



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106463379 B

(45)授权公告日 2019.08.06

(21)申请号 201580026005.4

(73)专利权人 恩特格里斯公司

(22)申请日 2015.03.20

地址 美国马萨诸塞州

(65)同一申请的已公布的文献号

(72)发明人 安德鲁·加尔平 丹尼尔·韦尔斯

申请公布号 CN 106463379 A

(74)专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限公司 11287

(43)申请公布日 2017.02.22

代理人 齐杨

(30)优先权数据

(51)Int.CI.

61/968,846 2014.03.21 US

H01L 21/304(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

审查员 刘红

2016.11.16

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2015/021679 2015.03.20

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/143278 EN 2015.09.24

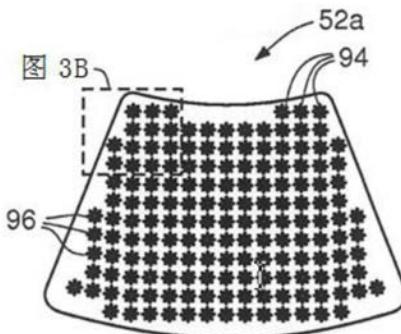
权利要求书2页 说明书12页 附图10页

(54)发明名称

具有细长切割边缘的化学机械平坦化垫调节器

(57)摘要

本发明提供一种用于调节抛光垫的CMP垫调节器。本发明的各种实施例包含多个细长突起部，所述细长突起部在所述CMP垫调节器啮合抛光垫时以多种攻角作用于所述抛光垫的被调节表面。由于所述突起部的细长几何结构，所述多种攻角将趋于以多面方式使所述抛光垫的所述被调节面弯曲。已发现对所述被调节面的此多面操纵会提高调节器组合件的切割速率以及对所述抛光垫的孔隙中从所述CMP过程残留的碎屑的移除，以更好地敞开所述抛光垫的所述孔隙并更好地保持所述CMP过程中的移除速率。



1. 一种化学机械平坦化CMP调节段, 其包括:

衬底, 其包含正面及与所述正面成一体的多个细长突起部, 所述多个细长突起部中的每一者界定大体上平行于所述正面的细长轴, 所述多个细长突起部中的每一者包含在所述细长轴的方向上延伸的至少一个凸脊线, 所述多个细长突起部在垂直于所述正面的前向方向上突起, 所述多个细长突起部被分组成位于所述调节段的多个突起部集群, 所述细长突起部的所述细长轴从所述集群的中心区域径向向外延伸, 其中所述多个细长突起部中的每一者的所述细长轴相对于所述衬底的扫掠方向界定至少两个角度中的一者。

2. 根据权利要求1所述的CMP调节段, 其中所述至少一个凸脊线是圆形的。

3. 根据权利要求1所述的CMP调节段, 其中所述多个细长突起部中的至少一些的所述至少一个凸脊线的凸脊线是高等凸脊线, 其用于界定多个高等凸脊线。

4. 根据权利要求1所述的CMP调节段, 其中所述多个细长突起部中的至少一些的所述至少一个凸脊线包含二个共面的凸脊线。

5. 根据权利要求1所述的CMP调节段, 其中所述衬底具有处于10%到70%且包含10%及70%的范围内的孔隙率。

6. 一种制造根据权利要求5所述的CMP调节段的方法, 其包括:

提供衬底; 及

根据棱柱状几何结构的轮廓, 形成多个细长突起部。

7. 根据权利要求6所述的方法, 其中在所述提供步骤中提供的所述衬底包括碳化硅。

8. 根据权利要求6所述的方法, 其中在所述提供步骤中提供的所述衬底包括石墨, 以及形成所述多个细长突起部包含加工所述衬底, 以及所述方法进一步包括: 在加工步骤之后, 将所述石墨转变成碳化硅。

9. 根据权利要求6所述的方法, 其中所述棱柱状几何结构是三棱柱状几何结构。

10. 根据权利要求6所述的方法, 其中所述形成步骤包括以下各者中的一者: 放电线加工、掩蔽式磨削加工、水刀加工、光磨削加工、及激光加工。

11. 根据权利要求6所述的方法, 其进一步包括: 在所述形成步骤之后, 将涂层施加于所述细长突起部。

12. 根据权利要求6所述的方法, 其进一步包括: 在所述形成步骤之后, 将超硬磨粒粘着到所述细长突起部。

13. 一种化学机械平坦化CMP垫调节器, 其包括:

衬底, 其包含正面并界定与所述正面成一体的多个细长突起部, 所述多个细长突起部在大体上垂直于所述正面的前向方向上突起, 所述多个细长突起部中的每一者包含至少一个凸脊线, 所述多个细长突起部被布置成展示不同掠角的柱状集群;

超硬磨粒颗粒分散体, 其安置于所述细长突起部上; 及

涂层, 其覆盖所述衬底、所述细长突起部、及所述超硬磨粒颗粒分散体。

14. 根据权利要求13所述的CMP垫调节器, 其中所述涂层是金刚石涂层。

15. 根据权利要求13所述的CMP垫调节器, 其中所述超硬磨粒颗粒是金刚石颗粒。

16. 一种化学机械平坦化CMP垫调节器, 其包括衬底, 所述衬底包含正面并界定与所述正面成一体的多个细长突起部, 所述细长突起部从所述正面的衬底基面突起, 所述多个细长突起部中的每一细长突起部都界定细长轴, 所述多个细长突起部在大体上垂直于所述正

面的前向方向上突起并界定平均高度,所述平均高度是从所述衬底基面测量,所述多个细长突起部界定布置成列的多个线性集群,每个线性集群包含具有相同角度取向的多个所述细长突起部,所述列包含具有不同掠角的线性集群的混合。

17. 根据权利要求16所述的CMP垫调节器,其进一步包括超硬磨粒颗粒分散体,所述超硬磨粒颗粒分散体安置于包含所述多个细长突起部的所述衬底上。

18. 根据权利要求16所述的CMP垫调节器,其中所述衬底具有至少10%的孔隙率。

具有细长切割边缘的化学机械平坦化垫调节器

[0001] 相关申请案

[0002] 本申请案主张2014年3月21日申请的第61/968,846号美国临时专利申请案的权益,所述美国临时专利申请案的揭示内容特此以全文引用的方式并入本文中。

技术领域

[0003] 本发明大体上涉及半导体制造设备。更具体来说,本发明涉及用于清理在半导体的制造中所使用的抛光垫的调节装置。

背景技术

[0004] 化学机械平坦化(CMP)广泛用于半导体的制造中。在CMP过程期间,由抛光垫、抛光浆料、及任选化学试剂的作用而从晶片衬底移除材料。随时间推移,抛光垫变得无光泽且充满来自CMP过程的碎屑。使用垫调节器周期性地对抛光垫进行重新调节,所述垫调节器磨削抛光垫表面、敞开孔隙并在抛光垫的表面上形成表面微凸体(asperities)。垫调节器的功能是为保持CMP过程中的移除速率。

[0005] CMP代表半导体及存储器装置的制造中的主要生产成本。这些CMP成本包含与下列各者相关联的那些成本:抛光垫、抛光浆料、垫调节圆盘、及在平坦化及抛光操作期间被磨损的多种CMP部件。用于CMP过程的额外成本包含为更换抛光垫所造成的工具停工时间及测试晶片以重新校准CMP抛光垫的成本。

[0006] 典型的抛光垫包括闭孔聚氨酯泡棉。在垫调节期间,垫经受机械磨削以便物理切穿垫表面的多孔层。抛光垫的被暴露表面含有会陷获碎屑(例如所耗用的抛光浆料及在CMP过程期间从晶片移除的材料)的开孔。在每一随后垫调节步骤中,垫调节器都移除含有嵌入材料的孔的外层并使所述外层下面的层的移除最小化。抛光垫的过度纹理化会使寿命缩短,而纹理化不足则会在CMP步骤期间导致材料移除速率不够并缺乏晶片均匀性。

[0007] 仍需要具有提高的CMP垫纹理化能力的CMP垫调节器,以在不会从抛光垫过度移除材料的条件下增强碎屑的移除进而获得更好的受控垫切割速率。

发明内容

[0008] 本发明的各种实施例包含多个细长突起部,所述细长突起部界定至少一个凸脊线以用于在CMP垫调节器啮合抛光垫时以多种掠角作用于所述抛光垫的被调节表面。由于所述突起部的细长几何结构,呈现出所述多个掠角趋于以多面方式使抛光垫的被调节面弯曲。已发现对被调节面的此多面操纵会提高调节器组合件的切割速率以及对抛光垫的孔隙中从CMP过程所残留的碎屑的移除,以更好地敞开抛光垫的孔隙并更好地保持CMP过程中的移除速率。已观察到,如所布置及描述的细长突起部已将CMP垫调节器的切割速率(例如,微米/小时($\mu\text{m}/\text{hr}$))相对于典型的角锥形(pyramid)突起部提高多达25%。

