



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1672098 B

(45) 授权公告日 2011.09.14

(21) 申请号 03817594.0

(22) 申请日 2003.07.11

(30) 优先权数据

10/209,167 2002.07.31 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2005.01.24

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2003/021759 2003.07.11

(87) PCT申请的公布数据

W02004/011258 EN 2004.02.05

(73) 专利权人 飞思卡尔半导体公司

地址 美国得克萨斯

(72) 发明人 戴维·P·曼西尼

威廉·J·道克什尔

凯文·J·诺德奎斯特

道格拉斯·J·莱斯尼克

(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 11038

代理人 秦晨

(51) Int. Cl.

G03F 1/00 (2006.01)

G03F 7/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 1164049 A, 1997.11.05, 全文.

US 4340654 A, 1982.07.20, 权利要求 1, 图 1, 5, 12.

CN 1115417 A, 1996.01.24, 全文.

US 5609925 A, 1997.03.11, 权利要求 1、8.

US 20010028045 A1, 2001.01.11, 全文.

US 6387787 B1, 2002.05.14, 说明书第 2 栏第 46 行-50 行, 第 3 栏第 65 行-第 6 栏第 9 行, 图 1-7.

M. Colburn, T. Bailey, B. J. Choi.

Development and advantages of step-and-flash lithography. Solid state technology 46, 2001, 4667-76.

审查员 李珍珍

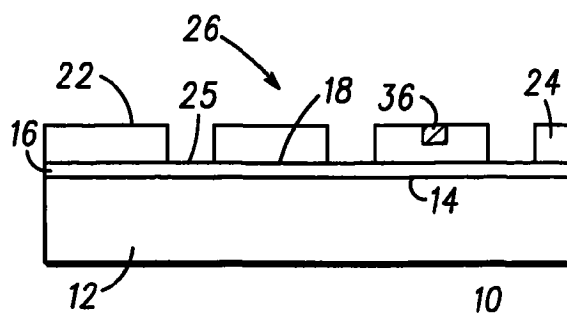
权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图 3 页

(54) 发明名称

形成和修正具有间隙缺陷的光刻版的方法

(57) 摘要

本发明涉及半导体器件, 微电子器件, 微机电器件, 微射流器件, 更一般而言, 涉及包括一个修正缺陷的一个改进的光刻模版, 一个制造改进的光刻模版的方法, 一个修正在模版上存在缺陷的方法, 以及一个使用改进的光刻模版制造半导体器件的方法。形成光刻模版 (10), 含有一个凸雕结构 (26) 和在凸雕结构 (26) 中的一个修正的间隙缺陷 (36)。光刻模版 (10) 用于制造一个半导体器件 (40), 用于影响器件 (40) 中的图形, 通过定位模版 (10) 靠近半导体器件 (40), 在其上形成含有辐射敏感的材料, 以及施加压力以导致辐射敏感材料流进模版上存在的凸雕结构中。然后通过模版加上辐射使得进一步固化辐射敏感材料部分, 以及进一步定义在辐射敏感材料中的图形。然后去掉模版 (10) 以完成制造半导体器件 (40)。



1. 一种形成一个光刻模版的方法,包括步骤:

提供一个光刻模版,它含有一个最上表面和一个形成在最上表面中的凸雕结构以及至少一个在凸雕结构中的间隙缺陷;

提供一个直接可成像氧化物材料,直接可成像氧化物材料位于光刻模版的凸雕结构上和间隙缺陷的内部,所述直接可成像氧化物材料是可图形化到非常高的分辨率、一旦固化就形成非常稳定的二氧化硅、适合于作为用于印刷的模版的凸雕结构的材料;

对该直接可成像氧化物材料成像,由此形成一个在间隙缺陷内部的成像氧化物层;

从光刻模版的凸雕结构上去除任何多余的直接可成像氧化物材料;以及

修整间隙缺陷外部多余的成像氧化物,由此导致一个完整的含有一个修正的间隙缺陷的光刻模版。

2. 如权利要求1的形成光刻模版的方法,其中提供一个光刻模版的步骤进一步特征在于,提供一个衬底材料,该衬底材料包括石英材料,聚碳酸酯材料,氟化钙材料,氟化镁材料,或硼硅酸玻璃中之一。

3. 如权利要求2的形成光刻模版的方法,其中光刻模版由单一均匀衬底材料形成,含有其中形成凸雕结构的衬底材料最上表面。

4. 如权利要求1的形成光刻模版的方法,其中光刻模版包括多个层,多个层中含有形成在多个层中的最上层的最上表面的凸雕结构。

5. 如权利要求4的形成光刻模版的方法,其中所述多个层包括一个衬底层和一个图形层,凸雕结构形成在图形层的一个最上表面上。

6. 如权利要求1的形成光刻模版的方法,其中所述直接可成像氧化物材料是氢硅倍半氧烷。

7. 如权利要求1的形成光刻模版的方法,其中对该直接可成像氧化物材料成像的步骤包括使用电子束,x-射线辐射,紫外辐射,深紫外辐射,离子束辐射中之一来对该直接可成像氧化物材料成像。

8. 如权利要求1的形成光刻模版的方法,其中修整间隙缺陷外部多余的成像氧化物的步骤包括使用激光或聚焦离子束去除多余的成像氧化物材料。

9. 一种形成光刻模版的方法,包括步骤:

提供一个衬底,衬底含有一个最上表面;

提供一个由衬底支撑的图形层;

图形化该图形层,由此形成一个图形化的凸雕层,图形化的凸雕层含有一个凸雕结构和在图形化的凸雕层中的至少一个间隙缺陷;

在图形化的凸雕层上和间隙缺陷内提供一个直接可成像氧化物材料;

对该直接可成像氧化物材料成像,由此在间隙缺陷内形成一层成像氧化物;

