



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101367202 B

(45) 授权公告日 2012. 07. 11

(21) 申请号 200810213218. X

B24B 13/00 (2006. 01)

(22) 申请日 2008. 08. 15

审查员 连振锋

(30) 优先权数据

11/893, 495 2007. 08. 16 US

(73) 专利权人 罗门哈斯电子材料 CMP 控股股份
有限公司

地址 美国特拉华州

(72) 发明人 G·P·马尔多尼

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务有限公
司 31100

代理人 陈哲锋

(51) Int. Cl.

B24D 11/00 (2006. 01)

H01L 21/304 (2006. 01)

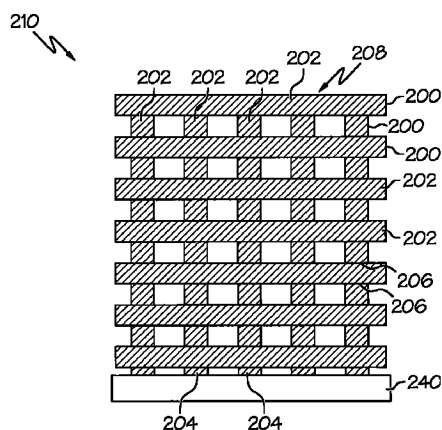
权利要求书 1 页 说明书 9 页 附图 6 页

(54) 发明名称

用于化学机械抛光的层叠的纤丝栅格

(57) 摘要

可用来在抛光介质 (120) 的存在下对磁性基材、光学基材和半导体基材中的至少一种 (112) 进行抛光的抛光垫 (104)。所述抛光垫 (104) 包括层叠在抛光纤丝的基底层 (204, 404, 504) 上的多个抛光纤丝层 (200, 300, 400, 500), 所述多个抛光纤丝层 (200, 300, 400, 500) 具有顺序层叠的形式, 其中每个抛光纤丝层位于较低的抛光纤丝之上, 与较低的抛光纤丝结合, 所述多个抛光纤丝层 (200, 300, 400, 500) 平行于抛光垫 (104) 的抛光表面, 多个抛光纤丝层 (200, 300, 400, 500) 中单独的抛光纤丝 (202, 302, 402) 位于平均至少三条抛光纤丝 (202, 302, 402) 之上, 形成具有互连抛光纤丝的开孔栅格结构 (210, 310, 410, 510, 610) 的抛光垫。



1. 一种可用来在抛光介质的存在下对磁性、光学和半导体基材中的至少一种进行抛光的抛光垫,所述抛光垫包括层叠在抛光纤丝的基底层上的多个抛光纤丝层,所述多个抛光纤丝层具有依次层叠的形式,每个抛光纤丝层位于至少一个较低的抛光纤丝之上,与所述较低的抛光纤丝相结合,所述多个抛光纤丝层平行于抛光垫的抛光表面,所述多个抛光纤丝层中的单独的抛光纤丝是位于平均至少三根抛光纤丝之上,形成所述具有互连抛光纤丝的开放栅格结构的抛光垫,在所述抛光垫磨损时,具有矩形横截面的纤丝提供的垂直于抛光表面的垂直侧壁提供均匀的接触面积。

2. 如权利要求 1 所述的抛光垫,其特征在于,所述矩形横截面是正方形横截面。

3. 如权利要求 1 所述的抛光垫,其特征在于,聚合物材料形成所述抛光纤丝层,所述单独的抛光纤丝的平均宽度小于 1 毫米。

4. 如权利要求 1 所述的抛光垫,其特征在于,在所述抛光垫磨损时,具有矩形横截面的纤丝提供的垂直于抛光表面的垂直侧壁提供均匀的接触面积且当所述抛光垫磨损过各层抛光纤丝时,所述抛光纤丝的平均横截面的变化小于 20%。

5. 如权利要求 1 所述的抛光垫,其特征在于,所述抛光垫具有周边,所述单独的抛光纤丝具有两个端部,每个端部都位于所述周边。

6. 一种可用来在抛光介质的存在下对磁性、光学和半导体基材中的至少一种进行抛光的抛光垫,所述抛光垫包括层叠在抛光纤丝的基底层上的多个抛光纤丝层,所述多个抛光纤丝层具有依次层叠的形式,每个抛光纤丝层位于较低的抛光纤丝之上,与所述较低的抛光纤丝在抛光纤丝之间的交叉点相结合,所述多个抛光纤丝层平行于抛光垫的抛光表面,所述多个抛光纤丝层的单独的抛光纤丝是聚合物,位于平均至少三根抛光纤丝之上,形成具有互连抛光纤丝的开放栅格结构的抛光垫,在所述抛光垫磨损时,具有矩形横截面的纤丝提供的垂直于抛光表面的垂直侧壁提供均匀的接触面积。

7. 如权利要求 6 所述的抛光垫,其特征在于,所述矩形横截面是正方形横截面。

8. 如权利要求 6 所述的抛光垫,其特征在于,所述开放栅格结构包含交替的导电纤丝和不导电的纤丝。

9. 如权利要求 6 所述的抛光垫,其特征在于,所述聚合物材料形成所述抛光纤丝层,所述单独的抛光纤丝的平均宽度小于 0.2 毫米。

10. 如权利要求 6 所述的抛光垫,其特征在于,所述单独的抛光纤丝具有垂直于所述抛光垫的抛光表面的垂直侧壁,所述单独的抛光纤丝具有矩形的横截面,当所述抛光垫磨损过各层抛光纤丝时,所述抛光纤丝的平均横截面的变化小于 20%。

11. 如权利要求 6 所述的抛光垫,其特征在于,所述抛光垫具有周边,所述单独的抛光纤丝具有两个端部,每个端部都位于所述周边。

用于化学机械抛光的层叠的纤丝栅格

技术领域

[0001] 本发明一般涉及用于化学机械抛光的抛光垫领域。具体来说,本发明涉及具有可用来对磁性基材、光学基材和半导体基材进行化学机械抛光的抛光结构的化学机械抛光垫。

背景技术

[0002] 在集成电路和其它电子器件的制造中,需要在半导体晶片的表面上沉积多层的导电材料、半导体材料和介电材料,以及将这些材料层从半导体晶片的表面除去。可以使用许多种沉积技术沉积导电材料、半导体材料和介电材料的薄层。现代晶片加工中常规的沉积技术包括物理气相沉积 (PVD) (也称为溅射)、化学气相沉积 (CVD)、等离子促进的化学气相沉积 (PECVD) 和电化学镀覆等。现代去除技术包括湿法和干法各向同性和各向异性蚀刻等。

[0003] 当材料层被依次沉积和除去的时候,晶片最上层的表面变得不平。因为随后的半导体加工(例如镀覆金属)需要晶片具有平坦的表面,所以晶片需要平面化。平面化可用来除去不希望出现的表面形貌和表面缺陷,例如粗糙表面,团聚材料,晶格破坏,划痕和污染的层或材料。

[0004] 化学机械平面化,即化学机械抛光 (CMP) 是一种用来对半导体晶片之类的工件进行平面化或抛光的常规技术。在常规的 CMP 中,将晶片支架或抛光头安装在支架组件上。所述抛光头固定着所述晶片,将所述晶片置于与抛光垫的抛光层接触的位置,所述抛光垫安装在 CMP 设备中的台子或台面上。所述支架组件在晶片和抛光垫之间提供可以控制的压力。同时,将浆液或其它抛光介质分散在抛光垫上,引入晶片和抛光层之间的间隙内。为了进行抛光,所述抛光垫和晶片通常相对发生旋转。当抛光垫在晶片下面旋转的同时,所述晶片扫出一个大体为环形的抛光痕迹 (polishing track),或抛光区域,使得所述晶片的表面直接面对所述抛光层。通过抛光层和抛光介质在晶片表面上的化学和机械作用,对晶片表面进行抛光,使其平面化。

