



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101981659 B

(45) 授权公告日 2013. 09. 11

(21) 申请号 200980111063. 1

(22) 申请日 2009. 03. 02

(30) 优先权数据

12/042, 829 2008. 03. 05 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 09. 27

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2009/035726 2009. 03. 02

(87) PCT申请的公布数据

W02009/111395 EN 2009. 09. 11

(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 迪内士·帕德希 哈阳成

苏达·拉西 德里克·R·维迪

程秋 朴贤秀

加内什·巴拉萨布拉曼尼恩

卡希克·贾纳基拉曼

马丁·杰·西蒙斯

维斯韦斯瓦伦·西瓦拉玛克里施南

金柏涵 伊沙姆·迈·萨德

(74) 专利代理机构 北京律诚同业知识产权代理有限公司 11006

代理人 徐金国 钟强

(51) Int. Cl.

H01L 21/205 (2006. 01)

(56) 对比文件

W0 2008002844 A2, 2008. 01. 03, 权利要求

1-20、说明书全文。

US 2005/0287771 A1, 2005. 12. 29, 全文。

US 2007/0128538 A1, 2007. 06. 07, 全文。

审查员 赵伟

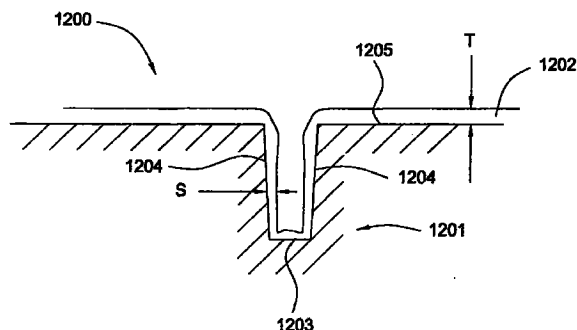
权利要求书2页 说明书12页 附图8页

(54) 发明名称

沉积具有改进密度与阶梯覆盖的非晶碳膜的方法

(57) 摘要

一种在基板上沉积非晶碳层的方法, 包括下列步骤: 将基板放置在处理室中; 将烃源导入处理室; 将重惰性气体导入处理室; 以及在处理室中产生等离子体。重惰性气体选自氩气、氮气、氙气、及其混合物所组成的群组, 并且惰性气体的摩尔流速大于烃源的摩尔流速。该方法可包括沉积后终止步骤, 其中烃源及惰性气体的流动停止, 并且将等离子体维持在处理室中一段时间, 以自处理室中移除粒子。



1. 一种在基板上形成非晶碳层的方法,包括:
将基板放置在基板处理室中;
将烃源导入该处理室;
将惰性气体导入该处理室,而该惰性气体选自由氩气、氮气、氙气及其混合物所组成的群组,其中该惰性气体的摩尔流速大于该烃源的摩尔流速;
在该处理室中产生等离子体;以及
以介于 600°C 和 800°C 之间的温度在该基板上形成非晶碳层,其中该非晶碳层的密度为 1.8g/cc ~ 2.5g/cc。
2. 如权利要求 1 所述的方法,其中该惰性气体的摩尔流速为该烃源的摩尔流速的 2 至 40 倍大。
3. 如权利要求 1 所述的方法,还包括:
停止该烃源流入该处理室;以及
将等离子体维持气体流入该处理室中,以在该处理室中维持等离子体。
4. 如权利要求 3 所述的方法,其中该等离子体维持气体为氦气,且其中在停止该烃源流入该处理室之后,氦气持续流动进入该处理室 5 至 20 秒。
5. 如权利要求 3 所述的方法,其中该将该等离子体维持气体流入该处理室中的步骤还包括将氦气流入该处理室中。
6. 如权利要求 1 所述的方法,其中该烃源选自由脂肪族烃、脂环烃、芳香族烃及其混合物所组成的群组。
7. 如权利要求 6 所述的方法,还包括在该基板上形成非晶碳层的工艺期间,加热该基板至不超过 800°C 的温度。
8. 一种在基板上形成非晶碳层的方法,包括:
将基板放置在基板处理室中;
将烃源导入该处理室;
将该烃源的稀释气体导入该处理室,其中该稀释气体的摩尔流速为该烃源的摩尔流速的 2 至 40 倍;
在该处理室中产生等离子体;以及
以介于 600°C 和 800°C 之间的温度在该基板上形成非晶碳层,其中该非晶碳层的密度为 1.8g/cc ~ 2.5g/cc。
9. 如权利要求 8 所述的方法,其中该稀释气体选自由氦气、氩气及其混合物所组成的群组。
10. 如权利要求 8 所述的方法,还包括:
停止该烃源流入该处理室中;以及
将等离子体维持气体流入该处理室中,以在该处理室中维持等离子体。
11. 一种在基板上形成非晶碳层的方法,包括:
将基板放置在基板处理室中;
将烃源导入该处理室;
将氩气导入该处理室,以作为该烃源的稀释剂;
在该处理室中产生等离子体;

在引发该处理室中的该等离子体后,将该处理室中的压力维持在 1 托至 10 托;以及以介于 600°C 和 800°C 之间的温度在该基板上形成非晶碳层,其中该非晶碳层的密度为 1.8g/cc ~ 2.5g/cc。

12. 如权利要求 11 所述的方法,其中氩气的摩尔流速为该烃源的摩尔流速的 2 至 40 倍,以及所形成的该非晶碳层在可见光光谱中的消光系数不大于 0.8。

13. 如权利要求 12 所述的方法,还包括将氢气导入该处理室中,其中氩气的摩尔流速与氢气的摩尔流速的比为 2:1 至 4:1。

14. 如权利要求 1 所述的方法,其中该烃源选自由乙烯、丙烯、乙炔及甲苯所组成的群组。

15. 如权利要求 5 所述的方法,其中该氢气的摩尔流速与该烃源的摩尔流速的比率为 0 ~ 20。

沉积具有改进密度与阶梯覆盖的非晶碳膜的方法

技术领域

[0001] 本发明的实施例一般关于集成电路的制造,特别是关于非晶(amorphous)碳层在半导体基板上的沉积。

背景技术

[0002] 集成电路已发展成复杂的器件,所述集成电路在单一晶片上可包括数百万计的晶体管、电容器以及电阻器。晶片设计的发展不停地要求更高速的电路系统以及更高的电路密度。对更高速电路且具有更高的电路密度的需求将负担加之于用以制造这种集成电路的材料对应的需求上。尤其是,当集成电路器件的尺寸被缩小至亚微米(sub-micron)尺寸时,需要使用不仅是低电阻导电材料(例如铜)以增加器件的电性表现,还需要使用低介电常数绝缘材料(一般称为低k材料)。低k材料一般的介电常数低于4.0。

[0003] 制造包括仅具有极少或是无表面缺陷或特征结构变形的低k材料的器件是有困难的。低k介电材料通常为多孔的,且在接下来的工艺步骤中容易被刮伤或受损,因此增加在基板表面形成缺陷的可能性。低k材料一般为易碎的,并可能在常规的研磨处理(如:化学机械研磨;CMP)下变形。限制或减少低k材料的表面缺陷及变形的一个解决办法为在图案化及蚀刻之前先沉积硬掩模(hardmask)在暴露的低k材料上。硬掩模避免易碎的低k材料的受损及变形。此外,硬掩模层作为蚀刻掩模,并与常规的光刻(lithographic)技术结合,用以避免在蚀刻的过程中低k材料的移除。

[0004] 一般地,硬掩模为中间氧化物层,例如二氧化硅或氮化硅。然而,某些器件结构已经包括有二氧化硅及/或氮化硅层,例如镶嵌结构。所以,这种器件结构无法利用二氧化硅或氮化硅硬掩模来作为蚀刻掩模以形成图案,因为在硬掩模及硬掩模下方材料之间存在有很小或无蚀刻选择性,也就是说,硬掩模的移除将导致对下方层无法接受的损害。为了作为氧化物层(例如:二氧化硅或氮化硅)的蚀刻掩模,材料必须对那些氧化物层具有良好的蚀刻选择性。氢化非晶碳(amorphous hydrogenated carbon)为针对二氧化硅或氮化硅材料而作为硬掩模的材料。

[0005] 氢化非晶碳,也称之为非晶碳,并且以a-C:H来代表,氢化非晶碳实质上为缺乏长程结晶结构(long-range crystalline order)的碳材料,氢化非晶碳可包含较高氢含量,例如在大约10至45原子百分比的等级。因为a-C:H所具有的化学惰性、光学透明度、以及良好机械特性,故a-C:H在半导体应用上用作硬掩模材料。虽然可利用各种技术沉积a-C:H膜,但由于成本效率及膜特性的可调性,所以广泛地使用等离子体增强化学汽相沉积法(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition, PECVD)。在典型的PECVD工艺中,烃(hydrocarbon)来源(例如:夹带于载气中的汽相烃或液相烃的蒸汽)导入PECVD处理室中。等离子体引发气体(一般为氩)也导入处理室中。等离子体接着在处理室中被引发,用以产生激发态的CH₃·自由基。激发态的CH₃·自由基与放置在处理室中基板的表面化学地结合,用以在基板上形成所需的a-C:H膜。

[0006] 图1A-1E说明了在并入作为硬掩模的a-C:H层的集成电路制造顺序中的不同阶段

时的基板 100 的剖视示意图。基板结构 150 代表基板 100 和形成在基板 100 上的其他材料层。图 1A 说明基板结构 150 的剖视示意图,在基板结构 150 上已按照常规方式形成有材料层 102。材料层 102 可以为低 k 材料及 / 或氧化物,例如二氧化硅 (SiO_2)。

