



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1953146 B

(45) 授权公告日 2011.04.13

(21) 申请号 200610140012.X

审查员 段小晋

(22) 申请日 2006.10.08

(30) 优先权数据

11/244,422 2005.10.05 US

(73) 专利权人 应用材料公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 王竹戎 宋兴礼 马绍铭 浦远

(74) 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理

有限责任公司 11258

代理人 赵飞

(51) Int. Cl.

H01L 21/311 (2006.01)

(56) 对比文件

US 2005/0167394 A1,2005.08.04, 说明书第 [0015] 段至第 [0031] 段、附图 2A 至 2F.

CN 1393740 A,2003.01.29, 全文.

CN 1543666 A,2004.11.03, 说明书第 3 页第 16 行至第 11 页第 6 行.

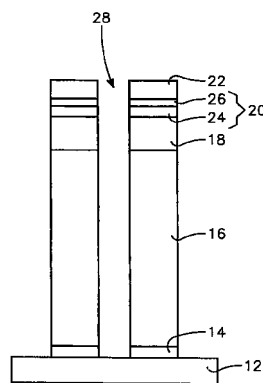
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 3 页

(54) 发明名称

对碳基硬掩模进行开口的方法

(57) 摘要

本发明公开了一种对碳基硬掩模层 (18) 进行开口的方法, 其中所述碳基硬掩模层由优选地包含至少 60% 的碳和 10%~40% 的氢的无定形碳组成, 并且覆盖在介电层 (16) 上。硬掩模通过等离子刻蚀用由 H₂、N₂ 和 CO 组成的刻蚀气体开口。刻蚀优选地在具有被 HF 加偏压的基座电极和电容性地被 VHF 加偏压的喷头的等离子刻蚀反应器中进行。



1. 一种刻蚀方法，用来刻蚀通过等离子体增强化学气相沉积形成在衬底上并至少包含原子比为 40% 的碳的碳基层，所述方法包括将所述碳基层暴露于包括氢气、氮气和一氧化碳的刻蚀气体的等离子体。

2. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述碳基层至少包含原子比为 60% 的碳。

3. 如权利要求 2 所述的方法，其中所述碳基层包含原子比为 10%~40% 之间的氢。

4. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述碳基层包含原子比为 10%~40% 之间的氢。

5. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述刻蚀气体的反应组分由氢气、氮气和一氧化碳组成。

6. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述刻蚀气体由氢气、氮气和一氧化碳组成。

7. 如权利要求 1 至 6 中的任一项所述的方法，其中氢气流是氮气流的 50% 至 300%。

8. 如权利要求 1 至 6 中的任一项所述的方法，还包括对形成在所述碳基层上的光致抗蚀剂层以光学方式进行构图。

9. 如权利要求 8 所述的方法，还包括使用刻蚀后的碳基层作为硬掩模而刻蚀在所述碳基层下面的介电层。

10. 一种刻蚀方法，用来刻蚀形成在衬底上并至少包含 40% 的碳的碳基层，所述方法包括：

将所述衬底放置到具有基座电极和与所述基座相对的喷头电极的等离子刻蚀腔，其中所述基座电极支撑所述衬底并由工作在 HF 频率下的 RF 电源通过匹配电路加偏压，通过所述喷头电极供应所述刻蚀气体并且所述喷头电极由工作在比 HF 频率高的 VHF 频率下并且被施加到电容性地耦合到所述喷头电极的短截线电路的第二 RF 电源加偏压；

将所述碳基层暴露到包括氢气、氮气和一氧化碳的刻蚀气体的等离子体刻蚀腔内的等离子体。

11. 如权利要求 10 所述的方法，还包括将电流流过以离所述腔的中心轴线不同的半径布置在所述喷头背面的两个同轴线圈。

12. 如权利要求 1 至 6 中的任一项所述的方法，还包括将所述衬底放置到等离子刻蚀腔中并在刻蚀期间将所述腔的压强保持在 50 毫托以上。

13. 如权利要求 1 所述的方法，还包括将所述衬底放置于等离子体刻蚀腔中并在刻蚀期间将所述腔的压强保持在仅为 20 毫托。

14. 如权利要求 10 所述的方法，其中所述化学气相沉积使用烃前驱体。

15. 如权利要求 10 或 14 所述的方法，其中所述碳基层包括至少 60% 碳。

16. 如权利要求 15 所述的方法，其中所述碳基层包括 10-40% 之间的氢。

17. 如权利要求 10 或 14 所述的方法，其中所述刻蚀气体的反应组分由氢气、氮气和一氧化碳组成。

18. 一种刻蚀介电层结构的方法，其中所述介电层结构包括介电层和通过等离子体增强化学气相沉积形成在所述介电层上面并包含原子比为至少 40% 的碳和 10%~60% 之间的氢的碳基层，所述方法包括下列步骤：

