

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 01821426.6

[51] Int. Cl.

C23C 16/44 (2006.01)

H01J 37/32 (2006.01)

C23C 14/56 (2006.01)

C23C 4/00 (2006.01)

H01L 21/00 (2006.01)

[45] 授权公告日 2006 年 11 月 22 日

[11] 授权公告号 CN 1285758C

[22] 申请日 2001.12.13 [21] 申请号 01821426.6

[30] 优先权

[32] 2000.12.29 [33] US [31] 09/749,917

[86] 国际申请 PCT/US2001/047571 2001.12.13

[87] 国际公布 WO2002/057506 英 2002.7.25

[85] 进入国家阶段日期 2003.6.27

[71] 专利权人 兰姆研究公司

地址 美国加利福尼亚

[72] 发明人 克里斯托弗·C·张

罗伯特·J·西格

审查员 姜 鹏

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

代理人 蒋旭荣

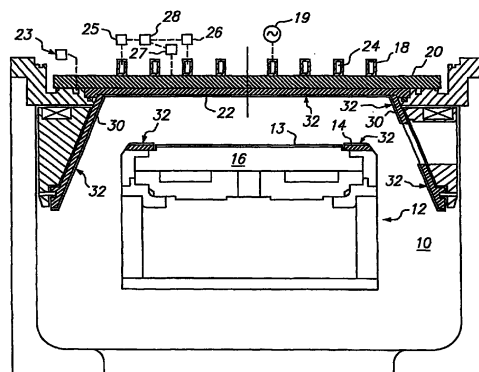
权利要求书 4 页 说明书 11 页 附图 3 页

[54] 发明名称

低污染的等离子反应室部件及其制造方法

[57] 摘要

用于等离子处理腔室内的多个部件设置有多多个等离子裸露表面，这些表面具有可提高聚合物粘附性的表面粗糙度。这些粗糙表面是通过由等离子将一种涂层材料(32)例如陶瓷或高温聚合物喷涂到部件的表面上形成的。根据本发明，经等离子喷涂后的部件可用于等离子反应器上，其中等离子反应器设置有多多个在处理过程中暴露于等离子作用下的表面。合适的部件包括腔壁、腔室内衬(30)、挡环、气体分配板(22)、等离子密封环(14)和内衬支架。通过提高聚合物的粘附性，经等离子喷涂过的部件就可以降低处理腔室内的颗粒污染水平，从而提高产量并减少清洗和/或更换腔室部件所需的停机时间。



1、一种用于制造等离子蚀刻反应器部件的方法，所述等离子蚀刻反应器部件在使用时具有一个或多个暴露在等离子下的表面，该方法包括：利用等离子将一种陶瓷或聚合物涂层材料喷涂到一个暴露在等离子作用下的部件表面上，从而形成一个具有表面粗糙度值的算术平均值介于 150 至 190 微英寸之间的陶瓷或聚合物涂层。

2、根据权利要求 1 的方法，其特征在于：还包括下述步骤：
对暴露在等离子作用下的部件表面进行粗糙化处理；且
在等离子喷涂涂层材料前清洗被粗糙化的表面。

3、根据权利要求 1 的方法，其特征在于：还包括：将所述部件从等离子反应室内拆卸下来，并且在等离子将涂层喷涂到清洗过的表面上之前通过除去所有已有的涂层和/或粘附的聚合物沉积物的方式清洗等离子裸露表面的步骤。

4、根据权利要求 1 的方法，其特征在于：所述等离子喷涂的涂层是一种施加到所述部件的厚度为 2 至 5 密耳的氧化铝。

5、根据权利要求 1 的方法，其特征在于：所述涂层材料为聚酰亚胺。

6、根据权利要求 5 的方法，其特征在于：所述涂层的厚度为 10 至 30 密耳。

7、根据权利要求 1 的方法，其特征在于：所述部件由包括等离子密封环、聚集环、底座、腔室壁、腔室内衬和气体分配板在内的这组部件中选出。

8、根据权利要求 2 的方法，其特征在于：所述粗糙化的步骤包括对部件的表面进行喷砂处理的工序。

9、一种用于制造等离子反应器部件的方法，所述等离子反应器部件在使用时具有一个或多个暴露在等离子下的表面，该方法包括：利用等离子将一种陶瓷或聚合物涂层材料喷涂到一个暴露在等离子作用下的部件表面上，从而形成一个具有表面粗糙度值的算术平均值介于 150 至 190 微英寸之间的涂层；以及

(i) 对由等离子喷涂的涂层的裸露表面进行清洗，以及/或

(ii) 将该部件从等离子反应室中拆卸下来，并且在等离子将涂层喷涂到清洗过的表面上之前通过从暴露在等离子作用下的表面除去所有已有的涂层和/或粘附的聚合物沉积物的方式清洗等离子裸露表面。

