

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B24B 37/04 (2006.01)

H01L 21/302 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410059837.X

[45] 授权公告日 2009年7月15日

[11] 授权公告号 CN 100513077C

[22] 申请日 2004.6.22

[21] 申请号 200410059837.X

[30] 优先权

[32] 2003.10.13 [33] US [31] 10/605,610

[73] 专利权人 国际商业机器公司

地址 美国纽约

[72] 发明人 D·J·德勒汗缇

L·艾克诺米克斯 J·W·汗纳

D·M·赫南 F·F·雅敏

[56] 参考文献

US6530826B2 2003.3.11

US6206756B1 2001.3.27

US6242351B1 2001.6.5

US6319096B1 2001.11.20

CN1246725A 2000.3.8

JP11100569A 1999.4.13

CN1265618A 2000.9.6

US6627107B2 2003.9.30

JP10144637A 1998.5.29

CMP/Post CMP 工艺及其设备. 翁寿松. 电子工业专用设备, 第2003卷第4期. 2003

审查员 朱丹

[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

代理人 刘明海

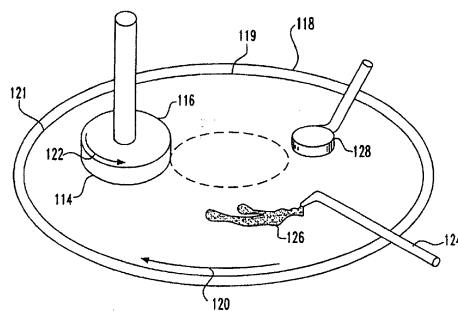
权利要求书3页 说明书7页 附图3页

[54] 发明名称

使用含碳酸盐的流体的平面化体系与方法

[57] 摘要

本发明公开了一种抛光基底层中的体系与方法。所披露的方法包括提供抛光装置，该装置用于赋予抛光垫与具有待抛光的第一层的基底之间的相对移动；向基底与抛光垫之间的界面处提供 pH 为 4 至 11 的液体介质，其中液体介质包括含酸和碱中至少一种的 pH 控制物质、碳酸盐和含至少一种选自氨基酸和聚丙烯酸的稳定剂添加剂；和相对于另一个，移动基底和抛光垫中的至少一个，以抛光基底层。



1. 一种抛光基底层的方法，包括：

提供抛光装置，该装置用于赋予固定磨蚀抛光垫和具有待抛光的第一层的基底之间的相对移动；

向所述基底和所述固定磨蚀抛光垫之间的界面处提供 pH 为 4-11 的液体介质，其中所述液体介质包括含酸和碱中至少一种的 pH 控制物质、碳酸盐和含至少一种选自氨基酸和聚丙烯酸的酸的稳定剂添加剂，其中所述碳酸盐的碳酸根离子浓度相对所述液体介质为 0.005-0.25 重量%；和

