

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H01L 21/3213

H01L 21/3065 H01L 21/768



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 99118862.4

[45] 授权公告日 2004 年 4 月 21 日

[11] 授权公告号 CN 1146967C

[22] 申请日 1999.9.15 [21] 申请号 99118862.4

[30] 优先权

[32] 1998.9.15 [33] US [31] 09/153390

[71] 专利权人 西门子公司

地址 联邦德国慕尼黑

[72] 发明人 M·古特舍 P·斯特洛布尔

S·维格 E·吕肯

G·斯托雅克维克 B·斯普勒尔

审查员 郭 强

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

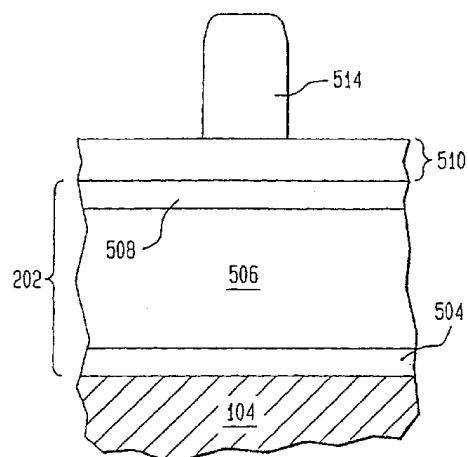
代理人 卢新华 王其灏

权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 2 页

[54] 发明名称 用于减少金属线刻蚀后腐蚀的敷金属层刻蚀技术

[57] 摘要

一种减少从淀积于衬底上的敷金属层中刻蚀出的金属线垂直表面上的聚合物淀积的方法。包括在敷金属层上形成硬掩模层和在硬掩模层上提供光刻胶掩模。还包括用光刻胶掩模形成硬掩模层。硬掩模有在随后的等离子体增强敷金属层刻蚀中形成的金属线图案。也包括去光刻胶掩模。另外,包括用硬掩模和含 Cl_2 和至少一种形成钝化的化学试剂的刻蚀剂源气进行等离子体增强敷金属层刻蚀,其中,等离子体增强敷金属层刻蚀不用光刻胶以减少在刻蚀中的聚合物淀积。



ISSN 1008-4274

1. 一种减少从淀积于衬底上的敷金属层刻蚀出的金属线的腐蚀的方法，包括：

提供在其上有所述的敷金属层的衬底，所述的敷金属层至少包括有不同电化学性质的两层；

在所述的敷金属层上形成一硬掩模层；

在所述的硬掩模层上提供光刻胶掩模；

用所述的光刻胶掩模从所述的硬掩模层中形成硬掩模，该硬掩模有图案，该图案被设计成在随后的等离子体增强敷金属层刻蚀中形成所述的金属线，

去掉所述的光刻胶掩模；

采用所述的硬掩模和包括 Cl_2 和至少一种形成钝化的化学试剂的刻蚀剂源气进行所述的等离子体增强敷金属层刻蚀，其中所述的等离子体增强敷金属层刻蚀是在不用光刻胶下进行的，以在等离子体增强敷金属层刻蚀的过程中减少基于光刻胶的聚合物淀积；和

之后进行湿刻蚀以去掉在所述的等离子体增强敷金属层刻蚀中形成的聚合物侧壁，湿刻蚀进行的同时，所述的硬掩模被保留在所述的金属线上以减少由于在该湿刻蚀过程中在所述至少两层之间的电化学反应引起的腐蚀。

2. 权利要求 1 的方法，其中所述的至少两层中的一层代表 TiN 层。

3. 权利要求 2 的方法，其中所述的至少两层中的另一层代表含铝层。

4. 权利要求 1 的方法，其中所述的侧壁钝化化学试剂是 N_2 、 CH_4 、 CHF_3 中之一。

5. 一种减少对早先从敷金属层中刻蚀出的金属部件在进行湿清洗过程中的侵蚀的方法，该湿刻蚀是用来去掉侧壁钝化和在所述的刻蚀的金属部件的垂直表面上的聚合物淀积二者中之一，包括：