[0009] 与细长突起部相伴的细长边缘几何结构可提供比尖(例如,“角锥形”)突起部更强的突起部的额外有益效果。即,与尖的配置相比,通过作用于整个细长边缘上,操作应力在

更大剪切面积上传递,借此提高强度并使得可使抛光垫充满来自CMP垫调节器的不需要碎屑的故障降低。

[0010] 在一些实施例中,细长突起部是由多孔衬底形成。因孔隙在形成过程中暴露出,孔隙率会提供固有粗糙度。所得粗糙度进一步提高CMP调节垫的切割速率。在一些实施例中,所得粗糙度可通过更好地捕获粗糙化表面上的磨粒而增强可接合到细长突起部的超硬磨粒颗粒的实施。

[0011] 在一些实施例中,粗糙化细长突起部进一步提供细长突起部的高度分布的固有变化。高度变化可进一步增强对抛光垫的被调节表面的作用,这是因为不同高度会在调节期间使抛光垫的被调节表面产生可变的移位程度。在一些实施例中,有意地将突起部高度的变化确定为不同预定水平。即,衬底被形成为具有两个或大于两个不同的平均高度。

[0012] 一些实施例通常在细长突起部及/或衬底上实施硬的耐用涂层,以提高调节垫的耐用性。

[0013] 一些常规CMP垫调节器通过利用磨粒(例如,金刚石颗粒)而在调节器的工作面上提供粗糙化表面。磨粒通常设置于环氧树脂或金属基质材料中。其它CMP垫调节器实施与CMP垫调节器的面垂直地突出的粗糙化突起部,此揭示于授予史密斯(Smith)等人的第W0 2012/122186号国际专利申请公开案中。再一些CMP垫调节器利用粗糙化突起部与超硬磨粒的组合,例如授予德林(Doering)等人的第W0 2013/166516号国际专利申请公开案中所揭示。这些常规CMP垫调节器也通常利用磨粒及/或突起部上的涂层,例如CVD金刚石涂层。

[0014] 提高的CMP垫切割速率可由化学机械抛光垫调节器来实现,所述化学机械抛光垫调节器具有衬底,所述衬底包含正面,所述正面具有与所述正面相集成(即,成一体)的多个细长突起部。所述多个细长突起部在垂直于所述正面的前向方向上突起,所述多个细长突起部中的每一者界定细长凸脊线。在一个实施例中,所述多个细长突起部包含处于配准平面的变化量内的所述多个细长突起部的预定子集,所述配准平面大体上平行于所述正面,所述预定子集的所述细长突起部相对于彼此以固定及预定关系位于所述配准平面上。在各种实施例中,多晶金刚石涂层覆盖所述预定子集的至少细长凸脊线。在一些实施例中,所述衬底具有为至少10%的孔隙率。

[0015] 在各种实施例中,超硬磨粒颗粒分散体安置于所述衬底及所述细长突起部上。在一个实施例中,涂层覆盖所述衬底、所述细长突起部、及所述超硬磨粒颗粒分散体。

[0016] 本发明的CMP垫调节器的另一版本包含衬底,所述衬底具有正面,所述正面具有与所述正面相集成并从衬底基面延伸的多个细长突起部,所述细长突起部在垂直于所述调节器的所述正面的前向方向上突起,所述多个细长突起部被布置成重复间隔图案。在各种实施例中,所述细长突起部具有自所述衬底基面水平测量的平均高度。在一些实施例中,超硬磨粒颗粒分散体可安置于包含所述多个细长突起部的所述衬底上,且涂层覆盖包含所述细长突起部的所述衬底以及所述超硬磨粒颗粒分散体。在各种实施例中,所述涂层是CVD金刚石涂层。

[0017] 其它大体上细长突起部可包含五棱柱状形状、矩形棱柱状形状、六棱柱状形状及类似物。在一些实施例中,棱柱状形状包含距基座或区段的表面最远的细长远端边缘。此细长远端边缘从突起部的第一横向端延伸到突起部的第二横向端。所述棱柱可包含额外细长边缘,例如可见于五棱柱中的细长边缘。在圆形棱柱横截面的情况下,棱柱两端之间的最高

区域被视为细长远端边缘。

[0018] 结构上,对于本发明的各种实施例,化学机械平坦化(CMP)调节段包括衬底,所述衬底包含正面及与所述正面成一体的多个细长突起部,所述多个细长突起部中的每一者界定大体上平行于所述正面的细长轴,所述多个细长突起部中的每一者包含在所述细长轴的方向上延伸的至少一个凸脊线,所述多个细长突起部在垂直于所述正面的前向方向上突起。所述多个细长突起部中的每一者的所述细长轴相对于所述衬底的扫掠方向界定至少两个角度中的一者。任选地,所述多个细长突起部被分组成多个集群,所述多个集群中的每一者包含界定预定图案的所述多个细长突起部中的两个或大于两个细长突起部。在各种实施例中,所述至少一个凸脊线是圆形的。对于一些实施例,所述多个集群中的每一者位于预定位置处。在一个实施例中,所述多个集群中的每一者界定星爆图案。任选地,多个集群被布置成行或矩阵式布置。

[0019] 在各种实施例中,所述多个细长突起部中的至少一些细长突起部的所述至少一个凸脊线中的凸脊线是高等凸脊线,以界定多个高等凸脊线。在一些实施例中,所述高等凸脊线的预定第一子集包含处于第一配准平面的第一变化量内的远末端(distal extremity),且所述高等凸脊线的预定第二子集包含处于第二配准平面的第二变化量内的远末端。所述第一配准平面在前向方向上相对于所述第二配准平面偏移。在各种实施例中,所述偏移的距离小于所述第一变化量与所述第二变化量中的至少一者。在一些实施例中,所述多个细长突起部中的至少一些细长突起部的所述至少一个凸脊线包含两个共面的凸脊线。在一个实施例中,在所述两个共面的凸脊线之间界定细长台面(mesa)。各种实施例的衬底可具有处于10%到70%且包含10%及70%的范围内的孔隙率。

[0020] 在本发明的各种实施例中,一种制造上文所描述的CMP调节段的方法包括:提供所述衬底;以及根据棱柱状几何结构的轮廓形成所述多个细长突起部。在一个实施例中,所述棱柱状几何结构是三棱柱状几何结构。在所述提供步骤中提供的所述衬底可包括碳化硅;任选地,在所述提供步骤中提供的所述衬底包含石墨,所述方法进一步包括:在加工步骤之后,将所述石墨转变成碳化硅。在各种实施例中,所述形成步骤包括以下各者中的一者:放电线加工、掩蔽式磨削加工、水刀加工、光磨削加工、激光加工、及常规铣削。

附图说明

- [0021] 图1是在本发明的实施例中的具有调节器的晶片抛光设备的透视图;
- [0022] 图2是在本发明的实施例中的具有调节段的垫调节器的透视图;
- [0023] 图3A是用于安装到图2的衬板的调节段的图像;
- [0024] 图3B是图3A的图像的局部放大图像;
- [0025] 图3C是图3A及3B的星爆状突起部集群的平面图;
- [0026] 图4A是在本发明的实施例中的利用替代星爆状突起部集群的调节段的平面图;
- [0027] 图4B是图4A的星爆状突起部集群的平面图;
- [0028] 图5是在本发明的实施例中的利用柱状突起部集群的调节段的平面图;
- [0029] 图6是在本发明的实施例中的利用线性突起部集群的调节段的平面图;
- [0030] 图7是在本发明的实施例中的三棱柱状突起部的等距视图;
- [0031] 图7A到7C是图7的三棱柱状突起部的正交投影图;

- [0032] 图8是在本发明的实施例中的五棱柱状突起部的等距视图；
- [0033] 图8A到8C是图8的五棱柱状突起部的正交投影图；
- [0034] 图9是在本发明的实施例中的截头锥棱柱状突起部的等距视图；
- [0035] 图9A到9C是图9的截头锥棱柱状突起部的正交投影图；
- [0036] 图10是图3A及3B的星爆状集群的激光共焦显微图像；
- [0037] 图10A是图10的细长突起部的假想横截面；
- [0038] 图11是在本发明的实施例中散布的不同高度的所得细长突起部的放大侧视截面图；及
- [0039] 图12A到12C是在本发明的实施例中的利用超硬颗粒并具有不同纵横比的细长突起部的横截面图。