[0005] 在过去的十年间,人们进行了越来越多的研究、分析和高等数学模拟,来了解 CMP 过程中抛光层、抛光介质和晶片表面之间的相互作用,以期对抛光垫的设计进行最优化。自从将 CMP 开始作为半导体制造方法以来的大部分抛光垫的研发本身是经验性的,包括试验大量不同的多孔和无孔的聚合物材料。抛光表面或抛光层的大多数设计主要是为这些层提供各种微结构,或者提供空心区域和实心区域的图案,以及提供宏观结构,或者表面穿孔或凹槽的设置,根据它们的权利要求,这些结构会提高抛光速率、改进抛光均一性,或者减少抛光缺陷(划痕、凹陷、脱层区域、以及其它表面破坏或表面下的破坏)。这些年来,人们提出了许多不同的微结构和宏观结构来提高 CMP 性能。

[0006] 对于常规的抛光垫,抛光垫表面的“修整”或“打磨 (dressing)”对于保持固定的抛光表面,以获得稳定的抛光性能来说是很重要的。随着时间的流逝,抛光垫的抛光表面被磨损,消除了抛光表面的微织构 (microtexture),这是被称为“磨钝 (glazing)”的现象。磨

钝现象的原因是因为在抛光垫和工件之间的接触点发生摩擦生热和剪切造成的聚合物材料塑性流动而造成的。另外, CMP 产生的碎屑可能会堵塞表面孔隙和微通道, 所述孔隙和微通道是用来使得浆液流过所述抛光表面的。当发生这种情况的时候, CMP 工艺的抛光速率会降低, 这会导致抛光的不同晶片之间以及同一晶片之内的不均匀抛光。修整可以在抛光表面上产生新的组织结构 (texture), 用来在 CMP 工艺中保持所需的抛光速率和均一性。

[0007] 常规的抛光垫修整 (conditioning) 是通过修整盘对抛光表面进行机械研磨而完成的。所述修整盘具有粗糙的修整表面, 该粗糙修整表面基本上由嵌入的金刚石颗粒点组成。在 CMP 过程中, 在抛光暂停的时候, 在间歇的间断过程中使得修整盘与抛光表面接触 (“外部”), 或者在进行 CMP 工艺的过程中进行该接触 (“原位”)。通常修整盘在相对于抛光垫旋转轴固定的位置旋转, 随着抛光垫的旋转扫出一个环形的修整区域。所述的修整工艺在抛光垫表面内切割出微型的沟道, 对抛光垫的材料进行研磨和犁耕, 重新恢复抛光垫的组织结构。

[0008] 尽管抛光垫的设计者通过抛光垫材料制备和表面修整得到了表面组织的各种微结构和构型, 但是现有的 CMP 垫抛光组织在两个主要的方面尚未达到最优状态。首先, 在进行 CMP 的时候, 在施加压力的情况下, 常规的 CMP 抛光垫和常规的工件之间的实际接触面积很小, 通常仅为总面对面积的百分之几。其直接原因在于常规的表面修整的不精确, 使得一定量的结构的固体区域被随机地撕裂成碎片, 留下各种形状和高度的大量特征或凹凸结构, 实际上只有最高的这些部分接触工件。其次, 可供浆液流运走抛光碎屑和热量的空间占据了抛光垫表面的薄层, 使得抛光废料保留在紧密靠近工件的位置, 直至其完全通过工件下方排走。抛光垫和工件之间的浆液流动必需通过高度不规则的表面, 绕过将抛光垫到工件的整个垂直距离桥连的任意凹凸结构。这使得有很大的可能工件与之前除去的废化学试剂和材料重新接触。因此常规的抛光垫微结构不够完美, 因为表面组织中的接触机构和流体机构的结合: 凹凸结构的高度分部既无法得到良好的接触, 也无法提供有效的流体流动和输送。

[0009] CMP 中的缺陷形成是由于常规抛光垫微结构的缺陷造成的。例如, Reinhardt 等人在美国专利第 5, 578, 362 号中解释了使用聚合物球体将组织引入聚氨酯抛光垫中。尽管确切的缺陷形成机理并未完全理解, 但是通常很清楚, 如果要减小缺陷的形成, 需要使得施加在工件上的极端点应力最小化。在特定施加的负荷或抛光压力之下, 实际的点接触压力与实际接触面积成反比。在 3psi (20.7kPa) 的抛光压力下、所有凹凸结构端部的实际接触面积为 2% 的条件下进行抛光的时候, 施加给工件的垂直应力平均为 150psi (1MPa)。该种量级的应力足以造成表面和表面下的破坏。变钝和形状不规则, 以及常规 CMP 抛光垫上的凹凸结构也会造成不希望出现的流动图案: 流体冲击在凹凸结构上的局部压力可能会很显著, 停滞或分开的流体的区域可能会导致抛光碎屑和热量的累积, 或者产生颗粒累积的环境。

[0010] 除了提供潜在的缺陷形成源以外, 常规的抛光垫微结构之所以不是最优化的, 是因为抛光垫表面修整通常并非能够精确地重复。修整盘上的金刚石在使用的时候会变钝, 因此在使用一段时间之后, 修整器必需进行替换; 因此, 在修整器的使用寿命过程中, 其效率一直在持续变化。修整还对 CMP 抛光垫的磨损速率造成很大的影响。通常抛光垫大约 95% 的磨损是由于金刚石修整器的研磨造成的, 只有约 5% 的磨损是由于与工件的接触造

成的。因此,除了减少缺陷以外,通过改进抛光垫微结构还可消除对修整的需要,使得抛光垫获得更长的寿命。

[0011] 消除抛光垫修整的关键在于设计出能够自恢复的抛光表面,也即是说,所述抛光垫能够保持与磨损掉的结构基本相同的几何结构和构型。因此为了进行自恢复,所述抛光表面必需使得磨损不会显著改变固体区域的形状。这又需要固体区域不会受到足以造成显著程度的塑性流动的连续剪切和加热,或者所述固体区域的构建使得它们对剪切或加热按照一种方式作出响应,将剪切和加热分布到其他的固体区域。

[0012] 除了低缺陷度以外, CMP 抛光垫结构必需达到良好的平面化效率。常规的抛光垫材料需要这两种性能度量之间的权衡,因为使用较软较为柔顺的材料可以得到较低的缺陷度,但是该性质变化会降低平面化效能。最后,平面化需要硬的平坦材料;而低缺陷度需要硬度较小的保形材料。因此人们难以用单独的材料获得这些性质度量之间的平衡。常规的抛光垫结构通过各种方法解决该问题,包括使用包括结合在一起的硬层和软层的复合材料。尽管复合材料提供了优于单层结构的改进,但是人们尚未开发出能够同时获得理想的平面化效率和零缺陷形成的材料。

[0013] 因此,尽管当代的 CMP 应用存在抛光垫微结构和修整工艺,但是人们需要能够达到与工件更高的实际接触面积、更高效的用来除去抛光碎屑的浆液流动图案,以及减少或消除重新织构化的需要的 CMP 抛光垫设计。另外,人们需要能够将良好平面化功效所需的刚硬结构与低缺陷度所需的较低硬度的保形结构相结合的 CMP 抛光垫结构。

发明内容

[0014] 本发明的一个实施方式提供了一种可用来在抛光介质的存在下对磁性、光学和半导体基材中的至少一种进行抛光的抛光垫,所述抛光垫包括层叠在抛光纤丝的基层上的抛光纤丝形成的多个层,所述多个抛光纤丝层具有依次层叠的形式,每个抛光纤丝层位于至少一个较低的抛光纤丝之上,与所述较低的抛光纤丝相结合,所述多个抛光纤丝层平行于抛光垫的抛光表面,所述多个抛光纤丝层的单独的抛光纤丝位于平均至少三根纤丝上方,形成所述具有互连抛光纤丝的开孔栅格结构的抛光垫。

