



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1605117 B

(45) 授权公告日 2010.05.12

(21) 申请号 02824978.X

(22) 申请日 2002.12.12

(30) 优先权数据

60/341,135 2001.12.13 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2004.06.14

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2002/039906 2002.12.12

(87) PCT申请的公布数据

W02003/052808 EN 2003.06.26

(73) 专利权人 应用材料股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 阿杰·M·乔希

贝·曼·阿格尼丝·额

詹姆斯·A·施廷纳特

乌萨马·达杜 贾森·里吉斯

(74) 专利代理机构 隆天国际知识产权代理有限公司

公司 72003

代理人 王玉双 高龙鑫

(51) Int. Cl.

H01L 21/311 (2006.01)

(56) 对比文件

同上.

WO 00/30168 A1, 2000.05.25, 说明书第19-22、25-26、28-29页、附图1-12.

JP 2001-230387 A, 2001.08.24, 全文.

EP 0964438 A1, 1999.12.15, 说明书第三页第0011-0020段.

US 6232236 B1, 2001.05.15, 全文.

审查员 刘佳秋

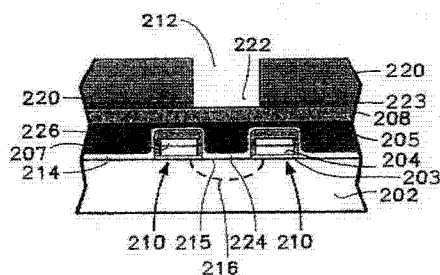
权利要求书 5 页 说明书 11 页 附图 2 页

(54) 发明名称

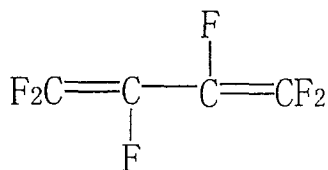
具有对氮化物肩部高度敏感性的自对准接触蚀刻

(57) 摘要

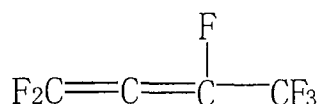
一种蚀刻半导体和介电质基板的方法和装置,是利用具有化学式 C_aF_b 的第一气体和具有化学式 $C_xH_yF_z$ 的第二气体的混合为主的等离子体,其中 $a/b \geq 2/3$,且其中 $x/z \geq 1/2$ 。此混合气体可在磁性增强反应式离子反应室中维持较低或中间程度的等离子体密度以提供绝佳角落镀层选择性,光刻胶层选择性,底部镀层选择性,及外部轮廓和底部特征尺寸控制的工艺。第一和第二气体的分配比例可在蚀刻时加以改变以提供蚀刻未掺杂氧化层薄膜或在此类薄膜上提供蚀刻中止的等离子体。



1. 一种蚀刻基板的方法,该方法包含:
提供至少包含一氧化层的一基板;及
蚀刻该氧化层,其中是以氧气和至少第一和第二气体混合为基底的等离子体;
其中该第一气体的化学式为 C_aF_b ,其中该第二气体的化学式为 $C_xH_yF_z$,其中 $a/b \geq 2/3$,
其中 $x/z \geq 1/2$,且其中 a, b, y 和 z 均大于 0 且 x 大于 1。
2. 如权利要求 1 所述的方法,其中 $x/y \geq 1/3$ 。
3. 如权利要求 1 所述的方法,其中上述的混合气体还包含氩气。
4. 如权利要求 1 所述的方法,其中 a 为 4。
5. 如权利要求 1 所述的方法,其中 x 的范围在 2 到 3 之间。
6. 如权利要求 1 所述的方法,其中上述的等离子体具有小于 $1 \times 10^{11}/\text{cm}^3$ 的密度。
7. 如权利要求 1 所述的方法,其中上述的等离子体具有范围在 $1 \times 10^9/\text{cm}^3$ 到 $1 \times 10^{11}/\text{cm}^3$ 的密度。
8. 如权利要求 1 所述的方法,其中上述的基板还包含一光刻胶层,且其中该等离子体对该光刻胶层的选择比至少为 6 : 1。
9. 如权利要求 1 所述的方法,其中上述的基板还包含一光刻胶层,且其中该等离子体对该光刻胶层的选择比至少为 8 : 1。
10. 如权利要求 1 所述的方法,其中上述的基板还包含一氮化层,且其中该等离子体对该氮化层的选择比至少为 20 : 1。
11. 如权利要求 1 所述的方法,其中上述的基板蚀刻将使得该基板形成一孔洞。
12. 如权利要求 11 所述的方法,其中上述混合气体于该蚀刻条件下的使用使得氟聚合物在至少该孔洞的一表面上沉积。
13. 如权利要求 11 所述的方法,其中上述的孔洞在至少一个方向的宽度小于 0.25 微米。
14. 如权利要求 11 所述的方法,其中上述的孔洞在至少一个方向的宽度小于 0.18 微米。
15. 如权利要求 11 所述的方法,其中上述的孔洞在至少一个方向的宽度小于 0.14 微米。
16. 如权利要求 1 所述的方法,其中上述的第二气体的化学式为 $C_2H_2F_4$ 。
17. 如权利要求 1 所述的方法,其中上述的第二气体为四氟乙烷。
18. 如权利要求 17 所述的方法,其中上述的第二气体为 1,1,1,2- 四氟乙烷。
19. 如权利要求 1 所述的方法,其中上述的第一气体为 C_4F_6 。
20. 如权利要求 19 所述的方法,其中上述的第一气体为



21. 如权利要求 19 所述的方法,其中上述的第一气体为



22. 如权利要求 1 所述的方法,其中上述的混合气体包含 C_4F_6 , $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$, 氧气和氩气。
23. 如权利要求 1 所述的方法,其中上述的混合气体还包含了一氧化碳。
24. 如权利要求 21 所述的方法,其中上述的蚀刻是在一反应室中进行,且其中氧气对 $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$ 流到该反应室中的流率比在 2 到 8 的范围内。
25. 如权利要求 23 所述的方法,其中氧气对 $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$ 流到该反应室中的流率比在 4 到 6 的范围内。
26. 如权利要求 21 所述的方法,其中上述的蚀刻是在一反应室中进行,且其中氧气对 C_4F_6 流到该反应室中的流率比在 0.5 到 1.0 的范围内。
27. 如权利要求 1 所述的方法,其中上述的混合气体在该蚀刻工艺时由第一混合气体变成第二混合气体,且其中该第二混合气体中该第二气体对该第一气体的摩尔比例要比该第一混合气体高。
28. 如权利要求 27 所述的方法,其中上述的基板包含了一层掺杂氧化层沉积于一层未掺杂氧化层之上,且其中该第一和该第二混合气体蚀刻该掺杂氧化层,而其中该第二混合气体蚀刻该未掺杂氧化层的速率要比该第一混合气体蚀刻该掺杂氧化层的速率低。
29. 如权利要求 1 所述的方法,其中上述的基板是在一磁性增强的反应式离子蚀刻器中加以蚀刻。
30. 如权利要求 29 所述的方法,其中上述的蚀刻器具有一阴极,且其中该阴极的温度位于 0 到 40°C 的范围内。
31. 如权利要求 1 所述的方法,其中上述的基板在压力范围 40 到 80mTorr 之间加以蚀刻。
32. 如权利要求 1 所述的方法,其中上述的基板在磁场强度小于 50Gauss 时加以蚀刻。
33. 如权利要求 1 所述的方法,其中上述的基板在磁场强度位于 10 到 40Gauss 的范围内加以蚀刻。
34. 一种蚀刻基板的方法,该方法包含 :
放置包含了第一镀层在一基板上的结构到反应室中,该第一镀层是选自介电层和半导体层所组成的组 ;
供应一反应混合气体到该反应室中,该混合气体包含了氧气、化学式为 C_aF_b 的第一气体和化学式为 $\text{C}_x\text{H}_y\text{F}_z$ 的第二气体,其中 $a/b \geq 2/3$ 且 $x/z \geq 1/2$, 且其中 a, b, y 和 z 均大于 0 且 x 大于 1 ;
供应足够的射频能量到该反应室中以建立蚀刻等离子体和垂直于该基板表面的联合电场 ;
供应磁场到该反应室中,该磁场是垂直于该电场且平行于该基板的表面 ;及
容许该等离子体蚀刻至少该第一镀层的一部分。
35. 如权利要求 34 所述的方法,其中还包含了下列步骤 :
涂布掩膜层于该第一镀层之上 ;及
形成一开口于该掩膜层中,以便由该开口曝露出该第一镀层。
36. 如权利要求 34 所述的方法,其中上述的第一镀层为氧化硅层。