具体实施方式

[0040] 参考图1,在本发明的实施例中,描绘化学机械平坦化(CMP)过程中具有垫调节器组合件32的晶片抛光设备30。所描绘的晶片抛光设备30包含旋转台34,旋转台34具有在其上安装有抛光垫38(例如,聚合物垫)的上面36。抛光垫38包含工作面或被调节面40。在其上安装有晶片衬底44的晶片头部42经布置使得晶片衬底44接触抛光垫38的工作面40。在一个实施例中,浆料馈送装置46为抛光垫38提供磨削浆料48。

[0041] 在操作中,旋转台34经旋转使得抛光垫38在晶片头部42、垫调节器组合件32、及浆料馈送装置46之下旋转。晶片头部42以向下力F接触抛光垫38。晶片头部42也可经旋转及/或以线性往返动作摆动,以增强对安装于晶片头部42上的晶片衬底44的抛光。垫调节器组合件32也接触抛光垫38。垫调节器组合件32通常被旋转,且也可在抛光垫38的整个表面上往返平移。

[0042] 功能上,抛光垫38以受控方式从晶片衬底44移除材料以对晶片衬底44进行抛光处理。垫调节器组合件32的功能是从CMP过程移除来自会填充碎屑的抛光操作的碎屑,并敞开抛光垫38的孔隙,借此保持CMP过程中的移除速率。

[0043] 参考图2,在本发明的实施例中,描绘垫调节器组合件32。垫调节器组合件32包含附着于衬底或衬板56的安装面54的调节段52,安装面54在图1的操作期间邻近抛光垫38。在一个实施例中,区段52使用粘着剂(例如,环氧树脂)接合到安装面54。每一调节段52包含接触面58,接触面58在图1的操作期间接触抛光垫38。在各种实施例中,衬板56的厚度62处于0.05英寸到0.5英寸且包含0.05英寸及0.5英寸的范围内;在一些实施例中,厚度62处于0.05英寸到0.15英寸且包含0.05英寸及0.15英寸的范围内。(本文中,被指示为“包含性”的范围包含所陈述的范围的端点值。)

[0044] 参考图3A到3C,在本发明的实施例中,呈现调节段52a。调节段52a包含多个细长突起部70,突起部70在垂直于调节段52a的接触面58的向前方向72(图2)上突起,细长突起部70与调节段52a成一体。每一细长突起部70包含界定宽度76及长度78的基部74,长度78大于宽度76并界定细长突起部70的细长轴80(图3C)。每一细长突起部70进一步界定细长且与长度78大体上对准的至少一个凸脊线82。因此,每一凸脊线82在细长轴80的方向上为细长的。在各种实施例中,基部长度78对基部宽度76的比率处于2到20且包含2及20的范围内。在一些实施例中,所述比率处于2到10且包含2及10的范围内。在一些实施例中,所述比率处于2

到5且包含2及5的范围内。基部宽度76与基部长度78的尺寸的非限制性实例分别是150微米(μm)及500 μm 。

[0045] 在所描绘的实施例中,多个细长突起部70被分组成多个突起部集群90,所述突起部集群界定预定图案。对于调节段52a,每一突起部集群90的细长突起部70被布置成“星爆状”集群92a,其中细长突起部70的细长轴80从中心区域86径向向外延伸。根据图3C的描绘,星爆状集群92a包含围绕中心区域86均匀地旋转分布的八个细长突起部70,每一细长突起部70以数字小数点后缀70.1到70.8来标识。在各种实施例中,星爆状集群92a被布置成列94及行96的矩阵式布置,如图3A中所描绘。

[0046] 参考图4A及4B,在本发明的实施例中,在替代布置中描绘包含多个星爆状集群92b的调节段52b。星爆状集群92b包含六个细长突起部70(而非针对星爆状集群92a所呈现的八个),细长突起部70围绕中心区域86均匀地旋转分布。对于星爆状集群92b,每一细长突起部70b以数字小数点后缀70.01到70.06来标识。在各种实施例中,星爆状集群92b被布置成交错布置,所述交错布置呈现出相对于彼此移位的多个行98以界定大体上垂直于行98的之字形图案99,如图4A中所描绘。也预期其中多个列相对于彼此移位以界定与列正交的之字形图案(未描绘)的交错布置。

[0047] 应注意,本文中列96与行98被描绘为大体上笔直的且彼此正交。预期其它布置,例如,(例如)在距衬板56的中心为已知半径处沿循弧形线的行。此外,在所描绘的实施例中,“列”96被描绘为在安装到衬板56时与调节段52的径向方向大体上对准。此布置是非限制性的。即,列96与行98可相对于径向方向以所选角度沿对角布置。

[0048] 应理解,星爆状集群92a、92b的掠角 θ 可以多种方式进行更改,例如通过改变星爆状集群92a或92b的角度取向、减小或增大围绕中心区域86均匀分布的细长突起部70的数目、使细长突起部70以非均匀分布围绕中心区域86分布、或其组合。

[0049] 在操作中,使垫调节器组合件32例如以旋转方向102(图2、3C、及4B)旋转。每一星爆状集群92a、92b都沿循旋转方向102,使得每一细长突起部70界定掠角 θ ,掠角 θ 被视为相应细长突起部70的凸脊线82与行进扫掠方向104之间的角度。由于为星爆状布置,所以呈现出多种掠角 θ 。考虑例如星爆状集群92a,其呈现出掠角 $\theta_1(0^\circ)$ 、 $\theta_2(+45^\circ)$ 、 $\theta_3(90^\circ)$ 、及 $\theta_4(-45^\circ)$ 。也考虑星爆状集群92b,其呈现出掠角 $\theta_5(+30^\circ)$ 、 $\theta_6(-30^\circ)$ 、及 $\theta_7(90^\circ)$ 。

[0050] 也预期除星爆状突起部集群92a、92b之外的突起部集群90。举例来说,参考图5,在本发明的实施例中,描绘包含多个柱状集群92c的调节段52c。所描绘的柱状集群92c呈现出与星爆状集群92a相同的多种掠角 θ_1 到 θ_4 ,但具有被布置成柱状形式的细长突起部70。替代地或另外,柱状集群92c也可被配置成呈现出星爆状集群92b的掠角 θ_5 及 θ_6 。尽管柱状集群92c被描绘为列取向,但也应预期其中柱状集群被布置成行或列取向与行取向的混合的实施例。

[0051] 参考图6,在本发明的实施例中,描绘包含多个线性集群92d的调节段52d。每一线性集群92d包含具有相同角度取向的多个细长突起部70。在所描绘的实施例中,线性集群92d呈柱状布置,其中给定列包含线性集群92d的混合,且线性集群92d呈现出与星爆状集群92a相同的多种掠角 θ_1 到 θ_4 。替代地或另外,线性集群92d也可被配置成呈现出星爆状集群92b的掠角 θ_5 及 θ_6 。尽管线性集群92d被描绘为在列取向上为线性的,但也预期其中线性集群在行取向上或在列取向与行取向的混合上为线性的实施例。

[0052] 预期在同一调节器组合件32上利用调节段52的混合。举例来说,一个非限制性实施例包含交替的调节段52a与52b的混合。此布置将比单独任一调节段52a或52b呈现出更多的掠角 θ 。另一实施例包含交替的调节段52c与52d的混合。各种实施例包含所有四个调节段52a到52d的混合,而其它实施例包含调节段52a到52d中的任何两者或三者的混合。

[0053] 进一步预期在同一调节段52上包含多种类型的突起部集群90。举例来说,在一个实施例中,在同一调节段52上包含星爆状集群92a与92b的混合。另一实施例包含柱状与线性的混合。与交替的调节段52a与52d一样,此布置将比单独任一调节段52a到52d呈现出更多掠角 θ 。各种实施例包含突起部集群90(例如,所有四个突起部集群92a到92d)的混合。其它实施例包含突起部集群92a到92d中的仅两者或三者的混合。进一步预期单峰突起部(未描绘)散布于本发明的细长突起部70中。

[0054] 功能上,对于包含调节段52a到52d及所描述的变化的上文所论述的实施例,多种掠角 θ 与细长突起部70的凸脊线82相组合会为抛光垫38的被调节面40提供多面操纵。举例来说,对于调节段52a的星爆状集群92a,以给定掠角 θ (例如,图3C的细长突起部70.2与70.6的掠角 $\theta2$)作用于抛光垫38的表面的凸脊线82将趋于以不同于以不同角度(例如,不同于以掠角 $\theta1$ 、 $\theta3$ 、及 $\theta4$)进行扫掠的凸脊线82的方式使抛光垫38的被调节面40弯曲。由于在调节器组合件32在抛光垫38的被调节面40上旋转及/或平移时,被调节面40上的所有点通常将受到多个星爆状集群92a磨削,因此这些点中的每一者也将趋于由多个凸脊线82以不同掠角 $\theta1$ 到 $\theta4$ 来磨削。(技术人员将认识到,调节段52b、52c、及52d以及上文所描述的变化同样如此。)此与常规CMP垫调节器形成对比,常规CMP垫调节器趋于仅产生不具有凸脊线82的方向性磨削特性的点磨削。