对所述碳基层上的光致抗蚀剂层进行构图；

根据所述光致抗蚀剂层的图案用包含氢气、氮气和一氧化碳气体的刻蚀气体等离子刻蚀所述碳基层的第一步骤；

用包括碳氟化合物的刻蚀气体通过所述等离子刻蚀后的碳基层等离子刻蚀所述介电层的第二步骤。

19. 如权利要求 18 所述的方法，其中所述碳基层包含原子比为至少 60% 的碳和 10%~40% 之间的氢。

20. 如权利要求 19 所述的方法，其中所述碳基层具有至少 400nm 的厚度。

21. 如权利要求 18 至 20 中的任一项所述的方法，其中所述第一步骤和第二步骤在具有被 RF 加偏压的基座电极和喷头电极的等离子刻蚀反应器中执行，其中所述基座电极支撑在其中形成所述介电层结构的衬底，所述刻蚀气体流过所述喷头电极并且所述喷头电极被 VHF 电源电容性地加偏压。

22. 如权利要求 18 至 20 中的任一项所述的方法，其中所述介电层结构还包括在所述碳基层上面的抗反射层，在其上所述光致抗蚀剂层被形成图案，所述方法还包括等离子刻蚀所述抗反射层的第三步骤。

23. 如权利要求 22 所述的方法，其中所述第一、第二和第三步骤在具有被 RF 加偏压的基座电极和喷头电极的等离子刻蚀反应器中执行，其中所述基座电极支撑在其中形成所述介电层结构的衬底，所述刻蚀气体流过所述喷头电极并且所述喷头电极被 VHF 电源电容性地加偏压。

对碳基硬掩模进行开口的方法

技术领域

[0001] 本发明一般涉及半导体集成电路的刻蚀。详细地说，本发明涉及包含高碳组分的掩模的刻蚀。

背景技术

[0002] 等离子刻蚀是用于硅集成电路的结构定义的一种工艺。一个示例涉及穿过介电层的通孔的刻蚀以形成垂直的金属互连结构，在一些高级的设计中可以同时形成水平的互连结构。介电层传统地由基于二氧化硅的材料形成，二氧化硅也称为氧化物。更高级的电介质包括了氟和其他掺杂剂以减小介电常数。也可以使用其他的电介质混合物。长期建立的光刻工艺将一般为平面的光致抗蚀剂层淀积到无图案的氧化物上，在其间可能具有抗反射涂层（ARC）。光致抗蚀剂根据希望的图案被光学地形成图案，然后被显影以移除正胶光刻中未曝光的光致抗蚀剂或负胶光刻中曝光的光致抗蚀剂。然后形成图案的光致抗蚀剂用作掩模，该掩模用于刻蚀曝光的氧化物和中间的 ARC（如果存在的话）的进一步步骤。电介质刻蚀工艺已经被发展成为在氧化物和光致抗蚀剂之间提供合理的刻蚀选择性的工艺。

[0003] 集成电路技术的前进大部分依赖于诸如穿过氧化层的通孔之类的横向特征的不断缩小。通孔宽度现在降到了 100nm 以下。然而，氧化物厚度固定地保持在 1 μ m 左右，有很多需要 3 μ m 厚度或更厚的氧化物的结构。将在氧化层中被刻蚀的孔的如此高的高宽比在光刻和刻蚀之间造成了几个问题。为了保持光学地形成图案的景深，光致抗蚀剂的厚度不应该比氧化层中定义的特征的尺寸（例如上面示例中的 100nm）大。结果，如果掩模要想保留到通孔被刻蚀完成之前，则刻蚀选择性也就是氧化物刻蚀率和光致抗蚀剂刻蚀率之比必须大于等于 10。然而，光致抗蚀剂一般是基于软有机材料的。在实现诸如狭小通孔中的垂直形貌之类的其他要求的同时还要获得光致抗蚀剂的如此高的选择性是难以实现的。

[0004] 希望将光刻从用于曝光光致抗蚀剂的来自 KrF 激光器的 248nm 辐射转换到来自 ArF 激光器的 193nm 辐射。然而，193nm 辐射存在问题。对更短的波长敏感的光致抗蚀剂通常更软，光致抗蚀剂的最大厚度通常被减小到 400nm 以下以适应更短波长下的更浅的景深。