提供在所述的敷金属层上的硬掩模；

在等离子体处理室中使用所述的硬掩模刻蚀所述的敷金属层，该刻蚀形成所述的刻蚀的金属部件；和

之后, 进行所述的湿清洗而未去掉硬掩模, 其中该硬掩模盖住所述的刻蚀的金属部件的上表面, 以减少所述的刻蚀的金属部件对湿刻蚀中的湿刻蚀溶液的暴露。

6. 权利要求 5 的方法, 其中所述的刻蚀进行时不用光刻胶掩模。

7. 权利要求 6 的方法, 其中所述的刻蚀使用一种包含侧壁钝化剂的刻蚀剂。

8. 权利要求 7 的方法, 其中所述的侧壁钝化试剂是 N_2 、 CH_4 、 CHF_3 中之一。

9. 权利要求 7 的方法, 还包括在进行所述的湿清洗之前进行等离子体钝化。

10. 权利要求 5 的方法, 其中所述的硬掩模被用作随后在所述的金属线上形成的绝缘层的一部分。

11. 权利要求 5 的方法, 其中所述的硬掩模是由包含 SiO_2 、 $SiON$ 、 SiN 、或 FOX 中至少一种的硬掩模材料形成的。

用于减少金属线刻蚀后腐蚀的敷金属层刻蚀技术

5 技术领域

本发明涉及刻蚀衬底上的敷金属层的技术。更精确地讲，本发明是关于刻蚀敷金属层的技术，这种技术同时减少由于在现有技术敷金属层刻蚀工艺中产生的副产品而引起的腐蚀。

背景技术

10 在半导体集成电路的制造过程中，经常采用金属线作为集成电路上的器件之间的导路。为形成金属线和部件，一般地，在晶片的表面覆盖地淀积一金属层。然后，采用适当的光刻胶掩模，刻蚀掉部分金属层，留下金属线和部件。

随着集成电路集成度提高和部件尺寸减小，发展了许多技术以正
15 确地刻蚀不断缩小的集成电路部件。这些技术之一涉及等离子体增强刻蚀。为便于讨论，图 1 画出淀积于衬底 104 上的金属层 202。衬底 104 可以代表晶片本身，但更一般地，其代表淀积在作为外延层的金属层 202 之上的那一层。在图 1 的例子中，金属层 202 包括一阻挡层 106，一般由一种材料，如钛形成。在一些情况下，阻挡层 106 可能代表一复合
20 层，包括覆盖于钛层之上的氮化钛（TiN）。金属层 108 一般由铝或者它的一种合金如铝/铜或铝/铜/硅形成。在金属层 108 和光刻胶掩模 110 之间，淀积有一阻挡/ARC（anti-reflective coating 抗反射涂层）层 112。阻挡/ARC 层 112 可能包括例如一覆盖抗反射涂层，可以是有机或无机的。熟悉工艺的人将知道抗反射层主要用于光刻的目的。钛和/或氮化
25 钛阻挡层可在上述的抗反射涂层下面淀积。尽管金属层 202 显示出包括阻挡/ARC 层 112，金属层 108，和阻挡层 106，熟悉工艺的人将容易发现阻挡/ARC 层 112 和阻挡层 106 是可选的，并且在一些集成电路中二者之一或全部可省略。

光刻胶掩模 110 代表采用恰当的光刻胶处理形成的那部分光刻胶
30 掩模。在金属层 102 的刻蚀中，光刻胶掩模 110 保护在光刻胶部件下面淀积的金属层 102，由此从底下的金属层形成部件。按照实例的方法，对金属层 102 的刻蚀产生垂直于图 1 所在页淀积的一条线。

在图 2 中，刻蚀完成，没有被光刻胶部分保护的金属层 102 部分被去掉。一般地，对含铝金属层的刻蚀是在等离子体反应器中，采用

例如 Cl_2/BCl_3 、 Cl_2/HCl 、 Cl_2/N_2 或类似的刻蚀源气体完成的。刻蚀可以按照例如名为反应离子刻蚀 (RIE) 的等离子体增强处理。在图 2 中, 画出了涂敷金属部件 204 的垂直表面的聚合物侧壁 202A 和 202B。一般地, 聚合物侧壁含有有机材料, 例如从光刻胶掩模 110 溅射出的光刻胶, 从敷金属层再溅射出的材料 (如铝, 钛, 或类似), 从下面层 (如衬底 104) 中溅射出的材料和来自于刻蚀源气的可观数量的氯或含氯的化合物。如同后面将会讨论的, 作为敷金属层后处理步骤的一部分, 需要去掉聚合物侧壁。