[0015] 本发明的另一个实施方式提供了一种可用来在抛光介质的存在下对磁性、光学和半导体基材中的至少一种进行抛光的抛光垫,所述抛光垫包括层叠在抛光纤丝的基层上的多个抛光纤丝层,所述多个抛光纤丝层具有依次层叠的形式,每个抛光纤丝层位于较低的抛光纤丝之上,与所述较低的抛光纤丝在抛光纤丝之间的交叉点相结合,所述多个抛光纤丝层平行于抛光垫的抛光表面,所述多个抛光纤丝层的单独的抛光纤丝是聚合物,位于平均至少三根纤丝上方,形成所述具有互连抛光纤丝的开孔栅格结构的抛光垫。

附图说明

[0016] 图 1 是适用于本发明的双轴抛光机的一部分的透视图;

[0017] 图 2 是本发明的层叠纤丝抛光垫的前视图;

[0018] 图 2A 是图 2 的侧视图;

[0019] 图 2B 是图 2 的俯视图;

[0020] 图 3 是本发明的层叠纤丝抛光垫的透视图;

[0021] 图 4 和 4A 表示在单独的结构中具有交替的域的层叠纤丝抛光垫的俯视图和侧视图；

[0022] 图 5 和 5A 表示可用于电抛光的具有交替的导电和非导电纤丝的层叠纤丝抛光垫的俯视图和侧视图；

[0023] 图 6 显示具有成角度的纤丝的层叠纤丝抛光垫的俯视图。

具体实施方式

[0024] 参见附图，图 1 一般性地显示了适合用来使用本发明地抛光垫 104 的双轴化学机械抛光 (CMP) 抛光机 100 的主要特征。抛光垫 104 大体包括抛光层 108，所述抛光层 108 具有抛光表面 110，用来与半导体晶片 112（加工过或未加工过的）或其它工件之类的制品相碰触，从而在抛光介质 120 的存在下对工件的抛光表面 116 进行抛光，所述其它工件包括例如玻璃、平板显示器或磁性信息存储盘等。抛光介质 120 通过具有深度 128 的任选的螺旋形凹槽 124 输运到抛光垫周边 122。为了方便起见，在下文中使用术语“晶片”，同时不失其一般性。另外，在本说明书中（包括权利要求书在内），术语“抛光介质”包括含颗粒的抛光液和不含颗粒的抛光液，例如不含磨料的抛光液和活性液体抛光液。

[0025] 抛光机 100 可包括安装在台板 130 上的抛光垫。可通过台板驱动装置（未显示）使得台板 130 绕旋转轴 134 旋转。晶片 112 可被晶片支架 138 支承，所述晶片支架 138 可围绕旋转轴 142 旋转，所述旋转轴 142 平行于台板 130 的旋转轴 134，与所述旋转轴 134 隔开。晶片支架 138 可设计成具有万向接头的连接（未显示），允许晶片 112 假设朝向非常细微地不平行于抛光层 108，在此情况下旋转轴 134、142 可以非常细微地歪斜。晶片 112 包括抛光表面 116，该抛光表面 116 朝向抛光层 108，在抛光过程中被平面化。晶片支架 138 可以被支架支承组件（未显示）支承，该支架支承组件适于使得晶片 112 旋转，提供向下作用力 F，将被抛光的表面 116 压向抛光层 108，使得在抛光过程中，被抛光的表面和抛光层之间存在所需的压力。抛光机 100 还可包括抛光介质进口 146，用来向抛光层 108 提供抛光介质 120。

[0026] 本领域技术人员能够理解，抛光机 100 可包括其它部件（未显示），例如系统控制器、抛光介质储存和分配系统、加热系统、淋洗系统，以及用来控制抛光工艺的各个方面的各种控制装置，例如如下的这些：(1) 用于晶片 112 和抛光垫 104 的转速的一种或两种的控制的速度控制器和选择器；(2) 用于改变向抛光垫输送抛光介质 120 的速率和位置的控制器和选择器；(3) 用来控制施加在晶片和抛光垫之间的作用力 F 大小的控制器和选择器；(4) 用来控制晶片的旋转轴 142 相对于抛光垫的旋转轴 134 的位置的控制器、致动器和选择器，等等。

[0027] 在抛光过程中，抛光垫 104 和晶片 112 围绕它们各自的旋转轴 134、142 旋转，从抛光介质进口 146 将抛光介质 120 分配在旋转的抛光垫上。抛光介质 120 铺开在抛光层 108 上，包括铺开到晶片 112 下面的间隙内和抛光垫 104 上。抛光垫 104 和晶片 112 通常是，但是不一定以 0.1rpm-150rpm 的选择速度旋转。通常对作用力 F 进行选择（但是并非必需如此），以便在晶片 112 和抛光垫 104 之间产生所需的 0.1-15psi (6.9-103 千帕) 的压力。可以设计织网形式的抛光垫，或者使得抛光垫的直径小于被抛光的基材的直径。

[0028] 本发明包括提供可用来在抛光介质的存在下对磁性基材、光学基材和半导体基材

中的至少一种进行抛光的抛光垫 104。参见图 2-2B, 抛光垫 104 (图 1) 具有多个由抛光纤丝 202 形成的纤丝层 200 (图 2), 它们以垂直设置的形式层叠在抛光纤丝 202 形成的基底层 204 上。抛光纤丝 202 形成的基底层 204 可以连接于基底材料 240, 便于抛光垫 104 安装并粘附在台板 130 的表面上。基底层 204 上的各个顺序的抛光纤丝 202 组成的纤丝层 200 在平行于其抛光表面 208 的水平平面内几何旋转, 用来被下面的纤丝层 200 支承并连接于下面的纤丝层 200。出于本说明书的目的, 平行于抛光表面表示平行于与被抛光的表面 116 相面对的抛光垫 104 的总表面。水平面内的几何旋转使得各个纤丝层 200 的方向不同于上面的纤丝层 200 和下面的纤丝层 200, 使得各个层 200 的抛光纤丝 202 与上面的纤丝层 200 和下面的纤丝层 200 的抛光纤丝 202 成角度。

[0029] 各根抛光纤丝 202 的长度优选足以被至少三根下面的抛光纤丝 202 支承。较佳的是, 每根抛光纤丝 202 具有两个端部, 每个端部位于抛光垫 104 的周边。所述抛光纤丝 202 的伸长的线型形状提供了极高表面积 / 体积比, 可以促进抛光过程中的散热。在此实施方式中, 在平行于抛光表面 208 的平面内, 各个纤丝层 200 相对于上面的纤丝层 200 旋转 90° , 形成纤丝层 200 的顺序层叠, 抛光纤丝 202 在各个交叉点 206 固定, 从而形成具有相交的抛光纤丝 202 的开孔栅格结构 210 的抛光垫 104。为了得到结构整体性, 所述抛光纤丝 202 必须用至少一个交叉点 206 与另一个抛光纤丝 202 相固定。因此所述开孔栅格结构 210 构成相交纤丝 202 的设计的结构。在另一个实施方式中, 可以在交替的交叉点或随机的交叉点固定所述抛光纤丝。但是为了得到最稳定的抛光性能, 每个交叉点 206 将下面的抛光纤丝与上面的抛光纤丝相连接。所述互相连接的开孔栅格结构 210 使得能够形成在抛光表面具有局部可变形性的硬抛光垫。这种硬度和局部可变形性的组合使得那个能够达到常规抛光垫所无法企及的低缺陷平面化。另外, 所述开孔栅格结构 210 提供了优于常规抛光垫的以下优点, 即改进的流体流动和散热, 所述常规抛光垫具有较低级的微结构, 具有较低的孔隙分数和较低的表面积 / 体积比。