从图形化的凸雕层上去除任何多余的直接可成像氧化物材料;以及

修整间隙缺陷外部多余的成像氧化物,由此导致一个完整的含有一个修正的间隙缺陷的光刻模版。

形成和修正具有间隙缺陷的光刻版的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体器件,微电子器件,微机电器件,光子,光电子,以及微射流器件,以及尤其涉及形成一种光刻版以及在光刻版中的修正缺陷的方法,以及一种使用光刻版形成器件的方法。

背景技术

[0002] 集成电路的制造包括生成以某种样式相互作用的几层材料。这些层中的一层或更多的层可以形成图形使得该层的各区具有不同的电学特性,这可以在该层内或与其它层互联以产生电学元件和电路。这些区域可以通过选择地引入或去除各种材料而生成。定义这些区域的图形经常通过光刻工艺产生。例如,一层光阻材料涂到一层上覆盖一个圆晶衬底。一个光掩模(包含透明和不透明区)用于通过一种形式的辐射选择地曝光该光阻材料,例如紫外光,电子,或 x-射线,暴露在辐射下的光阻材料,或者没有暴露在辐射下的通过应用一种显影液去除。然后对该层上不受剩下的光阻保护的地方进行刻蚀,当去除掉光阻时,覆盖衬底的层上便形成图案。

[0003] 例如上面提到的光刻工艺典型地用于从一个光掩膜上将图形转移到一个器件上。当半导体器件上的特征尺寸降低到亚微米范围时,存在一种新的光刻工艺或技术的需要,以形成高密度的半导体器件。已经提出了满足这种需要并在印刷和模压具有基础的几种新的光刻技术。尤其是一种步进与闪光印刷光刻(SFIL)已经显示出能够适合于形成小于 20nm 的图形线。

[0004] 一般的,SFIL 技术受益于它们的独特地使用用于实现 SFIL 工艺的光化学,环境温度处理,以及接触压力。在一个典型的 SFIL 工艺中,衬底涂敷有一层有机平整化层,并放在靠近一块透明的 SFIL 模版,它典型地由石英构成,含有一种凸雕结构并涂有一层低表面能材料。在模版和涂敷的衬底之间淀积一种光致硬化有机溶液。使用最小的压力,模版和衬底接触尤其是光致硬化有机层。然后,有机层通过模版和光照室温下硬化和曝光。光源典型地使用紫外辐射,深紫外或者宽带辐射。一个范围的波长(150nm-500nm)是可能的,取决于模版的透射性和光致硬化有机物的光敏性。然后模版从衬底和有机层分离,在平整化层上留下一个模版凸雕的有机复制品。这种图形使用一个短卤素贯穿刻蚀,跟着通过该平整化层进行氧的反应离子刻蚀(RIE),在有机层和平整化层中形成一个高分辨率,高纵横比的特征。

[0005] 应该注意一个光刻掩模和一个光刻模版的区别。光刻掩模用作一个模版,把光的空气图像给予一种光阻(photo resist)材料。光刻模版有一个形成于表面的凸雕,产生一个印版或模具。在 SFIL 过程中,当光致硬化液体流进凸雕结构中并随之硬化时,就定义了一个图形。在标准的印刷光刻中,当存在于一个衬底材料表面上的材料产生塑料变形,以响应于通过一个图形化模版加在它上的压力时,就定义了一个图形。因此,这些对掩模和模版必要的属性是非常不同的。

[0006] 一个制造 SFIL 模版的过程包括施加 50-100nm 厚的一层铬到一个透明的石英平板

上。一个抗蚀剂层加到铬上,使用一个电子束或一个光学曝光系统图形化。然后抗蚀剂放置到显影液中,在铬层上形成图形。抗蚀剂被用作掩模来刻蚀铬层。然后铬作为刻蚀一个石英平板的硬掩模。最后去掉铬,由此形成一个石英模版,石英中含有凸雕结构。

[0007] 已经展示了 SFIL 技术来分辨如 20nm 小的特征。这样,宽范围的特征尺寸可以绘制到一个单个的晶片上。尽管使用这种 SFIL 模版制造方法,但仍然存在一定问题。特别地,随着传统的抗蚀剂,掩模,和刻蚀工艺以及在模版凸雕表面形成的缺陷,而出现了问题。更特别地,关于制造模版的所需的步骤数目也存在问题,即,铬的刻蚀,石英材料的刻蚀,必需的刻蚀和抗蚀剂去除步骤以及随着刻蚀工艺在模版凸雕表面存在的缺陷。应该理解每个刻蚀步骤提高了缺陷的可能性以及改变了特征尺寸。在本质上,这些缺陷可能是负的,意味着在模版凸雕表面缺少凸雕材料,在此是指间隙缺陷,因为它们在凸雕材料中定义了一个“间隙”。可选择地,在本质上这些缺陷可能是正的,意味着在模版表面存在一个外来的凸雕材料,这不是定义凸雕结构希望的部分。缺陷修正,不管正负,是必须在 SFIL 中解决的一个关键的要求。

[0008] 另外,对于模版的电子束写入以及随着模版制造的检测也存在问题。尤其,必须存在一个电荷耗散层,为了在电子束曝光过程中避免电荷建立。由于模版包括一个单一均匀材料,可检测性并不是很容易取得。典型的检测系统使用光(紫外或深紫外)或者电子来确定特征尺寸并探测模板上不合宜的缺陷。基于光的系统在模版的图形化和未图形化的区域之间需要一个反射或折射率差,提供一个好的图像对比度。同样地,一个基于电子的系统在模版的图形化和未图形化的区域之间需要一个原子数目差异。为了克服这个问题,一个包括多种材料的模版,含有不同的光学特性,电子散射特性,或不同的原子数目,会考虑到检测,这是亚-100nm 特征所必须的。

