



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101367190 B

(45) 授权公告日 2012. 05. 02

(21) 申请号 200810212660. 0

审查员 田丽莉

(22) 申请日 2008. 08. 15

(30) 优先权数据

11/893, 785 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 江波 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.

B24B 29/02 (2006. 01)

H01L 21/304 (2006. 01)

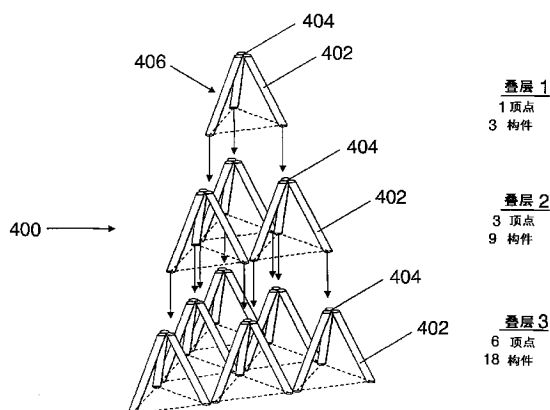
权利要求书 1 页 说明书 10 页 附图 10 页

(54) 发明名称

互相连接的多元件栅格抛光垫

(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) 包括大量抛光元件 (402, 502, 602, 702)。所述抛光元件 (402, 502, 602, 702) 沿垂直方向对齐, 具有第一端部和第二端部。在各个大量连接点 (404, 510, 610, 710) 将抛光元件 (402, 502, 602, 702) 的第一端部和第二端部与至少三个抛光元件连接, 形成叠层。各叠层表示抛光元件 (402, 502, 602, 702) 的第一端部和第二端部之间的垂直方向的厚度。通过将连接抛光元件 (402, 502, 602, 702) 的大量连接点 (404, 504) 的顺次叠层连接起来, 形成互连的栅格结构 (400, 600)。



1. 一种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,该抛光垫包括:

a) 大量抛光元件,所述抛光元件具有高度、平均高度、斜率和平均斜率,所述抛光元件沿垂直方向对齐且高度和斜率保持在平均高度和斜率的 20% 以内,具有第一端部和第二端部;

b) 大量连接点,所述大量连接点中的每一个将至少三个抛光元件中的所述抛光元件的第一端部与第二端部连接起来,形成叠层,所述各叠层表示抛光元件的第一端部和第二端部之间沿垂直方向的厚度;

c) 通过将连接所述抛光元件的大量连接点的顺序的叠层连接起来形成的互连栅格结构。

2. 如权利要求 1 所述的抛光垫,其特征在于,所述连接点连接 3-6 个抛光元件。

3. 如权利要求 1 所述的抛光垫,其特征在于,所述抛光元件与恒定方向上的每个连接点上面和下面的抛光元件对齐。

4. 如权利要求 1 所述的抛光垫,其特征在于,每个抛光元件包括一系列搭接待。

5. 如权利要求 1 所述的抛光垫,其特征在于,所述互连的栅格缺少水平抛光元件。

6. 一种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,该抛光垫包括:

a) 大量抛光元件,所述抛光元件具有高度、平均高度、斜率和平均斜率,所述抛光元件沿垂直方向对齐且高度和斜率保持在平均高度和斜率的 20% 以内,具有第一端部和第二端部;

b) 大量连接点,所述大量连接点中的每一个将至少三个抛光元件中的所述抛光元件的第一端部与第二端部连接起来,形成叠层,所述各叠层表示抛光元件的第一端部和第二端部之间沿垂直方向的厚度;

c) 通过将大量连接点的顺序叠层连接起来形成的互连栅格结构,所述连接点将抛光元件连接起来,使得所述抛光元件通过多个连接点沿恒定的方向对齐。

7. 如权利要求 6 所述的抛光垫,其特征在于,所述连接点连接 3-6 个抛光元件。

8. 如权利要求 6 所述的抛光垫,其特征在于,所述连接点连接 3 个抛光元件。

9. 如权利要求 6 所述的抛光垫,其特征在于,每个抛光元件包括一系列搭接待。

10. 如权利要求 6 所述的抛光垫,其特征在于,所述互连的栅格缺少水平抛光元件。

互相连接的多元件栅格抛光垫

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 (conditioning) 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织构结构 (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, 重新恢复抛光垫的织构结构。

[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织构的各种微结构和构型, 但是现有的 CMP 垫抛光织构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, 因为表面织构中的接触机构和流体机构的结合: 凹凸结构的高度分布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 号中揭示了使用聚合物球体将织构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 CMP 工艺的时候, 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, 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 垫抛光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率。最后,平面化需要硬的平坦材料;而低缺陷度需要刚度较小的保形材料。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刚度的保形结构相结合的 CMP 抛光垫结构。

[0014] 近来,人们已提出了一些栅格设计,致力于在达到低缺陷度的同时改进平面化。本发明解决了一些栅格 (lattice) 设计的潜在的不完美的特征,即基于交叉支撑的重复单元体完成高刚度的栅格可能包括一些构件,这些构件会在结构内规则间隔的高度位置处采取水平或接近水平的取向。这种特征可能是一些 CMP 应用所不希望出现的,因为随着栅格被磨损,某个平面内大量的水平构件会导致与工件的接触面积异常的高。优选在结构被磨损的时候接触面积仅仅发生细微的变化,使得抛光垫-工件接触面积和压力大体不变。

[0015] 两种防止许多水平的构件占据一个平面的方法是:(1) 使得构件的高度位置交错,(2) 使得栅格的基底层倾斜,使得本来会水平的构件取显著的角度。尽管这些方法是可行的,但是它们存在缺陷。使构件交错会将接触面积变化扩展到更大的高度位置上,但是也会影响简单单元体结构,增大制造复杂性,延长制造时间。使得基底层倾斜的做法仅在短的横向扩展范围下具有实际意义,因此实际上需要周期性倾斜的基底,这会导致构架结构中出现特殊情况的构件。该特征也会增大制造复杂性和延长制造时间,会降低构架的整体刚度。人们一直在需要一种构架抛光结构,使得该结构能够为多个抛光循环提供恒定的抛光性能,同时能够促进平面化,而且不会在基材中引入过多的缺陷。

发明内容

[0016] 本发明的一个方面提供了一种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,该抛光垫包括:a) 大量抛光元件,所述抛光元件沿垂直方向对齐,具有第一端部和第二端部;b) 大量连接点,在所述大量连接点的每一个当中,所述连接点将所述抛光元件的第一端部和第二端部与至少三个抛光元件相连,形成一个叠层 (tier),每个叠层表示沿所述抛光元件第一端部和第二端部之间的垂直距离的厚度;c) 通过将连接所述抛光元件的大量连接点的顺序的叠层连接起来形成的互

连栅格 (lattice) 结构。

[0017] 本发明的另一个方面提供了一种可用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,该抛光垫包括:a) 大量抛光元件,所述抛光元件沿垂直方向对齐,具有第一端部和第二端部;b) 大量连接点,所述连接点中的每一个将所述抛光元件的第一端部和第二端部与至少三个抛光元件连接起来,形成叠层,所述各叠层表示抛光元件的第一端部和第二端部之间沿垂直方向的厚度;c) 通过将大量连接点的顺序叠层连接起来形成的互连栅格结构,所述连接点将抛光元件连接起来,使得所述抛光元件通过多个连接点沿恒定的方向对齐。