37. 如权利要求 34 所述的方法,其中上述的第一镀层为硅层。

38. 如权利要求 34 所述的方法,其中上述的反应室配备有阴极,且其中该基板位于该阴极上。

39. 如权利要求 38 所述的方法,其中还包含了建立该阴极 -40°C 和 20°C 之间的温度的步骤,以便让该反应混合气体蚀刻至少一部分的该第一镀层。

40. 如权利要求 39 所述的方法,其中还包含了建立该阴极 0°C 和 20°C 之间的温度的步骤,以便让该反应混合气体蚀刻至少一部分的该第一镀层。

41. 如权利要求 34 所述的方法,其中上述的磁场为直流磁场。

42. 如权利要求 34 所述的方法,其中上述的磁场可分别控制方向和磁场强度。

43. 一种蚀刻基板的方法,该方法包含:

提供一基板,其中该基板选自半导体和介电质基板所组成的组;及

蚀刻该基板,其中是经由磁场增强反应式离子蚀刻工艺,该工艺包括在混合气体中加入氢基,其数量足以增加该反应混合气体对该基板至少一个参数值,该参数则选自蚀刻速率和选择比所组成的组;

其中该混合气体包含了氧气、化学式为 C_aF_b 的第一气体、和化学式为 $\text{C}_x\text{H}_y\text{F}_z$ 的第二气体,且其中 $a/b \geq 2/3$ 且 $x/z \geq 1/2$,且其中 a, b, y 和 z 均大于 0 且 x 大于 1。

44. 一种蚀刻基板的设备,该设备包含:

一反应室加以调整并放置欲蚀刻的基板;及

至少一贮存槽和该反应室互相连通,该至少一贮存槽加以调整而供应一混合气体到该反应室中,该混合气体包含了氧气、化学式为 C_aF_b 的第一气体和化学式为 $\text{C}_x\text{H}_y\text{F}_z$ 的第二气体,其中 $a/b \geq 2/3$ 且 $x/z \geq 1/2$,且其中 a, b, y 和 z 均大于 0 且 x 大于 1。

45. 如权利要求 44 所述的设备,其中上述的混合气体还包含了氧气。

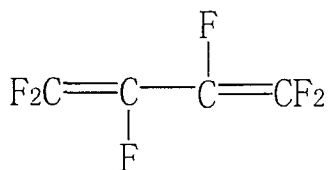
46. 如权利要求 44 所述的设备,其中上述的第二气体的化学式为 $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$ 。

47. 如权利要求 44 所述的设备,其中上述的第二气体为四氟乙烷。

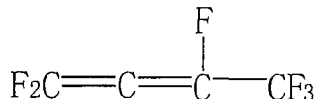
48. 如权利要求 44 所述的设备,其中上述的第二气体为 1,1,1,2-四氟乙烷。

49. 如权利要求 44 所述的设备,其中上述的第一气体为 C_4F_6 。

50. 如权利要求 44 所述的设备,其中上述的第一气体为



51. 如权利要求 44 所述的设备,其中上述的第一气体为



52. 如权利要求 44 所述的设备,其中上述的混合气体包含 C_4F_6 , $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$, 氧气和氩气。

53. 如权利要求 44 所述的设备,其中上述的混合气体还包含一氧化碳。

54. 如权利要求 52 所述的设备,其中上述的氧气对 $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$ 流入该反应室中的流率比位于 2 到 8 的范围间。

55. 如权利要求 52 所述的设备,其中上述的氧气对 $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$ 流入该反应室中的流率比位

于 4 到 6 的范围间。

56. 如权利要求 52 所述的设备,其中上述的氧气对 C_4F_6 流入该反应室中的流率比位于 0.5 到 1.0 的范围间。

57. 如权利要求 44 所述的设备,其中上述的混合气体在该蚀刻工艺时由第一混合气体变化到第二混合气体,且其中该第二气体对该第一气体的摩尔比在该第二混合气体要比该第一混合气体来得高。

58. 如权利要求 44 所述的设备,其中上述的至少一贮存槽包含第一、第二、第三和第四贮存槽,其中该第一贮存槽含有 C_4F_6 ,其中该第二贮存槽含有 $C_2H_2F_4$,其中该第三贮存槽含有氧气,且其中该第四贮存槽含有氩气。

59. 如权利要求 58 所述的设备,其中每个上述的第一,第二,第三和第四贮存槽配备有一控制阀以便控制该贮存槽的气体流率。

60. 如权利要求 44 所述的设备,其中还包含分析该反应室内的大气组成的装置。

61. 如权利要求 60 所述的设备,其中上述的至少一贮存槽包含至少第一和第二贮存槽,且其中该设备可因应该反应室内的大气组成而调整来自该第一和第二贮存槽的气体流量。

62. 如权利要求 60 所述的设备,其中上述的第一贮存槽含有 C_4F_6 ,其中该第二贮存槽含 $C_2H_2F_4$,其中来自该第一贮存槽的气体流率和来自该第二贮存槽的气体流率的比例介于 30 : 2 至 20 : 8 之间。

63. 一种蚀刻基板的方法,该方法包含下列步骤:

提供一基板,该基板选自半导体和介电质基板所组成的组;

蚀刻该基板,其中是利用包含了 C_4F_6 ,氧气和氩气的混合气体为主的等离子体,因而形成了一修正过的基板;及

更进一步蚀刻该修改过的基板,其中是利用了包含 C_4F_6 ,氧气,氩气和 $C_2H_2F_4$ 的混合气体为主的等离子体。

64. 一种蚀刻基板的方法,该方法包含下列步骤:

提供一基板,该基板包含了 (a) 含有掺杂氧化层的第一镀层,及 (b) 含有未掺杂氧化层的第二镀层;

蚀刻该基板,其中是利用包含了 C_4F_6 ,氧气和氩气的第一混合气体为主的等离子体,并形成下凹区而部分延伸穿过该第二镀层但未穿透到达该第一镀层,因而形成一修正过的基板;及

蚀刻该修正过的基板,其中是利用了包含 C_4F_6 ,氧气,氩气和 $C_2H_2F_4$ 的第二混合气体为主的等离子体以便延伸该下凹区到达该第一镀层。

65. 如权利要求 64 所述的方法,其中上述的第一镀层包含硼磷硅玻璃。

66. 如权利要求 64 所述的方法,其中上述的第二镀层包含四乙基偏硅酸。

67. 如权利要求 64 所述的方法,其中上述的第一和第二混合气体是不同的。

68. 如权利要求 64 所述的方法,其中上述的基板是以该第一混合气体加以蚀刻以形成仅仅部分延伸到该第二镀层的下凹区。

69. 如权利要求 64 所述的方法,其中上述的基板还提供了包含光刻胶层的第三镀层。

70. 如权利要求 64 所述的方法,其中上述的第二镀层是邻接于该第一镀层。

71. 一种刻蚀基板的方法,该方法包含:提供包含至少一氧化层的一基板,通过以氧气和至少第一和第二气体混合为基底的等离子体蚀刻该氧化层,其中该第一气体的化学式为 C_aF_b ,其中该第二气体的化学式为 $C_xH_yF_z$,其中 $a/b > 2/3$,其中 $x/z > 1/2$,且其中 a, b, y 和 z 均大于 0。