[0009] 因此,存在一种简化形成 SFIL 模版制造过程的需要。特别地,提供一个需要更少工艺步骤来制造 SFIL 技术中使用的模版,一个修正在 SFIL 模版的凸雕结构中形成的缺陷的方法,以及一个可以进行亚微米结构检测的模版,这都是有益的。

发明内容

[0010] 本发明的一个目的是提供一个包括修正缺陷的改进的光刻模版,一个制造改进的光刻模版的方法,一个修正模版中存在的缺陷的方法,以及一个使用改进的光刻模版制造半导体器件的方法,在该模版中使用了最少的制造步骤,包括一种修正在 SFIL 模版的凸雕结构中形成的缺陷的方法。

[0011] 本发明的另一个目的是提供一个包括修正缺陷的改进的光刻模版,一个制造改进的光刻模版的方法,一个修正模版中存在的缺陷的方法,以及一个使用改进的光刻模版制造半导体器件的方法,可以获得模版凸雕表面形成的缺陷的修正。

[0012] 仍然本发明的另一个目的是提供一个改进的光刻模版,一个制造改进的光刻模版的方法,以及一个使用改进的光刻模版制造半导体器件的方法,模版和制造工艺的改进提供了更高的产量以及节约成本。

[0013] 本发明涉及半导体器件,微电子器件,微机电器件,光电器件,光子器件,微射流器件,更一般而言,涉及形成一个光刻模版的方法,包括修正在模版表面上存在的间隙缺陷的一个方法,以及一个使用改进的光刻模版制造半导体器件的方法。公开的是一个光刻模版

以及一个制造模版的方法,包括一个平板材料,能够通过直接图形化形成一个凸雕结构。该模版通过提供一个含有一个最上表面的衬底而形成,形成一个由衬底支撑的图形化凸雕层,以及修正任何图形化凸雕层中存在的间隙缺陷。另外,公开的是一个使用提供的光刻模版来制造一个器件的方法,包括的步骤是提供衬底,使用可变形材料涂敷衬底,提供一个如先前公开的光刻模版,定位光刻模版接触该可变形材料,给模版施加压力,使得在可变形材料中产生一个图形,通过光刻模版光学地透过辐射以在衬底上暴露至少一部分可变形材料,由此,进一步影响可变形材料中的图形,以及从衬底上去掉模版。

附图说明

[0014] 从下面对一个优选实施例并联系附图的详细描述中,本领域的技术人员将容易地明白本发明的前述的、进一步的和更明确的目标和优点,其中:

[0015] 图 1-10 以横截面图示出了根据本发明制造一个光刻模版的第一实施例的工艺步骤;

[0016] 图 11-15 以横截面图示出了根据本发明制造一个光刻模版的第二实施例的工艺步骤;以及

[0017] 图 16 是根据本发明使用一个光刻模版制造一个半导体器件的一个简化工艺流程。

[0018] 将会评价,为了示例的简化和清晰,附图中示出的元件没有必要按比例画出。例如,为了清晰的目的,一些元件的尺寸相对于其它元件是过分夸大了。进一步,为了正确地考虑,已经在附图中重复了参考号码,以表明相应的或类似元件。

具体实施方式

[0019] 本发明涉及改进一个模版,将能够使用已知光掩模版处理设备,例如清洗和检测设备,然而仍然需要一个模版正确地用于标准印刷光刻和 SFIL,用于在半导体器件中正确地形成图形。既然在制造一个模版期间,必须形成一个图形化凸雕层,需要在形成该层的方法之间进行区分。一般,在传统的模版图形化时,将被图形化的任何一层首先均匀淀积在衬底上,通过一些方法例如旋涂或从气相淀积。然后一层可图形化材料(抗蚀剂),典型为一种光子或电子束敏感聚合物,加到该表面并使用光刻技术上众所周知的光学或电子束方法图形化。一个图形随着一个显影过程而形成,它优选地从抗蚀剂层去除材料来形成一个图形。该抗蚀剂层用作一个掩模,通过使用湿法或干法刻蚀,将它的图形转移到下面的层上。最后,当抗蚀剂层不再需要时将它去除掉,图形现在留在模版的最上凸雕层。在这种工艺过程中,任何数目的间隙缺陷可以在最上凸雕层内形成。在此提供的是一个模版和形成模版的方法,其中这些间隙缺陷使用一种材料来修正,该材料是可图形化的以填充缺陷。

[0020] 在此公开的是一个方法,使用一个直接可图形化的旋涂氧化物来修正 SFIL 模版上的间隙缺陷。这通过明智地使用独特材料,并结合一种有机光阻的图形化特性以及一种无机氧化物的坚固机械特性而成为可能。这两种特性结合起来提供一种间隙修正材料所需要的属性。这些属性包括对凸雕层的高粘合强度,高模量,高切变强度,以及好的热稳定性。材料例如氢硅倍半氧烷(hydrogen silsesquioxane, HSQ)是可图形化到非常高的分辨率,以及一旦固化,形成一个非常稳定的二氧化硅,适合于作为一种用于印刷的模版凸雕结构。

具有类似特性的材料可以代替这种应用用于 HSQ。然而,应该注意任何这样的辐照敏感和图形化材料,以及具有足够的物理特性作为可修正缺陷的一部分是独特的并是本发明的核心。

[0021] 参考图 1-10,以横截面图示出的是根据本发明制造第一实施例的光刻模版的多个工艺步骤。现在参考图 1,示出的是在根据本发明制造一个光刻模版 10 工艺中的第一步骤。示出的是衬底 12,含有一个表面 14。衬底 12 公开于包括一个透明或半透明均匀材料,例如一个石英材料,一个聚碳酸酯材料,一个硼硅酸玻璃,一个氟化钙 (CaF_2) 材料,一个氟化镁材料 (MgF_2),或者任何其它类似类型的材料,即对光透明或半透明。