[0007] 图 1B 描述沉积在图 1A 的基板结构 150 上的非晶碳层 104。非晶碳层 104 是由由常规的方法 (例如由 PECVD) 而形成在基板结构 150 上的。非晶碳层 104 的厚度根据工艺的特定阶段而可变动。一般来说,非晶碳层 104 的厚度介于约 500 埃($\text{\AA}$)至约 10000 埃范围间。取决于在制造顺序中使用的对能量变化敏感 (energy sensitive) 的抗蚀材料 108 的蚀刻化学性,在形成对能量变化敏感的抗蚀材料 108 之前,在非晶碳层 104 上可先形成可选择存在的覆盖层 (未显示)。当图案被转移时,可选择存在的覆盖层作为非晶碳层 104 的遮蔽物,并且保护非晶碳层 104 远离对能量变化敏感的抗蚀材料 108。

[0008] 如描述于图 1B,对能量变化敏感的抗蚀材料 108 形成在非晶碳层 104 上。对能量变化敏感的抗蚀材料 108 层可以旋转涂布在基板上,且厚度为介于约 2000 埃至约 6000 埃之间。大部分的对能量变化敏感的抗蚀材料对于波长小于约 450 纳米的紫外光 (UV) 敏感,且在某些应用中对于波长为 245 纳米或 193 纳米的紫外光为敏感的。

[0009] 通过将能量变化敏感的抗蚀材料 108 透过图案化装置 (例如:掩模 110) 而暴露在紫外光 130 下,以将图案引入对能量变化敏感的抗蚀材料 108 的层内,并且接着在适当的显影剂中使对能量变化敏感的抗蚀材料 108 显影。在对能量变化敏感的抗蚀材料 108 显影之后,由孔洞 140 构成的所需图案出现在对能量变化敏感的抗蚀材料 108 上,如图 1C 所示。

[0010] 接着,如图 1D 所示,利用对能量变化敏感的抗蚀材料 108 来作为掩模,则可将限定在对能量变化敏感的抗蚀材料 108 上的图案转移穿过非晶碳层 104。使用适当的化学蚀刻剂以越过对能量变化敏感的抗蚀材料 108 及材料层 102 而蚀刻非晶碳层 104,以使孔洞 140 延伸至材料层 102 的表面。适当的化学蚀刻剂包括臭氧、氧气或氨等离子体。

[0011] 如图 1E 所示,接着利用非晶碳层 104 作为硬掩模而将图案转移穿过材料层 102。在这工艺步骤中,使用蚀刻剂以越过非晶碳层 104 而选择性地移除材料层 102,例如干法蚀刻,即非反应性等离子体蚀刻。在材料层 102 经图案化之后,非晶碳层 104 可选择性地由基板 100 上剥除。在一制造顺序的特殊例子中,限定在 a-C:H 硬掩模上的图案合并至集成电路的结构中,例如镶嵌结构。镶嵌结构一般用以在集成电路上形成金属互连。

[0012] 使用 a-C:H 硬掩模层的器件制造商需要满足两个关键的需求:(1) 在下方材料干法蚀刻的期间,硬掩模的高选择性,以及 (2) 为了光刻重合 (lithographic registration) 的准确性,在可见光光谱中的高光学透明度。“干法蚀刻”一词通常指蚀刻工艺中材料并非通过浸没于化学溶剂中而溶解,且包括例如反应性离子蚀刻、溅射蚀刻、以及汽相蚀刻的方法。再者,针对硬掩模层是沉积在具有形态特征结构 (topographic feature) 的基板上的应用,对于 a-C:H 硬掩模的额外的需求为硬掩模层保形地 (conformally) 覆盖该形态特征结构的全部表面。

[0013] 往回参照图 1A-E,为了确保非晶碳层 104 在干法蚀刻的期间可适当地保护材料层 102,因此重要的是非晶碳层 104 相对于材料层 102 而具有相对高的蚀刻选择性或移除率比率。一般来说,在干法蚀刻工艺期间,在非晶碳层 104 及材料层 102 之间的蚀刻选择性期望为至少约 10 : 1 或更高,换言之,材料层 102 以快于非晶碳层 104 十倍的速度被蚀刻。这样一来,当通过干法蚀刻工艺形成孔洞 140 时,由非晶碳层 104 形成的硬掩模层可保护材料

层 102 的区域不会被蚀刻或是受损。

[0014] 另外,在某些应用中,例如图 1B 中所示的光刻处理步骤,期望硬掩模对于光学辐射(即光波长介于约 400 纳米及约 700 纳米)具有高度透明度。对于特定光波长的透明度允许更准确的光刻重合,其接着允许掩模 110 与基板 100 上特定位置的非常精确的对准。材料的透明度一般定量为材料的吸收系数。随着材料的吸收系数增加,由材料层所透射的光的部分(fraction)以指数方式降低。消光系数与光的波长以及吸收系数成比例,并且代表入射的电磁辐射在材料中被吸收及散射或“消失”的程度。消光系数为 0.1 的材料层在可见波长下是足够清楚的,而可穿过 8000 埃的厚度观看下方层的形态特征(topography),反之,消光系数为 0.4 的材料层在相同能见度下仅能观察穿过约 1000 埃的厚度。

[0015] 针对部分应用,期望有高透明度,同时其他的应用可容许低透明度。举例来说,随着摩尔定律(Moore's Law)的进展而器件尺寸缩减,故层的厚度一般会下降,若其他的特性(例如密度)变得重要时,则可容许因厚度下降所得的较低透明度(因此为较高消光系数)。可以通过调整沉积参数(例如:基板温度或等离子体离子能量)而可产生具有期望消光系数的层。一般在产生拥有高透明度及高蚀刻选择性的 a-C:H 膜之间取舍。具有较好蚀刻选择性的非晶碳层一般具有较差的透明度。举例来说,当把沉积温度作为调整的因素时,在相对高的温度(即,大于 500°C)下沉积的 a-C:H 膜一般具有良好的蚀刻选择性但却具有低透明度。降低沉积温度(特别是低于 650°C)可增加 a-C:H 膜的透明度,但却导致对膜较高的蚀刻率且因此具有较小的蚀刻选择性。

[0016] 如上所提到的,在某些应用中,可以在具有下方形态特征的基板上沉积硬掩模层,该形态特征可例如为用以对准图案化工艺的对准标记(alignment key)。在这些应用中,还期望 a-C:H 层与下方形态特征为高度保形。图 2 说明了基板 200 的剖视示意图,所述基板 200 上形成有特征结构 201 及非保形非晶碳层 202。因为非保形非晶碳层 202 并未完全覆盖特征结构 201 的侧壁 204,因此接续的蚀刻工艺可能会造成不期望的侧壁 204 腐蚀现象。缺乏由非保形非晶碳层 202 完全覆盖的侧壁 204 也可能导致在非保形非晶碳层 202 下方的材料的光敏抗蚀剂侵蚀(photoresist poisoning),所述侵蚀已知会损坏电子器件。层的保形性(conformality)一般由沉积在特征结构的侧壁上的层的平均厚度与在基板的区域或上表面上的沉积层的平均厚度之间的比率来量化。

[0017] 再者,重要的是,硬掩模层的形成不会在其他方面有害地影响半导体基板。例如,如果,在硬掩模的形成期间,产生可能污染基板的大量粒子,或是形成在基板上的器件会被过度地加热,其导致的问题可能远超过任何的益处。

[0018] 因此,需要一种可用于集成电路制造的沉积材料层的方法,该材料层对于氧化物具有良好的蚀刻选择性、在可见光光谱中具有高光学透明度、可以保形地沉积在具有形态特征结构的基板上、以及可以在相对低温下制造而且不会产生大量的粒子。

发明内容

[0019] 本发明的实施例提供一种用以在基板上沉积非晶碳层的方法。根据第一实施例,该方法包括:将基板放置在处理室中;将烃源(hydrocarbon source)导入处理室中;将重惰性气体(heavy noble gas)导入处理室中;以及在处理室中产生等离子体。重惰性气体选自自由氩气、氦气、氙气、及其混合物所组成的群组,并且惰性气体的摩尔流速大于烃源的

摩尔流速。可包括沉积后终止步骤,其中烃源及惰性气体的流动停止,并且将等离子体维持在处理室中一段时间,用以自处理室移除粒子。也可以在沉积后终止步骤期间将氢气导入处理室中。

[0020] 根据第二实施例,该方法包括:将基板放置在处理室中;将烃源导入处理室中;将烃源的稀释气体导入处理室中;以及在处理室中产生等离子体。进入处理室的稀释气体的摩尔流速为烃源的摩尔流速的约 2 倍至约 40 倍之间。在此方法中也可包括类似于第一实施例的沉积后终止步骤。

[0021] 根据第三实施例,该方法包括:将基板放置在处理室中;将烃源导入处理室中;将烃源的稀释气体导入处理室中;在处理室中产生等离子体;以及在处理室中引发等离子体之后,将处理室中的压力维持在约 1 托 (Torr) 至 10 托。非晶碳层的密度介于约 1.2g/cc 至约 2.5g/cc 之间,且非晶碳层在可见光光谱中的消光系数可不大于约 1.0。

附图说明

[0022] 为了让本发明的上述特征更明显易懂,可配合参考实施例说明,实施例部分绘示如附图所示。须注意的是,虽然附图揭露本发明特定实施例,但并非用以限定本发明的精神与范围,任何本领域技术人员,当可作各种的更动与润饰而得等效实施例。