72. 一种刻蚀基板的方法,该方法包含:将包含至少一氧化层的一基板置于反应室中的基座组合上,在该基座组合和该反应室的侧壁与上盖之间建立磁场;通过以氧气和至少第一和第二气体混合为基底的等离子体蚀刻该氧化层,其中该第一气体的化学式为 C_aF_b ,其中该第二气体的化学式为 $C_xH_yF_z$,其中 $a/b \geq 2/3$,其中 $x/z \geq 1/2$,且其中 a, b, y 和 z 均大于 0 且 x 大于 1。

具有对氮化物肩部高度敏感性的自对准接触蚀刻

技术领域

[0001] 本发明是关于等离子蚀刻,特别是利用氟化物来进行介电材质的等离子蚀刻。

背景技术

[0002] 在微处理器和其它半导体组件的制造中,氧化物和氮化物为使用广泛的材料。由于经由离子注入或其它经常使用的注入方法可以很容易的将这些材料由介电质状态改变成半导体状态,因而氧化物将特别的有用。

[0003] 在许多半导体制造程序中,需要在氮化层的附近将一或多层的掺杂或未掺杂的氧化层蚀刻出孔洞。其中一个范例为如图 1 中所描述的具有自对准接触孔洞 (SAC) 结构的晶片型式的制造。于此构造中,两个栅极结构 10 形成于硅基板 2 之上且由间隔 12 分隔开。此栅极结构和间隔的底部均匀的覆盖一层氮化硅层 14,接着并覆盖了场氧化层 18。

[0004] 在制造工艺的某些阶段,场氧化层必需往下蚀刻到氮化层上,使得氮化层在间隔底面的部分 24 可以移除,并和形成于硅基板内部的 n 型或 p 型井 16 形成电性接触。在此制造工艺步骤中,非常重要的一点是位于栅极结构上的氮化层厚度不可减少太多,因为如此将使得整个组件电性短路的机会增加并因而严重影响了组件特性。

[0005] 不幸地,栅极结构的肩部上的氮化层很容易在制造工艺步骤中变薄或“磨薄”,此乃由于其几何位置和在蚀刻工艺中曝露在蚀刻等离子体中的时间长度二种原因的影响。因此对于角落部分氮化层的蚀刻等离子体高度选择性就非常重要了。同时在蚀刻工艺中蚀刻等离子体对于光刻胶的选择性也很重要,如此方能得到正确的孔洞尺寸和几何外观。再者,蚀刻工艺不会将孔洞延伸到间隔 12 以下的 n 型或 p 型井 16 内也非常重要,因为如此将会对组件的特性有不良影响。因此,蚀刻工艺能够在掺杂氧化层上产生蚀刻中止的能力,及/或在栅极结构间所延伸的平坦氮化层部分具高度选择性也是非常重要的。

[0006] 多种碳氟化合物已在现今的蚀刻状况加以探索,特别是包含图 1 中所描绘的 SAC 结构,部分则是由于碳氟化物所提供的高选择性。因此,在美国专利号 6,174,451 (Hung 等人) 中,图 1 中所描绘的基板蚀刻是经由两个工艺步骤完成。第一个步骤利用 C_4F_6 /氩气 (Ar) 在主要的蚀刻中移除场氧化层直到均匀的氮化硅层为止。第二个步骤则利用 C_4F_6 /氩气 (Ar)/ CH_2F_2 来进行过度蚀刻,之所以如此称呼是因整个氧化层蚀刻时间设定要比氧化层的设计厚度所需的蚀刻时间来得高。过度蚀刻可补偿由于 Hung 等人的基板具有波浪状表面的事实,使得氧化层的厚度产生不同的变化。因此需要过度蚀刻来确保氧化层的穿透。接着在后续的金属掺杂步骤之前利用 CH_2F_2 /氧气 (O_2)/氩气 (Ar) 来蚀刻氮化层。主要的蚀刻可提供具有良好垂直轮廓的孔洞,而具有强烈聚合作用的 CH_2F_2 则使得氟聚合物沉积在角落的氮化物上,因而提供了薄化的某种保护作用。此参考文献主张在主要蚀刻中使用具有 3 或多个碳原子且具有 F/C 比至少为 1 但小于 2 的碳氟化合物。

[0007] 虽然于例如美国专利号 6,174,451 (Hung 等人) 等所揭露的方法代表了传统上相当显著的进步且可用于广泛的状况,但这些方法是用于较大的特征尺寸。因此,用于 Hung 等人的 SAC 的沟渠开口约为 0.35 微米。然而,现今许多半导体组件常需要小于 0.25 微米

的沟渠开口,有时甚至小到 0.14 微米或者更小。

[0008] 不幸地,揭露于 Hung 等人的方法的功效将因特征尺寸的降低而降低。部分原因是因为缩小的特征尺寸利用了较薄的氮化层,因而需要等离子体对氮化物有更高的选择性,特别是在角落上的氮化层。因而,例如具有 0.25 微米间隔的组件其氮化层厚度约为 500 到 700 埃,比 0.35 微米间隔的相对组件要薄约 100 到 200 埃。不幸地,用于 Hung 等人的主要蚀刻中的化学作用(最显著的为 C_4F_6 /氩气(Ar))对于特征尺寸小于约 0.25 微米的组件其较薄的氮化层有选择性不足的问题,结果是在角落的氮化层产生了无法接受的薄化程度。再者,虽然理论上可以计算场氧化层主要蚀刻的时间以便到达角落的氮化层时终止蚀刻,但实际上此时间将因受到相当多工艺变量影响的事实而难以完成,故每次蚀刻都会有相当不同的变化。

[0009] 再者,包含小特征尺寸的许多应用中,需要蚀刻位于掺杂硅的有源区上的氧化层,此有源区的掺杂是以离子注入法或其它方法形成。这些有源区通常的厚度要小于欲蚀刻孔洞的深度(氧化层厚度)。然而,例如 C_4F_6 /氩气(Ar)的化学作用对于掺杂和未掺杂氧化层为非选择性(也就是说,掺杂和未掺杂氧化层具有相似的蚀刻速率)。基于上面所述的时间问题,使用非选择性氧化层蚀刻来蚀刻图 1 中所示的基板,并且控制蚀刻时间使其蚀刻大部分或全部的氧化硅层而不蚀刻到均匀氮化层的平坦部分且进入底部 p 型或 n 型井的有源硅区中将非常困难。

[0010] 某些氟利昂(Freon)134 化学品的使用如 $C_2H_2F_4/CHF_3$ /氩气(Ar)也已在蚀刻工艺中加以开发研究。这些化学作用可促进保护性的氟聚合物层在蚀刻孔洞侧壁形成,因而也提供了角落的氮化层避免薄化的某些保护作用。然而,虽然这些化学作用具有所需的性质,但到今天为止其配方和方法并无法应用在特征尺寸约 0.18 微米以下的蚀刻,因其产生了多余的聚合物沉积而导致特征尺寸的闭塞及不完全蚀刻。

[0011] 因而,于此技术中仍需要有对于光刻胶和氮化层(包括平坦氮化层和角落氮化层两者)具有高度选择性的蚀刻化学,其不致承担太多的聚合物沉积,且适合在小特征尺寸(例如,小于约 0.18 微米)的组件上使用。此需求及其它的需求均可由下面所要描述的本发明来满足。