发明内容

[0005] 本发明提供了一种刻蚀碳基层的方法，尤其用于在包含并优选地由氢气、氮气和一氧化碳组成的刻蚀气体中由等离子刻蚀通过光致抗蚀剂掩模对这些材料的硬掩模进行开口。硬掩模可以用作用于刻蚀在下面的层的掩模，在下面的层例如是需要高的高宽比通孔的电介质金属间层。该方法尤其在电介质金属间层是由低 k 电介质组成的时候有用。

[0006] 氢气和氮气被优选地以 1 : 2 ~ 2 : 1 之间的比率供应。腔压强被优选地保持

在 50 毫托以上。

[0007] 等离子刻蚀腔优选地包括由工作在 1 ~ 143MHz 范围中的 HF 电源加偏压的基座电极和工作在 150 ~ 350MHz 范围中的喷头电极。

附图说明

[0008] 图 1 是能够根据本发明形成的示例性结构的横截面视图；

[0009] 图 2 是本发明被有利地实践的等离子刻蚀反应器的示意性横截面视图；

[0010] 图 3 是示出对于两种刻蚀气体的两种不同流量比的一致性和形貌特性的图表；

[0011] 图 4 是示出对于刻蚀气体的不同流量比到晶片中心和边缘的一致性和形貌特性的图表；以及

[0012] 图 5 是示出作为腔压强的函数的一致性和形貌特性的图表。

具体实施方式

[0013] 可以通过使用光致抗蚀剂掩模来形成介电层和光致抗蚀剂层之间的硬掩模而增加刻蚀选择性。通常为更薄的硬掩模可以用可获得的光致抗蚀剂更容易地刻蚀，更坚硬的硬掩模被用来使更厚的在下面的介电层形成图案。随着特征尺寸降到了 100nm 以下，在电介质刻蚀中需要硬掩模，在使用来自 ArF 激光器的可得到的 193nm 光致抗蚀剂形成图案的辐射的情况中也需要硬掩模。在过去已经提出了硬掩模，一般由氮化硅或氮氧化硅组成。然而，一种尤其有利的硬掩模材料是碳基材料，例如可从 California 的 Santa Clara 的 Applied Materials, Inc. 得到的 Advanced Patterning Film (APF)。其通过等离子增强化学气相淀积 (PECVD) 的淀积已经由 Fairbairn 等人在美国专利 6,573,030 中使用烃例如丙稀 C₃H₆ 作为前体描述了。美国公开申请 2005/0199585 中的 Wang 等人和美国公开申请 2005/0167394 中的 Lei 等人描述了其作为硬掩模的使用。这三个文献通过引用而合并于此。Fairbairn 将这种材料描述为由至少 40% 的碳和 10% ~ 60% 的氢组成，因此碳至少为 40%。然而，一种更紧凑的组分范围优选地为至少 60% 的碳和 10% ~ 40% 的氢。虽然掺杂剂被提出来控制介电常数和折射率，但是穿过有效的抗反射涂层而形成图案的 APF 层间电介质似乎不需要除了碳和氢之外的物质成分。认为能形成无定形材料，尽管其生长条件和前体可能改变晶体构造。在 400°C 生长的 APF 被观察到具有 1.1g/cm² 的密度、2.2Mpa 的硬度、2.2MPa 的强度和最优化的 C/H 原子比 63/37。单碳氢键 (C-H) 和双碳氢键 (C = H) 之比被观察到为 5。最近开发的在更高温度下生长的 APF 可以示出有些不同的特性。

[0014] 在图 1 的触点通孔横截面视图中示出了碳基硬掩模的使用示例。然而，必须强调的是本发明不限于这种结构，可以被应用于对其他材料上除了 APF 之外的碳基层进行开口。在硅衬底 12 上一般是通过化学气相淀积 (CVD) 淀积的例如是氮化硅的刻蚀停止层 14、例如是掺入卤素的低 k 氧化物的介电层 16 和碳基硬掩模层 18 以方便淀积后的光致抗蚀剂层 22 的图像构图，光致抗蚀剂层 22 一般在湿的形式下旋涂，然后被干燥。ARC 层 20 包括例如是氮氧化硅的底部 DARC 层 24 和有机材料的上部 BARC 层 26。DARC 层 24 被用来部分地提升 BARC 层 26 与碳基硬掩模层的粘合。