[0055] 已发现,对被调节面40的此多面操纵会提高调节器组合件32的切割速率及对抛光垫38的孔隙中从CMP过程残留的碎屑的移除,以更好地敞开抛光垫38的孔隙并更好地保持CMP过程中的移除速率。已观察到,切割速率比具有角锥形突起部的常规调节垫提高达25%。

[0056] 参考图7及7A到7C,在本发明的实施例中,描绘细长突起部70的三棱柱状几何结构120。三棱柱状几何结构120之所以如此命名,这是因为端视图或横截面图界定三角形。三棱柱状几何结构120包含前述基部74、凸脊线82,并界定细长轴80,前述基部74具有宽度76及长度78。三棱柱状几何结构120也界定高度122并进一步呈现侧面124及端面126。应理解,基部74不界定面而是界定假想边界128,三棱柱状几何结构120在假想边界128上与调节段52成一体。三棱柱状几何结构120的凸脊线82是“高级”凸脊线130,这意味着凸脊线130界定单个远端边缘或最上边缘而非共面的最上边缘。

[0057] 参考图8及8A到8C,在本发明的实施例中,描绘细长突起部70的五棱柱状几何结构140。五棱柱状几何结构140之所以如此命名,这是因为端视图或横截面图界定五边形。五棱柱状几何结构140包含前述基部74、凸脊线82,并界定细长轴80,前述基部74具有宽度76及长度78。五棱柱状几何结构140也界定高度142并进一步呈现出侧面144及端面146。应理解,基部74不界定面而是界定假想边界148,五棱柱状几何结构140在假想边界148上与调节段52成一体。五棱柱状几何结构140的凸脊线82包含高等凸脊线150及两个“低等”凸脊线152,这意味着凸脊线152位于高等凸脊线150下方(即,比高等凸脊线150更靠近衬板56的安装面54)。

[0058] 参考图9及9A到9C,在本发明的实施例中,描绘细长突起部70的截头锥棱柱状几何结构160。截头锥棱柱状几何结构160之所以如此命名,这是因为端视图或横截面图界定截头锥形。截头锥棱柱状几何结构160包含前述基部74、凸脊线82,并界定细长轴80,前述基部74具有宽度76及长度78。截头锥棱柱状几何结构160也界定高度162并进一步呈现出侧面164及端面166。应理解,基部74不界定面而是界定假想边界168,截头锥棱柱状几何结构160在假想边界168上与调节段52成一体。截头锥棱柱状几何结构160的凸脊线82不包含高等凸脊线,而是包含最上的两个共面凸脊线170,在所述两个共面凸脊线170之间界定细长台面172。即,凸脊线170处于距标称基面基准面238(图11)大体上相同距离处。

[0059] 细长台面172在细长轴80的方向上为细长的,并界定台面宽度174及台面长度176,台面长度176大于台面宽度174。在各种实施例中,台面长度176对台面宽度174的比率处于2到20且包含2及20的范围内。在一些实施例中,所述比率处于2到10且包含2及10的范围内。在一些实施例中,所述比率处于2到5且包含2及5的范围内。

[0060] 棱柱状几何结构120、140、及160被提供作为非限制性实例。预期棱柱状几何结构的其它横截面,例如方形、六边形、及半圆形。对于并不固有地界定拐角边缘(其可被识别为凸脊线)的几何结构(例如,半圆形),所述凸脊线穿过几何结构的横截面的远末端点,所述横截面垂直于细长轴80。

[0061] 在一个实施例中,细长突起部具有大体上均匀的高度。替代地,所述一或多个调节段52可在每一调节段52中包含不同标称高度的突起部的组合。调节段52也可各自在给定区段上具有大体上均匀的突起部外形,但在区段之间不同。在另一实施例中,调节段52可具有可变细长突起部外形的不同组合。

[0062] 本文所描绘的各种垫调节器、垫调节器组合件、及调节段的大小或面积不受限制,但可例如被制成为标准4¹/₄英寸直径的圆盘配置。在一些实施例中,衬板54接合到调节设备,其中衬板54呈直径从约2到5英寸变化的圆盘形状。当然,可利用其它形状及大小作为用于垫调节器或调节段的衬板54。

[0063] 在各种实施例中,调节段52是陶瓷材料,例如硅、碳化硅、及氮化硅。陶瓷材料可例如是β碳化硅或包括β碳化硅的陶瓷材料,β碳化硅可包含单独碳相或过量碳。

[0064] 在一些实施例中,实施由近净形多孔石墨前驱物制成立调节器的方法,所述近净形多孔石墨前驱物使用若干形成过程中的一者而被纹理化为具有细长突起部70/突起部集群90。接着可使用所属领域中已知的转变技术将经纹理化石墨衬底转变成近净形碳化硅材料衬底。近净形碳化硅可为β碳化硅。本文中,“近净形”用于指示在实现最终形式及容差时所涉及的后过程加工最少的组件。通过将近净形多孔石墨前驱物转变成近净形碳化硅材料来形成调节段52,可比直接对碳化硅进行纹理化提供成本优势,这是因为归因于碳化硅的硬度,形成碳化硅是耗时的过程。

[0065] 在其它实施例中,直接对硬化衬底(例如碳化硅)进行纹理化,即,无需对石墨进行纹理化及转变。直接纹理化可为细长突起部70提供更好的清晰度。

[0066] 在一些实施例中,经处理或纹理化的调节段52是低孔隙率(即,高密度)陶瓷,例如高密度碳化硅。在一些实施例中,碳化硅是反应烧结碳化硅材料,其中反应烧结碳化硅是经烧结的α碳化硅粉体且硅渗入到孔隙结构中。此过程趋向于降低最终经处理调节段52的孔隙率,尤其是在经纹理化调节段52的表面处。

[0067] 在其它实施例中,调节段52的孔隙率很大。对于各种实施例,陶瓷调节元件52的孔隙率处于10%到70%且包含10%及70%的范围内;在一些实施例中,孔隙率处于0.2%到30%且包含0.2%及30%的范围内;在一些实施例中,孔隙率处于2%到20%且包含2%及20%的范围内。

[0068] 转变成近净形碳化硅的近净形石墨可由美国得克萨斯州迪凯特市(Decatur, TX)的Poco石墨公司(Poco Graphite Inc.)的A.H.拉希德(A.H.Rashed)在2002年编辑的“碳化硅的性质及特性(Properties and Characteristics of Silicon Carbide)”(“Poco参考文献”)中所揭示的方法及材料制成,所述参考文献可以如下URL在全球信息网上获得:www.poco.com/AdditionalInformation/Literature/ProductLiterature/SiliconCarbide/tabid/194/Default.aspx(最后访问时间为2015年3月18日),其内容除其中所含的明确定义外都以全文引用方式并入本文中。Poco参考文献揭示了SUPERSIC-1(一种SiC材料)的性质,其通常具有为19%的平均开孔孔隙率及为2.5%的平均闭孔孔隙率、总孔隙率为20.5% (Poco参考文献第7页)。SUPERSIC-1也可用作用于衬底的前驱物。举例来说,突起部可由用于形成近净形衬底的光磨削过程而形成于SUPERSIC-1衬底中。碳化硅也可包括也从美国得克萨斯州迪凯特市的Poco石墨公司购得的SUPERSIC或SUPERSIC-3C。用于近净形衬底的可转变成近净形碳化硅的石墨也可从Poco石墨公司获得。

[0069] 各种实施例中所使用的碳化硅以及近净形石墨及碳化硅前驱物包含多孔碳化硅及致密碳化硅,所述多孔碳化硅及致密碳化硅部分地或全部由Rashed等人的第7,799,375号美国专利中所揭示的方法及材料制成,所述美国专利的内容除其中所含的明确定义外以全文引用方式并入本文中。Rashed揭示了“提供一种具有开孔孔隙率的多孔碳化硅预成型体。开孔孔隙率优选地处于约10%到约60%的范围内”(Rashed,第5栏第44行到第46行),其中在表1中列出开孔孔隙率的具体实例18%到19%、0.3%、0.2%、及2.3% (Rashed,第7栏第36行到第50行)。在一个实例中,来自Poco石墨公司的多孔石墨衬底可在存在一氧化硅气体时以1800°C进行加热,以将所述多孔石墨转变成多孔碳化硅衬底。因此,在一些实施例中,具有突起部的近净形多孔石墨衬底可在存在一氧化硅气体时以1800°C进行加热,以将所述近净形多孔石墨转变成近净形多孔碳化硅。