发明内容

[0012] 于一方案中,本发明是有关于蚀刻一基板,如半导体或介电质基板的方法,并利用氧气(O_2)和至少具有化学式 C_aF_b 的第一气体和具有化学式 $C_xH_yF_z$ 的第二气体的混合气体等离子体。这些气体的化学组成需符合下述条件中至少一个,更典型地至少两个,最典型地则为符合所有的条件:

[0013] $a/b \geq 2/3$;

[0014] $x/z \geq 1/2$; 且

[0015] $x/y \geq 1/3$ 。

[0016] $C_xH_yF_z$ 的分解可产生蚀刻孔洞侧壁上依附良好的独特聚合物,因而产生了对角落氮化物的高选择比。再者,由于混合气体中也包含了氧气(O_2),此等离子体更用来蚀刻具有极小特征尺寸(例如,小于约 0.25 微米)的进一步结构而不会造成孔洞的阻塞。因此,本方法更适合用来蚀刻例如其栅极结构之间的间隔小于约 0.25 微米,小于约 0.18 微米,且甚

至小于约 0.14 微米的 SAC 结构。

[0017] 于另一方案中,本发明是有关于蚀刻一含有未掺杂氧化层和掺杂氧化层的基板的方法。此基板包括了例如在栅极结构之间的间隔小于约 0.25 微米的 SAC 结构,于栅极结构之上的氮化物覆盖层,及位于此覆盖层之上的未掺杂氧化层和掺杂氧化层,而掺杂氧化层位于未掺杂氧化层和氮化物覆盖层之间。接着未掺杂氧化层利用包括了化学式 C_aF_b 的第一气体的气体流所产生的等离子体加以蚀刻,直到抵达掺杂氧化层为止。掺杂氧化层的到达可用例如光谱仪分析工具来检测掺杂质的出现而决定,或由其它适合的方法。接着,掺杂氧化层利用包括了化学式 $C_xH_yF_z$ 的第二气体的气体流所产生的等离子体加以蚀刻。这些气体的化学组成需符合下述条件中至少一个,更典型地至少两个,最典型地则为符合所有的条件:

[0018] $a/b \geq 2/3$;

[0019] $x/z \geq 1/2$; 且

[0020] $x/y \geq 1/3$ 。

[0021] 如同上面所提到的,由于 $C_xH_yF_z$ 使得新的氟化聚合物沉积于孔洞的侧壁而保护了底部的氮化层不被蚀刻,此些气体比起 C_aF_b 要有较佳的角落氮化层选择比。另一方面,在主蚀刻中 C_aF_b 的使用可以比单独使用 $C_xH_yF_z$ 产生较佳的孔洞垂直轮廓的优点。再者, C_aF_b 为非选择性的氧化层蚀刻,而某些 $C_xH_yF_z$ 的混合气体(例如 $C_2H_2F_4$ 和 CHF_3 和氩气(Ar))则显示了在未掺杂氧化层上的蚀刻中止特性。一般来说,第一气体为 C_4F_6 且第二气体为 $C_2H_2F_4$ 。

[0022] 于另一方案中,本发明是有关于蚀刻一基板如半导体或介电质基板的方法,并利用 C_4F_6 和 $C_2H_2F_4$ 混合气体为主所产生的等离子体。此混合气体一般还包含了氧气(O_2),也包含了氩气(Ar)或其它惰性气体以作为载气。

[0023] 于另一方案中,本发明是有关于蚀刻一基板如半导体或介电质基板的方法,并包含了首先以 C_4F_6 为主所产生的等离子体来蚀刻此基板,接着以 $C_2H_2F_4$ 为主所产生的等离子体来蚀刻此基板的步骤。

[0024] 再于另一方案中,本发明是关于蚀刻一基板的方法,并至少包含了步骤(a)放置一基板上含有第一镀层的结构于反应室中,该第一镀层则选自介电层和半导体层所组成的组中;(b)供应反应混合气体到反应室中,此混合气体包含了具有化学式 C_aF_b 的第一气体和具有化学式 $C_xH_yF_z$ 的第二气体,其中 $a/b \geq 2/3$ 且 $x/z \geq 1/2$;(c)供应足够的射频能量到反应室中以建立蚀刻等离子体和垂直于基板表面的结合电场;(d)供应磁场到反应室中,此磁场实质上垂直于电场且平行于基板的表面;及(e)让此等离子体蚀刻至少第一镀层的一部分。

[0025] 再于其它的方案中,本发明是关于蚀刻基板的方法,包含了步骤(a)提供一选自半导体和介电质基板所组成的组的基板;及(b)蚀刻此基板,其中是以磁性增强反应式离子蚀刻工艺,此工艺包括了加入氢基来源到混合气体中,其数量足以增加至少一个参数值,此参数则选自基板的反应混合气体的蚀刻速率和选择比所组成的组中。此混合气体包含了具有化学式 C_aF_b 的第一气体和具有化学式 $C_xH_yF_z$ 的第二气体,其中 $a/b \geq 2/3$ 且 $x/z \geq 1/2$ 。

[0026] 再于另一方案中,本发明是关于一种蚀刻基板的设备,其至少包含一反应室加以调整并放置欲蚀刻的基板,且至少一贮存槽和此反应室互相连通。此至少一贮存槽可加以调整而供应混合气体到反应室中,该混合气体包含了化学式为 C_aF_b 的第一气体和化学式为

$C_xH_yF_z$ 的第二气体,其中 $a/b \geq 2/3$ 且 $x/z \geq 1/2$ 。此混合气体一般也包含了氧气。

[0027] 于另一方案中,本发明是关于蚀刻基板的方法,至少包含了步骤 (a) 提供一基板,此基板是选自半导体和介电质基板所组成的组;(b) 蚀刻此基板,是利用至少含有 C_4F_6 、氧气 (O_2) 和氩气 (Ar) 的混合气体为主的等离子体,因而形成了修改后的基板;及 (c) 更进一步蚀刻此修改后的基板,是利用至少含有 C_4F_6 、氧气 (O_2)、氩气 (Ar) 和 $C_2H_2F_4$ 的混合气体为主的等离子体。

[0028] 再于另一方案中,本发明是关于蚀刻基板的方法,至少包含了步骤 (a) 提供一基板,此基板包含了 (i) 第一镀层, (ii) 包含掺杂氧化层如硼磷硅玻璃的第二镀层, (iii) 包含抗反射材质的第四镀层,和 (iv) 第三镀层,位于第二和第四镀层之间,且包含了未掺杂氧化层如四乙基偏硅酸 (tetraethylorthosilicate);(b) 蚀刻此基板,并利用含有 C_4F_6 、氧气 (O_2) 和氩气 (Ar) 的第一混合气体为主的等离子体,以形成延伸经过第四镀层的凹洞且至少部分穿过第三镀层,但并不延伸到第二镀层;及 (c) 更进一步蚀刻此基板,并利用含有 C_4F_6 、氧气 (O_2)、 $C_2H_2F_4$ 和氩气 (Ar) 的第二混合气体为主的等离子体,并且延伸凹洞进入第二镀层。

[0029] 在其它的方案中,本发明是关于等离子蚀刻工艺中控制外观及 / 或湿清洁之间的平均晶片 (Mean Wafer Between Wet Clean; MWBWC) 效能。依照此方法,包含了 $C_xH_yF_z/C_aF_b$ / 氧气 (O_2) 的混合气体是用于此蚀刻工艺中。 $C_xH_yF_z/C_aF_b$ / 氧气 (O_2) 的比例加以适度运用以控制聚合程度,并因而控制外观和湿清洁之间的平均晶片 (MWBWC) 效能。