[0030] 图 3 显示了顺序层叠从而形成具有高孔隙分数或开孔体积 / 实体体积 (solid volume) 百分比的开孔栅格网络结构 310。纤丝层 300 通过一系列类似的或相同的宏观或微观抛光纤丝 302 形成所述抛光层, 每根纤丝 302 在多个位置受到限制。较佳的是, 所述抛光纤丝 302 具有微观尺寸以产生微观织构。微观尺寸还进一步提供以下优点, 即增大表面积 / 体积比, 促进从接触点散热。通常所述纤丝的平均宽度小于 1 毫米。较佳的是, 所述纤丝的宽度小于 0.2 毫米 (200 微米)。可以制造平均宽度最小达 10 微米的纤丝, 但是通常至少 100 微米的平均宽度便可提供足以改进平面化的硬度。任选地, 所述纤丝层 300 设置在基底纤丝层 304 上。另外还可提供基底材料 340。

[0031] 通过约束所述纤丝 302 形成了三维互连的开孔栅格结构, 使得栅格网络结构 310 硬化 (就剪切、弯曲和压缩而言)。这些特征以一种方式发挥功能, 使得抛光垫在长度范围具有硬度以获得良好的平面化效率, 同时允许在较短的长度范围内, 以便具有柔顺性, 以获得所需的低缺陷度。另外, 相较于使用常规抛光垫的情况, 本发明的这些特征在抛光垫和晶片之间提供了较高的实际接触面积, 更优选是较高的抛光垫和晶片之间的浆液流动图案, 还提供了一种自恢复 (self-renewing) 结构, 该结构可无需使用常规的金金刚石垫修整。但是, 对于许多的应用, 还需要用聚合物刷之类的刷子进行修整, 以除去碎片。

[0032] 与现有技术的 CMP 垫相反 (现有技术中, 表面织构或凹凸结构是材料去除或整形

工艺（即修整）的残余），所述抛光垫的抛光织构作为具有精确几何形状的抛光纤丝的层叠层而构建。出于说明的目的，显示所述抛光织构由平行于抛光表面的基本水平的元件构成。这些纤维可具有圆形、正方形、三角形、矩形、多边形或其他的横截面。当平均尺寸相等的情况下，正方形和矩形的横截面在抛光过程中的接触面积要大于圆形或三角形横截面的接触面积。出于本说明书的目的，接触面积表示在 2psi (13.8kPa) 的静态向下作用力作用下接触并光学平坦地滑动的面积。?? 根据本发明构建的常规的抛光垫的接触面积至少为 10%，该接触面积是使用 C. L. Elmufdi 和 G. P. Muldowney 在名为“一种新颖的测量化学机械平面化中抛光垫 - 晶片接触面积的光学技术 (A Novel Optical Technique to Measure Pad-Wafer Contact Area in Chemical Mechanical Planarization)” (材料研究学会 (MRS) 进展春季会议 (Proceedings of Material Research Society (MRS) Spring Meeting), 2006) 中揭示的技术，使用共焦显微镜测定的。例如，使用共焦显微镜测得，所述抛光垫的接触面积可为 10-80%，优选为 20-75%。增大抛光过程中的接触面积的做法对于依赖于与抛光垫的凹凸结构的接触以驱动去除速率的无磨料抛光液来说是特别有效的。另外，所述具有正方形或矩形横截面的纤维提供的垂直于抛光表面的垂直侧壁能够在抛光垫磨损的情况下提供均匀的接触面积，使得抛光性能的恒定性优于采用其它纤维横截面的情况。较佳的是，当抛光垫磨损过各层抛光纤丝的时候，所述纤维的平均横截面变化小于 20%。较佳的是，当抛光垫磨损过各层抛光纤丝的时候，所述纤维的平均横截面变化小于 10%。

[0033] 随着顺序的纤维层被磨损，各个纤维层成为新的抛光表面，其具有基本恒定的接触面积。如果在特定层的离散域 (discrete domain) 内纤维的方向发生变化，接触面积不会变化。任选地，如图 4 和 4A 所示，各个纤维层 400 内的水平抛光纤丝 402 设置形成域 412，使得在特定的域 412 中，所有的纤维 402 具有基本相同的方向，但是在域 412 之间，所述纤维 402 的方向可以不同。具体来说，在一个纤维层 400 内，任意两个分享共用的边界的域 412 内的纤维 402 的方向不同。在各个域 412 内，抛光纤丝 400 的层顺序地层叠在基底层 404 上，形成一致的抛光表面 408。与图 2-2B 中所示的实施方式（其中每条抛光纤丝 202 具有两个端部，每个端部位于抛光垫 104 的周边）不同的是，图 4 和 4A 中显示的实施方式中，当域 412 不是位于抛光垫 104 的周边的时候，抛光纤丝 402 的端部位于域 412 的边缘，当域 412 本身位于抛光垫 104 的周边，因此至少一条边由抛光垫 104 的圆周限定的时候，抛光纤丝 402 的端部位于抛光垫 104 的周边。图 4 和 4A 中显示的实施方式提供了与图 2-2B 中所示的开孔栅格相同的优点，还提供了另外的特征，即抛光液在任意特定纤维层 400 中的流动同时沿各个域 412 中抛光纤丝 402 的不同取向在多种方向流动，而不是抛光液在任意特定的纤维层 200 中，沿抛光纤丝 202 给出的单独的方向流动。

[0034] 另外，穿过抛光垫的穿孔，引入导电衬里的凹槽或者结合一种或多种导体，例如导电纤维、导线网络、金属栅格或金属丝，可以将所述抛光垫转变为 eCMP（“电化学机械平面化”）抛光垫。这些抛光垫的三维网络结构可促进流体流动并保持一致的表面结构，以便用于高要求的 eCMP 应用。这种改进的流体流动改进了从 eCMP 工艺除去废电解质的过程，从而可以改进 eCMP 工艺的均一性。

[0035] 图 5 和 5A 显示了由抛光纤丝层 500 制成的 eCMP 抛光垫的一个例子。各个抛光纤丝层 500 包括交替的导电纤维 501 和不导电纤维 503。所述导电纤维 501 和不导电纤维 503

进一步组织成域 512。为了形成所述 eCMP 垫,可以在晶片上施加电荷,并在导电纤维 501 上施加电荷。所述导电纤维 501 和晶片之间的电势作用有助于促进晶片上金属表面的电-溶解 (electro-dissolution)。任选地,域 512 进一步分解为交替的阳极 514 和阴极 516,以便在每个域中的纤维之间产生局部电势。这种纤维之间的电势还会驱动金属电-溶解以进行 eCMP 的。在图 5 和 5A 中没有显示的是,任选地,特定域 512 中所有的纤维可以由任何适合用作阴极的材料制成,相邻的域 512 中所有的纤维可以由适合作为阳极的材料制成。这种构型可用来在相邻的域 512 之间产生局部电势,以驱动金属的电溶解以进行 eCMP,但是其长度范围大于在单独的域 512 中排列交替的阳极纤维和阴极纤维的情况。

[0036] 图 6 显示了抛光栅格 610,其上部抛光纤丝层 607 在下部抛光纤丝层 605 上方的水平面内旋转 45° 。相对于以 90° 交叉的具有相同尺寸的纤维形成的交叉点,旋转 45° 的优点是交叉点 606 的面积增大,获得更强的结合和支撑。较佳的是,所述抛光纤丝层 605 和 607 具有无缝连接,以便在纤维层之间提供连续的材料。

