分体相互间隔。

6. 如权利要求1-5所述的表面波等离子体加工设备,其特征在于,所述滞波分体的数量、介电常数、径向宽度和/或位置根据使用单一介质常数滞波板的表面波等离子体加工设备进行工艺时,在该等离子体加工设备的反应腔室内产生的等离子体的密度分布情况进行设定。

7. 如权利要求1-5任意一项所述的表面波等离子体加工设备,其特征在于,所述滞波分体的厚度小于所述滞波主体的厚度。

8. 如权利要求7所述的表面波等离子体加工设备,其特征在于,所述滞波分体的厚度小于所述滞波主体的厚度的二分之一。

9. 如权利要求1-4任意一项所述的表面波等离子体加工设备,其特征在于,所述滞波主体所采用的材料包括SiN或者SiO₂。

10. 如权利要求1-4任意一项所述的表面波等离子体加工设备,其特征在于,所述滞波分体所采用的材料包括Al₂O₃。

表面波等离子体加工设备

技术领域

[0001] 本发明涉及微电子技术领域,特别涉及一种表面波等离子体加工设备。

背景技术

[0002] 目前,等离子体加工设备被广泛地应用于集成电路或MEMS器件的制造工艺中。等离子体加工设备包括电容耦合等离子体加工设备、电感耦合等离子体加工设备、电子回旋共振等离子体加工设备和表面波等离子体加工设备等。其中,表面波等离子体加工设备相对于其他等离子体加工设备而言,可以获得更高的等离子体密度、更低的电子温度,且不需要增加外磁场,因此表面波等离子体加工设备成为最先进的等离子体设备之一。

[0003] 图1为现有的一种表面波等离子体加工设备的结构示意图。如图1所示,表面波等离子体加工设备主要包括微波源机构、天线机构和反应腔室19。其中,微波源机构包括电源1、微波源(磁控管)2、谐振器3、换流器4、负载5、定向耦合器6、阻抗调节单元7、波导8和馈电同轴探针9。天线机构包括天线主体11、缝隙板15、滞波板12和介质板16。在进行工艺时,微波源机构用于提供微波能量,并通过馈电同轴探针9加载到滞波板12上;微波能量通过滞波板12后波长被压缩,并通过缝隙板15向下辐射,微波通过介质板16在反应腔室19内激发形成等离子体。此外,在反应腔室19内设置有支撑台21,用以支撑基片20。

[0004] 但是,上述表面波等离子体加工设备在介质板16下方产生的等离子体的密度分布是相同的,由于等离子体扩散至基片20上方的过程与工艺条件密切相关,不同的工艺条件(例如,气压、工艺气体种类)下,等离子体扩散至基片20上方的密度分布会不同,因此,很难保证在不同的工艺条件下在基片20的上方均能够获得均匀的等离子体分布。

[0005] 为此,图2为现有的一种表面波等离子体加工设备的结构示意图。如图2所示,第二种表面波等离子体加工设备与前述第一种表面波等离子体加工设备相比,其区别在于:微波源机构增设了功分器17和两路波导(18,22);对应地,天线机构中的滞波板由相互嵌套的圆环形滞波板12和圆柱形滞波板13组成,且二者之间设置有采用金属材料制作的隔离环14。在进行工艺时,微波能量通过功分器17被分配至波导18和波导22,二者将各自的微波能量分别加载至圆环形滞波板12和圆柱形滞波板13,通过调整加载至圆环形滞波板12和圆柱形滞波板13上的微波能量(的相位和大小),来调整在介质板16下方产生的等离子体的密度分布,从而实现对扩散至基片20上方的等离子体的密度分布的调节。

[0006] 然而,第二种表面波等离子体加工设备在实际应用中存在以下问题:

[0007] 其一,由于隔离环14为金属材质,且接地,同时将圆环形滞波板12和圆柱形滞波板13分隔形成两个单独的部分,这使得在隔离环14分别与圆环形滞波板12和圆柱形滞波板13之间形成分界面,表面波在该分界面上被反射,而被束缚在各自的滞波板中传播。在这种情况下,表面波是以体积波的形式进入反应腔室中,且等离子体的密度分布呈“M”型,从而等离子体的密度分布不均匀。

