

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

C09G 1/02 (2006.01)

C09G 1/16 (2006.01)

H01L 21/304 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410101122.6

[45] 授权公告日 2009年8月12日

[11] 授权公告号 CN 100526409C

[22] 申请日 2004.12.13

[21] 申请号 200410101122.6

[30] 优先权

[32] 2003.12.12 [33] KR [31] 10-2003-0090551

[32] 2004.3.24 [33] US [31] 10/807,139

[73] 专利权人 三星电子株式会社

地址 韩国京畿道

[72] 发明人 崔在光 李在东 洪昌基

[56] 参考文献

CN1343750A 2002.4.10

US4867757A 1989.9.19

JP2001-110760A 2001.4.20

JP10-102040A 1998.4.21

JP10-245545A 1998.9.14

Effects of Nonionic Surfactants on Oxide - to - Polysilicon Selectivity during Chemical Mechanical Polishing. Jae. Dong Lee, Young. Rate Park 等. Journal of The Electrochemical Society, Vol. 8 No. 149. 2002

审查员 谷云飞

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责任公司

代理人 林宇清 谢丽娜

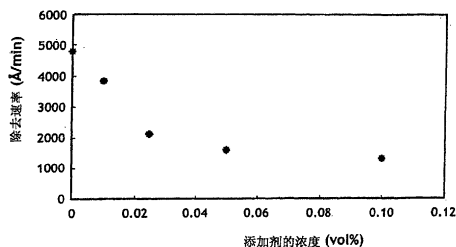
权利要求书 5 页 说明书 11 页 附图 8 页

[54] 发明名称

浆料成分及利用其的 CMP 方法

[57] 摘要

本发明的示例性实施例提供一种新的浆料成分，该新的浆料成分适合于包括对多晶硅层化学机械抛光 (CMP) 的工艺。该浆料成分包括一种或多种非离子聚合物表面活性剂，该表面活性剂选择地在多晶硅的暴露表面上形成钝化层，以便于抑制相对于氧化硅和氮化硅的多晶硅除去速率并提高抛光衬底的平坦度。示例性的表面活性剂包括环氧乙烷 (EO) 和环氧丙烷 (PO) 嵌段共聚物的烷基或芳基醇，并以高达大约 5wt% 的量存在于浆料成分中，虽然更小的浓度有效。其它浆料添加剂可以包括粘度调节剂、pH 调节剂、分散剂、螯合剂、以及适合于调节氮化硅和氧化硅的相对除去速率的胺或亚胺表面活性剂。



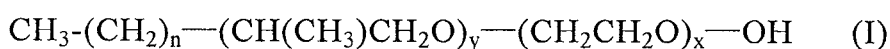
1. 一种研磨浆料成分，用于形成在包括氮化硅结构上的多晶硅层的化学机械抛光，包括：

载液；

研磨颗粒；和

选择地在多晶硅层的暴露表面上形成钝化层的非离子表面活性剂，其中该非离子表面活性剂包括环氧乙烷-环氧丙烷嵌段共聚物醇，该环氧乙烷-环氧丙烷嵌段共聚物醇选自自由

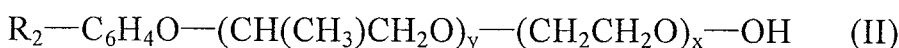
通过化学式 I



表示的第一组醇，

以及

通过化学式 II



表示的第二组醇，

其中：

$\text{R}_2$  为  $-\text{C}_9\text{H}_{19}$  或  $-\text{C}_8\text{H}_{17}$ ；

组成的组中；

其中：

$n$  为满足关系式  $3 \leq n \leq 22$  的整数；

$y$  为满足关系式  $1 \leq y \leq 30$  的整数；和

$x$  为满足关系式  $1 \leq x \leq 30$  的整数。

2. 根据权利要求 1 的研磨浆料成分，还包括：

第二表面活性剂，该第二表面活性剂选择地形成第二钝化层，该第二钝化层会减小氮化硅或氧化硅在化学机械抛光期间的除去速率。

3. 根据权利要求 1 的研磨浆料成分，其中：

研磨浆料包括选择由  $\text{KOH}$ 、 $\text{NH}_4\text{OH}$ 、 $\text{TMA}$ 、 $\text{TMAH}$  和  $\text{TEA}$  组成

的组中的 pH 控制器，用于保持目标浆料 pH；

该目标浆料 pH 在 7 与 12 之间。

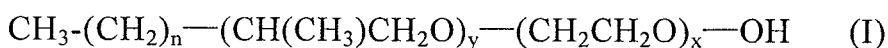
4. 一种研磨浆料成分，用于形成在包括氮化硅结构上的多晶硅层的化学机械抛光，包括：

载液；

研磨颗粒；和

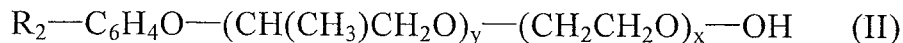
选择地在多晶硅层的暴露表面上形成钝化层的非离子表面活性剂，包括

环氧乙烷-环氧丙烷嵌段共聚物醇，该环氧乙烷-环氧丙烷嵌段共聚物醇选自通过化学式 I



表示的醇组成的组，

环氧乙烷-环氧丙烷嵌段共聚物，该环氧乙烷-环氧丙烷嵌段共聚物选自通过化学式 II



表示的醇组成的组，

其中：

$\text{R}_2$  为  $-\text{C}_9\text{H}_{19}$  或  $-\text{C}_8\text{H}_{17}$ ；

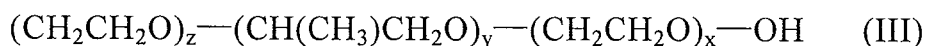
其中：

$n$  为满足关系式  $3 \leq n \leq 22$  的整数；

$y$  为满足关系式  $1 \leq y \leq 30$  的整数；和

$x$  为满足关系式  $1 \leq x \leq 30$  的整数；

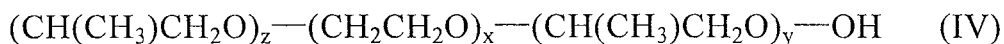
环氧乙烷-环氧丙烷-环氧乙烷三嵌段聚合物，该环氧乙烷-环氧丙烷-环氧乙烷三嵌段聚合物选自通过化学式 III