相对于所述基底和所述固定磨蚀抛光垫中的另一个，移动所述基底和所述固定磨蚀抛光垫中的至少一个，以抛光所述基底的第一层。

2. 权利要求 1 的方法，其中所述 pH 控制物质是碱，和所述稳定剂添加剂包括至少一种氨基酸，所述第一层包括氧化物层。

3. 权利要求 1 的方法，其中所述 pH 控制物质是酸，所述液体介质的 pH 范围为 4.2 至 5，和所述稳定剂添加剂包括聚丙烯酸，所述第一层包括氧化物层。

4. 权利要求 2 的方法，其中所述碱调节所述 pH 到 9.5 至 11 的范围。

5. 权利要求 1 的方法，其中所述稳定剂添加剂选自 L-脯氨酸、甘氨酸、赖氨酸和聚丙烯酸。

6. 权利要求 4 的方法，其中所述碱包括碱土金属的氢氧化物。

7. 权利要求 4 的方法，其中所述碱选自碱土金属的氢氧化物和氢氧化铵。

8. 权利要求 4 的方法，其中所述碳酸盐包括所述碱土金属的碳酸盐。

9. 权利要求 4 的方法，其中所述碱包括氢氧化钾和所述碳酸盐包括碳酸钾。

10. 权利要求 5 的方法，其中通过将所述碳酸盐加入到所述液体

介质中而在所述液体介质中提供所述碳酸盐。

11. 权利要求 1 的方法，其中所述固定磨蚀抛光垫中的所述固定磨蚀剂组分包括氧化铝和二氧化铈中的至少一种。

12. 权利要求 11 的方法，其中相对于所述基底，所述固定磨蚀抛光垫以直线方向移动。

13. 权利要求 1 的方法，其中进行所述抛光，以暴露在所述第一层底下的第二层。

14. 权利要求 13 的方法，其中所述第一层包括硅的氧化物，所述第二层包括氮化硅，和进行所述抛光直到平面化所述第一层到所述第二层的水平面。

15. 一种平面化半导体基底的氧化物层的化学机械抛光方法，包括：

提供具有氧化物层的半导体基底，所述氧化物层具有在底层上面的梯段高度差和不均匀过量填充物中的至少一种；

使所述基底与固定磨蚀垫接触；

向所述基底与所述固定磨蚀垫之间的界面处提供 pH 为 9.5 至 12 的液体介质，所述液体介质包括选自碱土金属的氢氧化物和氢氧化铵的碱，碳酸盐和含至少一种选自氨基酸和聚丙烯酸的酸的稳定剂添加剂，其中所述碳酸盐的碳酸根离子浓度相对所述液体介质为 0.005-0.25 重量%；和

通过相对于所述基底和所述磨蚀垫中的另一个，移动所述基底和所述磨蚀垫中的至少一个，来抛光所述暴露的氧化物层。

16. 权利要求 15 的方法，其中所述稳定剂添加剂选自 L-脯氨酸、甘氨酸、赖氨酸和聚丙烯酸。

17. 权利要求 16 的方法，其中所述氧化物层包括在所述下层内的槽中形成的材料，以便进行所述抛光，使所述氧化物层平面化，以除去在所述第二层上的所述梯段高度差和所述不均匀的过量填充物。

18. 一种供平面化基底的化学机械抛光体系，包括：

抛光元件，所述抛光元件包括用于接触基底的固定磨蚀抛光垫；

用于保持基底与所述抛光元件可移动接触的卡盘；

连接到所述抛光元件和所述卡盘中至少之一上的驱动装置，所述驱动装置用于赋予在界面处所述抛光元件和所述卡盘之间的相对运动；和

向所述界面提供的 pH 为 4 至 11 的液体介质，所述液体介质包括选自酸和碱的 pH 控制物质、碳酸盐和含至少一种选自氨基酸和聚丙烯酸的酸的稳定剂添加剂，其中所述碳酸盐的碳酸根离子浓度相对所述液体介质为 0.005-0.25 重量%。

19. 权利要求 18 的体系，其中所述 pH 控制物质选自碱土金属的氢氧化物和氢氧化铵，所述碳酸盐包括所述碱的碳酸盐，和所述稳定剂添加剂选自 L-脯氨酸、甘氨酸、赖氨酸和聚丙烯酸。

## 使用含碳酸盐的流体的平面化体系与方法

### 技术领域

本发明涉及具有高度集成密度的器件如集成电路和/或微电机器件(MEM)的制造, 和更特别地涉及在其上制造这种器件的化学机械抛光基底的改进体系与方法。

### 背景技术

化学机械抛光(CMP)已成为集成电路(IC)制造中必不可少的步骤。在IC制造工艺的一些步骤中, 如果较早施加的层没有平坦表面, 则不能将后面的层施加到半导体基底上。CMP工艺被用于平面化这些层。

在IC制造所使用的一些工艺中, 可能希望平面化半导体基底的氧化物层表面。在特别的情况下, 氧化物层填充一层或多层不同材料的底层部分之间的空间, 和在抛光除去上层氧化物之后, 由于平面化直至下层, 所以仅有氧化物填充的空间将保持。例如, 氧化物层可填充以隔离特征提供的在半导体基底内蚀刻的槽, 例如在基底的电有源区域之间的“浅槽隔离”和“隔离槽”。