[0037] 本发明不仅考虑规则的层状栅格,而且还考虑不规则的层状栅格。栅格可以为各种不规则形式。首先,特定层中平行部分之间的间隔可以是周期性的、随机的、或者是其它不等的形式。其次,所述层的厚度可以不等。第三,不同层中部分的主要方向之间的偏斜角可以变化。第四,如果任意特定的层中存在局部平行元件的域,则这些域可以具有变化的尺寸,而不是像图 5 所示具有相同的尺寸。第五,所述纤维可具有弯曲、波形或螺旋形的图案。

[0038] 优选在整个抛光垫上,所述抛光纤丝的宽度和节距可以是均匀的或接近均匀,或者在抛光纤丝的域内是均匀的。任选地,可以调节不同区域抛光纤丝的密度,以精细调节去除速率以及抛光或晶片的均一性。另外,还可以一定的形式设计所述抛光元件,形成开放的通道或沟槽,例如圆形通道、X-Y 通道、径向通道、弯曲的径向通道,或者螺旋形通道。任选地引入通道有助于除去大的碎屑,可以提高抛光或晶片的均一性。

[0039] 对所述抛光纤丝的尺寸和间隔进行选择,以便在抛光垫和晶片之间提供高接触面积,为浆液提供足够的开孔流动区域,以除去抛光碎片。在以下这些目标之间进行内在的平衡:在抛光结构可用的空间内添加更多的抛光纤丝或更大的纤维可以增加总接触面积,但是会减小开孔流动区域,为浆液去除抛光碎屑造成更大的障碍。另外,通过减小抛光纤丝的横截面积,可以减小晶片从抛光垫上掠过可能性,还会减小抛光垫和晶片之间的静摩擦力。任选地,从基底层之上测量,所述抛光纤丝占抛光垫的体积比小于 80%。例如,在基底层以上测量,所述抛光纤丝占抛光垫的体积比小于 75%;通常在基底层以上测量,所述抛光纤丝占抛光垫的体积比为 5-75%。从基底层以上测量,设计用于高接触面积的抛光垫通常占抛光垫体积的 40-80%。

[0040] 因为本发明的主要特征是优选的接触面积和流动面积之间的平衡,所以所述抛光纤丝必须适当地纤细并适当地间隔。一般来说,对于宽度为 w 、节距为 p (从中心到中心进行测量) 的正方形横截面的纤维,面对晶片的接触面积分数为 (w/p) ,特定纤维层内的流动面积分数为 $(1-w/p)$ 。抛光纤丝的宽度与抛光纤丝的节距之比可任选最高为 0.8,相当于 80% 接触面积分数和 20% 流动面积分数,优选最多 0.6,相当于 60% 接触面积分数和 40% 流动面积分数。例如,具有相等的宽度和纤维间隔的纤维的宽度 / 节距比值为 0.5,相当于接触面积分数和流动面积分数都等于 50%。在一些实施方式中,可能需要具有非常大的流动面积,例如纤维宽度与纤维节距的比值为 0.2,相当于 20% 的接触面积分数和 80% 的流动面

积分分数。需要注意,即使仅有 20%的接触面积分数也是远大于进行金刚石修整之后的常规抛光垫材料所达到的接触面积分数。

[0041] 通常,以栅格形式设置的抛光纤丝还可用来在抛光垫表面以下的位置收集或俘获抛光碎屑。这种特征通过将有害的碎屑俘获在抛光过程中不会接触或擦划制品表面的位置,减小了缺陷度。另外,在所述纤丝之间还可有益地具有足够大的间距,使得由于抛光过程中的摩擦生热造成的纤丝局部变形和塑性流动不足以将纤丝之间的间隙桥连起来。

[0042] 任选地,通过选择抛光纤丝的横截面形状,使其相对于主要在水平方向发生的浆液流动成流线型,从而进一步最优化抛光浆液的流动。通过进行主体的流线形化,得到最小的流体动力阻力是一种完备确立的工程学方法,是常用于设计飞机、船、车、火箭和在气体或液体中移动或相对于气体或液体移动的其它对象的科学的一部分。后面所述的这些用于人类规模对象的流体流动的方程式也可同样地用于 CMP 抛光垫的宏观结构和微观结构规模。大体上来说,流线型处理包括选择没有形状突变的逐渐弯曲的横截面,使得外部的流体流可以绕过该横截面,而不会被表面分割并形成消耗流体能量的环流涡流。单单出于这一考虑,圆形的横截面比正方形或矩形横截面更优选用于抛光纤丝。但是正方形或矩形横截面优选能够在纤丝磨损过程中将接触面积的变化减至最小。任选地,所述纤丝可具有能够平衡这两个目标的横截面,例如具有圆化的角的正方形,使得在一定程度上实现流线型的优点的同时,使得接触面积变化很小,例如小于 20%。

[0043] 所述抛光垫可任选地包括子垫(subpad)。注意子垫并非要求的,所述抛光层可以通过基底层直接固定于抛光机的台板上,例如固定于图 1 的台板 130。抛光层可以以任意合适的方式通过基底层固定于子垫,例如使用粘合剂粘合,例如使用压敏粘合剂层或热熔粘合剂,加热结合,化学结合、超声结合等。基底层或子垫可用作连接抛光元件的抛光基底。

[0044] 可以使用各种制造方法。对于大尺寸的网络,这包括微型机械加工、激光或流体喷射蚀刻,以及其他的从起始固体物料除去材料的方法;以及会聚激光聚合、纤丝挤出、纤维旋涂、优选光学固化、生物生长,以及在初始空的体积内进行材料构建的其它方法。对于小规模的网络,可以采用结晶、晶种聚合、光刻、或者优选材料沉积的其它技术,以及电泳、相成核,或者建立用于随后的材料自组装的模板的其它方法。

[0045] 所述抛光纤丝可以由任意合适的材料制成,例如聚碳酸酯、聚砜、尼龙、聚醚、聚酯、聚苯乙烯、丙烯酸类聚合物、聚甲基丙烯酸甲酯、聚氯乙烯、聚氟乙烯、聚乙烯、聚丙烯、聚丁二烯、聚乙二胺、聚氨酯、聚醚砜、聚酰胺、聚醚酰亚胺、聚酮、环氧树脂、硅酮、它们的共聚物(例如聚醚-聚酯共聚物),以及它们的混合物。抛光纤丝还可由非聚合材料制成,例如陶瓷、玻璃、金属、石料、木材、或者冰之类的简单材料的固相。抛光纤丝还可由聚合物与一种或多种非聚合材料的复合材料制成。

[0046] 一般来说,对抛光纤丝的材料选择受限于其是否适合用于以所需的方式对特定材料制备的制品进行抛光。简单来说,所述子垫可以由任意合适的材料制成,例如上述用于抛光纤丝的材料。所述抛光垫可任选地包括用来将抛光垫固定于抛光机的台板(例如图 1 的台板 130)的固定装置。所述固定装置可以是例如粘合层,例如压敏粘合层、热熔粘合剂、机械固定装置,例如钩-环固定装置的钩或环部分。本发明的范围还包括使用占据所述栅格结构的一个或多个空隙区域的纤维-光学终点检测装置或类似的透射装置。

[0047] 本发明提供了以下优点,即增大接触面积的同时增大抛光垫的硬度。具体来说,本

发明提供了高的接触表面积,同时在抛光垫内具有有效的流体流动,以便很容易地除去抛光碎屑。另外,本发明允许调节抛光纤丝的硬度、高度和节距以控制与基材的接触机理。另外,所述抛光纤丝均匀的横截面面积还允许以类似的抛光特征对多种基材,例如图案化的晶片进行抛光。最后,将栅格结构用于表面的硬度和局部变形,使得能够完成常规抛光垫无法做到的低缺陷平面化。