10、一种用于制造等离子反应器部件的方法，所述等离子反应器部件在使用时具有一个或多个暴露在等离子下的表面，该方法包括：

利用等离子将一种涂层材料喷涂到一个暴露在等离子作用下的部件表面上，从而形成一个具有表面粗糙度值的算术平均值介于 150 至 190 微英寸之间的涂层；

其中，所述部件和涂层材料包括相同的陶瓷材料。

11、一种等离子蚀刻反应器的部件，该部件设置有一个或多个在处理过程中暴露在等离子作用下的表面，该部件包括一个等离子喷涂陶瓷或聚合物涂层，该涂层被喷涂到暴露在等离子作用下的表面上，其中：所述涂层的表面粗糙度值的算术平均值介于 150 至 190 微英寸之间。

12、根据权利要求 11 的部件，其特征在于：所述部件由一种金属材料或一种陶瓷材料制成。

13、根据权利要求 12 的部件，其特征在于：所述部件包括铝并具有一个阳极化表面或非阳极化等离子裸露表面。

14、根据权利要求 11 的部件，其特征在于：所述部件由一种选自下述这组材料的陶瓷材料制成：氧化铝、氧化钇、氧化锆、碳化硅、氮化硅、碳化硼和氮化硼。

15、根据权利要求 11 的部件，其特征在于：所述部件由包括等离子密封环、聚集环、底座、腔室壁、腔室内衬和气体分配板在内的这组部件中选出。

16、根据权利要求 11 的部件，其特征在于：所述涂层由一种选自下述这组材料的陶瓷材料制成：氧化铝、氧化钇、氧化锆、碳化硅、氮化硅、碳化硼和氮化硼。

17、根据权利要求 16 的部件，其特征在于：所述涂层是施加到所述部件上的氧化铝、厚度为 2 至 5 密耳。

18、根据权利要求 11 的部件，其特征在于：所述涂层为聚酰亚胺。

19、根据权利要求 18 的部件，其特征在于：所述涂层的厚度为 10 至 30 密耳。

20、一种等离子反应器的部件，该部件设置有一个或多个在处理过程中暴露在等离子作用下的表面，该部件包括一个等离子喷涂涂层，该涂层被喷涂到暴露在等离子作用下的表面上，其中，所述部件和所述涂层材料包括相同的陶瓷材料，并且所述涂层的表面粗糙度值的算

术平均值介于 150 至 190 微英寸之间。

21、一种等离子反应器的部件，该部件设置有一个或多个在处理过程中暴露在等离子作用下的表面，该部件包括一个等离子喷涂的陶瓷或聚合物涂层，该涂层被喷涂到暴露在等离子作用下的表面上，其中，所述涂层的表面粗糙度值的算术平均值为 150 至 190 微英寸。

22、一种等离子反应器，其包括至少一个部件，该部件具有一个或多个在处理过程中暴露在等离子作用下的表面，该部件包括一个等离子喷涂的陶瓷或聚合物涂层，该涂层在暴露在等离子作用下的表面上，其中，所述涂层的表面粗糙度值的算术平均值为 150 至 190 微英寸。

低污染的等离子反应室部件及其制造方法

技术领域

本发明整体上涉及一种制造半导体晶片的方法，具体而言，本发明涉及一种设置有多个可在加工过程中减少粒子污染的部件的等离子蚀刻腔室。

背景技术

在半导体加工领域内，真空处理室通常用于通过向真空室进送蚀刻气体或沉积气体并对气体作用一个射频电场，从而使气体进入等离子状态的方式来对基片上的材料进行蚀刻和进行化学气相沉积（CVD）。例如，同属本申请的申请人的美国专利4340462、4948458、5200232和5820723公开了平行板、变压器耦合等离子体（TCP™）和电子回旋共振反应器的结构及其组成部件，其中变压器耦合的等离子体也被称为感应耦合等离子体。

在半导体集成电路的制造领域内，象晶体管这样的零部件可设置在通常由硅制成的半导体晶片或基片上。这样，就可以用金属连接线将各个部件连接在一起，从而形成所需的电路，而金属连接线一般是通过设置于基片上方的金属镀层进行蚀刻形成的。金属镀层一般包括铜、铝或一种公知的铝合金，例如Al-Cu，Al-Status Inquiry或Al-Cu-Status Inquiry。可将一个抗反射的涂层（ARC）和一个叠置于上方的感光性树脂层（PR）设置在金属镀层的顶部上。ARC层一般包括一个含钛的层，例如TiN或TiW。为制成上述的金属连接线，可利用合适的光刻技术对包括金属镀层在内的叠层的一部分进行蚀刻。这样，就可以利用合适的蚀刻气体将金属镀层上未被掩模遮住的区域蚀刻掉，从而形成金属连接线或连接结构。