[0008] 其二,由于微波源机构增设了功分器17和两路波导(18,22),这不仅增加了制造成本,而且增加了微波源机构与天线机构之间的匹配难度。

发明内容

[0009] 本发明旨在至少解决现有技术中存在的技术问题之一,提出了一种表面波等离子体加工设备,其不仅可以提高等离子体的密度分布均匀性,而且可以降低制造成本。

[0010] 为实现本发明的目的而提供一种表面波等离子体加工设备,包括微波传输机构、天线机构和反应腔室,其中,所述天线机构包括天线腔体、介质板、缝隙板和滞波板组,其中,所述天线腔体设置在所述反应腔室顶部;所述滞波板组、缝隙板和介质板由上而下依次内嵌在所述天线腔体内;所述微波传输机构用于向所述滞波板组加载微波能量,所述滞波板组包括滞波主体和滞波分体,其中,所述滞波分体内嵌在所述滞波主体中,且所述滞波分体的下表面与所述滞波主体的下表面相平齐;并且,所述滞波分体的介电常数大于所述滞波主体的介电常数。

[0011] 优选的,所述滞波分体为一个或多个,且多个所述滞波分体的介电常数相同或不同。

[0012] 优选的,在所述滞波主体的下表面设置有凹槽,所述凹槽的数量与所述滞波分体的数量相对应,且各个滞波分体一一对应地内嵌在各个凹槽中。

[0013] 优选的,所述滞波分体呈环状,且在所述滞波分体为多个时,各个滞波分体的内径不同,且相互嵌套。

[0014] 优选的,所述滞波分体呈点状、线段状或者不规则形状;且在所述滞波分体为多个时,各个滞波分体相互间隔。

[0015] 优选的,所述滞波分体的数量、介电常数、径向宽度和/或位置根据使用单一介质常数滞波板的表面波等离子体加工设备进行工艺时,在该等离子体加工设备的反应腔室内产生的等离子体的密度分布情况进行设定。

[0016] 优选的,其特征在于,所述滞波分体的厚度小于所述滞波主体的厚度。

[0017] 优选的,所述滞波分体的厚度小于所述滞波主体的厚度的二分之一。

[0018] 优选的,所述滞波主体所采用的材料包括SiN或者SiO₂。

[0019] 优选的,所述滞波分体所采用的材料包括Al₂O₃。

[0020] 本发明具有以下有益效果:

[0021] 本发明提供的表面波等离子体加工设备,其通过将滞波分体内嵌在滞波主体中,且使滞波分体的下表面与滞波主体的下表面相平齐,并且滞波分体的介电常数大于滞波主体,可以使相同入射角的微波分别通过不同介电常数的介质,而由于微波通过介电常数较大的介质时,会有更大的折射角或者形成全反射,形成表面波,因而滞波分体的下表面上的折射率大于在滞波主体的下表面上的折射率,从而可以减少微波进入反应腔室对应于滞波分体所在区域的概率,进而可以减少反应腔室内在该区域内的等离子体密度,从而达到调节等离子体密度分布均匀性的目的。此外,本发明提供的表面波等离子体加工设备无需增加诸如功分器和相移器等的微波器件,从而可以在提高等离子体的密度分布均匀性的前提下,降低设备的制造成本。

附图说明

[0022] 图1为现有的一种表面波等离子体加工设备的结构示意图;

- [0023] 图2为现有的一种表面波等离子体加工设备的结构示意图；
- [0024] 图3A为本发明实施例提供的表面波等离子体加工设备的结构示意图；
- [0025] 图3B为本发明实施例中滞波板的仰视图；
- [0026] 图3C为本发明实施例中滞波板的剖视图；
- [0027] 图4为表面波在不同介质的下表面的传播情况。

具体实施方式

[0028] 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表面波等离子体加工设备进行详细描述。

[0029] 图3A为本发明实施例提供的表面波等离子体加工设备的结构示意图。图3B为本发明实施例中滞波板的仰视图。图3C为本发明实施例中滞波板的剖视图。请一并参阅图3A~图3C，表面波等离子体加工设备包括微波传输机构、天线机构和反应腔室45。其中，在反应腔室45内设置有支撑台47，用于承载基片46。微波传输机构包括电源31、微波源（磁控管）32、谐振器33、换流器34、负载35、定向耦合器36、阻抗调节单元37、波导38和馈电同轴探针39。天线机构包括天线腔体40、介质板44、缝隙板43和滞波板组，其中，天线腔体40设置在反应腔室45顶部；滞波板组、缝隙板43和介质板44由上而下依次内嵌在天线腔体40内。微波传输机构通过馈电同轴探针39向滞波板组加载微波能量，微波能量通过滞波板组后波长被压缩，并通过缝隙板43向下辐射，微波通过介质板44在反应腔室45内激发形成等离子体。

