



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106132630 B

(45)授权公告日 2019.11.26

(21)申请号 201580017813.4

(22)申请日 2015.03.31

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106132630 A

(43)申请公布日 2016.11.16

(30)优先权数据

61/974,848 2014.04.03 US

62/052,729 2014.09.19 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.09.29

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2015/023576 2015.03.31

(87)PCT国际申请的公布数据
W02015/153601 EN 2015.10.08

(73)专利权人 3M创新有限公司
地址 美国明尼苏达州

(72)发明人 D·K·勒胡 K·A·P·梅耶
M·M·戴维

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021

代理人 牛海军

(51)Int.Cl.

B24B 7/22(2006.01)

B24B 37/24(2012.01)

B24B 37/26(2012.01)

B24B 37/22(2012.01)

(56)对比文件

CN 101175603 A, 2008.05.07,

US 7226345 B1, 2007.06.05,

TW 200940256 A1, 2009.10.01,

审查员 吕文权

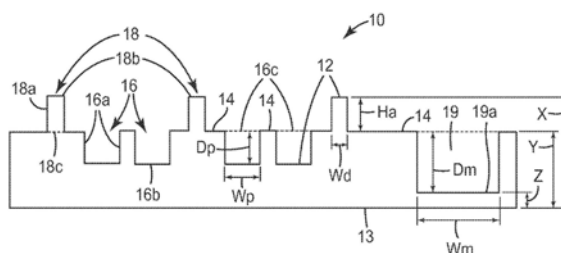
权利要求书2页 说明书39页 附图13页

(54)发明名称

抛光垫和系统以及制造和使用此类抛光垫
和系统的方法

(57)摘要

本发明涉及包括抛光层的抛光垫,其中所述抛光层包括工作表面和与所述工作表面相背对的第二表面。该工作表面包括多个精确成形孔和多个精确成形微凸体中的至少一者。本公开还涉及一种抛光系统,该抛光系统包括上述抛光垫和抛光液。本公开涉及一种抛光基板的方法,该抛光方法包括:提供根据前述抛光垫中任一种的抛光垫;提供基板,将所述抛光垫的所述工作表面与所述基板表面接触,相对彼此移动所述抛光垫和所述基板,同时保持所述抛光垫的所述工作表面与所述基板表面之间的接触,其中抛光是在抛光液的存在下进行的。



1. 一种抛光垫,包括具有工作表面和与所述工作表面相背对的第二表面的抛光层;
其中所述工作表面包括底面区域,以及多个精确成形孔和多个精确成形微凸体中的至少一者;
其中所述底面区域的厚度小于5mm,并且所述抛光层包含聚合物;
其中所述抛光层在所述精确成形微凸体的表面和所述精确成形孔的表面的任一者或两者上以及所述底面区域的表面上包括多个纳米尺寸的形貌特征结构;并且
其中所述抛光层是一片结构,所述一片结构只包括包含一种组成的一层材料。
2. 根据权利要求1所述的抛光垫,其中所述工作表面包括多个精确成形孔;并且其中所述多个精确成形孔的深度小于与每个精确成形孔相邻的所述底面区域的厚度。
3. 根据权利要求1所述的抛光垫,其中所述工作表面包括多个精确成形微凸体。
4. 根据权利要求1所述的抛光垫,其中所述多个纳米尺寸特征结构包括规则或不规则成形的凹槽,其中所述凹槽的宽度小于250nm。
5. 根据权利要求1所述的抛光垫,其中所述抛光层基本上不含无机磨料颗粒,并且其中“基本上不含”是指所述抛光层包括小于10体积%的所述无机磨料颗粒。
6. 一种抛光垫,包括具有工作表面和与所述工作表面相背对的第二表面的抛光层;
其中所述工作表面包括底面区域,以及多个精确成形孔和多个精确成形微凸体中的至少一者;
其中所述底面区域的厚度小于5mm,并且所述抛光层包含聚合物;
其中所述抛光层在所述精确成形微凸体的表面和所述精确成形孔的表面的任一者或两者上以及所述底面区域的表面上包括多个纳米尺寸的形貌特征结构;
其中所述工作表面包括次表面层和主体层;并且其中所述次表面层的后退接触角和前进接触角中的至少一者,小于所述主体层的相应后退接触角或前进接触角至少20°;并且
其中所述抛光层是一片结构,所述一片结构只包括包含一种组成的一层材料。
7. 根据权利要求6所述的抛光垫,其中所述工作表面包括多个精确成形孔;并且其中所述多个精确成形孔的深度小于与每个精确成形孔相邻的所述底面区域的厚度。
8. 根据权利要求6所述的抛光垫,其中所述工作表面包括多个精确成形微凸体。
9. 根据权利要求6所述的抛光垫,其中所述次表面层的至少一部分中的化学组合物不同于所述主体层内的化学组合物;并且其中所述次表面层的至少一部分中的所述化学组合物包括硅,所述化学组合物不同于在所述主体层内的所述化学组合物。
10. 根据权利要求6所述的抛光垫,其中所述抛光层基本上不含无机磨料颗粒,并且其中“基本上不含”是指所述抛光层包括小于10体积%的所述无机磨料颗粒。
11. 一种抛光垫,包括具有工作表面和与所述工作表面相背对的第二表面的抛光层;
其中所述工作表面包括底面区域,以及多个精确成形孔和多个精确成形微凸体中的至少一者;
其中所述底面区域的厚度小于5mm,并且所述抛光层包含聚合物;
其中所述抛光层在所述精确成形微凸体的表面和所述精确成形孔的表面的任一者或两者上以及所述底面区域的表面上包括多个纳米尺寸的形貌特征结构;
其中所述工作表面包括次表面层和主体层;并且其中所述工作表面的后退接触角小于50°;并且

其中所述抛光层是一片结构,所述一片结构只包括包含一种组成的一层材料。

12.根据权利要求11所述的抛光垫,其中所述工作表面包括多个精确成形孔;并且其中所述多个精确成形孔的深度小于与每个精确成形孔相邻的所述底面区域的厚度。

13.根据权利要求11所述的抛光垫,其中所述工作表面包括多个精确成形微凸体。

14.根据权利要求11所述的抛光垫,其中所述工作表面的所述后退接触角小于 30° 。

15.根据权利要求11所述的抛光垫,其中所述抛光层基本上不含无机磨料颗粒,并且其中“基本上不含”是指所述抛光层包括小于10体积%的所述无机磨料颗粒。

16.一种抛光基板的方法,所述方法包括:

提供根据权利要求1所述的抛光垫;

提供基板;

使所述抛光垫的所述工作表面与所述基板表面接触;

使所述抛光垫和所述基板相对于彼此移动,同时保持所述抛光垫的所述工作表面与所述基板表面之间的接触;并且

其中抛光是在抛光液的存在下进行的。

抛光垫和系统以及制造和使用此类抛光垫和系统的方法

技术领域

[0001] 本公开涉及可用于抛光基板的抛光垫和系统,以及制造和使用此类抛光垫的方法。

发明内容

[0002] 在一个实施方案中,本公开提供了包括抛光层的抛光垫,该抛光层具有工作表面和与工作表面相背对的第二表面;

[0003] 其中工作表面包括底面区域,以及多个精确成形孔和多个精确成形微凸体中的至少一者;

[0004] 其中底面区域的厚度小于约5mm,并且抛光层包含聚合物;并且

[0005] 其中抛光层在精确成形微凸体的表面、精确成形孔的表面和底面区域的表面中的至少一者上,包括多个纳米尺寸的形貌特征结构。

[0006] 在另一个实施方案中,本公开提供了包括抛光层的抛光垫,该抛光层具有工作表面和与工作表面相背对的第二表面;

[0007] 其中工作表面包括底面区域,以及多个精确成形孔和多个精确成形微凸体中的至少一者;

[0008] 其中底面区域的厚度小于约5mm,并且抛光层包含聚合物;并且

[0009] 其中工作表面包括次表面层和主体层;并且其中次表面层的后退接触角和前进接触角中的至少一者,小于主体层的相应后退接触角或前进接触角至少约20°。

[0010] 在另一个实施方案中,本公开提供了包括抛光层的抛光垫,该抛光层具有工作表面和与工作表面相背对的第二表面;

[0011] 其中工作表面包括底面区域,以及多个精确成形孔和多个精确成形微凸体中的至少一者;

[0012] 其中底面区域的厚度小于约5mm,并且抛光层包含聚合物;并且

[0013] 其中工作表面包括次表面层和主体层;并且其中工作表面的后退接触角小于约50°。

[0014] 在又一个实施方案中,本公开提供了抛光系统,包括前述抛光垫和抛光液中的任一者。

[0015] 在另一个实施方案中,本公开提供了一种抛光基板的方法,该方法包括:

[0016] 提供如前述抛光垫中的任一种抛光垫;

[0017] 提供基板;

[0018] 使抛光垫的工作表面与基板表面接触;

[0019] 使抛光垫和基板相对于彼此移动,同时保持抛光垫的工作表面与基板表面之间的接触;并且

[0020] 其中抛光是在抛光液的存在下进行的。

[0021] 本公开的以上发明内容不旨在描述本公开的每个实施方案。本公开的一个或多个

实施方案的细节也阐述于以下说明中。依据所述说明和权利要求书,本公开的其它特征结构、目标和优点将显而易见。

附图说明

[0022] 结合附图来考虑本公开的以下各种实施例的详细描述可以更完全地理解本公开,其中:

[0023] 图1A为根据本公开的一些实施方案的抛光层的一部分的示意性剖视图。

[0024] 图1B为根据本公开的一些实施方案的抛光层的一部分的示意性剖视图。

[0025] 图1C为根据本公开的一些实施方案的抛光层的一部分的示意性剖视图。

[0026] 图2为根据本公开的一些实施方案的抛光垫的抛光层的一部分的SEM图像。

[0027] 图3为根据本公开的一些实施方案的抛光垫的抛光层的一部分的SEM图像。

[0028] 图4为根据本公开的一些实施方案的抛光垫的抛光层的一部分的SEM图像。

[0029] 图5为根据本公开的一些实施方案的抛光垫的抛光层的一部分的SEM图像。

[0030] 图6为根据本公开的一些实施方案的抛光垫的抛光层的一部分的SEM图像。

[0031] 图7为在较低放大倍率下的图6所示抛光垫的抛光层的SEM图像,其中示出了工作表面中的巨大通道。

[0032] 图8A为根据本公开的一些实施方案的抛光垫的抛光层的一部分的SEM图像。

[0033] 图8B为根据本公开的一些实施方案的抛光垫的抛光层的一部分的SEM图像。

[0034] 图9为根据本公开的一些实施方案的抛光层的一部分的俯视示意图。

[0035] 图10A为根据本公开的一些实施方案的抛光垫的示意性剖视图。

[0036] 图10B为根据本公开的一些实施方案的抛光垫的示意性剖视图。

[0037] 图11示出根据本公开的一些实施方案的应用抛光垫和方法的抛光系统示例的示意图。

[0038] 图12A和图12B分别为等离子处理之前和之后的抛光层的一部分的SEM图像。

[0039] 图12C和图12D分别为较高放大倍率下的图12A和图12B的SEM图像。

[0040] 图13A和图13B分别为抛光层等离子处理之前和之后,将包含荧光盐的一滴水滴在抛光层的工作表面上的照片。

[0041] 图14A和图14B分别为进行钨CMP之前和之后的实施例1的抛光层的一部分的SEM图像。

[0042] 图15A为实施例3的抛光垫的抛光层的一部分的SEM图像。

[0043] 图15B为实施例5的抛光垫的抛光层的一部分的SEM图像。

具体实施方式

[0044] 已将各种制品、系统和方法用于抛光基板。这些抛光制品、系统和方法是基于基板的期望最终用途特点而选择的,包括但不限于CMP,例如表面粗糙度和缺陷(划痕、凹陷等),及平面度,该平面度包括局部平面度(即基板的具体区域)和整体平面度(即整个基板表面的平面度)。由于最终用途需求会因需要将微米级甚至是纳米级特征结构抛光至所需规格(例如表面光洁度)而极端严格,所以基板(诸如半导体晶片)的抛光呈现特别艰难的挑战。通常,随着改进或保持期望的表面光洁度,抛光过程还需要去除材料,去除材料可包括去除

单基板材料中的材料,或同时去除基板同一平面或层内的两种或更多种不同材料的组合。可单独或同时抛光的材料包含电绝缘材料(即电介质)和导电材料(例如金属)。例如,在涉及阻挡层化学机械平面化(CMP)的单个抛光步骤中,抛光垫可能需要去除金属,例如铜,和/或粘合/阻挡层和/或覆盖层(例如钽和氮化钽),和/或介电材料(例如无机材料诸如氧化硅或其他玻璃)。由于介电层、金属层、粘合/阻挡和/或覆盖层之间的材料性能和抛光特点,连同待抛光的晶片特征尺寸存在差异,因此对抛光垫的需求可较为极端。为了满足严格的要求,抛光垫以及垫与垫之间的相应力学性能需要高度一致,否则将改变垫与垫之间的抛光特点,这可对相应的晶片处理时间和最终晶片参数造成不利影响。

[0045] 当前,对于很多CMP过程采用的抛光垫来说,其垫形貌、垫表面形貌尤为重要。形貌的一种类型涉及垫多孔性,例如垫内的孔。因为抛光垫通常与抛光液,典型地,浆液(包含磨料颗粒的流体)一起使用,并且多孔性使得沉积在垫上的一部分抛光液被包含在孔中,所以期望抛光垫具有多孔性。一般来讲,认为前述现象有利于CMP过程。通常,抛光垫在本质上是聚合的有机材料。将孔纳入抛光垫中的一种现有方法是制备聚合物泡沫抛光垫,而孔作为垫制造(发泡)过程的结果被引入其中。另一种方法是制备由两种或更多种不同聚合物构成的垫,其中该聚合物共混物经由相分离而形成两相结构。共混物的聚合物中的至少一种可溶于水或溶剂,并且在抛光过程之前或期间被提取,从而至少在垫工作表面上或附近形成孔。垫的工作表面是邻近并且至少部分接触待抛光基板(例如晶片表面)的垫表面。由于多孔性常使得垫较为柔软或刚度较低,所以把孔引入到抛光垫中不仅有助于抛光液的使用,还改变了垫的力学性能。在获得期望的抛光结果方面,垫的力学性能也起到关键作用。然而,通过发泡或聚合物共混物/提取过程引入孔,对于在获得单个垫中及垫与垫之间的均匀孔尺寸、均匀孔分布和均匀总孔体积提出了挑战。另外,由于用于制造垫的一些过程步骤在本质上有些随机(形成发泡聚合物并且将聚合物混合,从而形成聚合物共混物),因此会出现随机变化的孔尺寸、分布和总孔体积。这导致了单个垫内的变化以及不同垫之间的变化,这种变化可引起不可接受的抛光性能变化。

[0046] 对抛光过程至关重要的第二类型垫形貌涉及垫表面上的微凸体。用于CMP中的现有聚合物垫,经常需要例如垫修整过程,以产生期望的垫表面形貌。该表面形貌包括将与待抛光基板表面接触的微凸体。微凸体的尺寸和分布被视为涉及垫抛光性能的关键参数。在垫表面和修整器表面相对于彼此移动的同时,垫修整过程通常使用垫修整器、具有磨料颗粒并在指定压力下与垫表面接触的磨料制品。垫修整器的磨料颗粒研磨抛光垫的表面并且产生期望的表面纹理,例如微凸体。因为在整个垫表面上获得微凸体的期望尺寸、形状和面密度依赖于修整过程的过程参数以及这些参数得以良好保持的程度、垫修整器的研磨表面的均匀性以及整个垫表面和贯穿垫深度的垫力学性能的均匀性,所以使用垫修整过程会将额外变化性带入到抛光过程中。由于垫修整过程而产生的该额外变化性,还可使抛光性能产生不可接受的变化。

[0047] 总的来说,需要不断改进的抛光垫,使其可提供单个垫和垫与垫之间的一致的、可重复的垫表面形貌(例如微凸体和/或多孔性),从而产生增强的和/或可更好重现的抛光性能。

[0048] 定义

[0049] 如本文所用,单数形式“一个”、“一种”、和“所述”包括复数指代,除非所述内容清

楚地表示其他含义。在本说明书和所附实施方案中所用的术语“或”通常以其包括“和/或”的含义使用,除非所述内容清楚地表示其他含义。

[0050] 如本文所用,通过端点表述的数值范围包括此范围内所含的所有数值(例如1至5包括1、1.5、2、2.75、3、3.8、4和5)。

[0051] 除非另外指明,否则说明书和实施方案中所用的表达数量或成分、性质量度等的所有数值在所有情况下均应理解成被术语“约”修饰。因此,除非有相反的说明,否则前述说明书和所附实施方案列表中阐述的数值参数可根据本领域技术人员使用本公开的教导内容寻求获得的所需性质而变化。在最低程度上,并且不试图将等同原则的应用限制到受权利要求书保护的实施方案的范围内的条件下,至少应该根据所记录的数值的有效数位和通过惯常的四舍五入法来解释每一个数值参数。

[0052] “工作表面”是指将邻近并且至少部分接触待抛光基板表面的抛光垫表面。

[0053] “孔”是指工作表面中的腔,其允许将流体,例如液体,包含在其中。孔使得至少一些流体被包含在孔内,并且不会流出孔。

[0054] “精确成形”是指形貌特征结构,例如微凸体或孔,具有相应模具型腔或模具突出部的相反形状的塑造形状,从模具去除形貌特征结构后该形状得以保留。通过发泡过程或从聚合物基体去除可溶性材料(例如水溶性颗粒)而形成的孔不是精确成形孔。

[0055] “微米复制”是指通过以下方式来制备精确成形的形貌特征结构的制造技术:在生产工具中,例如模具或压花工具中,铸造或模塑聚合物(或之后会固化形成聚合物的聚合物前驱体),其中生产工具具有多个纳米尺寸至毫米尺寸的形貌特征结构。在从生产工具去除聚合物时,聚合物表面会出现一系列形貌特征结构。聚合物表面的形貌特征结构的形状与原始生产工具的特征结构相反。当生产工具具有腔和微米复制孔(即精确成形孔)时,以及当生产工具具有突出部时,本文公开的微米复制制造技术固有地导致了微米复制层(即抛光层)的形成,该微米复制层包括微米复制微凸体,即精确成形微凸体。如果生产工具包括腔和突出部,那么微米复制层(抛光层)将既具有微米复制微凸体,即精确成形微凸体,又具有微米复制孔,即精确成形孔。

[0056] 本公开涉及用于抛光基板(包括但不限于半导体晶片)的制品、系统和方法。为满足与半导体晶片抛光相关联的公差要求,需要使用一致的抛光垫材料和包括垫修整的一致的抛光过程,来形成垫表面中的期望的形貌,例如微凸体。现有抛光垫因其制造过程而在关键参数方面(诸如整个垫表面上的和贯穿垫厚度的孔尺寸、分布和总体积)具有固有变化性。另外,由于修整过程的变化性和垫的材料性能的变化性,在垫表面上的微凸体尺寸和分布具有变化性。通过提供被精确设计和制造以具有多个可重复的形貌特征结构,并包括至少一个微凸体、孔和它们的组合的抛光垫的工作表面,本公开的抛光垫克服了大部分前述问题。微凸体和孔被设计成具有从毫米到微米范围的尺寸,公差低至1微米或更低。由于微凸体形貌是精确制造,因此不需修整过程即可使用本公开的抛光垫,这消除了对研磨垫修整器和相应修整过程的需求,从而大量节约了成本。另外,精确制造的孔形貌确保了在抛光垫工作表面上的均匀的孔尺寸和孔分布,从而使得抛光性能得到改善并且抛光液用量较低。

[0057] 图1A中示出了根据本公开的一些实施方案的抛光层10的一部分的示意性剖视图。具有厚度X的抛光层10包括工作表面12和与工作表面12相背对的第二表面13。工作表面12

是具有精确制造形貌的精确制造表面。工作表面包括多个精确成形孔、精确成形微凸体中的至少一者和它们的组合。工作表面12包括具有深度 D_p 、侧壁16a和基部16b的多个精确成形孔16,以及具有高度 H_a 、侧壁18a和顶端18b的多个精确成形微凸体18,其中顶端具有宽度 W_d 。精确成形微凸体和微凸体基部的宽度可与它们的顶端宽度一样,皆为 W_d 。底面区域14位于精确成形孔16和精确成形微凸体18之间的区域,并且可被视为工作表面的一部分。精确成形微凸体侧壁18a和与其相邻的底面区域14的表面的相交部限定了微凸体底部的位置,并且限定一组精确成形微凸体基部18c。精确成形孔侧壁16a和与其相邻的底面区域14的表面的相交部被视为孔的顶部,并且限定具有宽度 W_p 的一组精确成形孔开口16c。因为精确成形微凸体的基部和相邻的精确成形孔的开口均由相邻底面区域所确定,所以微凸体基部相对于至少一个相邻孔开口基本上共面。在一些实施方案中,多个微凸体基部相对于至少一个相邻孔开口基本上共面。多个微凸体基部可包括抛光层的总微凸体基部的至少约10%、至少约30%、至少约50%、至少约70%、至少约80%、至少约90%、至少约95%、至少约97%、至少约99%,或甚至至少约100%。底面区域在精确成形的形貌特征结构之间提供了明显的分离区域,包括相邻精确成形微凸体和精确成形孔之间的分离、相邻精确成形孔之间的分离,和/或相邻精确成形微凸体之间的分离。

[0058] 尽管可呈现出与制造过程相符的较小弯曲和/或厚度变化,但是底面区域14可基本上是平面的,并且具有基本上平均的厚度 Y 。由于底面区域的厚度 Y 必须比多个精确成形孔的深度大,因此底面区域的厚度可比本领域已知的可仅具有微凸体的其他磨料制品厚度大。在本公开的一些实施方案中,当精确成形微凸体和精确成形孔都存在于抛光层中时,底面区域的纳入允许人们独立于多个精确成形孔的面密度而设计精确成形微凸体的面密度,从而带来更大的设计灵活性。与之形成对比的是,在常规垫中,通常在大致平面的垫表面上形成一系列相交凹槽。相交的凹槽导致形成了纹理化工作表面,其中凹槽(表面上去除了材料的区域)限定了工作表面的上部区域(表面未去除材料的区域),也就是会与要研磨或抛光的基板接触的区域。在这种已知方法中,凹槽的尺寸、布局 and 数量限定了工作表面的上部区域的尺寸、布局 and 数量,也就是说,工作表面的上部区域的面密度取决于凹槽的面密度。与可包含抛光液的孔相比,凹槽还可延伸跨过垫的整个长度,从而允许抛光液流出凹槽。具体地讲,孔可将抛光液保持在贴近工作表面之处,因此精确成形孔的纳入可为苛刻应用(例如CMP)带来更强的抛光液递送效果。