为使电路的密度更大，随着设计规则的不断细化，现代的集成电路变得越来越小。这样，形体尺寸，即连接线的宽度或相邻连接线之

间的间距（例如沟槽）也就越来越小。为使现代集成电路的导线更加狭窄，就需要采用各向异性好的蚀刻技术。蚀刻的各向异性是指垂直蚀刻速度与横向蚀刻速度的比率。为制成具有较高纵横比的垂直侧壁，垂直蚀刻速度必须远大于横向蚀刻速度。在等离子蚀刻工艺中，垂直的截面轮廓通常是利用侧壁钝化技术来完成的。这种技术通常包括在蚀刻过程中将一种能够形成聚合物的物质（通常为碳氟化合物，例如 CF_4 ， CHF_3 ， C_4F_8 ）导入反应室内的步骤。在蚀刻过程中形成的聚合物最好沉积在被蚀刻结构的侧壁上，从而降低基片的横向蚀刻程度并提高蚀刻的各向异性。但是，在蚀刻过程中，聚合物沉积物也可能形成于暴露在等离子体下的蚀刻室的各个部件的内部表面上。随着时间的推移，这些聚合物沉积物可能会剥落或脱落，从而成为等离子反应室内的一种污染源。

在等离子反应室内形成的聚合物沉积物包括许多碳化合物的链状分子。当聚合物与正被加工的基片相接触并附着在该基片上时，就可能污染这部分基片并降低芯片的成品率。聚合物沉积物可能会聚集在反应室内的所有表面上，尤其是靠近处理气体入口管的反应室壳体表面及反应室封盖的底侧或位于基片表面对侧的气体分配板。沉积在反应室的内部表面上的聚合物可能会转移到基片上，从而形成基片瑕疵。在反复执行等离子处理工艺的过程中，反应器部件的热循环加剧了聚合物颗粒的污染问题。在反应器部件中，对暴露在等离子体下的表面进行反复加热和冷却将使附着在上面的聚合物沉积物由于与反应器表面之间存在CTE差而成片状脱落或剥落。聚合物的沉积物还可能在等离子体中的反应物核素（reactant species）的轰击下产生移位。

随着集成电路部件的物理尺寸及其操作电压的继续减小，其相关的产量更容易受到颗粒污染的影响。因此，制造尺寸较小的集成电路要求颗粒污染程度应低于上述可以接受的水平。为降低等离子反应器内的颗粒污染，人们已经采用了许多种方法。例如，见美国专利 5366585；5391275；5401319；5474649；5851343；5916454；5993594；6120640和6155203。

为减少颗粒污染，可对等离子反应器进行周期性地清洗，以除去聚合物沉积物。等离子清洗方法已在美国专利5486235；5676759和5685916中公开。此外，一般还可以用新的反应器部件更换等离子反应器的旧部件。

这样，就需要提供多个能够降低反应器腔室内的颗粒污染水平的等离子反应器部件。采用这种部件有利于提高产量和/或延长等离子反应器部件的清洗或更换周期。

发明内容

本发明发现：可通过将一种涂层材料例如陶瓷或高温聚合物以等离子方式喷涂到暴露于等离子作用下的反应器表面上来降低等离子反应器内的颗粒污染。以等离子法喷涂的材料形成具有所需表面粗糙度特性的涂层材料，从而促使聚合物沉积物粘附于该涂层上。聚合物沉积物在反应室表面上的较好的附着性降低了沉积物在反应室表面上剥落或脱落的可能性，从而降低反应器内颗粒污染的程度。通过提高聚合物沉积物在等离子反应器组件上的附着性，就不必经常对反应器的各个部件进行清洗和更换，从而降低了等离子反应器的操作成本。

根据本发明的一个实施例，提供一种制造等离子反应器部件的方法。这些反应器部件设置有一个或多个在使用过程中暴露于等离子作用下的表面。该方法包括将一种涂层材料以等离子法喷涂到暴露于等离子作用下的部件表面上，以形成具有一定表面粗糙度的涂层，这种粗糙度可提高聚合物沉积物的附着性。

根据本发明的另一实施例，提供一种等离子反应器的部件，这种反应器的部件具有一个或多个在加工过程中暴露于等离子作用下的表面。这种部件包括一个以等离子法喷涂到其暴露于等离子作用下的表面上的涂层。该涂层具有可提高聚合沉积物的附着性的表面粗糙度。

根据本发明的再一实施例，还提供一种包括上述一个或多个部件的等离子反应器和一种处理容纳在反应器内的基片的方法。该方法包括利用等离子体接触基片的暴露面的步骤。

附图说明

下面将参照附图对本发明进行详细说明，在附图中，相同的部件由相同的附图标记表示，其中：

图1示出了传统的等离子喷涂工艺；

图2示出了安装有经等离子喷涂后的根据本发明反应器部件的金属蚀刻腔室；

图3示出了安装有根据本发明的经过等离子喷涂后的反应器部件的高密度氧化蚀刻腔室；

图4为根据本发明的一个实施例用于图3所示的蚀刻腔室内的气体分配板的顶视图。

对最佳实施例的说明

本发明在降低基片的颗粒污染方面提出了改进方案，其中基片可以是半导体（例如，硅、砷化镓等）晶片、平板显示器基片和类似物。具体而言，本发明提供了用于等离子处理室内的多个部件，其中等离子处理室设置多个等离子暴露表面，这些表面具有可提高聚合物附着性的表面粗糙度。这些粗糙的表面是通过用等离子法将一种象陶瓷或聚合物材料这样的涂层材料喷涂到上述表面上形成的。根据本发明，经等离子喷涂后的部件可用于在加工过程中处于等离子作用下的所有等离子反应器的部件上。合适的部件包括：腔室内衬、挡环、气体分配板、聚集环、等离子密封环、底座和内衬支架。