表示的第一组聚合物组成的组，

以及，

环氧丙烷-环氧乙烷-环氧丙烷三嵌段聚合物，该环氧丙烷-环氧乙烷-环氧丙烷三嵌段聚合物选自通过化学式 IV



表示的聚合物组成的组，

其中：

$z$  为满足关系式  $1 \leq z \leq 30$  的整数；

$y$  为满足关系式  $1 \leq y \leq 30$  的整数； 和

$x$  为满足关系式  $1 \leq x \leq 30$  的整数。

5. 根据权利要求 4 的研磨浆料成分，其中：

$z$  为满足关系式  $5 \leq z \leq 30$  的整数；

$y$  为满足关系式  $5 \leq y \leq 30$  的整数； 和

$x$  为满足关系式  $5 \leq x \leq 30$  的整数。

6. 根据权利要求 5 的研磨浆料成分，其中：

满足关系式  $15 \leq z + y + x \leq 90$ 。

7. 根据权利要求 4 的研磨浆料成分，其中：

研磨颗粒为硅石，具有小于  $1\mu\text{m}$  的平均粒径且占浆料成分的 5 至 30wt%；

目标浆料 pH 在 8 与 12 之间； 和

非离子表面活性剂至少为研磨浆料成分的 0.001wt%。

8. 根据权利要求 4 的研磨浆料成分，其中：

研磨颗粒为硅石，具有小于 100nm 的平均粒径且占浆料成分的 10 至 20wt%；

目标浆料 pH 在 10 与 11 之间； 和

非离子表面活性剂占研磨浆料成分的 0.005 与 0.1wt% 之间。

9. 根据权利要求 2 的研磨浆料成分，其中：

研磨颗粒为硅石，具有小于  $1\mu\text{m}$  的平均粒径且占浆料成分的 5 至 30wt%；

目标浆料 pH 在 7 与 12 之间；  
 非离子表面活性剂至少为研磨浆料成分的 0.001wt%；和  
 第二表面活性剂包括亚胺或胺化合物且占研磨浆料成分的 0.001  
 与 10wt%之间。

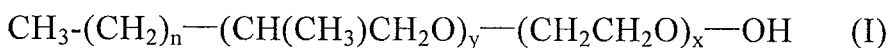
10. 一种研磨浆料成分，用于形成在包括氮化硅结构上的多晶硅层的化学机械抛光，包括：

载液；

研磨颗粒；和

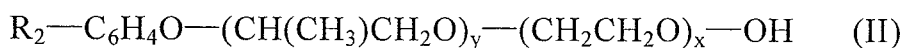
选择地在多晶硅层的暴露表面上形成钝化层的非离子表面活性剂，其中

该非离子表面活性剂包括至少一种表面活性剂，选自由  
 通过化学式 I



表示的环氧乙烷-环氧丙烷嵌段共聚物醇；

通过化学式 II



表示的环氧乙烷-环氧丙烷嵌段共聚物醇，

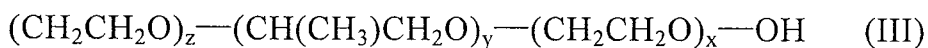
其中

$\text{R}_2$  为  $-\text{C}_9\text{H}_{19}$  或  $-\text{C}_8\text{H}_{17}$ ；

组成的组，

并且该非离子表面活性剂包括至少一种表面活性剂，选自由

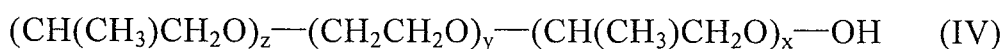
通过化学式 III



表示的环氧乙烷-环氧丙烷-环氧乙烷三嵌段聚合物；

以及

通过化学式 IV



表示的环氧丙烷-环氧乙烷-环氧丙烷三嵌段聚合物，

其中

n 为满足关系式  $3 \leq n \leq 22$  的整数；  
z 为满足关系式  $1 \leq z \leq 30$  的整数；  
y 为满足关系式  $1 \leq y \leq 30$  的整数； 和  
x 为满足关系式  $1 \leq x \leq 30$  的整数，  
组成的组。

11. 根据权利要求 10 的研磨浆料成分，其中：

z 为满足关系式  $5 \leq z \leq 30$  的整数；  
y 为满足关系式  $5 \leq y \leq 30$  的整数； 和  
x 为满足关系式  $5 \leq x \leq 30$  的整数。

12. 根据权利要求 10 的研磨浆料成分，其中：

满足关系式  $3 \leq z + y + x \leq 90$ 。

## 浆料成分及利用其的 CMP 方法

### 现有申请的相关参考

该申请要求于 2003 年 12 月 12 日在韩国知识产权局提交的韩国专利申请 No.10-2003-0090551 的优先权，将该公开物整体并入本文以作参考。

### 发明背景

#### 发明领域

本发明涉及浆料成分以及将这种浆料成分用于在半导体期间制造期间所沉积的材料层的化学机械抛光（CMP）的方法，更为具体地，涉及包括一种或多种用于调节不同材料的相对去除速率的添加剂的浆料成分，且更为具体地，涉及包括一种或多种用于减小多晶硅相对于存在于半导体衬底上的其它材料的去除速率的添加剂。

#### 背景技术

随着高性能半导体器件的需求以及相应的增加现代半导体器件的集成度的需求，需要使用精细程度（pitch）的多层互连结构。通常通过连续的绝缘物沉积、构图、蚀刻、导体沉积和平坦化步骤的工艺，来形成这些多层互连结构。平坦化步骤对于为随后的沉积和构图工艺提供基本平坦的表面非常重要，这可以一贯地制造具有落入有限尺寸范围的临界尺寸的图形。

取决于特殊的半导体制造工艺和在制造工艺中的特殊步骤中使用的具体的图形和材料层，来采用各种平坦化方法。平坦化技术包含形成层或诸如二氧化硅的绝缘体、诸如铜的导体、诸如聚酰亚胺的树脂、旋涂玻璃或诸如硼磷硅酸盐玻璃的掺杂玻璃的涂层，其后跟随着一个或多个诸如回蚀刻、软熔的工艺和/或 CMP 步骤，以为随后的工艺获

得更加平坦的表面。

在 CMP 工艺中，一般将半导体衬底安装在旋转盘或其它夹持器上，然后使衬底表面开始与抛光垫的抛光表面接触。然后通过衬底与抛光垫之间产生相对运动同时向抛光垫的抛光表面供给一种或多种浆料成分，来除去形成在衬底上的部分材料层和/或图形。取决于要除去材料，CMP 工艺可以主要为机械的，其中通过研磨剂或在一种或多种浆料成分与要除去的一种或多种材料之间的化学作用和抛光机的机械作用的结合，来除去材料。

在平坦化工艺期间，一般会利用研磨浆料和/或平坦化液体来连续润湿抛光垫的抛光表面，以制造期望的平坦表面。然后促进衬底和/或垫的平坦表面接触以建立平坦负载或压力并相对于彼此移动以产生平坦表面，从而除去材料层的上部。衬底与抛光表面的相对运动简单或复杂，且可以包括一种或多种通过平坦化垫和/或衬底的横向、转动、旋转或环形运动，以便导致大体均匀除去横穿衬底表面的材料层。

如本文中所使用的，横向运动为在单个方向上的运动，转动运动为关于穿过转动物体的中心点的轴的转动、旋转运动为旋转物体关于非中心轴的转动，而环形运动是结合振动的转动或旋转运动。虽然如上所提，衬底与平坦化垫的相对运动可以结合不同类型的运动，但是该运动通常必须限定在基本平行于衬底表面的平面内以便获得平坦化的衬底表面。

特殊的浆料成分以及在其下进行 CMP 的参数通常为要从衬底表面除去的各种初级和次级材料的特殊特性的函数。特别地，在其中要利用采用硅石（ $\text{SiO}_2$ ）作为主要研磨剂的硅石基浆料抛光多晶硅层和氧化硅层的情况下，多晶硅的除去速率往往比氧化硅的除去速率高。这些在基本相同的抛光条件下的不同材料的不同除去速率通常被表示为选择比。一般设置 CMP 工艺，通过在要除去的主要材料层下面提