[0059] 抛光层10可包括至少一个巨大通道。图1A示出具有宽度 W_m 、深度 D_m 和基部19a的巨大通道19。具有厚度 Z 的次级底面区域由巨大通道基部19a限定。如前所述,由巨大通道的基部限定的次级底面区域不被视为底面区域14的一部分。在一些实施方案中,一个或多个次级孔(未示出)可被包括在至少一个巨大通道的至少一部分基部中。一个或多个次级孔具有次级孔开口(未示出),次级孔开口与巨大通道19的基部19a基本上共面。在一些实施方案中,至少一个巨大通道的基部基本上不含次级孔。

[0060] 精确成形孔16的形状不受特别限制,包括但不限于圆柱、半球、立方体、矩形棱柱、三棱柱、六方柱、三棱锥、4面、5面和6面锥体、截棱锥、圆锥、截顶圆锥等。精确成形孔16相对于孔开口的最低点被视为孔的底部。所有精确成形孔16的形状可以是相同的,或者可以使用不同形状的组合。在一些实施方案中,精确成形孔的至少约10%、至少约30%、至少约50%、至少约70%、至少约90%、至少约95%、至少约97%、至少约99%,或甚至至少约100%

被设计成具有相同形状和尺寸。鉴于制造精确成形孔的精确制造过程,公差通常为小的。对于被设计成具有相同孔尺寸的多个精确成形孔,孔尺寸是均一的。在一些实施方案中,对应于多个精确成形孔的尺寸(例如高度、孔开口的宽度、长度和直径)的至少一个距离尺寸的标准偏差小于约20%、小于约15%、小于约10%、小于约8%、小于约6%、小于约4%、小于约3%、小于约2%,或甚至小于约1%。可用已知统计技术测量标准偏差。可由至少5个孔或甚至至少10个孔、至少20个孔的样本量计算标准偏差。样本量可不大于200个孔、不大于100个孔或甚至不大于50个孔。可自抛光层上的单个区域或抛光层的多个区域随机选择样品。

[0061] 精确成形孔开口16c的最长尺寸(例如当精确成形孔16为圆柱形时的直径)可小于约10mm、小于约5mm、小于约1mm、小于约500微米、小于约200微米、小于约100微米、小于约90微米、小于约80微米、小于约70微米、或甚至小于约60微米。精确成形孔开口16c的最长尺寸可大于约1微米、大于约5微米、大于约10微米、大于约15微米,或者甚至大于约20微米。精确成形孔16的横截面积(例如当精确成形孔16是圆柱形时,该横截面为圆)在孔的整个深度中可以是均匀的,或者,如果精确成形孔侧壁16a从开口到基部向内逐渐收拢,那么该横截面积可以减小,或者,如果精确成形孔侧壁16a向外逐渐扩张,那么该横截面积可以增大。对于每种设计来说,精确成形孔开口16c可都具有大约相同的最长尺寸,或者该最长尺寸可在精确成形孔开口16c之间变化,或在多组不同精确成形孔开口16之间变化。精确成形孔开口的宽度 W_p 可与上述最长尺寸值相等。

[0062] 多个精确成形孔的深度 D_p 不受特别限制。在一些实施方案中,多个精确成形孔的深度小于各精确成形孔的相邻底面区域的厚度,即精确成形孔不是贯穿底面区域14整个厚度的通孔。这使得孔将流体捕集并保持在贴近工作表面之处。尽管多个精确成形孔的深度可如上所述那样的受限,但这并未阻止将一个或多个其他通孔纳入垫内,例如使抛光液向上穿过抛光层而达到工作表面的通孔,或使气流流过抛光垫的通道。通孔被定义为贯穿底面区域14整个厚度Y的孔洞。

[0063] 在一些实施方案中,抛光层不含通孔。因为在使用过程中垫经常凭借粘合剂(例如压敏粘合剂)被安装到另一基板(例如子垫或压盘)上,所以通孔可允许抛光液从垫渗出至垫-粘合剂交界面上。抛光液对粘合剂可为腐蚀的,并对垫及其附着的基板之间的粘合剂完整性造成有害损耗。

[0064] 多个精确成形孔16的深度 D_p 可小于约5mm、小于约1mm、小于约500微米、小于约200微米、小于约100微米、小于约90微米、小于约80微米、小于约70微米,或甚至小于约60微米。精确成形孔16的深度可大于约1微米、大于约5微米、大于约10微米、大于约15微米,或甚至大于约20微米。多个精确成形孔的深度可介于约1微米和约5mm之间、介于约1微米和约1mm之间、介于约1微米和约500微米之间、介于约1微米和约200微米之间、介于约1微米和约100微米之间、介于约5微米和约5mm之间、介于约5微米和约1mm之间、介于约5微米和约500微米之间、介于约5微米和约200微米之间、或甚至介于约5微米和约100微米之间。所有精确成形孔16可具有相同深度,或者该深度可在精确成形孔16之间变化,或在多组不同精确成形孔16之间变化。

[0065] 在一些实施方案中,至少约10%、至少约30%、至少约50%、至少约70%、至少约80%、至少约90%、至少约95%或甚至至少约100%的多个精确成形孔的深度介于约1微米和约500微米之间、介于约1微米和约200微米之间、介于约1微米和约150微米之间、介于约1

微米和约100微米之间、介于约1微米和约80微米之间、介于约1微米和约60微米之间、介于约5微米和约500微米之间、介于约5微米和约200微米之间、介于约5微米和约150微米之间、介于约5微米和约100微米之间、介于约5微米和约80微米之间、介于约5微米和约60微米之间、介于约10微米和约200微米之间、介于约10微米和约150微米之间、或甚至介于约10微米和约100微米之间。

[0066] 在一些实施方案中,至少一部分、直至所有(含所有)的多个精确成形孔的深度小于所述至少一个巨大通道的至少一部分的深度。在一些实施方案中,至少约50%、至少约60%、至少约70%、至少约80%、至少约90%、至少约95%、至少约99%或甚至至少约100%的多个精确成形孔的深度小于至少一部分巨大通道的深度。

[0067] 精确成形孔16可均匀分布,即在抛光层10表面上具有单个面密度,或者在抛光层10表面上具有不同面密度。精确成形孔16的面密度可小于约1,000,000/mm²、小于约500,000/mm²、小于约100,000/mm²、小于约50,000/mm²、小于约10,000/mm²、小于约5,000/mm²、小于约1,000/mm²、小于约500/mm²、小于约100/mm²、小于约50/mm²、小于约10/mm²、或甚至小于约5/mm²。精确成形孔16的面密度可大于约1/dm²、可大于约10/dm²、可大于约100/dm²、可大于约5/cm²、可大于约10/cm²、可大于约100/cm²、或甚至可大于约500/cm²。

[0068] 精确成形孔开口16c的总横截面积与投影抛光垫表面面积的比率可大于约0.5%、大于约1%、大于约3%、大于约5%、大于约10%、大于约20%、大于约30%、大于约40%、或甚至大于约50%。精确成形孔开口16c的总横截面积相对于投影抛光垫表面面积的比率可小于约90%、小于约80%、小于约70%、小于约60%、小于约50%、小于约40%、小于约30%、小于约25%、或甚至小于约20%。投影抛光垫表面面积是将抛光垫的形状投影到平面上产生的面积。例如,具有半径r的圆形抛光垫,其投影表面面积为pi乘以半径的平方,即圆形投影在平面上的面积。

[0069] 精确成形孔16可随机布置在抛光层10的表面上,或者可在抛光层10上以图案布置,例如重复图案。图案包括但不限于正方形阵列、六角形阵列等。可使用图案的组合。

[0070] 精确成形微凸体18的形状不受特别限制,包括但不限于圆柱、半球、立方体、矩形棱柱、三棱柱、六方柱、三棱锥、4面、5面和6面锥体、截棱锥、圆锥、截顶圆锥等。精确成形微凸体侧壁18a与底面区域14的相交部被视为微凸体的基部。从微凸体基部18c至顶端18b所测得的精确成形微凸体18的最高点,被视为微凸体的顶部,并且顶端18b与微凸体基部18c之间的距离是微凸体的高度。所有精确成形微凸体18的形状可以是相同的,或者可以使用不同形状的组合。在一些实施方案中,精确成形微凸体的至少约10%、至少约30%、至少约50%、至少约70%、至少约90%、至少约95%、至少约97%、至少约99%或甚至至少约100%被设计成具有相同形状和尺寸。鉴于制造精确成形微凸体的制造过程很精确,公差通常为小的。对于被设计成具有相同微凸体尺寸的多个精确成形微凸体,微凸体尺寸是均一的。在一些实施方案中,对应于多个精确成形微凸体的尺寸(例如高度、顶端宽度、基部宽度、长度和直径)的至少一个距离尺寸的标准偏差小于约20%、小于约15%、小于约10%、小于约8%、小于约6%、小于约4%、小于约3%、小于约2%,或甚至小于约1%。可用已知统计技术测量标准偏差。可由至少5个微凸体、至少10个微凸体、或甚至至少20个微凸体,乃至更多个微凸体的样本量计算标准偏差。样本量可以不大于200个微凸体、不大于100个微凸体或甚至不大于50个微凸体。可自抛光层上的单个区域或抛光层的多个区域随机选择样品。

[0071] 在一些实施方案中,精确成形微凸体的至少约50%、至少约70%、至少约90%、至少约95%、至少约97%、至少约99%或甚至至少约100%为固体结构。固体结构被定义为具有小于约10体积%、小于约5体积%、小于约3体积%、小于约2体积%、小于约1体积%、小于约0.5体积%或甚至0体积%多孔部分的结构。多孔部分可包括非封闭式结构或封闭式结构,如见于通过已知技术诸如冲孔、钻孔、模切、激光切割、水射流切割等,特意制造在微凸体中的例如泡沫或加工孔洞中的那些。在一些实施方案中,精确成形微凸体不含加工孔洞。进行加工过程之后,加工孔洞可引起材料在孔洞边缘附近发生不需要的变形或堆积,从而可造成被抛光基板(例如半导体晶片)出现表面缺陷。

[0072] 就精确成形微凸体18的横截面积而言,其最长尺寸,例如当精确成形微凸体18为圆柱形时的直径,可小于约10mm、小于约5mm、小于约1mm、小于约500微米、小于约200微米、小于约100微米、小于约90微米、小于约80微米、小于约70微米,或甚至小于约60微米。精确成形微凸体18的最长尺寸可大于约1微米、大于约5微米、大于约10微米、大于约15微米,或甚至大于约20微米。精确成形微凸体18的横截面积(例如当精确成形的最长尺寸18是圆柱形时,该横截面为圆)在孔的整个高度上可以是均匀的,或者,如果精确成形微凸体侧壁18a从微凸体顶部到基部向内逐渐收拢,那么精确成形微凸体18的横截面积可以减小,或者,如果精确成形微凸体侧壁18a从微凸体顶部到基部向外逐渐扩张,那么精确成形微凸体18的横截面积可以增大。对于每种设计来说,精确成形微凸体18可都具有相同的最长尺寸,或者最长尺寸可在精确成形微凸体18之间变化,或在多组不同精确成形微凸体18之间变化。精确成形微凸体基部的顶端的宽度 W_d 可与上述最长尺寸值相等。精确成形微凸体基部的宽度可与上述最长尺寸值相等。

[0073] 精确成形微凸体18的高度可小于约5mm、小于约1mm、小于约500微米、小于约200微米、小于约100微米、小于约90微米、小于约80微米、小于约70微米,或甚至小于约60微米。精确成形微凸体18的高度可大于约1微米、大于约5微米、大于约10微米、大于约15微米,或甚至大于约20微米。精确成形微凸体18可都具有相同的高度,或者该高度可在精确成形微凸体18之间,或在多组不同精确成形微凸体18之间变化。在一些实施方案中,抛光层工作表面包括第一组精确成形微凸体和至少一个第二组精确成形微凸体,其中第一组精确成形微凸体的高度大于第二组精确成形微凸体的高度。多组的多个精确成形微凸体的存在,其中每组微凸体具有不同高度,可提供不同的抛光微凸体平面。如果微凸体表面被改性为亲水性的,并且在某种程度的抛光后,第一组微凸体被磨损(包括去除亲水性表面),允许第二组微凸体接触被抛光基板,并提供用于抛光的新微凸体,那么这可以是尤其有利的。第二组微凸体还可以具有亲水性表面,以及超过被磨损的第一组微凸体的抛光性能。第一组多个精确成形微凸体的高度可介于3微米和50微米之间、介于3微米和30微米之间、介于3微米和20微米之间、介于5微米和50微米之间、介于5微米和30微米之间、介于5微米和20微米之间、介于10微米和50微米之间、介于10微米和30微米之间、或甚至介于10微米和20微米之间,其大于至少一个第二组的多个精确成形微凸体的高度。

[0074] 在一些实施方案中,为了方便在抛光层-抛光基板界面处使用抛光液,至少约10%、至少约30%、至少约50%、至少约70%、至少约80%、至少约90%、至少约95%或甚至至少约100%的多个精确成形微凸体的高度介于约1微米和约500微米之间、介于约1微米和约200微米之间、介于约1微米和约100微米之间、介于约1微米和约80微米之间、介于约1微

米和约60微米之间、介于约5微米和约500微米之间、介于约5微米和约200微米之间、介于约5微米和约150微米之间、介于约5微米和约100微米之间、介于约5微米和约80微米之间、介于约5微米和约60微米之间、介于约10微米和约200微米之间、介于约10微米和约150微米之间、或甚至介于约10微米和约100微米之间。

[0075] 精确成形微凸体18可均匀分布,即在抛光层10表面上具有单个面密度,或者在抛光层10表面上具有不同面密度。精确成形微凸体18的面密度可小于约 $1,000,000/\text{mm}^2$ 、小于约 $500,000/\text{mm}^2$ 、小于约 $100,000/\text{mm}^2$ 、小于约 $50,000/\text{mm}^2$ 、小于约 $10,000/\text{mm}^2$ 、小于约 $5,000/\text{mm}^2$ 、小于约 $1,000/\text{mm}^2$ 、小于约 $500/\text{mm}^2$ 、小于约 $100/\text{mm}^2$ 、小于约 $50/\text{mm}^2$ 、小于约 $10/\text{mm}^2$ 、或甚至小于约 $5/\text{mm}^2$ 。精确成形微凸体18的面密度可大于约 $1/\text{dm}^2$ 、可大于约 $10/\text{dm}^2$ 、可大于约 $100/\text{dm}^2$ 、可大于约 $5/\text{cm}^2$ 、可大于约 $10/\text{cm}^2$ 、可大于约 $100/\text{cm}^2$ 、或甚至可大于约 $500/\text{cm}^2$ 。在一些实施方案中,多个精确成形微凸体的面密度与多个精确成形孔的面密度无关。

[0076] 精确成形微凸体18可随机布置在抛光层10的整个表面上,或者可在整个抛光层10上被布置成一种图案,例如重复图案。图案包括但不限于正方形阵列、六角形阵列等。可使用图案的组合。

[0077] 顶端18b相对于投影抛光垫表面面积的总横截面积可大于约0.01%、大于约0.05%、大于约0.1%、大于约0.5%、大于约1%、大于约3%、大于约5%、大于约10%、大于约15%、大于约20%、或甚至大于约30%。精确成形微凸体18的顶端18b相对于投影抛光垫表面面积的总横截面积可小于约90%、小于约80%、小于约70%、小于约60%、小于约50%、小于约40%、小于约30%、小于约25%、或甚至小于约20%。精确成形微凸体基部相对于总投影抛光垫表面面积的总横截面积可与针对顶端所描述的一样。

[0078] 图2为根据本公开的一个实施方案的抛光垫的抛光层10的SEM图像。抛光层10包括工作表面12,该工作表面是具有精确制造形貌的精确制造表面。图2的工作表面12包括多个精确成形孔16和多个精确成形微凸体18。精确成形孔16为圆柱形,其在孔开口处具有约42微米的直径,并且具有约30微米的深度。精确成形孔16被布置成中心到中心的距离为约60微米的正方阵列。相对于抛光垫的总投影表面,精确成形孔开口的总横截面积,即多个孔开口的横截面积之和,为约45%。精确成形微凸体18为圆柱形,其顶端的直径为约20微米,高度为约30微米。精确成形微凸体18位于底面区域14上精确成形孔16之间。精确成形微凸体18被布置成中心到中心的距离为约230微米的正方阵列。精确成形微凸体18各自具有围绕该微凸体径向间隔90°的突出的四个凸缘18f。凸缘18f始自距离精确成形微凸体18的顶部约10微米处,其高度逐渐减小,并终止于距离微凸体基部约15微米的底面区域14处。相对于抛光垫的总投影表面,多个精确成形微凸体18的顶端的总横截面积,即多个微凸体的顶端的横截面积之和,为约0.6%。

[0079] 一般来讲,凸缘为精确成形微凸体提供支撑,阻止微凸体在抛光过程期间过分弯曲,并且使得微凸体的顶端与被抛光基板表面保持接触。尽管图2中每个精确成形微凸体具有四个凸缘,但每个微凸体的凸缘数量可根据精确成形微凸体图案的设计和/或抛光层的设计而变化。可为每个微凸体使用零个、一个、两个、三个、四个、五个、六个或甚至多于六个凸缘。取决于抛光层的最终设计参数以及参数与抛光性能的关系,不同微凸体的凸缘数量可发生变化。例如,一些精确成形微凸体可不具有凸缘,而其他精确成形微凸体可具有两个凸缘,并且另外的精确成形微凸体可具有四个凸缘。在一些实施方案中,至少一部分精确成

形微凸体包括凸缘。在一些实施方案中,所有精确成形微凸体均包括凸缘。

[0080] 图3为根据本公开的另一个实施方案的抛光垫的抛光层10的SEM图像。抛光层10包括工作表面12,该工作表面是具有精确制造形貌的精确制造表面。图3的工作表面包括多个精确成形孔16和多个精确成形微凸体18。精确成形孔16为圆柱形形状,其在孔开口处具有约42微米的直径,并且具有约30微米的深度。精确成形孔16被布置成中心到中心的距离为约60微米的正方阵列。相对于抛光垫的总投影表面,精确成形孔开口的总横截面积,即多个孔开口的横截面积之和,为约45%。精确成形微凸体18为圆柱形形状,其在顶端处具有约20微米的直径,并且高度为约30微米。精确成形微凸体位于底面区域14上精确成形孔16之间。精确成形微凸体18被布置成中心到中心的距离为约120微米的正方阵列。每个精确成形微凸体18具有围绕该微凸体径向间隔90°的突出的四个凸缘18f。凸缘18f始自距离精确成形微凸体18的顶部约10微米处,其逐渐减小,并终止于距离微凸体基部约15微米的底面区域14处。相对于抛光垫的总投影表面,精确成形微凸体18的顶端的总横截面积,即多个微凸体的顶端的横截面积之和,为约2.4%。

[0081] 图4为根据本公开的另一个实施方案的抛光垫的抛光层10的SEM图像。抛光层10包括工作表面12,该工作表面是具有精确制造形貌的精确制造表面。图4的工作表面包括多个精确成形孔16和多个精确成形微凸体18和28。在该实施方案中,使用两种不同尺寸的圆柱形微凸体。圆柱因制造过程而一定程度地渐缩。较大尺寸的精确成形微凸体18具有约20微米的最大直径,并且具有约20微米的高度。位于精确成形微凸体18之间的较小尺寸的精确成形微凸体28具有约9微米的最大直径和约15微米的高度。相对于抛光垫的总投影表面面积,精确成形微凸体18的总横截面积,即多个较大微凸体最大直径处的横截面积之和,为约7%,并且相对于抛光垫的总投影表面面积,多个较小微凸体最大直径处的横截面积之和,为约5%。精确成形孔16为圆柱形,其在孔开口处具有约42微米的直径,并且具有约30微米的深度。精确成形孔16被布置成中心到中心的距离为约60微米的正方阵列。相对于抛光垫的总投影表面,精确成形孔开口的总横截面积,即多个孔开口的横截面积之和,为约45%。

[0082] 图5为根据本公开的另一个实施方案的抛光垫的抛光层10的SEM图像。抛光层10包括工作表面12,该工作表面是具有精确制造形貌的精确制造表面。图5中示出的工作表面包括多个精确成形孔16和多个精确成形微凸体18和28。在该实施方案中,使用两种不同尺寸的圆柱形微凸体。圆柱因制造过程而一定程度地渐缩。较大尺寸的精确成形微凸体18具有约15微米的最大直径和约20微米的高度。较小尺寸的精确成形微凸体28具有约13微米的最大直径和约15微米的高度。相对于抛光垫的总投影表面面积,精确成形微凸体18的总横截面积,即多个较大微凸体最大直径处的横截面积之和,为约7%,并且相对于抛光垫的总投影表面面积,多个较小微凸体在最大直径处的横截面积之和为约5%。精确成形孔16为圆柱形形状,其在孔开口处具有约42微米的直径,并且具有约30微米的深度。精确成形孔16被布置成中心到中心的距离为约60微米的正方阵列。相对于抛光垫的总投影表面,精确成形孔开口的总横截面积,即多个孔开口的横截面积之和,为约45%。

[0083] 可由压花工艺制造抛光层的精确成形孔和精确成形微凸体。将母模工具制备成具有期望的表面形貌的阴模。将聚合物熔体施加在母模工具表面,随后向聚合物熔体施加压力。在冷却聚合物熔体以将聚合物固化在薄膜层中时,自母模工具去除聚合物薄膜层,从而得到抛光层,该抛光层包括精确成形孔和精确成形微凸体或它们的组合。

[0084] 图6为根据本公开的另一个实施方案的抛光垫的抛光层10的SEM图像。抛光层10包括工作表面12,该工作表面是具有精确制造形貌的精确制造表面。图6的工作表面包括多个精确成形孔16和多个精确成形微凸体18和28。在该实施方案中,使用两种不同尺寸的圆柱形微凸体。采用与图4的抛光层10相同的母模工具来制备图6的抛光层10。然而,在压花过程中施加的压力减小,使得聚合物溶体不会完全填满对应于抛光层10中微凸体的母模工具阴模的孔。因此,较大尺寸的精确成形微凸体18的最大直径仍为约20微米,但是高度已减少至约13微米。由于该制造过程,圆柱形看起来有些呈方形。位于精确成形微凸体18之间的较小尺寸的精确成形微凸体28的最大直径为约9微米,高度为约13微米。相对于总投影抛光表面,精确成形微凸体18和28的总横截面积,即多个微凸体最大横截尺寸处的横截面积之和,为约14%。精确成形孔16为圆柱形,其在孔开口处具有约42微米的直径,并且具有约30微米的深度。精确成形孔16被布置成中心到中心的距离为约60微米的正方阵列。相对于抛光垫的总投影表面,精确成形孔开口的总横截面积,即多个孔开口的横截面积之和,为约45%。

[0085] 图7为图6所示抛光垫的抛光层10的SEM图像,除了放大倍率降低以示出抛光层10的较大面积之外。抛光层10包括工作表面12的区域,该工作表面包括精确成形孔和精确成形微凸体。该图还示出了相互连接的巨大通道19。巨大通道19宽度为约400微米,并且具有约250微米的深度。

