

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102296263 B

(45) 授权公告日 2013.04.24

(21) 申请号 201010209823.7

CN 1663017 A, 2005.08.31, 全文.

(22) 申请日 2010.06.25

JP 特开 2007-227443 A, 2007.09.06, 全文.

CN 101723683 A, 2010.06.09, 全文.

(73) 专利权人 中国科学院微电子研究所

地址 100029 北京市朝阳区北土城西路 3 号

审查员 鄢亚东

(72) 发明人 刘邦武 王文东 夏洋 李超波

罗小晨 李勇滔

(74) 专利代理机构 北京市德权律师事务所

11302

代理人 王建国

(51) Int. Cl.

C23C 4/10 (2006.01)

C23C 4/12 (2006.01)

C23C 4/02 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 1940119 A, 2007.04.04, 说明书第 1 页第 2 段至第 2 页第 2 段、第 16 页表 2-3.

CN 101162125 A, 2008.04.16, 全文.

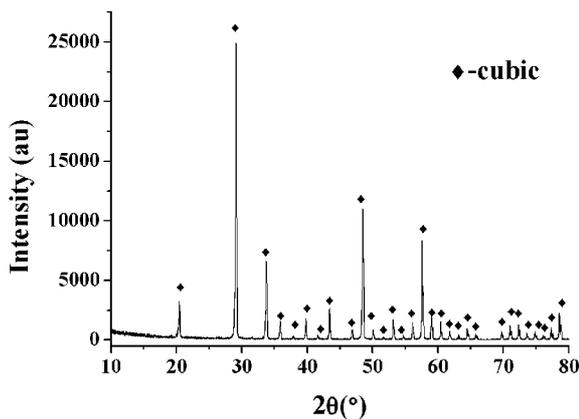
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 2 页

(54) 发明名称

等离子体刻蚀工艺腔室内表面的改性处理方法

(57) 摘要

本发明公开一种等离子体刻蚀工艺腔室内表面的改性处理方法包括对基材进行喷砂处理;及对喷砂处理后基材进行喷涂 Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>处理。本发明采用 Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>粉末作为喷涂材料改性处理腔室内表面, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>涂层具有更加稳定的耐等离子蚀刻性能,可以延长零部件的寿命,并且在刻蚀工艺过程中减少颗粒。本发明改性处理过程中采用空气喷吹方法或者循环冷却水方法来冷却基材,提高了基材的冷却速度,防止刻蚀工艺腔在等离子喷涂过程中发生变形、融化,提高了刻蚀工艺腔的成品率。



1. 一种等离子体刻蚀工艺腔室内表面的改性处理方法,其特征在于,包括:  
对基材进行喷砂处理;及  
对喷砂处理后基材进行喷涂  $Y_2O_3$  处理,在喷涂过程中,采用空气喷吹方法或循环水冷方法来冷却基材;  
所述喷涂  $Y_2O_3$  时电弧电压 60 ~ 80V、电弧电流 350 ~ 600A、主气流量 40 ~ 90L/min、副气流量 25 ~ 50L/min、送粉速度 15 ~ 100g/min、喷涂距离 80 ~ 135mm。
2. 根据权利要求 1 所述的等离子体刻蚀工艺腔室内表面的改性处理方法,其特征在于:  
所述空气喷吹方法,冷却气体的流量为 100 ~ 2000L/min;循环水冷方法,冷却水的流量为 10 ~ 500L/min。
3. 根据权利要求 1 所述的等离子体刻蚀工艺腔室内表面的改性处理方法,其特征在于:  
所述喷砂处理是将基材表面采用棕刚玉或白刚玉进行处理。
4. 根据权利要求 3 所述的等离子体刻蚀工艺腔室内表面的改性处理方法,其特征在于:  
采用粒度范围为 50 ~ 100  $\mu m$  的白刚玉对基材进行喷砂处理。
5. 根据权利要求 1 所述的等离子体刻蚀工艺腔室内表面的改性处理方法,其特征在于:  
所述  $Y_2O_3$  为粉末,粒度范围为 5 ~ 50  $\mu m$ ,粉末的纯度应大于 99.95%。
6. 根据权利要求 5 所述的等离子体刻蚀工艺腔室内表面的改性处理方法,其特征在于:  
所述  $Y_2O_3$  粉末的纯度为 99.999%。