[0023] 图 1A-1E (现有技术) 为在并入非晶碳层来作为硬掩模的集成电路制造顺序中不同阶段中的基板的剖视示意图。

[0024] 图 2 (现有技术) 为基板的剖视示意图,所述基板上形成有特征结构及非保形非晶碳层。

[0025] 图 3 为说明非晶碳膜的膜密度及蚀刻选择性间的关系图。

[0026] 图 4 为表示基板处理系统的示意图,该系统可根据本发明的实施例而用于实行非晶碳层沉积。

[0027] 图 5 为说明氩稀释气体对于非晶碳膜密度的影响的图式。

[0028] 图 6 为说明稀释气体种类对生成膜密度的影响的图式。

[0029] 图 7 为说明沉积温度对生成膜密度的影响的图式。

[0030] 图 8 为说明沉积温度对生成膜消光系数的影响的图式。

[0031] 图 9 为说明较低烃流速对膜密度的影响的数据标绘图。

[0032] 图 10 为说明处理室压力对膜密度的影响的数据标绘图。

[0033] 图 11 为说明沉积速率的改善的柱状图,所述沉积速率为通过在沉积非晶碳膜的同时引入重惰性气体作为高流速稀释剂而实现的。

[0034] 图 12 说明了基板的截面示意图,所述基板上形成有特征结构及非晶碳层。

[0035] 为了更清楚表示之,在合适的地方使用相同的元件符号来标示出在附图之间共同的元件。

具体实施方式

[0036] 发明者认识到不论使用于沉积 a-C:H 膜的烃源为何, a-C:H 膜密度及蚀刻选择性之间存在有强大的关联性。图 3 为标绘四种沉积在不同基板上的不同 a-C:H 膜 301A-D 的多个样本的膜密度及蚀刻选择性之间的关系图。蚀刻选择性为一因素,下方材料依据此因

素相较于选定的 a-C:H 膜被蚀刻,也就是说,蚀刻选择性为 10 表示下方材料以快于 a-C:H 膜十倍的速度被移除。每一个膜 301A-D 由不同前驱物及工艺条件而形成。数据显示不论前驱物为何,每一个膜的密度与蚀刻选择性之间实质上为线性相关。这些结果证明即使工艺温度及前驱物实质上不同,但可通过增加膜密度而达到 a-C:H 膜所需的蚀刻选择性。因此,a-C:H 膜的致密化(densification)可为增进蚀刻选择性的一种方法。

[0037] 本发明的实施方式包括使用相对高流速的氩或其他重惰性气(例如氦或氙)来作为在 a-C:H 膜沉积期间的稀释气体,用以增加生成膜密度(以及因此增加蚀刻选择性)、膜的沉积速率、以及膜对于在基板表面上特征结构的保形性。将重惰性气作为高流速稀释气体的应用也在沉积工艺中增加了烃前驱物的利用效率,以及使得在沉积室内表面上不期望的沉积最少化。针对 a-C:H 膜的沉积,在 PECVD 处理室中,氦用作为工作气体中的主要的非反应性成分,这是因为氦容易被离子化,并且因此有益于在处理室中引发等离子体而具有低风险的电弧放电。虽然氩有时用作为载气以将液相前驱物导入 PECVD 处理室中,然按照本发明实施方式的预期并没有使用非常大量的氩来作为载气,因此当用作为载气时没有因此提供好处。

[0038] 实验装置

[0039] 图 4 为基板处理系统(系统 400)的代表示意图,该系统可根据本发明的实施例而应用于进行非晶碳层沉积。适当系统的例子包括可使用 DxZ™ 处理室的 CENTURA® 系统、PRECISION 5000® 系统、PRODUCER™ 系统以及 PRODUCER SE™ 处理室,上述系统和处理室皆可由加州圣克拉拉市的应用材料有限公司购得。

[0040] 系统 400 包括处理室 425、气体显示板 430、控制单元 410、以及其他硬件部分,例如电源及真空泵。在本发明中使用的系统的实施例的细节被描述在共同受让的美国专利第 6,364,954 号中,专利名称为“高温化学汽相沉积处理室(High Temperature Chemical Vapor Deposition Chamber)”,公告日为 2002 年 4 月 2 日,于此将该专利并入以作为参考。

[0041] 处理室 425 一般包括基板支持架 450,基板支持架 450 用以支撑基板,例如半导体基板 490。此基板支持架 450 利用耦合至轴杆 460 的位移机械装置(未显示)而在处理室 425 中以垂直方向移动。取决于工艺,在处理之前可加热半导体基板 490 至所需的温度。基板支持架 450 可由嵌入式加热器元件 470 而加热。例如,通过将来自于电源 406 的电流施加至加热器元件 470,以电阻式加热基板支持架 450。接着,由基板支持架 450 来加热半导体基板 490。温度感应器 472,例如热电偶,也嵌设于基板支持架 450 中,用以监控基板支持架 450 的温度。量测的温度用在回馈回路中,以针对加热器元件 470 而控制电源 406。可以将基板温度维持或控制在针对特定工艺应用所选择的温度。

[0042] 真空泵 402 用以对处理室 425 进行抽真空,并且用以维持处理室 425 中的适当气体流速及压力。工艺气体透过喷气头 420 而导入处理室 425 中,且喷气头 420 位于基板支持架 450 上方,并且适以提供均匀分布的工艺气体进入处理室 425。喷气头 420 连接至气体显示板 430,气体显示板 430 控制及提供在不同工艺顺序步骤中使用的各种工艺气体。工艺气体可包括烃源以及等离子体引发气体,下文将会结合示范性的氩稀释的沉积工艺的描述而更详细地叙述之。

[0043] 气体显示板 430 也用于控制及提供各种汽化的液体前驱物。虽然并未显示,可例如利用液体注入蒸馏器以汽化来自液体前驱物供应器的液体前驱物,并且在存在有载气下

传送至处理室 425 中。载气一般为例如氮气的不活泼气体 (inert gas) 或例如氩或氦的惰性气体 (noble gas)。可选择地,液体前驱物可以通过热及 / 或真空辅助汽化工艺而由安瓿汽化。

[0044] 喷气头 420 及基板支持架 450 也可形成间隔设置的一对电极。当在这些电极之间产生电场时,导入处理室 425 的工艺气体被点燃而成为等离子体 492。一般来说,电场是由透过匹配网络 (未显示) 而将基板支持架 450 连接至单频或双频射频 (Radio Frequency; RF) 功率源 (未显示) 而产生的。可选择地,射频功率源及匹配网络可耦合至喷气头 420,或是耦合至喷气头 420 及基板支持架 450 两者。

[0045] PECVD 技术通过施加至接近基板表面的反应区的电场而促进反应物气体的激发及 / 或解离,以产生反应物种的等离子体。在等离子体中的物种的反应性降低了发生化学反应所需的能量,而实际上降低了这种 PECVD 工艺所需的温度。

[0046] 通过质流控制器 (未显示) 及控制单元 410 (例如电脑) 而可进行流经气体显示板 430 的气体及液体的适当控制及调整。喷气头 420 允许来自气体显示板 430 的工艺气体被均匀地分布且引入处理室 425 中。举例来说,控制单元 410 包括中央处理器 (Central Processing Unit; CPU) 412、辅助电路 414、以及包含相关控制软件的内存 416。控制单元 410 负责基板工艺所需数个步骤的自动控制,例如基板传输、气体流控制、液体流控制、温度控制、处理室真空化等等。当工艺气体混合物喷出喷气头 420 时,在半导体基板 490 的表面 491 上会发生烃化合物的等离子体增强热解离,而导致在半导体基板 490 上非晶碳层的沉积。

[0047] 沉积工艺

[0048] 本发明的实施方式包括 a-C:H 层的沉积,所述 a-C:H 层的沉积通过一工艺来进行,该工艺包括将烃源、等离子体引发气体、及稀释气体引入处理室,例如上方结合图 4 所描述的处理室 425。烃源为一或多种烃化合物的混合物。烃源可包括气相烃化合物 (较佳为丙烯; C_3H_6), 及 / 或包括液相烃化合物的蒸汽及载气的气体混合物。等离子体引发气体较佳为氩,因为氩容易被离子化,然而也可使用其他气体,例如氦。稀释气体为一种易离子化、相对重及化学性不活泼的气体。较佳的稀释气体包括氩、氮、及氦。较不偏爱比氩轻的气体,这是因为这样的气体无法达到下面结合图 5-12 所描述的有利于增加膜密度、产量、及保形性。

[0049] 此外,本发明的方法也可能有益于利用部份地或完全地掺杂的烃化合物的衍生物而形成的非晶碳层。衍生物包括烃化合物的含氮、含氟、含氧、含羟基族、及含硼衍生物,和其氟化衍生物。烃化合物可包含氮或可与含氮气体 (例如氨) 一起沉积,或是烃化合物可具有如氟及氧的取代基。由本发明的方法沉积未掺杂的 a-C:H 膜所证实的密度、沉积速率及保形性的改善有可能有益于这些工艺中的任一者。得益于本发明的实施方式的工艺中所使用的烃化合物及其组成物的掺杂衍生物的更详细描述可参照在共同受让的申请于 2005 年 2 月 24 日的美国公开案号第 2005/0287771 号,专利名称为“应用于非晶碳膜的化学汽相沉积的液态前驱物 (Liquid Precursors for the CVD deposition of Amorphous Carbon Films)”中,在此将该专利整体并入以做为参考,且并不与本发明产生不一致。

[0050] 一般来说,可被包括在烃源中的烃化合物或其衍生物可由化学式 $C_A H_B O_C F_D$ 来表示,其中 A 介于 1 ~ 24 之间、B 介于 0 ~ 50 之间、C 介于 0 ~ 10 之间、D 介于 0 ~ 50 之间、以