供抛光停止层，例如具有更低除去速率的材料，以允许充足的过抛光来解决层厚中的变化和晶片的平坦度，来利用这些除去速率的不同。这种过抛光增加了可以在不损伤下层图形下除去几乎所有的预期材料层的可能性。然而在某些实例中，利用抛光停止层是不可能的或者不实际的，或者要除去材料的相对特性会易于导致较容易被除去的材料的“凹陷”或“弯曲”并产生与所期望的相比更加不平坦的表面，且危及随后的工艺。

例如，如图 1A-D 中所示，除去沉积在氮化硅图形上的多晶硅层的上部会导致大体上不平坦的表面。如图 1A 中所示，衬底 100 具有由隔离区 104 分离的有源区 102。有源区 102 通常会包括一个或多个必须对其制作电接触以便于最终的半导体器件正常操作的掺杂区（未示出）。然后在衬底上形成栅电极 106 或其它结构的图形。栅电极 106 由通常包括二氧化硅和/或氮化硅的绝缘间隔结构 112 保护，该栅电极 106 具有包括多晶硅 108 和通过将诸如钨、钴或镍或金属合金与部分多晶硅反应而形成的金属硅化物 110 的叠层结构。在间隔结构 112 之间，会暴露半导体衬底表面的接触部分，且将多晶硅层 114 沉积在该结构上作为建立与衬底电接触的装置。

如图 1B 中所示，然后除去多晶硅层 114 的上部，以在间隔结构 112 之间形成多晶硅栓塞 114a。然后，由于多晶硅的除去速率大于氧化硅或氮化硅的除去速率，在某些实例中，几乎 50 至 100 倍或更大，趋向于出去过量的多晶硅，以在间隔结构之间形成凹陷 116 并形成不平整表面。如图 1C 所示，一旦完成 CMP 工艺，在衬底上沉积层间介质层（ILD）118。然后将在 ILD118 上形成光刻胶接触图形（未示出）。并蚀刻 ILD 材料以形成贯穿 ILD 延伸以暴露多晶硅垫的表面或栓塞 114a 的接触开口 120。

然而，过量多晶硅除去的结果是，多晶硅栓塞 114a 的表面相对于间隔结构 112 的上表面凹陷，增加必须被除去以开通接触的 ILD118

的厚度。增加的厚度会导致诸如图 1B 中示出的其中蚀刻不足以开通一些或全部接触开口的不充分蚀刻条件的问题。相似地，如图 1F 中所示，在那些其中蚀刻的深度足以到达多晶硅而接触图形未对准的实例中，接触开口会暴露栅电极 106 或其它导电结构，导致在区域 S 中短路。开口和短路会减小生产量且/或会减小最终半导体器件的可靠性。

### 发明内容

本发明的示例性实施例通过提供新的浆料成分来致力于解决常规 CMP 工艺中提到的问题，该新的浆料成分适合用于包括多晶硅层的化学机械抛光（CMP）的工艺中以减小或消除多晶硅层的过量除去。

本发明的示例性实施例包括一种合并 CMP 工艺来制造半导体器件的方法，该 CMP 工艺利用浆料成分和/或一种或多种浆料添加剂来减小或消除多晶硅层的过量除去。特别地，根据本发明实例性实施例的 CMP 工艺合并一种或多种非离子表面活性剂来对多晶硅相对于氧化硅和氮化硅的除去速率提供选择控制。实例性的表面活性剂包括环氧乙烷（EO）和环氧丙烷（PO）的共聚物醇，并可以以高达大约 5wt% 的量存在于浆料成分中。其它浆料添加剂可以包括一种或多种旨在改变氮化硅和/或氧化硅的相对除去速率的胺或亚胺表面活性剂。

### 附图说明

参考附图，将更加全面地阐释用于实践本发明的装置和方法的示例性实施例，其中：

图 1A-F 示出在常规 CMP 方法中的某些工艺步骤以及与该工艺相关的某些特性问题；

图 2A-G 示出在根据本发明的示例性 CMP 方法中的某些工艺步骤；

图 3A-B 是示出分别根据常规方法和示例性发明方法制造的半导体器件的横截面的 SEM 图像；和

图 4 是示出在基本相同的 CMP 工艺设置下包含于研磨浆料成分中的聚合物的量与多晶硅除去速率的相互关系。

应该注意的是，为了描述本文中的这些实施例，这些附图旨在说明本发明示例性实施例的方法和材料的共同特性。然而，这些附图并没有按照比例且并未精确地反映任意给定实施例的特性，且不应解释为限定或限制本发明范围内的实施例的值的范围或特性。

特别地，为了清晰，会缩小或放大层或区域的相对厚度和位置。而且当在参考层或衬底上直接形成或形成在覆盖参考层的其它层或图形上时，可以认为层形成在另一层或衬底“上”。

### 具体实施方式

因此，本发明的示例性实施例包括或合并用于多晶硅层的化学机械抛光的浆料成分，该浆料成分至少包括载液、研磨颗粒、以及包含亲水性或疏水性功能团的聚合物表面活性剂。聚合物表面活性剂至少包括一种含有环氧乙烷（EO）和环氧丙烷（PO）的聚合醇，作为公举物或作为三嵌段（triblock）聚合物。

当用于抛光多晶硅时，聚合物表面活性剂的疏水性功能团优先粘附于暴露的多晶硅表面，由此形成钝化层。该钝化层足以减小多晶硅层相对于任何暴露的氧化硅或氮化硅表面的除去速率并减小或消除多晶硅的过量除去。当然，浆料成分可以且优选包括诸如湿润剂、粘度调节剂、pH 调节剂和缓冲剂的添加成分。

研磨颗粒可以包括一种或多种精细的研磨材料，通常为一种或多种选自自由硅石、二氧化铈、氧化铝、氧化锆和氧化钛组成的组中的氧化物，且具有在大约 5nm 与 1 $\mu$ m 之间的平均粒径，优选地，小于大约 100nm。

根据本发明，当在疏水性材料上进行 CMP 操作时候，一般为多晶硅，暴露于根据本发明的示例性浆料成分的疏水性表面会聚积或吸收一层聚合物表面活性剂。该层聚合物表面活性剂依次充当钝化层来保护疏水性表面受浆料与抛光垫的抛光作用的全部作用。然而，对于暴露的亲水性表面来说，它们不易于聚积或吸收相应的聚合物表面活性剂的钝化层，且因此通过提供浆料与抛光垫的抛光作用，会以更大的常规速率除去它们。

### 浆料成分

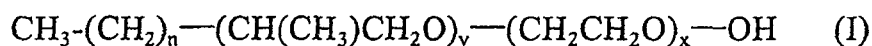
根据本发明的浆料成分的示例性实施例通常包括研磨颗粒在通常为去离子水的主要载液中的分散体和悬浮液。来自本领域技术人员公知公司的各种含水的浆料成分可商用，包括各种适合于除去氧化硅、氮化硅、多晶硅、硅化物和诸如钽或铜的金属的研磨剂类型和尺寸。研磨剂可以选自各种包括硅石  $\text{SiO}_2$ 、氧化铝  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、氧化铈  $\text{CeO}_2$  和氧化锰  $\text{Mn}_2\text{O}_3$  的氧化物。研磨颗粒在浆料中的粒径分布和数量对抛光效率有很大的影响且范围从浆料成分的大约 1 至 30wt% 以上，而更普遍地为大约 5 至 20wt%。