[0022] 现在参考图 2,示出的是衬底 12,含有在其表面 14 上淀积的一层刻蚀停止层 16。包括刻蚀停止层 16 提供了用于对比增强和改进检测能力,由于在刻蚀停止层 16 和图形化的凸雕层(当前讨论的)之间存在不同的反射特性,折射率,和/或原子数。公开了刻蚀停止层 16 由一种不透明或不透明材料形成,依赖于总体形成目标,以及随后各层的淀积。更一般而言,公开了使用的特殊类型材料将能够承受由此引起的必须从事完成制造模版 10 的工艺步骤。公开的透明材料作为适合于制造刻蚀停止层 16 的是氮化硅 (Si_xN_y),氧化硅 (Si_xO_y),铬 (Cr),氧化铬 (Cr_xO_y),氮化铬 (Cr_xN_y),氧化铝 (Al_xO_y),氮化铝 (Al_xN_y),氧化铟锡 ($\text{I}_x\text{Sn}_y\text{O}_z$),氧化铟 (In_xO_y),氧化锡 (Sn_xO_y),氧化锌 (Zn_xO_y),氧化镉 (Cd_xO_y),氧化铜铝 ($\text{Cu}_x\text{Al}_y\text{O}_z$),氧化铜镓 ($\text{Cu}_x\text{Ga}_y\text{O}_z$),氧化镉锡 ($\text{Cd}_x\text{Sn}_y\text{O}_z$),或者其它任何透明,或半透明材料,以及它们的组合,其中 x 和 y 是正数,值代表一种元素在前述的化合物中的相关浓度。在一个优选的实施例中 x 范围 0.1-1.0, y 范围为 0.1-1.0, z 的值使得 x, y, 和 z 的和 = 1.0。作为一个实例,化学计量的氧化铝是 Al_2O_3 。然而,本领域的技术人员认识到,可以淀积非化学计量的氧化铝薄膜,并将与化学计量的薄膜用作同样目的。公开的不透明材料作为适合于制造刻蚀停止层 16 的是铬 (Cr) 等。形成刻蚀停止层 16 有助于随后的图形化剩余层:刻蚀停止层 16 公开为含有厚度依赖于刻蚀选择于图形化层,以及使用的材料的电荷导电性。尤其,刻蚀停止层 16 将需要具有相对于图形化层的足够低的刻蚀速率,使得克服任何微负载效应。另外,刻蚀停止层 16 必须具有足够的强度以经受住应力,它联系了模版制造以及随之使用完成的光刻模版制造半导体器件过程中的处理。刻蚀停止层 16 因此一般公开为含有厚度在范围 1-1000nm,优选厚度至少 5nm。形成的刻蚀停止层 16 在衬底 12 的表面 14 上含有一个表面 18,通过旋涂,溅射,气相沉积,等。关于包含刻蚀停止层的进一步信息可以在未决美国专利申请中找到,具有系列号 10/022,489,代理人案卷号 CR01-24,公开于 2001 年 12 月 18,题目“光刻模版及形成和使用的方法”,转让给相同的受让人,以及在此引用作为参考。

[0023] 现在参考图 3,示出的是衬底 12,在上面含有刻蚀停止层 16。还有在刻蚀停止层 16 的表面 18 上形成的一个图形层 20。图形层 20 公开为可成像的或者直接成像的,并由不透明或透明材料形成,依赖于总体涉及目标,以及构成刻蚀停止层 16 的材料。必须画出可成像的和直接成像的材料的区别。可成像材料包括任何能够通过传统光刻技术图形化的材料,包括一个掩模层以及一个刻蚀或淀积层,或它们的组合。典型地,关于可成像材料,一旦成像和图形转移到第二材料中完成,就去除掩模层。直接可成像材料包括具有通过一种光刻方法直接成像的独特能力的材料,并且一旦直接成像用于预定目的,它们本身就是有用的。直接可成像材料的用处是预防了它随之图形化的排除。

[0024] 公开了用于图形层 20 的特殊材料将能忍受结果的工艺步骤,这必须承担完成制造模版 10。图形层 20 一般公开于由一种材料形成,具有比用于刻蚀停止层 16 使用的材料不同的反射率(或折射率)或不同的原子数。这种在原子数的差异将提供用于如当前描述的改进的可检测特性。公开作为适合制造图形层 20 的透明材料是氧化硅(Si_xO_y),氮化硅(Si_xN_y),氮氧化硅($\text{Si}_x\text{O}_y\text{N}_z$),氧化铟锡($\text{I}_x\text{Sn}_y\text{O}_z$),等。公开作为适合制造图形层 20 的不透明材料是钨(W),硅化钨(W_xSi_y),氮硅化钨($\text{W}_x\text{Si}_y\text{N}_z$),钨合金,钽(Ta),硅化钽(Ta_xSi_y),氮硅化钽($\text{Ta}_x\text{Si}_y\text{N}_z$),钽合金,钛(Ti),钛合金,钼(Mo),硅化钼(Mo_xSi_y),钼合金,金(Au),铬(Cr),等。此外,由该公开可以预期图形层 20 还可以形成作为一个直接可成像图形层,包括一种氧化物材料,例如氢硅倍半氧烷(HSQ),由 Dow Corning 公司销售为 FOX-15[®](当前讨论的)。在一个优选的实施例中, x 范围 0.1-1.0, y 范围为 0.1-1.0, z 的值使得 x, y, 和 z 的和 = 1.0。另外,图形层 20 可以由其它的直接可成像介电材料形成,例如一个直接可成像氮化物,或者一个直接可成像氮氧化物。制造由这些类型的材料形成的直接可成像图形层,进一步的信息可以在未决美国专利申请中找到,具有系列号 10/022,489,代理人案卷号 CR01-024,公开于 2001 年 12 月 18,题目“光刻模版及形成和使用的方法”,转让给相同的受让人,以及在此引用作为参考。