在图 3 中, 光刻胶掩模被去掉。在一典型的等离子体增强工艺中, 在下游灰化等离子体反应器中, 采用例如氧气/水蒸气或者氧气作为灰化材料, 剥离掉光刻胶材料可以完成去掉光刻胶掩模。经常的情况是, 光刻胶剥离处理如果去掉任何的侧壁聚合物的话, 也是很少的。结果, 在光刻胶剥离处理后聚合物侧壁仍保留, 必须在接着的处理步骤中去掉。非常希望完全去掉聚合物侧壁因为如果侧壁的聚合物附着在金属线上, 在那里的氯会和周围环境的湿气反应, 形成腐蚀金属线的腐蚀性酸。正如熟悉工艺的人们所知, 金属线的腐蚀改变金属线的电学性质, 即增大它们的电阻。在一些情况下, 腐蚀会严重到切断导路, 在不想要的地方形成开路。

正如所提到的, 在现有工艺中为了去掉在光刻胶剥离处理之后留下的聚合物侧壁, 一般地需要单独的一步处理。在现有工艺中, 去掉聚合物侧壁一般采用湿刻蚀处理, 因为已发现在除掉淀积的聚合物方面等离子体增强刻蚀相对无效。在湿刻蚀之前可以进行一钝化等离子体处理和/或去离子水漂洗处理。湿刻蚀处理一般使用合适的刻蚀剂, 如磷酸铬、稀释的过氧化硫、有机溶剂 EKC265 (产自 EKC Technology, Inc. of Hayward, California) 或 ACT 935 (产自 Ashland Chemical Company of Columbus, Ohio)。图 4 显示为去掉聚合物侧壁进行湿刻蚀后图 3 的敷金属部件。

尽管湿刻蚀处理达到了它的去掉聚合物侧壁的目的, 但是有缺点。例如, 湿刻蚀处理一般使用腐蚀性化学制品, 它们一般对铝没有高度的选择性。如果湿刻蚀处理没有仔细控制, 刻蚀剂可能腐蚀铝线, 特别是在与上面的和/或下面的阻挡层的界面处, 或者在铝线与下面的钨螺钉之间的界面处。如果有任何与金属线没对正 (例如由于加工公差) 从而没被金属线完全盖住的螺钉, 与螺钉有关的腐蚀尤其严重。另一方面, 必须允许湿刻蚀充分进行以使所有的侧壁聚合物彻底地被去掉

以防止前面提到的腐蚀问题。因为相对小的处理窗口，采用湿刻蚀处理来去掉聚合物侧壁给工艺师带来许多挑战。

发明内容

在一个实施方案中，本发明涉及一种减少在金属线垂直表面上的聚合物淀积的方法，这些金属线是从淀积于衬底之上的敷金属层刻蚀出来的。此方法包括在敷金属层上形成硬掩模和在该硬掩模上提供一光刻胶掩模。更进一步地，此方法包括利用光刻胶掩模从硬掩模层中形成一硬掩模。硬掩模在那里有将要在后续的等离子体增强敷金属层刻蚀中形成的图案。也包括去掉光刻胶掩模。还包括利用硬掩模和刻蚀剂源气进行等离子体增强敷金属层刻蚀，该刻蚀剂源气包括氟气和至少一种形成钝化的化学制剂，在其中进行等离子体增强敷金属层刻蚀而不用在等离子体增强敷金属层刻蚀中采用光刻胶以减少聚合物淀积。

在另一个实施方案中，本发明涉及一种减少金属线侵蚀的方法，这些金属线从淀积于一衬底上的敷金属层刻蚀出来的。此方法包括提供在其上有敷金属层的衬底。敷金属层最少包括有不同电化学性质的两层。此方法还包括在敷金属层上形成硬掩模和在该硬掩模层上提供光刻胶层。更进一步地，此方法包括利用光刻胶掩模从硬掩模层中形成硬掩模。硬掩模在那里有将要在后续的等离子体增强敷金属层刻蚀中形成的图案。也包括去掉光刻胶掩模。还包括利用硬掩模和刻蚀剂源气进行等离子体增强敷金属层刻蚀，该刻蚀剂源气包括氟气和至少一种形成钝化的化学制剂，在其中进行等离子体增强敷金属层刻蚀而不用在等离子体增强敷金属层刻蚀中采用光刻胶以减少聚合物淀积。本方法还包括进行湿刻蚀以去掉在等离子体增强敷金属层刻蚀中形成的聚合物侧壁。进行湿刻蚀的同时硬掩模被淀积在金属线之上以减少在湿刻蚀中至少两层金属层之间的电解反应引起的侵蚀。