平面化这种氧化物层到底层程度的挑战之一是, 氧化物层的梯段高度差(step height difference)和上面氧化物层(即过量填充物(overflow))的有效除去, 尽管它在待抛光的基底整个表面上的高度可发生变化。在大的梯段高度和过量填充物的情况下, 典型地要求反应性离子蚀刻工艺(以降低沉积的介电材料内的梯段高度)作为采用磨蚀淤浆的常规化学机械抛光的先决条件, 以实现令人满意的平面化。然而, 从成本和/或工艺控制角度看, 反应性离子蚀刻工艺不是理想的。另外, 采用磨蚀淤浆抛光易于形成凹坑, 结果在除去具有梯段高度差和过量填充物的特征部分(features)的工艺中, 一些区域过度抛光到产生凹形表面的程度。就实现待抛光表面的平面化而言, 这不是令人满意的。

使用固定磨蚀抛光垫而不是磨蚀淤浆的一些CMP方法已被应用于平

面化具有梯段高度差的基底。然而，在梯段高度差显著的情况下，这种固定的磨蚀 CMP 法在或者没有过度抛光的情况下，不能充分除去具有梯段高度差和过量填充物的形貌，或者要么太慢以致于难以成本有效地除去过量填充物。在此情况下，可产生氧化物填充物的凹坑，或甚至划痕，最终产生不令人满意的表面。这一缺陷迄今为止将这种固定磨蚀 CMP 法局限于在基底上的槽深度或氧化物过量填充物的变化小（例如小于 200 埃）的结构上。在一些固定的磨蚀 CMP 法中，在平面化开始之后，即在除去具有梯段高度差的特征之后，材料的除去速度已令人不满意地低。

因此，需要改进的化学机械抛光方法，它能更快速地平面化具有梯段高度差和/或过量填充物高度差的氧化物材料，结果产生具有很少划痕的基本上平坦的表面，同时避免需要 RIE 处理或其它不希望的替代方案。

#### 发明内容

一方面，本发明提供一种抛光基底层体系与方法。该方法包括：提供抛光装置，该装置用于赋予抛光垫与具有待抛光的第一层的基底之间的相对移动；向基底和抛光垫之间的界面提供 pH 为 4 至 11 的液体介质，其中该液体介质包括含酸和碱中至少一种的 pH 控制物质、碳酸盐和含至少一种选自氨基酸和聚丙烯酸的稳定剂添加剂；和相对于另一个，移动基底和抛光垫中的至少一个，以抛光基底层。

根据本发明的特定方面，提供用于平面化半导体基底的氧化物层的化学机械抛光方法。根据该方法，提供具有氧化物层的半导体基底，所述氧化物层在衬底层上具有梯段高度差和不均匀过量填充物中的至少一种。使基底与固定的磨蚀垫接触，和向基底与固定的磨蚀垫之间的界面处提供 pH 为约 9.5 至 12 的液体介质，该液体介质包括选自碱土金属的氢氧化物和氢氧化铵中的碱。液体介质还包括碳酸盐和含氨基酸的稳定剂添加剂。通过相对于基底和磨蚀垫中的另一个移动基底与磨蚀垫中的至少一个，来抛光暴露的氧化物层。

另一方面，本发明提供用于平面化基底层的化学机械抛光体系。该体系包括抛光元件，所述抛光元件包括用于接触基底的抛光垫，用于保

持基底与抛光元件可移动接触的卡盘(chuck), 和连接到抛光元件和卡盘中至少之一上的驱动装置, 该驱动装置用于赋予在界面处抛光元件和卡盘之间的相对运动。该体系进一步包括提供到界面上的 pH 为约 4 至 11 的液体介质, 该液体介质包括 pH 控制物质、碳酸盐和含至少一种选自氨基酸和聚丙烯酸中的稳定剂添加剂。

#### 附图说明

图 1 是在基底上待平面化的氧化物层的截面, 该层显示出具有梯段高度差和过量填充物的特征。

图 2 示出了本发明实施方案的抛光装置。

图 3 示出了在抛光除去具有梯段高度差的特征之后, 在图 1 中所示的氧化物层的平面化步骤。

图 4 示出了在进一步抛光露出下面层之后, 在图 3 中所述的氧化物层的进一步的平面化步骤。

#### 具体实施方式

本发明提供用于平面化基底的改进 CMP 方法和装置, 其中在所述基底上具有非常小的器件。本发明的方法可用于抛光各种材料的层, 特别是抛光在基底制造中的含硅氧化物, 所述基底包括集成电路和/或包括但不限于微电机器件(MEM)在内的其它微型化器件。