## 等离子体刻蚀工艺腔室内表面的改性处理方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及等离子体刻蚀领域,具体的说是一种等离子体刻蚀工艺腔室内表面的改性处理方法。

### 背景技术

[0002] 目前,低温等离子体微细加工手段是材料微纳加工的关键技术,因为它是微电子、光电子、微机械、微光学等制备技术的基础,特别是在超大规模集成电路制造工艺中,有近三分之一的工序是借助于等离子体加工完成的,如等离子体薄膜沉积、等离子体刻蚀及等离子体去胶等。其中等离子体刻蚀成为最为关键的工艺流程之一,是实现超大规模集成电路生产中的微细图形高保真地从光刻模板转移到硅片上不可替代的工艺。

[0003] 在等离子体刻蚀工艺中,首先是在把硅晶片上面涂抹一层由碳氢化合物构成的光敏物质,并在光敏物质上盖上具有一定图形规则的金属模板。然后进行紫外曝光,使部分晶片的表面裸露出来。接着再把这种待加工的硅晶片放置到具有化学活性的低温等离子体中,进行等离子体刻蚀。这种具有化学活性的等离子体通常是由氯气或碳氟气体放电产生的,它不仅含有电子和离子,还含有大量的活性自由基(如  $\text{Cl}^*$ ,  $\text{Cl}_2^*$ ,  $\text{F}^*$ ,  $\text{CF}^*$  等)。这些活性基团沉积到裸露的硅晶片上时,与硅原子相互结合而形成挥发性的氯化硅或氟化硅分子,从而对晶片进行各向异性刻蚀。另一方面,为了控制轰击到晶片上离子的能量分布和角度分布,还通常将晶片放置在一个施加射频或脉冲偏压的电极上面,在晶片的上方将形成一个非电中性的等离子体区,即鞘层。等离子体中的离子在鞘层电场的作用下,轰击到裸露的晶片表面上,并与表面层的硅原子进行碰撞,使其溅射出来,从而实现对各向异性刻蚀。

[0004] 正是由于在刻蚀工艺工程中,生成了大量的具有腐蚀性的活性自由基(如  $\text{Cl}^*$ ,  $\text{Cl}_2^*$ ,  $\text{F}^*$ ,  $\text{CF}^*$  等),会对等离子刻蚀工艺腔的内表面产生腐蚀作用,对腔室带来了污染,影响刻蚀效果,并且会使刻蚀工艺腔失效。早期的 90 年代的等离子刻蚀设备,在较小功率和单一等离子体发生源的情况下,铝基材层加上  $\text{Al}_2\text{O}_3$  涂层就可以满足等离子体对刻蚀工艺腔的蚀刻损伤。进入到 300mm 设备,随着等离子功率越来越大,等离子体对刻蚀工艺腔壁的损伤也越来越大,使得在刻蚀的过程容易发生如下问题:(1) 颗粒;(2) 工艺腔壁涂层剥落,导致等离子体直接与铝基材发生作用;(3)  $\text{Al}_2\text{O}_3$  零部件的寿命受到更高功率的限制。所以需要寻找一种途径对刻蚀工艺腔内表面进行改性,满足刻蚀工艺的需要。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的之一提供一种延长零部件寿命,减少颗粒的 ICP 刻蚀工艺腔室内表面等离子喷涂改性方法。

[0006] 根据本发明的一个方面,提供一种等离子体刻蚀工艺腔室内表面的改性处理方法,包括:对基材进行喷砂处理;及对喷砂处理后基材进行喷涂  $\text{Y}_2\text{O}_3$  处理。

[0007] 所述喷涂  $\text{Y}_2\text{O}_3$  时电弧电压 60 ~ 80V、电弧电流 350 ~ 600A、主气流量 40 ~ 90L/