附图说明

[0018] 图 1 是适用于本发明的双轴抛光机的一部分的透视图;

[0019] 图 2 是本发明的互连多元件栅格网络的 50 倍放大 SEM 显微照片;

[0020] 图 3 是本发明的互连多元件栅格网络的 25 倍放大 SEM 显微照片;

[0021] 图 4 是本发明的互连多元件栅格网络的三个叠层的示意图,其中每个连接点具有三个抛光元件,所述叠层被分开以便清楚地显示;

[0022] 图 4A 是图 4 的互连多元件栅格网络的三个叠层的示意图,其中抛光元件在连接点连接;

[0023] 图 5 是形成顶点而未交叉的三个抛光元件的示意图;

[0024] 图 5A 是具有改良的端部以形成连接点或顶点的三个抛光元件的示意图;

[0025] 图 6 是本发明的互连多元件栅格网络的三个叠层的示意图,其中每个连接点具有四个抛光元件,所述叠层被分开以便清楚地显示;

[0026] 图 6A 是图 6 的互连多元件栅格网络的三个叠层的示意图,其中四个抛光元件在连接点连接;

[0027] 图 7 是形成顶点而未交叉的六个抛光元件的示意图。

具体实施方式

[0028] 参见附图,图 1 显示了适合用来使用本发明的抛光垫 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 的任选的螺旋凹槽 124。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。

[0029] 本发明包括通过以下方式对抛光层 108 提供抛光织构 (texture) 200(图 2),该织构具有高空隙分数或开放体积:实体体积的百分比:用一系列类似的或相同的宏观或微观细长元件形成抛光层 108,每个元件在一个或多个端部受到约束,使得相对于全部可用的空间,元件占据的全部空间较小,相对于晶片的尺寸,单独元件的间隔较小,所述元件三维互连,使得网络对于剪切和弯曲作用而言硬化。较佳的是,所述元件具有微观尺寸以产生微观

织构。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,该结构可无需使用金刚石垫修整。另外,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刚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。

[0030] 抛光机 100 可包括安装在台板 130 上的抛光垫 104。可通过台板驱动装置 (未显示) 使得台板 130 绕转轴 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。

[0031] 抛光机 100 可包括其它构件 (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。

[0032] 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。本领域技术人员能够理解,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。

[0033] 当设计缺少水平构件的结构的时候,它们经常会缺少产生高刚度的内部支承。因此人们需要能够在没有确切的水平构件、但是又能够实现足够的内部支承,从而达到具有横拉条的结构的刚度的结构。图 2 和图 3 分别显示了在水平面内具有椭圆形和圆形横截面的本发明互连栅格结构。具体来说,这些 SEM 显微照片显示了通过一系列步骤或搭接待件 (landing) (例如圆形搭接待件) 制造的抛光元件。图 2 和图 3 显示了水平搭接待件,但是所述栅格结构不需要搭接待件或者搭接待件呈水平状。所述抛光元件的各个端部在顶点或连接点与两个其他的抛光元件连接。这形成了互连的四面体形栅格 (lattice),用三个抛光元件支承每个连接点。因为所述结构缺少水平元件,减小了当结构磨损时接触面积的变化,促进了对大量晶片进行抛光时抛光性能的一致性。

[0034] 一般来说,本发明通过构建多元素构件的栅格,与垂直方向的夹角小于 60 度,从而获得本发明的横拉条连接的优点,将其与优选固定的接触面积的性质相结合。出于本说

说明书的目的,与垂直方向夹角大于 60 度的抛光构件构成水平抛光构件。较佳的是,所述栅格结构没有水平抛光构件,除非是抛光构件在抛光过程中局部变形。较佳的是,所述抛光构件与垂直方向的夹角小于 45 度。最佳的是,所述抛光构件与垂直方向的夹角小于 30 度。每个多元件组件由在公共的顶点连接的至少三个构件构成。较佳的是,每个构件具有相同的长度,与垂直方向成相同的角度。或者,构件可具有不同的长度,与垂直方向成不同的夹角。最优选的是包括 3-6 个(例如 3、4 或 6 个)抛光构件的多元件组件,因为这分别占据了三角形、正方形和六边形的空间,允许相同的单元以没有间隙的形式填满某个空间。为了形成完整的栅格,每个多元件组件的足部(foot)位于下面的叠层中多元件组件的连接点或顶点上。例如,通过这种方式,由三脚架形成三角形栅格,其中首先将三脚架按照顺序的排进行设置,形成第一叠层,然后形成三脚架的第二叠层,其中每个三脚架位于形成三角形的第一叠层的三个顶点上。

[0035] 下面来看图 4 和图 4A,下面将具体结合栅格抛光结构 400 更详细地描述图 1 的抛光垫的实施方式。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(即金刚石修整)的残余),栅格抛光结构 400 作为具有精确几何形状的一系列相同或类似的抛光元件 402 而构建。所述抛光元件 402 在它们的顶点接合起来,形成连接点 404。每个连接点 404 包括至少三个抛光元件 402。所述连接点 404 各自包括三个抛光元件。所述栅格抛光结构 400 实际上是一组四边形单元体(unit cell),其为空间单元,其中每个面(共四个)是一个三角形,实体构件仅处于空间单元的边缘,所述空间单元每个面的中心完全是空的。

[0036] 因为每个连接点或顶点 404 分支为一组另外的连接点 404,所述另外的连接点 404 又分支为更宽的组,依此类推,从而在层叠的多元件栅格结构中完成了交叉支承。较佳的是,所述抛光构件在每个多元件连接点处从一个叠层到另一个叠层对齐。施加在栅格结构 400 的顶部叠层的连接点或顶点 404 上的负荷被分散入下面各个叠层中数量几何级数增加的连接点或顶点 404 中。例如,在三角形栅格结构 400 中,施加在顶部叠层的连接点或顶点 404 上的负荷通过三个元件 402 传输到下面的叠层中的三个连接点或顶点 404 处。通过这各个顶点,负荷通过总共三个构件单元体或九个抛光元件 402 输送到下面的叠层中的六个连接点或顶点 404。通过这六个连接点或顶点 404,负荷通过 18 个抛光元件 402 传递到下一叠层中的十个连接点或顶点 404,依此类推。这种负荷分布的特征使得栅格结构 400 本身具有所需的刚度,因此具有高的平面化效率。但是在顶部的叠层,所述细长的构件可以局部挠曲,使得可以与工件良好接触,以便获得极佳的缺陷度性能。

[0037] 一般来说,只有突出超过最上方的连接点 404 的元件 402 的不受约束的端部才会在抛光过程中的剪切作用下自由挠曲。最上方的连接点 404 以下的元件 402 的高度受到高度的限制,施加给任意一个元件 402 的负荷有效地被许多相邻的元件 402 通过多个叠层或层的抛光元件以类似的桥连支撑或外部支承而承载。通过这种方式,栅格抛光结构 400 在良好平面化所需的长度范围是刚性的,能够通过元件 402 未被支撑的端部的局部变形性或挠曲性在较短长度范围内具有局部的依顺性。

[0038] 所述互连元件 402 接合起来形成单元体 406,所述单元体具有平均宽度和平均高度。这些单元体具有网状或开孔结构,这些结构接合起来形成所述三维栅格网络。栅格抛光结构 400 的高度至少为三个单元体,优选至少十个单元体。一般来说,通过增大抛光垫的