[0015] 然后光致抗蚀剂层 22 被通过一个步骤中的原版和重复曝光工具以图像方式曝

光，并被显影以在希望的触点通孔 28 上留下孔。然后 BARC 层 26 和 DARC 层 24 被用传统的等离子刻蚀而移除，等离子刻蚀例如使用 CF_4 。然后碳基硬掩模层 18 的暴露区域被用作为刻蚀定义的形成图案的光致抗蚀剂层 26 或 ARC 层的剩余部分刻蚀穿通或开口。然后例如 C_4F_6 和 Ar 或其他无氢或含氢的氟碳化合物的氟基化学使用硬掩模层 18 作为至少用于刻蚀的最后部分的掩模而刻蚀穿过介电层 16，并因为正确选择的氟基氧化物刻蚀的选择性而在刻蚀停止层 14 停止。然后薄的刻蚀停止层 14 被通过溅射刻蚀或相对地非选择性化学等离子刻蚀步骤（例如对 DARC 或 BARC 使用 CF_4 或 O_2 ）而移除以暴露下面的硅片 12 以允许其通过离子注入而掺杂和通过诸如填入到通孔中的难熔硅化物和金属化金属之类的接触层而接触。碳基硬掩模层 18 的剩余部分将在氧等离子中被移除。应该了解该工艺可以容易地延伸到具有下层通孔和用于水平链接的上层沟槽的双镶嵌结构。

[0016] 硬掩模层的开口应该满足几个不同的标准。其应该在硬掩模层产生垂直形貌以保持通过光致抗蚀剂图案建立的临界尺寸 (CD)。对于 100nm 的特征，在开口的硬掩模底部的 CD 的变化应该小于 10nm。对于商业生产来说，刻蚀率应该相当高，例如大于 500nm。粒子的产生应该相当低，并且在设备的重复循环期间不显著增加。因为硬掩模层一般具有大于 400nm 或 600nm 的厚度并且需要小于或大于 200nm 的通孔宽度，所以刻蚀应该是高度各向异性的并且产生垂直形貌。因为氟基氧化物刻蚀优选地在与硬掩模的开口相同的腔里进行，所以粒子可能变成关心的问题。

[0017] 用于对碳基硬掩模开口的有利的工艺是基于 $H_2/O_2/CO$ 的刻蚀气体混合物。氢气和氮气是主要的刻蚀种类。一氧化碳提供侧壁钝化，这对保持垂直形貌是很重要的。

[0018] 在定义图 1 的通孔中的硬掩模开口工艺与其他步骤一起可以在电容性耦合的等离子刻蚀腔 30 中进行，刻蚀腔 30 在图 2 的横截面视图中图示并且由 Hoffman 等人在美国专利 6,853,141 和 6,894,245 中描述，这两篇文献通过引用合并于此。Hoffman 等人在 2005 年 1 月 28 日提交的 11/046,538 并且现在作为美国申请公开 2005/0178748 发表的美国专利申请中对特征进行了扩展。可从 Applied Material 得到的 Enabler 腔包括公开的腔中的部分。刻蚀腔 30 分别加偏压到喷头和支撑晶片的基座，并且试图使 VHF 电源和 HF 电源去耦。VHF 电源施加于喷头，产生等离子体，HF 电源施加于基座，产生影响刻蚀离子能量的 DC 自偏压。腔 30 还包括源频率的小心选择和进入到腔中的 VHF 功率的小心耦合，以及在引用的申请中很好描述的特征。将被简要地描述的其他特征大大地改善了刻蚀的一致性。

[0019] 刻蚀腔 30 包括主腔体 32，主腔体 32 包括通向真空泵 36 的阻挡环形抽气端口 34，真空泵 36 允许该腔被抽到 100 毫托及以下。基座电极 38 支撑与喷头 42 相对地被刻蚀处理的晶片 40，喷头 42 将刻蚀气体供应到晶片 40 上面的处理空间 44 中。具有相关狭缝阀门的晶片端口 48 允许晶片 40 被插入到腔 30 中。HF 电源 50 通过电容性匹配电路 52 对基座电极 40RF 加偏压以在晶片 40 上产生 DC 自偏压。HF 电源 50 的频率可能处于较低的兆赫兹范围内。在一些这里没有详细讨论的应用中，分别工作在 1.8MHz 和 2.0MHz 下的两个 HF 电源可以同时输入到匹配电路 52。HF 频率的更宽的优选范围是在 1 ~ 14MHz 之间。