[0070] 技术人员可利用若干制造方法在调节衬底或调节段52上形成细长突起部70。在石墨或碳化硅衬底的表面上形成细长突起部70的方法的非限制性实例包含放电线加工(EDM)、掩蔽式磨削加工、水刀加工、光磨削加工、激光加工、及常规铣削。实例加工技术揭示于授予松村(Matsumura)等人的第2006/0055864号美国专利申请公开案以及授予梅娜(Menor)等人的第WO/2011/130300号PCT公开案中,所述美国专利申请公开案及PCT公开案的揭示内容除其中所含的明确定义外以全文引用方式并入本文中。

[0071] 在各种实施例中,多孔材料的孔隙大小处于2μm到60μm且包含2μm及60μm的范围内;在一些实施例中,孔隙大小处于20μm到50μm且包含20μm及50μm的范围内;在一些实施例中,孔隙大小处于5μm到50μm且包含5μm及50μm的范围内;在一些实施例中,孔隙大小处于5μm到30μm且包含5μm及30μm的范围内。

[0072] 参考图10,在本发明的实施例中,描绘通过加工多孔衬底而产生的所得棱柱状突起部202的激光共焦显微图像200(以下称为“显微照片”200)。显微照片200描绘例如在图3A及3B中发现的星爆状集群92a。显微照片的细长突起部70由遵循图3C的后缀规约的元件符

号202.1到202.8来个别标识。所得凸脊线204及所得边缘206也描绘于显微照片200中。应注意,所得边缘206及所得棱柱状突起部202的拐角看起来为圆弧形或圆形,而非尖的及界限分明的。

[0073] 调节段52的孔隙率以及孔隙大小是定义所得棱柱状突起部202的因素。举例来说,将调节段52纹理化成提供给定的棱柱状几何结构将趋于暴露出孔隙的空隙,使得棱柱状几何结构120、140、160的侧面124、144、164及端面126、146、166将呈现出带凹痕或粗糙化纹理。被暴露孔隙也可在凸脊线82以及棱柱状几何结构120、140、160的其它拐角及边缘中造成不规则性及锯齿状,如显微照片200的细长突起部202.5及202.6所最佳显示。图10也通过将三棱柱型几何结构120的轮廓转到显微照片200上的所得细长突起部202.2、202.3、及202.4来定性地说明相对于理想三棱柱状几何结构120的偏差。

[0074] 因此,所谓的“棱柱状”几何结构120、140、及160描述更大程度上充当所得形状的所期望轮廓的理想或渴望几何结构,而非对实际所得形状的详细描述,如图10中所说明。图10的描述定性地说明所得三棱柱状几何结构200a的所得被暴露边缘及拐角,其中理想或渴望的三棱柱状几何结构120充当轮廓。孔隙率及孔隙大小越大,那么实际或所得几何结构相对于理想几何结构的偏差越大。一般来说,加工技术也可造成相对于理想几何结构的偏差,其中某些技术比其它技术更进一步增大粗糙度;然而,随着孔隙率及孔隙大小增大,相对于理想棱柱状几何结构的所得偏差变得与成形或加工技术越来越无关。

[0075] 本文中,“根据轮廓”形成形状意味着根据意愿以稳定的无孔材料(例如金属)来执行成形操作以实现具有所述轮廓的形状。“根据轮廓”来成形并不意味着最终成形形状一定符合轮廓的规格;而是,所得形状包含与衬底材料的孔隙率相关联的相对于轮廓的不可预知的变化及偏离。因此,图10的所得棱柱状突起部202尽管不会准确地界定其所渴望的理想三棱柱状几何结构120的轮廓,但仍是“根据”三棱柱状几何结构120的“轮廓”形成所得棱柱状突起部202的结果。

[0076] 由多孔衬底提供的带凹痕纹理一般有利于对抛光垫的调节。在各种实施例中,带凹痕纹理的效果会形成接近超硬磨粒的粗糙度,尤其对于具有较高孔隙率及较大孔隙大小的衬底来说。在一些实施例中,经加工的多孔材料在施用涂层之后会产生均方根粗糙度,所述均方根粗糙度在未考虑取样长度时处于 $0.5\mu\text{m}$ 到 $10\mu\text{m}$ 且包含 $0.5\mu\text{m}$ 及 $10\mu\text{m}$ 的范围内,而在考虑 $8\mu\text{m}$ 取样长度时处于 $0.05\mu\text{m}$ 到 $1.0\mu\text{m}$ 且包含 $0.05\mu\text{m}$ 及 $1.0\mu\text{m}$ 的范围内。本文中,“取样长度”是在上面积累粗糙度数据的长度。

[0077] 参考图10A,在本发明的实施例中,呈现所得棱柱状突起部202的假想横截面图190。横截面图190也包含三棱柱状几何结构120的以虚线描绘的轮廓,所述轮廓构成显微照片200的棱柱状突起部202的理想或渴望外形。在一些实施例中,由调节段52的孔隙率以及加工过程的变化造成的不规则性形成不规则外形192。不规则外形192由上文所描述的锯齿状表征。另外,在所描绘的实施例中,不规则性使所得凸脊线202界定圆形外形194。

[0078] 应进一步注意,圆凸脊线可为加工过程的有意产物,例如下文图12A到12C图所说明。

[0079] 参考图11,在本发明的实施例中,描绘所得凸脊线202上的锯齿状对细长突起部70的高度变化的影响。在本发明的实施例中,描绘衬底210,衬底210具有与衬底210成一体的细长突起部的第一预定子集212及第二预定子集214并在前向方向216上延伸。“细长突起部

的预定子集”是按位置(例如按调节段52的接触面58上的坐标位置,或按突起部集群90内的相对位置)标识的细长突起部的子集。

[0080] 细长突起部的第一预定子集212是所得五棱柱状几何结构(例如在图8处所描绘)的侧视截面图;细长突起部的第二预定子集214是所得三棱柱状几何结构(例如在图7处所描绘及图10处所描绘)的侧视截面图。在此实施例中,突起部的第一预定子集212标称地位于一个平均高度H1处,且突起部的第二预定子集214标称地位于第二平均高度H2处,平均高度H1大于平均高度H2。“前向方向”216是大体上垂直于衬底210的正面或“基面”218并远离正面或“基面”218延伸的方向。标称地具有较大高度的突起部的第一预定子集212在本文中替代地被称为“主突起部”。标称地具有较小高度的突起部的第二预定子集214在本文中替代地被称为“次突起部”。

[0081] 所述突起部的第一预定子集212及第二预定子集214中的每一者可被表征为具有远末端215。突起部的第一预定子集212可具有处于第一配准平面222的第一变化量220内的远末端215,第一配准平面222大体上平行于正面218。本文中,“变化量”被定义为突起部的预定子集的最高远末端与最低远末端之间的高度差,所述高度被定义为垂直于配准平面。在一个实施例中,突起部的第一预定子集212相对于彼此以固定及预定关系接近第一配准平面222定位。

[0082] 突起部的第二预定子集214包含处于第二配准平面228的第二变化量226内的远末端215,第二配准平面228大体上平行于正面218,突起部的第二预定子集214相对于彼此以固定及预定关系位于第二配准平面228上。

[0083] 第一配准平面222及第二配准平面228也分别被称为“上”配准平面及“下”配准平面,“上”是指距衬底210的基面218最远。应注意,突起部的第一预定子集212延伸通过第二(“下”)配准平面228。

[0084] 第一配准平面222可被表征为在前向方向216上相对于第二配准平面228在标称上偏移偏移距离232。在某些实施例中,偏移距离232大于第一变化量220或第二变化量226,如图12中所描绘。偏移距离232可被表征为大于变化量220或226的倍数或因数,或被表征为固定尺寸或尺寸范围。变化量220、226的尺寸的典型及非限制性范围是5 μm 到50 μm 。在一些实施例中,变化量220、226可从10 μm 到25 μm 变化。变化量220、226也可被表征为大于最小值且小于最大值。偏移距离232的变化量220、226的典型及非限制性倍数或因数大于1或2。偏移距离232的典型及非限制性值处于从10 μm 到80 μm 且包含10 μm 及80 μm 的范围内。