在另一个实施方案中，本发明涉及一种减少在对早期从敷金属层刻蚀出的金属图案进行湿法清洗的过程中的腐蚀。进行湿法清洗以去掉至少侧壁钝化部分和淀积于被刻蚀的金属图案垂直表面之上的聚合物之一。此方法包括在敷金属层上面提供一硬掩模。此方法还包括利用硬掩模在等离子体处理室中刻蚀敷金属层。刻蚀形成金属图案。此方法还包括进行湿法清洗而不去掉硬掩模，在那里硬掩模盖住刻蚀的金属图案的上表面以减少刻蚀的金属图案对在湿刻蚀中使用的湿刻蚀溶液的暴露。

本发明的这些和其他特点将在下面的发明详细说明中结合下面的图形进行详细的描述。

根据下面的详细说明并结合相应的图形，本发明可以容易理解，其中相应的参考数字指明相应的结构元素，附图包括：

5 附图说明

图 1 描述淀积于一衬底之上的一金属层，包括淀积于用于敷金属层刻蚀的金属层之上的光刻胶掩模。

图 2 描述敷金属层被刻蚀后图 1 中的衬底。

图 3 描述光刻胶掩模被去掉后图 2 中的衬底。

10 图 4 显示为去掉聚合物侧壁进行湿刻蚀后图 3 中的敷金属层部件。

图 5 描述淀积于一衬底之上的一金属层，包括淀积于金属层之上用来帮助敷金属层刻蚀的硬掩模层和光刻胶层。

图 6 描述了图 5 中的衬底，包括从硬掩模层中刻蚀出的硬掩模。

图 7 描述了图 6 中的衬底，包括光刻胶掩模被去掉后的硬掩模。

15 图 8 显示了进行了敷金属层刻蚀之后图 7 的敷金属层图样。

具体实施方式

参考几个优选实施方案并结合附图对本发明将被详细说明。在下面的说明中，阐述了大量的细节，目的是帮助彻底理解本发明。然而显而易见的是，对于一个熟知工艺的人，不用部分或全部这些细节就可以实现这个发明。在其他情况下，众所周知的结构和/或处理步骤则没有说明，以免引起不必要的模糊。

根据本发明的一个方面，提供了一种改进的敷金属层刻蚀技术，它将充分地消除在等离子体增强敷金属层刻蚀中淀积于金属线上的光刻胶聚合物。与现有等离子体增强敷金属层刻蚀技术相反，这种技术
25 在刻蚀金属过程中一般采用光刻胶掩模来限定金属线，本发明有利地采用了等离子体增强刻蚀技术，其中使用硬掩模来代替消除由于光致刻蚀剂碎片引起的聚合物淀积。更重要的是，刻蚀剂源气要选择至少包括一种侧壁钝化剂以帮助各向异性刻蚀并保持侧壁轮廓。侧壁钝化剂是用来产生侧壁钝化来补偿在敷金属层刻蚀中伴随光刻胶掩模一起
30 被去掉的聚合物淀积。由于在一般传统的等离子体刻蚀装置中侧壁钝化剂的量可以精确地控制，因此精确调整过程以使侧壁钝化的量最少

同时仍满足侧壁轮廓的要求成为可能。所以，对湿刻蚀的需求可以减少或完全不要，这将限制精细刻蚀的金属部件暴露于湿刻蚀溶液，甚至排除湿清洗的需要。

5 在一定程序上简化的湿刻蚀处理以去掉任何刻蚀后可能留下的侧壁钝化是希望的，虽然不明显，本发明仍能用来减少湿刻蚀处理中的腐蚀。这是因为如经常的情况一样如果敷金属层是有两层或多层不同的材料形成的，在湿刻蚀溶液中不同材料在一起经常导致由于电化学反应加剧的腐蚀。根据本发明另一个特别有利的方面，在湿刻蚀过程中硬掩模被留在金属线之上来盖住金属线并减少它对腐蚀性的湿刻蚀的暴露。采取在湿刻蚀过程中盖住金属线的办法，一金属层的更小面积被暴露于湿刻蚀溶液，因此以一种相当不明显的方式减少了腐蚀。