[0025] 应该注意,既然衬底本身可以有效地作为一个刻蚀停止层,一些图形层可以不需要一个刻蚀停止层。图形层 20 可以有助于电子束写入过程中的电荷耗散。另外,由于在多个层中使用变化的材料,图形层 20 在基于 SEM 的模版检测中有帮助。图形层 20 公开为一般含有厚度依赖于光致硬化抗蚀剂希望的纵横比。特殊地,图形层 20 将需要具有足够的机械强度和耐久力以经受住应力,它联系了模版制造以及随之使用完成的光刻模版制造半导体器件过程中的处理。图形层 20 因此一般公开为含有厚度在范围 10-5000nm,优选厚度至少 50nm。形成的图形层 20 在刻蚀停止层 16 的表面 18 上含有一个表面 22,通过旋涂,溅射,气相沉积,等。

[0026] 现在参考图 4 和 5,示出的是衬底 12,含有在其表面 14 上形成的刻蚀停止层 16,以及在刻蚀停止层 16 的表面 18 上形成的图形层 20。在图形层 20 的表面 22 上形成的是一层抗蚀剂层 24,如图 5 所示通过标准的光学或电子束图形化技术形成图形。抗蚀剂层 24 典型地由技术上已经熟知的标准光阻或电子束材料形成,例如一种有机聚合物,图形化使得作为随之刻蚀图形层 20 的掩模。由该公开所预期的另外公开的是可选地包括一种硬掩模层(未示出),在图形层 20 和抗蚀剂层 24 之间。在包括硬掩模的情况下,它预期将由铬(Cr),氧化硅(Si_xO_y),氮氧化硅($\text{Si}_x\text{O}_y\text{N}_z$),氮化硅(Si_xN_y),等形成。在一个优选实施例中, x 范围 0.1-1.0, y 范围为 0.1-1.0, z 的值使得 x, y, 和 z 的和 = 1.0。

[0027] 在制造过程中,光阻层 24 用作刻蚀通过图形层 20 的掩模。如图 6 所示,刻蚀通过图形层 20 到刻蚀停止层 16 的表面 18,由此暴露刻蚀停止层 16 的部分 25。刻蚀图形层 20 通过标准湿法或干法刻蚀技术实现。然后如果需要,过刻蚀图形层 20,以提供停止在刻蚀停止层 16 上改进的一致性。最后,为完成模版 10 去掉抗蚀剂层 24。在刻蚀停止层 16 由不透明材料形成的情况下,将需要去除刻蚀停止层 16 暴露的部分 25,以允许随之射线在此的通过。以这种方式包括一个不透明刻蚀停止层 16 和图形层 20 的模版 10 制造,提供了不希望的剩余光聚合物的尽量减小,增强了可检测性,与当前模版修正技术相兼容,耐侵蚀性清洗剂,无定形/低表面粗糙度材料用于希望的图形转移属性,以及由于该变化的材料层而改

进的模版对比度。

[0028] 图 7 以横截面示出了一个完整的光刻模版 10, 包括含有表面 14 的衬底 12, 刻蚀停止层 16 覆盖衬底 12 的表面 14, 刻蚀停止层 16 含有一个表面 18, 以及图形层 20 覆盖刻蚀停止层 16 的表面 18, 以及一个间隙缺陷 30。完成时, 模版 10 在此定义了一个凸雕结构 26, 但是在凸雕结构 26 内形成的缺陷 30 必须在任何 SFIL 工艺中使用模版 10 之前修正。当如图 7 所示缺少凸雕材料时导致了缺陷 30。在修正以前, 使用一个光学或电子束检测系统测绘缺陷 30 用于准确定位。

[0029] 现在参考图 8, 以横截面示出的是在光刻模版 10 中修正间隙缺陷 30 的方法中的一步。如所示的, 为修正间隙缺陷 30, 一层直接可成像氧化物材料 32 淀积在图形层 20 定义凸雕结构 26 的剩余部分表面 22 上, 填充暴露的部分 25, 间隙缺陷 30 以及随后平整化模版 10。在一个优选实施例中, 直接可成像氧化物材料 32 由一种材料例如氢硅倍半氧烷 (RSQ), 由 Dow Corning 公司销售为 FOX-15[®] 形成。另外, 直接可成像氧化物材料 32 可以由其它的直接可成像介电材料形成, 例如一个直接可成像氮化物, 或者一个直接可成像氮氧化物。在模版制造过程中, 直接可成像氧化物材料 32 在图形层 20 剩余部分的表面 22 上形成, 填充暴露的部分 25, 以及间隙缺陷 30, 然后在低温下烘烤, 例如约 200℃, 以去除任何存在的溶剂。

[0030] 随之烘烤直接可成像氧化物材料 32, 模版 10 通过标准光学或电子束图形化技术曝光, 以图形化前面测绘的缺陷 30, 由此留下一个以间隙缺陷 30 形成的图像化氧化物 34, 如图 9 所示。由该公开预测, 曝光直接可成像氧化物材料 32 可以使用电子束射线, x- 射线辐射, 紫外辐射, 深紫外辐射, 离子束辐射, 或者其它任何合适的辐射实现, 用于曝光直接可成像氧化物材料 32, 以填充间隙缺陷 30。然后, 任何剩下的位于修正区外面的直接可成像氧化物材料 32 在一种显影液中去除, 它的配制是溶解和去除材料的曝光或未曝光区。用于修正缺陷 30 的直接可成像氧化物材料 32 的配制是与辐照反应, 通过经历结构改变, 阻止间隙缺陷 30 中在一种显影液中溶解。