min、副气流量 25 ~ 50L/min、送粉速度 15 ~ 100g/min、喷涂距离 80 ~ 135mm。

[0008] 所述还包括在喷涂过程中,采用空气喷吹方法或循环水冷方法来冷却基材。

[0009] 所述空气喷吹方法,冷却气体的流量为 100 ~ 2000L/min;循环水冷方法,冷却水的流量为 10 ~ 500L/min。

[0010] 所述喷砂处理是将基材表面采用棕刚玉或白刚玉进行处理。

[0011] 采用粒度范围为 50 ~ 100 μm 的白刚玉对基材进行喷砂处理。

[0012] 所述  $Y_2O_3$  为粉末,粒度范围为 5 ~ 50 μm,粉末的纯度应大于 99.95%。

[0013] 所述  $Y_2O_3$  粉末的纯度为 99.999%。

[0014] 本发明采用  $Y_2O_3$  粉末作为喷涂材料改性处理腔室内表面, $Y_2O_3$  涂层具有更加稳定的耐等离子蚀刻性能,可以延长腔室的寿命,并且在刻蚀工艺过程中减少颗粒。本发明改性处理过程中采用空气喷吹方法或者循环冷却水方法来冷却基材,提高了基材的冷却速度,防止刻蚀工艺腔在等离子喷涂过程中发生变形、融化,提高了刻蚀工艺腔的成品率。

### 附图说明

[0015] 图 1 为本发明实施例采用的  $Y_2O_3$  粉末的立方相结构的 XRD 图谱。

[0016] 图 2A 为本发明实施例采用的  $Y_2O_3$  粉末的 75 倍下的扫描电镜形貌图。

[0017] 图 2B 为本发明实施例采用的  $Y_2O_3$  粉末的 900 倍下的扫描电镜形貌图。

[0018] 图 3 为本发明实施例  $Y_2O_3$  涂层的立方相结构的 XRD 图谱。

[0019] 图 4A 为本发明实施例  $Y_2O_3$  涂层的 75 倍下的扫描电镜形貌图。

[0020] 图 4B 为本发明实施例  $Y_2O_3$  涂层的 1000 倍下的扫描电镜形貌图。

[0021] 本发明目的、功能及优点将结合实施例,参照附图做进一步说明。

### 具体实施方式

[0022] 实施例 1

[0023] 首先,选择单一立方相结构的  $Y_2O_3$  粉末作为喷涂材料,其纯度为 99.999%,粒度范围 5 ~ 50 μm;接着,对铝基材的刻蚀工艺腔内壁进行喷砂处理,喷砂材料为白刚玉,粒度范围为 50 ~ 100 μm。最后用等离子喷涂在刻蚀工艺腔的内壁制备涂层,等离子喷涂参数为:电弧电压 60V、电弧电流 550A、主气(Ar 气)流量 60L/min、副气( $H_2$  气)流量 30L/min、送粉速度 50g/min、喷涂距离 100mm。在喷涂过程中,采用空气喷吹方法来冷却基材,冷却气体的流量为 400L/min。

[0024] 由图 1XRD 图谱可以看出  $Y_2O_3$  粉体呈现单一的立方相,不包含其它的相;图 2 显微形貌,可以看出粉体为不规则的圆球状,呈现多孔结构,粒径为 5 ~ 50 μm。喷涂后由图 3XRD 图谱可以看出,涂层呈现单一的立方相结构,对涂层耐等离子蚀刻有益;图 4 从低倍照片可以看出,其表面主要呈现出球状,有大颗粒,也有小颗粒;从高倍照片看,局部区域呈现熔融结晶态。涂层表面没有裂纹,与铝基材结合紧密。利用金相法对涂层的孔隙率进行了测试,发现涂层的孔隙率为 5.58%,完全符合等离子刻蚀工艺要求。

[0025] 实施例 2

[0026] 首先,选择单一立方相结构的  $Y_2O_3$  粉末作为喷涂材料,其纯度为 99.95%,粒度范围 5 ~ 50 μm;接着,对铝基材的刻蚀工艺腔内壁进行喷砂处理,喷砂材料为棕刚玉,粒度范

围为  $50 \sim 100 \mu\text{m}$ 。最后用等离子喷涂在刻蚀工艺腔的内壁制备涂层,等离子喷涂参数为:电弧电压 80V、电弧电流 350A、主气 (Ar 气) 流量 40L/min、副气 ( $\text{H}_2$  气) 流量 25L/min、送粉速度 20g/min、喷涂距离 80mm。在喷涂过程中,采用循环水冷方法来冷却基材,冷却气体的流量为 200L/min。