及 B 及 D 的总和至少为 2。适合的烃化合物的特定例子包括饱和或非饱和的脂肪族、饱和或非饱和的脂环烃、以及芳香族烃。

[0051] 举例来说,脂肪族烃包括:烷类,例如甲烷、乙烷、丙烷、丁烷、戊烷、己烷、庚烷、辛烷、壬烷、癸烷等等;烯类,例如乙烯、丙烯、丁烯、戊烯、等等;二烯类,例如丁二烯、异戊二烯、戊二烯、己二烯等等;炔类,例如乙炔、乙烯乙炔等等。举例来说,脂环烃包括:环丙烷、环丁烷、环戊烷、环戊二烯、甲苯等等。举例来说,芳香族烃包括:苯、苯乙烯、甲苯、二甲苯、吡啶、乙苯、乙酰苯、苯甲酸甲酯、乙酸苯酯、酚、甲酚、呋喃等等。另外也可选择 α -松油烯、对异丙基甲苯(cymene)、1,1,3,3,-四甲基丁苯、t-丁醚、t-丁基乙烯、甲基-甲基丙烯酸甲酯、及 t-丁糠基醚。

[0052] 烃化合物的适当衍生物的例子为氟化烷、卤化烯、及卤化芳香族化合物。氟化烷例如包括:一氟甲烷、二氟甲烷、三氟甲烷、四氟甲烷、一氟乙烷、四氟乙烷、五氟乙烷、六氟乙烷、一氟丙烷、三氟丙烷、五氟丙烷、全氟丙烷、一氟丁烷、三氟丁烷、四氟丁烷、八氟丁烷、二氟丁烷、一氟戊烷、五氟戊烷、四氟己烷、四氟庚烷、六氟庚烷、二氟辛烷、五氟辛烷、二氟四氟辛烷、一氟壬烷、六氟壬烷、二氟癸烷、五氟癸烷等等。卤化烯例如包括:一氟乙烯、二氟乙烯、三氟乙烯、四氟乙烯、一氯乙烯、二氯乙烯、三氯乙烯、四氯乙烯、等等。卤化芳香族化合物包括:一氟苯、二氟苯、四氟苯、六氟苯等等。

[0053] 伴随氩稀释的 a-C:H 沉积工艺是 PECVD 工艺。可通过将基板温度维持在约 100°C~约 800°C 之间而由工艺气体沉积 a-C:H 层。介于约 300°C~约 450°C 之间的温度将会使生成膜的吸收系数最小化,但是介于约 600°C~约 800°C 之间的温度将会增进沉积膜的密度。工艺进一步包括将处理室压力维持在约 1 托(Torr)~10 托之间。将烃源、等离子体引发气体、及稀释气体导入处理室,并且引发等离子体以开始沉积。更佳地,等离子体引发气体为氩或其他容易离子化的气体,并且在烃源及稀释气体之前导入处理室中,使得形成稳定的等离子体,并且减少电弧放电的机会。较佳的烃源为丙烯,然而如上所述者,也可视所需的膜而使用其他烃化合物,包括夹带于载气中的一或多种汽化液相烃化合物。稀释气体可为任何至少与氩一样重的惰性气体,然而基于经济上的考量,较佳为氩。等离子体是通过施加至基板表面区域介于约 0.7W/cm² 至约 3W/cm² 之间的功率密度的射频功率而产生的,且较佳为约 1.1 至 2.3W/cm²。电极间隔,即基板与喷气头间的距离,介于大约为 200 密耳(mils)及 1000 密耳之间。

[0054] 可利用双频射频系统来产生等离子体。相信双频可提供通量及离子能量的独立控制,因为击中膜表面的离子能量会影响膜密度。高频等离子体控制了等离子体密度,且低频等离子体控制了离子击中晶圆表面的动能。混合的双频射频功率源提供介于约 10MHz~约 30MHz 范围间的高频功率,例如约 13.56MHz,以及介于约 10KHz 至约 1MHz 范围间的低频功率,例如约 350KHz。当使用双频射频系统来沉积 a-C:H 膜时,第二射频功率与总混合频率功率的比率较佳为小于约 0.6 比 1.0(0.6:1)。可根据基板尺寸及使用的设备来修改施加的射频功率以及所使用的一或多个频率。

[0055] 为了使氩稀释沉积方法的益处最大化,重要的是在 PECVD 处理室中导入相较于烃化合物的量而为大量的稀释剂。然而,同样重要的是,导入处理室的稀释剂的流速不能太高。通过增加稀释剂流速可形成更高密度的 a-C:H 层,并产生对 a-C:H 膜更高的蚀刻选择性,但更高的密度也会导致更高的膜应力。在 a-C:H 膜中非常高的膜应力会造成多种严重

的问题,例如:a-C:H膜对基板表面不佳的粘着力及/或a-C:H膜的破裂。然而,加入相较于烃化合物而超出特定摩尔比的氩或其他稀释剂将会有害地影响膜的特性。因此,存在一工艺窗口标准(process window),其中视沉积膜的期望特性而定,进入PECVD处理室的氩稀释剂的摩尔流速与烃化合物的摩尔流速的比率较佳维持在约2:1~约40:1之间。针对部分a-C:H膜的沉积,此比率的最期望范围介于约10:1~约14:1之间。

[0056] 处理300毫米圆形基板的示范沉积工艺使用氦作为等离子体引发气体、丙烯作为烃源、以及氩作为稀释气体。氦的流速介于约200sccm~约5000sccm之间、丙烯的流速介于约300sccm~约3000sccm之间、以及氩流速介于约4000sccm~约10000sccm之间。单频射频功率介于约800瓦~约1600瓦之间。针对此工艺的强度参数,例如处理室压力、基板温度等等,皆如上所描述。这些工艺参数提供a-C:H层介于约2000 Å/min~约1 μm/min范围间的沉积速率、介于约1.2g/cc~约2.5g/cc范围间的密度、及对633纳米辐射约0.10~约0.80的消光系数。本领域技术人员在阅读此处所揭露的技术后,则可计算用于产生具有不同的密度、消光系数、或沉积速率的a-C:H膜的适当工艺参数。

[0057] 表1比较了沉积在300毫米圆形基板上的两种a-C:H膜。

[0058]

参数	膜 1	膜 2
基板温度 (°C)	550	300
腔室压力 (托)	7	5
丙烯流速 (sccm)	1800	600
氦流速 (sccm)	700	400
氩流速 (sccm)	0	8000
沉积速率 (Å/min)	2200	4550
在 633nm 的吸收系数	0.40	0.09
膜密度 (g/cc)	1.40	1.42
保形性 (%)	5	20-30

[0059] 表1两种沉积参数与生成膜的比较

[0060] 膜1是使用常规的、以氦为主的沉积工艺沉积的,也就是现在被视为半导体工业的标准工艺。膜2是使用本发明的一实施方式进行沉积的。

[0061] 如表1所示,膜2是在实质上温度较膜1低、且烃化合物的流速为膜1的1/3的条件下进行沉积的。尽管烃的流速较低,但是膜2仍是以膜1的两倍沉积速度来进行沉积。再者,膜2的特性优于膜1,也就是说,膜2具有大幅改善的保形性及非常低的吸收系数。因此,使用此处所述的本发明的方法,相较于常规的a-C:H层,本发明的非晶碳层以较高的沉

积速率在基板表面上形成,并且具有较优异的膜特性。

[0062] 膜密度的提高

[0063] 根据本发明的一实施例,本方法重要的益处为能够增加 a-C:H 膜的密度,且因此增加 a-C:H 膜的干法蚀刻选择性。图 5 为说明氩稀释气体对 a-C:H 膜密度的影响的图表。该图描述三个 300 毫米半导体基板 501-503 的膜密度。除了在沉积工艺期间氩进入处理室的流速以外,三个基板的包括处理室压力、射频等离子体功率、烃前驱物、及烃流速的工艺条件全部相同。在沉积于基板 501 的期间,氩流速为每分钟 7200 标准立方厘米 (Standard Cubic Centimeters per Minute ;sccm),且分别对基板 502 及 503 则增加到 8000sccm 及 8500sccm。相较于基板 501,基板 502、503 的膜密度和在其工艺期间中提供的更高的氩流速成比例增加。这表示了非晶碳层的密度可以通过加入相对高流速的氩稀释剂而增加,而不用改变其他工艺变量,例如烃前驱物流速或射频等离子体功率。

[0064] 重要的是,注意本发明方法的实施方式包括使用流速实质上比用于引发在 PECVD 处理室中的等离子体或是作为液相前驱物化学物质的载气所需流速还要高的氩。例如,当作为液相前驱物的载气时,氩进入 300mm PECVD 处理室的典型流速为约 2000sccm 的等级或更少。进入这样的处理室的氩流速一般甚至是更少。与之相比,用于增加非晶碳膜的密度而作为稀释气体的氩的流速远远高了许多,例如大于约 7000sccm。

[0065] 在膜生长的期间,大概是氦离子十倍重的氩离子在轰击基板的表面时更为有效。在沉积期间,更加剧烈的氩离子轰击有可能产生许多悬空键 (dangling bonds) 以及化学活性区,其中等离子体中的 CH- 自由基可粘附在该处,以形成较密的膜。更轻的离子,例如氦离子,由于与氦离子较低质量有关的动能不足,所以无法产生类似的结果。图 6 说明了稀释气体种类对生成膜密度的影响。图中显示出在两个基板 601、602 上的膜密度。对于基板 601 的沉积,使用氩作为稀释气体。针对基板 602 的沉积,则使用氦。除了稀释气体的种类以外,其他所有的工艺条件皆保持不变。如图 6 中所示,基板 601 的 a-C:H 密度实质上高于基板 602。

[0066] 也判定出可能有益于增加 a-C:H 膜的沉积膜密度的其他因素,而可由此增加干法蚀刻选择性。这些因素包括:高工艺温度、以相对高比率稀释气体(不仅为氩)的烃源的稀释、降低烃源的流速、及降低工艺压力。

[0067] 在较高的沉积温度下通常会使膜密度增加。图 7 绘示沉积温度对于生成膜的密度的影响。数据点 701A 表明温度对于单一组工艺条件的一般效应。数据点 701B 表明较高稀释气体流速的额外效应,如上所讨论者。由此数据的合理外推可推知具有密度为约 2.5g/cc 的非晶碳膜可以在温度 700°C ~ 800°C 之间(取决于其他工艺条件)达到。