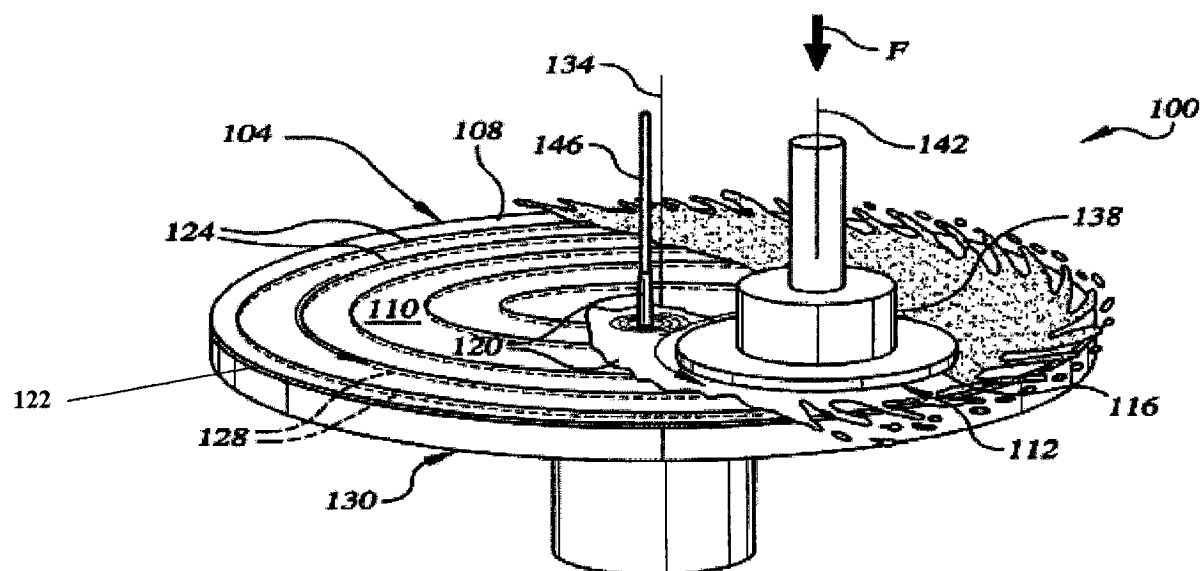


图 1

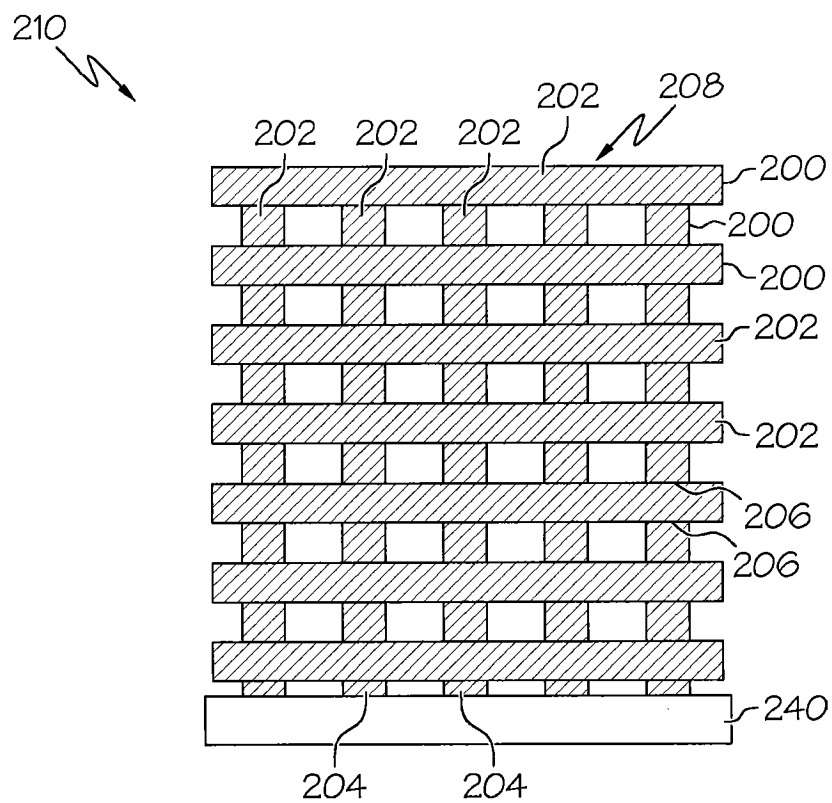


图 2

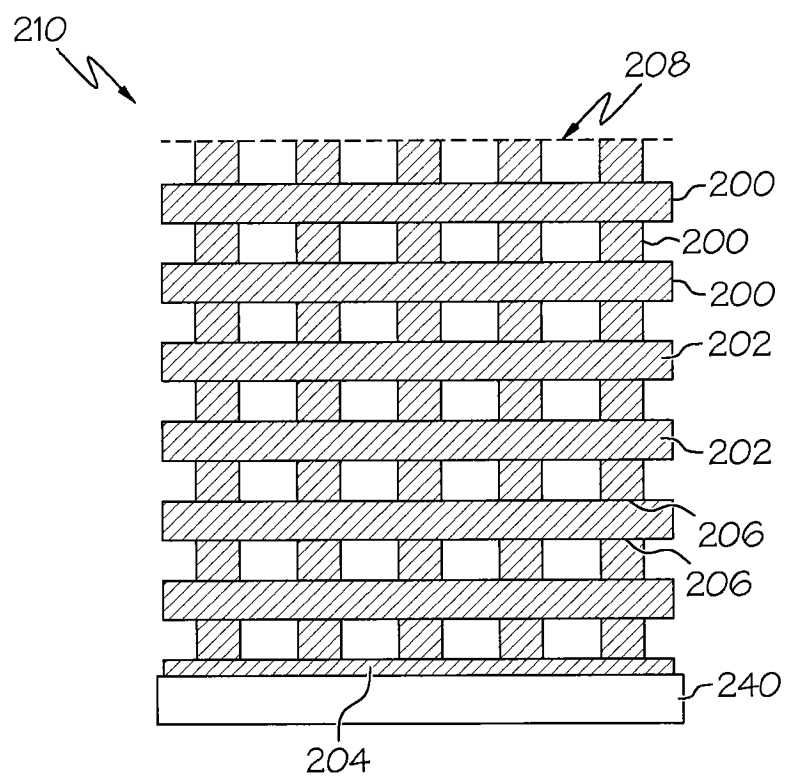


图 2A