[0020] 喷头 42 的 RF 偏压被通过同轴短截线 56 小心地控制，同轴短截线 56 包括由绝缘体 62 分开并由短路体 (short) 64 终止的内部导体 58 和外部导体 60。短截线 56 具有预

定的长度，例如是同时提供高耦合和宽范围输出阻抗的 VHF 频率的四分之一波长。例如工作在 162MHz 的 VHF 电源 68 在离提供高功率耦合的短路体 64 一距离处通过同轴缆线 70 连接到内部导体 58。在短截线 56 的另一端，外部导体 60 被接地到腔体 32，内部导体 58 连接到扩张的导体 72，导体 72 通过小心控制厚度的绝缘环 74 被电容性地耦合到喷头 42，绝缘环 74 将喷头 42 的 VHF 偏压与基座电极 38 的 DC 自偏压有效地隔离。VHF 频率的更宽的优选范围是 150 ~ 325MHz 之间。

[0021] 喷头 74 包含很多个孔 78 以将加工气体均匀地供应到处理空间 44 中。然而，孔径被划分为环形外区 80 和环形内区 82，环形外区 80 和环形内区 82 经由各自的填充泡沫的歧管 84、86 和穿过短截线 56 内的孔 92 的气体供应线路 88、90 而连接到内部气体供应装置 94 和外部气体供应装置 96。因此，加工气体可以被区别地供应到晶片 40 的内部和外部部分。对于 300mm 的晶片来说，内区 82 的典型直径是 8.1 英寸 (206mm)。加热或冷却流体通过穿过短截线内的孔 92 并连接到热流体源 106 的流体线路 104 被供应到喷头背面 44 并从此处返回。

[0022] 双区喷头提供调节包括中性原子或分子的所有种类的加工气体的径向分布的手段。离子化的种类可以分别由两个同轴线圈 112、114 调节，线圈 112、114 被放置在喷头的背面，并且由等离子操纵控制器 116 供应可分别控制的量的 DC 电流以在处理空间 44 中产生磁场。第一线圈 112 被放置在喷头 42 外的径向外侧位置并且在喷头 42 水平面上方的近距离处。第二线圈 114 被放置在径向内部位置并且在喷头上方的远距离处，优选地与闪光导体 72 顶部的外部相邻。当相同极性的近似相等的电流流过两个线圈 112、114 时，产生尖顶形的磁场，其在喷头 42 和晶片 40 之间的处理空间 44 中具有显著的径向分量，这可以操纵加工气体的离子化组分。

[0023] 根据本发明的一个技术方案，碳基层被等离子刻蚀用包括氮气、氢气和一氧化碳的刻蚀气体移除。优选地，刻蚀在诸如图 1 的刻蚀腔之类的包括磁性增强和在 VHF 频率下电容性地加偏压的喷头的刻蚀腔中进行。

[0024] 示例 1

[0025] 对于在 400°C 下在 300mm 硅晶片上生长到 900nm 厚度并且随后被 ARC 层和形成图案的光致抗蚀剂覆盖的 APF 层来说，硬掩模开口工艺进行最优化。晶片被放置到为 300mm 晶片配置的图 2 的刻蚀腔中。ARC 层通过传统刻蚀被移除，在该传统刻蚀中，在用 600W 的 13.56MHz RF 功率给基座电极加偏压时，以 150 毫托的压力供应 200sccm 的 CF_4 。

[0026] 在转移步骤后，APF 层于是用 150sccm 的 N_2 、450sccm 的 H_2 和 50sccm 的 CO 的刻蚀气流刻蚀。不同的加工气体通过各自的质量流量控制器来计量。传递到内、外区的组分分量是相同的，并且在本示例中，等量的加工气体被传递到两个区。腔压被保持在 100 毫托，并且基座电极被保持在 40°C。喷头电极被供应以 1500W 的 162MHz 源功率，并且基座电极被供应以 900W 的 13.56MHz 偏压功率。5 安培的相同极性电流流过每个线圈以产生尖顶形磁场。180s 的晶片上平均刻蚀的刻蚀速度被观察到约为 431nm/min，并且具有 7.7% 的不一致性。

[0027] 示例 2

[0028] 在第二示例中，供应到内部线圈的电流被减小到 2A，而供应到外部线圈的电流

保持为 5A。其他条件与第一示例中保持相同。平均刻蚀速度被观察到增加为 469nm/min，但不一致性增加到 11.5%。

[0029] 示例 3

[0030] 在第三示例中，162MHz 源功率被增加到 2000W，而其他条件与第一示例中保持相同。平均刻蚀速度被观察到约为 549nm/min，并且具有 3.1% 的不一致性。