本发明的反应器部件可由金属材料或陶瓷材料制成。合适的金属材料包括铝。将被等离子喷涂的铝制表面可以是裸露的（除了自身的氧化层之外）或经过阳极化处理。反应器的部件也可由陶瓷材料制成，例如氧化铝、二氧化硅、石英、二氧化钛、氧化锆、氧化钇、碳化钨、一碳化锆、金刚砂、碳化硼、氮化铝、氮化钛、氮化硅和/或氮化硼。这些陶瓷部件可由任何传统的陶瓷制造技术制造而成，例如将陶瓷粉末热压和烧结成具有一定体积的部件。

在本发明中，在加工过程中暴露于等离子作用下的反应器部件之任何或所有表面都被涂敷一层等离子喷涂材料，例如陶瓷或高温聚合物。根据本发明，由等离子喷涂形成的涂层使反应器的内表面具有一

定的粗糙度，这种粗糙度提高了蚀刻过程中在等离子腔室内形成的聚合物沉积物的附着性。在本发明中，这种涂层的表面粗糙度（Ra）最好适合于提高在对等离子反应器内的基片进行处理的过程中所形成的聚合物副产品的附着性。例如，根据本发明的等离子喷涂表面的表面粗糙度（Ra）的算术平均数可以落入150至190微英寸的范围内。在该范围内的表面粗糙度值可提高在等离子蚀刻（例如金属蚀刻）过程中沉积在反应器腔室内表面上的聚合物的附着性。

等离子喷涂工艺一般包括将熔融的材料或热软化的材料喷涂到一个表面上的工序。图1示出了一种常规的等离子喷涂工艺。通常为粉末状的涂层材料112被喷射到一个高温的等离子火焰114上，粉末112在等离子火焰上被迅速加热并加速到一个很高的速度。这种热材料撞击基片表面116并迅速冷却，形成涂层118。

等离子喷枪120一般包括一个阳极122（通常由铜制成）和一个阴极124（通常由钨制成），该阳极和阴极均可被水冷却。等离子气体126（例如，氩、氮、氢、氦等）沿大体由箭头128表示的方向围绕阴极流动并流过被制造成收缩喷嘴形状的阳极122。等离子体是由一个能够产生局部电离现象的高压放电器和一个导电通路激发产生的，以用于在阴极124和阳极122之间形成直流电弧。电弧的电阻加热作用使气体达到极高的温度并分离、电离，从而形成等离子体。等离子以自由或中性的等离子火焰（没有携带电流的等离子体）的形式离开阳极122。当等离子体稳定下来并准备喷涂时，电弧向下朝喷嘴延伸。粉末112通常经过一个外部粉末口132被送向等离子火焰，而粉末口132就设置在阳极喷嘴出口134附近。粉末112被迅速加热并产生加速，从而使处于熔融或热软化状态下的粉末颗粒112撞击基片116。

在涂层/基片的连接处和形成等离子喷涂涂层的颗粒之间可设置不同种类的连接机构。一般情况下，既存在机械锁定，又存在扩散粘接。可能存在的连接机构包括：机械式键锁机构或机械式互锁机构；扩散粘接机构；其它粘接剂、化学和物理连接机构（例如范德瓦耳斯引力）。影响粘接效果和等离子喷涂涂层的形成效果的因素包括：基片

表面的清洁度；可用于粘接的表面面积；表面构造或表面轮廓；颗粒和基片的温度（热能）；时间（例如，反应速度和冷却速度等）；粉末颗粒的速度（动能）；基片和粉末微粒的物理、化学特性；在处理过程中发生的所有物理和化学反应。

在本发明中，可以采用表面处理技术例如清洗和研磨或喷砂来形成更具化学和物理活性的组分表面，以用于等离子喷涂涂层的粘接。通过研磨或喷砂来增加用于粘接的表面面积，这样就会提高涂层的粘接强度。对于由氧化铝制成的腔室部件而言，需要喷涂的表面最好采用无杂质的氧化铝介质进行喷砂处理。这样，就可以利用合适的技术例如用空气或CO₂对具有一定粗糙度的表面进行清洗，和/或用酸溶液清洗这些表面，从而除去松散的颗粒。经过这种处理后形成的基片的粗糙表面的形状轮廓有利于涂层与基片机械连接或锁定。