[0030] 在其它的方案中,本发明是关于配备有 SAC 结构的基板,SAC 结构至少包含第一和第二栅极结构位于一硅基板上。此栅极结构之间具有小于约 0.25 微米的间隔,一般为小于约 0.18 微米,且最典型为小于约 0.14 微米,并且覆盖了一层氮化硅层。一未掺杂氧化层则位于氮化硅层之上,且一掺杂硅氧化层位于未掺杂氧化层和氮化硅层之间。一般来说,掺杂氧化层的厚度足以覆盖此 SAC 结构。此结构更适于应用在包含 C_4F_6 和 $C_2H_2F_4$ 为主的混合气体 (混合气体中更可包含氧气 (O_2) 及 / 或氩气 (Ar)) 的等离子蚀刻操作中,或在以包含 C_4F_6 的第一气体流和包含 $C_2H_2F_4$ 的第二气体流 (此第一和第二气体流更可包含氧气 (O_2) 及 / 或氩气 (Ar)) 加以蚀刻的等离子蚀刻操作中,其中可利用光谱学方法通过检测蚀刻反应室环境中来自掺杂氧化层的掺杂质的浓度增加来决定未掺杂氧化层蚀刻的终点。如此一来,即便工艺参数有所变化仍可有效控制蚀刻方式,并避免氮化层的变薄现象。

附图说明

[0031] 图 1 为传统的 SAC 结构的示意图;

[0032] 图 2 为用于本发明不同实施例的例举蚀刻反应室示意图;

[0033] 图 3 为利用本发明的方法蚀刻 SAC 结构的示意图。

具体实施方式

[0034] 在详细说明之前,需注意的,本说明书和后附的权利要求书中,单数形态“a”、“an”、和“the”均包括了多个参考物,除非文章里特别指明。

[0035] 在此所列的百分比 (%) 为气体体积百分比,且在此所列的气体组成均为体积比例。

[0036] 在此所用的“选择比”是用来做为 a) 两或多种材料的蚀刻比率和 b) 当一种材料的蚀刻率和另外一种材料相差很大的蚀刻情况。

[0037] 在此所使用的“氧化物”一般为二氧化硅和其它普通 SiO_x 化学式的氧化硅, 及其它相当接近的材料如硼磷硅玻璃 (BPSG) 和其它的氧化玻璃。

[0038] 在此所使用的“氮化物”为氮化硅 (Si_3N_4) 和其化学计量变化物, 后者一般包含了化学式 SiN_x , 其中 x 介于 1 和 1.5 之间。

[0039] 现在即参考附图较完整的描述本发明, 其中并显示本发明较佳实施例。然而, 本发明可在许多不同形式上加以体现, 并不限于这里所描述的实施例。

[0040] 本发明利用了含有特殊碳氟气体的气体流以产生适合蚀刻基板的等离子体。此欲蚀刻的基板一般包含了氧化物、氮化物及 / 或其它用于半导体组件制造的半导体或介电材料型式。

[0041] 有许多种气体可用于本发明的气体流中。在此气体流中所使用的特别选择的气体则与欲蚀刻的特殊基板或材料、气体对一或多种欲蚀刻材料如氮化层或光刻胶层所需要的选择比、蚀刻工艺中特殊工艺点和其它种种类似的因素等有关。再者, 气体流的组成可为因时间而变化的函数或者蚀刻操作的进展的函数。

[0042] 然而, 用于本发明的较佳气体则定义为一般化学式 C_aF_b 和 $\text{C}_x\text{H}_y\text{F}_z$ 。典型地, 虽然在某些实施例中第一和第二气体分别在独立的工艺步骤中加以使用, 本发明所利用的气体流则包含了具有化学式 C_aF_b 的第一气体和具有化学式 $\text{C}_x\text{H}_y\text{F}_z$ 的第二气体的混合。因此, 例如第一气体可能应用在第一蚀刻步骤 (例如主要的蚀刻中), 且第二气体可能应用在第二蚀刻步骤 (例如过度蚀刻中)。这些气体的化学组成将使得至少有一项, 或者至少有二项, 最好则是下列所有的条件均符合:

[0043] $a/b \geq 2/3$;

[0044] $x/z \geq 1/2$; 且

[0045] $x/y \geq 1/3$ 。

[0046] 于较佳实施例中, 第一气体为 C_4F_6 且第二气体为 $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$ (氟利昂 (Freon) 134)。然而, 在某些情况中, 也适合将氟利昂 (Freon) 134 以 CH_3F ($x/y = 1/3$), CH_2F_2 ($x/y = 1/2$), 及 / 或三氟甲烷 (CHF_3 , $x/y = 1$) 来替代。同时, 在某些情况中也适合将 C_4F_6 以八氟环丁烷 (C_4F_8) 来替代。

[0047] 用于本发明的气体流一般也包含了惰性载气。氩气为较佳的载气, 部分是因为其价钱低廉且容易由许多商业来源取得。然而, 其它的惰性气体如氮气, 氦气或氙气等也可用于本发明的情况。

[0048] 用于本发明的气体流一般也包含了氧气 (O_2)。氧气加到本发明的气体流中可提供数个优点。特别是许多气体, 例如 $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$, 并不能用于蚀刻栅极结构间的间隔小于 0.18 微米的 SAC 结构, 因为在典型的蚀刻条件下会产生多余的聚合作用而阻塞了欲蚀刻的孔洞。相较之下, 含有氧气 (O_2) 和 C_4F_6 的气体流用来蚀刻此类结构则不会产生孔洞的阻塞。而的确 C_4F_6 / 氧气 (O_2) 已经成功的用于蚀刻小于约 0.14 微米的特征尺寸。在某些情况中, 类似的结果也可以臭氧或某些部份添加氟素或全氟乙醚 (perfluorinate ether) 的气体取代氧气而得到。

[0049] 于某些实施例中, 气体流也可包含了一氧化碳 (CO)。使用一氧化碳 (CO) 的优点是

在某些例子其可用来增加等离子体的碳原子含量,因而可达到高程度的聚合作用。此作用在例如光刻胶层需要有极高的选择比的范例中变得非常重要。习知的其它添加物也可因不同的目的而加入气体流中。

[0050] 由本发明的气体流所产生的等离子体包含了具所需的碳浓度的适量碳氟根 CF_n ($n = 1, 2, 3$)。经由适度的工艺参数处理,例如 $C_4F_6/C_xH_yF_z$ 和 C_4F_6 /氧气 (O_2) 气体比例,整个气体流量,添加的气体流量,射频功率,反应室压力,和 B 电场强度,可在被蚀刻的基板表面上产生适度的聚合作用。所形成的高碳原子浓度聚合物在大范围的介电层蚀刻应用中提供了绝佳的功效,并改善了角落和平坦氮化物的选择比,光刻胶层的选择比,底层选择比,和底部关键尺寸的均匀度。

[0051] 再者,借由调整气体流中 $C_xH_yF_z/C_4F_6$ /氧气 (O_2) 的比例及其所产生的聚合作用程度,即可达到较佳的外观轮廓控制和湿清洁之间的平均晶片 (MWBWC) 功效。另外,由于等离子体含有较少的自由氟原子,因而使得蚀刻工艺对欲蚀刻的薄膜较不敏感。故在掺杂和未掺杂的介电层之间较不需要进行参数调整。