高度可以延长抛光垫的寿命及其整体刚度,后者有利于改进平面化性能。任选的,所述单元体的平均宽度不需要等于其平均高度。例如,平均宽度:平均高度比可至少为 2 或至少为 4,以进一步改进相同的抛光应用的抛光性能。例如,具有伸长的水平宽度的单元体容易提供刚度更高的抛光元件,以获得改进的平面化性能;具有伸长的垂直高度的单元体容易具有挠性更高的抛光元件,以便改进缺陷度性能。

[0039] 元件 402 具有高的平均高度:平均宽度比的优点在于,对于延长的周期,总抛光表面积保持恒定。出于本说明书的目的,抛光表面表示在平行于抛光表面的平面内测得的抛光元件 402 的表面积。如图 4A 所示,在抛光层寿命之内的任意时刻,如果磨损平面位于一个元件叠层高度之内,则构架抛光织构 400 的大部分或全部接触面积由垂直元件 402 的横截面组成,如果磨损平面位于连接点 404 的高度位置(elevation)处,则由连接点 404 的横截面组成。任选地,所述连接点 404 的垂直位置相交错,使得在特定时间,磨损平面仅遇到一小部分连接点 404,这构成总接触面积的一小部分。通过栅格抛光织构 400 提供的接触面积的恒定性允许以类似的抛光特性抛光若干的基材,并且减少或消除了周期性地打磨或修整抛光垫的需要。但是,对于许多的应用,将聚合物硬毛刷和喷水装置结合使用可以促进抛光垫的清洁。这种修整操作的减少可以延长抛光垫的寿命,降低其操作成本。

[0040] 另外,穿过抛光垫的穿孔,引入导电衬里的凹槽或者结合导体,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。

[0041] 较佳的是,在栅格抛光结构 400 中不存在位于抛光元件 402 以外的实体材料。任选地,可以将磨粒或纤维固定于抛光元件 402。相应地,在任意单独的元件 402 内都不存在空穴体积;栅格抛光结构 400 中所有的空穴体积优选都位于抛光元件 402 之间,明确地位于抛光元件 402 之外。但是,任选地,抛光元件 402 可具有空心或多孔的结构。抛光元件 402 在一端刚性固定于基层,所述基层将抛光元件 402 保持在基本垂直的取向。所述连接点 404 可包括粘合连接或化学连接以固定抛光元件 402。较佳的是,连接点 402 表示相同材料的互连,最优选是相同材料的无缝互连。

[0042] 优选在连接点 404 之间端部到端部,所有的抛光元件 402 具有均匀的宽度和节距,或者近似均匀,或者在抛光元件 402 的亚组之内保持均匀。例如,优选在栅格结构 400 内的连接点 404 之间,抛光元件 402 分别具有偏差保持在平均宽度或节距的 50% 以内的宽度和节距(have a width and pitch that remain within 50% of the average width or pitch)。更优选在栅格结构 400 内的连接点 404 之间,抛光元件 402 分别具有偏差保持在平均宽度或节距的 20% 以内的宽度和节距。最优选在栅格结构 400 内的连接点 404 之间,抛光元件 402 分别具有偏差保持在平均宽度或节距的 10% 以内的宽度和节距。具体来说,通过将相邻连接点 404 之间的抛光元件 402 的横截面积相差保持在 30% 以内,有助于得到恒定的抛光性能。较佳的是,在相邻的连接点 404 之间,所述抛光垫的横截面积相差保持在 20% 以内,最优选保持在 10% 以内。另外,抛光元件 402 优选具有线性形状,以进一步促进恒定的抛光。这种特征的一个直接结果是抛光元件 402 的横截面积不会沿垂直方向发生显著变化。因此当抛光过程中抛光元件 402 被磨损的时候,晶片所接触的面积的变化极小。这

种接触面积的恒定提供了均一的抛光表面,允许重复的抛光操作得到恒定的抛光性能。例如,所述均一的结构允许在无需调解装置设定的情况下对多个图案化的晶片进行抛光。优选抛光元件 402 的总横截面积保持在初始抛光表面或接触元件与栅格结构 400 半高度之间的 25% 以内。最优选抛光元件 402 的总横截面保持在初始抛光表面与栅格结构 400 半高度之间的 10% 以内。如上所述,还优选所述连接点 404 的垂直位置也是交错的,以便减小在元件向下磨损的时候总横截面积的变化。

[0043] 任选地,可以将抛光元件 402 设置在间隔开的几个抛光元件 402 的组中,例如,所述抛光元件可包括被没有抛光元件的区域围绕的圆形组。在每个组之内,所述连接点 404 保持间隔和元件 402 的组的有效刚度。另外,可以调节不同区域抛光元件 402 的密度,以精细调整去除速率以及抛光或晶片的均一性。例如,圆形抛光垫可以在中心区域,在每个连接点具有四个抛光元件,在剩余区域在每个连接点具有三个抛光元件。另外,还可以一定的形式设置所述抛光元件,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。

[0044] 优选在所有的元件中,抛光元件 402 的垂直高度和斜率是均匀的。优选在栅格结构 400 中,高度和斜率保持在平均高度和斜率的 20% 以内,更优选保持在平均高度和斜率的 10% 以内,更优选保持在平均高度和斜率的 1% 以内。任选地,刀片、高速旋转刃或激光器之类的切割装置可以周期性地将所述抛光元件切割至均匀的高度。另外,所述切割刃的直径和速度可以任选地以一定的角度切割所述抛光元件,以便改变所述抛光表面。例如,以一定角度切割具有圆形截面的抛光元件将得到能够与所述基材相互作用的抛光尖端的织构。高度的均一性确保栅格结构 400 中所有的抛光元件 402 以及磨损平面中所有的互连接触元件都能够接触工件。实际上,因为工业的 CMP 装置具有在晶片上的不同位置施加不等的抛光压力的机构,因为在晶片下产生的流体压力足以造成晶片离开某个精确水平并平行于抛光垫平均水平面的位置,因此一些抛光元件 402 可能不会与晶片接触。但是在任意确实发生接触的抛光垫 104 的区域,需要尽可能多的抛光元件 402 具有足够的高度,以提供接触。另外,因为抛光元件 402 未支撑的端部通常会因为与抛光垫的动态接触机理而发生弯曲,因此初始的抛光表面区域通常会被磨损以符合弯曲角度。例如,初始的圆形顶面会被磨损而形成具有角度的顶面,在抛光过程中发生的方向变化会产生大量的磨损图案。

[0045] 对所述抛光元件 402 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面积,以除去抛光碎片。通常,抛光元件 402 占抛光栅格 400 中抛光垫体积的比例小于 80%。优选抛光元件 402 占抛光栅格 400 中抛光垫体积的比例小于 75%。例如,通常元件 402 将占据在抛光栅格 400 上方测得的抛光垫体积的 5-75%。在平行于抛光垫的抛光表面或台板 130 的横截面内测得,设计用于高接触面积的抛光垫通常占据抛光垫体积的 40-80%。在以下这些目标之间进行内在的平衡:在栅格结构 400 的可用空间内增加更多的抛光元件 402 可以增大总接触面积,但是会减小流动面积,产生更多的浆液流动和去除抛光碎屑的阻碍。本发明的一个主要特征在于,抛光元件 402 充分细长并很宽地间隔开,以允许接触区域和流动区域之间优选的平衡。为了获得这种平衡,抛光元件 402 的节距与抛光元件 402 的宽度的比值可任选地至少为 2。通过这种限制,抛光栅格 400 的接触面积可等于或大于可用面积的 50%,流动面积可等于或大于可用面积