[0031] 最后, 残留在修正的缺陷外面的任何剩下的图像化直接可成像氧化物 34, 使用一种激光或聚焦离子束 (FIB) 修整或去除, 导致在凸雕结构 26 中的一个修正的间隙缺陷 36, 如图 10 所示。从而, 图 10 以横截面示出了一个完整的光刻模版 10, 包括含有表面 14 的衬底 12, 以及图形化的凸雕层 24 覆盖刻蚀停止层 16 的表面 18, 含有一个在此形成的修正缺陷 30。完成时, 模版 10 在此定义凸雕结构 26。

[0032] 另外, 尽管在此公开的模版 10 是一个单层结构, 由该公开预期模版 10 可以形成一个多层结构, 在此含有一个间隙缺陷。制作多层光刻模版的进一步信息可以在未决美国专利申请中找到, 具有系列号 10/081, 199, 代理人案卷号 CR01-31, 公开于 2002 年 2 月 22 日, 题目“使用一个多层抗蚀剂叠层制作一个分层结构的方法及使用方法”, 转让给相同的受让人, 以及在此引用作为参考。

[0033] 参考图 11-15, 以横截面示出的是根据本发明制造光刻模版的第二实施例的多个步骤。应该注意图 11-15 的所有元件都类似图 1-10 所示的元件, 都指定类似号码, 含有加上的一撇以表明不同的实施例。现在参考图 11, 示出的是在根据本发明制造一个光刻模版 10' 工艺中的第一步骤。示出的是衬底 12', 含有一个表面 14'。衬底 12' 公开于包括一个透明或半透明均匀材料, 例如一个石英材料, 一个聚碳酸酯材料, 一个硼硅酸玻璃, 一个氟

化钙 (CaF_2) 材料, 一个氟化镁材料 (MgF_2), 或者任何其它类似类型的材料, 即对光透明或半透明。

[0034] 然后, 衬底 12' 在此直接在表面 14' 中形成一个凸雕结构 26'。凸雕结构 26' 在表面 14' 中使用前面描述的标准光刻技术形成, 参考图 1-10 描述的第一实施例, 包括光阻和刻蚀工艺, 或者包括一个硬掩模的光阻和刻蚀工艺。因此, 图 12 中以横截面示出的是完成的光刻模版 10', 包括衬底 12', 含有表面 14', 凸雕结构 26' 形成于此, 包括一个在任何 SFIL 工艺中使用模版 10' 之前, 间隙缺陷 30' 必须修正。当如图 12 所示缺少凸雕材料时导致了缺陷 30', 在修正以前, 使用一个光学或电子束检测系统测绘缺陷 30' 用于准确定位。

[0035] 现在参考图 13, 以横截面示出的是在光刻模版 10' 中修正间隙缺陷 30' 的方法中的一步。缺陷 30' 以与前面描述的图 1-10 中修正同样的方式修正。更一般而言, 为修正间隙缺陷 30', 一层直接可成像氧化物材料 32' 淀积在凸雕结构 26' 上以及间隙缺陷 30' 内, 由此基本上平整化模版 10'。在一个优选实施例中, 直接可成像氧化物材料 32' 由一种材料例如氢硅倍半氧烷 (HSQ), 由 Dow Corning 公司销售为 FOX-15R 形成。另外, 直接可成像氧化物材料 32' 可以由其它的直接可成像介电材料形成, 例如一个直接可成像氮化物, 或者一个直接可成像氮氧化物。然后, 直接可成像氧化物材料 32' 形成在凸雕结构 26' 上以及间隙缺陷 30' 内, 在低温下烘烤, 例如约 200°C , 以去除任何存在的溶剂。

[0036] 随之烘烤直接可成像氧化物材料 32', 模版 10' 通过标准光学或电子束图形化技术曝光, 以图形化前面测绘的缺陷 30', 由此留下一个图像化氧化物 34' 填充间隙缺陷 30', 如图 14 所示。由该公开预测, 曝光直接可成像氧化物材料 32' 可以使用电子束射线, x-射线辐射, 紫外辐射, 深紫外辐射, 离子束辐射, 或者其它任何合适的辐射实现, 用于曝光直接可成像氧化物材料 32', 以填充间隙缺陷 30'。然后, 任何剩下的位于修正区外面的直接可成像氧化物材料 32' 在一种显影液中去除, 它的配制是溶解和去除材料的曝光或未曝光区。用于修正缺陷 30' 的直接可成像氧化物材料 32' 的配制是与辐照反应, 通过经历结构改变, 阻止间隙缺陷 30' 中在一种显影液中溶解。

[0037] 最后, 残留在修正的缺陷外面的任何剩下的图像化直接可成像氧化物 34', 使用一种激光或聚焦离子束 (FIB) 修整或去除, 导致在图雕结构 26' 中的一个修正的间隙缺陷 36', 如图 15 所示。从而, 图 15 以横截面示出了一个完整的光刻模版 10', 包括含有表面 14' 的衬底 12', 以及凸雕层 26', 以及含有一个在此形成的修正缺陷 36'。

[0038] 图 16 示出的是一个工艺流程图, 其中根据本发明制造的, 总体上类似于图 1-10 中的模版 10 或者图 11-15 中的 10' 的一个光刻模版用于制造半导体器件 40。最初提供了一个半导体衬底 42。然后使用辐射敏感材料例如光致硬化有机层或者一个光阻层, 涂敷到半导体衬底 44。该半导体衬底可以有例如多晶硅, 氧化物, 金属等涂敷的器件和器件层, 以及沟槽和扩散区等。根据图 1-10 和图 11-15 给出的描述, 制成一个光刻模版 46。然后这个辐射敏感材料层涂敷的半导体衬底置于和光刻模版的相邻处 48。一个轻微的压力施加到模板上使得辐射敏感材料层流进模版上的凸雕结构中 50。紫外, 深紫外, 或者宽带辐射然后通过光刻模版透过 52, 该模版包括衬底, 刻蚀停止层, 以及图形层 (对于当图形层透明时的情况), 成像到辐射敏感材料层涂敷的半导体衬底上, 以进一步定义和暴露辐射敏感层中的图形。然后从半导体器件去除模版 54, 由此留下一个图形化有机层, 然后用作随后工艺的成像层。然后阻抗层可以用于和掩模相关的几个目的, 包括: (i) 作为一个掩模用于离子注