#### [0027] 实施例 3

[0028] 首先,选择单一立方相结构的  $\text{Y}_2\text{O}_3$  粉末作为喷涂材料,其纯度为 99.99%,粒度范围  $5 \sim 50 \mu\text{m}$ ;接着,对铝基材的刻蚀工艺腔内壁进行喷砂处理,喷砂材料为白刚玉,粒度范围为  $50 \sim 100 \mu\text{m}$ 。最后用等离子喷涂在刻蚀工艺腔的内壁制备涂层,等离子喷涂参数为:电弧电压 70V、电弧电流 600A、主气 (Ar 气) 流量 90L/min、副气 ( $\text{H}_2$  气) 流量 50L/min、送粉速度 100g/min、喷涂距离 135mm。在喷涂过程中,采用空气喷吹方法来冷却基材,冷却气体的流量为 100L/min。

#### [0029] 实施例 4

[0030] 首先,选择单一立方相结构的  $\text{Y}_2\text{O}_3$  粉末作为喷涂材料,其纯度为 99.95%,粒度范围  $5 \sim 50 \mu\text{m}$ ;接着,对铝基材的刻蚀工艺腔内壁进行喷砂处理,喷砂材料为棕刚玉,粒度范围为  $50 \sim 100 \mu\text{m}$ 。最后用等离子喷涂在刻蚀工艺腔的内壁制备涂层,等离子喷涂参数为:电弧电压 75V、电弧电流 450A、主气 (Ar 气) 流量 60L/min、副气 ( $\text{H}_2$  气) 流量 35L/min、送粉速度 50g/min、喷涂距离 120mm。在喷涂过程中,采用循环水冷方法来冷却基材,冷却气体的流量为 50L/min。

#### [0031] 实施例 5

[0032] 首先,选择单一立方相结构的  $\text{Y}_2\text{O}_3$  粉末作为喷涂材料,其纯度为 99.95%,粒度范围  $5 \sim 50 \mu\text{m}$ ;接着,对铝基材的刻蚀工艺腔内壁进行喷砂处理,喷砂材料为棕刚玉,粒度范围为  $50 \sim 100 \mu\text{m}$ 。最后用等离子喷涂在刻蚀工艺腔的内壁制备涂层,等离子喷涂参数为:电弧电压 65V、电弧电流 400A、主气 (Ar 气) 流量 70L/min、副气 ( $\text{H}_2$  气) 流量 45L/min、送粉速度 90g/min、喷涂距离 90mm。在喷涂过程中,采用循环水冷方法来冷却基材,冷却气体的流量为 500L/min。

[0033] 上述实施例为本发明较佳的实施方式,但本发明的实施方式并不受上述实施例的限制,其他的任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化,均应为等效的置换方式,都包含在本发明的保护范围之内。