主要的浆料成分，即载液和研磨颗粒，可以合并各种添加剂，和/或通过向抛光表面涂敷浆料时或在涂敷之前立即添加一种或多种成分来被选择调节。例如，添加成分可以包括粘度调节剂、消泡剂、螯合剂和分散剂，以获得具有期望的特性组合的浆料成分。

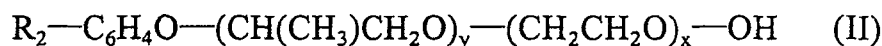
通过引入合适的酸和碱与或不与相应的缓冲剂，来控制浆料成分的 pH，以产生在期望 pH 范围内的浆料成分。利用少量添加的并控制在相对于浆料的量足以将 pH 调节在期望的 pH 范围内的包括氢氧化钾 KOH、氢氧化胺  $\text{NH}_4\text{OH}$ 、三甲胺 TMA、三乙胺 TEA 和羟化四甲铵 TMAH 的碱或包括硫酸  $\text{H}_2\text{SO}_4$ 、硝酸  $\text{HNO}_3$ 、盐酸 HCl 或磷酸的酸，来完成保持期望的浆料 pH。

浆料成分还包括一种或多种具有亲水性功能团和疏水性功能团的非离子聚合物表面活性剂。那些包括氧、氮和硫的剂性基团, 诸如-OH、-COOH、-NH<sub>2</sub> 和-SO<sub>3</sub>H 基团, 倾向于亲水, 而没有合并一种或多种极性基团的脂族和芳香族基团倾向于疏水。根据本发明的示例性聚合物表面活性剂包括环氧乙烷(EO)和环氧丙烷(PO)按照共聚物即 EO<sub>x</sub>-PO<sub>y</sub> 或三嵌段共聚物即 EO<sub>x</sub>-PO<sub>y</sub>-EO<sub>z</sub> 或 PO<sub>x</sub>-EO<sub>y</sub>-PO<sub>z</sub> 的形式在聚合醇中的结合物。这些示例性的聚合物表面活性剂会优先粘着在多晶硅的疏水性表面。聚合物表面活性剂以在大约 0.001 至 5wt% 的量包含于浆料成分中, 更为普遍地, 基于浆料成分的干重, 在大约 0.05 与 0.2wt% 之间。

示例性的环氧乙烷-环氧丙烷嵌段共聚物醇可以选自由通过方程式 I

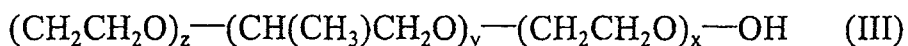


表示的第一组醇和通过方程式 II

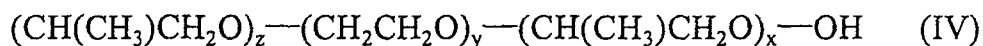


表示的第二组醇组成的组, 其中: R<sub>2</sub> 为 -C<sub>9</sub>H<sub>19</sub> 或 -C<sub>8</sub>H<sub>17</sub>; 3 ≤ n ≤ 22; 1 ≤ y ≤ 30; 而 1 ≤ x ≤ 30。优选的醇为其中 x 和 y 都至少为 5 的那些醇。

相似地, 示例性的环氧乙烷-环氧丙烷三嵌段共聚物醇可以选自由通过方程式 III



表示的第一组醇和通过方程式 IV



表示的第二组醇组成的组, 其中: 1 ≤ z ≤ 30; 1 ≤ y ≤ 30; 而 1 ≤ x ≤ 30。优选的醇为其中 x、y 和 z 都至少为 5 的那些醇。

对于那些其中多晶硅层 114 沉积在将在 CMP 工艺期间暴露氧化硅和氮化硅表面的结构上的实例，浆料成分还包括设计成来调节氧化硅和氮化硅的相对除去速率的添加的表面活性剂。包括研磨浆料的 pH 的成分不必在 CMP 工艺的整个过程中固定不变，取而代之的，根据需要来调节以提供刻接收的除去速率、平坦度和经济的结合。具体的浆料成分可以随着要从衬底上除去的材料的具体成分和厚度在整个 CMP 工艺过程中的变化而微量改变或显著改变。

例如，在没有示例性聚合物表面活性剂的情况下，采用常规研磨浆料可以获得  $4500\text{\AA}/\text{min}$  数量级的多晶硅除去速率。然而，添加甚至较小量例如小于 0.02wt% 的示例性聚合物表面活性剂会将多晶硅除去速率降低至小于  $2000\text{\AA}/\text{min}$ ，且倾向于提高平坦度。通过延迟向多晶硅表面涂敷示例性聚合物表面活性剂，直到已经以较高的除去速率除去大部分多晶硅层，允许工艺生产量保持在较高的水平同时提供改善平坦度和降低材料成本的优点。当然，可以对浆料成分的 pH 以及其它组分的浓度进行相似的调节，由此增加 CMP 工艺的控制。

在图 2A-D 中示出采用利用根据本发明的示例性聚合物表面活性剂的 CMP 工艺的半导体器件的制造。如图 2A 中所示，衬底 100 具有由隔离区 104 分离的有源区 102。有源区 102 一般会包括一个或多个必须对其制作电接触的掺杂区（未示出），以便于最终的半导体器件操作正常。然后在衬底上形成栅电极 106 或其它结构的图形。栅电极 106 由通常包括二氧化硅和/或氮化硅的绝缘间隔结构 112 保护，该栅电极 106 具有包括多晶硅 108 和通过将诸如钨、钴或镍或金属合金与部分多晶硅反应而形成的金属硅化物 110 的叠层结构。在间隔结构 112 之间，会暴露半导体衬底表面的接触部分，且将多晶硅层 114 沉积在该结构上作为建立与衬底电接触的装置。

如图 2B-C 所示，然后除去多晶硅层 114 的上部，以在间隔结构

112 之间形成多晶硅栓塞 114a。然而，由于利用包括一种或多种聚合物表面活性剂的示例性浆料成分的 CMP 工艺来除去多晶硅，所以在多晶硅层的表面上形成钝化层 200，由此抑制除去多晶硅的速率。随着除去覆盖的多晶硅层 114 以暴露间隔结构 112，钝化层的剩余部分 200a 会大体限定剩余的多晶硅区域，由此允许基本正常地除去包括间隔结构的材料。结果，减小形成在间隔结构之间的任意凹陷 116 的深度并产生大体平坦的表面。然而，如图 2E 中所示，形成在多晶硅表面上的钝化层足以产生暴露间隔结构上表面的大体平坦表面并且几乎不存在相应于多晶硅表面的可察觉凹陷。

如图 2F-G 中所示，一旦完成 CMP 工艺，在衬底上沉积层间介质层 (ILD) 118。然后将在 ILD118 上形成光刻胶接触图形 (未示出)，且随后蚀刻 ILD 材料以形成贯穿 ILD 延伸以暴露多晶硅栓塞 114a 表面的接触开口 120。

然而，通过使用聚合物表面活性剂来抑制多晶硅去除，示例性的浆料成分能够将多晶硅栓塞 114a 的表面与间隔结构 112 的上表面保持在基本平坦的取向上。结果，蚀刻接触开口以暴露多晶硅栓塞 114a 的上表面，如图 2E 中所示，并降低了如图 1E 中所示的不充分蚀刻的可能性。