[0086] 图8A为根据本公开的另一个实施方案的抛光垫的抛光层10的SEM图像。抛光层10包括工作表面12,该工作表面是具有精确制造形貌的精确制造表面。图8A的工作表面包括多个精确成形孔16和底面区域14。不存在精确成形微凸体。精确成形孔16为圆柱形形状,其在孔开口处具有约42微米的直径,并且具有约30微米的深度。精确成形孔16被布置成中心到中心的距离为约60微米的正方阵列。相对于抛光垫的总投影表面,精确成形孔开口的总横截面积,即多个孔开口的横截面积之和,为约45%。

[0087] 图8B为根据本公开的另一个实施方案的抛光垫的抛光层10的SEM图像。抛光层10包括工作表面12,该工作表面是具有精确制造形貌的精确制造表面。图8B的工作表面包括多个精确成形微凸体18和28以及底面区域14。不存在精确成形孔。在该实施方案中,使用两种不同尺寸的圆柱形微凸体。圆柱因制造过程而一定程度地渐缩。较大尺寸的精确成形微凸体18具有约20微米的最大直径和约20微米的高度。位于精确成形微凸体18之间的较小尺寸的精确成形微凸体28具有约9微米的最大直径和约15微米的高度。相对于抛光垫的总投影表面面积,精确成形微凸体18最大直径处的总横截面积,即多个较大微凸体最大直径处的横截面积之和,为约7%,并且相对于抛光垫的总投影表面面积,多个较小微凸体最大直径处的横截面积之和,为约5%。

[0088] 抛光层包括具有厚度Y的底面区域。该底面区域的厚度不受特别限制。在一些实施方案中,底面区域的厚度小于约20mm、小于约10mm、小于约8mm、小于约5mm、小于约2.5mm、或甚至小于约1mm。底面区域的该厚度可大于约25微米、大于约50微米、大于约75微米、大于约100微米、大于约200微米、大于约400微米、大于约600微米、大于约800微米、大于约1mm、或甚至大于约2mm。

[0089] 抛光层可包括至少一个巨大通道或巨大凹槽,例如如图1的巨大通道19。所述至少一个巨大通道可提供改进的抛光液分布情况、抛光层柔韧性,并且有助于从抛光垫去除切屑。与孔不同,巨大通道或巨大凹槽不允许流体无限期地容纳在巨大通道内,在垫的使用过程

中,流体可流出巨大通道。巨大通道通常较宽,并且其深度比精确成形孔更深。由于底面区域的厚度Y必须比多个精确成形孔的深度大,因此底面区域的厚度通常可比本领域已知的可仅具有微凸体的其他磨料制品厚度大。具有的较厚的底面区域增加了抛光层的厚度。通过提供具有次级底面区域(由基部19a限定)且具有较低厚度Z的一个或多个巨大通道,可获得增强的抛光层柔韧性。

[0090] 在一些实施方案中,所述至少一个巨大通道的基部的至少一部分包括一个或更多次级孔(未在图1中示出),次级孔开口与巨大通道19的基部19a基本上共面。一般来讲,因为可过远地距离精确成形微凸体的顶端形成次级孔,所以这种类型的抛光层构造可能不像本文公开的其他类型那么高效。随后,包含在孔中的抛光流体可能距离精确成形微凸体的顶端和被作用的基板,例如被抛光的基板,之间的界面不够近,并且包含其内的抛光液会不那么有效。在一些实施方案中,多个精确成形孔开口的总表面面积的至少约5%、至少约10%、至少约30%、至少约50%、至少约70%、至少约80%、至少约90%、至少约99%或甚至至少约100%未被包含在所述至少一个巨大通道中。

[0091] 所述至少一个巨大通道的宽度可大于约10微米、大于约50微米、或甚至大于约100微米。巨大通道的宽度可小于约20mm、小于约10mm、小于约5mm、小于约2mm、小于约1mm、小于约500微米、或甚至小于约200微米。所述至少一个巨大通道的深度可大于约50微米、大于约100微米、大于约200微米、大于约400微米、大于约600微米、大于约800微米、大于约1mm、或甚至大于约2mm。在一些实施方案中,所述至少一个巨大通道的深度不大于底面区域的厚度。在一些实施方案中,所述至少一个巨大通道的至少一部分的深度小于与该部分所述至少一个巨大通道相邻的底面区域的厚度。所述至少一个巨大通道的深度可小于约15mm、小于约10mm、小于约8mm、小于约5mm、小于约3mm、或甚至小于约1mm。

[0092] 在一些实施方案中,所述至少一个巨大通道的至少一部分的深度可大于至少一部分精确成形孔的深度。在一些实施方案中,所述至少一个巨大通道的至少一部分的深度可大于至少5%、至少10%、至少20%、至少30%、至少50%、至少70%、至少80%、至少90%、至少95%、至少99%、或甚至至少100%的精确成形孔的深度。在一些实施方案中,至少一部分所述至少一个巨大通道的宽度大于至少一部分精确成形孔的宽度。在一些实施方案中,所述至少一个巨大通道的至少一部分的宽度可大于至少5%、至少10%、至少20%、至少30%、至少50%、至少70%、至少80%、至少90%、至少95%、至少99%、或甚至至少100%的精确成形孔的宽度。

[0093] 所述至少一个巨大通道的深度与精确成形孔的深度的比率不受特别限制。在一些实施方案中,所述至少一个巨大通道的至少一部分的深度与一部分精确成形孔的深度的比率可大于约1.5、大于约2、大于约3、大于约5、大于约10、大于约15、大于约20、或甚至大于约25,并且所述至少一个巨大通道的至少一部分的深度与一部分精确成形孔的深度的比率可小于约1000、小于约500、小于约250、小于约100、或甚至小于约50。在一些实施方案中,所述至少一个巨大通道的至少一部分的深度与一部分精确成形孔的深度的比率可介于约1.5和约1000之间、介于约5和约1000之间、介于约10和约1000之间、介于约15和约1000之间、介于约1.5和约500之间、介于约5和约500之间、介于约10和约500之间、介于约15和约500之间、介于约1.5和约250之间、介于约5和约250之间、介于约10和约250之间、介于约15和约250之间、介于约1.5和约100之间、介于约5和约100之间、介于约10和约100之间、介于约15和约

100之间、介于约1.5和约50之间、介于约5和约50之间、介于约10和约50之间、以及甚至介于约15和约50之间。适用于这些比率的那部分精确成形孔可包括至少5%、至少10%、至少20%、至少30%、至少50%、至少70%、至少80%、至少90%、至少95%、至少99%、或甚至至少100%的精确成形孔。

[0094] 所述至少一个巨大通道的宽度与孔的宽度的比率不受特别限制。在一些实施方案中,一部分所述至少一个巨大通道的宽度与一部分精确成形孔的宽度(例如,如果相对于垫的横向尺寸而言,孔具有圆形横截面,则该宽度为直径)的比率可大于约1.5、大于约2、大于约3、大于约5、大于约10、大于约15、大于约20、或甚至大于约25,并且至少一部分所述至少一个巨大通道的宽度与至少一部分精确成形孔的宽度的比率可小于约1000、小于约500、小于约250、小于约100、或甚至小于约50。在一些实施方案中,至少一部分所述至少一个巨大通道的宽度与一部分精确成形孔的宽度的比率可介于约1.5和约1000之间、介于约5和约1000之间、介于约10和约1000之间、介于约15和约1000之间、介于约1.5和约500之间、介于约5和约500之间、介于约10和约500之间、介于约15和约500之间、介于约1.5和约250之间、介于约5和约250之间、介于约10和约250之间、介于约15和约250之间、介于约1.5和约100之间、介于约5和约100之间、介于约10和约100之间、介于约15和约100之间、介于约1.5和约50之间、介于约5和约50之间、介于约10和约50之间、以及甚至介于约15和约50之间。适用于这些比率的那部分精确成形孔可包括至少5%、至少10%、至少20%、至少30%、至少50%、至少70%、至少80%、至少90%、至少95%、至少99%、或甚至至少100%的精确成形孔。

[0095] 巨大通道可通过本领域中已知技术,包括但不限于机加工、压花和模塑,而形成于抛光层中。由于抛光层上表面光洁度得到改善(其有助于在使用过程中使基板缺陷例如划痕减到最小),因此压花和模塑是优选的。在一些实施方案中,巨大通道在用于形成精确成形孔和/或微凸体的压花过程中制得。通过在母模工具中形成巨大通道的阴模,即凸起区域,并在压花期间使巨大通道本身形成于抛光层中,来完成前述制备过程。因为多个精确成形孔和多个精确成形微凸体的至少一者,以及巨大通道可在单个过程步骤中被制造在抛光层中,从而节约成本和时间,所以这具有特别优势。所制造巨大通道可以形成本领域中已知的各种图案,包括但不限于同心环、平行线、放射线、形成网格阵列的一系列线、螺旋等。可使用不同图案的组合。图9示出了根据本公开的一些实施方案的抛光层10的一部分的俯视示意图。抛光层10包括工作表面12和巨大通道19。以人字形图案提供巨大通道。图9的人字形图案与图7所示抛光层10中形成的人字形图案相似。相对于图7,由巨大通道19形成的人字形图案产生了矩形“单元格”尺寸,即工作表面12的面积约为 $2.5\text{mm} \times 4.5\text{mm}$ 。巨大通道提供了对应于巨大通道基部19a(图1)的次级底面区域。次级底面区域的厚度Z比底面区域14的厚度小,并且促成了工作表面12的单独区域或“单元格”(参见图7和9)各自沿着竖直方向移动的能力。这可在抛光过程中改善局部平面化的现象。

[0096] 抛光层的工作表面还可包括抛光层表面上的纳米尺寸的形貌特征结构。如本文所用,“纳米尺寸的形貌特征结构”是指长度或最长尺寸不大于约1000nm的规则或不规则形状区域。在一些实施方案中,精确成形微凸体、精确成形孔、底面区域、次级底面区域或它们的任何组合包括其表面上的纳米尺寸的形貌特征结构。在一个实施方案中,多个精确成形孔和多个精确成形微凸体中的至少一者以及底面区域包括其表面上的纳米尺寸的形貌特征结构。人们认为,这种附加的形貌提高了垫表面的亲水性,而垫表面的亲水性据信会提高整

个抛光垫表面上的浆液分布、湿润和滞留情况。可由本领域中已知的任意方法(包括但不限于等离子加工,例如等离子刻蚀和湿法化学刻蚀)来形成纳米尺寸的形貌特征结构。等离子工艺包括在美国专利8,634,146(David等人)和美国临时专利61/858670(David等人)中描述的工艺,这些专利申请全文以引用方式并入本文中。在一些实施方案中,纳米尺寸的特征结构可以是规则形状区域,即具有不同形状诸如圆形、方形、六角形等的区域,或者纳米尺寸的特征结构可以是不规则形状区域。区域可被布置成规则阵列,例如六角形阵列或正方阵列,或者它们可被布置成随机阵列。在一些实施方案中,抛光层的工作表面的纳米尺寸的形貌特征结构可以是不规则形状区域的随机阵列。区域的长度尺度,即区域的最长尺寸,可小于约1,000nm、小于约500nm、小于约400nm、小于约300nm、小于约250nm、小于约200nm、小于约150nm、或甚至小于约100nm。区域的长度尺度可大于约5nm、大于约10nm、大于约20nm或甚至大于约40nm。区域的高度可小于约250nm,小于约100nm,小于约80nm,小于约60nm或甚至小于约40nm。区域的高度可大于约0.5nm,大于约1nm,大于约5nm,大于约10nm或甚至大于约20nm。在一些实施方案中,抛光层的工作表面上的纳米尺寸的特征结构包括使区域分离的规则或不规则形状凹槽。凹槽的宽度可小于约250nm、小于约200nm、小于约150nm、小于约100nm、小于约80nm、小于约60nm或甚至小于约40nm。凹槽的宽度可大于约1nm、大于约5nm、大于约10nm或甚至大于约20nm。凹槽的深度可小于约250nm、小于约100nm、小于约80nm、小于约60nm、小于约50nm或甚至小于约40nm。凹槽的深度可大于约0.5nm、大于约1nm、大于约5nm、大于约10nm或甚至大于约20nm。纳米尺寸的形貌特征结构被视为非再生的,即它们不会通过抛光过程或传统修整过程(例如在传统CMP修整过程中使用金刚石垫修整器)而被形成或重整。

[0097] 纳米尺寸的形貌特征结构可改变抛光层的表面特性。在一些实施方案中,纳米尺寸的形貌特征结构增强了抛光垫的亲水性,即亲水特性。纳米尺寸的形貌特征结构可包括,特征结构顶表面的亲水性表面,以及纳米尺寸的形貌特征结构的凹槽基部的亲水表面。在精确成形微凸体表面、精确成形孔表面、底面区域表面和/或次级底面区域表面上包括纳米尺寸的形貌特征的一个好处是,如果纳米尺寸的形貌特征在抛光过程中从微凸体表面磨损,仍可保持纳米尺寸的形貌特征的积极好处(包括增加整个垫表面(即抛光层的工作表面)的亲水特性),因为纳米尺寸的形貌特征在抛光过程中不会从精确成形孔表面和/或底面区域磨损。因此,获得的抛光层可具有惊人效果的较好表面润湿特性,但与被抛光的基板接触的精确成形微凸体表面(即,精确成形微凸体的顶端)可能具有较差润湿特性。如此一来,减少精确成形微凸体的顶端相对于精确成形孔开口和/或底面区域的表面面积的总表面面积是可取的。在精确成形微凸体表面、精确成形孔表面、底面区域表面和/或次级底面区域表面上包括纳米尺寸的形貌特征的另一个好处是,纳米尺寸的形貌特征的凹槽宽度可与用于CMP抛光溶液中的一些浆液颗粒的尺寸相同,从而可通过将一些浆液颗粒保留在凹槽内并随后保留在抛光层的工作表面内来增强抛光性能。

[0098] 在一些实施方案中,精确成形微凸体的顶端的表面面积与精确成形孔开口的表面面积之比小于约4、小于约3、小于约2、小于约1、小于约0.07、小于约0.5、小于约0.4、小于约0.3、小于约0.25、小于约0.20、小于约0.15、小于约0.10、小于约0.05、小于约0.025、小于约0.01或甚至小于约0.005。在一些实施方案中,精确成形微凸体的顶端的表面面积与精确成形孔开口的表面面积之比可大于约0.0001、大于约0.0005、大于约0.001、大于约0.005、大

于约0.01、大于约0.05或甚至大于约0.1。在一些实施方案中,精确成形微凸体的微凸体基部的表面面积与精确成形孔开口的表面面积之比与所描述的精确成形微凸体的顶端的表面面积与精确成形孔开口的表面面积之比相同。

[0099] 在一些实施方案中,精确成形微凸体的顶端的表面面积与总投影抛光垫表面面积之比小于约4、小于约3、小于约2、小于约1、小于约0.7、小于约0.5、小于约0.4、小于约0.3、小于约0.25、小于约0.2、小于约0.15、小于约0.1、小于约0.05、小于约0.03、小于约0.01、小于约0.005或甚至小于约0.001。在一些实施方案中,精确成形微凸体的顶端的表面面积与总投影抛光垫表面面积之比可大于约0.0001、大于约0.0005、大于约0.001、大于约0.005、大于约0.01、大于约0.05或甚至大于约0.1。在一些实施方案中,精确成形微凸体的顶端的表面面积与总投影抛光垫表面面积之比可介于约0.0001和约4之间、介于约0.0001和约3之间、介于约0.0001和约2之间、介于约0.0001和约1之间、介于约0.0001和约0.7之间、介于约0.0001和约0.5之间、介于约0.0001和约0.3之间、介于约0.0001和约0.2之间、介于约0.0001和约0.1之间、介于约0.0001和约0.05之间、介于约0.0001和约0.03之间、介于约0.001和约2之间、介于约0.001和约0.1之间、介于约0.001和约0.5之间、介于约0.001和约0.2之间、介于约0.001和约0.1之间、介于约0.001和约0.05之间、介于约0.001和约0.2之间、介于约0.001和约0.1之间、介于约0.001和约0.05之间以及甚至介于约0.001和约0.03之间。在一些实施方案中,精确成形微凸体的微凸体基部的表面面积与抛光垫的总投影表面面积之比与所描述的精确成形微凸体的顶端的表面面积与抛光垫的总投影表面面积之比相同。

[0100] 在一些实施方案中,精确成形微凸体的顶端的表面面积与底面区域的表面面积之比小于约0.5、小于约0.4、小于约0.3、小于约0.25、小于约0.20、小于约0.15、小于约0.10、小于约0.05、小于约0.025或甚至小于约0.01,并且大于约0.0001、大于约0.001或甚至大于约0.005。在一些实施方案中,精确成形微凸体的顶端的表面面积与精确成形孔的投影表面面积和底面区域的表面面积之比小于约0.5、小于约0.4、小于约0.3、小于约0.25、小于约0.20、小于约0.15、小于约0.10、小于约0.05、小于约0.025或甚至小于约0.01,并且大于约0.0001、大于约0.001或甚至大于约0.005。在一些实施方案中,精确成形微凸体的微凸体基部的表面面积与底面区域的表面面积之比与所描述的精确成形微凸体的顶端的表面面积与底面区域的表面面积之比相同。

[0101] 在一些实施方案中,可利用表面改性技术(包括形成纳米尺寸的形貌特征)来对抛光层的工作表面进行化学改变或改性。抛光层改性后的工作表面部分(例如,包括纳米尺寸的形貌特征)可被称为次表面层。抛光层未改性的剩余部分可被称为主体层。图1B示出了与图1A的抛光层几乎相同的抛光层10',不同的是抛光层10'包括次表面层22和相应的主体层23。在该实施方案中,工作表面包括次表面层22(即,已进行化学改变的表面区域)和主体层23(即,未进行化学改变且与次表面层相邻的工作表面区域)。如图1B所示,精确成形微凸体18的顶端18b被改性成包括次表面层22。在一些实施方案中,次表面层22的至少一部分中的化学组成不同于主体层23内的化学组成,例如对工作表面的最外表面的至少一部分中的聚合物化学组成进行改性,但不对该改性表面下方的聚合物进行改性。表面改性可包括聚合物表面改性领域中已知的那些,包括利用各种极性原子、分子和/或聚合物进行化学改性。在一些实施方案中,次表面层22的至少一部分中的化学组成(不同于主体层23内的化学组

成)包括硅。次表面层22的厚度(即高度)没有特别限制,但可小于精确成形特征结构的高度。在一些实施方案中,次表面层的厚度可小于约250nm、小于约100nm、小于约80nm、小于约60nm、小于约40nm、小于约30nm、小于约25nm或甚至小于约20nm。次表面层的厚度可大于约0.5nm、大于约1nm、大于约2.5nm、大于约5nm、大于约10nm或甚至大于约15nm。在一些实施方案中,次表面层的厚度与精确成形微凸体的高度之比可小于约0.3、小于约0.2、小于约0.1、小于约0.05、小于约0.03或甚至小于约0.01,并且大于约0.0001或甚至大于约0.001。如果精确成形微凸体包括具有多于一个高度的微凸体,那么最高的精确成形微凸体的高度用于限定以上比值。在一些实施方案中,抛光层的大于约30%、大于约40%、大于约50%、大于约60%、大于约70%、大于约80%、大于约90%、大于约95%或甚至大于约100%的表面面积包括次表面层。

[0102] 在一些实施方案中,表面层的厚度包括在抛光层尺寸中,例如孔和微凸体尺寸(宽度、长度、深度和高度)、抛光层厚度、底面区域厚度、次级底面区域厚度、巨大沟道深度和宽度。

[0103] 在一些实施方案中,精确成形微凸体、精确成形孔、底面区域、次级底面区域或它们的任何组合包括次表面层。在一个实施方案中,精确成形微凸体、精确成形孔和底面区域包括次表面层。

[0104] 图1C示出了与图1B的抛光层几乎相同的抛光层10",不同的是抛光层10"的精确成形微凸体18的顶端18b不包括次表面层22。精确成形微凸体(精确成形微凸体18的顶端18b上不具有次表面层22)可通过利用已知的遮蔽技术在实施表面改性技术过程中遮蔽顶端而形成,或可通过以下步骤形成:先在精确成形微凸体18的顶端18b上形成次表面层22(如图1B所示),然后通过预加工工艺(在使用抛光层进行抛光之前进行的加工工艺)或通过原位加工工艺(在实际抛光工艺中或通过实际抛光工艺在抛光层上进行的加工工艺)仅移除顶端18b的次表面层22。

[0105] 在一些实施方案中,抛光层的工作表面基本上由精确成形微凸体、底面区域以及任选的次级底面区域组成,其中工作表面还包括次表面层和主体层,并且精确成形微凸体的至少一部分的顶端不包括次表面层。在一些实施方案中,精确成形微凸体的至少约30%、至少约50%、至少约70%、至少约90%、至少约95%或甚至至少约100%的顶端不包括次表面层。

[0106] 在一些实施方案中,抛光层的工作表面包括精确成形微凸体、精确成形孔、底面区域以及任选的次级底面区域,其中工作表面还包括次表面层和主体层,并且精确成形微凸体的至少一部分的顶端不包括次表面层。在一些实施方案中,精确成形微凸体的至少约30%、至少约50%、至少约70%、至少约90%、至少约95%或甚至至少约100%的顶端不包括次表面层。

[0107] 次表面层可包括纳米尺寸的形貌特征。在一些实施方案中,抛光层的工作表面基本上由精确成形微凸体、底面区域以及任选的次级底面区域组成,其中工作表面还包括纳米尺寸的形貌特征,并且精确成形微凸体的至少一部分的顶端不包括纳米尺寸的形貌特征。在一些实施方案中,抛光层的工作表面包括精确成形微凸体、精确成形孔、底面区域以及任选的次级底面区域,其中工作表面还包括纳米尺寸的形貌特征,并且精确成形微凸体的至少一部分的顶端不包括纳米尺寸的形貌特征。在一些实施方案中,精确成形微凸体的

至少约30%、至少约50%、至少约70%、至少约90%、至少约95%或甚至至少约100%的顶端不包括纳米尺寸的形貌特征。精确成形微凸体(精确成形微凸体的顶端上不具有纳米尺寸的形貌特征)可通过利用已知的遮蔽技术在实施表面改性技术过程中遮蔽顶端而形成,或可通过以下步骤形成:先在精确成形微凸体的顶端上形成纳米尺寸的形貌特征,然后通过预加工过程或通过原位加工过程仅移除顶端的纳米尺寸的形貌特征。在一些实施方案中,纳米尺寸的形貌特征的区域的高度与精确成形微凸体的高度之比可小于约0.3、小于约0.2、小于约0.1、小于约0.05、小于约0.03或甚至小于约0.01,并且大于约0.0001或甚至大于约0.001。如果精确成形微凸体包括具有多于一个高度的微凸体,那么最高的精确成形微凸体的高度用于限定以上比值。