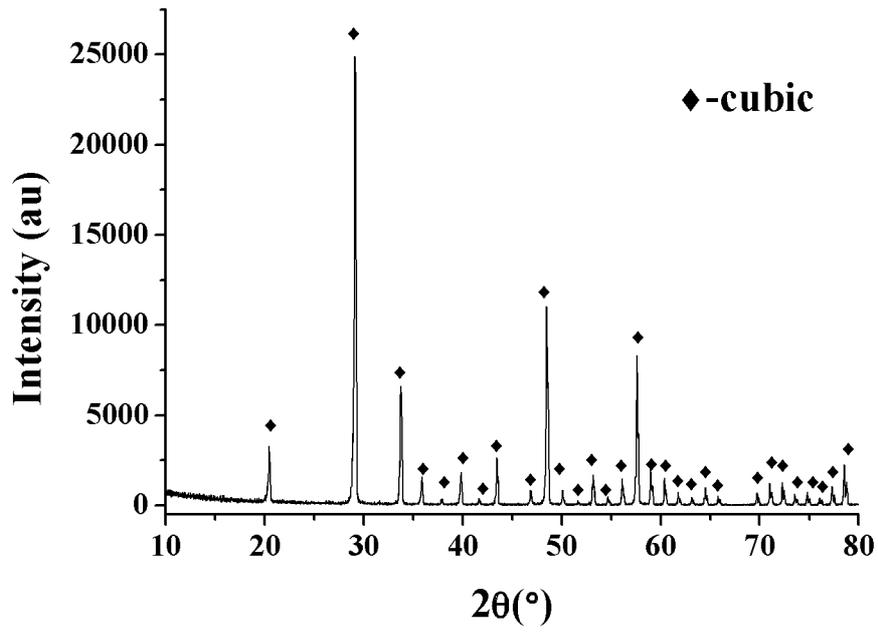


图 1

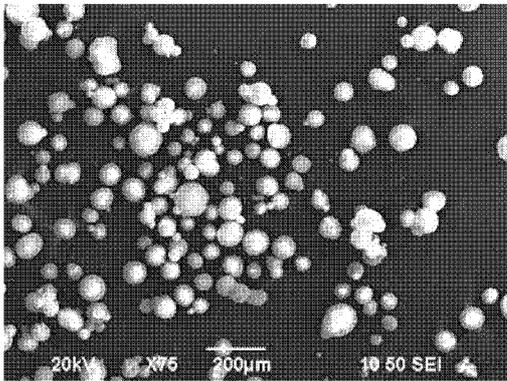


图 2A

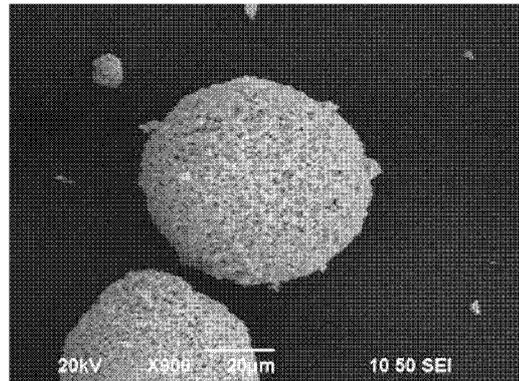


图 2B

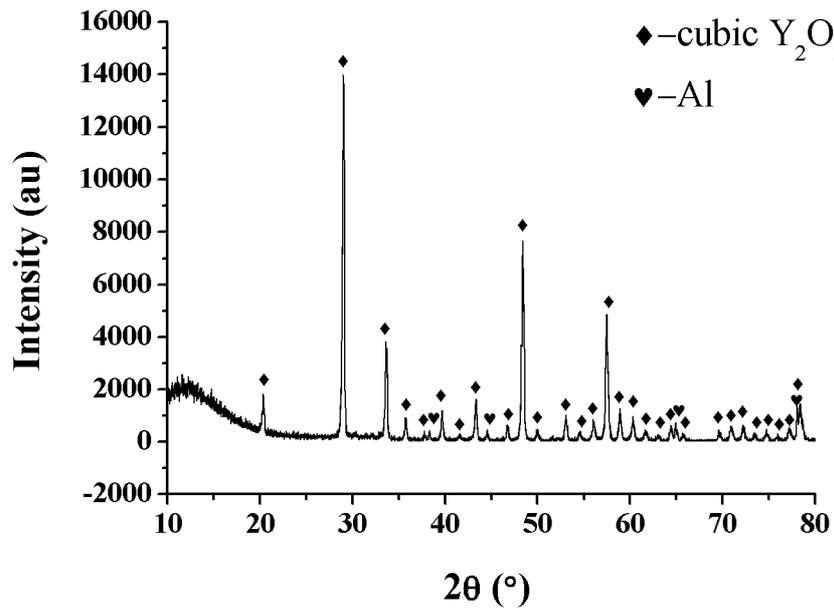


图 3

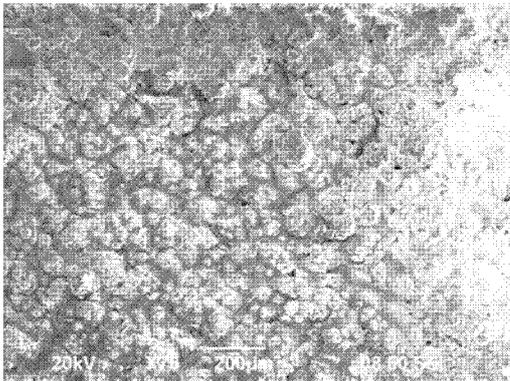


图 4A

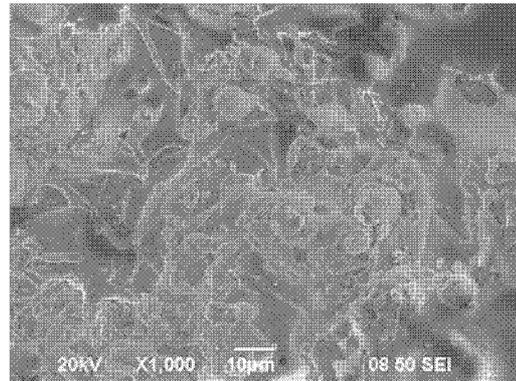


图 4B