[0068] 较高的温度对于沉积膜的吸收系数的增加有额外的效应。图 8 显示出此影响。低于约 400°C 的沉积温度可有效地产生在可见光光谱中的吸收系数小于约 0.10 的膜,沉积温度高于约 600°C 则吸收系数快速增加至高于约 0.5。由此数据的合理外推可推知在介于 700°C ~ 800°C 之间的温度下所沉积的非晶碳膜的吸收系数为 0.6 ~ 0.9。

[0069] 增加使用稀释气体及/或降低烃源流速减少了 a-C:H 膜的沉积速率,并且通过允许来自于化学汽相沉积等离子体的离子轰击可更为有效地使成长中的膜紧密。上述现象对于数种稀释气体皆为事实,包括氦气及氢气,虽然这两种气体不具备如参照图 5 所述的氩气及较重的惰性气体的额外致密能力。较低的烃流速对于膜密度的影响说明于图 9 中,其

中不同的丙烯流速分别使用于在三个不同基板 901-903 上 a-C:H 膜的沉积。在沉积期间, 由于更高的沉积速率及相对应的膜致密化的不足, 因此随着丙烯流速增加, 膜密度却显示降低。因此, 在沉积期间, 基板 903 上的膜具有最低的密度及最高的丙烯流速。

[0070] 除了稀释气体与烃源的比率外, 处理室压力也对于膜密度具有实质的影响。因为在等离子体中的离子能量直接与鞘电压 (sheath voltage) 成比率, 并且跨越基板的鞘电压随着压力的减少而增加, 所以膜密度随着压力的减少而增加的现象为可预期的。此说明于图 10 中, 其中不同的工艺压力分别用于三个不同基板 1001-1003 上 a-C:H 膜的沉积。由于在更低压力的等离子体中可产生更高能的离子, 所以图中显示的膜密度随着工艺压力的增加而减少。

[0071] 沉积速率的改善

[0072] 本发明方法的其他优点为显著地改善 a-C:H 膜的沉积速率。通常, 膜密度及沉积速率之间存在有取舍; 标准沉积工艺 (例如以氦为主) 中, 可以调整沉积参数以产生较高密度的 a-C:H 膜, 但值得注意的是却是通过降低产量而达到。例如, 如上方与图 9 相关的描述, 当烃前驱物的流速降低时, 可沉积较高密度的 a-C:H 膜, 但沉积速率也相对地降低。所以, 虽然生成膜可具有所需的密度, 但是由于在基板上沉积这种膜所需的长工艺时间, 所以使得这样的沉积工艺无法商业化。

[0073] 本发明的方法允许同时兼具高密度膜及相对高沉积速率的膜。与标准的氦为主的 PECVD 工艺相比较, 当以大量的氩作为稀释气体时, a-C:H 膜的沉积速率大幅地增加。如上方与图 9 相关的描述, 烃源的稀释导致更高密度的膜以及较低的沉积速率。氩的加入除了可增加膜密度外, 也有效地提升沉积速率。

[0074] 图 11 说明了在沉积 a-C:H 膜的工艺期间, 通过导入重惰性气体 (例如氩) 来作为高流速稀释剂以改善沉积速率。比较分别在三个不同基板 1101-1103 上的三种稀释气体的沉积速率, 其中三个基板的稀释气体流速皆保持在 8000sccm。氩气稀释用在基板 1101 的沉积, 氦气用于基板 1102, 及氢气用在基板 1103。三个基板的其他工艺参数皆相同。相较于氦气或氢气稀释, 氩气稀释对于沉积速率产生高于三倍的增加现象。如上文与图 5 及 6 相关的描述, 容易离子化但较重的氩原子能够在 a-C:H 膜的表面上产生更多反应部位, 其通过破坏 a-C:H 膜上的 C-H 键结, 因而增加进入的自由基粘附于膜表面的可能性。此外, 易离子化气体 (例如氩) 的高流速可导致更高的等离子体密度, 并且因此产生更多气相的 $-CH_x$ 自由基。总之, 与氩气稀释相关的更具反应性的等离子体及更具反应性的膜表面会导致高沉积速率及高膜密度的有益结合。

[0075] 再者, 由于氩气稀释而在等离子体中存在有更多 $-CH_x$ 自由基及在膜表面上包括更具反应性的部位的结合也可解释在氩气稀释工艺中观察到的化学利用的实质改善。在氩气稀释工艺中, 大部分的烃材料有效地沉积在基板表面上, 而不是沉积在 PECVD 处理室的所有内侧表面而成为不需要的烃残余物。在基板上优先的沉积会转变为主要的产量增益。由于降低了在 PECVD 处理室中产生的残余物, 所以相较于氦气稀释或氢气稀释工艺, 氩气稀释工艺的处理室的清洁时间较短。且因为在基板的处理间用在清洁处理室的时间较少, 所以较短的清洁时间增加了 PECVD 处理室的产量。再者, 来自于 PECVD 处理室的内表面剥落的烃残余物所产生的对基板的粒子污染也可通过在氩气稀释工艺的化学利用的改善而大幅地减少; 在 PECVD 处理室之中产生较少的残余物等同于在该 PECVD 处理室中进行治疗的

基板较少的粒子污染。

[0076] 保形性改善

[0077] 如图 12 所示,本发明方法的另一个主要的优点为高过其他 a-C:H 沉积工艺的保形性的增加。图 12 为说明基板 1200 的截面示意图,基板 1200 上形成有特征结构 1201 及非晶碳层 1202。非晶碳层 1202 示出了使用本发明方法沉积的代表性膜外观。从品质上来说,非晶碳层 1202 是高度保形的,并且完全地覆盖住特征结构 1201 的侧壁 1204 及底部 1203。从量化上来说,非晶碳层 1202 可具有约 20-30% 等级的保形性,其中保形性定义为沉积在侧壁 1204 上的非晶碳层 1202 的平均厚度 S 与沉积在基板 1200 的上表面 1205 的非晶碳层 1202 的平均厚度 T 的比率。往回参照图 2,非保形非晶碳层 202 (非保形非晶碳层 202 示出了以氢气或氘气稀释的气体而沉积的膜的一般外观) 一般具有约 5% 的保形性。将图 2 中的非保形非晶碳层 202 的沉积轮廓与图 12 中的非晶碳层 1202 相比,表明氦原子的轨道不如氢或氘离子一样具有方向性。相较于其他稀释剂,氦气稀释的等离子体中所存在的气相物种也可能不同。这些因素与利用氦气稀释工艺而在基板表面上 -CH_x 自由基的较高粘附机率结合,会造成如图 12 中所示出的保形性改善。

[0078] 低温工艺

[0079] 氦气稀释工艺的另一优点为可使用较低温工艺以产生具有所需密度及透明度的 a-C:H 层。通常地,在沉积期间,较高的基板温度为用以促进更高密度膜的形成的工艺参数。基于上述原因,氦气稀释工艺已提高了密度,所以在沉积期间可降低基板温度,例如约 300°C 的低温,并且仍产生所需密度的膜 (即,约 1.2g/cc ~ 约 1.8g/cc)。因此,氦气稀释工艺可产生相对高密度的膜,且该膜具有低至约 0.09 的吸收系数。另外,较低的工艺温度通常对于所有基板为所期望的,因为较低的工艺温度降低了工艺的热预算 (thermal budget),用以保护形成于基板上的器件不会出现掺杂物移动 (dopant migration) 的现象。

[0080] 另外,氦气稀释工艺提供了产生在所需透明度内具有更高密度的膜的能力。举例来说,在较高温度下 (例如 600 ~ 800°C),可产生密度高达约 2.5g/cc 的非晶碳膜。在较高的沉积温度下,透明度会降低,但在此条件下所产生的膜在可见光光谱中的吸收系数为不大于约 1.0。

[0081] 用于减少粒子的沉积后终止工艺

[0082] 在 a-C:H 膜的 PECVD 沉积期间中,由于 -CH_x 物种的气相聚合作用,因而在主等离子体 (bulk plasma) 中产生了纳米粒子。这些粒子自然地在等离子体中获得负电荷,并且,因此在沉积期间继续悬浮在等离子体中。然而,当射频功率关闭并且等离子体在处理室中消失时,这些粒子在抽气期间会因为重力及粘滞力 (viscous drag force) 而倾向掉落在基板表面。因此,非常重要是在抽气步骤之前,需确保这些粒子由处理室中被赶出。此可以通过在膜沉积结束后 (即,在烃源的流入被停止后),将等离子体维持在处理室中一段时间而达成。终止步骤的时间根据沉积工艺的持续期间而变动,因为沉积时间决定了在沉积工艺中产生的粒子的大小及数量。较长的沉积工艺一般在主等离子体中产生较多及较大的粒子。沉积后终止步骤的最佳持续时间介于约 5 秒及约 20 秒之间。等离子体维持气体也较佳地为轻的气体,例如氦或氢,用以减少溅射喷气头而产生的粒子。在沉积后终止步骤期间,射频功率较佳地被降低至最小的程度,而此程度为安全地维持稳定的等离子体并且避免电弧放电所需的。由于高能等离子体可能对基板造成有害的影响,例如蚀刻基板表面或喷气