入;(ii) 作为一个掩模,用于湿法或干法刻蚀进衬底或相邻层;(iii) 作为一个掩模,用于材料淀积例如金属剥离工艺;或(iv) 任何其他需要图形化掩模的工艺。应该理解尽管根据本发明制造的模版以优选的实施例描述,用于制造一个半导体器件,预期的是使用一个总体上类似于图 1-10 中的模版 10,以形成微电子器件,微机电器件,光子,光电子以及微射流器件。

[0039] 前面的描述以及在此包含的示例展示了和本发明相关的许多优点。尤其,本发明提供了对光刻模版的图形化凸雕结构内形成缺陷的修正。

[0040] 这样很明显,根据本发明已经提供了一个有修正缺陷的光刻模版,一个修正该缺陷的方法,在 SFIL 工艺中使用该光刻模版,以完全满足前述的需要和优点。尽管本发明已经参考明确的实施例进行了描述和图示,本发明并不局限于这些示例的实施例。本领域的技术人员将会认识到可以进行修改和变化而不违背本发明的精神。因此,本发明目的是将所有这样的变化和修改包括在附加的权利要求书的范围之内。

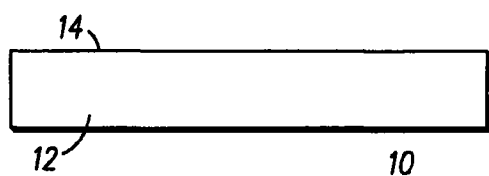


图 1

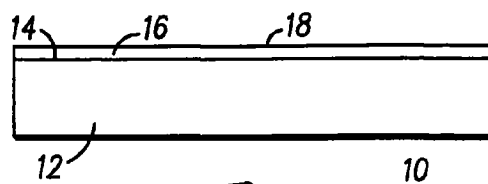


图 2

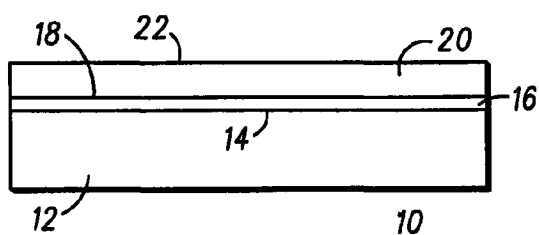


图 3

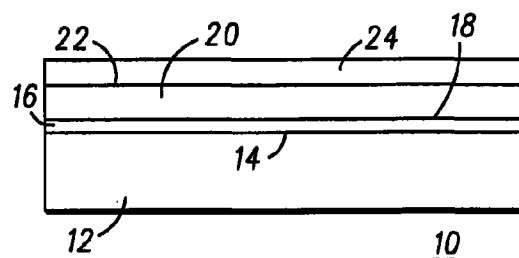