[0052] 上面所定义的第一和第二气体的混合特别适用于本发明并可提供数个优点。因此,例如可发现以 $C_xH_yF_z$ 气体为主的等离子体对未掺杂的氧化层具选择能力。然而,足量的 C_4F_6 加入工艺混合气体中可使得产生的等离子体蚀刻未掺杂氧化层到所需的深度而不需任何蚀刻中止步骤。相反地,当需要在未掺杂氧化层上进行蚀刻中止步骤时, C_4F_6 在混合物中的比例也可用来做为工艺的点。特别地,当未掺杂氧化层趋近于中止蚀刻时, C_4F_6 在混合气体中的比例可加以调降(有需要时甚至到零)。光谱技术或其它适当的方法可用来检测掺杂或未掺杂氧化层的蚀刻程度,典型的方法为监视反应室的气氛而增加或减少掺杂物浓度。

[0053] 混合气体也可依照本发明的需求而提供高的氮化物选择比,特别是当这些混合物包含氧气时。因此,例如 C_4F_6 /氧气 (O_2)/氩气 (Ar)/ $C_2H_2F_4$ 的化学物可提供 SAC 应用中侧壁氮化物和平坦氮化物良好的保护作用。对比之下, C_4F_6 /氧气 (O_2)/氩气 (Ar) 的化学物并未显现高的角落氮化物选择比,但其仍然具有良好的平坦氮化物选择比。

[0054] 依照本发明所进行的蚀刻一般是于低压反应室中使用等离子体来蚀刻维持于其中的基板。适合于本发明的蚀刻组件并没有特别限制。更明确的说,本发明所使用的方法可利用许多已知的等离子体反应器加以实现。此类的反应器包括了,例如 IPS 蚀刻反应器,其可由 Applied Materials 公司购得并且描述于美国专利号 6,238,588 (Collins 等人) 和欧洲专利公告号 EP-840,365-A2 中,及描述于美国专利号 6,705,081 和 6,174,451 (Hung 等人) 中的反应器。

[0055] 然而,本发明所使用的方法一般是利用磁场增强反应式离子蚀刻 (MERIE) 反应室中加入低或中密度等离子体而加以实现的。此蚀刻反应室和气体贮存槽连接以产生等离子体。这些贮存槽可能包含了例如氩气 (Ar), 氧气 (O_2), 一氧化碳 (CO), 氨 (NH_3), $C_xH_yF_z$ 和 C_4F_6 等气体的圆柱状钢瓶。

[0056] 图 2 为适用于本发明的 MERIE 系统 100 的简化示意图。此系统 100 包括了工艺反应室 101。反应室 101 包含了一组侧壁 102, 底层 104 和上盖 106 而定义出密闭空间。气体面板 110 则供应反应气体(蚀刻化学物)到反应室 101 所定义的密闭空间中。系统 100 更包括了射频电源 122 和匹配电路 120 以驱动基座组合 108, 使得基座组合 108 和反应室侧壁

102 及上盖 106 之间产生电场。一组线圈 103 则排列在反应室 101 的侧壁 102 周围以便控制等离子体 124 的磁场。

[0057] 基座组合 108 包含了基座 114 位于反应室 101 中心的阴极 112 上并由环状 118 所围绕。基座上则有例如半导体晶片的工件 116 欲在反应室 101 中进行处理。等离子体反应室 101 利用电容耦合式射频功率以产生并维持低能量等离子体 124。等离子体可以是低、中或高密度,但本发明中则较适合低到中密度的等离子体。射频功率是由射频电源 122 产生一或多个射频频率到匹配电路 120 加以耦合的。上盖 106 和侧壁 102 乃加以接地并作为射频功率的接地电位(阳极)。在图 2 所示的结构中,电源供应 122 经由匹配电路 120 提供射频功率来控制等离子体密度。

[0058] 于半导体晶片制造工艺中,阴极 112 由铝金属等导体材料所制成。基座 114 一般则由聚合物如聚酰亚胺(polyimide)或陶瓷材料如氮化铝或氮化硼所制成。工件 116(也就是半导体晶片)则由硅所制成。耦合到等离子体的电场通过工件和基座二个部分。由于阴极和工件由不同材料所制成,这些材料对于等离子体也有不同的效应。结果,在晶片边缘 126 上的等离子体参数有不同的变化并产生不同的制造工艺均匀性。为改善晶片边缘的制造工艺均匀性,环状 118 乃加以围绕并和部分的基座 114 重迭。环状 118(也称作制造工艺配件)通常由石英所制成。

[0059] 使用时,经由气体面板 110 可从一或多个气体源供应气体流。一般地,这些气体源为含有不同蚀刻化合物成分如氩气(Ar),氧气(O_2), C_4F_6 和 $C_2H_2F_4$ 的加压槽,并由一或多个气体进料口连接到气体面板上。气体源一般由系统控制器直接或间接的加以控制,而制造工艺配方则储存在系统控制器的磁性或半导体内存中,因此来自这些气体源的气体流可以在反应室氛围中独立的调节以控制或调整化合物的组成。真空抽气系统则连接到反应室以维持反应室的压力。

[0060] 多种配件及对 MERIE 反应室和技术的改良发展对于本发明的实施有着正面的效益。例如,美国专利号 6,232,236(Shan 等人)描述了在 MERIE 反应室中的晶片表面上等离子体均匀性和离子能量的控制和原子团的均匀性等改良方法,以便提供更均匀且重复性的晶片蚀刻。Shan 等人所描述的这些方法和其改善的 MERIE 反应室也可用于实施本发明。

[0061] 光学放射光谱学(OES)可有效的在本发明等离子蚀刻中做为终点蚀刻检测监视程序。在图 2 中所描绘的反应室型式中,例如可以提供一光纤穿过反应室壁的孔洞,以帮助侧面观察晶片上的等离子体区域。一光学检测系统连接到光纤的另一端,其并可包括一或多个光学滤光器和处理电路以便调节到等离子体中一或多个成分的等离子体放射光谱。不管是未处理的检测讯号或触发讯号均供应到系统控制器中,系统控制器并在新讯号产生或旧讯号衰减等状况下利用此讯号来决定蚀刻工艺中的步骤是否完成。系统控制器并可借此决定程序来调整工艺配方或终止此蚀刻步骤。

[0062] 本发明的某些应用中,欲蚀刻的基板可设计并利用此优点来决定蚀刻终点。例如,具有小特征尺寸的进一步结构如 SAC 结构中,其栅极结构之间的间隔小于约 0.25 微米,角落的氮化物选择比就非常重要了。而部分原因是因此较小特征尺寸需要较小厚度且均匀的氮化层覆盖于栅极结构上的事实(一般的范围在 500 到 700 埃之间)。由于角落的氮化物一般较容易变薄,因而需要进一步增加等离子体的角落氮化物选择比以补偿此趋势。

[0063] 于本发明中,借由沉积一未掺杂氧化层和一掺杂氧化层于 SAC 结构上,并将掺杂

层位于未掺杂层和均匀氮化层之间即可解决上述问题。未掺杂氧化层接着在主要蚀刻程序中利用如 C_4F_6 的化学品加以蚀刻以提供良好的垂直轮廓。接着利用 OES 在形成掺杂氧化层的掺杂物（通常的材料为硼）的蚀刻反室环境中检测其出现时机，并标示主要蚀刻的终点。蚀刻化学品接着变成 $C_2H_2F_4$ 或其它材料以提高角落氮化物选择比。此改变化学品的方式可在终点到达时完全以 $C_2H_2F_4$ 代替 C_4F_6 ，或者仅仅是在气体流中增加 $C_2H_2F_4$ 的浓度且同时减低 C_4F_6 的浓度来做到。经由此两步骤工艺的使用，当孔洞的深度接近氮化层时主要蚀刻较容易控制并停止，因而避免了氮化层的变薄。