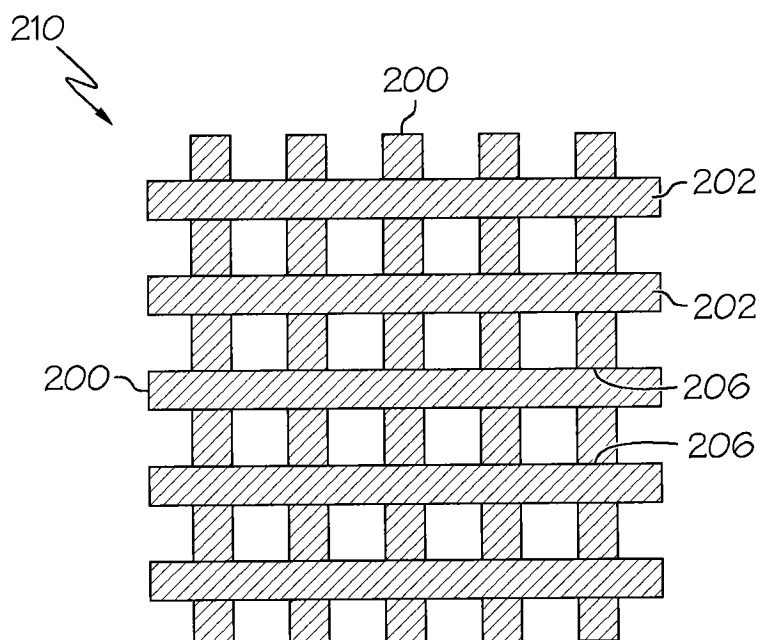


图 2B

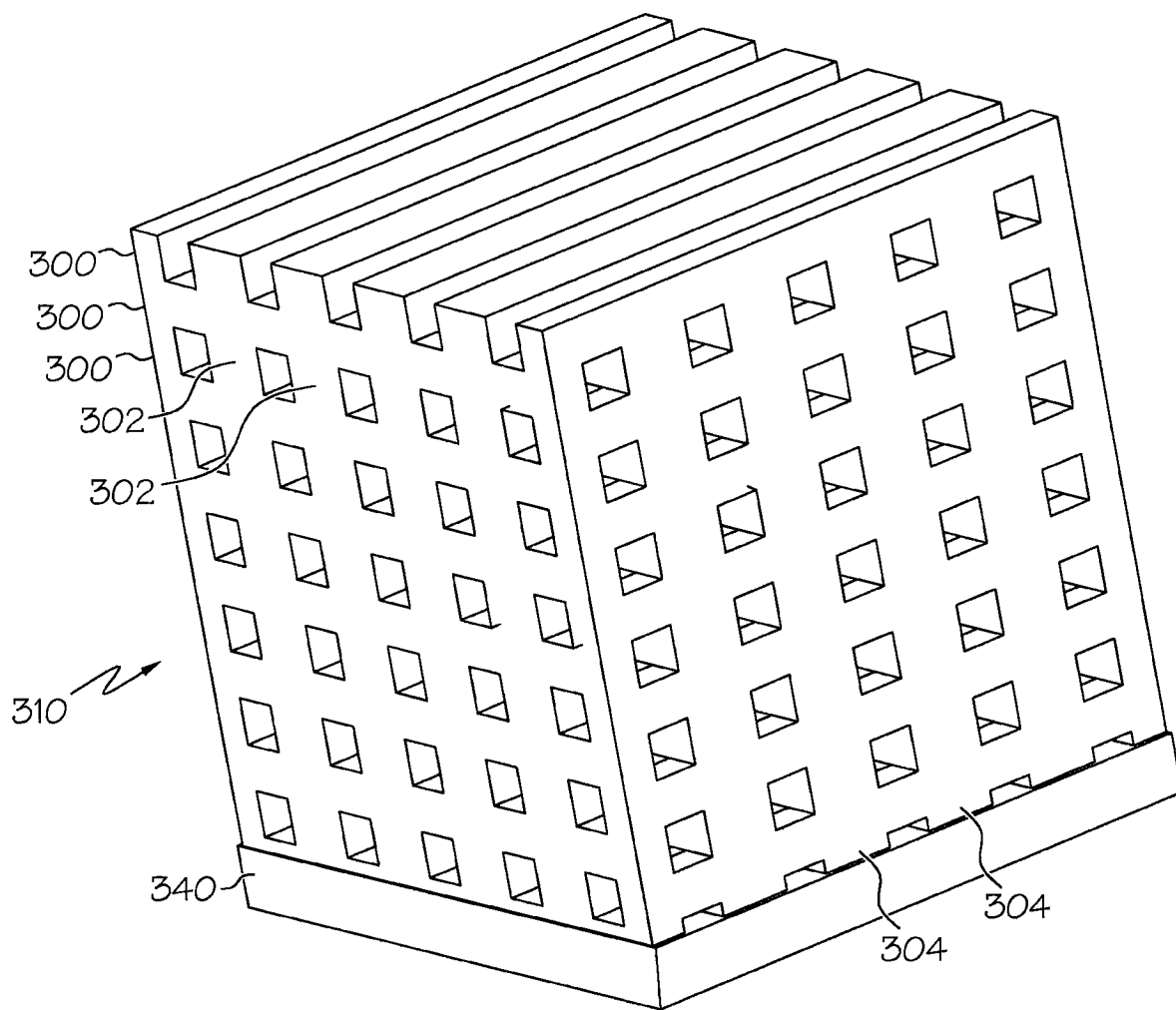
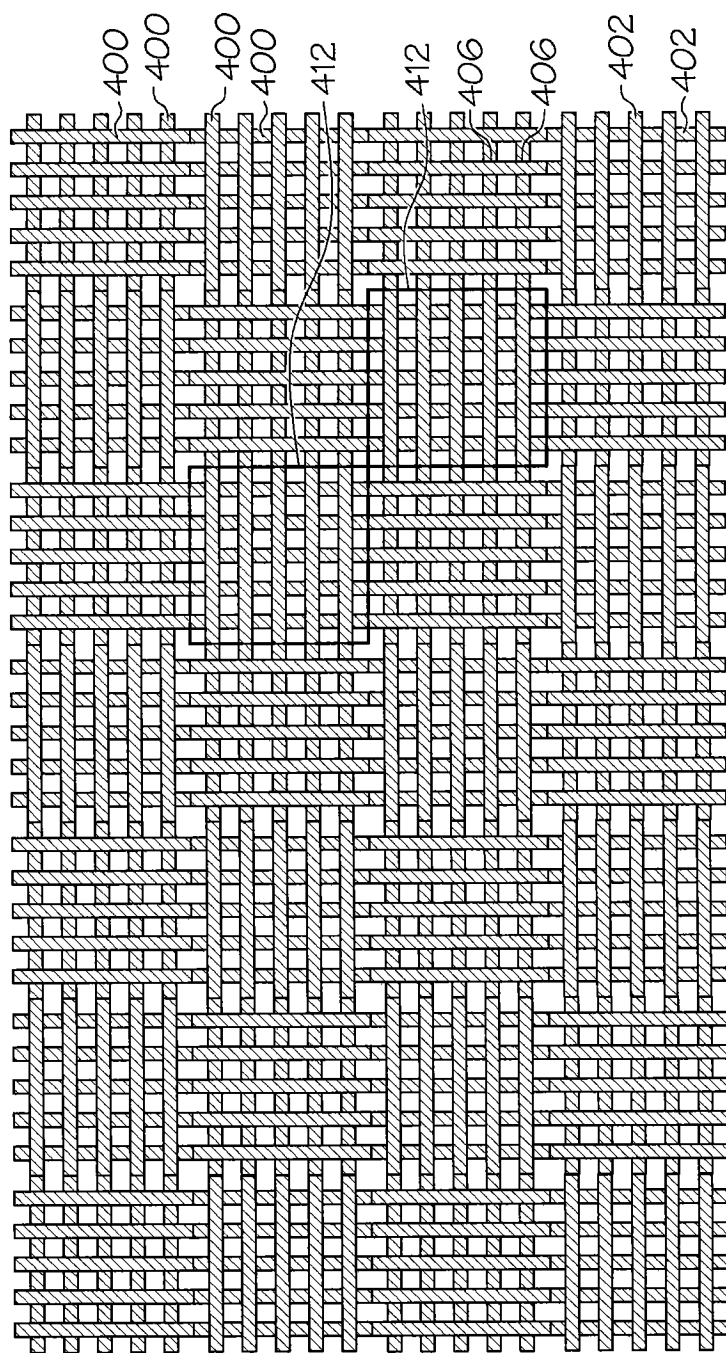
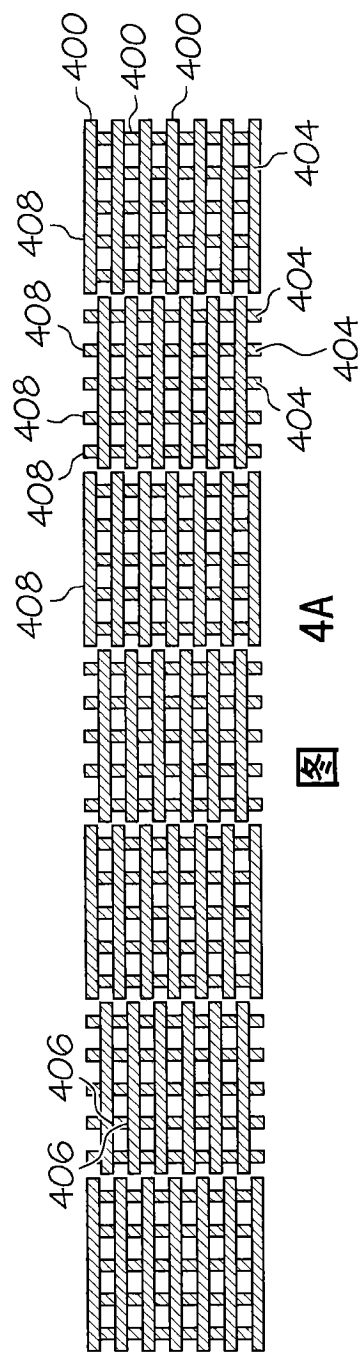