图 4

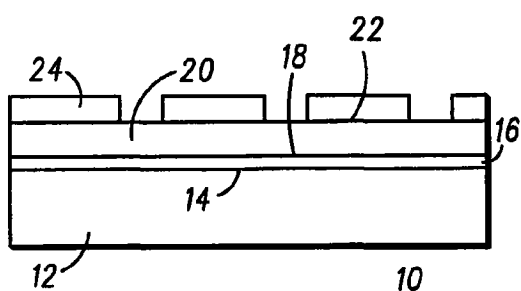


图 5

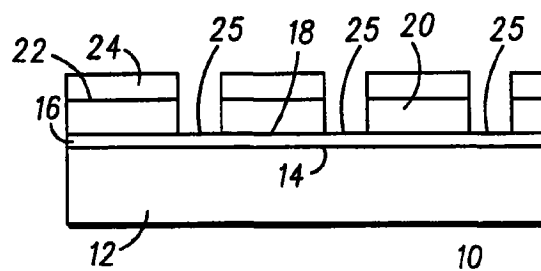


图 6

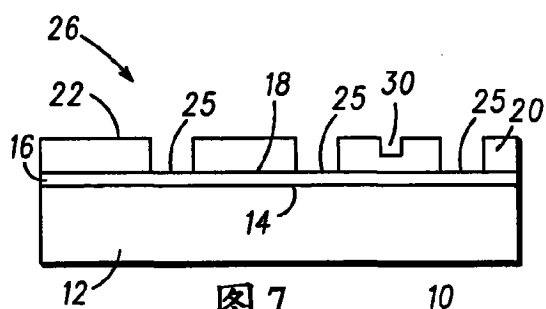


图 7

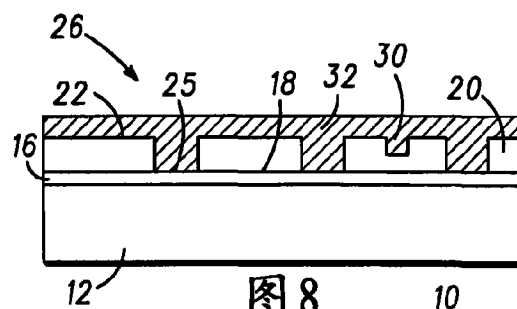


图 8

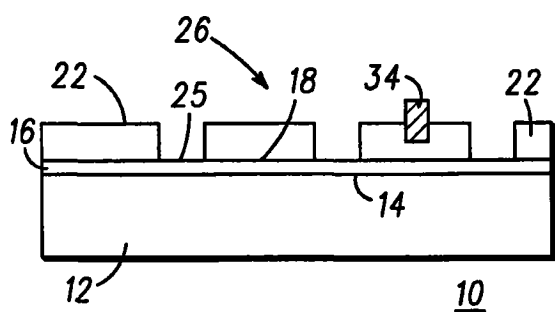


图 9

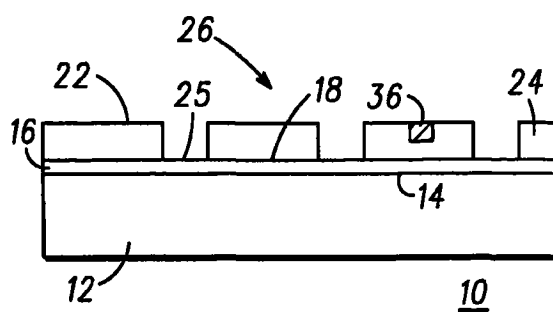


图 10

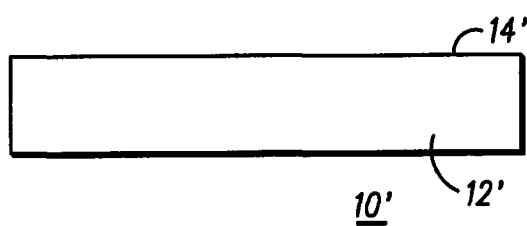


图 11

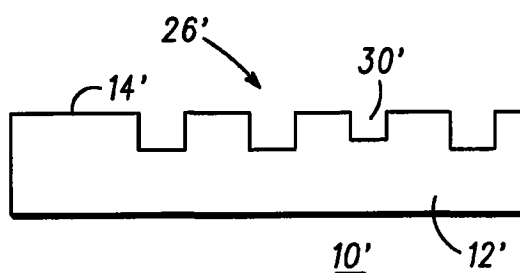


图 12

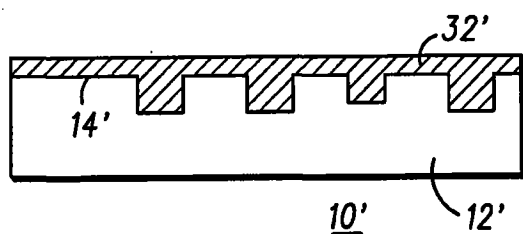


图 13

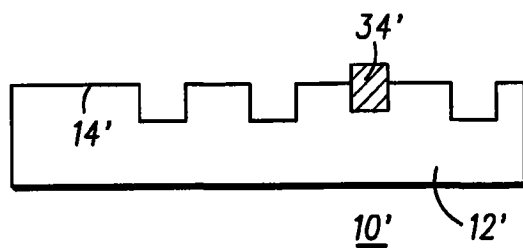


图 14

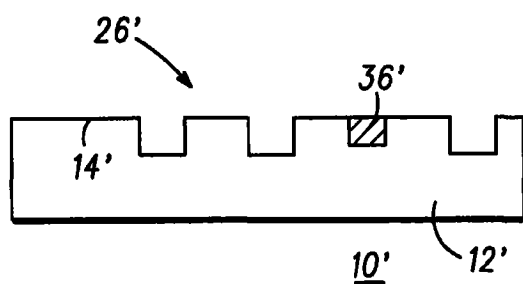
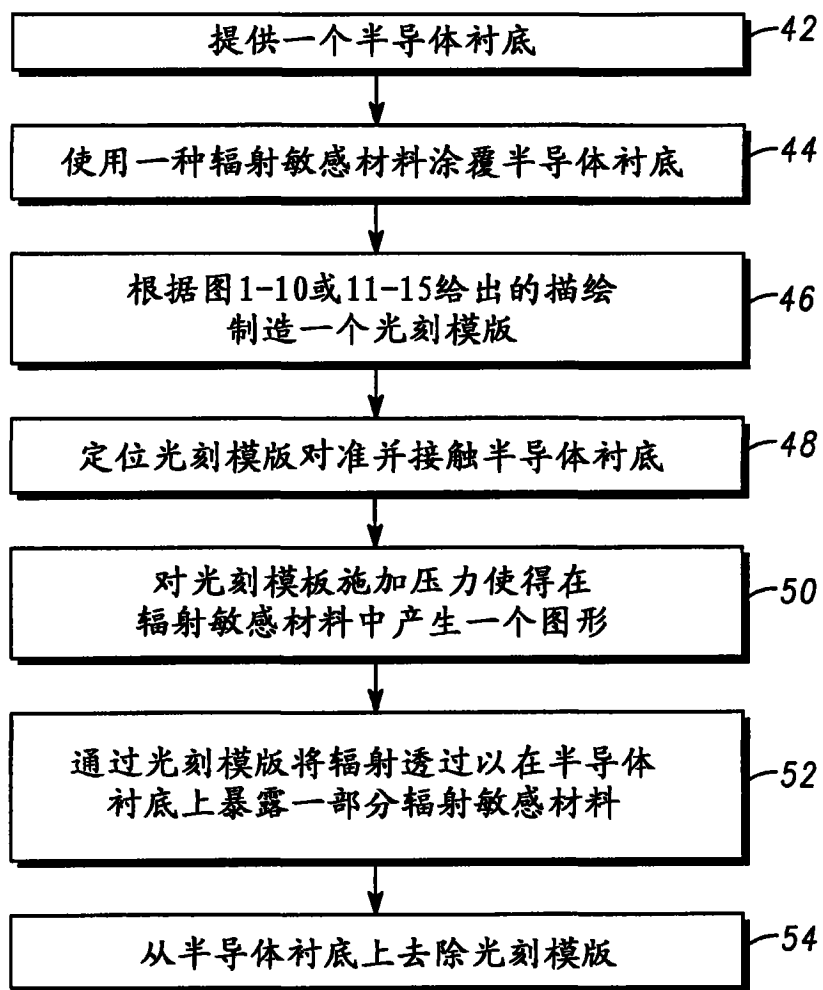


图 15



40

图 16