根据本发明的一个有利的实施方案，硬掩模是由作为随后被淀积在刻蚀金属线之上的绝缘、介电层的一部分的材料形成的。刻蚀后，没有必要去掉硬掩模。代替的是，硬掩模可以留下作为随后被淀积在刻蚀金属线之上的绝缘、介电层的一部分。如果随后淀积层后来要被刻蚀下去直到金属线，硬掩模材料最好选成可以方便地与随后淀积的介电材料在一步刻蚀中一起被刻蚀。以此方法，可以实现与减少基于光刻胶的聚合物的淀积相联系的优点，而不需要在敷金属层刻蚀后单独的去掉硬掩模的步骤。这对 IC 制造商尤为重要，因为在多金属处理中金属线经常覆盖着一层绝缘材料。

20 为方便本发明的特点和优点的讨论，在图 5-8 中描述了本发明的无光刻胶等离子体增强敷金属层刻蚀技术的一个具体例子。在图 5 中显示了金属层 202，它淀积于衬底 104 之上。在这个特例中，金属层 202 包括三层：阻挡层 504，金属层 506，阻挡层/抗反射敷层（ARC）508。熟知工艺的人容易看出阻挡层 504 和阻挡层/抗反射敷层（ARC）508 是可选的，不是在每一种情况下必须的，要视金属层 202 和/或与金属层 202 相邻层的材料的具体选择而定。

参见图 5，阻挡层 504 包括一层 TiN 覆盖在 Ti 层之上。金属层 506 代表一含铝层，最好由铝或铝的一种合金，如 Al/Cu 或 Al/Cu/Si，形成。阻挡层/ARC 层 508 也包括一层 TiN 覆盖在 Ti 层之上。为便于刻蚀金属层，硬掩模层 510 由硬掩模材料，如 SiON、氧化物、SiN、FOX、或者它们的组合形成。在本发明的一个特别优越的实施方案中，硬掩

模材料是 SiON, 以允许使用深 UV 光刻而不需要额外的有机 ARC 层。

在典型的情况下, 有机 ARC 层是在硬掩模层 510 和随后形成的有机光刻胶掩模 514 之间。应该注意只有在为了光刻目的而必须的情况下有机 ARC 层才应被包括。光刻胶有机掩模包含最终将转移到金属层的金属线图案。然而作为第一步, 光刻胶掩模是用来刻蚀穿过硬掩模层以把图案传递到硬掩模层上, 从而形成硬掩模。在一个实施方案中, 硬掩模包含 SiO_2 和 SiON 双层并且用 CF_4/CHF_3 /氩气采用反应离子刻蚀进行刻蚀。在一个例子中, 硬掩模的 RIE 是在 MXP 等离子体处理系统中进行的, 该系统是由 Applied Materials, Inc, of Santa Clara, CA 提供的。在图 6 中, 硬掩模的一部分用数字 512 示出。

然后使用传统的光刻胶剥离处理, 如使用 O_2 或 $\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$ 蒸气作为灰化剂的等离子体增强灰化处理, 剥离掉光刻胶掩模。以这种方式, 光刻胶掩模只是被用来刻蚀穿过硬掩模层向下直到金属层。图 7 中显示了光刻胶剥离后的结果。

接着, 使用合适的刻蚀剂将硬掩模的图案被转移到金属层上。具体使用的刻蚀剂当然要视包含金属层的层的组合物而定。最好在刻蚀穿过铝层时刻蚀剂对硬掩模材料有选择性。按照例子方法, 发现含有氯气的刻蚀剂对刻蚀穿过含铝层是合适的。