头的溅射,所以不期望具有更高能的等离子体。

[0083] 此外,在本体(bulk)沉积步骤及/或沉积后终止步骤期间,已发现等离子体的氢掺杂可进一步改善粒子的表现。因为氢原子可作为终止键,而可钝化存在于等离子体中的气相物种,并且防止该些物种互相键结并且生长为不期望产生的纳米粒子。此外, H^+ 离子可通过与纳米粒子化学地反应且造成之后的断裂作用(fragmentation)而可减小尚存的纳米粒子的尺寸。由此,针对较薄的a-C:H膜(例如7000Å),在a-C:H膜沉积之后,在基板上侦测到的粒子已减少一半以上。针对较厚的a-C:H膜(例如约1微米),所侦测到的粒子数量已随着氢掺杂强度的等级而降低。在沉积后终止步骤的较佳实施方式中,等离子体引发气体的摩尔流速与氢气的摩尔流速的比率介于约1:1及约3:1之间。在此工艺步骤期间,不期望具有较高的氢气流速,因为在处理室中较高的氢气浓度可能会对沉积膜产生不利影响。在本体沉积工艺中,稀释气体的摩尔流速与氢气的摩尔流速的较佳比率介于约2:1及4:1之间。更高浓度的氢会导致更加积极的粒子减少情形,但也会降低a-C:H膜的保形性。氢气的摩尔流速可以为高达烃源的摩尔流速的约20倍。另外,在部分实施例中,完全不提供氢气,故氢气的摩尔流速与烃源的摩尔流速的比率为0。

[0084] 在一例子中,当7000Å厚的a-C:H膜沉积于300mm基板上时,沉积后终止步骤用以降低污染该基板表面的粒子数量。在沉积工艺之后,烃源的流动(在此例中为600sccm的丙烯)停止。然而,射频功率未终止,并且反而降低至在处理室中维持稳定等离子体所需的程度。在此例子中,射频功率由约1200瓦降低至约200-500瓦。除了等离子体引发气体(在此例中为氦)的持续流动外,将氢引入处理室中。氢气的流速约1000-2000sccm,并且氦气的流速约4000-6000sccm。平均上,利用上述沉积后终止工艺的300毫米基板表面上所侦测到的大于0.12微米粒子的数量小于15。与之相比,当没有使用沉积后终止步骤时,基板上所侦测到的大于0.12微米粒子的数量一般大于约30。

[0085] 虽然本发明已以较佳实施例揭露如上,然实施例并非用以限定本发明,任何本领域技术人员,在不脱离本发明的精神和范围内,当可作各种的更动与润饰,因此本发明的保护范围当视后附的权利要求所界定者为准。