本发明方法特别适合于平面化或除去含硅氧化物材料, 更特别为二氧化硅材料。本发明的实施方案尤其适合于特别地使用固定磨蚀垫来抛光含硅氧化物, 甚至在起始的氧化物层具有显著的形貌变化, 例如梯段高度差的情况下。

在特别的实施方案中, 本发明的方法用于将上面层平面化到衬底层的水平面处。例如, 沉积用于在半导体基底的有源区域之间提供隔离特征的氧化物层, 以填充基底的半导体层内的槽, 然后接着平面化到衬底层半导体层的水平面处。现将描述本发明平面化这种氧化物层的特定实施方案。

典型地, 通过沉积高密度无缝氧化物填充材料(例如通过高密度等离子(HDP)技术)到半导体基底中蚀刻的槽内, 来形成槽隔离(有时称

为“隔离槽”)。在一些集成电路中,尤其在包括位于深槽内的垂直晶体管器件的 DRAM 电路中,要求隔离槽在最小平板印刷特征尺寸处或其附近具有相当窄的直径,例如 110nm 和更低,并同时具有成比例大的深度,例如 0.5 微米到 2 微米或更高,以便将紧密布置的槽中的垂直晶体管与电连接相隔离。

与相似材料不同, HDP 氧化物填充物的特征使得形貌高度的显著差别来自于沉积。如图 1 所示,在具有诸如氮化硅之类材料的上覆垫片层 14 的基底 10 内蚀刻的隔离槽 12,用 HDP 氧化物材料填充直到高于垫片层 14。此刻隔离槽 12 完全被填满,在槽 12 之间的空间被覆盖沉积的介电材料的氧化物“帽子(hats)” 22 占据,结果在帽子的氧化物高度 20 和在槽 12 上方填充的氧化物高度 16 之间导致梯段高度差 18。此处所使用的“粗糙表面”用于表示具有梯段高度差特征的表面。

另外,由于氧化物填充工艺和在基底 10 上槽的深度与宽度的不均匀性,需要“过量填充”槽 12 到高于垫片层 14 顶部上的水平面 16,以确保所有槽 12 完全被填满。高于垫片层 14 水平面的过量填充水平面 16 可列举范围为 500 埃-3000 埃。例如在基底 10 的一部分 30 内的垫片层 14 之上的过量填充水平面的高度 24 可显著小于在基底 10 的另一部分 32 内的过量填充物 16 的高度 26。

另外,通过相同工艺顺序形成的隔离槽 12 的深度在存储单元阵列上可变化 10% 或更多。此外,由于在对平板印刷掩模构图和随后蚀刻基底的允许限度内,这种隔离槽 12 的面积相对于其在基底上的位置也容易变化,所以各槽 12 所包含的体积的变化可甚至大于 10%。结果,在基底 10 表面上的槽 12 的深度和面积的变化影响在基底 10 上的过量填充水平面 16 的高度,这是因为槽 12 所固有的沉积材料的体积变化所致。

如图 2 所示,抛光装置包括抛光压板或平板 118,而抛光垫 119 设置在所述抛光压板或平板 118 上。抛光压板 118 典型地可按照方向 120 旋转。贴着抛光垫 119,晶片 114 被晶片载体 116 固定,其中所述晶片载体 116 可包括例如静电或真空吸盘。在一个实施方案中,晶片载体 116 本身可按照与压板 118 反方向 122 旋转。抛光装置包括用于辅助抛



光操作的分配设备 124，它分配液体介质 126。为了诸如终点检测、垫片 119 的清洗或在垫片 119 上铺开液体介质 126 之类目的，可提供额外的装置 128。

在一个实施方案中，使用具有磨蚀组分的淤浆作为液体介质 126 进行抛光，该液体介质还包括碳酸盐和 pH 控制物质。磨蚀组分优选包括氧化物如氧化铝、二氧化铈或二氧化硅的微粒。还优选添加稳定剂添加剂，其中当在碱性液体介质存在下抛光氧化物时，优选氨基酸，例如但不限于 L-脯氨酸、甘氨酸或赖氨酸；或当在酸性介质存在下抛光氧化物层时，稳定剂添加剂优选是聚丙烯酸。通过添加这种稳定剂添加剂，从正被抛光的表面上除去材料的速度(此后称“除去速度”)和因抛光导致的划痕的密度(此后称“划痕密度”)均变得更均匀。