根据本发明的一个方面, 认识到从敷金属层刻蚀处理中去掉光刻胶掩模可能有害地影响等离子体增强刻蚀处理 (即, RIE) 的刻蚀各向异性 (即, 所需的垂直刻蚀轮廓), 因为没有 PR 基的聚合物侧壁来防止掩模掏蚀。为了保护刻蚀轮廓, 根据本发明的一个实施方案, 被用来刻蚀穿过金属层的刻蚀源气最好包括至少一种侧壁钝化剂。侧壁钝化剂可以是例如 N_2 、 CF_4 、 CHF_3 。相应地, 例如 $\text{Cl}_2/\text{HCL}/\text{N}_2$ 、 $\text{BCl}_3/\text{Cl}_2/\text{N}_2$ 、 $\text{BCl}_3/\text{Cl}_2/\text{CH}_4$ 、 $\text{BCl}_3/\text{Cl}_2/\text{N}_2/\text{CH}_4$ 这样的刻蚀剂可以被用来刻蚀含铝层。图 8 中显示了敷金属层刻蚀后的结果, 显示了由此形成的金属部件 516。

通过控制侧壁钝化剂的输入流量, 可以精确地调整过程以形成足够的侧壁钝化来提高刻蚀的方向性而不会产生不适当的侧壁钝化厚层, 该厚层在后来会很难去掉。这与现有工艺相反, 在现有工艺中光刻胶碎片引起非常高含碳量的聚合物淀积因而更难调制。可以相信在本发明中诸如 CCl_2 这样的含碳聚合物的前身的形成已经完全被消除

了。随着聚合物的减少，在金属线附近有较少的被吸收的氯可引起腐蚀。

有利地，侧壁钝化的薄膜减少了，最好消除敷金属层刻蚀后对湿刻蚀处理的需要。即使需要一些湿刻蚀以去掉所有的侧壁钝化，更短的时间或者更少的腐蚀性湿刻蚀剂现在就足够了。

金属刻蚀后，可以进行传统的后处理，如等离子体钝化（例如使用 H_2O/O_2 等离子体）和/或去离子水漂洗。等离子体钝化清洗晶片的表面和/或去掉任何残留的氯。之后，可以进行额外的传统处理以形成在多种电子器件，如计算机或消费/商业电器中使用的最终的 IC 产品。

10

具体实例

在下面的示范性刻蚀中，含铝层是在 TCP™9600SE 等离子体处理反应器中刻蚀的，该反应器可从 Lam Research Corp. Of Fremont, California 得到。尽管具体的参数在下面被公开并且根据本发明证明对于不用有机光刻胶掩模刻蚀含铝层是合适的，对于一台具体的机器或一个具体的衬底所需的确切参数可能变化，熟知本发明工艺的人也可以导出。

在一个示范性刻蚀中，所用的刻蚀剂是 $Cl_2/BCl_3/N_2/CH_4$ 。等离子体反应器中的压力在约 1 mT 到约 100 mT 之间，在约 3 mT 到约 30 mT 之间为好，在约 6 mT 到约 16 mT 之间更好。峰值功率与偏置功率之比在约 5:1 到约 1:5 之间，在约 3:1 到约 1:3 之间为好，在约 1.5:1 到约 1:1.5 之间更好。 Cl_2 与 BCl_3 的气体流量之比在约 12:1 到约 1:3 之间，在约 8:1 到约 1:2 之间为好，在约 6:1 到约 1:1.5 之间更好。加入到 Cl_2 与 BCl_3 总流量中的 N_2 的百分比在约 0% 到约 50% 之间，在约 2% 到约 30% 之间为好，在约 3% 到约 25% 之间更好。加入到 Cl_2 与 BCl_3 总流量中的 CH_4 的百分比在约 0% 到约 20% 之间，在约 1% 到约 10% 之间为好，在约 2% 到约 8% 之间更好。刻蚀也可以分两步或者多步进行（例如穿透，主刻，和套刻）。

在另一个示范性刻蚀中，使用了 $Cl_2/HCl/N_2$ 。等离子体反应器中的压力在约 1 mT 到约 30 mT 之间，在约 3 mT 到约 20 mT 之间为好，在约 6 mT 到约 16 mT 之间更好。峰值功率与偏置功率之比在约 5:1 到约 1:5 之间，在约 2:1 到约 1:2 之间为好，在约 1:1 到约 1:1.5 之间更好。 Cl_2 与 HCl 的气体流量之比在约 10:1 到约 1:3 之间，在约 8:1 到约 1:2