相似地，如图 2F 中所示，通过避免多晶硅的过量除去，增加多晶硅栓塞 114a 相对于栅结构 106 和间隔结构 112 的高度会提供额外的过蚀刻余量。额外余量的结果是，在完成接触蚀刻工艺后会更加可能剩余充足的间隔结构部分 112a，由此未对准的接触图形较小可能会导致栅短路。由此这种额外的蚀刻余量会降低图 1F 中所示情形的可能性。由于开口和短路会减小生产量和/或减小最终半导体器件的可靠性，与利用根据本发明的浆料成分的 CMP 工艺相关的这些缺陷的减小会增加产生量和/或最终器件的可靠性。

如上所述，根据本发明，可以将具有亲水性和疏水性功能团的一种或多种示例性聚合物合并在于用于除去多晶硅层上部的 CMP 浆料中。示例性的聚合物的结构在诸如多晶硅的疏水性表面上产生钝化层，该钝化层抑制多晶硅相对于氮化硅和氧化硅的除去速率，因而减小或消除与过量多晶硅相关的凹陷或弯曲情形并提高最终表面的平坦度。

准备相应于图 2A 的半导体衬底并使其经受 CMP 工艺以除去多晶硅层的上部并暴露间隔结构的上表面。获取常规商用的浆料成分，其包括具有大约 30nm 的平均粒径的硅石研磨剂、小于 30wt% 的固体成分和用于在 CMP 工艺期间保持至少为 7 的 pH 的 pH 调节剂。

处于未调节情形的这种常规浆料成分和通过添加大约 0.02vol% 的根据本发明示例性实施例的聚合物表面活性剂而被调节的以准备示例性的浆料成分。然后在基本相同的 CMP 条件下利用常规的和示例性的浆料成分抛光测试衬底。

在完成抛光之后，横切被抛光的衬底并将其在扫描电子显微镜上成像以产生如图 4A 和 B 复制的显微图。如图 4A 所呈现出的，常规研磨浆料成分在间隔结构之间的多晶硅区域产生清晰的凹陷。相反地，添加较少量的根据本发明的聚合物表面活性剂，足以抑制多晶硅层的过量除去。然后评估样品中呈现出的多晶硅凹陷的量级以产生在表 1 中呈现的数据。

浆料成分	凹陷的平均深度 (Å)
没有示例性表面活性剂	214
0.02vol% 的示例性表面活性剂	18

表 1

因此，如表 1 中所呈现的，即使添加相对较少部分的示例性聚合物表面活性剂，即 0.02vol%，会引起多晶硅凹陷的深度减小 90% 以上。



---

通过限制仅对多晶硅 CMP 工艺的最终部分使用，可以减小 CMP 工艺中示例性聚合物表面活性剂的消耗。这种不过早地抑制多晶硅除去的实践会允许生产量保持在常规水平附近同时仍提高示例性 CMP 方法的平坦度。

对于本发明技术人员显而易见，在上述 CMP 方法和浆料成分中做出其它改变和修改，而不脱离本文中的发明范围，且旨在包含于上述说明书的所有内容应该解释为示例性的而非限制性的。