在淤浆内以淤浆重量的 0.005-0.25% 的离子浓度范围，和更优选以淤浆重量的约 0.02-0.06%，提供碳酸盐( $\text{CO}_3^{2-}$ )。用于淤浆的碳酸根离子的来源包括但不限于可溶碳酸盐、微溶碳酸盐，和不溶于水但可渗透到淤浆内的一些碳酸盐(若以合适大小的颗粒包括在淤浆的胶态悬浮液内的形式提供的话)。可溶碳酸盐包括碳酸钠、碳酸钾、碳酸铯和碳酸铷。碳酸锌在碱性溶液中也是可溶的。认为碳酸钙、碳酸锂和碳酸锶微溶或水溶性有限。认为碳酸铯和碳酸铯水合物不溶于水，但可以以在淤浆的胶态悬浮液内的合适大小的颗粒形式提供。

在例举的实施方案中，通过具有抛光垫 119 的抛光装置，向具有氧化物层的待抛光表面提供液体介质 126，其中所述抛光垫 119 包括固定的磨蚀组件或含固定磨蚀垫的一组垫。固定磨蚀垫可商购，和可包括例如获自 3M, Inc. 的 SWR-159 垫。固定磨蚀垫通常不与含磨蚀颗粒的淤浆一起使用。相反，固定磨蚀垫包括特定的磨蚀剂，其中通过添加例如不含磨蚀剂颗粒的液体介质 126，在抛光工艺过程中释放或暴露所述磨蚀剂。

采用固定磨蚀垫进行抛光，以便在已经稍微平面化的部分表面上的材料上优先除去表面上的形貌。固定磨蚀垫优选坚硬，使得在其中形成槽的区域上它几乎不偏移，以便在槽内几乎没有氧化物材料的凹坑产

生。在此情况下，采用固定磨蚀垫的抛光优于采用磨蚀剂淤浆的抛光，这是因为前者除去形貌时，很少或没有凹坑产生。

在该实施方案中，液体介质 126 优选主要由溶剂如去离子水组成。在此情况下，液体介质 126 可被称为“溶液”，这是因为在该介质内存在的大多数物质(如果不是全部的话)溶解在介质内，因此没有相当大量的磨蚀剂颗粒存在，这与通常是磨蚀剂颗粒悬浮液的淤浆相反。液体介质包括为介质重量的 0.005 - 0.25%，和更优选 0.02% - 0.06wt%的碳酸根离子。优选碳酸钾( $K_2CO_3$ )是溶液中碳酸根离子的来源，尤其当使用氢氧化钾(KOH)调节溶液的 pH 到碱性时。

碳酸盐的存在往往降低划痕密度和增加除去速度。当用固定的磨蚀垫抛光时，观察到在液体介质内碳酸盐的存在降低划痕密度到与用磨蚀淤浆抛光相当的水平。此外，观察到在平面化开始之后(即在已除去增高的部分 22 之后)，在液体介质内存在碳酸盐增加除去速度到与用磨蚀淤浆抛光相当的水平。因此，碳酸盐是在抛光操作过程中提供的液体介质的有益组分。

在液体介质内提供碳酸盐的优选方式是向其中添加碳酸盐，例如诸如碳酸钾( $K_2CO_3$ )之类的碳酸盐，它可以以非水合或水合形式提供。优选添加到溶液内的碳酸盐的重量百分数为约 0.05%至 0.25%，和最优选约 0.05%至 0.15%。特别地当碳酸根离子来源是碳酸钾时，将为诸如氢氧化钾(KOH)之类的碱的 pH 控制物质加入到液体介质中，以便碳酸钾缓冲氢氧化钾。可以以水合或非水合形式提供碳酸钾。将碱加入到液体介质中，直到液体介质达到 9.5 至 12 的优选 pH 范围，和最优选 pH 为 10.5。或者，除钾以外的碱土金属的碳酸盐适合作为溶液内的碳酸根来源，其中包括但不限于可溶于水的碳酸盐，如碳酸钠( $Na_2CO_3$ )、重碳酸钠( $Na_4(CO_3)_2$ )，以及铯、铷和锌的碳酸盐。碳酸锂( $Li_2CO_3$ )和碳酸锶( $SrCO_3$ )，尽管其溶解度有限，但也可以本文所述的离子浓度来提供。