[0108] 在一些实施方案中,表面改性会导致工作表面的疏水性发生变化。这种变化可通过各种技术(包括接触角测量)来测量。在一些实施方案中,与进行表面改性前的接触角相比,进行表面改性后的工作表面接触角减小。在一些实施方案中,次表面层的后退接触角和前进接触角中的至少一者小于主体层的相应后退接触角或前进接触角,即次表面层的后退接触角小于主体层的后退接触角或次表面层的前进接触角小于主体层的前进接触角。在其他实施方案中,次表面层的后退接触角和前进接触角中的至少一者比主体层的相应后退接触角或前进接触角小至少约10°、至少约20°、至少约30°或甚至至少约40°。例如,在一些实施方案中,次表面层的后退接触角比主体层的后退接触角小至少约10°、至少约20°、至少约30°或甚至至少约40°。在一些实施方案中,工作表面的后退接触角小于约50°、小于约45°、小于约40°、小于约35°、小于约30°、小于约25°、小于约20°、小于约15°、小于约10°或甚至小于约5°。在一些实施方案中,工作表面的后退接触角为约0°。在一些实施方案中,后退接触角可介于约0°和50°之间、介于约0°和45°之间、介于约0°和40°之间、介于约0°和35°之间、介于约0°和30°之间、介于约0°和25°之间、介于约0°和20°之间、介于约0°和15°之间、介于约0°和10°之间或甚至介于约0°和5°之间。在一些实施方案中,工作表面的前进接触角小于约140°、小于约135°、小于约130°、小于约125°、小于约120°或甚至小于约115°。前进接触角和后退接触角测量技术是本领域已知的,可按照例如本文所述的“Advancing and Receding Contact Angle Measurement Test Method(前进接触角和后退接触角测量测试方法)”来进行此类测量。

[0109] 抛光层的工作表面中包括纳米尺寸的特征结构的一个具体好处是,可使用接触角高的聚合物(即,疏水聚合物)来制造抛光层,并且还可将工作表面改性为亲水性的,亲水性工作表面对抛光性能有利,尤其是在用于抛光过程中的工作流体是水性的情况下。这可使得将抛光层制造在各种聚合物(即,可能具有突出韧性但具有不期望的高接触角(即,聚合物为疏水性的)的聚合物)外,其中聚合物具有突出韧性可降低抛光层尤其是精确成形微凸体的磨损。因此,获得的抛光层具有以下惊人的协同效果:抛光层的工作表面不仅具有较长的使用寿命,并且还具有良好的表面湿润特性,这可提高整体抛光性能。

[0110] 抛光层本身可用作抛光垫。抛光层可以是缠绕在核上并且在使用过程中以“卷”形式使用的薄膜形式。还可将抛光层制造成单个垫,例如圆形垫,如下文进一步论述。根据本公开的一些实施方案,包括抛光层的抛光垫还可包括子垫。图10A示出了包括抛光层10和子垫30的抛光垫50,该抛光层具有工作表面12和与工作表面12相对的第二表面13,该子垫与第二表面13相邻。任选地,泡沫层40被插置在抛光层10的第二表面13和子垫30之间。可利用

本领域已知的任何技术(包括利用粘合剂(例如,压敏粘合剂(PSA)、热熔粘合剂和现场固化粘合剂))将抛光垫的各层粘附在一起。在一些实施方案中,抛光垫包括与第二表面相邻的粘合剂层。结合PSA(例如,PSA转移胶带)使用层合工艺就是用于粘附抛光垫50的各层的一个具体工艺。子垫30可以是本领域已知的任何子垫。子垫30可以是单层相对刚性的材料(例如聚碳酸酯)或单层相对可压缩的材料(例如弹性泡沫)。子垫30还可具有两层或更多层,并且可包括大体刚性的层(例如刚性材料或高模量材料,如聚碳酸酯、聚酯等)和大体可压缩的层(例如弹性体或弹性泡沫材料)。泡沫层40的硬度可介于约20肖氏硬度D至90肖氏硬度D之间。泡沫层40的厚度可介于约125微米和约5毫米之间或甚至介于125微米和约1000微米之间。

[0111] 在本公开包括具有一个或多个不透明层的子垫的一些实施方案中,可将子垫切割成小孔洞,从而产生“窗口”。可贯穿整个子垫或仅贯穿一个或多个不透明层切割该孔洞。从子垫移除子垫或者一个或多个不透明层的切割部分,从而允许光线透过该区域。孔洞被预先布置成与抛光工具压板的端点窗口对准,并且通过使来自工具端点检测系统的光线穿过抛光垫并接触晶片,有利于使用抛光工具的晶片端点检测系统。基于光线的端点抛光检测系统是本领域已知的,并且在例如购自美国加利福尼亚州圣克拉拉的应用材料公司(Applied Materials, Inc., Santa Clara, California)的MIRRA和REFLEXION LK CMP抛光工具上可以发现。本公开的抛光垫可被制造成在此类工具和端点检测窗口上运行,所述端点检测窗口被构造成具有可将抛光工具的端点检测系统包括在垫中的功能。在一个实施方案中,可将包括本公开的任一种抛光层的抛光垫层合到子垫上。子垫包括至少一个刚性层(例如聚碳酸酯)和至少一个柔顺层(例如弹性泡沫),刚性层的弹性模量大于柔顺层的弹性模量。柔顺层可以是不透明的,并且防止端点检测所需的光线传输。通常通过使用PSA(例如,转移粘合剂和转移胶带)将子垫的刚性层层合到抛光层的第二表面上。在层合之前或之后,可例如利用标准半切方法在子垫的不透明柔顺层中对孔洞进行模切或进行手工切割。移除柔顺层的切割区域,以在抛光垫中产生“窗口”。如果粘合剂残留物存在于孔洞开孔中,那么可例如通过使用合适的溶剂和/或用布擦拭等方法将残留物去除。抛光垫中的“窗口”被构造成使得当抛光垫被安装到抛光工具压板上时,抛光垫的窗口与抛光工具压板的端点检测窗口对准。孔洞的尺寸可以是例如至多5cm宽、20cm长。孔洞的尺寸一般与压板的端点检测窗口的尺寸相同或相似。

[0112] 抛光垫的厚度没有特别限制。抛光垫的厚度可与在合适的抛光工具上进行抛光的所需厚度一致。抛光垫的厚度可大于约25微米、大于约50微米、大于约100微米或甚至大于约250微米,并且小于约20mm、小于约10mm、小于约5mm或甚至小于约2.5mm。抛光垫的形状没有特别限制。垫可被制造成使得垫形状与使用过程中垫将附着的抛光工具的相应压板的形状一致。可使用诸如圆形、正方形、六边形等的垫形状。垫的最大尺寸(例如,圆形垫的直径)没有特别限制。垫的最大尺寸可大于约10cm、大于约20cm、大于约30cm、大于约40cm、大于约50cm、大于约60cm,并且小于约2.0米、小于约1.5米或甚至小于约1.0米。如上所述,包括抛光层、子垫、任选的泡沫层和它们的任何组合中的任一者的垫可包括窗口(即,允许光线穿过的区域),从而可使用抛光过程中所用的标准端点检测技术,例如晶片端点检测技术。

[0113] 在一些实施方案中,抛光层包括聚合物。抛光层10可由任何已知的聚合物制成,包括热塑性塑料、热塑性弹性体(TPE)(例如基于嵌段共聚物的TPE)、热固性塑料(例如弹性

体)以及它们的组合。如果利用压印工艺来制造抛光层10,那么热塑性塑料和TPE通常用于抛光层10中。热塑性塑料和TPE包括但不限于聚氨酯、聚烯烃(例如聚乙烯和聚丙烯、聚丁二烯和聚异戊二烯)、聚烯烃氧化物(例如聚氧化乙烯)、聚酯、聚酰胺、聚碳酸酯、聚苯乙烯、上述聚合物中任一者的嵌段共聚物等,包括它们的组合。还可采用聚合物共混物。一种特别有用的聚合物是以商品名ESTANE 58414购自美国俄亥俄州威克利夫的路博润公司(Lubrizol Corporation, Wickliffe, Ohio)的热塑性聚氨酯。在一些实施方案中,抛光层的组成可以是按重量计至少约30%、至少约50%、至少约70%、至少约90%、至少约95%、至少约99%或甚至至少约100%的聚合物。

[0114] 在一些实施方案中,抛光层可以是一片结构。一片结构只包括一层材料(即并非多层构造,例如并非层合结构),并且该一层材料包含一种组成。该组成可包括多个组分,例如聚合物共混物或聚合物无机复合物。由于将一片结构用作抛光层可将形成抛光层所需的工艺步骤数降至最低,因此这可提供成本效益。可利用本领域已知的技术(包括但不限于模制和压印)来制造包括一片结构的抛光层。由于在一个步骤中就可形成具有精确成形微凸体、精确成形孔和任选的巨大通道的抛光层,因此一片结构是优选的。

[0115] 抛光层10的硬度和柔韧性主要由制造该抛光层所用的聚合物控制。抛光层10的硬度没有特别限制。抛光层10的硬度可大于约20肖氏硬度D、大于约30肖氏硬度D或甚至大于约40肖氏硬度D。抛光层10的硬度可小于约90肖氏硬度D、小于约80肖氏硬度D或甚至小于约70肖氏硬度D。抛光层10的硬度可大于约20肖氏硬度A、大于约30肖氏硬度A或甚至大于约40肖氏硬度A。抛光层10的硬度可小于约95肖氏硬度A、小于约80肖氏硬度A或甚至小于约70肖氏硬度A。抛光层可以是柔韧的。在一些实施方案中,抛光层能够自身向后弯曲以在弯曲区域中产生小于约10cm、小于约5cm、小于约3cm或甚至小于约1cm,并且大于约0.1mm、大于约0.5mm或甚至大于约1mm的曲率半径。在一些实施方案中,抛光层能够自身向后弯曲以在弯曲区域中产生介于约10cm和约0.1mm之间、介于约5cm和约0.5mm之间或甚至介于约3cm和约1mm之间的曲率半径。

[0116] 为了延长抛光层10的使用寿命,利用具有高度韧性的聚合物材料是可取的。由于精确成形微凸体的高度较小但仍需要相当长时间操作这一事实,利用具有高度韧性的聚合物材料来延长使用寿命尤为重要。使用寿命可取决于采用抛光层的具体工艺。在一些实施方案中,使用寿命时间为至少约30分钟、至少60分钟、至少100分钟、至少200分钟、至少500分钟或甚至至少1000分钟。使用寿命可小于10000分钟、小于5000分钟或甚至小于2000分钟。使用寿命时间可通过测量关于最终使用过程和/或被抛光基板的最终参数而确定。例如,使用寿命可通过下列方式确定:使被抛光基板在特定时间段内(如上文所定义)具有平均的移除率或移除率一致(利用移除率的标准偏差测量)或在特定时间段内在基板上产生一致的表面光洁度。在一些实施方案中,抛光层所提供的被抛光基板的移除率的标准偏差可为在至少约30分钟、至少约60分钟、至少约100分钟、至少约200分钟或甚至至少约500分钟的一段时间内介于约0.1%和20%之间、介于约0.1%和约15%之间、介于约0.1%和约10%之间、介于约0.1%和约5%之间或甚至介于约0.1%和约3%之间。该时间段可小于10000分钟。为此,使用具有高失效功(也被称为断裂应力能量)的聚合物材料是可取的,如通过典型拉伸试验(例如,ASTM D638所概述的那样)测量得到的应力-应变曲线下的较大积分面积所示。高失效功可与材料较低磨损有关。在一些实施方案中,失效功大于约3焦耳、大

于约5焦耳、大于约10焦耳、大于约15焦耳、大于约20焦耳、大于约25焦耳或甚至大于约30焦耳。失效功可小于约100焦耳或甚至小于约80焦耳。

[0117] 用来制备抛光层10的聚合物材料可以基本纯化的形式使用。用来制备抛光层10的聚合物材料可包括本领域已知的填料。在一些实施方案中,抛光层10基本上不含任何无机磨料(例如,无机磨料颗粒),也就是说,它是不含磨料的抛光垫。“基本上不含”是指,抛光层10包括小于约10体积%、小于约5体积%、小于约3体积%、小于约1体积%或甚至小于约0.5体积%的无机磨料颗粒。在一些实施方案中,抛光层10基本上不包含无机磨料颗粒。磨料可被定义为一种莫氏硬度大于被研磨或被抛光的基板的莫氏硬度的材料。磨料可被定义为莫氏硬度大于约5.0、大于约5.5、大于约6.0、大于约6.5、大于约7.0、大于约7.5、大于约8.0或甚至大于约9.0的材料。通常认为最大莫氏硬度为10。抛光层10可通过本领域已知的任何技术制备。微复制技术公开于美国专利6,285,001、6,372,323、5,152,917、5,435,816、6,852,766、7,091,255以及美国专利申请公布2010/0188751中,所有这些文献全文以引用方式并入。

[0118] 在一些实施方案中,抛光层10通过下列过程形成。首先,根据美国专利6,285,001中所述的程序,用激光烧蚀聚碳酸酯片材,形成阳模母模工具,即具有与抛光层10所需的表面形貌大致相同的表面形貌的工具。然后使用常规技术为聚碳酸酯母模镀上镍,形成阴模母模工具。接着镍阴模母模工具可用于压印工艺(例如美国专利申请公布2010/0188751中所述的工艺)以形成抛光层10。压印工艺可包括将热塑性或TPE熔体挤出到镍阴模表面上,然后用适当压力,将聚合物熔体压入镍阴模的形貌特征结构中。当聚合物熔体冷却后,可从镍阴模上取下固体聚合物膜,从而形成具有工作表面12的抛光层10,该工作表面具有所需形貌特征结构,即,精确成形孔16和/或精确成形微凸体18(图1A)。如果阴模具有与所需的巨大通道图案对应的适当阴模形貌,则可通过压印工艺在抛光层10中形成巨大通道。

[0119] 在一些实施方案中,抛光层10的工作表面12还可包括在微复制过程中形成的形貌之上的纳米尺寸形貌特征结构。用于形成这些附加特征结构的工艺公开于美国专利8,634,146(David等人)和美国临时申请61/858670(David等人)中,这两个专利此前已以引用方式并入。

[0120] 在另一个实施方案中,本发明涉及抛光系统,该抛光系统包括前述抛光垫中的任一种和抛光液。抛光垫可包括此前公开的抛光层10中的任一种。所用的抛光液不受特别限制,其可为本领域已知的那些抛光液中的任一种。抛光液可为水溶液或非水溶液。抛光水溶液被定义为具有至少50重量%水的液相(如果抛光液是浆液,则液相不包括颗粒)的抛光液。非水溶液被定义为具有小于50重量%水的液相的抛光液。在一些实施方案中,抛光液为浆液,即包含有机或无机磨料颗粒或它们的组合的液体。有机或无机磨料颗粒或它们的组合在抛光液中的浓度不受特别限制。有机或无机磨料颗粒或它们的组合在抛光液中的浓度可大于约0.5重量%、大于约1重量%、大于约2重量%、大于约3重量%、大于约4重量%或甚至大于约5重量%;可小于约30重量%、小于约20重量%、小于约15重量%或甚至小于约10重量%。在一些实施方案中,抛光液基本上不含有有机或无机磨料颗粒。“基本上不含有有机或无机磨料颗粒”是指,抛光液包含小于约0.5重量%、小于约0.25重量%、小于约0.1重量%或甚至小于约0.05重量%的有机或无机磨料颗粒。在一个实施方案中,抛光液可不含有有机或无机磨料颗粒。抛光系统可包括:用于二氧化硅CMP(包括但不限于浅通道隔离CMP)的

抛光液,例如浆液;用于金属CMP(包括但不限于钨CMP、铜CMP和铝CMP)的抛光液,例如浆液;用于阻挡材料CMP(包括但不限于钽和氮化钽CMP)的抛光液,例如浆液;以及用于抛光硬质基板(诸如蓝宝石)的抛光液,例如浆液。抛光系统可还包括待抛光或研磨的基板。

[0121] 在一些实施方案中,本发明的抛光垫可包括至少两个抛光层,即抛光层的多层布置结构。具有抛光层的多层布置结构的抛光垫的抛光层可包括本发明的任何抛光层实施方案。图10B示出具有抛光层的多层布置结构的抛光垫50'。抛光垫50'包括:抛光层10,其具有工作表面12和与工作表面12相背对的第二表面13;以及第二抛光层10',其具有设置在抛光层10和子垫30之间的工作表面12'和与工作表面12'相背对的第二表面13'。两个抛光层能够以可释放的方式联接在一起,由此使得当抛光层10例如已达到其使用寿命或已被损坏,从而不再可用时,抛光层10可从抛光垫上移除,并且暴露第二抛光层10'的工作表面12'。然后可使用第二抛光层的新工作表面继续抛光。抛光垫具有抛光层的多层布置结构的一个益处是显著降低了故障时间和与更换垫相关的费用。任选的泡沫层40可设置在抛光层10和10'之间。任选的泡沫层40'可设置在抛光层10'和子垫30之间。具有抛光层的多层布置结构的抛光垫的任选泡沫层可为相同的泡沫或不同的泡沫。一个或多个任选的泡沫层可具有相同的硬度和厚度范围,如此前针对任选的泡沫层40所述。任选的泡沫层的数目可与抛光垫中的抛光层的数目相同或不同。

[0122] 粘合剂层可用来将抛光层10的第二表面13联接到第二抛光层10'的工作表面12'上。粘合剂层可包括单层粘合剂(例如转印带粘合剂)或多层粘合剂(例如可包括背衬的双面胶带)。如果使用多层粘合剂,则这些粘合剂层的粘合剂可以相同或不同。当粘合剂层用于以可释放的方式将抛光层10联接到第二抛光层10'上时,粘合剂层可干净地从抛光层10'的工作表面12'释放(粘合剂层留在抛光层10的第二表面13上),可干净地从抛光层10的第二表面13释放(粘合剂层留在抛光层10'的工作表面12'上),或者粘合剂层的若干部分可留在抛光层10的第二表面13和第二抛光层10'的第一表面12'上。粘合剂层可溶于或可分散于适当的溶剂中,因而该溶剂可用来帮助除去粘合剂层的任何可能留在第二抛光层10'的第一表面12'上的残余粘合剂,或者如果粘合剂层留在第一表面12'上,该溶剂可用来溶解或分散粘合剂层的粘合剂以暴露第二抛光层10'的第一表面12'。

[0123] 粘合剂层的粘合剂可以是压敏粘合剂(PSA)。如果压敏粘合剂层包括至少两个粘合剂层,则可以调整每一粘合剂层的粘性以利于从抛光层10的第二表面13或第二抛光层10'的第一表面12'干净地除去粘合剂层。一般来讲,相对于其粘附的表面具有更低粘性的粘合剂层可干净地从这个表面释放。如果压敏粘合剂层包括单个粘合剂层,则可以调整粘合剂层每一主表面的粘性以利于从抛光层10的第二表面13或第二抛光层10'的第一表面12'干净地除去粘合剂层。一般来讲,相对于其粘附的表面具有更低粘性的粘合剂表面可干净地从这个表面释放。在一些实施方案中,粘合剂层对第二抛光层10'的工作表面12'的粘性低于粘合剂层对抛光层10的第二表面13的粘性。在一些实施方案中,粘合剂层对第二抛光层10'的工作表面12'的粘性大于粘合剂层对抛光层10的第二表面13的粘性。

[0124] “以可释放的方式联接”是指抛光层(例如上抛光层)可在未损坏第二抛光层的情况下从第二抛光层(例如下抛光层)移除。由于粘合剂层独特的剥离强度和剪切强度,粘合剂层(尤其是压敏粘合剂层)能够以可释放的方式将抛光层联接到第二抛光层。粘合剂层可被设计成具有低剥离强度,从而使得抛光层的表面可容易地从其上剥离,同时具有高剪切

强度,以致在抛光期间的剪切应力下,粘合剂仍牢固地粘附到该表面上。抛光层可通过从第二抛光层剥掉第一抛光层而从第二抛光层上移除。

[0125] 在上述具有抛光层的多层布置结构的任一抛光垫中,粘合剂层可为压敏粘合剂层。粘合剂层的压敏粘合剂可包括但不限于天然橡胶、丁苯橡胶、苯乙烯-异戊二烯-苯乙烯(共)聚合物、苯乙烯-丁二烯-苯乙烯(共)聚合物、聚丙烯酸酯(包括(甲基)丙烯酸(共)聚合物)、聚烯烃(诸如聚异丁烯和聚异戊二烯)、聚氨酯、聚乙烯基醚、聚硅氧烷、硅氧烷、聚氨酯、聚脲、或其共混物。合适的溶剂可溶性或可分散性压敏粘合剂可包括但不限于可溶于己烷、庚烷、苯、甲苯、二乙醚、氯仿、丙酮、甲醇、乙醇、水或其共混物中的那些。在一些实施方案中,压敏粘合剂层为水溶性或水分散性中的至少一种。

[0126] 在上述具有抛光层的多层布置结构的任一抛光垫(包括粘合剂层以联接抛光层)中,粘合剂层可包括背衬。合适的背衬层材料可包括但不限于纸材、聚对苯二甲酸乙二醇酯膜、聚丙烯膜、聚烯烃、或其共混物。

[0127] 在上述具有抛光层的多层布置结构的任一抛光垫中,任何指定抛光层的工作表面或第二表面可包括释放层,以帮助从第二抛光层中除去抛光层。释放层可与抛光层的表面和联接抛光层与第二抛光层的相邻粘合剂层接触。合适的剥离层材料可包括但不限于硅氧烷、聚四氟乙烯、卵磷脂、或其共混物。

[0128] 在上述具有抛光层(具有一个或多个任选的泡沫层)的多层布置结构的任一抛光垫中,邻近抛光层的第二表面的泡沫层表面可永久性地联接到抛光层的第二表面。“永久性地联接”是指泡沫层被设计成当从抛光垫移除抛光层以暴露下面抛光层的工作表面时,泡沫层不从抛光层的第二表面移除并且/或者泡沫层留在抛光层。如前所述的粘合剂层可用来以可释放的方式联接相邻泡沫层的表面与相邻下面抛光层的工作表面。在使用中,具有永久性地联接的泡沫层的磨损抛光层可随后从下面抛光层移除,从而暴露对应下面抛光层的新工作表面。在一些实施方案中,粘合剂可用来永久性地联接相邻泡沫层表面与抛光层的相邻第二表面,并且粘合剂可被选择成具有所需剥离强度,以便当将抛光层从抛光垫移除时,保持抛光层的第二表面和相邻泡沫层表面之间的联接。在一些实施方案中,抛光层第二表面和相邻泡沫层表面之间的剥离强度大于相对的泡沫表面和相邻下面抛光层(例如第二抛光层)的相邻工作表面之间的剥离强度。

[0129] 具有抛光层的多层布置结构的抛光垫中抛光层的数量不受特别限制。在一些实施方案中,具有抛光层的多层布置结构的抛光垫中抛光层的数量可在约2和约20之间,在约2和约15之间,在约2和约10之间,在约2和约5之间,在约3和约20之间,在约3和约15之间,在约3和约10之间或甚至在约3和约5之间。

[0130] 在一个实施方案中,本公开提供了包括抛光层的抛光垫,该抛光层具有工作表面和与工作表面相背对的第二表面;

[0131] 其中工作表面包括底面区域,以及多个精确成形孔和多个精确成形微凸体中的至少一者;

[0132] 其中底面区域的厚度小于约5mm,并且抛光层包含聚合物;