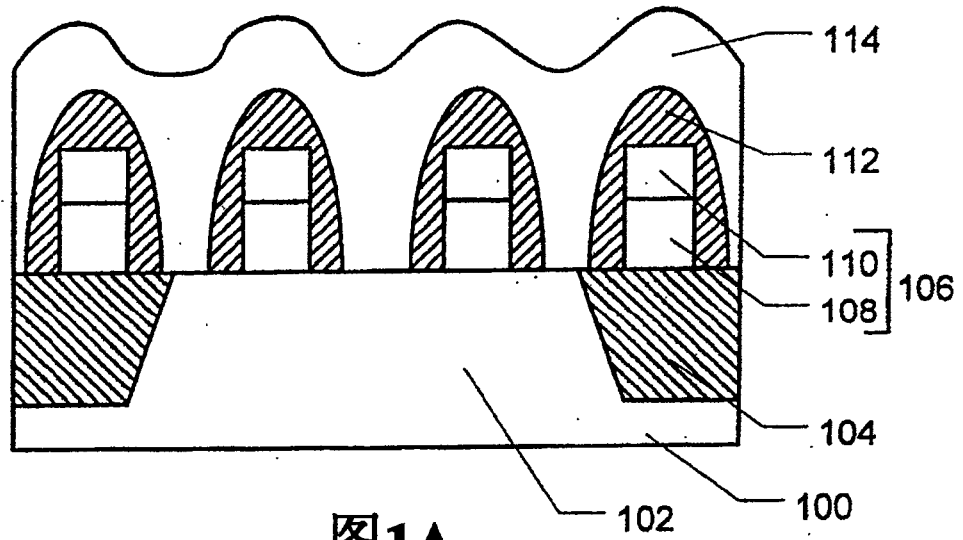


图1A

现有技术

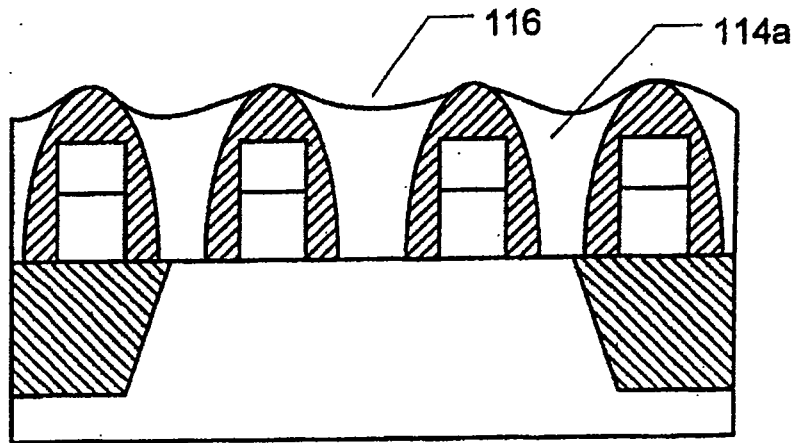


图1B

现有技术

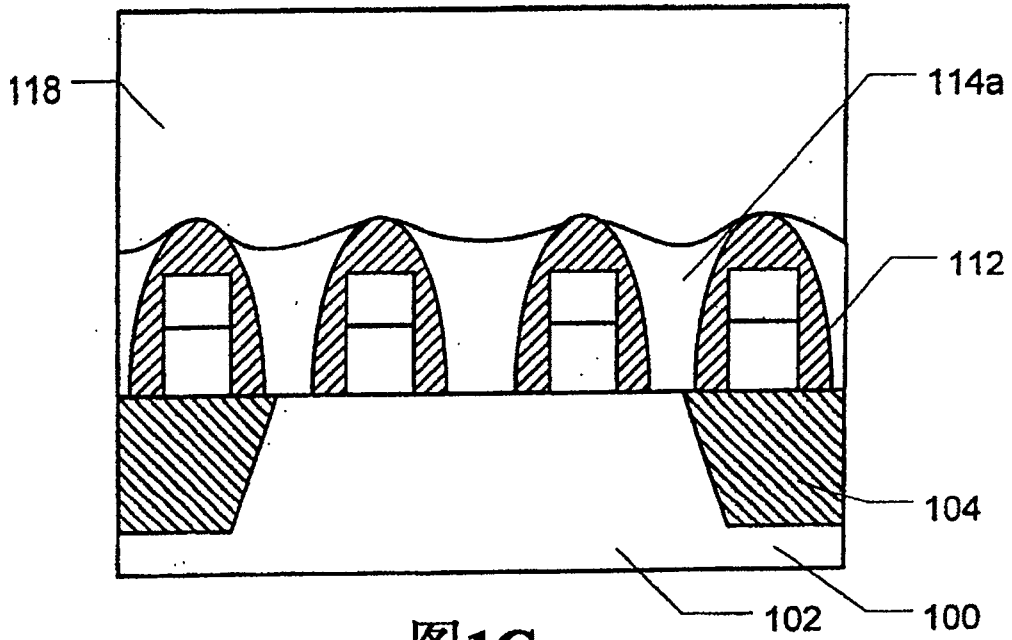


图1C

现有技术

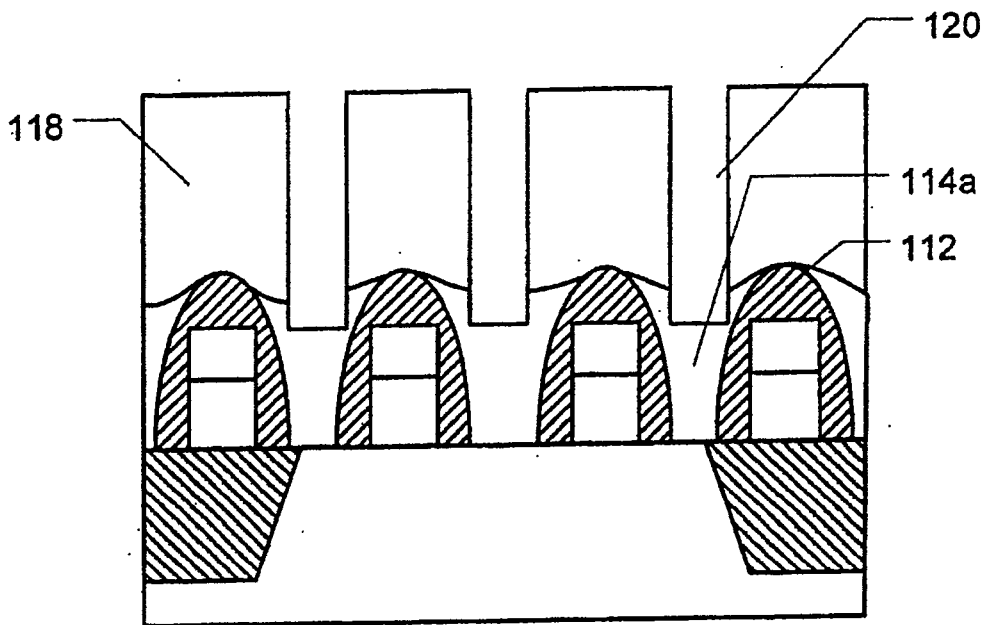
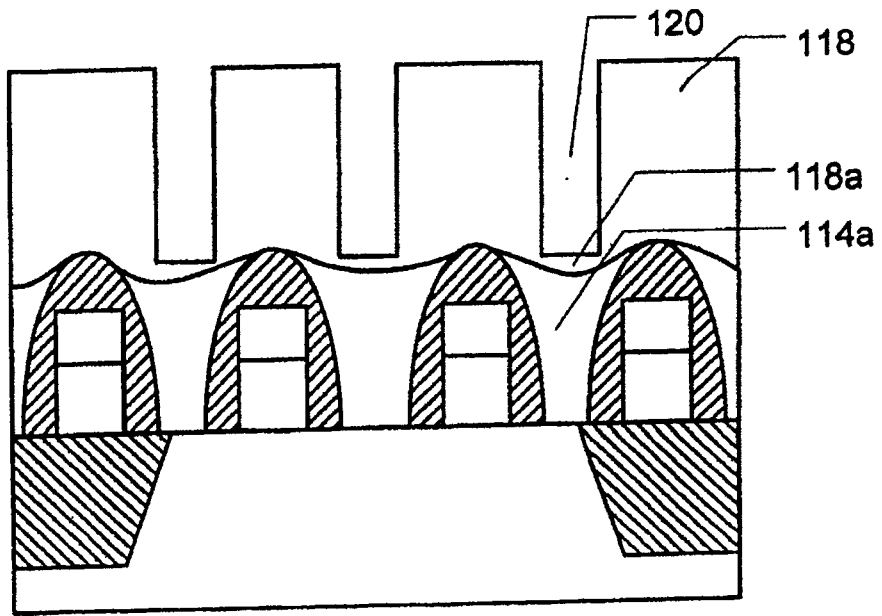