一旦完成了等离子喷涂涂层的喷涂操作，那么就可以利用合适的技术对涂层的裸露表面进行清洗。合适的清洗技术包括用空气或CO₂对表面进行射流清洗和/或超声波清洗。这些清洗步骤可重复进行，目的是达到在对基片进行等离子处理的过程中所需的表面清洁度或在使用该部件之前调整部件的表面状态。

等离子喷涂技术具有能够喷涂熔点极高的材料（例如难熔金属和陶瓷）的优点。例如，由等离子喷涂的陶瓷涂层可被用作各种等离子反应器部件的保护涂层。例如见美国专利5560780；5879523；5993594和6120640。此外，现在已经研发出可喷涂高熔点的热塑性塑料和热固性聚合物（例如聚酰亚胺）的等离子喷涂方法。

在本发明中，等离子喷涂涂层可以是能够抵御等离子侵蚀的任何材料。例如，适合被用作反应器部件的所有陶瓷材料均可被用作涂层，只要这些材料能够以等离子的方式进行喷涂即可。当涂层为陶瓷材料时，该涂层的材料最好与设置在其下方的部件所用的材料相同。通过使用相同的材料制造部件和涂层，就可以使涂层和部件之间的热膨胀系数（CTE）的差值最小或使该膨胀系数的差值得以降低。使用时，CTE的差值可能会在反应器部件的热循环过程中使涂层材料剥落。当

涂层为氧化铝时，最好以2至5密耳（0.002至0.005英寸）的厚度将涂层喷涂到部件上。

该涂层还可以是一种聚合材料。当涂层为聚合物时，该聚合物应该能够利用等离子法进行喷涂，以在部件上形成紧密粘附的涂层。最佳的高温聚合物是一种象VESPEL®这样的聚酰亚胺，而VESPEL®是杜邦公司的一个注册商标。聚酰亚胺涂层最好以10至30密耳（0.010至0.030英寸）的厚度喷涂到部件上。

在对基片进行等离子刻蚀的过程中，一些结构特征就被蚀刻到设置于基片（例如晶片）上的多个不同材料层上。一般可被蚀刻的材料包括金属和象氧化物（例如二氧化硅）这样的介电材料。在这种蚀刻工艺中，可采用一个气体分配板来控制气流在位于基片平面上方的反应器空间内的空间分布。已经形成的聚合物在等离子反应器内存在很大问题，因为在等离子反应器内，一个与射频（RF）源相连接的天线在处理腔室内激励气体进入等离子状态。这种等离子反应器已在美国专利4948458; 5198718; 5241245; 5304279; 5401350; 5531834; 5464476; 5525159; 5529657和5580385中公开。在这样的系统中，天线与处理腔室的内部被一个介电部件隔开，介电部件例如可以是介电窗口、气体分配板、由环氧树脂制成的封闭层或类似部件，而且RF能量通过介电部件被进送到该腔室内。这种处理系统可用于半导体加工领域内的许多方面，例如蚀刻、沉积、防剥落等等。

当在上述类型的等离子反应器内对半导体晶片进行氧化物刻蚀或金属蚀刻的过程中，可能会在反应器的内表面上形成聚合物沉积物，这些内表面包括介电部件的裸露表面或面向晶片的气体分配板。当形成的聚合物逐渐变厚时，聚合物就可能从介电部件上剥落或脱落。当介电部件恰好定位于基片和卡盘的上方时，聚合物颗粒就可能直接落入下方的基片或卡盘上。这些聚合物微粒可能会将瑕疵带入基片内，从而降低了产量。或者，颗粒可能移动到卡盘表面上，造成夹卡问题。

一般情况下，蚀刻工艺会周期性地停止并对内部腔室进行清洗（例如利用干刻处理法），以降低颗粒污染的水平。但是，不正确或不完整

的清洗实际上反而会提高腔室内的颗粒污染水平。此外，由于清洗所需的“停机时间”也会大大降低产量。因此，最好对聚合物在蚀刻腔室的内表面上的沉积进行控制，以实现高产量并保持等离子反应器内的基片产出量。

上述类型的金属蚀刻反应器的一个实例可以是一种变压器耦合的等离子反应器，这种等离子反应器也被称为TCP™9600型等离子反应器，该等离子反应器可从加利福尼亚州的LAM Research Corporation of Fremont公司买到。在图2中，示出了一种包括有一个等离子处理腔室152的反应器150。在腔室152的上方设置有一个能够产生等离子体的天线156，该天线156在图2中是由一个平面状的线圈构成的。RF线圈156一般可通过一个相匹配的网络（未示出）被一个RF振荡器158所激励。在腔室152内设置有一个喷头154，该喷头最好包括多个孔，这些孔用于将气态原材料例如蚀刻剂气体释放到位于喷头和晶片170之间的射频感应式等离子区域内。