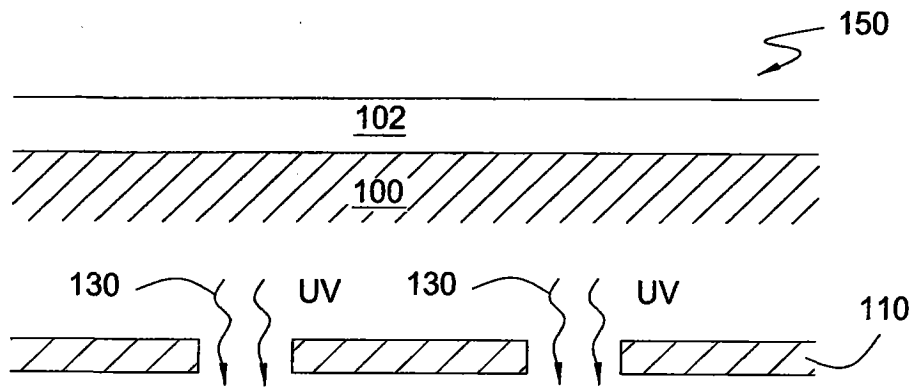


图 1A

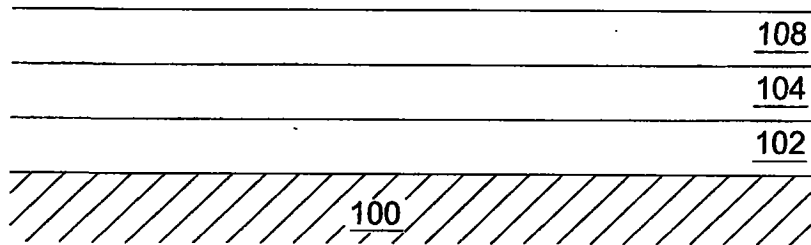


图 1B

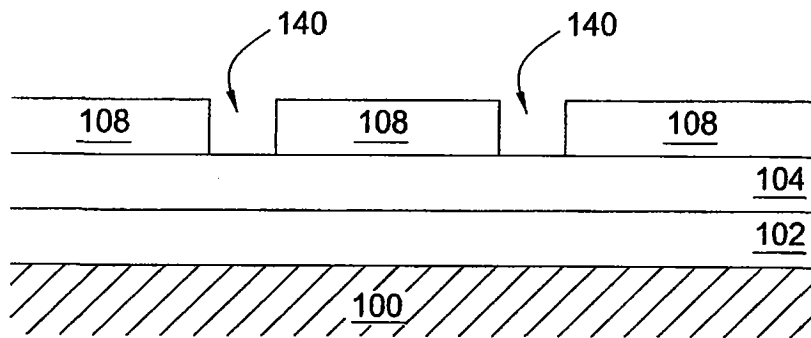


图 1C

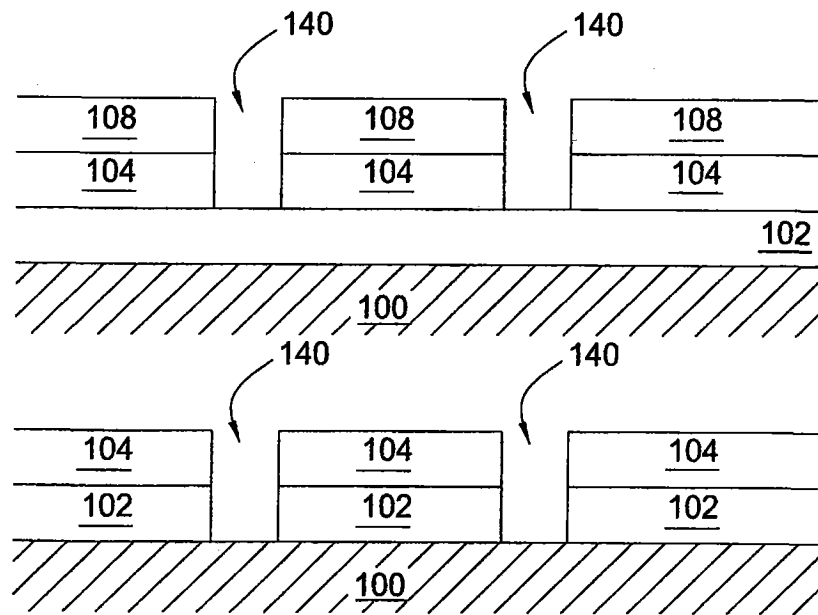


图 1D 图 1E

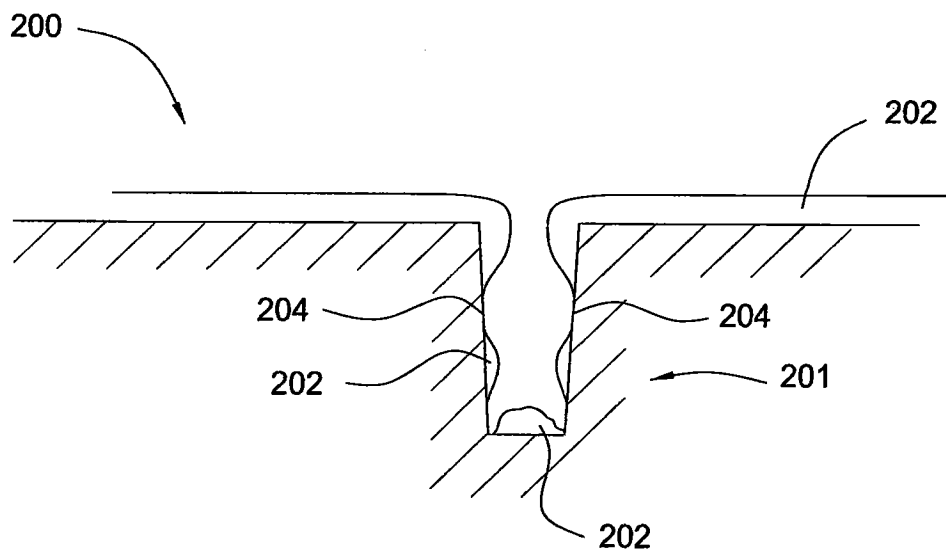


图 2

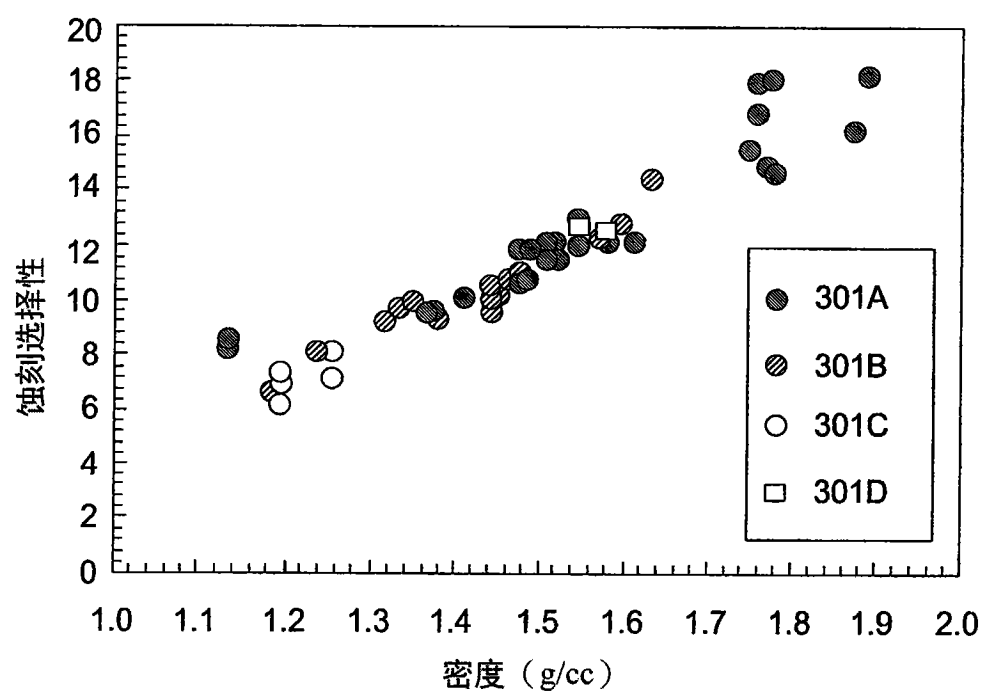


图 3

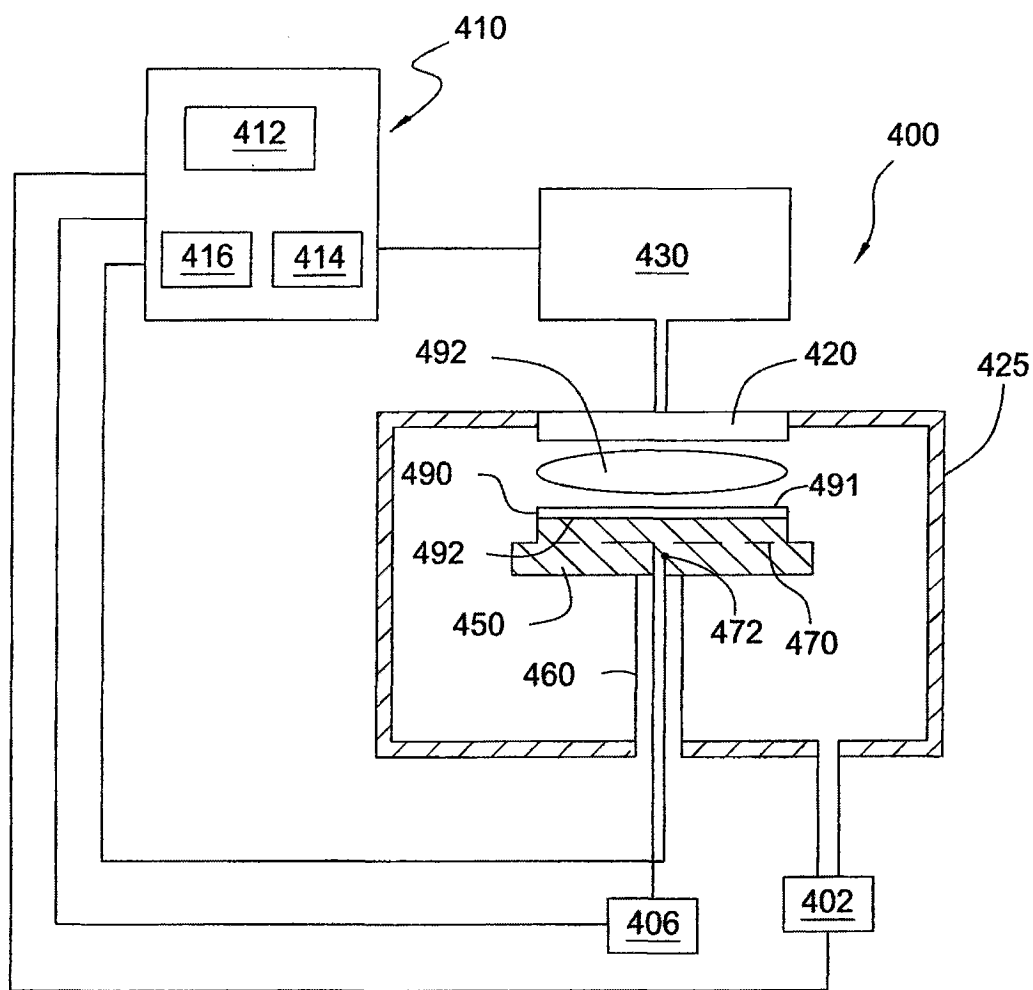


图 4