之间为好，在约 5:1 到约 2:1 之间更好。加入到 Cl_2 与 HCL 总流量中的 N_2 的百分比在约 1% 到约 50% 之间，在约 5% 到约 30% 之间为好，在约 10% 到约 25% 之间更好。刻蚀也可以分两步或者多步进行（例如穿透，主刻，和套刻）。

- 5 虽然本发明已经在几个推荐实施方案中给予说明，仍有属于本发明范围之内的替换，改变和相当。应该注意有许多实现本发明的方法和设备的替代办法。因此下面所附权利要求应理解为包含了所有这些属于本发明真正实质和范围之内的替换，改变和相当。

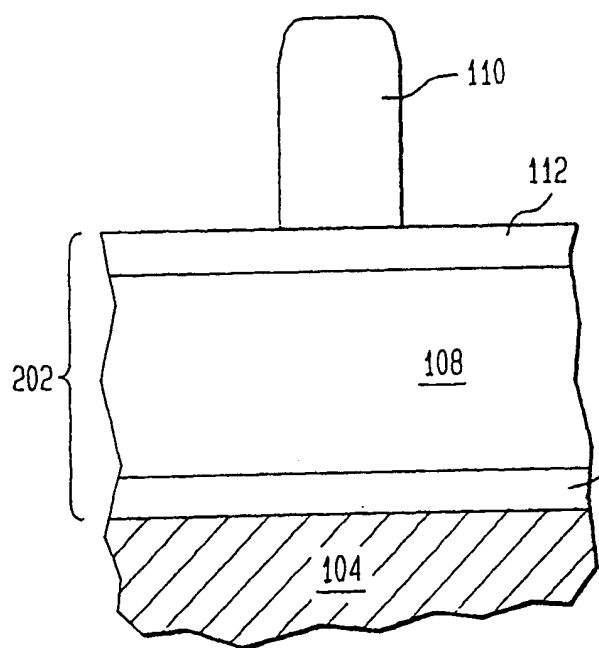


图 1