[0133] 其中抛光层在精确成形微凸体的表面、精确成形孔的表面和底面区域的表面中的至少一者上,包括多个纳米尺寸的形貌特征结构;以及

[0134] 至少一个第二抛光层,其具有工作表面和与该工作表面相背对的第二表面;

[0135] 其中工作表面包括底面区域,以及多个精确成形孔和多个精确成形微凸体中的至少一者,

[0136] 其中底面区域的厚度小于约5mm,并且抛光层包含聚合物;并且

[0137] 其中所述至少一个第二抛光层在精确成形微凸体的表面、精确成形孔的表面和底面区域的表面中的至少一者上,包括多个纳米尺寸的形貌特征结构。

[0138] 在另一个实施方案中,本公开提供了包括抛光层的抛光垫,该抛光层具有工作表面和与工作表面相背对的第二表面;

[0139] 其中工作表面包括底面区域,以及多个精确成形孔和多个精确成形微凸体中的至少一者;

[0140] 其中底面区域的厚度小于约5mm,并且抛光层包含聚合物;

[0141] 其中工作表面包括次表面层和主体层;并且其中次表面层的后退接触角和前进接触角中的至少一者,小于主体层的相应后退接触角或前进接触角至少约20°;以及

[0142] 至少一个第二抛光层,其具有工作表面和与该工作表面相背对的第二表面;

[0143] 其中工作表面包括底面区域,以及多个精确成形孔和多个精确成形微凸体中的至少一者,

[0144] 其中底面区域的厚度小于约5mm,并且抛光层包含聚合物;并且

[0145] 其中所述至少一个第二抛光层的工作表面包括次表面层和主体层;并且其中次表面层的后退接触角和前进接触角中的至少一者,小于主体层的相应后退接触角或前进接触角至少约20°。

[0146] 在另一个实施方案中,本公开提供了包括抛光层的抛光垫,该抛光层具有工作表面和与工作表面相背对的第二表面;

[0147] 其中工作表面包括底面区域,以及多个精确成形孔和多个精确成形微凸体中的至少一者;

[0148] 其中底面区域的厚度小于约5mm,并且抛光层包含聚合物;

[0149] 其中工作表面包括次表面层和主体层;并且其中工作表面的后退接触角小于约50°;以及

[0150] 至少一个第二抛光层,其具有工作表面和与该工作表面相背对的第二表面;

[0151] 其中工作表面包括底面区域,以及多个精确成形孔和多个精确成形微凸体中的至少一者,

[0152] 其中底面区域的厚度小于约5mm,并且抛光层包含聚合物;并且

[0153] 其中所述至少一个第二抛光层的工作表面包括次表面层和主体层;并且其中所述至少一个第二抛光层的工作表面的后退接触角小于约50°。

[0154] 在具有抛光层和所述至少一个第二抛光层的抛光垫实施方案中,抛光垫还可包括设置在抛光层的第二表面和所述至少一个第二抛光层的工作表面之间的粘合剂层。在一些实施方案中,粘合剂层可与抛光层的第二表面和所述至少一个第二抛光层的工作表面中的至少一者接触。在一些实施方案中,粘合剂层可与抛光层的第二表面和所述至少一个第二抛光层的工作表面两者接触。粘合剂层可为压敏粘合剂层。

[0155] 图11示意性地示出根据本发明的一些实施方案的用于利用抛光垫和方法的抛光系统100的示例。如图所示,系统100可包括抛光垫150和抛光液160。该系统还可包括下列一

者或者多者：待抛光或研磨的基板110、压板140和载体组件130。粘合剂层170可用来将抛光垫150附接到压板140上，并可为抛光系统的一部分。抛光液160可为设置在抛光垫150的主表面周围的溶液层。抛光垫150可为本发明的任何抛光垫实施方案，并包括如本文所述的至少一个抛光层（未示出），并可任选地包括如分别针对图10A和图10B的抛光垫50和50'所述的子垫和/或泡沫层。抛光液通常设置在抛光垫的抛光层的工作表面上。抛光液也可位于基板110和抛光垫150之间的界面处。在抛光系统100的操作期间，驱动组件145可旋转（箭头A）压板140，以移动抛光垫150来进行抛光操作。抛光垫150和抛光液160可单独地或组合起来限定以机械方式和/或以化学方式从基板110的主表面移除材料或抛光基板110的主表面的抛光环境。为用抛光系统100来抛光基板110的主表面，载体组件130可在抛光液160存在下将基板110推压在抛光垫150的抛光表面上。压板140（且因此抛光垫150）和/或载体组件130然后相对于彼此运动，以使基板110跨抛光垫150的抛光表面平移。载体组件130可旋转（箭头B）且任选地横向运动（箭头C）。因此，抛光垫150的抛光层从基板110的表面移除材料。在一些实施方案中，抛光层中可包括无机磨料（例如，无机磨料颗粒）以利于材料从基板的表面移除。在其他实施方案中，抛光层基本上不含任何无机磨料，并且抛光液可基本上不含有机或无机磨料颗粒或可包含有机或无机磨料颗粒或它们的组合。应当理解，图11的抛光系统100仅为可结合本公开的抛光垫和方法采用的抛光系统的一个示例，并且可在不脱离本公开的范围的情况下采用其他常规抛光系统。

[0156] 在另一个实施方案中，本公开涉及抛光基板的方法，该抛光方法包括：提供根据前述抛光垫中任一种的抛光垫，其中该抛光垫可包括任何前述抛光层；提供基板，将抛光垫的工作表面与基板表面接触，并相对彼此移动抛光垫和基板，同时保持抛光垫的工作表面与基板表面之间的接触，其中抛光是在抛光液的存在下进行的。在一些实施方案中，抛光液为浆液并可包括任何前述浆液。在另一个实施方案中，本公开涉及任何前述抛光基板的方法，其中基板为半导体晶片。包括待抛光（也就是说与抛光垫的工作表面接触）的半导体晶片表面的材料可包括但不限于至少一种电介质材料、导电材料、阻隔/粘附材料以及盖材料。电介质材料可包括无机电介质材料（例如硅氧烷氧化物和其他玻璃）和有机电介质材料中的至少一种。金属材料可包括但不限于铜、钨、铝、银等中的至少一种。盖材料可包括但不限于碳化硅和氮化硅中的至少一种。阻隔/粘附材料可包括但不限于钽和氮化钽中的至少一种。抛光方法也可包括垫修整或清洁步骤，该步骤可就地地进行，也就是说在抛光过程中进行。垫修整可使用本领域中已知的任何垫修整器或刷子，例如购自美国明尼苏达州圣保罗的3M公司（3M Company, St. Paul, Minnesota）的4.25英寸直径的3M CMP垫修整器刷PB33A（3M CMP PAD CONDITIONER BRUSH PB33A）。清洁可使用刷子，例如购自3M公司的4.25英寸直径的3M CMP垫修整器刷PB33A（3M CMP PAD CONDITIONER BRUSH PB33A），和/或抛光垫的水或溶剂清洗。

[0157] 在另一个实施方案中，本公开提供了一种用于在抛光垫的抛光层中形成多个精确成形微凸体和多个精确成形孔中的至少一者的方法，该方法包括：提供具有对应于多个精确成形微凸体和多个精确成形孔中至少一者的阴模形貌特征结构的阴模母模工具；提供熔融聚合物或可固化聚合物前体；将熔融聚合物或可固化聚合物前体涂覆到阴模母模工具上，将熔融聚合物或可固化聚合物前体推压在阴模工具上，从而将阴模母模工具的形貌特征结构赋予到熔融聚合物或可固化聚合物前体的表面中；冷却熔融聚合物或使可固化聚合

物前体固化直至其凝固形成凝固的聚合物层;从阴模母模工具移除凝固的聚合物层,从而在抛光垫的抛光层中形成多个精确成形微凸体和多个精确成形孔中的至少一者。抛光垫可包括本文所公开的任一项抛光垫实施方案。在一些实施方案中,用于在抛光垫的抛光层中同时形成多个精确成形微凸体和多个精确成形孔的方法包括,其中每个孔具有孔开口,每个微凸体具有微凸体基部,并且多个微凸体底部相对于至少一个相邻孔开口是基本上共面的。阴模母模工具中所需的阴模形貌特征结构的维度、公差、形状和图案分别对应于本文所述的多个精确成形微凸体和多个精确成形孔的维度、公差、形状和图案。通过这种方法形成的抛光层的维度和公差对应于本文此前所述的抛光层实施方案的那些维度和公差。阴模母模工具的维度可能需要针对由于熔融聚合物相对于凝固的聚合物的热膨胀所引起的收缩或针对与可固化的聚合物前体的固化相关的收缩作出修改。

[0158] 在另一个实施方案中,本公开提供了一种用于在抛光垫的抛光层中同时形成多个精确成形微凸体和多个精确成形孔中的至少一者以及至少一个巨大通道的方法,该方法包括:提供阴模母模工具,其具有对应于多个精确成形微凸体和多个精确成形孔中至少一者的阴模形貌特征结构以及对应于至少一个巨大通道的阴模形貌特征;提供熔融聚合物或可固化聚合物前体;将熔融聚合物或可固化聚合物前体涂覆到阴模母模工具上,将熔融聚合物或可固化聚合物前体推压在阴模工具上,从而将阴模母模工具的形貌特征结构赋予到熔融聚合物或可固化聚合物前体的表面中;冷却熔融聚合物或使可固化聚合物前体固化直至其凝固形成凝固的聚合物层;从阴模母模工具移除凝固的聚合物层,从而在抛光垫的抛光层中同时形成多个精确成形微凸体和多个精确成形孔中的至少一者以及至少一个巨大通道。抛光垫可包括本文所公开的任一项抛光垫实施方案。阴模母模工具中所需的阴模形貌特征结构的维度、公差、形状和图案分别对应于本文此前所述的多个精确成形微凸体、多个精确成形孔以及至少一个巨大通道的维度、公差、形状和图案。通过这种方法形成的抛光层实施方案的维度和公差对应于本文所述的抛光层实施方案的那些维度和公差。阴模母模工具的维度可能需要针对由于熔融聚合物相对于凝固的聚合物的热膨胀所引起的收缩或针对与可固化的聚合物前体的固化相关的收缩作出修改。

[0159] 选择的本公开实施方案包括但不限于下列:

[0160] 在第一实施方案中,本公开提供了一种抛光垫,该抛光垫包括具有工作表面和与该工作表面相背对的第二表面的抛光层。

[0161] 其中工作表面包括底面区域,以及多个精确成形孔和多个精确成形微凸体中的至少一者;

[0162] 其中底面区域的厚度小于约5mm,并且抛光层包含聚合物;并且

[0163] 其中抛光层在精确成形微凸体的表面、精确成形孔的表面和底面区域的表面中的至少一者上,包括多个纳米尺寸的形貌特征结构。

[0164] 在第二实施方案中,本公开提供了根据第一实施方案所述的抛光垫,其中所述工作表面包括多个精确成形孔,任选的是,其中多个精确成形孔的深度小于与每个精确成形孔相邻的底面区域的厚度,并且任选地,其中所述工作表面不包括多个精确成形微凸体。

[0165] 在第三实施方案中,本公开提供了根据第一实施方案所述的抛光垫,其中所述工作表面包括多个精确成形微凸体,并且任选地,其中所述工作表面不包括多个精确成形孔。

[0166] 在第四实施方案中,本公开提供了根据第一至第三实施方案中任一项所述的抛光

垫,其中所述多个纳米尺寸特征结构包括规则或不规则成形的凹槽,其中凹槽的宽度小于约250nm。

[0167] 在第五实施方案中,本公开提供了根据第一至第四实施方案中任一项所述的抛光垫,其中抛光层基本上不含无机磨料颗粒。

[0168] 在第六实施方案中,本公开提供了根据第一至第五实施方案中任一项所述的抛光垫,其中抛光层还包括多个独立的或相互连接的巨大通道。

[0169] 在第七实施方案中,本公开提供了根据第一至第六实施方案中任一项所述的抛光垫,所述抛光垫还包括子垫,其中子垫与抛光层的第二表面相邻。

[0170] 在第八实施方案中,本公开提供了根据第一至第七实施方案中任一项所述的抛光垫,所述抛光垫还包括泡沫层,其中泡沫层被插置在抛光层的第二表面和子垫之间。

[0171] 在第九实施方案中,本公开提供了一种抛光垫,该抛光垫包括具有工作表面和与该工作表面相背对的第二表面的抛光层;

[0172] 其中工作表面包括底面区域,以及多个精确成形孔和多个精确成形微凸体中的至少一者;

[0173] 其中底面区域的厚度小于约5mm,并且抛光层包含聚合物;并且

[0174] 其中工作表面包括次表面层和主体层;并且其中次表面层的后退接触角和前进接触角中的至少一者,小于主体层的相应后退接触角或前进接触角至少约20°。

[0175] 在第十实施方案中,本公开提供了根据第九实施方案所述的抛光垫,其中所述工作表面包括多个精确成形孔,任选的是,其中多个精确成形孔的深度小于与每个精确成形孔相邻的底面区域的厚度,并且任选地,其中所述工作表面不包括多个精确成形微凸体。

[0176] 在第十一实施方案中,本公开提供了根据第九实施方案所述的抛光垫,其中所述工作表面包括多个精确成形微凸体,并且任选地,其中所述工作表面不包括多个精确成形孔。

[0177] 在第十二实施方案中,本公开提供了根据第九至第十一实施方案中任一项所述的抛光垫,其中次表面层的至少一部分中的化学组合物不同于主体层内的化学组合物;并且其中次表面层的至少一部分中的化学组合物包括硅,所述化学组合物不同于在主体层之中的化学组合物。

[0178] 在第十三实施方案中,本公开提供了根据第九至第十二实施方案中任一项所述的抛光垫,其中抛光层基本上不含无机磨料颗粒。

[0179] 在第十四实施方案中,本公开提供了根据第九至第十三实施方案中任一项所述的抛光垫,其中抛光层还包括多个独立的或相互连接的巨大通道。

[0180] 在第十五实施方案中,本公开提供了根据第九至第十四实施方案中任一项所述的抛光垫,其中子垫与抛光层的第二表面相邻。

[0181] 在第十六实施方案中,本公开提供了根据第九至第十五实施方案中任一项所述的抛光垫,所述抛光垫还包括泡沫层,其中泡沫层被插置在抛光层的第二表面和子垫之间。

[0182] 在第十七实施方案中,本公开提供了一种抛光垫,该抛光垫包括具有工作表面和与该工作表面相背对的第二表面的抛光层。

[0183] 其中工作表面包括底面区域,以及多个精确成形孔和多个精确成形微凸体中的至少一者;

[0184] 其中底面区域的厚度小于约5mm,并且抛光层包含聚合物;并且

[0185] 其中工作表面包括次表面层和主体层;并且其中工作表面的后退接触角小于约50°。

[0186] 在第十八实施方案中,本公开提供了根据第十七实施方案所述的抛光垫,其中所述工作表面包括多个精确成形孔,任选的是,其中多个精确成形孔的深度小于与每个精确成形孔相邻的底面区域的厚度,并且任选地,其中所述工作表面不包括多个精确成形微凸体。

[0187] 在第十九实施方案中,本公开提供了根据第十七实施方案所述的抛光垫,其中所述工作表面包括多个精确成形微凸体,并且任选地,其中所述工作表面不包括多个精确成形孔。

[0188] 在第二十实施方案中,本公开提供了根据第十七至第十九实施方案中任一项所述的抛光垫,其中所述工作表面的后退接触角小于约30°。

[0189] 在第二十一实施方案中,本公开提供了根据第十七至第二十实施方案中任一项所述的抛光垫,其中抛光层基本上不含无机磨料颗粒。

[0190] 在第二十二实施方案中,本公开提供了根据第十七至第二十一实施方案中任一项所述的抛光垫,其中抛光层还包括多个独立的或相互连接的巨大通道。

[0191] 在第二十三实施方案中,本公开提供了根据第十七至第二十二实施方案中任一项所述的抛光垫,所述抛光垫还包括子垫,其中子垫与抛光层的第二表面相邻。

[0192] 在第二十四实施方案中,本公开提供了根据第十七至第二十三实施方案中任一项所述的抛光垫,所述抛光垫还包括泡沫层,其中泡沫层被插置在抛光层的第二表面和子垫之间。

[0193] 在第二十五实施方案中,本公开提供了根据第一至第二十四实施方案中任一项所述的抛光垫,其中聚合物包括热塑性塑料、热塑性弹性体(TPE)、热固性塑料以及它们的组合。

[0194] 在第二十六实施方案中,本公开提供了根据第一至第二十五实施方案中任一项所述的抛光垫,其中聚合物包括热塑性塑料或热塑性弹性体。

[0195] 在第二十七实施方案中,本公开提供了根据第二十六实施方案所述的抛光垫,其中热塑性塑料或热塑性弹性体包括聚氨酯、聚烯烃、聚丁二烯、聚异戊二烯、聚环氧烷、聚酯、聚酰胺、聚碳酸酯、聚苯乙烯、任何前述聚合物的嵌段共聚物以及它们的组合。

[0196] 在第二十八实施方案中,本公开提供了一种抛光系统,该抛光系统包括根据第一至第二十七实施方案中任一项所述的抛光垫和抛光液。

[0197] 在第二十九实施方案中,本公开提供了根据第二十八实施方案所述的抛光系统,其中抛光液为浆液。

[0198] 在第三十实施方案中,本公开提供了根据第二十八或第二十九实施方案所述的抛光垫系统,其中抛光层包含小于1体积%的无机磨料颗粒。

[0199] 在第三十一实施方案中,本公开提供了一种抛光基板的方法,该方法包括:

[0200] 提供根据第一至第二十七实施方案中任一项所述的抛光垫;

[0201] 提供基板;

[0202] 使抛光垫的工作表面与基板表面接触;

[0203] 使抛光垫和基板相对于彼此移动,同时保持抛光垫的工作表面与基板表面之间的接触;并且

[0204] 其中抛光是在抛光液的存在下进行的。

[0205] 在第三十二实施方案中,本公开提供了一种根据第三十一实施方案所述的抛光基板的方法,其中基板为半导体晶片。

[0206] 在第三十三实施方案中,本公开提供了一种根据第三十二实施方案所述的抛光基板的方法,其中与抛光垫的工作表面接触的半导体晶片表面包括电介质材料和导电材料中的至少一者。

[0207] 在第三十四实施方案中,本公开提供了根据第一至第三十三实施方案中任一项所述的抛光垫,所述抛光垫还包括具有工作表面和与该工作表面相对的第二表面的至少一个第二抛光层,抛光层的第二表面与所述至少一个第二抛光层的工作表面相邻。

[0208] 其中工作表面包括底面区域,以及多个精确成形孔和多个精确成形微凸体中的至少一者,

[0209] 其中底面区域的厚度小于约5mm,并且抛光层包含聚合物;并且

[0210] 其中所述至少一个第二抛光层在精确成形微凸体的表面、精确成形孔的表面和底面区域的表面中的至少一者上,包括多个纳米尺寸的形貌特征结构。

[0211] 在第三十五实施方案中,本公开提供了根据第一至第三十三实施方案中任一项所述的抛光垫,所述抛光垫还包括具有工作表面和与该工作表面相对的第二表面的至少一个第二抛光层,抛光层的第二表面与所述至少一个第二抛光层的工作表面相邻。

[0212] 其中工作表面包括底面区域,以及多个精确成形孔和多个精确成形微凸体中的至少一者,

[0213] 其中底面区域的厚度小于约5mm,并且抛光层包含聚合物;并且

[0214] 其中所述至少一个第二抛光层的工作表面包括次表面层和主体层;并且其中次表面层的后退接触角和前进接触角中的至少一者,小于主体层的相应后退接触角或前进接触角至少约20°。

[0215] 在第三十六实施方案中,本公开提供了根据第一至第三十三实施方案中任一项所述的抛光垫,所述抛光垫还包括具有工作表面和与该工作表面相对的第二表面的至少一个第二抛光层,抛光层的第二表面与所述至少一个第二抛光层的工作表面相邻。

[0216] 其中工作表面包括底面区域,以及多个精确成形孔和多个精确成形微凸体中的至少一者,

[0217] 其中底面区域的厚度小于约5mm,并且抛光层包含聚合物;并且

[0218] 其中所述至少一个第二抛光层的工作表面包括次表面层和主体层;并且其中所述至少一个第二抛光层的工作表面的后退接触角小于约50°。

[0219] 在第三十七实施方案中,本公开提供了根据第三十四至第三十六实施方案中任一项所述的抛光垫,所述抛光垫还包括设置在抛光层的第二表面和所述至少一个第二抛光层的工作表面之间的粘合剂层。

[0220] 在第三十八实施方案中,本公开提供了根据第三十七实施方案所述的抛光垫,其中粘合剂层为压敏粘合剂层,任选的是,其中粘合剂层是水溶性和/或水分散性的。

[0221] 在第三十九实施方案中,本公开提供了根据第三十四至第三十八实施方案中任一

项所述的抛光垫,所述抛光垫还包括设置在抛光层的第二表面和所述至少一个第二抛光层的工作表面之间的泡沫层和与所述至少一个第二抛光层的第二表面相邻的第二泡沫层。

[0222] 实施例

[0223] 测试方法与制备程序

[0224] 热氧化物晶片 (200mm直径) 移除速率测试方法

[0225] 以下实施例的基板移除速率通过下列方式计算:确定被抛光层的初始厚度(即,抛光前)与最终厚度(即,抛光后)的厚度变化,并将该差值除以抛光时间。使用购自美国加利福尼亚州米尔皮塔斯的纳米科学仪器公司(Nanometrics, Inc., Milpitas, California)的9000B型非接触式膜分析系统进行厚度测量。采用排除10mm边缘的二十五点直径扫描。

[0226] 铜和钨晶片 (200mm直径) 移除速率测试方法

[0227] 移除速率通过下列方式计算:确定被抛光层从初始厚度到最终厚度的厚度变化,并将该差值除以抛光时间。对于八英寸直径的晶片,厚度测量采用购自美国加利福尼亚州库比蒂诺的创新设计工程公司(Creative Design Engineering, Inc., Cupertino, California)的配有四点探针的ResMap 168。采用排除5mm边缘的八十一一点直径扫描。

[0228] 铜晶片 (300mm直径) 移除速率测试方法

[0229] 通过确定正被抛光的铜层厚度的变化来计算移除速率。用该厚度的变化除以晶片抛光时间,以获得正被抛光的铜层的移除速率。对于300mm直径晶片的厚度测量采用购自美国加利福尼亚州库比蒂诺的创新设计工程公司(Creative Design Engineering, Inc., Cupertino, California)的配有四点探针的ResMap 463-F0UP。采用排除5mm边缘的八十一一点直径扫描。

[0230] 晶片不均匀性测定

[0231] 晶片不均匀性百分比的测定是通过计算在晶片表面各点处被抛光层厚度变化的标准偏差(如从上述任何移除速率测试方法测定得到的),所述标准偏差除以被抛光层厚度变化的平均值,然后所得值乘以100,这样结果以百分比记录。