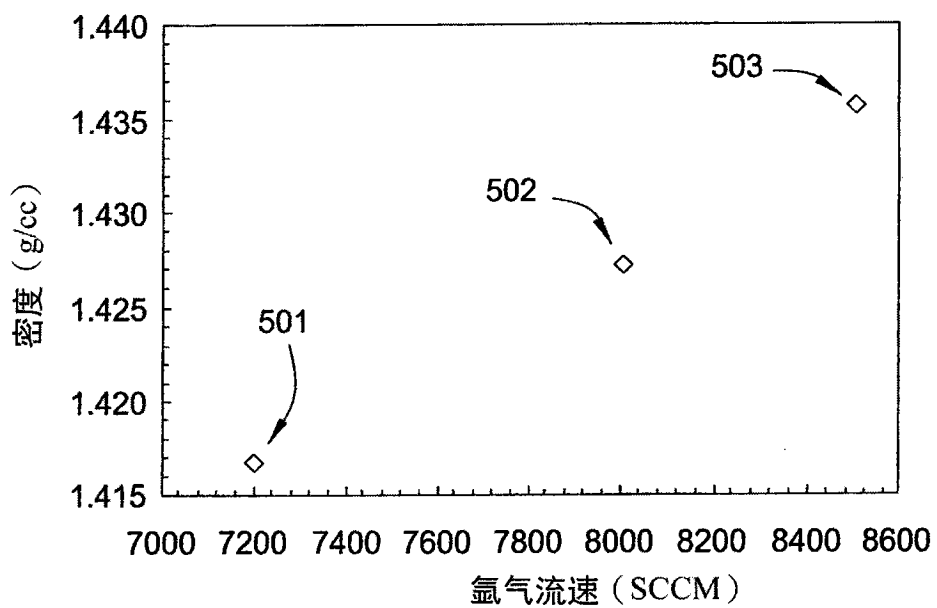


图 5

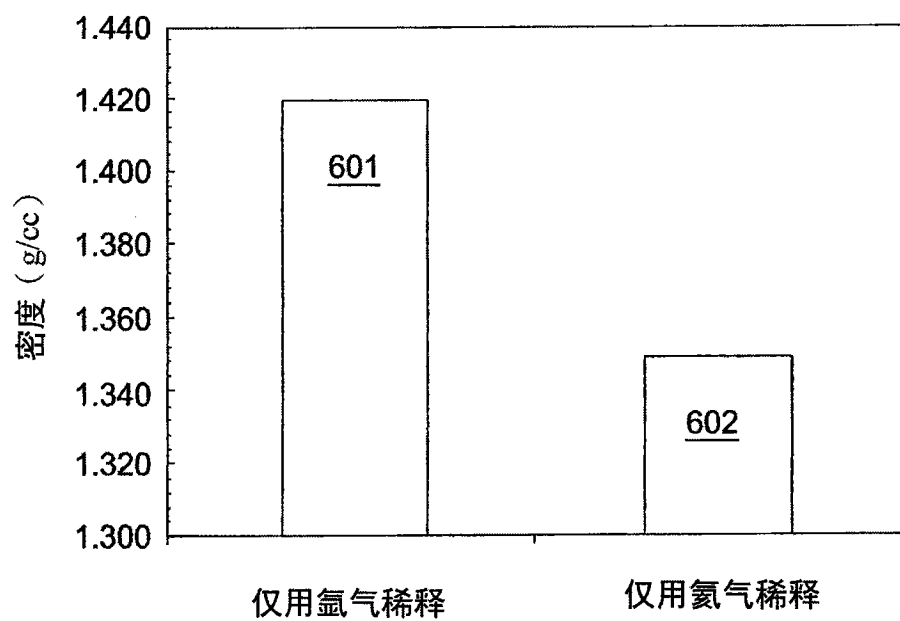


图 6

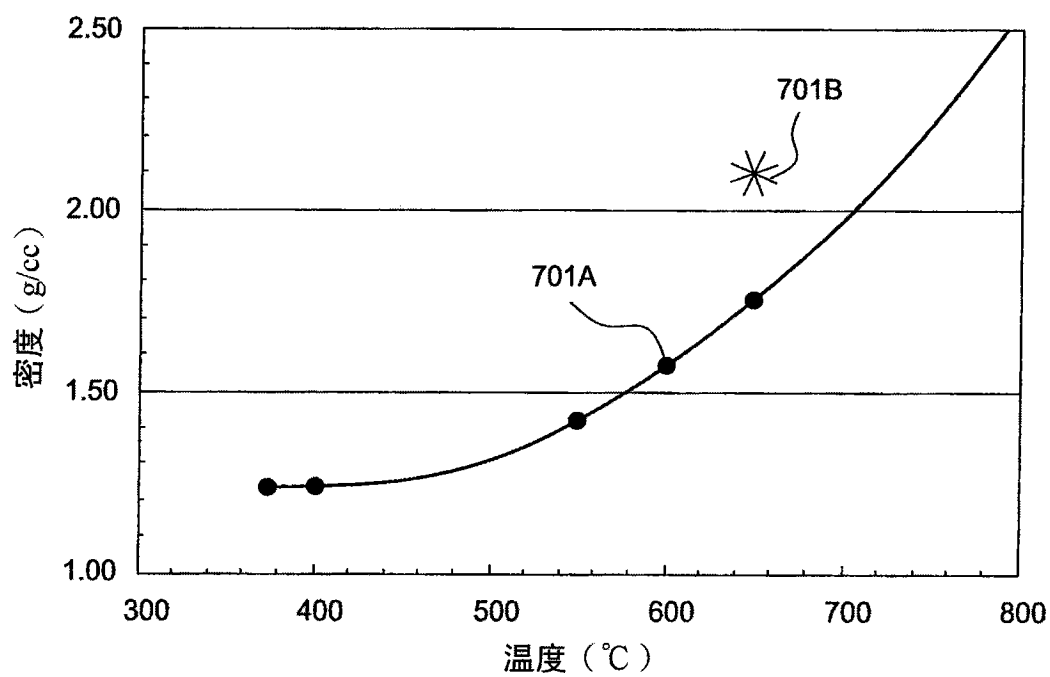


图 7

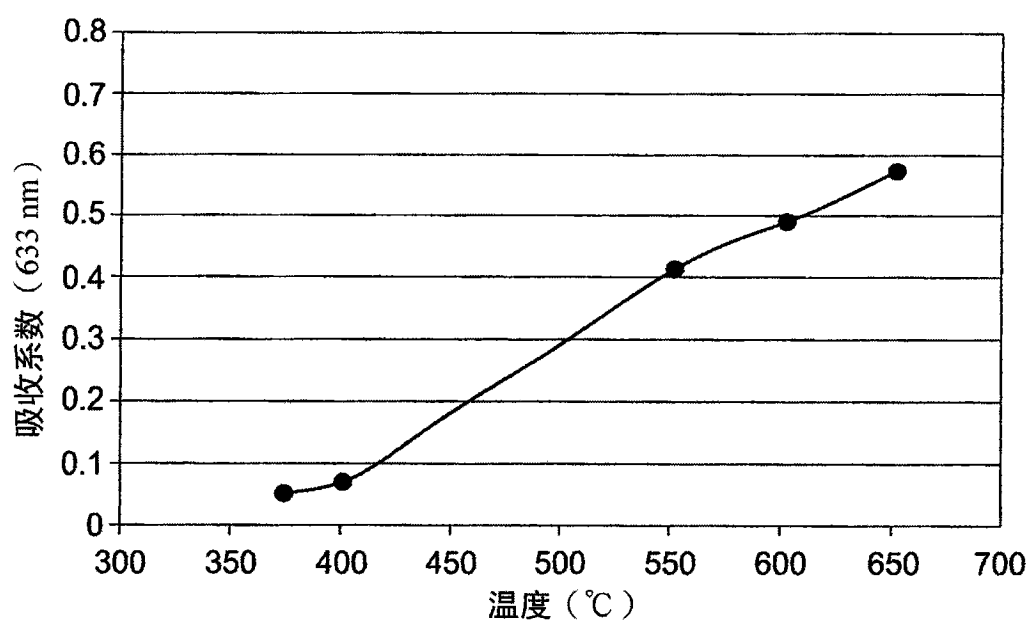


图 8

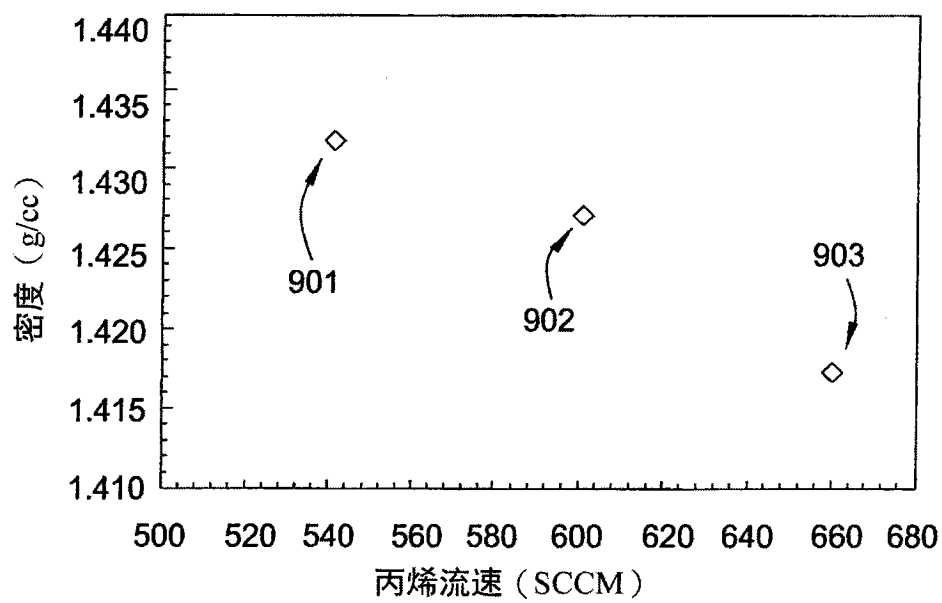


图 9

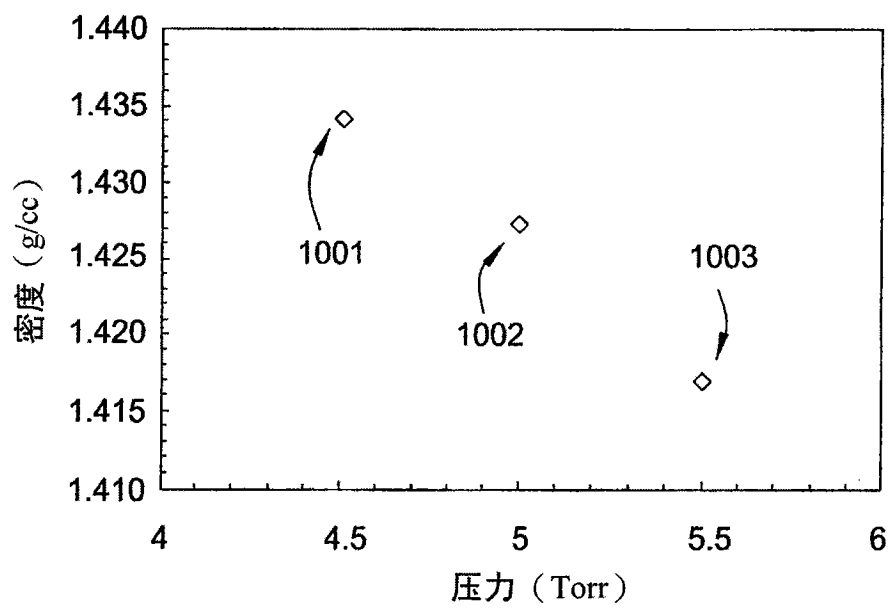


图 10

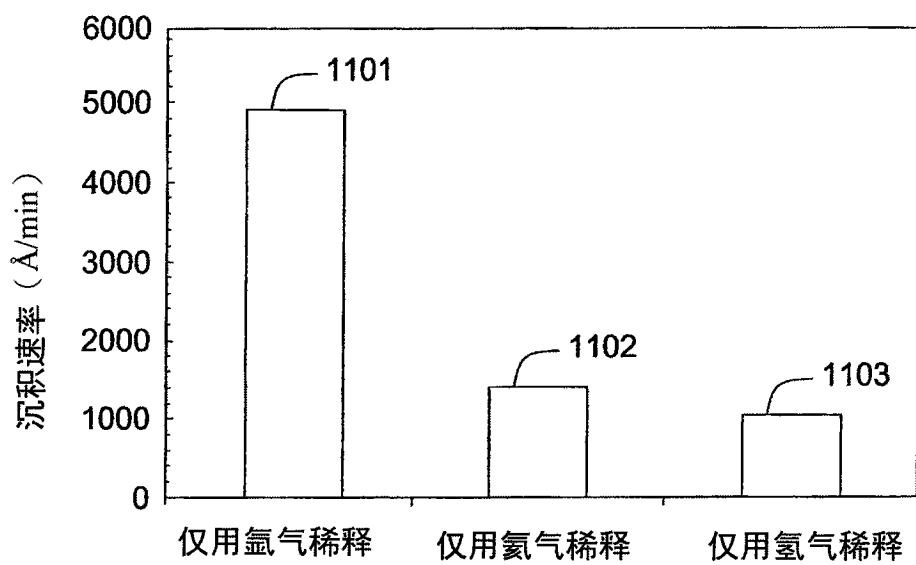


图 11

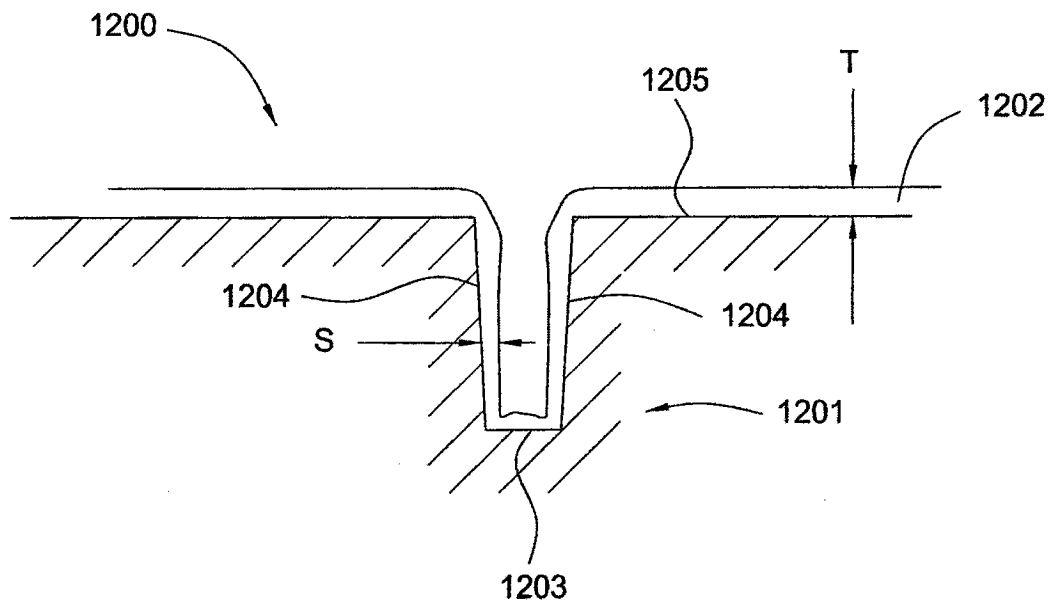


图 12