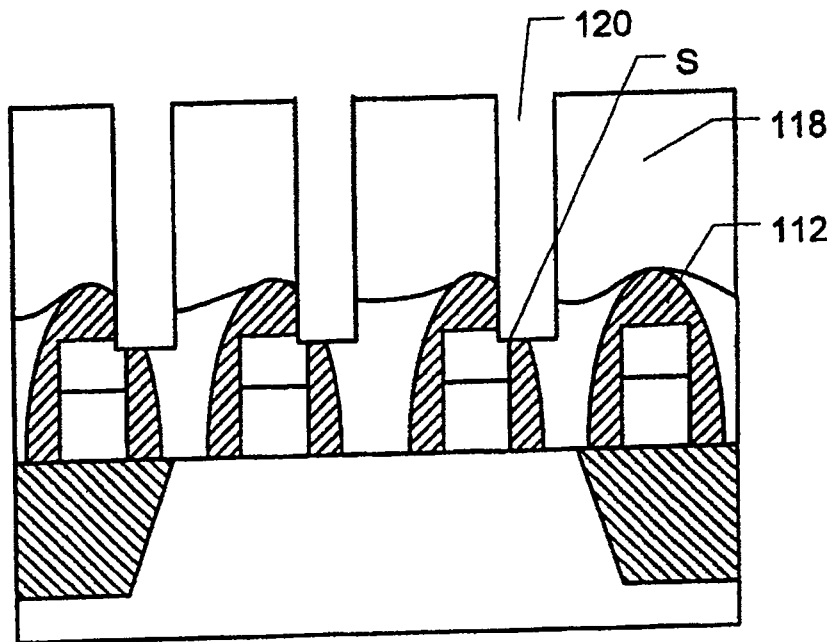
图1D

现有技术



**图1E**

现有技术



**图1F**

现有技术

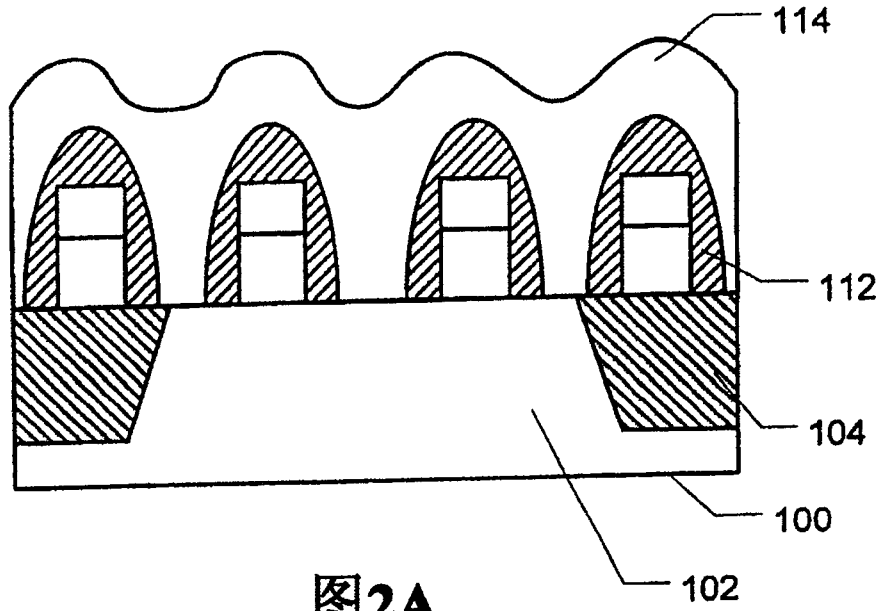


图2A

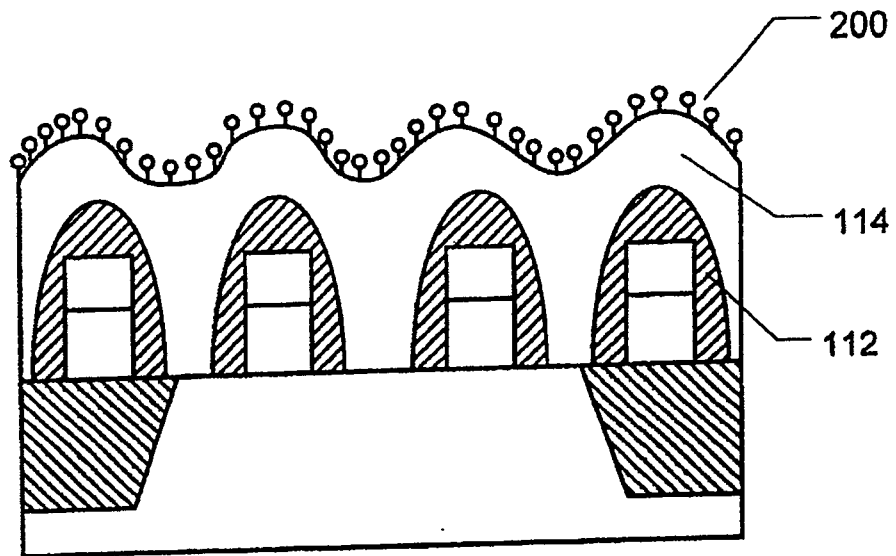


图2B

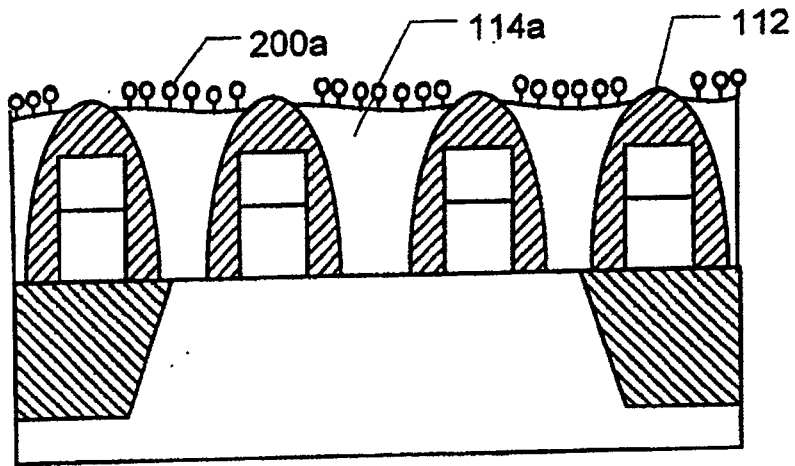


图2C

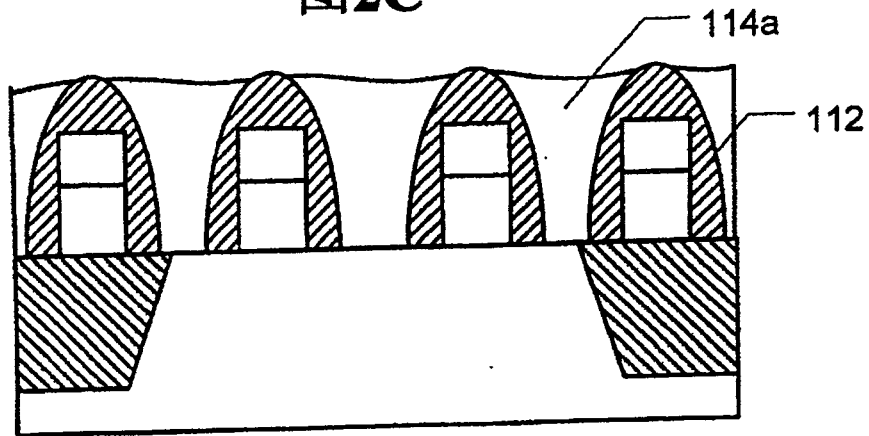


图2D