氢氧化铵( $NH_4OH$ )可替代氢氧化钾用作备用碱，以调节液体介质 pH 到 9.5 至 12 的所需范围，和优选约 10.5。可提供范围为约 0.5%至 7%，更优选约 0.5%至 5%，和最优选约 2.5%至约 3.5%的稳定剂添加剂，

如 L-脯氨酸、甘氨酸或赖氨酸作为液体介质内的组分。

再次参考图 1, 基底 10 包括在其上形成的介电层 21。该层 21 可包括氧化物层, 如二氧化硅层。在一个特别有用的实施方案中, 层 21 包括通过采用高密度等离子体 (HDP) 氧化物沉积工艺形成的氧化物。当然, 其它层和材料也可用于层 21。层 21 可包括覆在过量填充物 23 上的具有梯段高度差的增高特征部分 22, 其中所述过量填充 23 在基底上其高度可从一点变化到另一点, 如在 24、26 处所示。

通过使层 21 与抛光垫 119 接触, 和在将抛光垫 119 保持固定在压板 118 上的同时, 旋转压板 118, 和/或在使基底 114 保持固定在晶片载体 116 上的同时, 旋转晶片载体 116, 来进行抛光。参考图 1, 采用固定磨蚀垫的抛光可认为具有两阶段: 例如, 降低具有阶梯式固定差别 18 的形貌, 和抛光以清除过量填充物 23。

分别参考图 3 和 4, 来描述各阶段。如图 3 所示, 在基底 10 的区域 30 内, 采用固定磨蚀垫的抛光成功地除去了覆在过量填充物水平面 24 上的形貌。同样, 在基底 10 的另一区域 32 内 (它可以, 或可以不必需与区域 30 分开), 已除去了覆在过量填充物水平面 26 上的形貌。然而, 过量填充物水平面 24 与过量填充物水平面 26 不同。直到分别在区域 30、32 内具有水平面 24 和 26 的过量填充物 23 被除去, 到达下层 14 的水平面, 同时避免在槽 12 内形成氧化物凹坑, 才会实现完全平面化。然后继续采用固定磨蚀垫抛光, 如图 4 所示, 直到完全除去过量填充物 23, 从而仅在槽 12 内留下氧化物 21。

在一个实施方案中, 可使用具有腹垫 (web) 形式的线形驱动垫的固定磨蚀垫, 进行抛光。在该工艺中, 压板 118 线性前进, 而不是旋转, 同时晶片载体 16 以轨道运动形式运动。或者, 在抛光基底 114 之后, 磨蚀垫 119 前进 (例如约 0.5 英寸到约 1 英寸), 以将磨蚀垫的新的截面带到待抛光的下一基底上。