[0064] 未掺杂氧化层结合主要蚀刻剂 C_4F_6 的使用，其优点是 C_4F_6 提供了良好的垂直轮廓而不会阻塞孔洞。相反的，由于聚合作用的缘故，在某些应用中光使用 $C_2H_2F_4$ 化学品将使孔洞变细而终致孔洞顶端阻塞的结果。然而，熟知此项技术的人都可理解，当某些应用只需要较浅的孔洞（例如，小于约 3000 到 4000 埃）且因此阻塞的可能性降到最低而良好的垂直轮廓变得不那么重要时，整个氧化层即可加以掺杂，而在单一蚀刻步骤中也可利用 $C_2H_2F_4$ 来定义出孔洞。

[0065] 本发明的方法可制造出数种型式的进阶结构。此类进阶结构的一范例为图 3 的截面所示的两个晶体管的自对准接触孔洞（SAC）结构。此 SAC 结构位于例如氧化硅或氮化硅的硅基板 202 之上。此 SAC 结构是由沉积栅极氧化层 203，多晶硅层 204（可为掺杂或未掺杂）和氧化层硬掩膜 205，并以光刻蚀刻工艺在此些镀层上形成两个距离相近的栅极结构 210 和之间的间隔 212。

[0066] 接着利用化学气相沉积法在晶片上的栅极结构 210 的顶端和侧面及间隔 212 的底部 215 上沉积一层厚度约 100 到 500 埃的均匀氮化硅（ Si_3N_4 ）层。氮化层的作用如同一电性绝缘层。掺杂离子利用栅极结构 210 作为掩膜进行离子注入而形成 p 型或 n 型井 216，其作为两个晶体管的不同栅极 210 的公共源极。晶体管的漏极结构则未标示出来。

[0067] 一氧化层沉积于先前所定义出的结构上。此氧化层一般具有约 9000 埃的厚度且可为单一场氧化层，或者如图 3 中所示的为一两部分的结构，其中第一部分 5000 埃厚度的镀层 207 为四氧乙基硅（TEOS）/PET cos/PSG（以硼磷硅玻璃（BPSG）/磷硅玻璃（PSG）填入栅极间的间隔中），而接下来的 4000 埃则为未掺杂氧化层 208。

[0068] 大约 4000 埃和约 9000 埃之间的光刻胶层 220 沉积于氧化层 207、208 之上并以光刻胶图案定义成掩膜层，接着后续的氧化层蚀刻步骤在氧化层 207、208 中蚀刻出接触孔洞 222，并停在孔洞 222 之下的氮化层 214 的区域 224 上。后续蚀刻溅镀则用来移除间隔 212 的底部 215 上的氮化层区域 224。氮化硅层通常作为后续填入接触孔洞 222 的金属如铝金属的电性绝缘层。于某些实施例中，可选择性的利用双折射抗反射镀层（BARC）223 或其它型式的材料来消除驻波的不利影响。此材料一般的厚度小于约 900 埃，并沉积于氧化层和光刻胶层之间。

[0069] 图 3 中所示的结构有几个可能的变化。因而在其它的具体实施例中，硬掩膜可用下列三个镀层顺序的一加以取代：

[0070] 一氮化硅层；

[0071] 一硅化钨层（ WSi_x ），一氮化硅层，和一氧化层硬掩膜（依顺序）；或者

[0072] 一硅化钨层（ WSi_x ）和一氮化硅层（依顺序）。

[0073] 由本发明的气体混合所提供的选择比的重要性可由考虑 SAC 和其它进阶结构所

提供的优点,及这些结构所造成的挑战而能够有所了解。由于氮化物的作用如同一绝缘层,SAC 结构和工艺所提供的接触孔洞 222 直径一般约为 0.14 到约 0.25 微米,其具有比栅极结构 210 之间的间隔 212 还要宽的优点。此外,栅极结构 210 的接触孔洞 222 的光刻蚀刻程序并不需要特别精确。然而,为了达到此有利的结果,SAC 氧化层蚀刻对于氮化物的选择比必需特别高。选择比数值的计算为氧化物对氮化物蚀刻率的比例。由于角落 226 为氮化物暴露在氧化物蚀刻最长的部分,在间隔 212 之上和旁边的氮化层 214 的角落 226 的选择比特别的重要。再者,其几何外观也使得蚀刻变得更快而产生角落 226 的变薄。

[0074] 再者,当利用化学机械研磨 (CMP) 平坦化蝕曲晶片上的氧化层的使用增加时,同时也需要增加选择比。平坦化使得波浪状底部基材之上的氧化层表面变得平坦,因而让氧化层的厚度变得相当不同。结果使得蚀刻氧化层的时间必需比蚀刻设计厚度的时间来得高,例如 100%,以确保氧化层可被蚀穿。此方法称为过度蚀刻,并且和其它制造工艺变异有关。然而,在氧化层较薄的区域,氮化层暴露在蚀刻环境的时间将会加长。

[0075] 最后,选择比需要的程度反应在栅极结构 210 和填入接触孔洞 222 中金属之间电性短路的可能性。由于光刻胶层 220 通常要比氮化层 214 厚得多,光刻胶层选择比并不像氮化物选择比那么重要,但蚀刻对光刻胶层也需具一定的选择比。

[0076] 现在将参考下列非受限制的范例来说明本发明:

[0077] 实施例 1

[0078] 此实验说明了氟利昂 (Freon) 134 在未掺杂氧化层上蚀刻中止的状况。

[0079] 一晶片由晶片中心具 9% PSG 的表面层所构成,且置放于未掺杂氧化层基底上。三个分离且蚀刻到晶片内的孔洞是利用配备了 eMAX 反应室的 MERIE 反应器且利用 C_4F_6 / 氟利昂 (Freon) 134/ 氧气 (O_2)/ 氩气 (Ar) 所组成的气体流。工艺参数则为下列所述:

[0080] 反应室压力:40 到 80mTorr

[0081] 产生等离子体的功率:1000 到 1800watts

[0082] 阴极温度:15 到 35°C

[0083] 磁场:0 到 50Gauss

[0084] 氧气 (O_2) 流率:15sccm

[0085] 氟利昂 (Freon) 134:2-8sccm

[0086] 氢气流率:500sccm

[0087] C_4F_6 流率:20-30sccm

[0088] 蚀刻时间持续约 60 到 90 秒。等离子体很容易就穿透了掺杂氧化表面层,但对下面的基底则显现出蚀刻中止的反应。

[0089] 实施例 2

[0090] 此实施例说明了氟利昂 (Freon) 134 相对于平坦的氮化层缺乏选择比的状况。

[0091] 一晶片由下列镀层顺序所组成:

[0092]

材质	厚度
DUV 光刻胶层	

材质	厚度
抗反射层	700 埃
TEOS	4000 埃
硼磷硅玻璃层	4000 埃
氮氧化硅衬层	180 埃
多晶硅层	

[0093] 利用实施例 1 的方法和装置,将未掺杂氧化层 8 利用 C_4F_6 /氧气 (O_2)/氩气 (Ar) 化学物分别以流率 25 : 15 : 500 加以蚀刻,直到硼磷硅玻璃层暴露出来为止。

[0094] 接着,化学物换成氟利昂 (Freon) 134/ CHF_3 /氩气 (Ar),分别以流率 6 : 80 : 90 接着蚀刻。等离子体穿过孔洞底部的平坦氮化层,并证明了氟利昂 (Freon) 134 对平坦的氮化层缺乏选择比。