的 50%。通常,抛光元件 402 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。抛光元件 402 的高度与宽度的比值可任选地至少为 4,以使得流动面积最大,允许抛光碎屑水平地在抛光元件 402 中传输,同时仍然在传输的碎屑和晶片之间提供垂直距离。

[0046] 可过选择抛光元件 402 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,从而进行进一步的最优化。通过进行主体的流线型化,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水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。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元件 402。对抛光元件 402 形状的进一步流线型化需要了解浆液流的局部方向。因为抛光垫和晶片都在旋转,因此浆液流可以从各种角度靠近抛光元件 402,对于一种靠近角度来说正确的流线型化对于其他的靠近角度来说可能不是最优化的。对所有方向的流体路径都以相等的程度呈流线型的形状是圆形横截面,因此在一般的情况下是优选的。如果主要的流动方向可以确定(如具有极高的台板转速/支架转速之比的 CMP 工艺的情况),更优选使得抛光元件 402 的横截面相对于该方向呈流线型。

[0047] 所述抛光垫 104 包括互连多元件栅格结构 400,可任选地包括子垫(subpad)(未显示)。注意到栅格结构 400 可以直接固定于抛光机的台板上,例如固定于图 1 的台板 130。栅格结构 400 可以以任意合适的方式固定于子垫,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 402 的抛光基底。

[0048] 可将各种方法用来制造栅格结构 400。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、纤维挤出、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、正印刷、负印刷、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。通过测试证明立体光刻提供了最有效的制造栅格结构 400 的方法。

[0049] 所述栅格结构 400 的抛光元件 402 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。抛光元件 402 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。抛光元件 402 还可由聚合物与一种或多种非聚合材料的复合材料制成。

[0050] 一般来说,对抛光元件 402 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。类似的,所述任选的子垫可以由任意合适的材料制成,例如上述用于抛光元件 402 的材料。所述抛光垫 104 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 400 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。

[0051] 为了得到真正不变的接触面积,任意特定多元件组件的构件应当是在顶点相接触但是不交叉。这显示于图 5 中。在沿多元件组件 500 的高度的任意高度位置处,潜在的总接触面积是水平面内(即平行于抛光平面)一个元件 502 的横截面面积乘以元件 502 的数量。元件横截面面积的任意重叠(此时元件在顶点 510 处相遇)会减小潜在的总接触面积。但是实际上,希望元件 502 在顶点 510 发生一定的合并,以便获得良好的结构整体性。这显示于图 5A 中。因此必须平衡这些特征,以便在顶点处允许牢固的连接点的同时保持合理的恒定的横截面。或者,元件 502 可以在靠近顶点 512 的端部展开,使得尽管它们的横截面部分重叠,但是随着上升,水平面内的总接触面积近似恒定。

[0052] 本发明的另一个实施方式示于图 6 和图 6A 中,其中每个多元件组件具有四个元件。栅格抛光织构 600 由单元体 606 组成,每个单元体 606 由在连接点或顶点 604 处相遇的四个元件 602 组成。每个连接点或顶点 604 分支到一组另外的连接点 604,所述一组另外的连接点又分支延伸到更宽的组,依此类推。较佳的是,所述抛光构件在每个多元件连接点处从一个叠层到另一个叠层对齐。施加在栅格结构 600 的顶部叠层的连接点或顶点 604 上的负荷被分散入下面各个叠层中数量几何级数增加的连接点或顶点 604 中。例如,在锥形栅格结构 600 中,施加在顶部叠层的连接点或顶点 604 上的负荷通过四个元件 602 传输到下面的叠层中的四个连接点或顶点 604 处。通过这各个顶点,负荷通过总共四个构件单元体或十六个抛光元件 602 输送到下面的叠层中的九个连接点或顶点 604。通过这九个连接点或顶点 604,负荷通过 36 个抛光元件 602 传递到下一叠层中的 16 个连接点或顶点 604,依此类推。这种负荷分布的特征使得栅格结构 600 本身具有所需的刚度,因此具有高的平面化效率。但是在顶部的叠层,所述细长的构件局部可以局部挠曲,使得可以与工件良好接触,以便获得极佳的缺陷度性能。

[0053] 图 7 中显示了具有 6 个构件的多元件组件。该组件 700 由在连接点或顶点 710 处相遇的六个元件 702 组成。通过与图 5 和图 6 分别显示的栅格结构 500 和 600 相类比,所述组件 700 适于叠层的设计,其中元件 702 的下端置于下面的叠层的连接点或顶点 710 上,以便优选地将负荷传输过所述栅格。

[0054] 本发明通过流体学机构提供了有益的减震(decoupling)接触机构。具体来说,其允许流体在抛光垫内有效地流动,以便容易地除去抛光碎屑。另外,本发明允许调节抛光元件的刚度、高度和节距以控制与基材的接触机理。另外,所述抛光元件的形状允许减小或消除修整操作,从而延长抛光垫的寿命。最后,所述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。