[0085] 在其它实施例中,偏移距离232小于第一变化量220及第二变化量226(未描绘)中的一或两者。即,在图12的实例中,可设想,突起部的第一预定子集212的突起部的部分可具有远末端215,远末端215小于突起部的第二预定子集214的第二平均高度H2,即使远末端215属于具有较大平均高度H1的突起部的第一预定子集212。类似地,可设想,突起部的第二预定子集214的突起部的部分可具有远末端215,远末端215大于突起部的第一预定子集212的第一平均高度H1,即使远末端215属于具有较小平均高度H1的突起部的第二预定子集214。

[0086] 在一个实施例中,突起部的相应第一预定子集212及第二预定子集214的第一平均高度H1及第二平均高度H2是平均“峰到谷”高度。突起部的峰到谷高度被定义为远末端215与标称基面基准面238之间的平均距离。标称基面基准面238是穿过基面218的中值水平的

平面。调节段52的孔隙率可导致表面被不均匀地加工,使得基面218可具有高的粗糙度及随机性,从而使中值水平难以确定。因此,一种表征突起部的平均峰到谷高度的方式是为主突起部建立最小平均峰到谷高度且为次突起部建立最大平均峰到谷高度。此表征可允许基面基准面238的位置的高度不确定性。另一表征方法是确定每一突起部的“突出高度”,例如在授予斯密斯等人的第WO 2012/122186号国际专利申请公开案中所揭示。

[0087] 参考图12A到12C,在本发明的实施例中分别描绘利用超硬磨粒颗粒262的各种细长突起部260a、260b、及260c的横截面图。(细长突起部260a、260b、及260c在本文中被统称为或一般被称为细长突起部260。)在一个实施例中,超硬磨粒颗粒262包括金刚石颗粒。超硬磨粒颗粒可利用接合剂(例如环氧树脂)固定到细长突起部260。在各种实施例中,细长突起部260由多孔衬底制成,例如上文针对调节段52所描述。此外,在一些实施例中,超硬磨粒颗粒262被涂覆有硬且耐用的涂层264(例如,CVD金刚石)。

[0088] 各细长突起部260的横截面各自包含基部265及圆弧形(radiused)或圆形凸脊线267,基部265界定基部宽度266,其中在基部265与圆弧形凸脊线267之间界定高度268。所述细长突起部260a、260b、及260c中的每一者被表征为具有唯一“纵横比”,“纵横比”被定义为高度268对基部宽度266的比率。在各种实施例中,给定细长突起部的纵横比处于0.5到5且包含0.5及5的范围内;在一些实施例中,处于0.5到3且包含0.5及3的范围内;在一些实施例中,处于1到3且包含1及3的范围内。

[0089] 功能上,所得粗糙化表面有利于藏匿超硬磨粒颗粒262,以使接合剂更有效。纵横比会定性地影响细长突起部260的切割速率。更尖锐的突起部外形(即,具有较高纵横比的细长突起部横截面)趋于比更圆的突起部外形(即,具有较低纵横比的细长突起部横截面)产生更快速的切割速率。

[0090] 本文所揭示的额外图及方法中的每一者都可单独使用或与其它特征及方法结合使用,以提供改进的装置以及用于制造及使用所述装置的方法。因此,本文所揭示的特征及方法的组合可能不一定是在本发明的最广义上实践本发明所需的,而是仅被揭示用于具体地描述代表性及优选实施例。

[0091] 在阅读本发明之后,所属领域的技术人员可明白所述实施例的各种修改。举例来说,所属领域中的一般技术人员将认识到,针对不同实施例所述的各种特征可单独地或以不同组合方式与其它特征适宜地组合、拆分、及重新组合。同样地,上文所描述的各种特征应全部被视为实例实施例,而非对本发明的范围或精神的限制。

[0092] 相关领域的一般技术人员将认识到,各种实施例可包括比上文所描述的任一个别实施例中所说明的更少的特征。本文所描述的实施例并不意味对各种特征可进行组合的方式进行详尽描述。因此,如所属领域的一般技术人员应理解,实施例并非为相互排斥的特征组合;实情是,权利要求书可包括选自不同个别实施例的不同个别特征的组合。

[0093] 上文中以引用方式并入的任何参考文献都经限制使得不并入与本文的明确揭示内容相反的标的物。上文中以引用方式并入的任何参考文献进一步经限制使得所述参考文献中所包含的权利要求都不以引用方式并入本文中。上文中以引用方式并入的任何参考文献又进一步经限制使得除非明确地包含于本文中,否则所述参考文献中所提供的任何定义都不以引用方式并入本文中。

[0094] 对“实施例”、“揭示内容”、“本发明”、“本发明的实施例”、“所揭示的实施例”及本

文中所含的类似物的参考是指本专利申请案的不被视为现有技术的说明书(文本,其包括权利要求书及附图)。

[0095] 出于解释权利要求书的目的,明确指出,除非相应的权利要求书中引用特定用语“用于...的手段”或“用于...的步骤”,否则不调用35U.S.C.112(f)的规定。