[0031] 示例 4

[0032] 在第四示例中，162MHz 源功率被设定为 2000W，N₂ 的供应被增加到 300sccm 并且 H₂ 的供应被减少到 300sccm。使用第一示例的其他条件。平均刻蚀速度被观察到为 516.5nm/min，并且具有 2.1% 的不一致性。在穿过晶片的通孔形貌中存在一些不一致性。

[0033] 示例 5

[0034] 在第五示例中，两个处理条件被比较以确定改变氮气和氢气之比的效果。在一组测试中，氢气流是 450sccm 并且氮气流是 150sccm。在另一组中，氢气流是 300sccm 并且氮气流是 300sccm。也就是说，被认为对刻蚀负主要责任的两种气体的总流量被保持相同。一氧化碳被认为主要在钝化侧壁并因此改善形貌方面有用。

[0035] 在图 3 的图表中总结了结果，图 3 示出了底部临界尺寸 (BCD)，即在晶片不同位置处的底部对两种 H₂/N₂ 流量之比的宽度。该图表还示出了 BCD 的变化。一般来说，2 : 1 以下的更低 H₂/N₂ 之比提供具有更好的 BCD 一致性的更小 BCD。而且，更低比率时，更多的 ARC 保留在 APF 刻蚀端。然而，在更低的比率下，在 DARC/APF 界面处存在更多底蚀，这导致了更不垂直的形貌。对于其他的腔最优化，认为优选的 H₂/N₂ 流量之比位于 3 : 1 ~ 1 : 2 的范围内。

[0036] 当功率被增加到 2000W 时观察到类似的结果。

[0037] 示例 7

[0038] 在第七示例中，变化内区和外区之间的加工气体流量之比，而保持第一示例的其他处理条件。图 4 的图表中的结果示出了在外区中没有加工气体和外部与内部气流之比为 1/4、1 和 4 的晶片上的六个点处的 BCD。可以看到当解决了形貌顶部处的聚合残留物时，更多的边缘流量增加了 BCD，尤其在中心处。这些结果来自于更少的气体被供应到中心和增加了的抽气。而且，气体残留时间被增加了。更高的边缘流量还改善了一致性。一般来说，1/2 ~ 2 之间的流量比产生更好的结果，尽管在统一流量比的 APF 低了约 10%。

[0039] 示例 8

[0040] 在第八示例中，改变腔压而遵从第一示例的其他条件。图 5 的结果示出了在 50 毫托以上的压力下，垂直形貌被改善并且 BCD 的一致性被大大改善。认为对于不同地优化的处方，最佳压力范围的最小值可以被减小到 20 毫托。

[0041] 所有描述的处方包括具有至少 90% 为氢气和氮气的活性组分的刻蚀气体。可以加入诸如氩气之类的惰性气体，但是料想其在 APF 刻蚀化学物质上具有很小的效果。

[0042] 其他人开发的 APF 在 550℃ 下生长，其被认为比 400℃ 的 APF 硬。然而，H₂/N₂/CO 的相同的刻蚀化学物质应该提供类似好的效果，尽管具有变化的优化。刻蚀化学物质可应用于具有类似混合物的其他碳基材料。

[0043] 可以在碳基层和光致抗蚀剂层之间使用中间硬掩模层。实际上一旦 ARC 层被刻蚀穿通并且对刻蚀碳基材料改变了化学物质，ARC 层就部分地充当硬掩模层。碳基硬掩模大大简化了在下方的层的刻蚀，尤其是一些应用希望的低 k 电介质和很厚的氧化层的刻蚀。碳基材料相对地不被氟基等离子刻蚀渗透的，这对氧化物刻蚀尤其有效。也就是说，对于在定义的碳基掩模上刻蚀氧化物来说，能够得到很高的选择性。

[0044] 硬掩模可以用相对薄的光致抗蚀剂层来定义，因此允许很窄的掩模特征，但是碳基硬掩膜可以使用本发明的化学物质而很深地和垂直地刻蚀。硬掩模也可以在用于在上方的 ARC 层和在下方的氧化层或定义了刻蚀图案的其他层的相同等离子反应器中被刻蚀。