[0095] 实施例 3

[0096] 此实施例说明了只由 C_4F_6 /氧气 (O_2)/氩气 (Ar) 化学物所产生的不良角落氮化层选择比。

[0097] 重复实施例 2 的实验,但利用不同的化学物 C_4F_6 /氧气 (O_2)/氩气 (Ar) 分别以流率 30/20/500 蚀刻穿过 TEOS 层。此蚀刻在等离子体穿透 BPSG 层并和角落氮化层接触之后终止。接着,利用 C_4F_6 /氧气 (O_2)/氩气 (Ar)/氟利昂 (Freon) 134A 分别以流率 27/15/500/9 蚀刻穿过 BPSG 层。此等离子体对平坦的氮化层部分显现了蚀刻中止的特性,因而表示 C_4F_6 /氧气 (O_2)/氩气 (Ar)/氟利昂 (Freon) 134A 对于平坦氮化层的选择比。然而,在第一个蚀刻步骤时,角落氮化层即因为和等离子体接触而严重的腐蚀了,因而表示只有 C_4F_6 /氧气 (O_2)/氩气 (Ar) 的化学物对于角落氮化层有不佳的选择比。

[0098] 实施例 4

[0099] 此实施例说明了氟利昂 (Freon) 134/ C_4F_6 /氧气 (O_2)/氩气 (Ar) 化学物所产生的良好角落氮化层和平坦氮化层的选择比。

[0100] 重复实施例 3 的实验,但第一蚀刻步骤在等离子体和角落氮化层接触之前即加以终止。

[0101] 于第二蚀刻步骤中利用 C_4F_6 /氧气 (O_2)/氩气 (Ar)/氟利昂 (Freon) 134A 分别以 27/15/500/4 的流率蚀刻穿透 BPSG 层。

[0102] 此等离子体再度于平坦氮化层时显现蚀刻中止的特性。另外,角落氮化层的选择比也显著的改善了,因而证明了 C_4F_6 /氧气 (O_2)/氩气 (Ar)/氟利昂 (Freon) 134A 对于角落氮化层的选择比。低流率的氟利昂 (Freon) 134A 在此也证明了即便在低浓度下氟利昂 (Freon) 134A 仍为一有效的聚合物形成剂。

[0103] 实施例 5

[0104] 此实施例说明了氟利昂 (Freon) 134/ C_4F_6 /氧气 (O_2)/氩气 (Ar) 化学物在未掺杂

氧化层上的蚀刻中止特性。

[0105] 重复实施例 1 的实验,但利用 C_4F_6 / 氧气 (O_2)/ 氩气 (Ar)/ 氟利昂 (Freon) 134 做为工艺气体且流率分别为 27/15/500/8。此等离子体在未掺杂氧化层上显现良好的蚀刻中止特性。一般地,蚀刻中止特性在氟利昂 (Freon) 134 的流率比例为 8 或更大时产生蚀刻中止特性。由于氟利昂 (Freon) 134 的流率比例如果太大,则可能产生过多的聚合作用,一般氟利昂 (Freon) 134 使用的范围大约在 8 到 12 之间。

[0106] 上述的实施例说明了借由改变制造工艺气体的组成以达到蚀刻掺杂和未掺杂氧化层,或在未掺杂氧化层上得到蚀刻中止的能力。这些实施例也说明了利用氟利昂 (Freon) 134 和 C_4F_6 的混合物和单独利用其中任何一者的结果比较起来,角落氮化层的选择比也有改善的现象。

[0107] 虽然本发明已利用数个实施范例加以描述,然则熟悉此项技术的人士仍可利用上述实施例作其它的不同变化。吾人应可明了这些变化仍为本发明的教示,但本发明仍只限制在后附的权利要求书中。

[0108] 例如,在说明书中所揭露的所有特征(包括任何权利要求、摘要和附图等),及/或所揭露的所有方法及工艺的步骤,均可以任何组合方式加以组合,除非在至少某些特征及/或步骤中为互相排除的组合情况。

[0109] 再者,在说明书中所揭露的每个特征(包括任何权利要求、摘要和附图等),均可以提供相同或类似目的的不同特征加以取代,除非说明书中有特别说明。因此,除非特别的说明,否则每个揭露的特征均为一系列相同或类似特征中的一个范例而已。

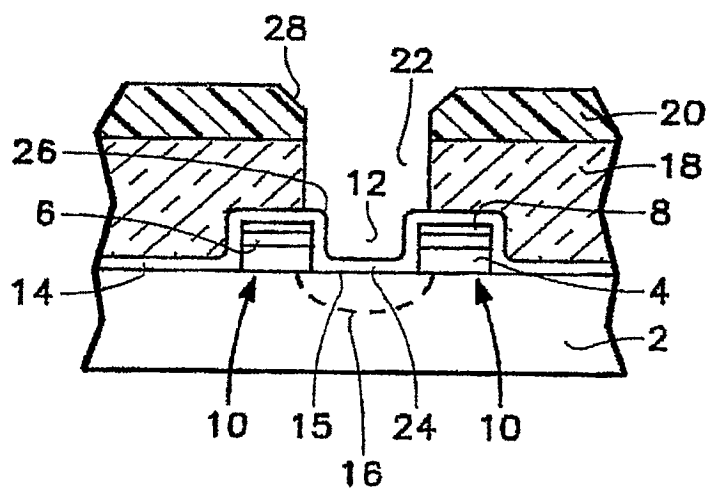


图 1

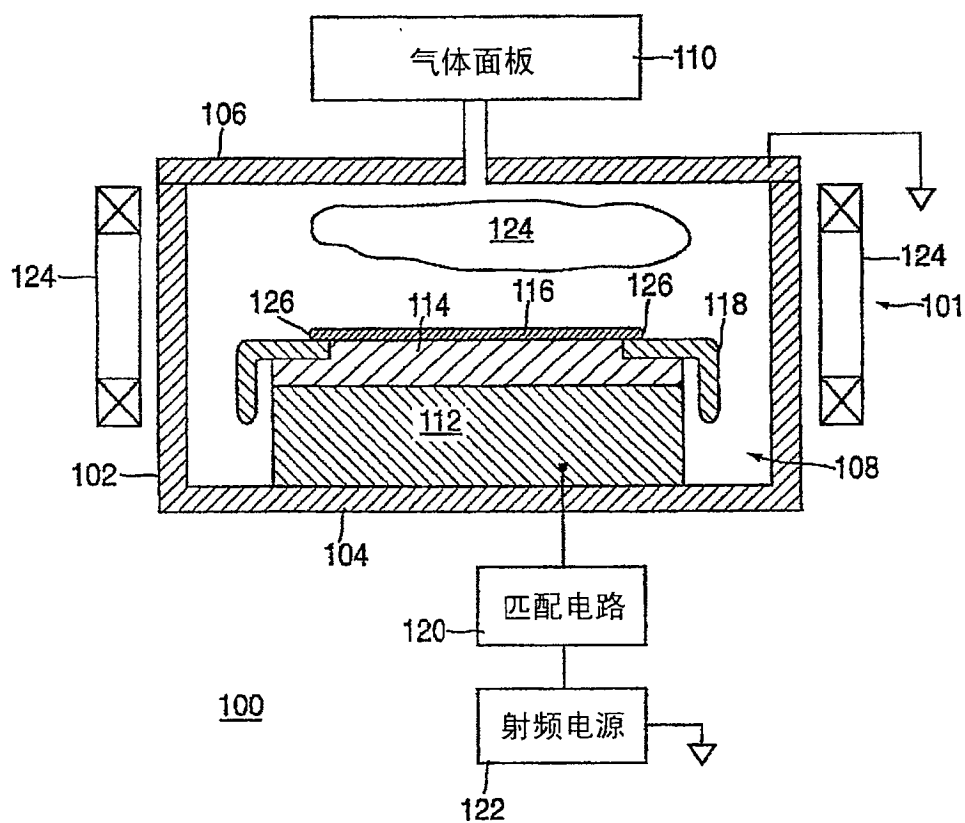


图 2