[0232] 测量前进接触角和后退接触角的测试方法

[0233] 使用购自美国北卡罗来纳州马修斯的克鲁士美国公司(Kruss USA, Matthews, North Carolina)的DSA 100型液滴形状分析仪测量样品的前进角和后退角。使用双面胶带将样品粘附到测试装置的检验台上。将总体积为2.0 μ l的DI水以10 μ l/min的速率小心泵入微复制型表面的单元格中心,避免流入周围凹槽中。同时,利用相机采集液滴图像,并将这些图像转移到液滴形状分析软件中进行前进接触角分析。然后,以10 μ l/min的速率从液滴中移除1.0 μ l水以确保水滴的基线收缩。与前进角测量过程类似,同时采集液滴图像,并通过液滴形状分析软件分析后退角。

[0234] 200mm Cu晶片抛光方法

[0235] 使用以商品名REFLEXION (REFX464) 抛光器购自美国加利福尼亚州圣克拉拉的应用材料公司(Applied Materials, Inc. Santa Clara, CA)的CMP抛光器对晶片进行抛光。抛光器配有用于固定200mm直径晶片的200mm PROFILER头。通过PSA将30.5英寸(77.5cm)直径垫层合到抛光工具的压板。未进行垫磨合程序。在抛光过程中,施加至PROFILER头的上部腔室、内部腔室、外部腔室和固定环的压力分别为0.8psi (5.5kPa)、1.4psi (9.7kPa)、1.4psi (9.7kPa)和3.1psi (21.4kPa)。压板转速为120rpm,并且所述头转速为116rpm。将可以商品

名3M CMP垫修整器刷PB33A (3M CMP PAD CONDITIONER BRUSH PB33A) 购自美国明尼苏达州圣保罗的3M公司 (3M Company, St. Paul, Minnesota) 的4.25英寸直径的刷型垫修整器安装在修整臂上, 在108rpm转速和5lbf下压力下使用。通过正弦波扫描, 使垫修整器以100%原位修整扫过垫的表面。抛光液为浆液, 可以商品名PL 1076购自日本爱知县清须市的富士见公司 (Fujimi Corporation, Kiyosu, Aichi, Japan)。在使用之前, 用DI水稀释PL 1076浆液, 然后加入30%过氧化氢使得PL1076/DI水/30% H_2O_2 的最终体积比为10/87/3。以300mL/min的溶液流速进行抛光。在表1中示出的时间处, 将Cu监测晶片抛光1分钟, 然后开始测量。200mm直径Cu监测晶片购自美国加利福尼亚州费尔蒙的台媛科技有限公司 (Advantiv Technologies Inc., Fremont, California)。晶片按下列方式堆叠: 200mm再生Si基板+PE-TEOS 5KA+Ta 250A+PVD Cu 1KA+e-Cu 20KA+退火。热氧化物晶片在监测晶片抛光中用作“调试级”晶片, 并且每个晶片抛光1分钟。

[0236] 300mm Cu晶片抛光方法

[0237] 使用以商品名REFLEXION抛光器购自美国加利福尼亚州圣克拉拉的应用材料公司 (Applied Materials, Inc. Santa Clara, CA) 的CMP抛光器对晶片进行抛光。抛光器配有用于固定300mm直径晶片的300mm CONTOUR头。用PSA层将30.5英寸 (77.5cm) 直径垫层合到抛光工具的压板。未进行磨合程序。在此抛光期间, 施加到CONTOUR头的各区域: 区域1、区域2、区域3、区域4、区域5和固定环的压力分别为3.3psi (22.8kPa)、1.6psi (11.0kPa)、1.4psi (9.7kPa)、1.3psi (9.0kPa)、1.3psi (9.0kPa) 和3.8psi (26.2kPa)。压板转速为53rpm, 并且所述头转速为47rpm。将可以商品名3M CMP垫修整器刷PB33A (3M CMP PAD CONDITIONER BRUSH PB33A) 购自美国明尼苏达州圣保罗的3M公司 (3M Company, St. Paul, Minnesota) 的4.25英寸直径的刷型垫修整器安装在修整臂上, 在81rpm转速和5lbf下压力下使用。通过正弦波扫描, 使垫修整器以100%原位修整扫过垫的表面。抛光液为浆液, 可以商品名PL 1076购自日本爱知县清须市的富士见公司 (Fujimi Corporation, Kiyosu, Aichi, Japan)。在使用之前, 用DI水稀释PL 1076浆液, 然后加入30%过氧化氢使得PL1076/DI水/30% H_2O_2 的最终体积比为10/87/3。以300mL/min的溶液流速进行抛光。在表2中示出的时间处, 将Cu监测晶片抛光1分钟, 然后开始测量。300mm直径Cu监测晶片购自美国加利福尼亚州费尔蒙的台媛科技有限公司 (Advantiv Technologies Inc., Fremont, California)。晶片按下列方式堆叠: 300mm原始Si基板+热氧化物3KA+Ta_N 250A+PVD Cu 1KA+e-Cu15KA+退火。热氧化物晶片在监测晶片抛光中用作“调试级”晶片, 并且每个晶片抛光1分钟。

[0238] 200mm钨晶片抛光方法

[0239] 钨晶片抛光方法与针对200mm铜晶片抛光所述的方法相同, 不同的是用200mm钨监测晶片代替200mm铜监测晶片且抛光液为以商品名SEMI-SPERSE W2000购自美国伊利诺伊州奥罗拉的嘉柏微电子材料股份有限公司 (Cabot Microelectronics, Aurora, Illinois) 的浆液。在使用之前, 用DI水稀释W2000浆液, 然后加入30%过氧化氢使得W2000/DI水/30% H_2O_2 的最终体积比为46.15/46.15/7.7。以300mL/min的溶液流速进行抛光。在表3中示出的时间处, 将钨监测晶片抛光1分钟, 然后开始测量。200mm直径钨监测晶片购自美国加利福尼亚州费尔蒙的台媛科技有限公司 (Advantiv Technologies Inc., Fremont, California)。晶片按下列方式堆叠: 200mm再生Si基板+PE-TEOS4KA+PVD Ti 150A+CVD TiN 100A+CVD W 8KA。热氧化物晶片在监测晶片抛光中用作“调试级”晶片, 并且每个晶片抛光1分钟。

[0240] 200mm热氧化物晶片抛光方法1

[0241] 热氧化物晶片抛光方法与针对200mm铜晶片抛光所述的方法相同,不同的是用200mm热氧化物监测晶片代替200mm铜监测晶片且抛光液为以商品名CES-333购自日本东京千代田区的旭硝子股份有限公司(Ashai Glass Co., LTD., Chiyoda-ku, Tokyo, Japan)的二氧化铈浆液。在使用之前,用DI水稀释CES-333浆液,使得CES-333/DI水的最终体积比为75/25。以300mL/min的溶液流速进行抛光。在表4中示出的时间处,将热氧化物监测晶片抛光1分钟,然后开始测量。200mm直径热氧化物监测晶片可购自美国加利福尼亚州特雷西的Process Specialties公司(Process Specialties Inc., Tracy, California)。晶片按下列方式堆叠:再生Si基板+20KA热氧化物。热氧化物晶片在监测晶片抛光中用作“调试级”晶片,并且每个晶片抛光1分钟。

[0242] 200mm热氧化物晶片抛光方法2

[0243] 热氧化晶片抛光方法与针对200mm热氧化物抛光方法1所述的方法相同,不同的是抛光液为设计用于铜阻挡层抛光的浆液,其可以商品名I-CUE-7002购自嘉柏微电子材料股份有限公司(CabotMicroelectronics)。在使用之前,用30%过氧化氢稀释I-CUE-7002浆液,使得I-CUE-7002/30% H_2O_2 的最终体积比为97.5/2.5。以300mL/min的溶液流速进行抛光。另外根据表5,所述头速度从116rpm变化到113rpm,并且流速为150ml/min或300ml/min。在表5中示出的时间处,将热氧化物监测晶片抛光1分钟,然后开始测量。200mm直径热氧化物监测晶片可购自美国加利福尼亚州特雷西的Process Specialties公司(Process Specialties Inc., Tracy, California)。晶片按下列方式堆叠:再生Si基板+20KA热氧化物。热氧化物晶片在监测晶片抛光中用作“调试级”晶片,并且每个晶片抛光1分钟。

[0244] 实施例1

[0245] 具有根据图6、图7和图9的抛光层的抛光垫的制备过程如下:根据美国专利6,285,001中所述的程序,用激光烧蚀聚碳酸酯片材,形成阳模母模工具,即具有与抛光层10所需的表面形貌大致相同的表面形貌的工具。参见图6、图7和图9以及其相对于阳模母模工具所需的精确成形孔、微凸体和巨大通道的所需特定尺寸和分布的对应描述。然后使用常规技术以三次迭代为聚碳酸酯母模镀上镍,形成镍阴模。以这种方式形成几块14英寸宽的镍阴模,并将其微焊接在一起,制成较大镍阴模以便形成14英寸宽的压花辊。然后将该压花辊用于类似于美国专利申请公布2010/0188751中所述的压印工艺,以形成抛光层,其为薄膜并卷绕成卷。用于压印工艺中以形成抛光层的聚合物材料为热塑性聚氨酯,可以商品名ESTANE 58414购自美国俄亥俄州威克利夫的路博润公司(Lubrizol Corporation, Wickliffe, Ohio)。聚氨酯的硬度为约65邵氏硬度,并且抛光层的厚度为约17密耳(0.432mm)。

[0246] 使用上述前进接触角和后退接触角测量测试方法,测量了抛光层的后退接触角和前进接触角。前进接触角为 144° ,并且后退接触角为 54° 。

[0247] 然后使用如美国临时申请61/858670(David等人)中所公开的等离子体方法,在抛光层的工作表面上形成纳米尺寸形貌特征结构。将一卷抛光层安装在所述室中。将抛光层围绕桶电极卷绕,并固定至桶相对侧的收卷辊。将放线和收线张力保持在4磅(13.3N)和10磅(33.25N)。关闭室门并将内室抽至 5×10^{-4} 托的基准压力。第一气体物质为以20sccm的流速提供的四甲基硅烷气体,第二气体物质为以500sccm的流速提供的氧气。暴露期间的压力

为约6毫托,等离子体以6000瓦特的功率打开,同时胶带以2英尺/分钟(0.6m/min)的速度前进。将抛光层的工作表面暴露于氧气/四甲基硅烷等离子体中约120秒。

[0248] 等离子处理之后,采用前进接触角和后退接触角测量测试方法测量处理过的抛光层的后退接触角和前进接触角。前进接触角为 115° ,并且后退接触角为 0° 。

[0249] 等离子处理导致在抛光层的表面上形成纳米尺寸的形貌特征结构。图12A和图12B分别示出在等离子处理之前和之后抛光层表面的小区域。在等离子处理之前,抛光层表面非常平滑,如图12A所示。在等离子处理之后,在抛光层表面观察到纳米尺寸纹理,如图12B所示。注意,图12A和图12B中所示的比例(白条)表示1微米。图12C和图12D分别示出在较高放大倍数下的图12A和图12B的图像。在这两个图中示出的比例(白条)表示100nm。图12B和图12D示出,等离子处理在抛光层表面上形成了不规则形状区域的随机阵列,该区域尺寸小于约500nm,甚至小于约250nm。不规则凹槽隔开这些区域,并且这些凹槽的宽度小于约100nm,甚至小于约50nm。这些凹槽的深度大约与其宽度具有相同的数量级。表面处理使得垫表面的亲水性质显著提高,如图13A和图13B所示。图13A示出,在形成纳米尺寸形貌特征结构之前,在黑光条件下拍摄的实施例1的抛光层表面上的一滴水(包含小于0.1重量%荧光素钠盐 $C_{20}H_{10}Na_2O_5$,可购自美国密苏里州圣路易斯的西格玛奥德里奇公司(Sigma-Aldrich Company, LLC, St. Louis, Missouri))的照片。这滴水易于在抛光层上挂珠,并保持其(大致)球形形状,这表明抛光层的表面是疏水的。图13B示出在等离子处理之后,在抛光层的表面上的一滴含盐的水以及纳米尺寸形貌特征结构的形成。易于在抛光层的表面上润湿的这滴水表明,抛光层的表面已经变得明显更加亲水。

[0250] 抛光垫通过下列方式形成:使用购自美国明尼苏达州圣保罗的3M公司(3M Company, St. Paul, Minnesota)的3M双涂层胶带442DL(3M DOUBLE COATED TAPE 442DL,将三块大约36英寸长 \times 14英寸宽的表面经改良的抛光层膜层合到聚合物泡沫:密度为12磅/立方英尺的10密耳(0.254mm)厚白色泡沫,Volara级130HPX0025WY产品编号VF130900900,可购自美国密苏里州科尔德沃特的美国积水Voltek分公司(Voltek a Division of Sekisui America Corporation, Coldwater, Missouri)。将抛光层的第二表面,即非工作表面层合到泡沫。泡沫板为约36英寸(91cm) \times 36英寸(91cm),并且抛光层膜为彼此相邻的层合制品,从而最小化它们之间的缝隙。在将抛光层膜层合到泡沫之前,首先通过一层442DL胶带将20密耳(0.508mm)厚聚碳酸酯板(即,子垫)层合到泡沫的一个表面。将442DL胶带的最后一层层合到聚碳酸酯板的暴露表面。此最后粘合剂层用于将抛光垫层合到抛光工具的压板上。使用形成实施例1的抛光垫的常规技术冲切30.5英寸直径垫。以这种方式制备几种垫,并且这几种垫都将看作是实施例1。

[0251] 通过下列方式在抛光垫中形成端值窗口:切割并移除聚碳酸酯层和泡沫层的合适尺寸的条带,剩下完整的聚碳酸酯抛光层。当将实施例1的抛光垫置于抛光工具上时,得到了Applied Materials REFLEXION工具——一种适用于在晶片表面上进行端值检测的端值信号。

[0252] 随后采用上述晶片抛光方法,使用实施例1的抛光垫、各种晶片基板和对应浆液进行晶片抛光。如图1至图5所示,实施例1的抛光垫对于Cu、钨、热氧化物和Cu阻挡材料应用具有非常好的CMP性能。在大多数情况下与基准消耗装置相比,得到了更好的晶片移除速率和晶片不均匀性。

[0253] 表1.实施例1的200mm Cu晶片抛光结果

抛光时间(min)	移除速率 (Å/min)	不均匀性(%)
5	7029	3.0
10	7473	3.5
20	7465	4.3
30	7393	4.3
35	6791	4.9
45	6848	3.6
55	6702	3.2
80	7130	3.2
105	7816	4.4
130	6945	3.7
155	6734	5.3
180	6974	5.7
205	6997	3.8

[0255] 表2.实施例1的300mm Cu晶片抛光结果

抛光时间(min)	移除速率 (Å/min)	不均匀性(%)
30	5840	5.8
35	6320	4.8
40	6489	6.4
45	6503	5.2
50	6578	6.2

[0257] 表3.实施例1的200mm钨晶片抛光结果

[0258]

抛光时间(min)	移除速率 (Å/min)	不均匀性(%)
100	1816	2.6
110	1842	2.8
130	1806	2.6
140	1805	2.4
150	1818	2.2
160	1771	2.2
170	1787	1.7
180	1760	2.5
190	1781	2.5
200	1775	2.1
210	1764	2.3
220	1747	1.7
230	1439	2.3
240	1420	1.9
245	1760	3.1
250	1489	1.8
260	1898	2.4
270	1880	3.2
280	1927	2.9
290	1894	2.4
300	1809	2.3
310	1904	3.1
320	1826	3.5
330	1832	3.2
340	1803	3.9
350	1806	2.8

[0259]

360	1810	2.8
370	1743	3.6
410	1742	3.6
420	1852	3.8
430	1986	4.1

[0260]

表4. 实施例1的200mm热氧化物晶片抛光结果 (CES-333浆液)

[0261]

抛光时间(min)	移除速率 (Å/min)	不均匀性(%)
175	1836	14.2
200	2048	12.7
225	1981	7.6
250	1998	9.3
275	2029	8.0
300	2103	6.9
325	2055	6.1
350	2145	5.4
375	2295	5.9
400	2374	6.1
425	2373	4.4
450	2446	5.0
475	2251	5.8
500	2245	4.9
525	2314	4.6
550	2118	7.6
575	2187	3.7
600	2310	5.6
625	2302	4.9
650	2162	4.6
675	1254	5.7
700	1220	5.3
725	1338	5.2
750	2320	3.4
775	2114	5.5
792	2084	4.0

[0262] 表5. 实施例1的200mm热氧化物晶片抛光结果 (I-CUE-7002浆液)

[0263]

抛光时间(min)	浆液流速 (ml/min)	移除速率 (Å/min)	不均匀性(%)
5	150	878	2.0
10	150	884	1.5
15	300	949	1.7
20	300	950	1.7
25	300	941	2.1

[0264] 图14A和图14B分别示出在进行钨CMP之前和之后, 实施例1的抛光层的一部分的

SEM图像。已知钨浆液导致侵蚀性垫磨损。但是,抛光层的工作表面在用钨浆液抛光430分钟之后几乎未发生磨损,如表3所示。同样对于实施例1,在用Cu和热氧化物CMP抛光之后也观察到类似结果,即抛光层的工作表面几乎未发生磨损或未发生磨损。

[0265] 比较例2 (CE-2)

[0266] 按照与上述实施例1相同的方式制备CE-2,不同的是未使用等离子处理。随后,纳米尺寸形貌特征结构未出现于抛光层的表面上,如图12A和图12C所示。通过下列方式在抛光垫中形成端值窗口:切割并移除聚碳酸酯层和泡沫层的合适尺寸的条带,剩下完整的聚碳酸酯抛光层。

[0267] 然后采用上述“200mm热氧化物晶片抛光方法1”,使用CE-2的抛光垫进行晶片抛光。确定了热氧化物移除速率和晶片非均匀性与抛光时间的函数关系,如表6所示。

[0268] 表6.CE-2的200mm热氧化物晶片抛光结果 (CES-333浆液)

[0269]	抛光时间(min)	移除速率 (Å/min)	不均匀性(%)
	60	123	53.7
	120	721	25.2
	180	1005	16.9
[0270]	240	1171	16.4
	300	1329	17.5
	360	1423	17.2
	420	1503	22.7
	480	1627	19.0
	540	1566	18.2
	600	816	45.4
	660	1512	23.3
	720	1684	18.1
	780	1799	22.4
	840	1744	17.7
	900	1731	18.5
	960	1860	21.5
	1020	1783	17.1
	1080	1648	16.8
	1140	1718	20.5
	1200	1713	15.4
	1320	1703	15.5
	1380	1704	15.6
	1440	1595	16.8
	1500	1699	20.0

[0271] 如表6所示,CE-2的抛光垫在热氧化物CMP应用中具有良好的CMP性能。比较表4和

表6中的数据,相比于CE-2(在抛光层的表面上没有纳米尺寸形貌特征结构),实施例1(在抛光层的表面上存在纳米尺寸形貌特征结构)的热氧化物移除速率明显更高。用实施例1抛光的晶片的晶片非均匀性也比用CE-2抛光的晶片更低。

[0272] 实施例3至实施例5

[0273] 制备了三种抛光垫,每种均包括仅一个抛光层。该抛光层包括多个精确成形微凸体和多个精确成形孔,这些凸体为锥形圆柱体,并且这些孔为尺寸如表7A、表7B和表7C中所示的大致半球体形状。在等离子处理抛光层之前进行测量。多个精确成形微凸体和多个精确成形孔均被构造为具有如表7A、表7B和表7C所示间距(相邻的类似特征结构之间中心到中心的距离)的正方形阵列图案。用于制备每一抛光层的对应母模工具、阴模母模工具和较大阴模母模工具的形成,以及压印方法和等离子处理如实施例1所述那样。图15A和图15B分别示出在抛光层的等离子处理之前,实施例3和实施例5的SEM图像。

[0274] 表7A. 实施例3的特征结构尺寸

[0275]

	微凸体			孔			承压面积 ^(c) (%)
	高度 (微米)	顶端 直径 (微米)	间距 (微米)	深度 (微米)	孔开口处 的直径 (微米)	间距 (微米)	
平均值	26.0	17.8	41.6	21.3	24.0	41.5	17.8
标准 偏差	0.7	0.6	0.9	0.3	0.7	0.9	0.5
% NU ^(a)	2.8	3.4	2.2	1.5	3.1	2.2	3.0
N ^(b)	20	20	20	20	20	20	4 ^(d)

[0276] (a) %NU为标准偏差(Std.Dev.)除以平均值,再乘以100。

[0277] (b) N为样品尺寸。

[0278] (c) 承压面积为样品区域的顶端面积除以该样品区域的投影垫面积,再乘以100得到百分比。

[0279] (d) 测量了该垫的四个区域,每区域分别测量12个微凸体、12个微凸体、13个微凸体和13个微凸体。

[0280] 表7B. 实施例4的特征结构尺寸

[0281]

	微凸体			孔			承压 面积 (c) (%)
	高度 (微米)	顶端 直径 (微米)	间距 (微米)	深度 (微米)	孔开口处 的直径 (微米)	间距 (微米)	

[0282]

					米)		
平均值	29.3	48.0	102.9	27.3	79.5	103.3	18.8
标准 偏差	1.6	1.1	0.9	0.3	1.2	1.4	0.2
% NU ^(a)	5.4	2.2	0.8	1.1	1.6	1.4	1.0
N ^(b)	20	20	20	20	20	20	8 ^(d)

[0283] (a) %NU为标准偏差(Std.Dev.)除以平均值,再乘以100。

[0284] (b) N为样品尺寸。

[0285] (c) 承压面积为样品区域的顶端面积除以该样品区域的投影垫面积,再乘以100得到百分比。

[0286] (d) 测量了该垫的八个区域,每区域测量2个微凸体。

[0287] 表7C. 实施例5的特征结构尺寸

[0288]

	微凸体			孔			承压 面积 (c) (%)
	高度 (微米)	顶端 直径 (微米)	间距 (微米)	深度 (微米)	孔开口处 的直径 (微米)	间距 (微米)	
平均值	27.5	77.2	143.7	29.8	103.9	144.1	24.4
标准 偏差	1.9	1.3	1.4	0.3	1.8	1.7	0.2
% NU ^(a)	6.9	1.7	1.0	1.0	1.7	1.2	0.9
N ^(b)	20	20	20	20	20	20	16 ^(d)