气态的原材料也可从设置在腔室壁152上的口释放出来。蚀刻剂源化合物例如可包括：卤素，例如 Cl_2 和 BCl_3 ，当通过铝或一种铝合金进行蚀刻时。当然，也可以采用其它蚀刻剂化合物（例如， CH_4 ， HBr ， HCl ， CHCl_3 ）及可形成聚合物的物质，例如碳氢化合物、碳氟化合物和氢化碳氟化合物（hydro-fluorocarbon）。这些气体可与优选的惰性气体和/或不起反应的气体一起使用。

使用时，将一晶片170放置在由腔室壁172限定而成并设置在基片支座162上的腔室152内，基片支座162起到一个低电极或第二电极的作用。晶片最好被一个射频振荡器164（一般通过一个匹配的网络）所偏压。晶片上可包括多个集成电路（ICs）。ICs例如可包括象PLAs、FPGAs和ASICs这样的逻辑部件或象随机存取存储器（RAMs）、动态RAMs（DRAMs）、同步DRAMs（SDRAMs）或只读存储器（ROMs）这样的存储器部件。当施加一个RF功率时，可反应的物质（由蚀刻剂源气体形成）就会对晶片170上的裸露表面进行蚀刻。可挥发的副产品从出

口166排出。在完成处理操作后,就可将晶片切开,以将集成电路分成多个独立的芯片。

在本发明中,等离子密封环(未示出)、腔壁172、腔室内衬(未示出)和/或喷头154的裸露表面上可设置有一种等离子喷涂的涂层160,这种涂层的表面粗糙度可提高聚合物的附着性。此外,暴露于等离子下的基片底座168的表面也可设置有一个根据本发明的等离子喷涂涂层(未示出)。这样,几乎所有封闭高密度等离子体的表面都将具有可提高聚合物附着性的表面粗糙度。这样,就可以大大降低反应器内部的微粒污染程度。

本发明的反应器部件还可应用于高密度氧化物的蚀刻工艺中。氧化物蚀刻反应器的一个实例就是TCP9100™型等离子蚀刻反应器,该反应器可从加利福尼亚州的LAM Research Corporation of Fremont公司买到。在TCP9100™型反应器中,气体分配板是一个恰好设置在TCP™型窗口下方的环形板,它也是一个设置在反应器顶部上的真空密封表面,该真空密封表面定位在一个位于半导体晶片上方的平面内并平行于半导体晶片。该气体分配环将来自原料源的气体进送到由气体分配板限定而成的空间内。该气体分配板上设置有一组穿过该板延伸并具有规定直径的通孔。这些孔在气体分配板上的空间分布是可以改变的,目的是提高晶片上的待刻层的蚀刻均匀性,这些蚀刻层例如可以是感光树脂层、二氧化硅层和底基层。气体分配板的横截面形状也是可以改变的,目的是控制RF功率在反应器内的等离子体中的分布。该气体分配板可由介电材料制成,目的是使这种RF功率能够通过气体分配板进入反应器。此外,制造气体分配板所用的材料最好是能够有效防止在环境内出现化学溅射蚀刻(例如氢化碳氟化合物气体的等离子体)现象的材料,目的是避免击穿现象的出现和由于击穿而产生颗粒。

根据本发明的一个实施例,用于氧化蚀刻的真空处理室如图3所示。该真空处理室10包括一个基片支座12和一个聚焦环14,其中基片支座12以一个底电极的形式存在,该电极能够为基片13提供一个静电

夹紧力并为支承在该电极上的基片提供一个RF偏压，而聚焦环14用于将等离子限制在位于基片上方的区域内。可利用一种导热气体例如氦气对基片进行背部冷却。一个用于保持腔室内等离子体的高密度（即， 10^{11} - 10^{12} 离子/厘米³）的能量源，例如以平面型螺旋线圈形式存在的天线18以感应的方式将RF能量连接到腔室10内，以形成高密度的等离子体，其中天线18由一个合适的RF源和合适的RF阻抗匹配电路来驱动。该腔室包括合适的真空泵送装置，其用于使腔室的内部保持在一个所需的压力环境下（例如低于50毫托（mTorr），一般为1-20毫托）。一个厚度均匀且基本为平面状的介电窗口20设置在天线18和处理室10的内部之间并在处理室10的顶部形成了真空壁。一个通常被称为喷头22的气体分配板设置在窗口20的下方并包括多个可以是圆形的开口（未示出），这些开口用于将由气体源23进送的处理气体输送到处理室10内。一个锥形的内衬30从气体分配板伸出并包围基片的底座12。天线18可设置有一条通道24，温度控制流体可通过该通道流过入口和出口导管25、26。但是，天线18和/或窗口20也可通过其它技术来冷却，例如通过在整个天线和窗口上吹送空气，并使冷却介质流过窗口和/或气体分配板等，或使冷却介质流动到能够与窗口和/或气体分配板等进行传热接触的位置上。