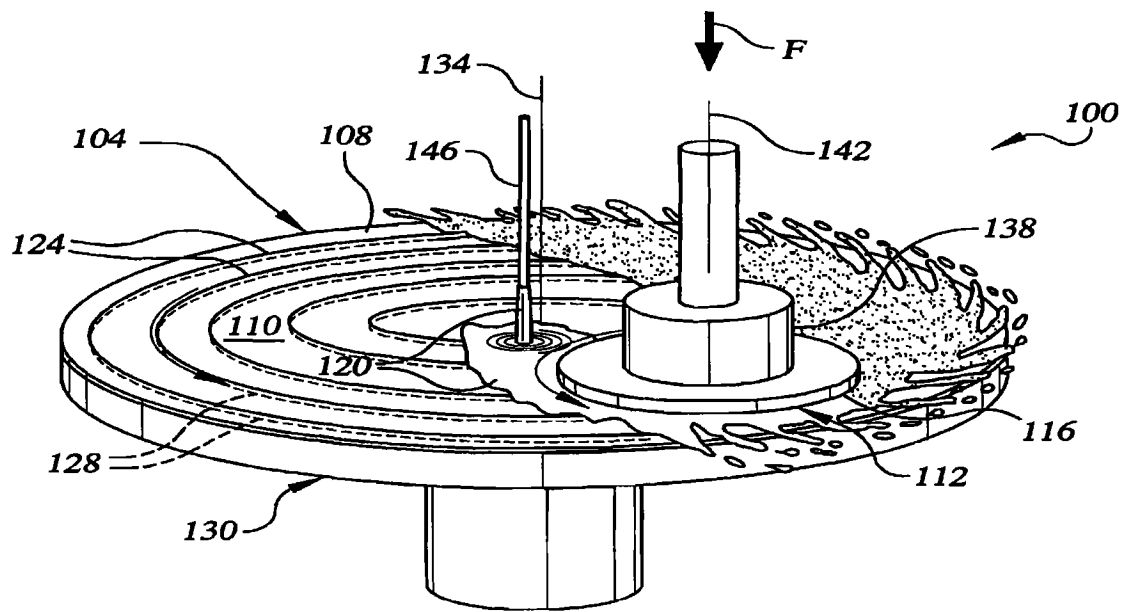


图 1

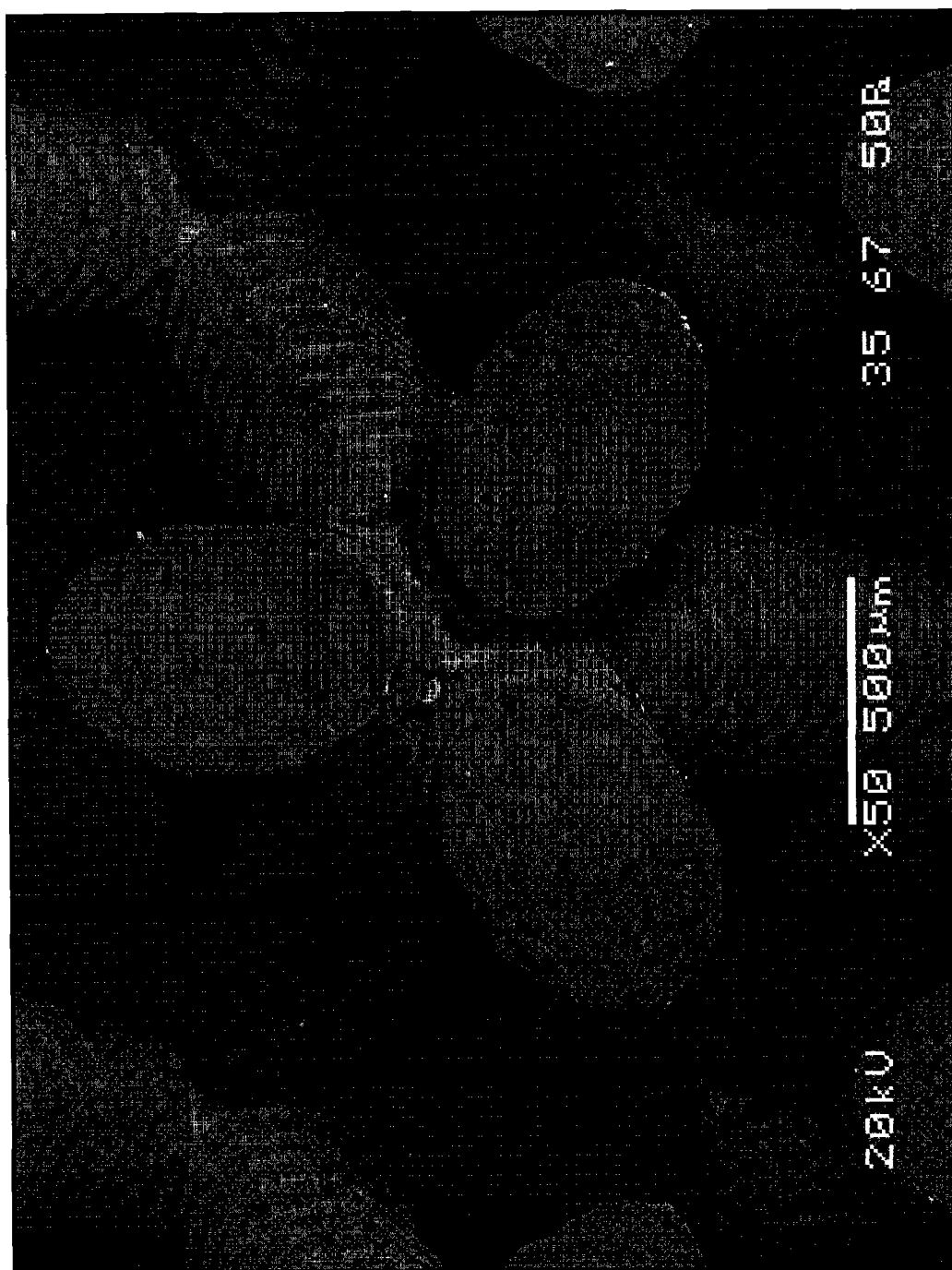
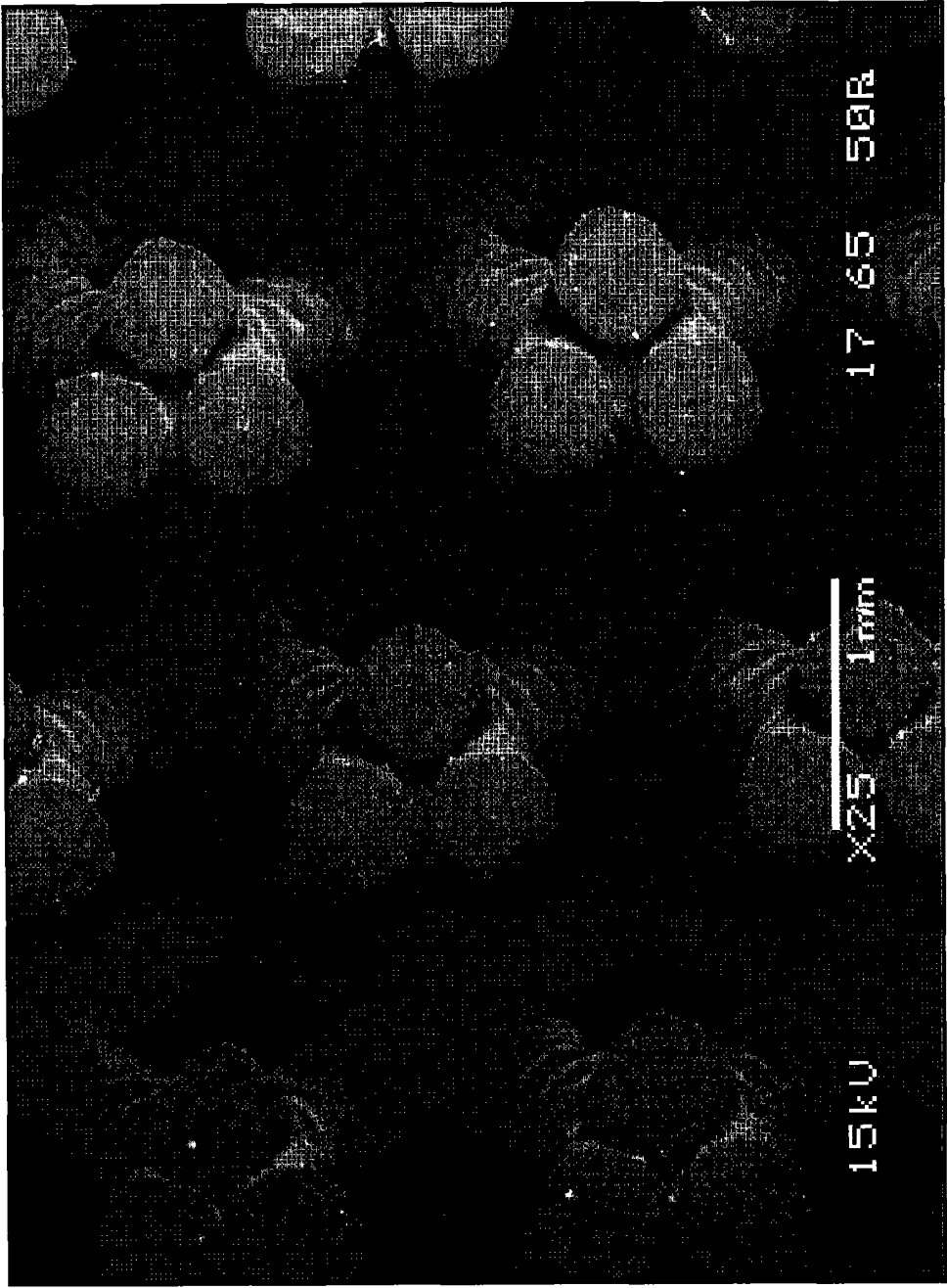