[0289] (a) %NU为标准偏差 (Std.Dev.) 除以平均值,再乘以100。

[0290] (b) N为样品尺寸。

[0291] (c) 承压面积为样品区域的顶端面积除以该样品区域的投影垫面积,再乘以100得到百分比。

[0292] (d) 测量了该垫的十六个区域,每区域测量1个微凸体。

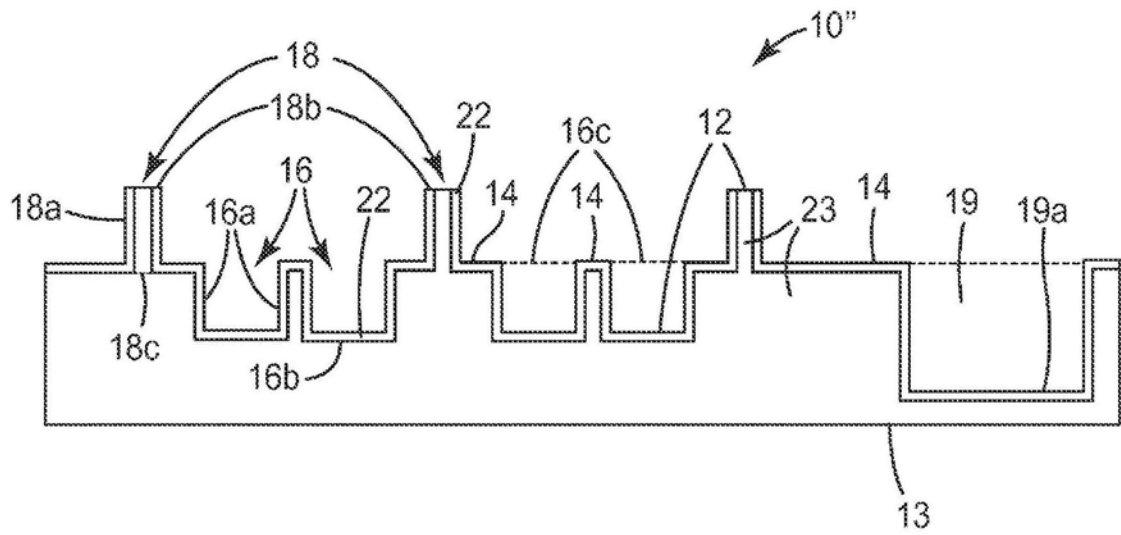


图1C

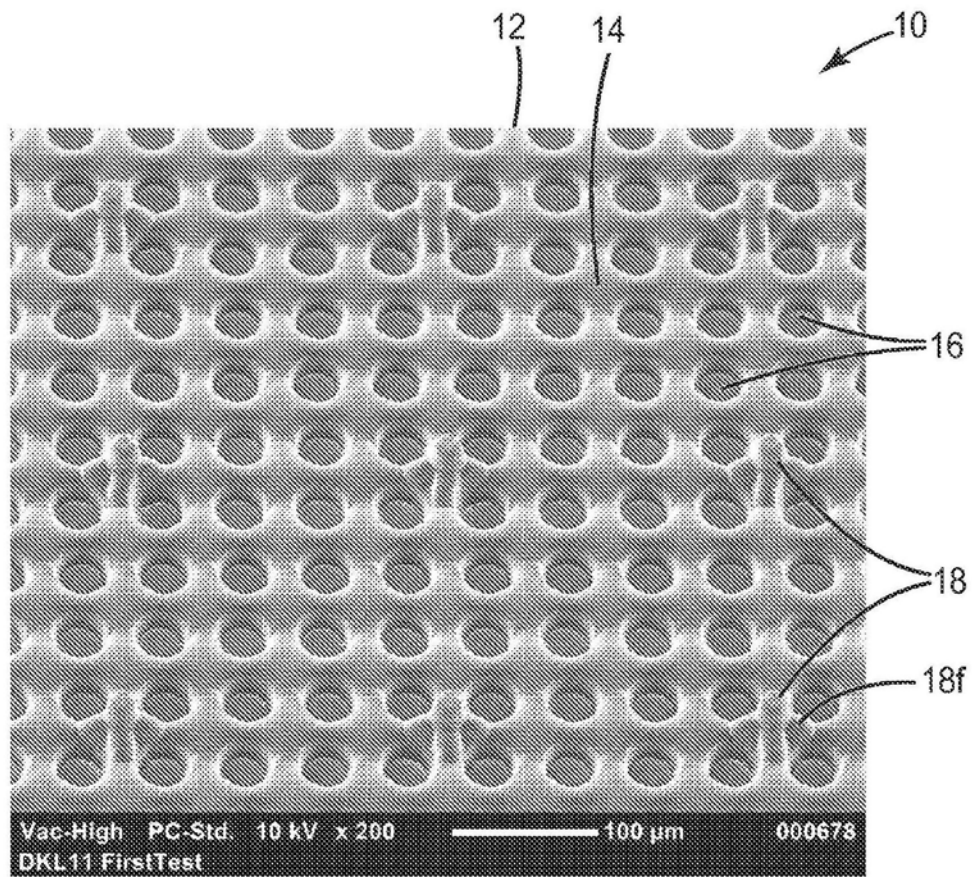


图2

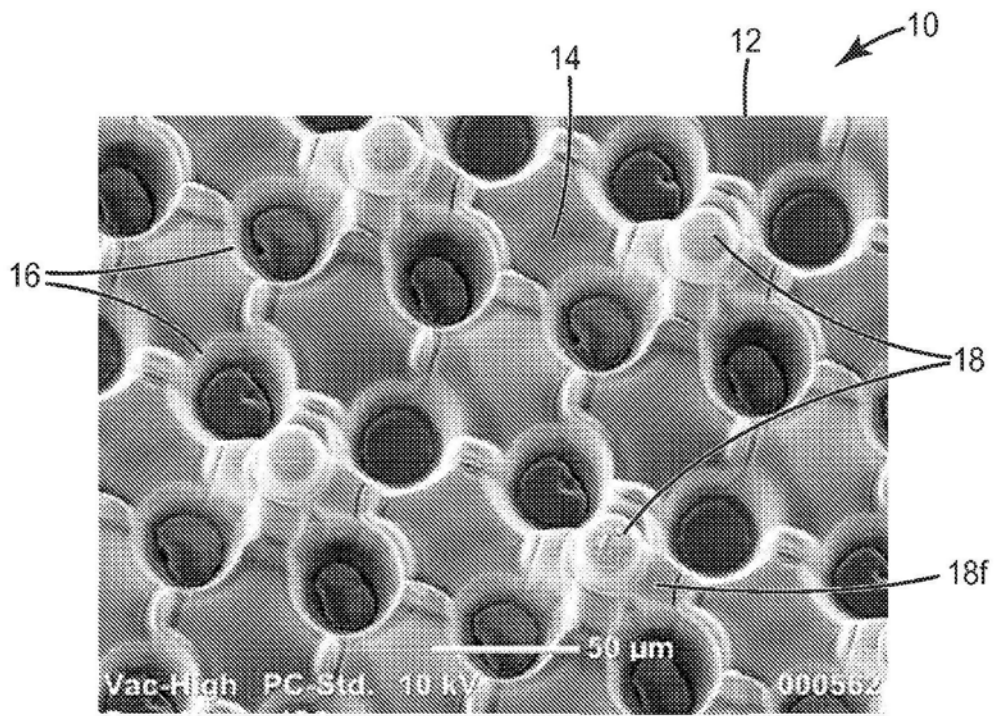


图3

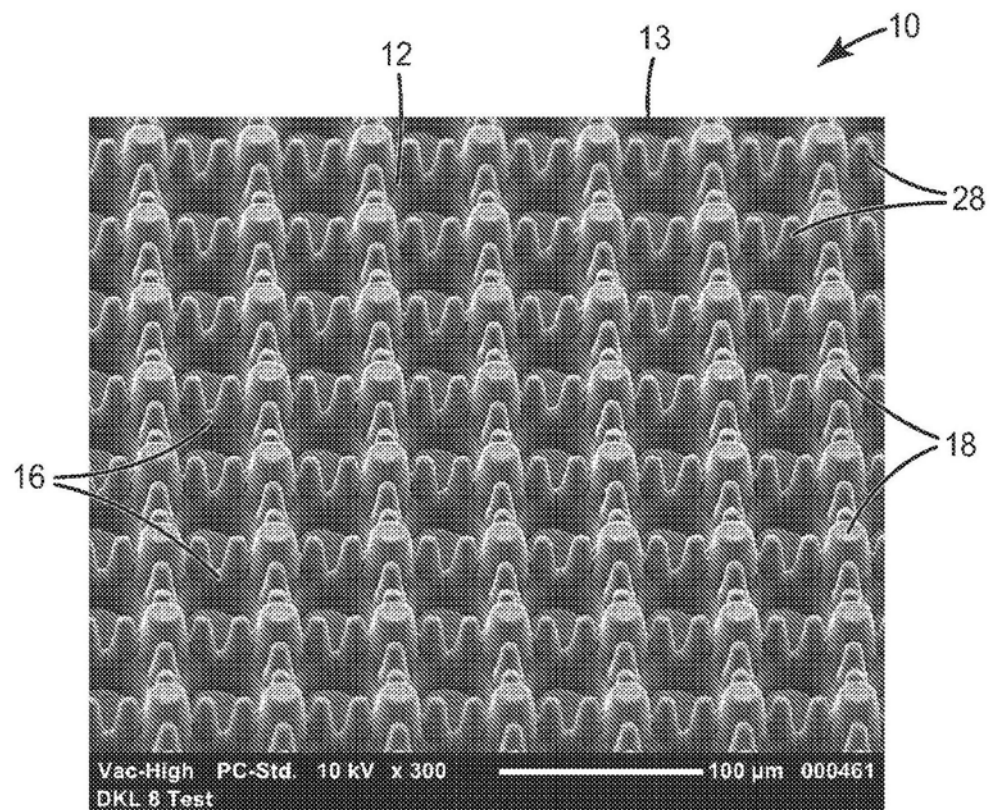


图4

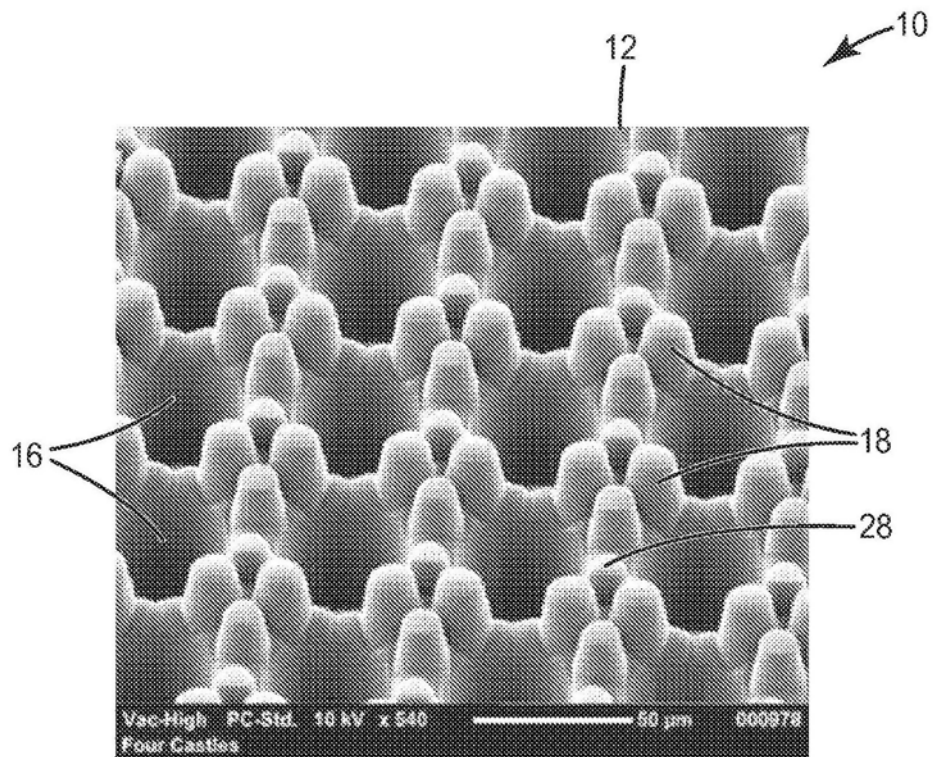


图5

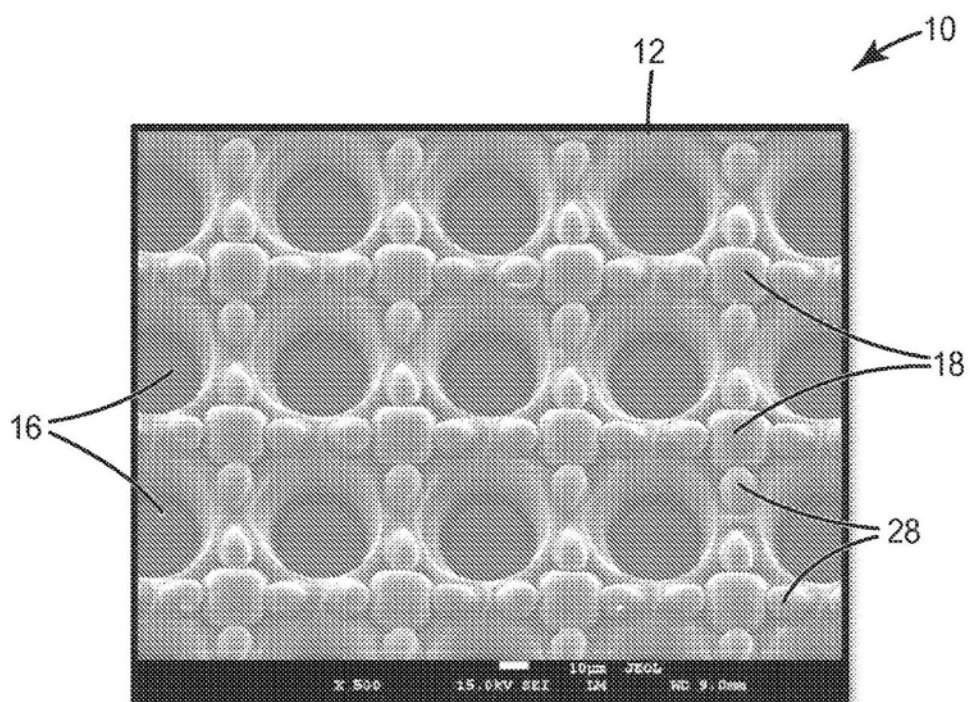


图6

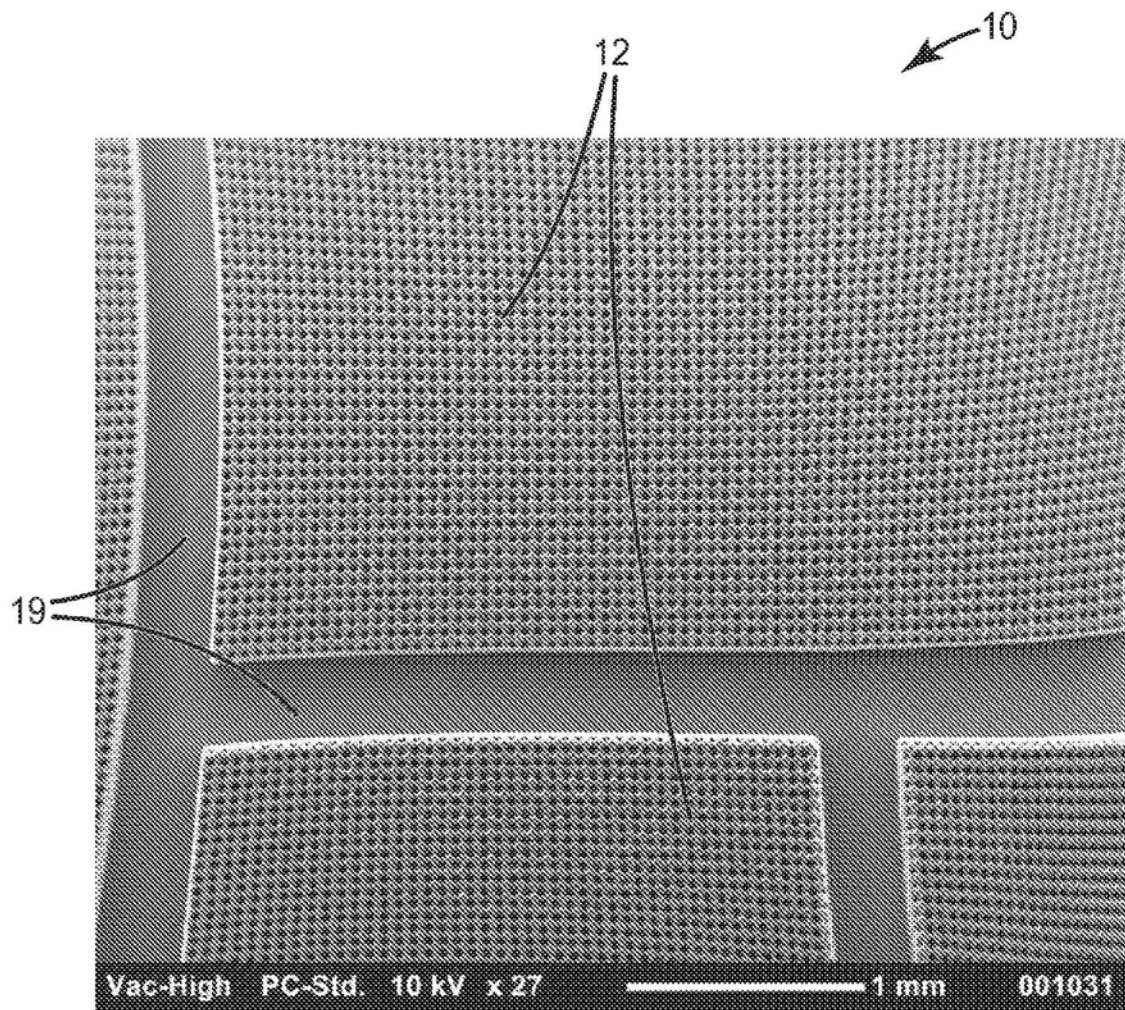


图7

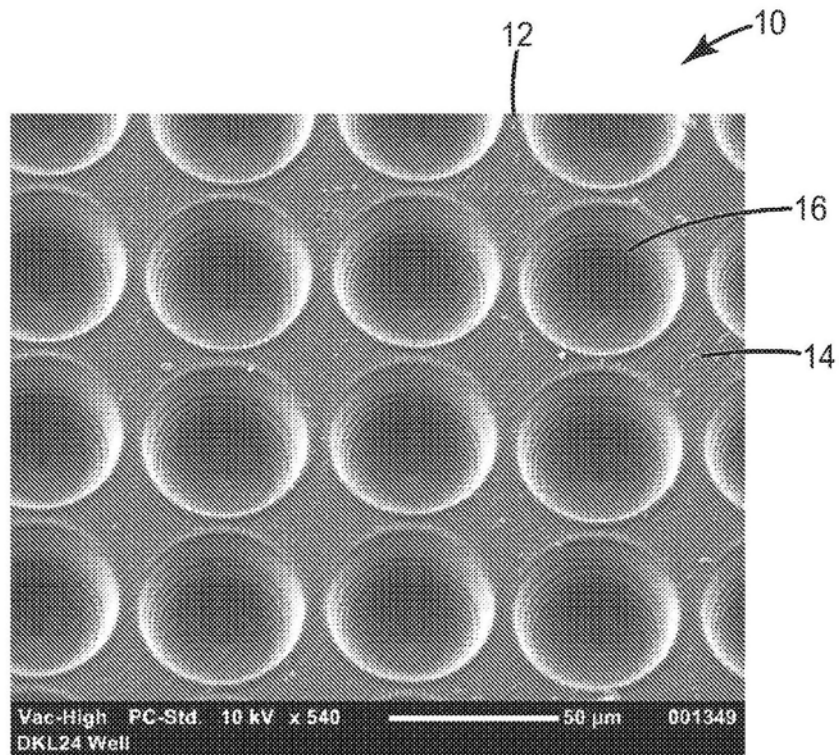


图8A

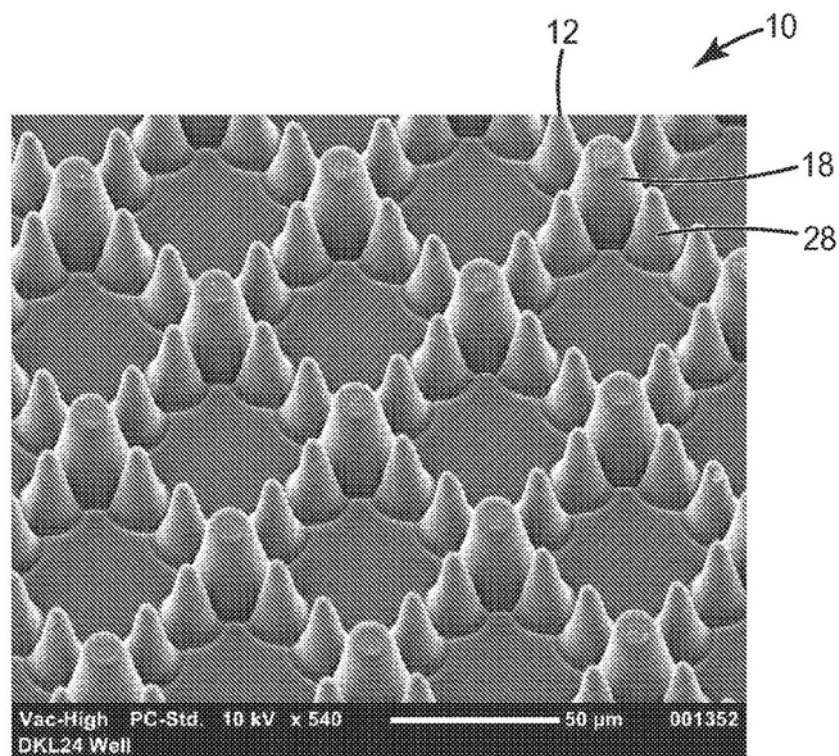


图8B

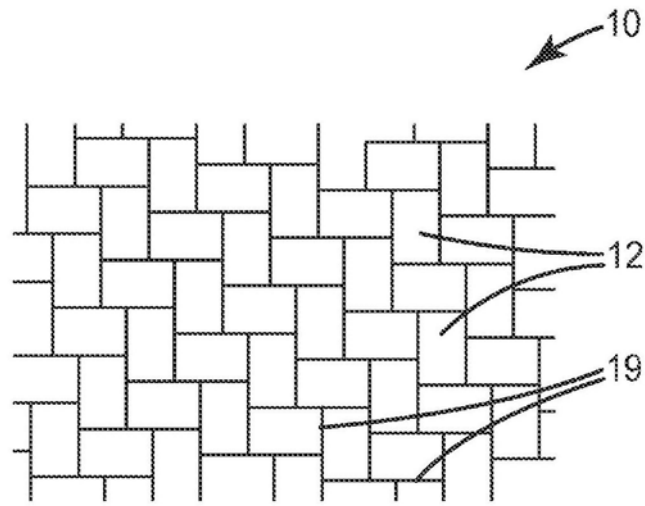


图9