操作时，将晶片定位在基片支座12上，而且晶片一般被一个静电夹、一个机械夹爪或气体夹紧机构保持在合适的位置上。接着，可通过使处理气体流过窗口20和气体分配板22之间的间隙的方式将处理气体进送到真空处理室10内。合适的气体分配板（即喷头）的结构已在同属本申请人拥有的美国专利5824605；5863376和6048798中公开。

气体分配板可具有不同的结构设计，一个具体实例如图4所示。图4所示的气体分配板40包括89个孔41和四个设置在气体分配板的中心处的凸起42，这些凸起提供了一条用于在气体分配板和介电窗口之间进送处理气体的通道。

如图3所示，气体分配板22、腔室内衬30和/或聚焦环14的等离子裸露表面设置有以等离子法喷涂的陶瓷或聚合材料涂层32，这些涂层

具有可提高聚合物的附着性的表面粗糙度。这样，就可以大大降低反应器内部的微量污染。

在使用后，根据本发明的反应器部件的内表面就会被聚合物沉积物所覆盖。根据本发明的另一实施例，可将该部件从反应器内拆卸下来，这样就可以将已有的等离子喷涂涂层和所有积累下来的沉积物以物理方式从部件内除掉，而且可重新喷涂一层新的等离子涂层。可利用机械方式例如研磨或喷砂法将旧涂层除掉。这样，就可以重新使用反应器部件了。

为确定本发明的等离子喷涂涂层的附着性，进行了条带测试。将一个涂覆有根据本发明的氧化铝等离子喷涂涂层的氧化铝气体分配板安装到位并应用到TCP9600™型金属蚀刻反应器中。在类似的条件下，将一个标准的热压和烧结氧化铝气体分配板（没有等离子喷涂涂层）应用到相同类型的反应器中。在两个气体分配板的等离子裸露表面上均形成了大量的聚合物沉积物。在条带测试中，一片条带被粘附在每个气体分配板的表面上并将其剥落。在从经等离子喷涂的气体分配板（GDP）上除掉的那片条带上没有看到聚合物。但是，从标准（无等离子喷涂涂层）的气体分配板（GDP）上除掉的条带上发现了大量的聚合物沉积物。

上面已经对本发明的原理、最佳实施例和操作方式作出了说明。但是，不应该认为本发明仅局限于上述的具体实施例。上述的实施例仅是说明性的，而不是限制性的，还应该知道：在由所附权利要求书限定的本发明之保护范围内，本领域的技术人员可以对本发明作出多种变形和修改。