图 2



3



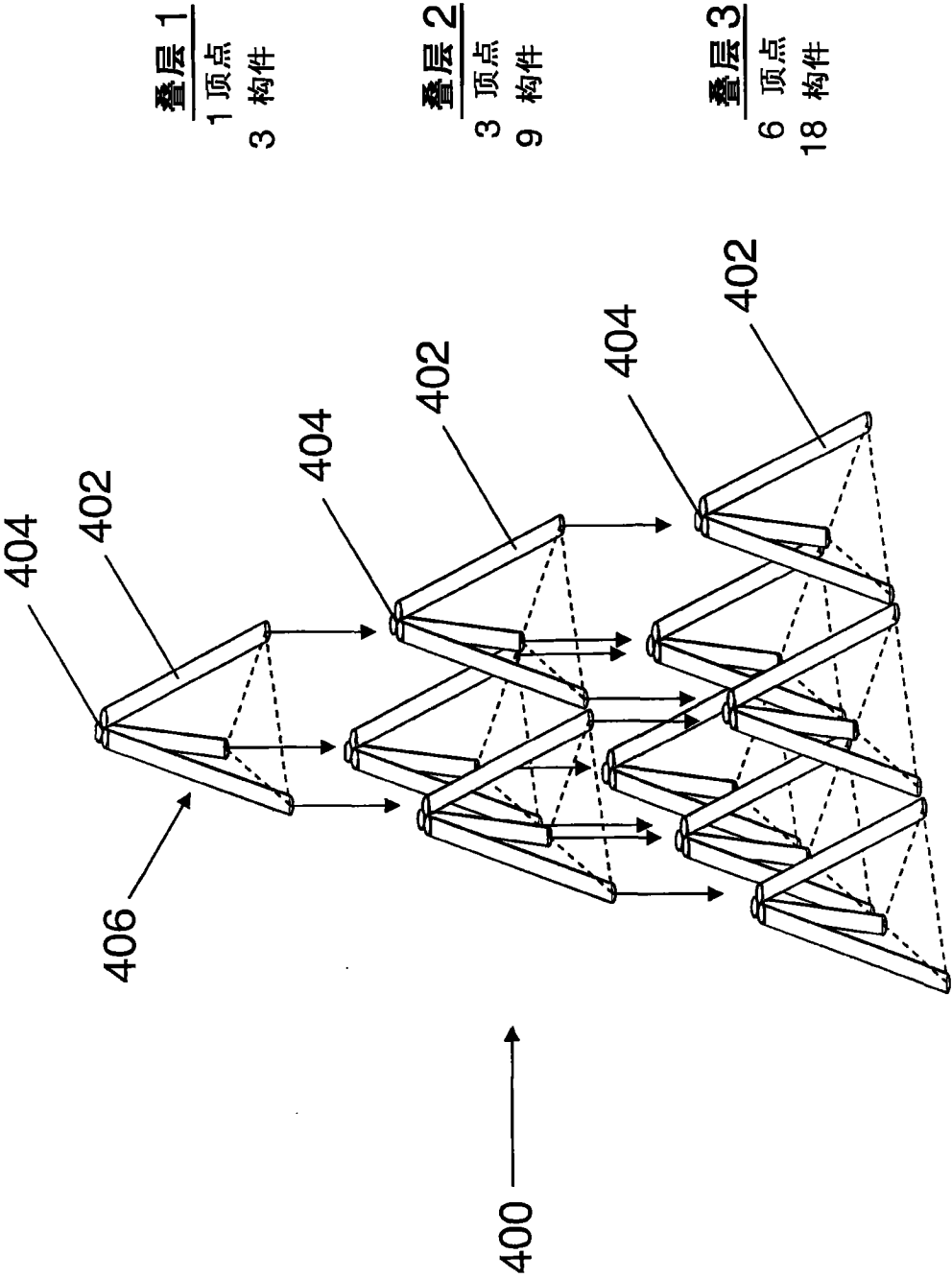


图 4

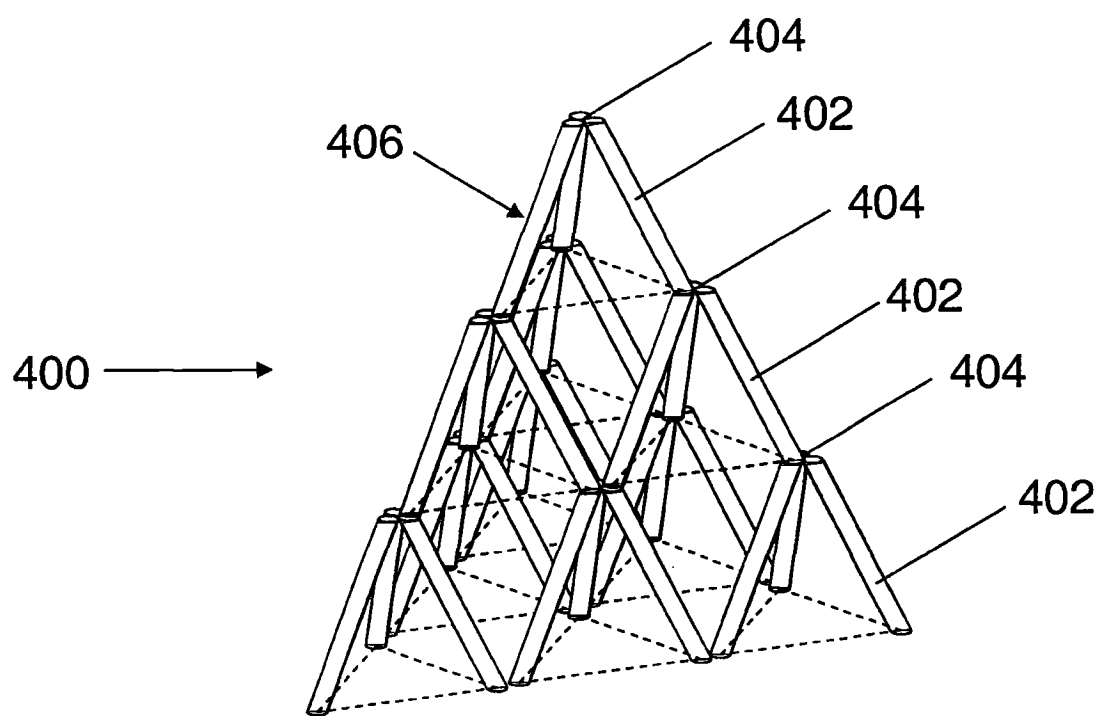


图 4A

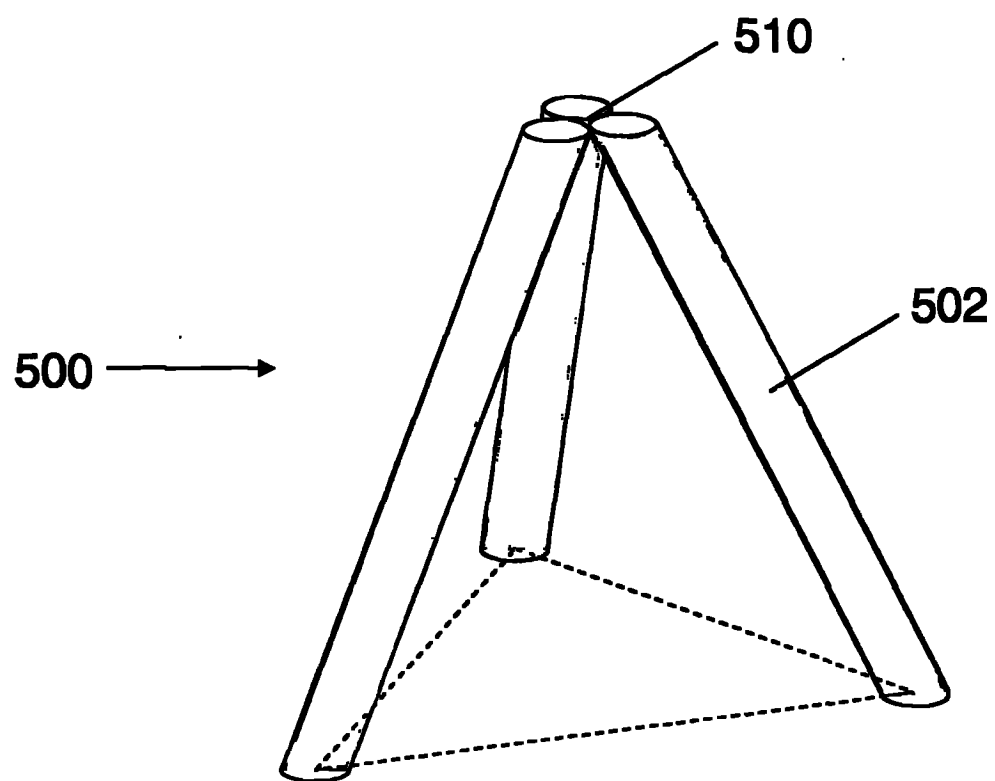