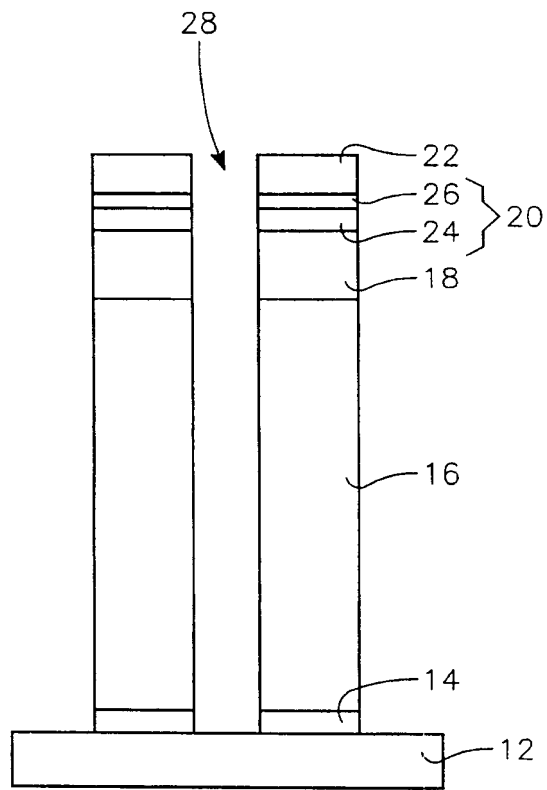


图 1

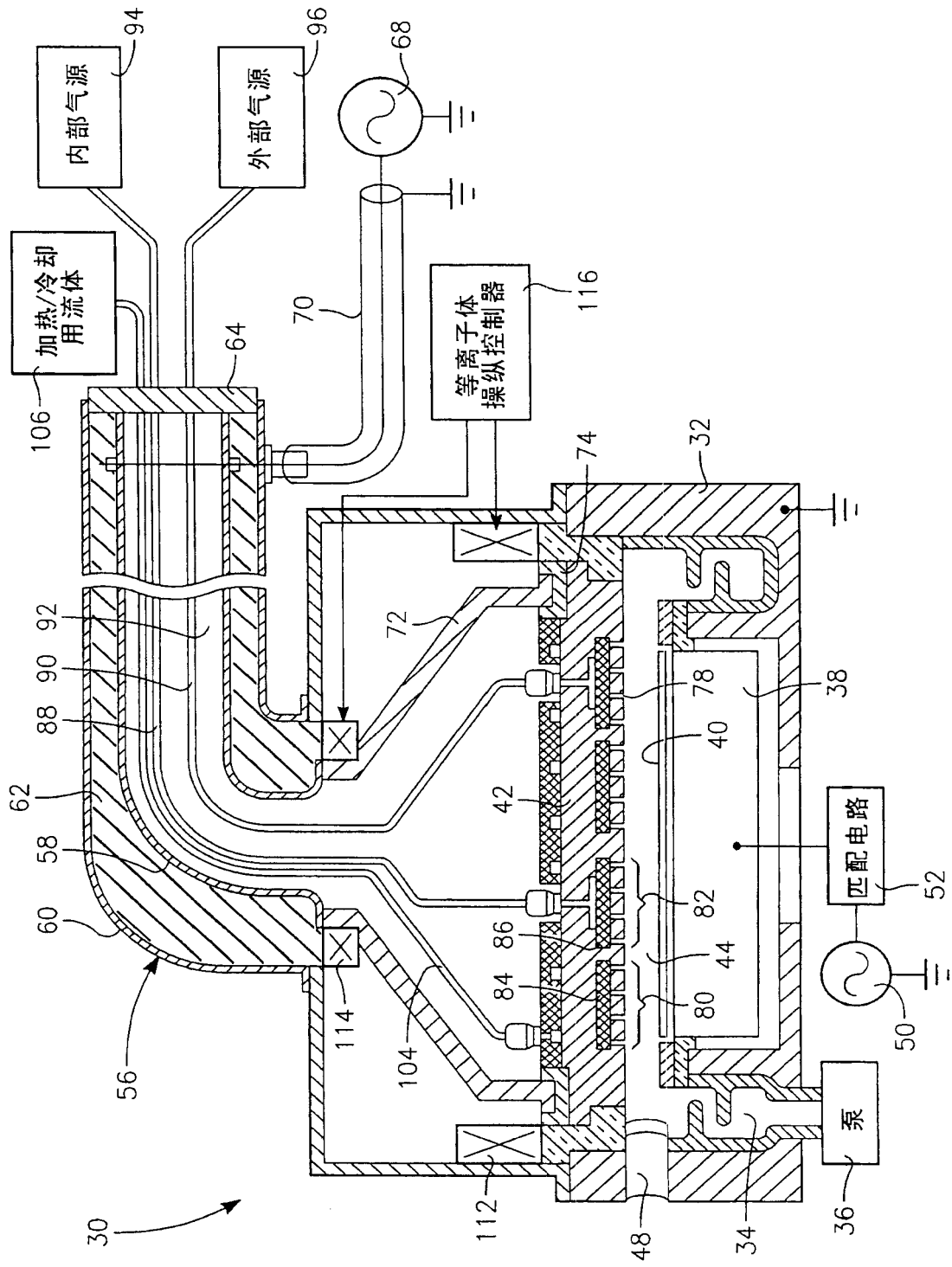


图2

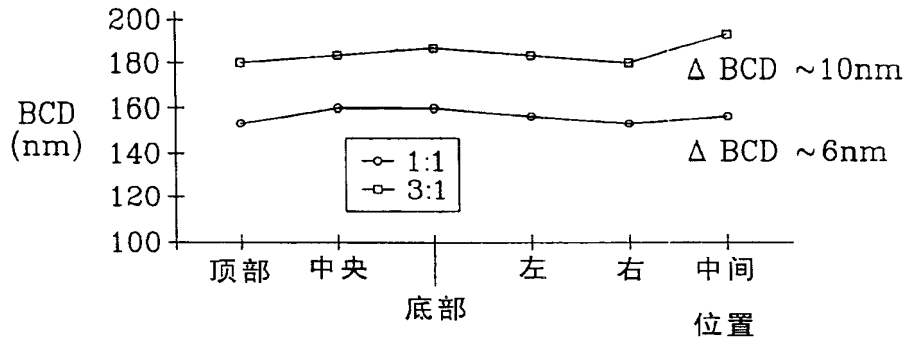