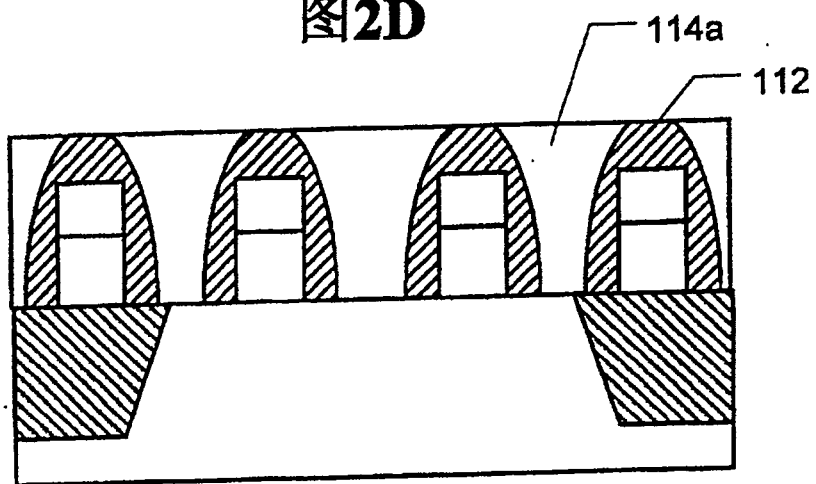


图2E

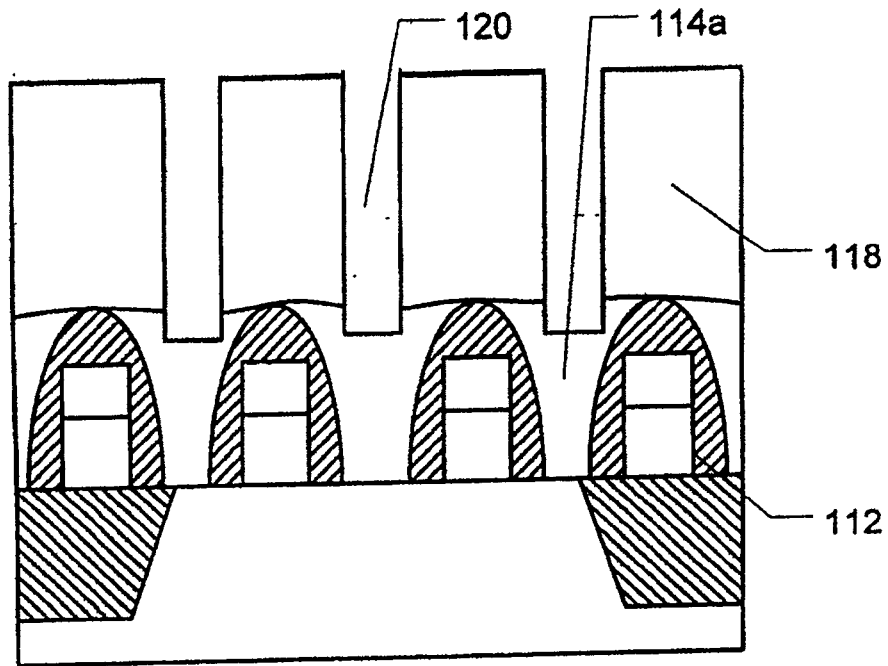


图2F

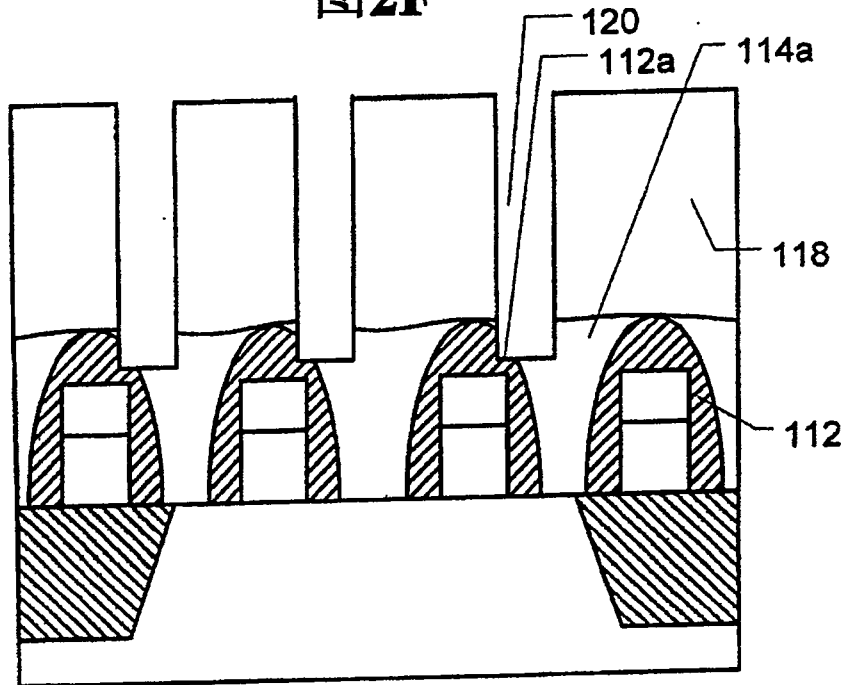


图2G

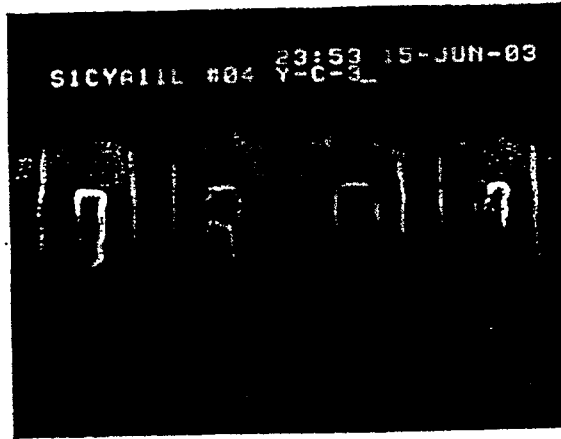


图3A

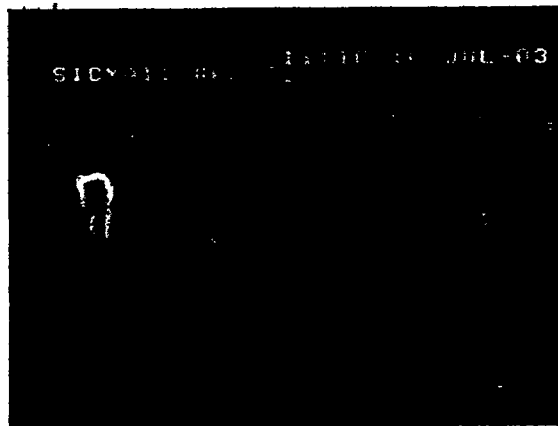


图3B



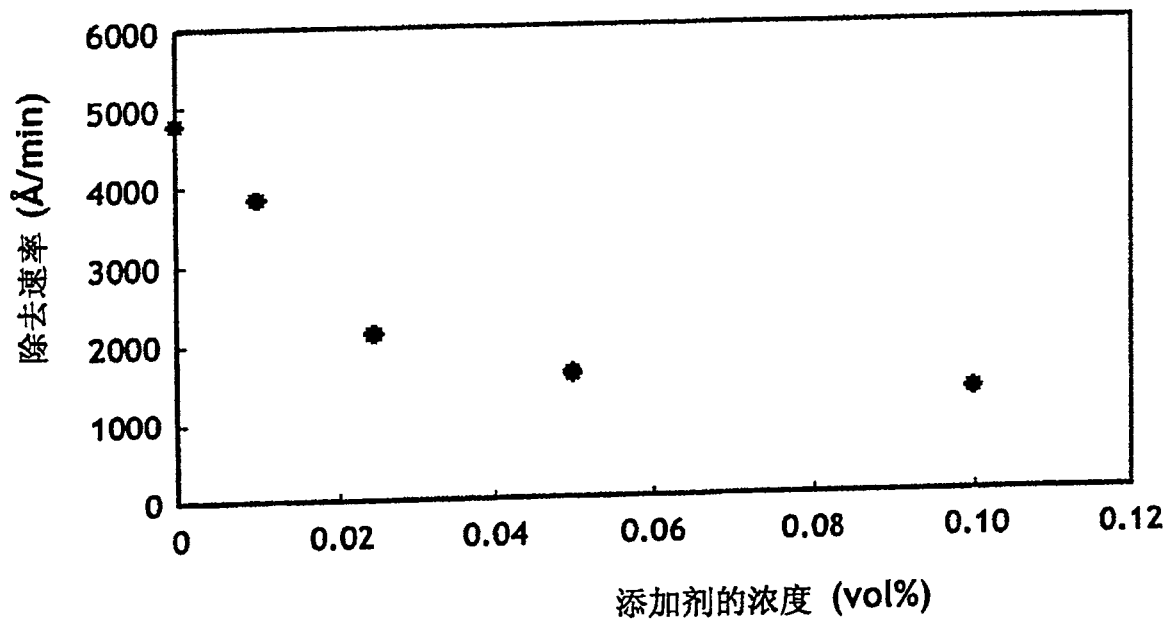


图4