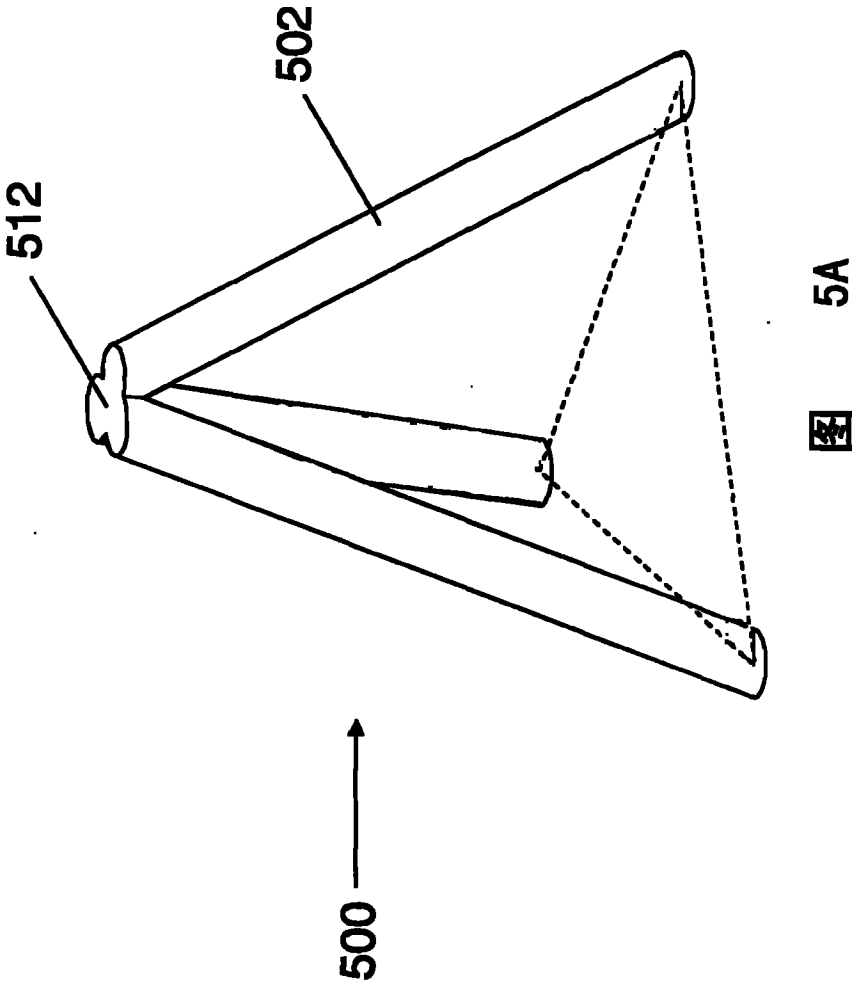
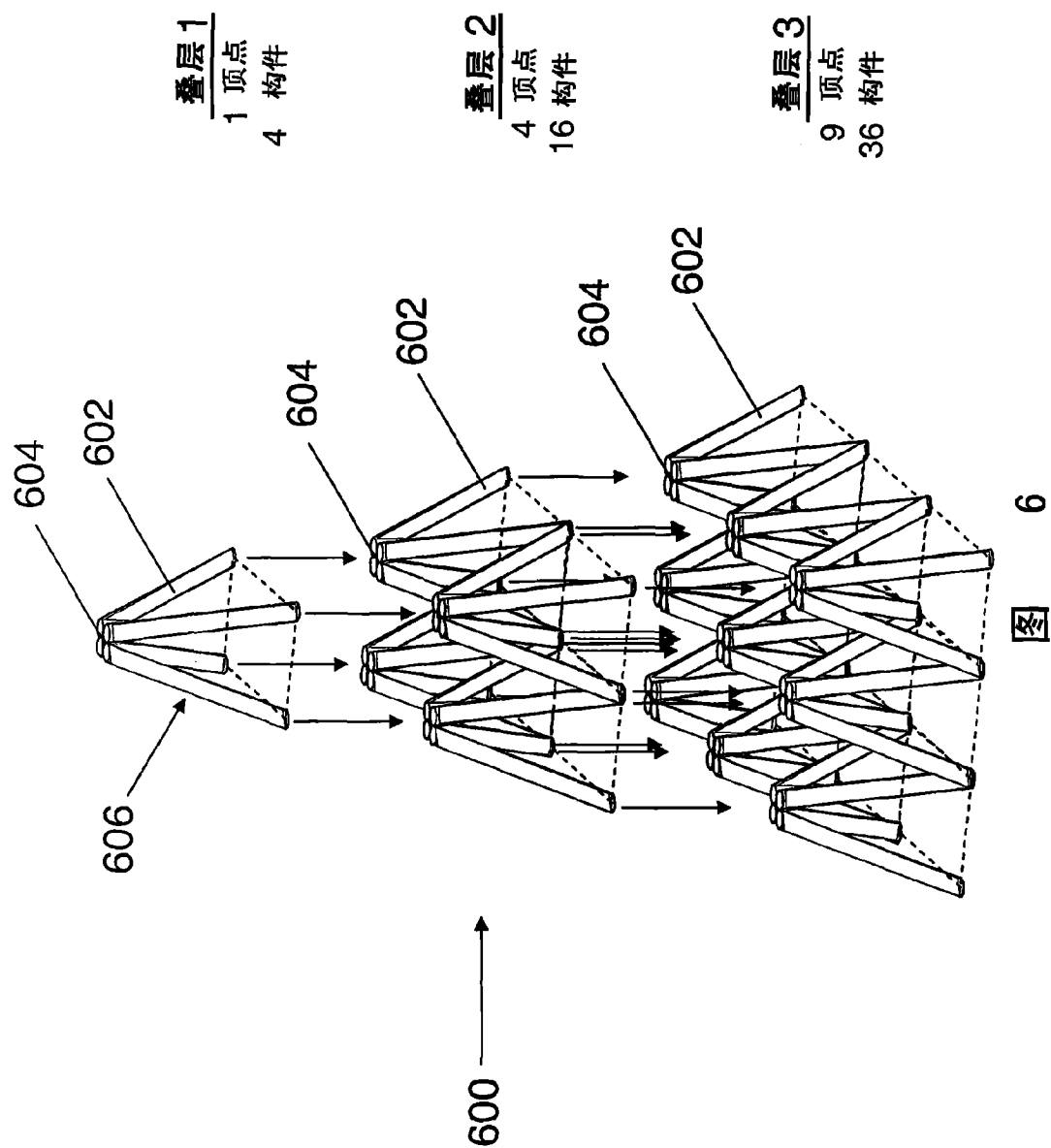
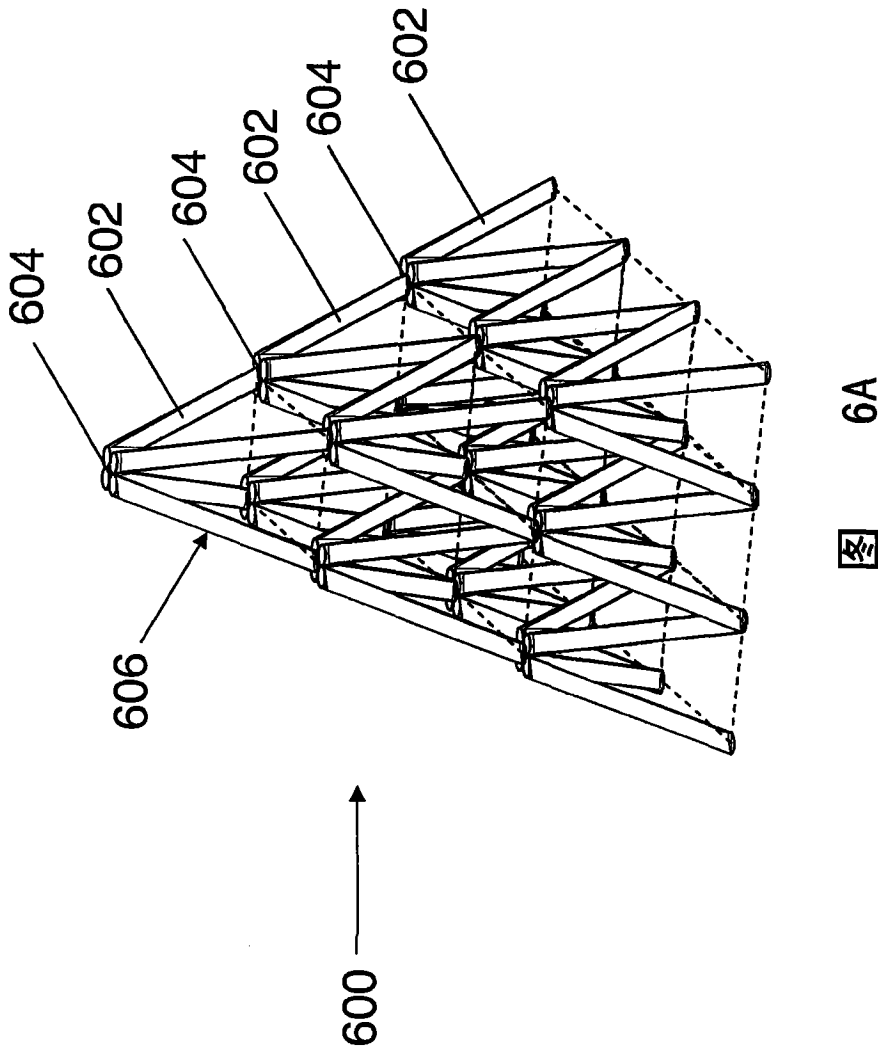