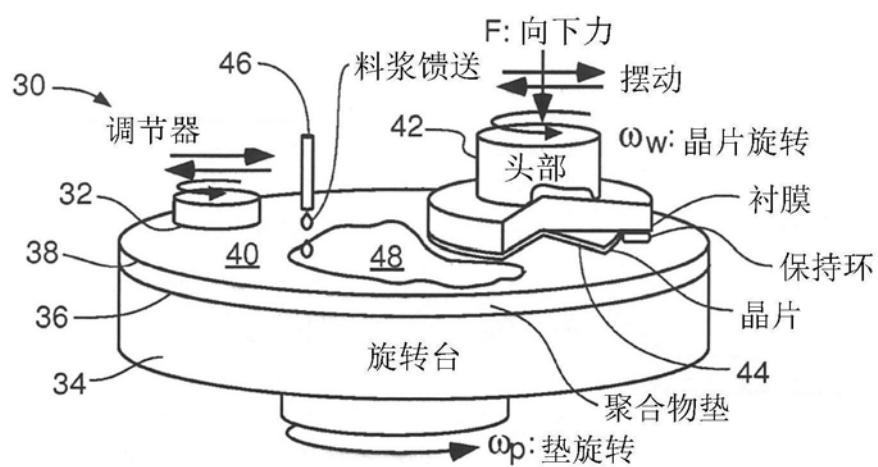


图1

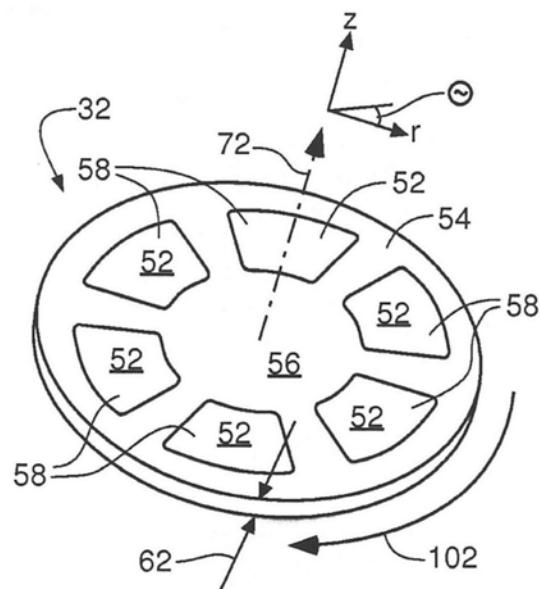


图2

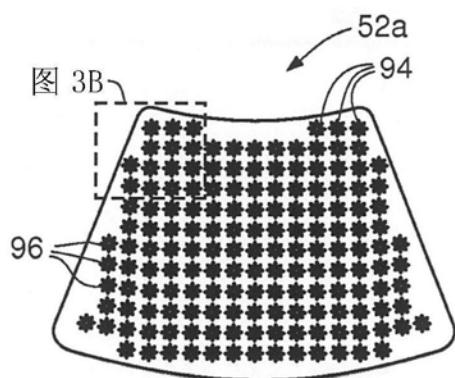


图3A

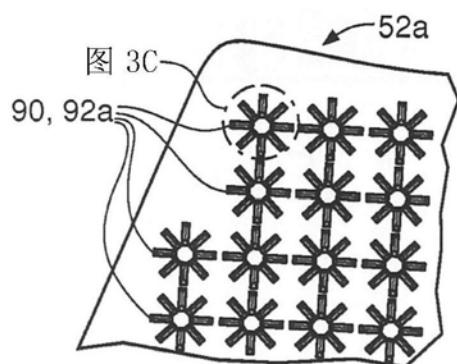


图3B

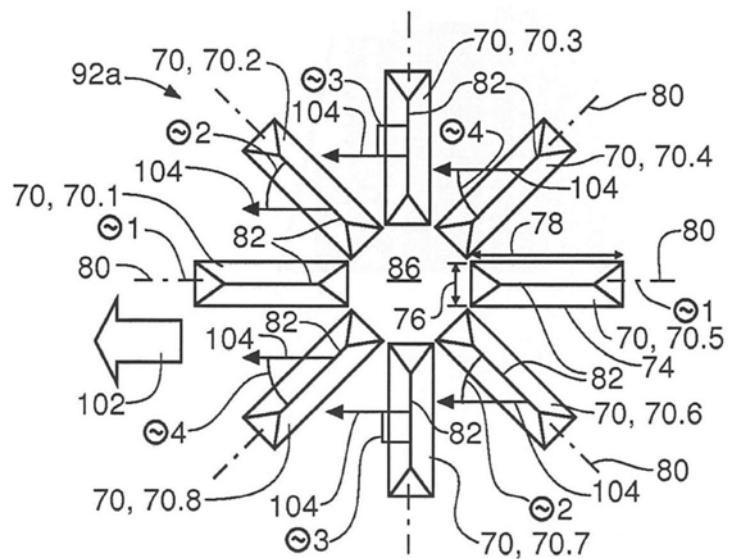


图3C

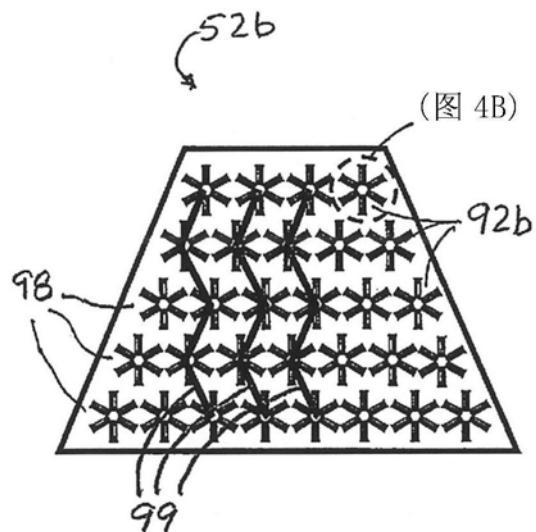


图4A

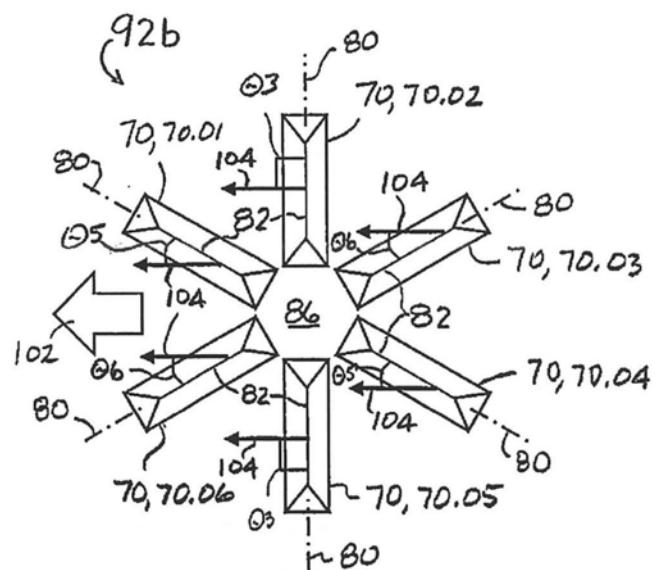


图4B

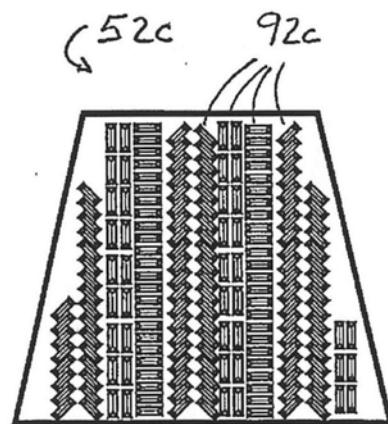


图5

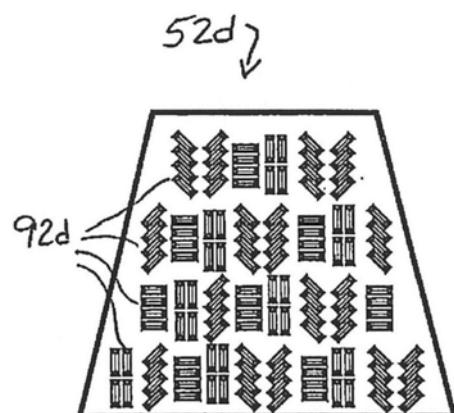


图6

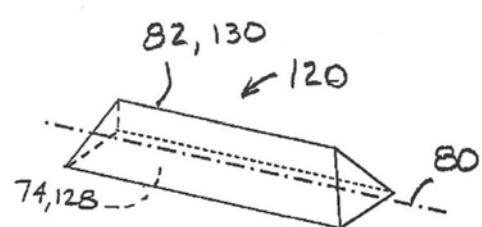


图7

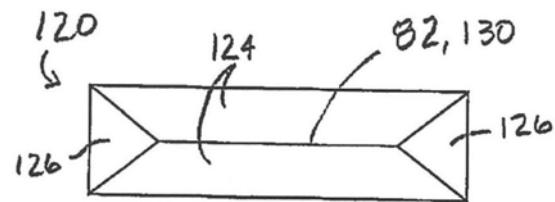


图7A

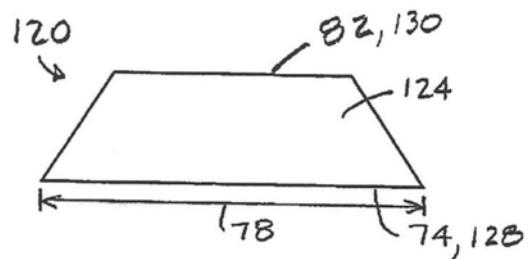