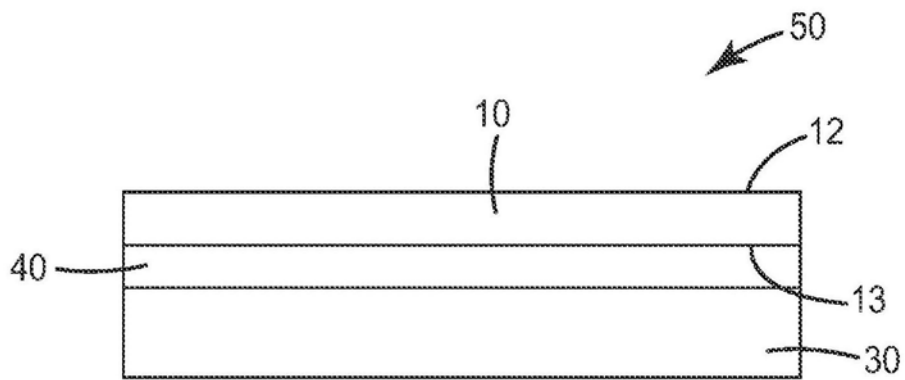


图10A

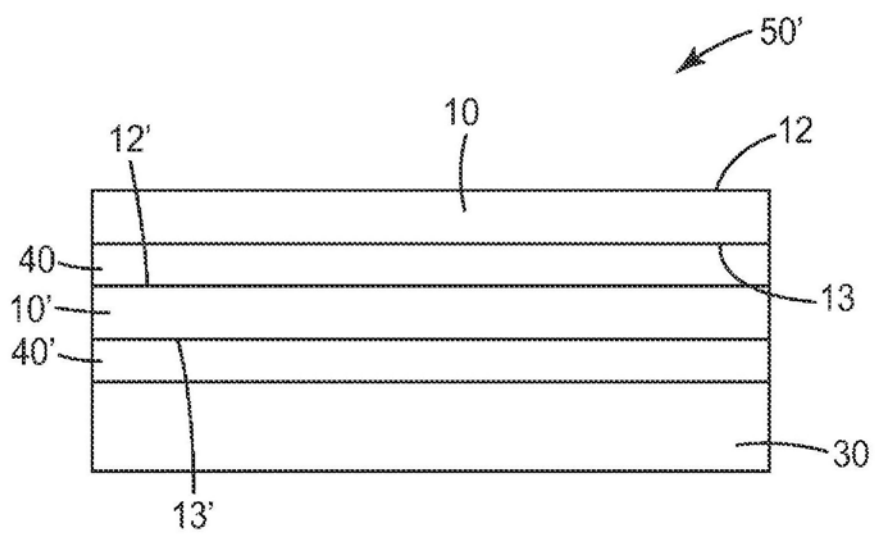


图10B

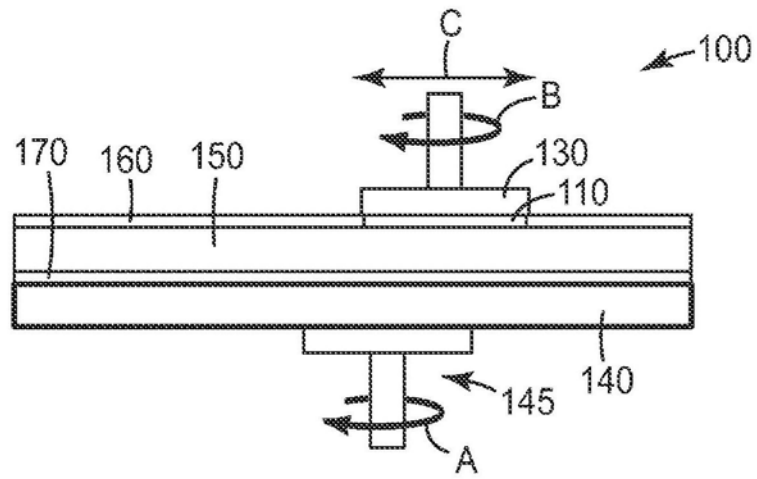


图11

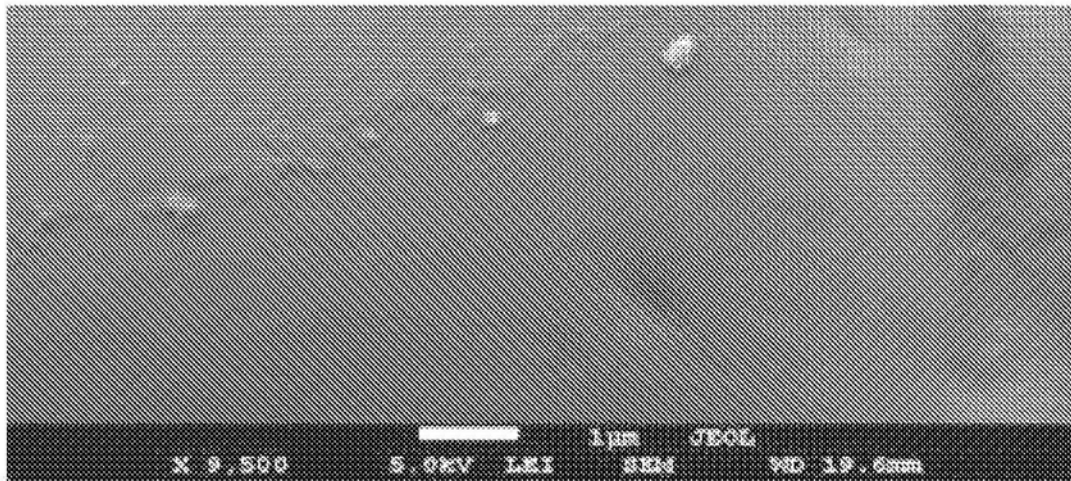


图12A

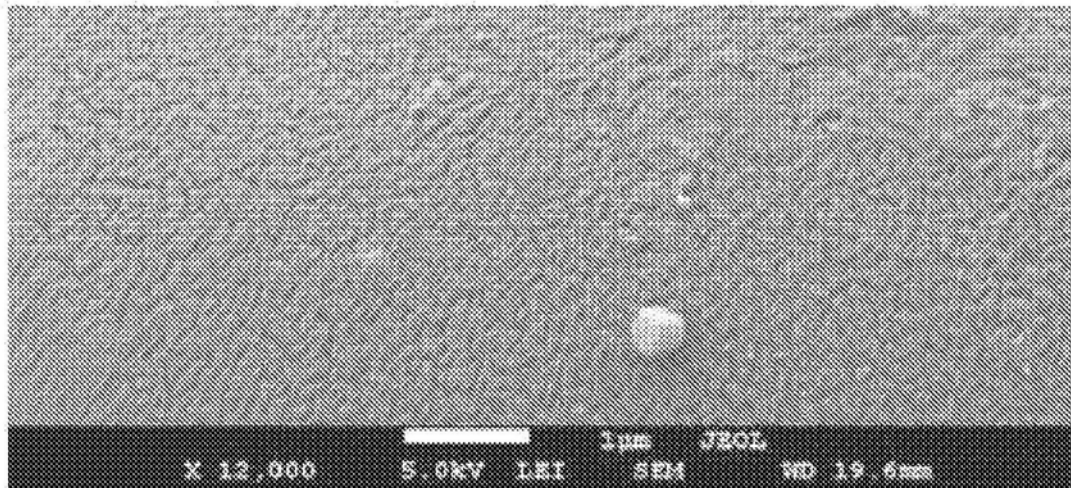


图12B

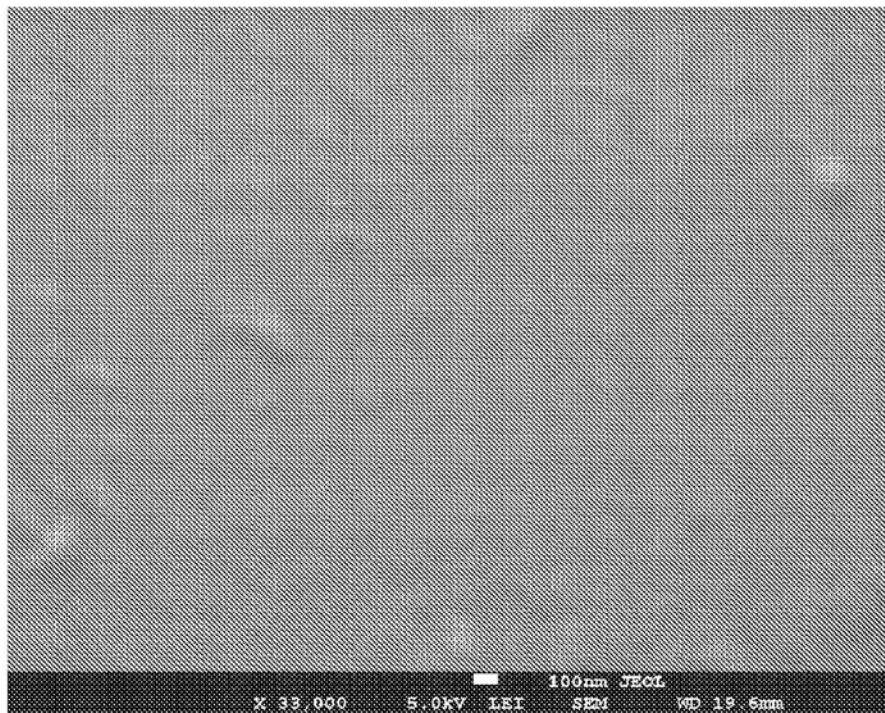


图12C

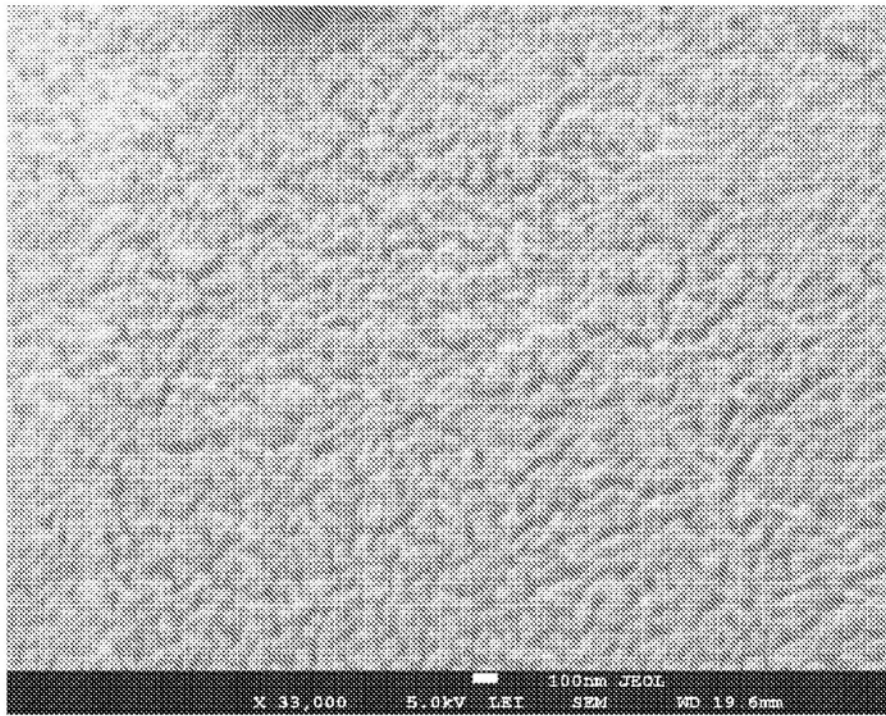


图12D

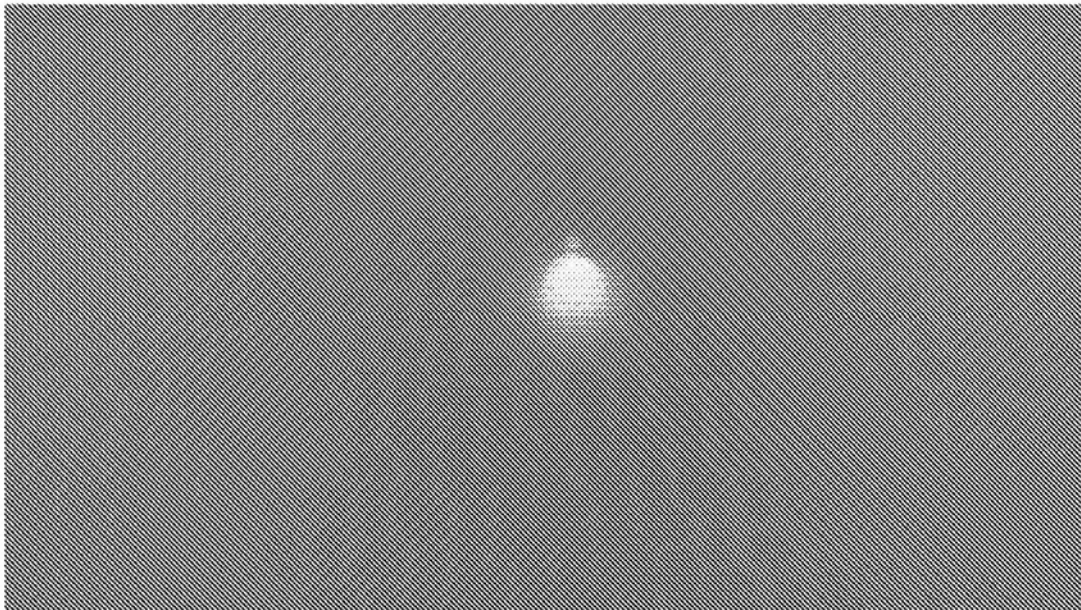


图13A

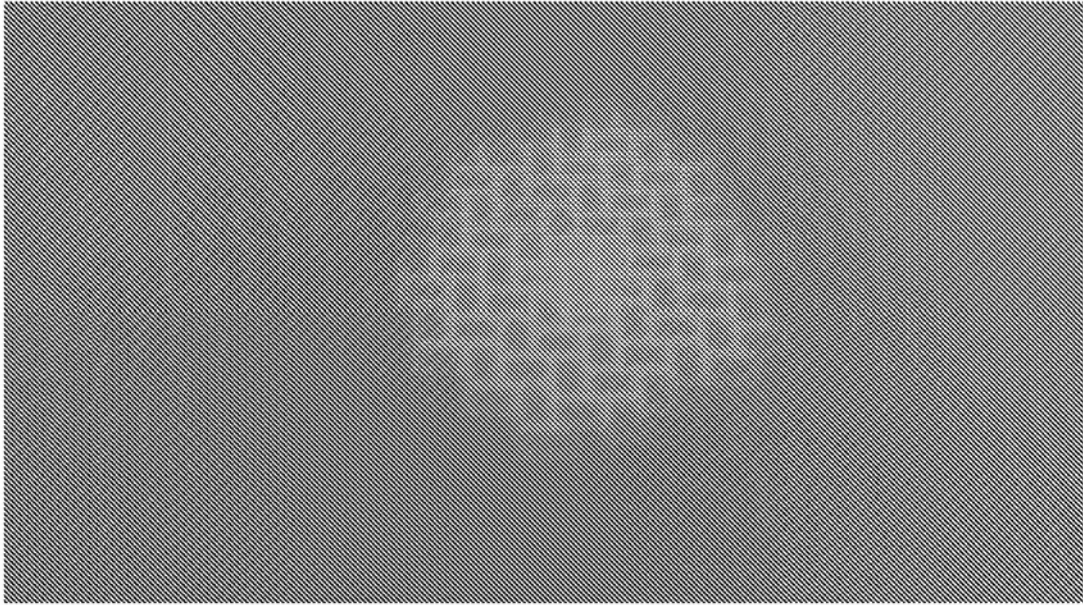


图13B

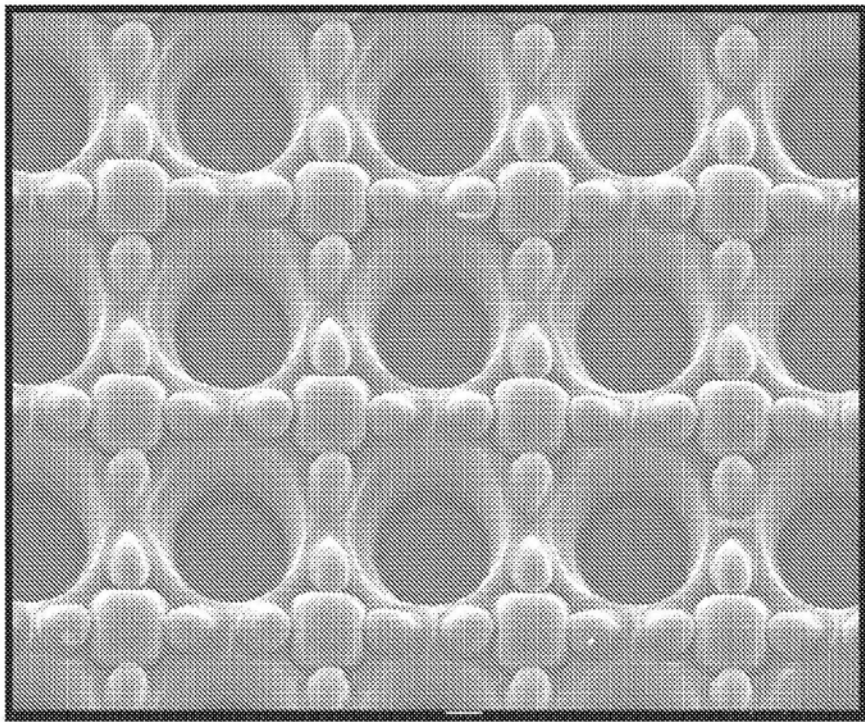


图14A

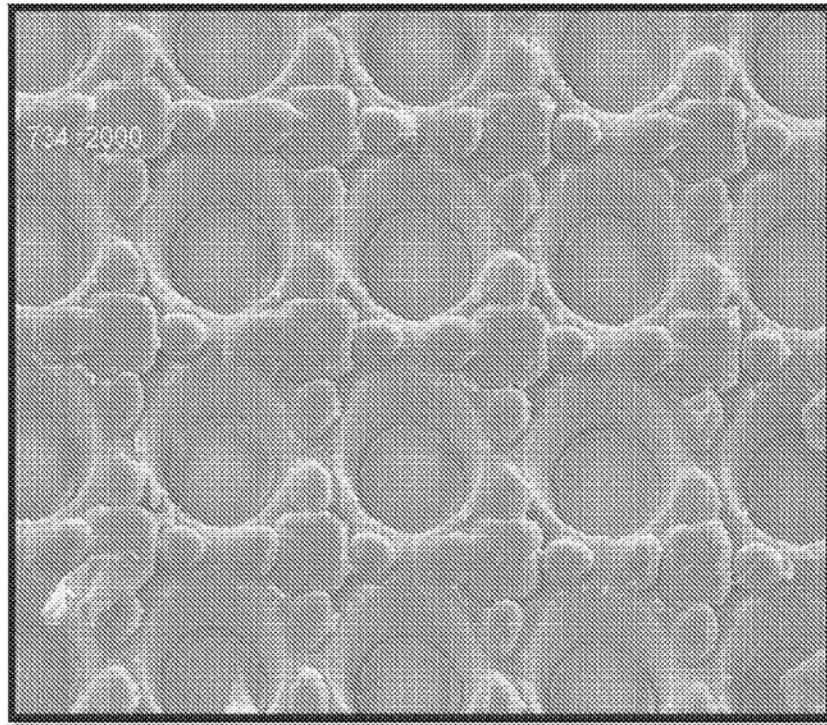


图14B

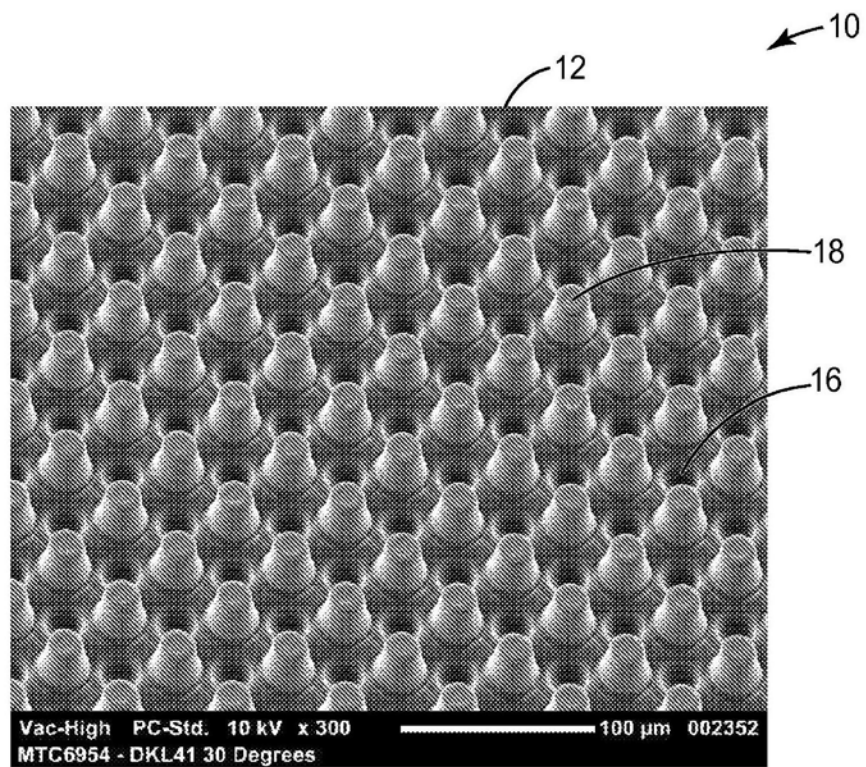


图15A

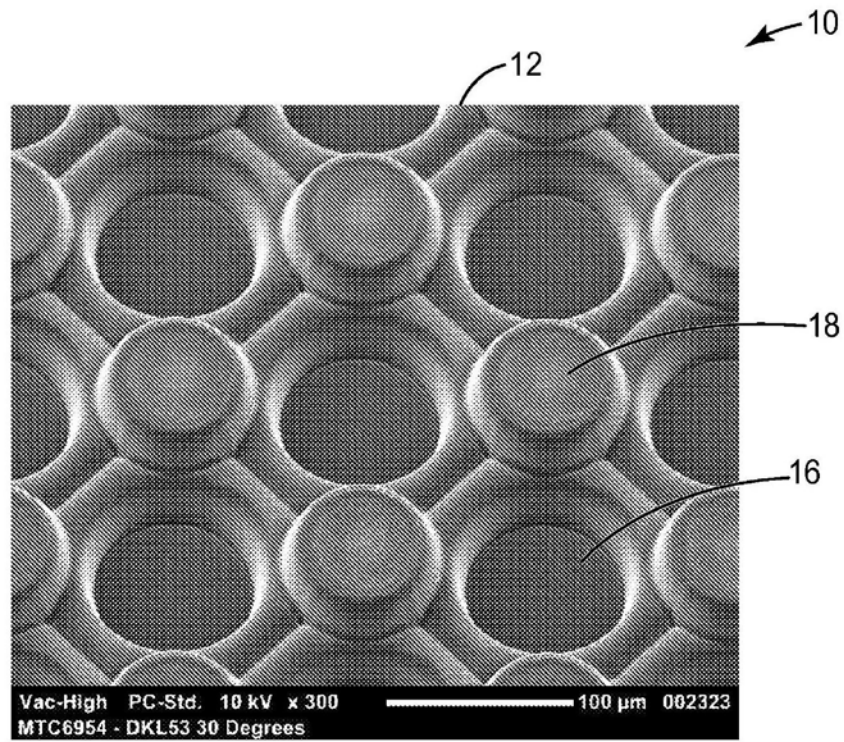


图15B