图 5







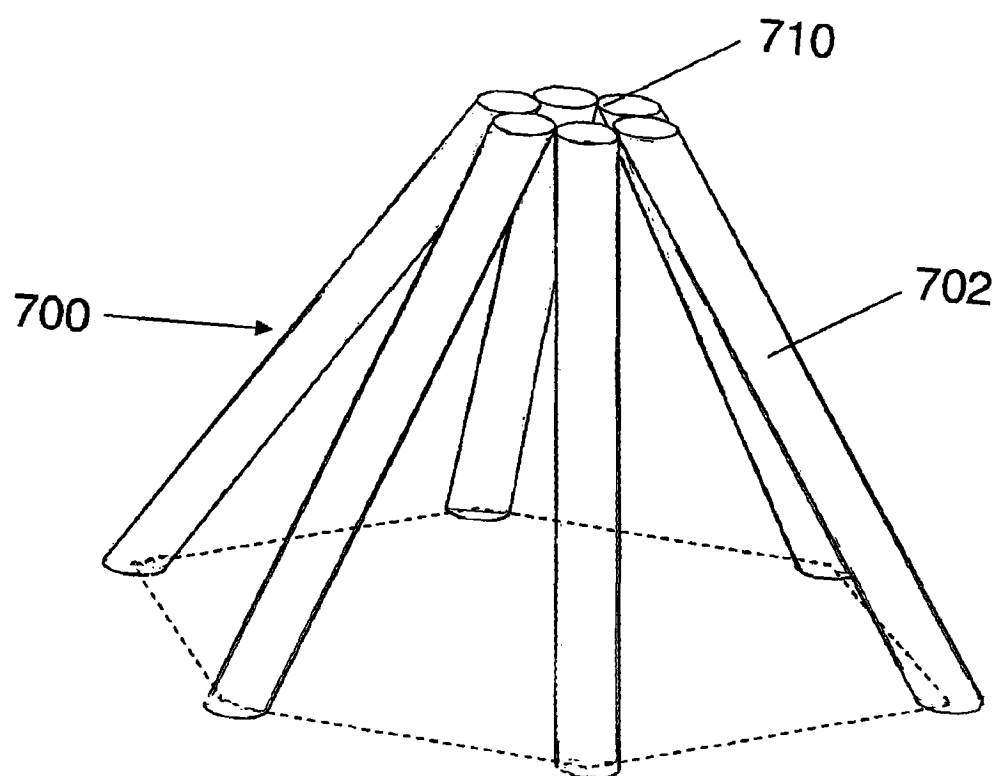


图 7