图7B

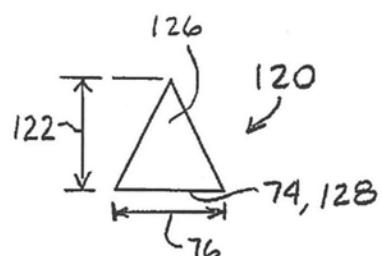


图7C

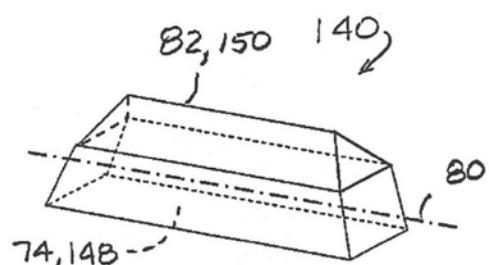


图8

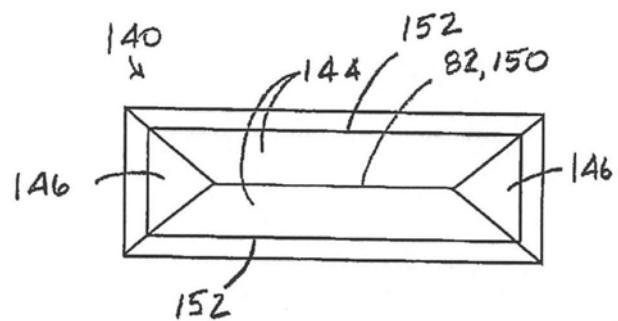


图8A

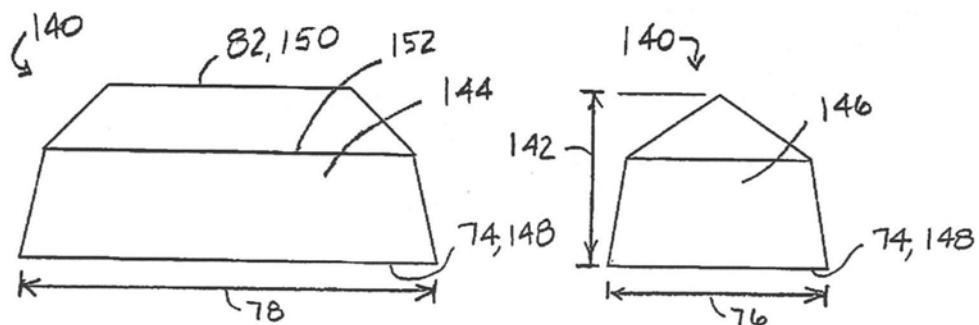


图 8B

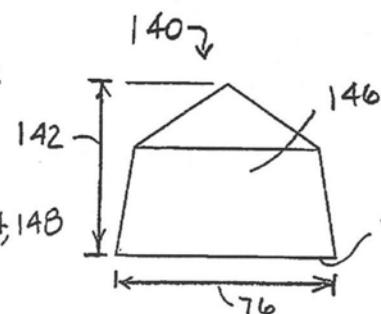


图 8C

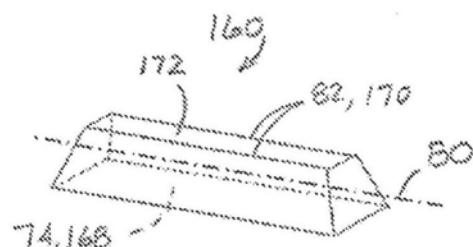


图9

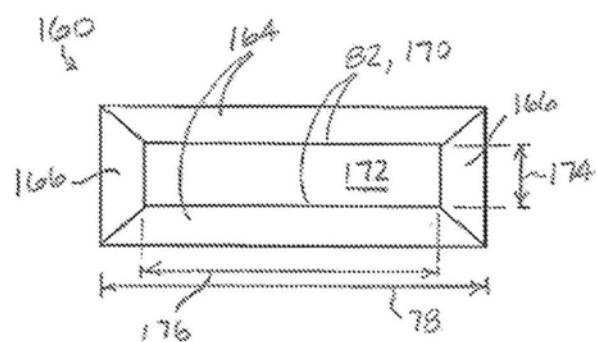


图9A

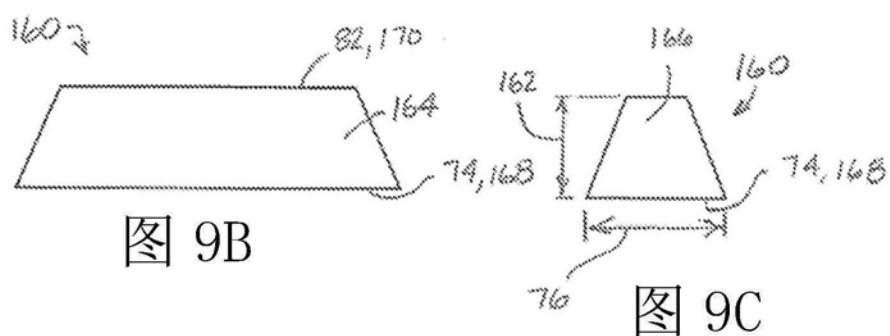


图 9B

图 9C

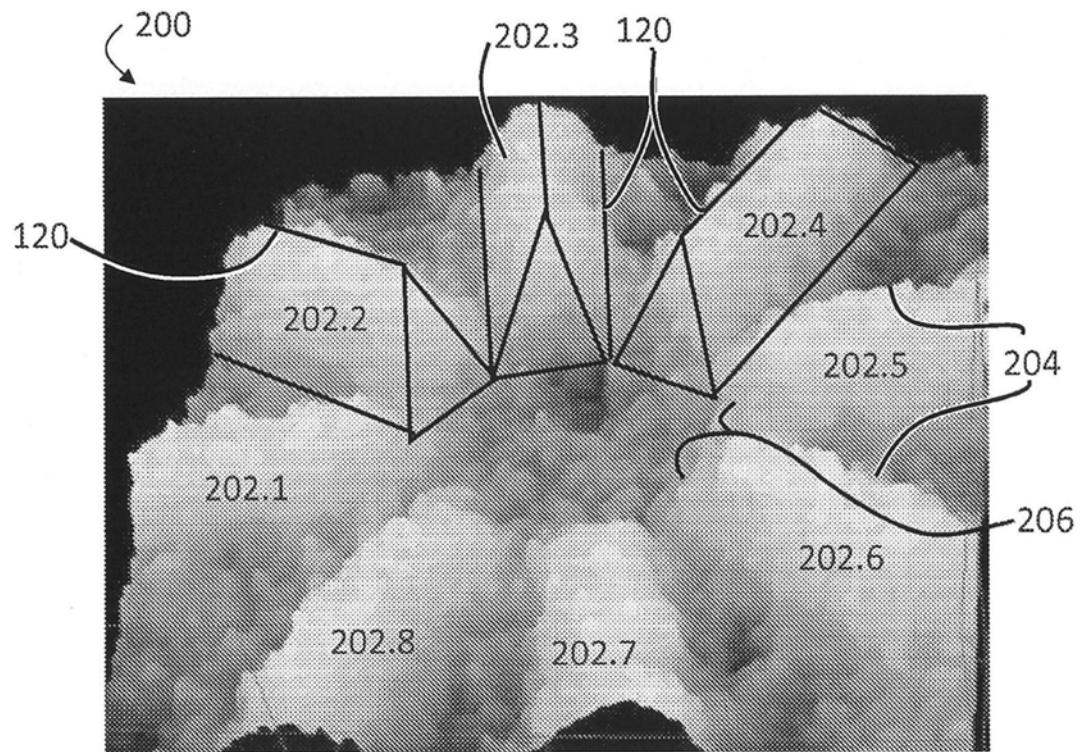


图10



图10A

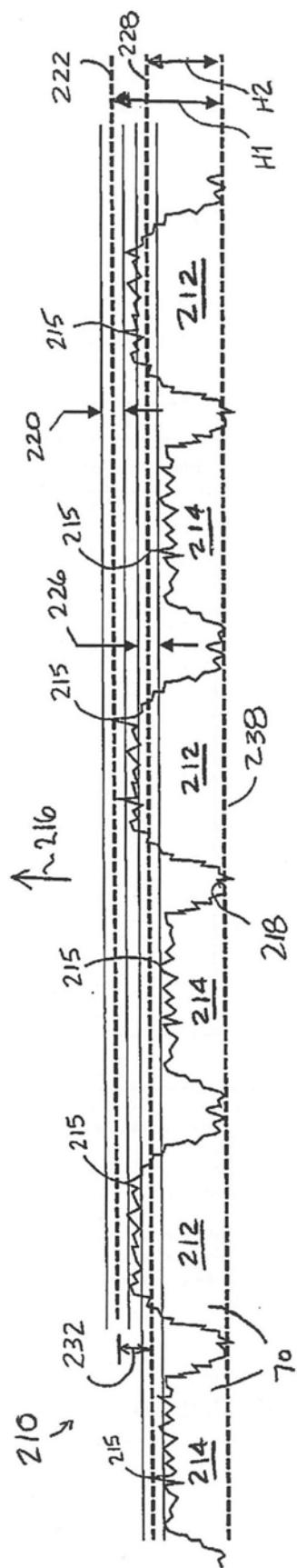


图11

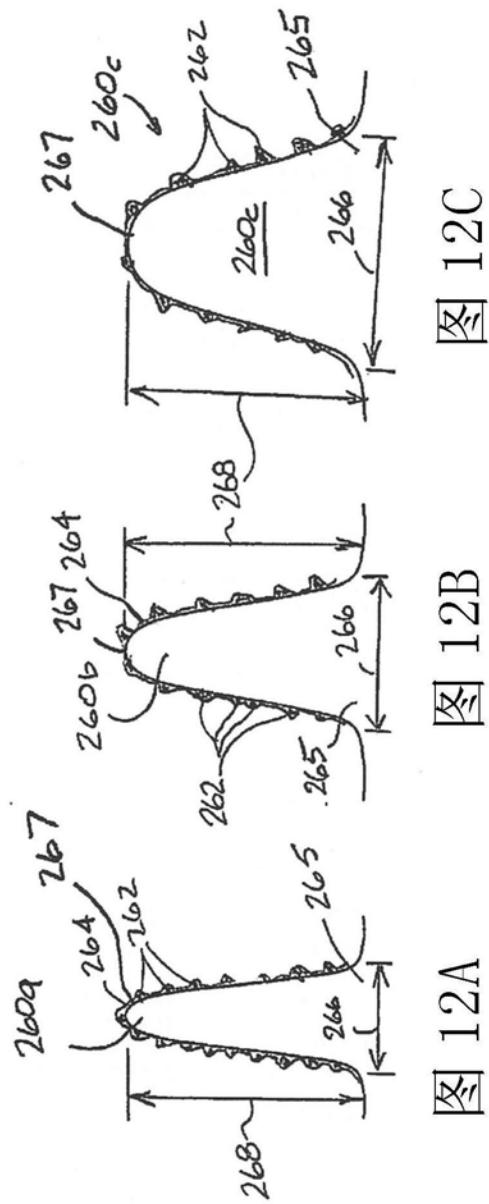


图 12A 图 12B 图 12C