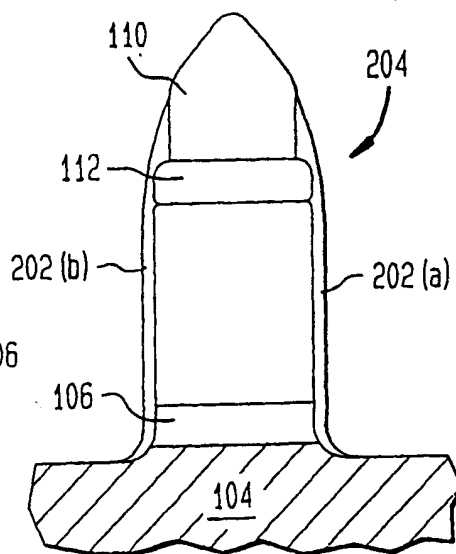


图 2

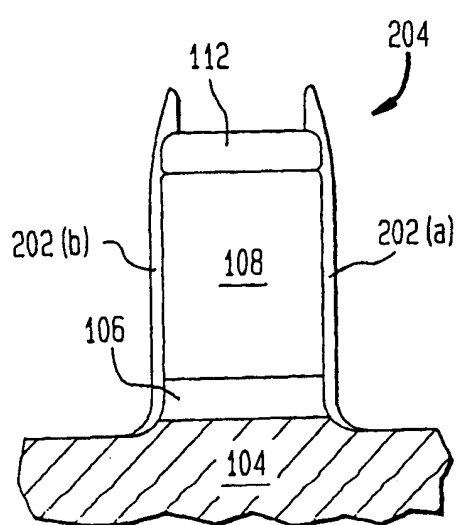


图 3

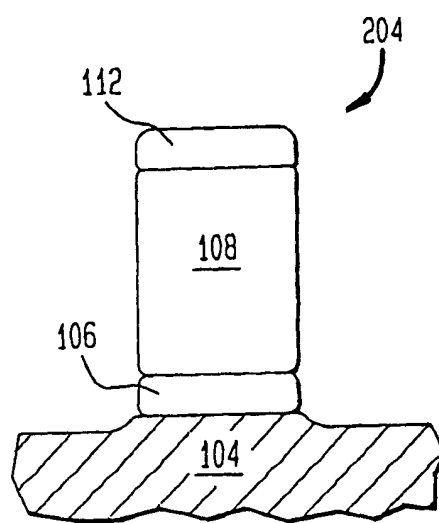


图 4

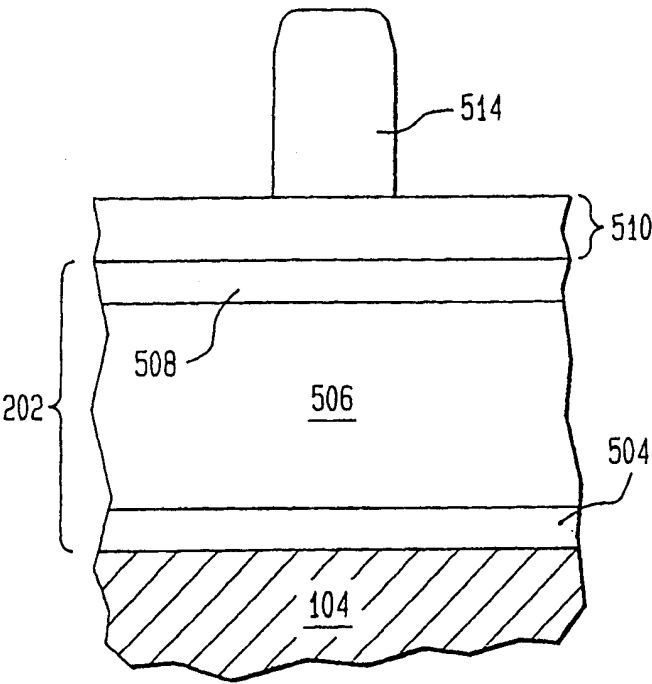


图 5

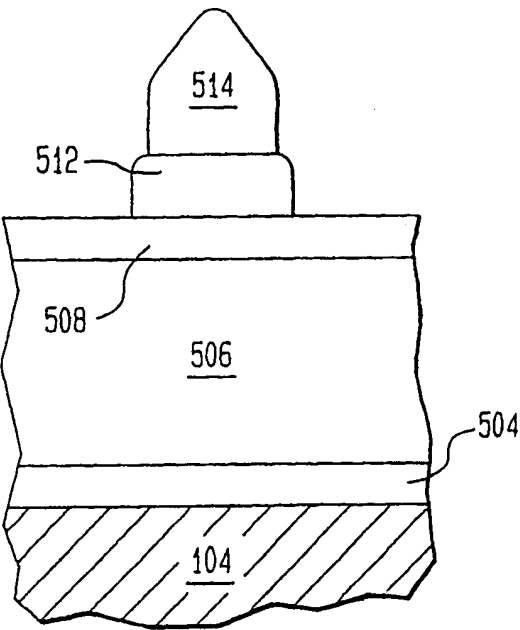


图 6

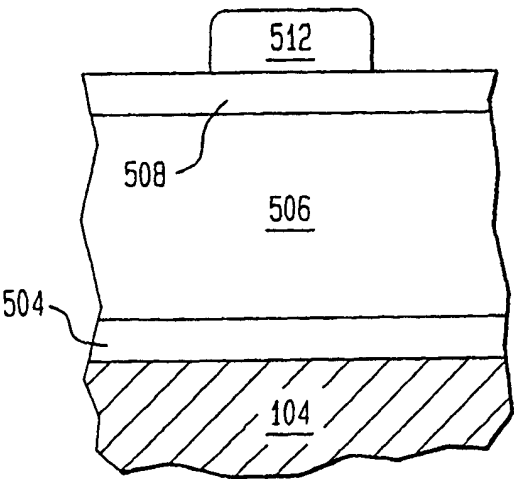


图 7

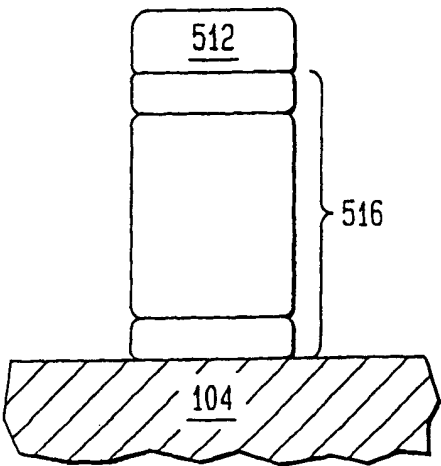


图 8