[0030] 滞波板组包括滞波主体41和滞波分体42，其中，滞波分体42内嵌在滞波主体41中，且滞波分体42的下表面与滞波主体41的下表面相平齐，并且滞波分体42的介电常数大于滞波主体41的介电常数。

[0031] 在进行工艺时，相同入射角的微波分别通过滞波主体41和滞波分体42进入介质板44，如图4所示，由于滞波分体42的介电常数大于滞波主体41的介电常数，对于入射角均为 A_i 的微波，其在滞波分体42的下表面上的折射角大于在滞波主体41的下表面上的折射角 A_r ，或者微波在滞波分体42的下表面上发生全反射，形成表面波。也就是说，滞波分体42的下表面上的折射率大于在滞波主体41的下表面上的折射率，这使得微波以混杂表面波的形式在滞波板组件与介质板44之间的分界面向下传播，而不是以体积波的形式向下传播，从而可以减少微波进入反应腔室45对应于滞波分体42所在区域的概率。这使得反应腔室45内对应于滞波分体42所在区域的等离子体密度降低，而反应腔室45其他区域的等离子体密度增加，从而可以达到调节等离子体密度分布均匀性的目的。此外，本发明提供的表面波等离子体加工设备无需增加诸如功分器和相移器等的微波器件，从而可以在提高等离子体的密度分布均匀性的前提下，降低设备的制造成本。

[0032] 在本实施例中，如图3B和图3C所示，滞波分体42为一个，且呈环状。并且，在滞波主体41的下表面设置有凹槽，滞波分体42内嵌在该凹槽中。当然，在实际应用中，为了更细化地对反应腔室内不同区域的等离子体密度分布进行调节，滞波分体的数量还可以为多个，且多个滞波分体的介电常数可以相同，或者也可以不同。此外，对于多个滞波分体，设置在滞波主体的下表面的凹槽的数量与滞波分体的数量相对应，且各个滞波分体一一对应地内嵌在各个凹槽中。

[0033] 另外，对于环状的滞波分体，且在滞波分体为多个时，各个滞波分体的内径不同，

且相互嵌套,从而可以对反应腔室的径向方向上不同区域的等离子体密度分布进行调节。

[0034] 在实际应用中,滞波分体还可以采用其他任意形状,例如,呈点状、线段状或者不规则形状等等。并且,在滞波分体为多个时,各个滞波分体相互间隔。

[0035] 优选的,滞波分体42的数量、介电常数、径向宽度和/或位置根据使用单一介质常数滞波板的表面波等离子体加工设备进行工艺时,在该等离子体加工设备的反应腔室内产生的等离子体的密度分布情况进行设定。例如,对于具有单一介质常数的滞波板的天线机构来说,由其激发形成的等离子体密度分布在反应腔室的径向上呈“M”型,即,分布在反应腔室的中心区域的等离子体密度较低,而分布在中心区域和边缘区域之间的中间区域的等离子体密度较高。在这种情况下,在设计本发明提供的表面波等离子体加工设备中的滞波板组时,可以将滞波分体设置在滞波主体中,且与上述中间区域相对应的位置处,以起到减少该中间区域的等离子体密度的作用,从而提高等离子体的密度分布均匀性。

[0036] 优选的,滞波分体42的厚度小于滞波主体41的厚度,这使得滞波主体41始终为一整体式结构,而不会被滞波分体42分隔成多个分体,从而不会将表面波束缚在各自分体中传播。进一步优选的,滞波分体42的厚度小于滞波主体41的厚度的二分之一,以保证滞波主体41的机械强度,以及避免因滞波主体41过薄而受温度影响产生形变。