图 3

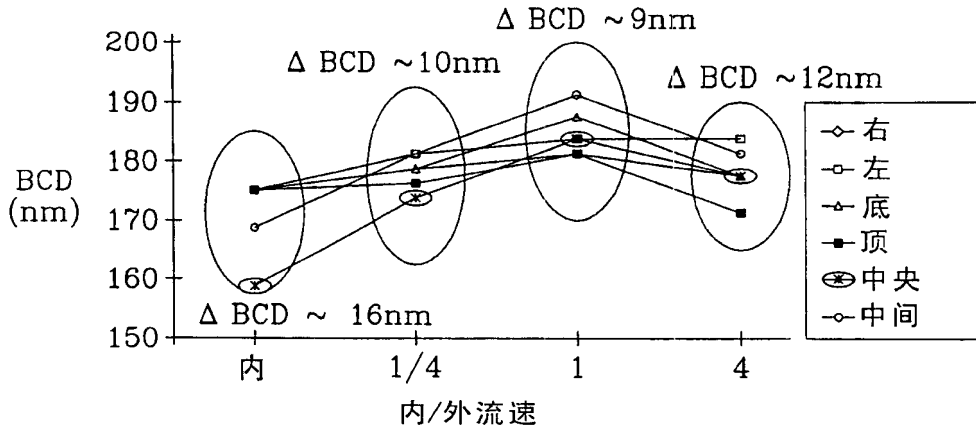


图 4

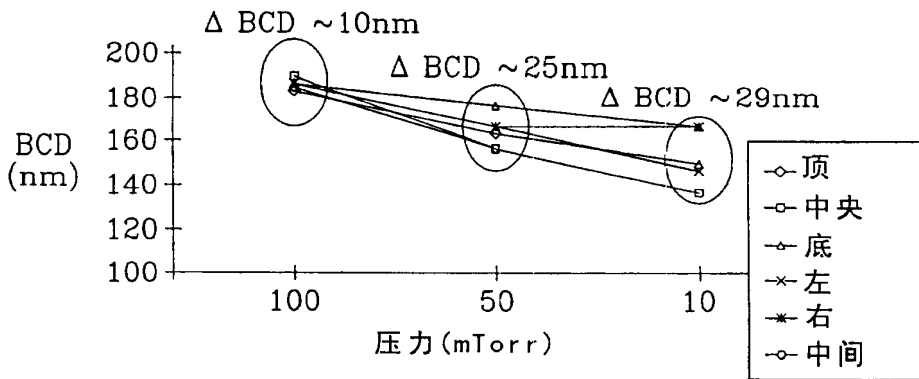


图 5