尽管此处根据其优选实施方案描述了本发明, 但本领域的技术人员将意识到可作出许多改性和增强, 而没有脱离仅以所附权利要求所定义的本发明的真实范围与精神。

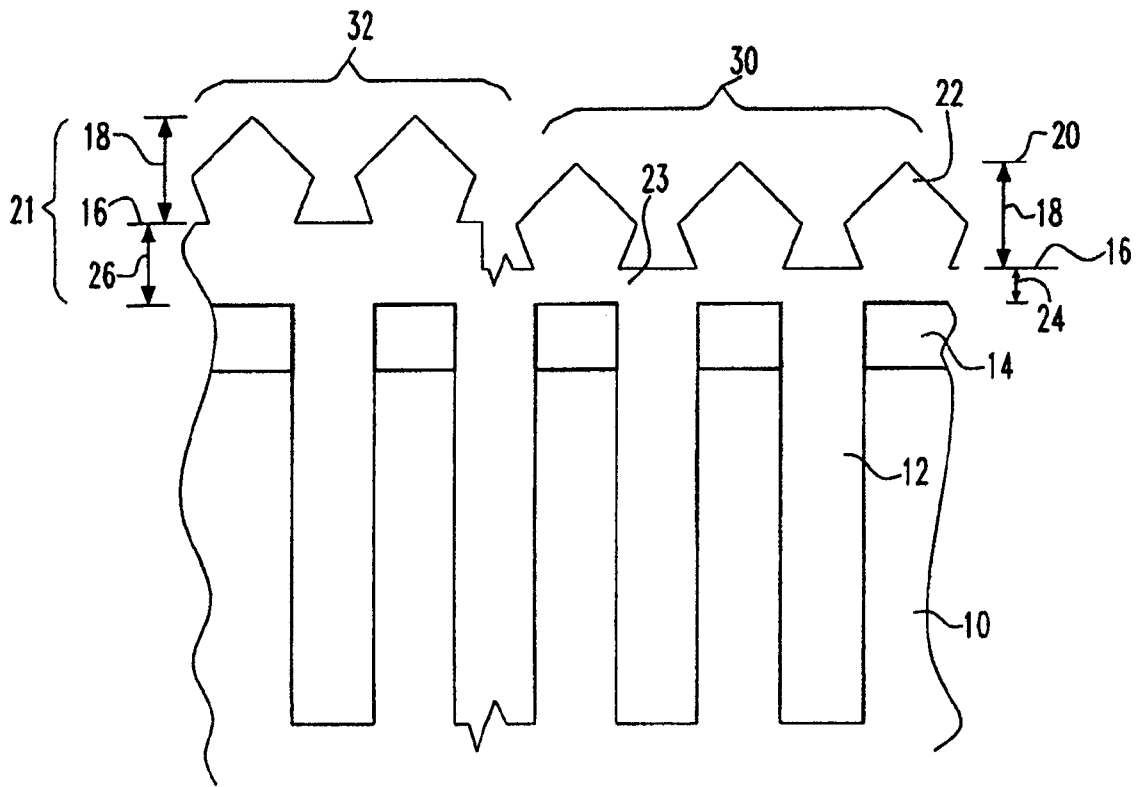


图1

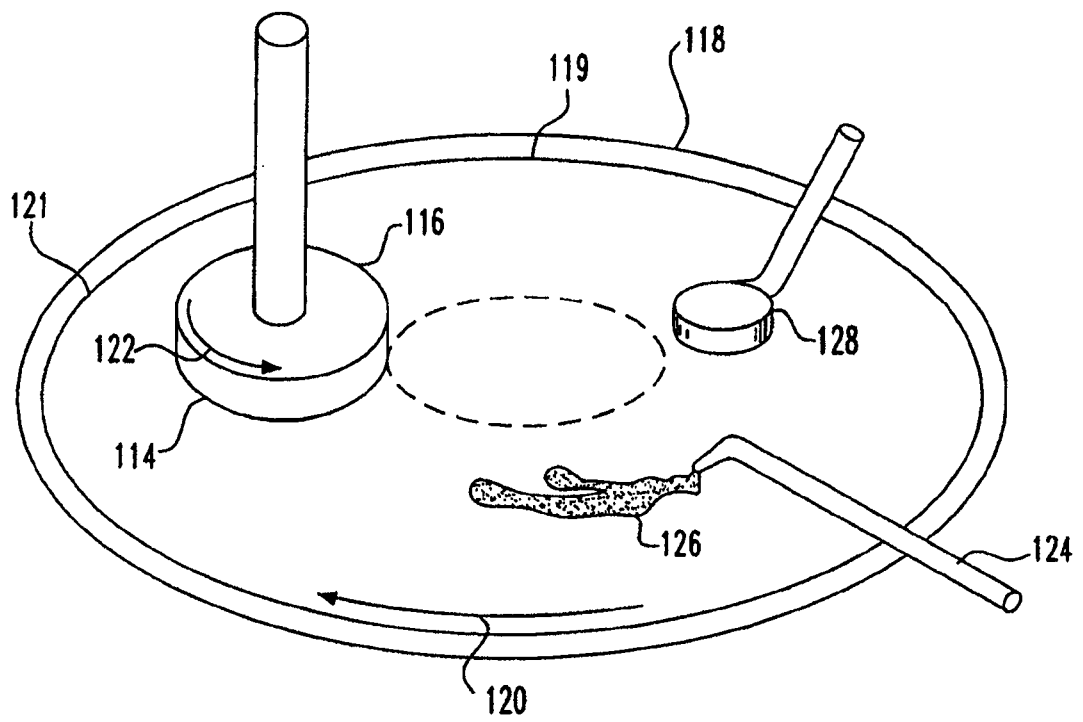


图 2