[0037] 在实际应用中,滞波主体41所采用的材料包括SiN或者SiO₂。滞波分体所采用的材料包括Al₂O₃。

[0038] 综上所述,本发明实施例提供的表面波等离子体加工设备,其可以减少微波进入反应腔室对应于滞波分体所在区域的概率,从而可以减少反应腔室内在该区域内的等离子体密度,进而可以达到调节等离子体密度分布均匀性的目的。此外,本发明实施例提供的表面波等离子体加工设备无需增加诸如功分器和相移器等的微波器件,从而可以在提高等离子体的密度分布均匀性的前提下,降低设备的制造成本。

[0039] 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。

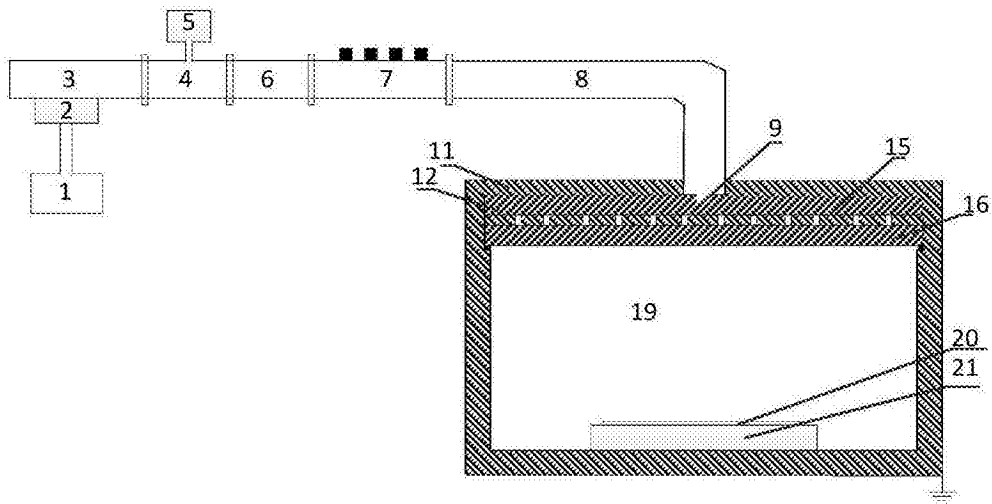


图1

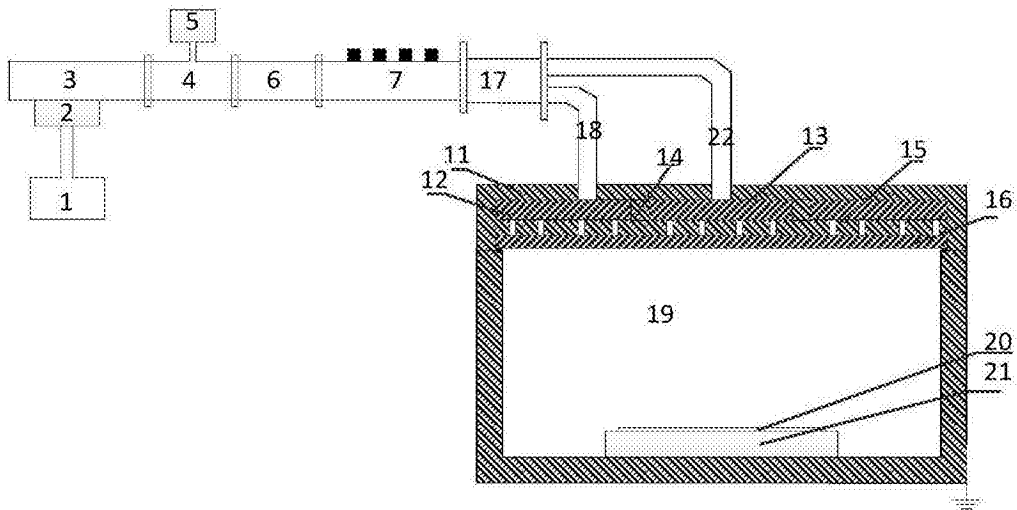


图2

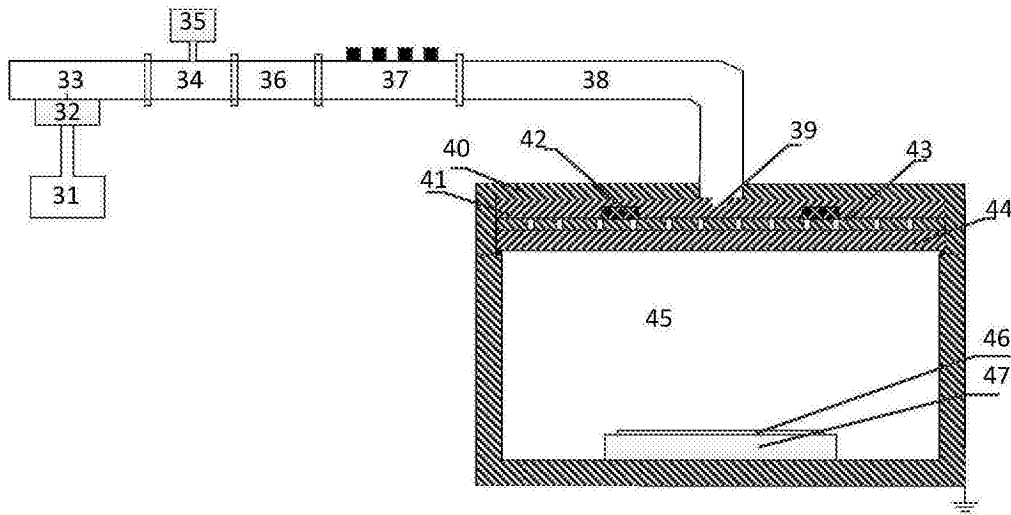


图3A

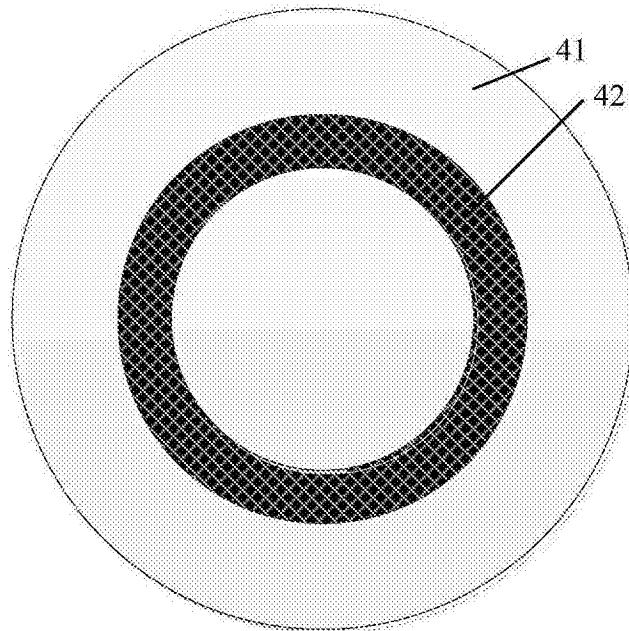


图3B

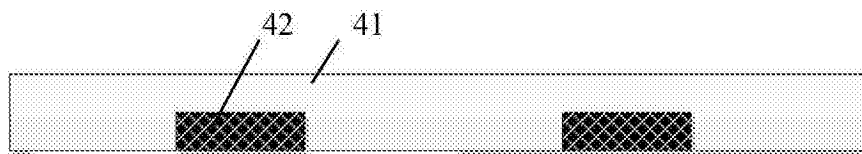


图3C

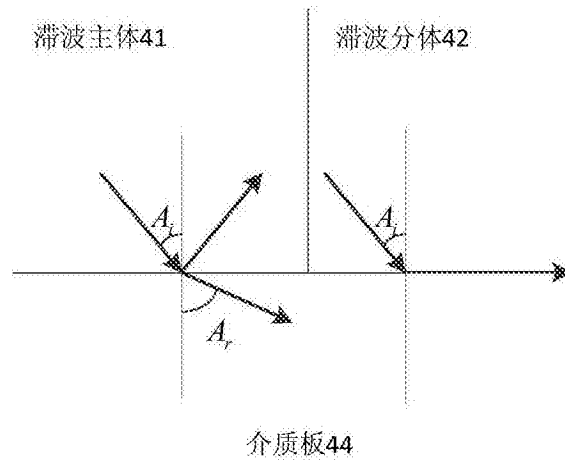


图4