图 3



4



4A



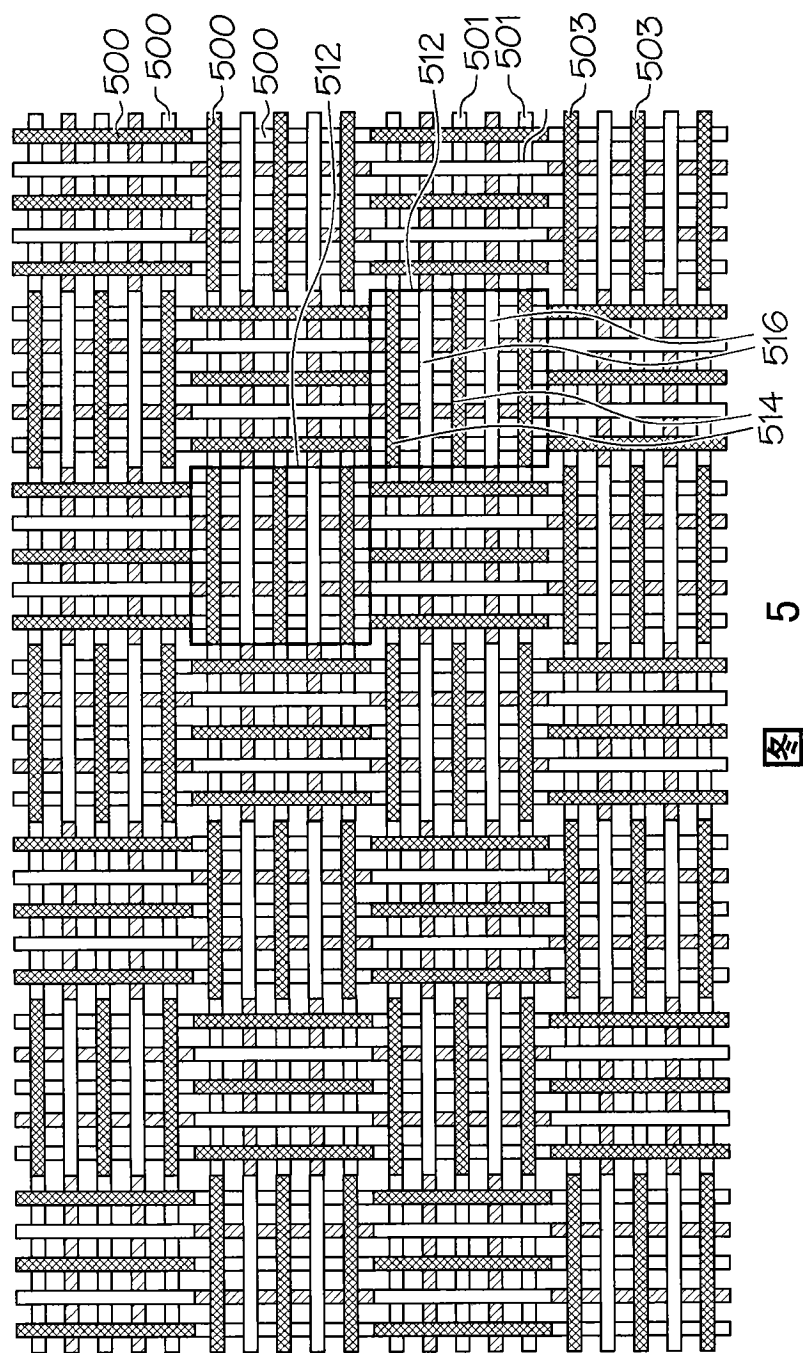


图 5

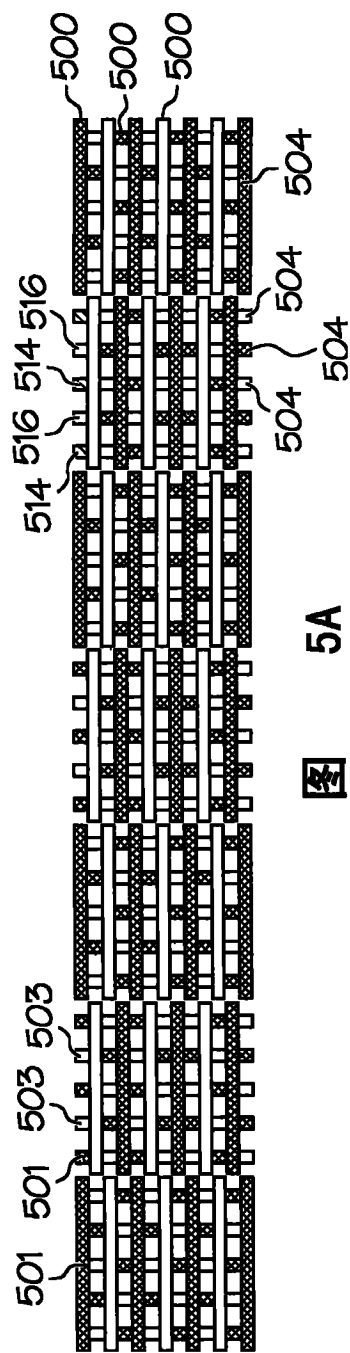


图 5A

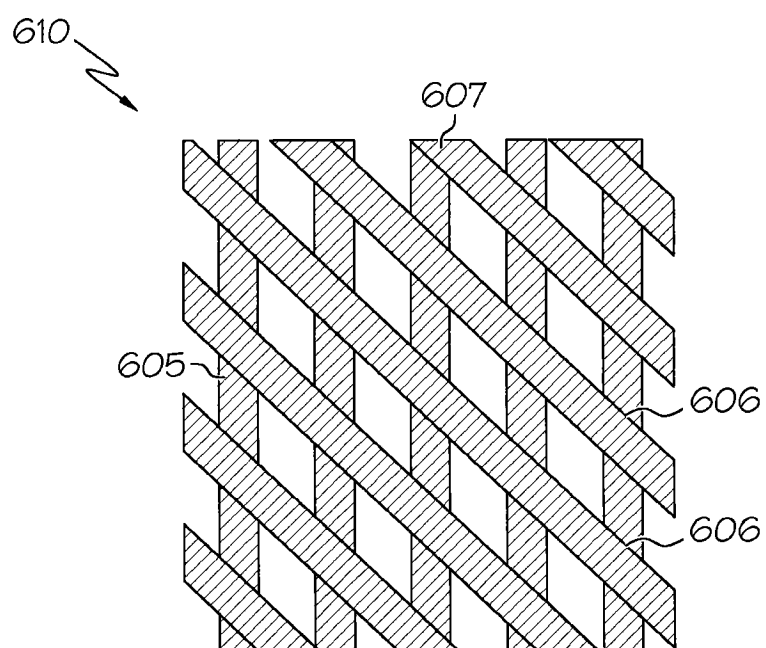


图 6