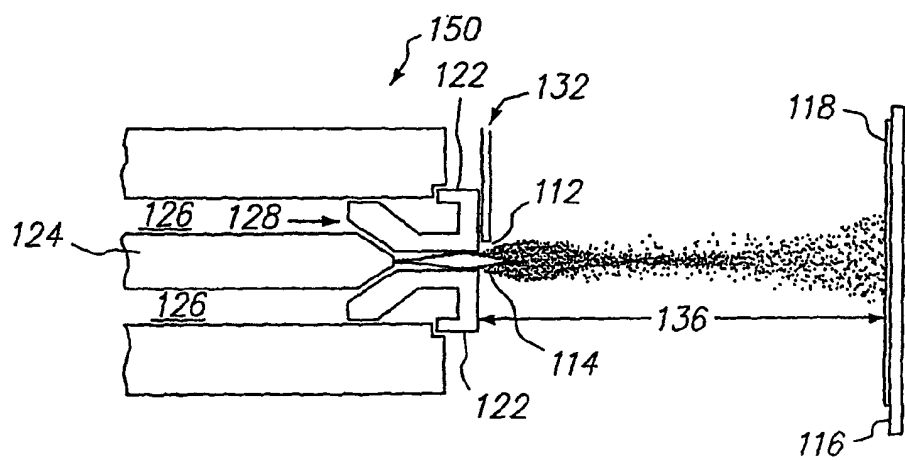


图1 现有技术

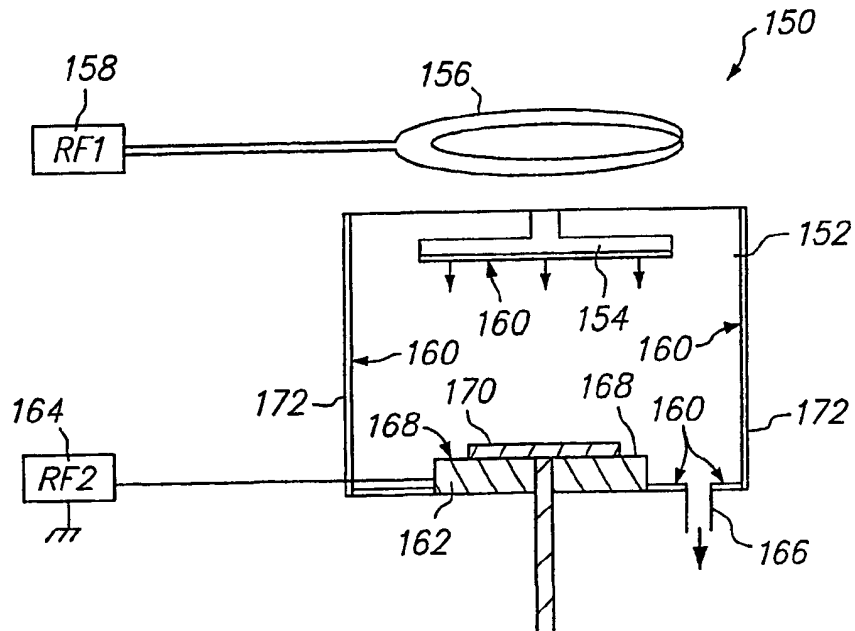


图2

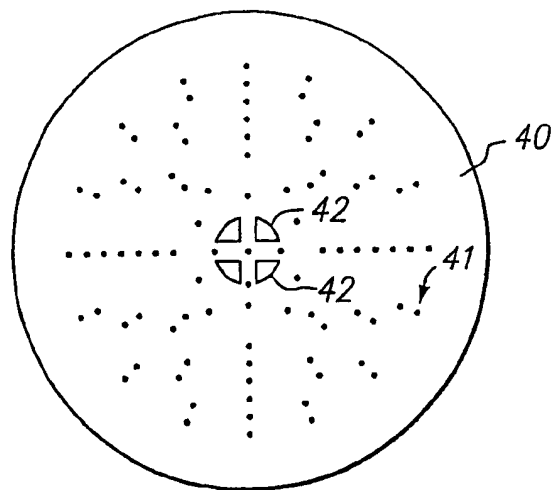


图4

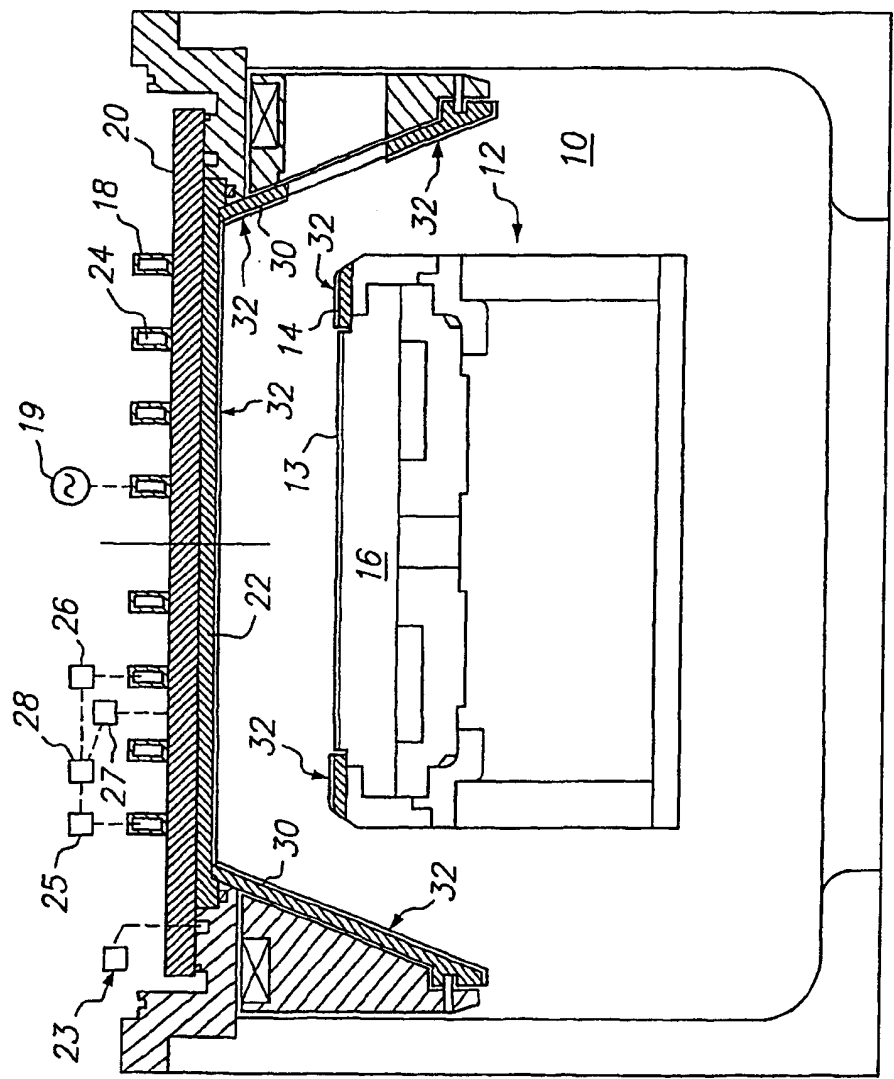


图3