



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107073677 B

(45)授权公告日 2020.05.15

(21)申请号 201580056353.6

(22)申请日 2015.10.16

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 107073677 A

(43)申请公布日 2017.08.18

(30)优先权数据

62/065,190 2014.10.17 US

62/066,291 2014.10.20 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2017.04.17

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/US2015/056021 2015.10.16

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02016/061506 EN 2016.04.21

(73)专利权人 应用材料公司  
地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 M·C·奥里拉尔 T·麦克尔森  
K·克里希南 R·巴贾杰  
N·B·帕迪班德拉  
D·莱德菲尔德 F·C·雷德克  
G·E·孟克

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100

代理人 侯颖嫒

(51)Int.Cl.

B24B 37/22(2012.01)

B24B 37/24(2012.01)

B24B 37/26(2012.01)

B24D 18/00(2006.01)

B33Y 80/00(2015.01)

审查员 周雪

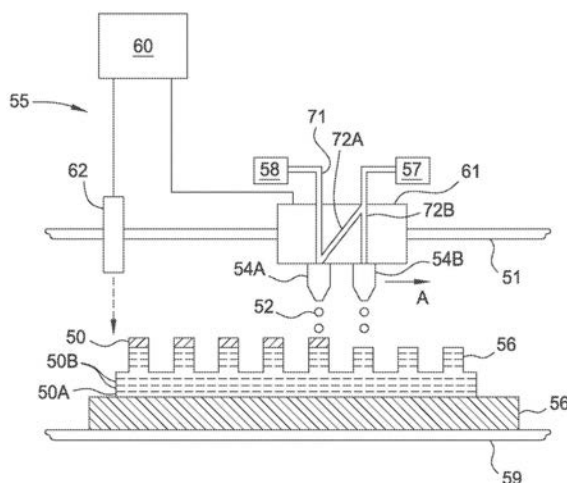
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

打印化学机械研磨垫

(57)摘要

一种制造研磨垫的研磨层的方法,该方法包括用3D打印机依次沉积多个层,该多个研磨层的各层是通过自第一喷嘴喷射基材料并且自第二喷嘴喷射添加材料并将基材料与添加材料固化以形成固化的垫材料而沉积的。



1. 一种制造研磨垫的方法,包括以下步骤:  
使基材料从前体源流动到3D打印机的打印头的第一喷嘴;  
使添加材料从添加物源流动到所述第一喷嘴或独立于所述基材料的所述打印头的第二喷嘴;  
用所述打印头沉积多个研磨层,其中所述多个研磨层的至少第一层包含从耦接至所述打印头的所述前体源提供的所述基材料与从耦接至所述打印头的所述添加物源提供的所述添加材料;及  
固化所述多个研磨层以形成固化的研磨层,  
其中所述研磨垫中的所述添加材料的浓度在跨所述研磨垫的第一方向或第二方向上改变,并且  
其中所述第一方向平行于所述研磨垫的研磨表面且所述第二方向垂直于所述研磨表面。
2. 如权利要求1所述的方法,其中所述添加材料改变所述研磨垫的热传导性。
3. 如权利要求1所述的方法,其中所述添加材料改变所述研磨垫的孔隙度。
4. 如权利要求3所述的方法,其中所述添加材料包括具有介于5nm至50 $\mu$ m之间的直径的纳米颗粒。
5. 如权利要求1所述的方法,其中所述添加材料是压电材料。
6. 如权利要求1所述的方法,进一步包括以下步骤:  
在所述多个研磨层上依次沉积多个层以与所述多个研磨层一体地形成背层。
7. 如权利要求6所述的方法,其中形成所述背层包括:  
沉积与用于形成所述研磨层的基材料不同的材料。
8. 如权利要求1所述的方法,其中所述研磨层具有30肖氏D至90肖氏D的肖氏D硬度。
9. 如权利要求8所述的方法,其中所述研磨层具有50肖氏D至65肖氏D的肖氏D硬度。
10. 如权利要求1所述的方法,其中所述研磨层具有26肖氏A至95肖氏A之间的肖氏A硬度。
11. 如权利要求1所述的方法,其中包含所述研磨层的所述多个层中的至少一层进一步包括:  
形成两个或更多个区域,其中所述区域是具有不同特性的离散区域。
12. 如权利要求11所述的方法,其中添加材料和/或基材料在两个或更多个区域中可以是不同的。
13. 如权利要求11所述的方法,其中所述添加材料改变所述研磨层的至少一个性质,所述至少一个性质选自由以下各项构成的组:孔隙度、刚性、表面能量、抗磨性、传导性,以及化学功能。
14. 如权利要求1所述的方法,进一步包括:  
沉积来自所述打印头的第一喷嘴的所述基材料;以及  
沉积来自所述打印头的第二喷嘴的所述添加材料。
15. 如权利要求1所述的方法,其中所述第二喷嘴控制所述固化的研磨层中的所述添加材料的局部浓度。
16. 一种研磨垫,包括:

研磨层,包括:

多个3D打印机沉积的层,其中所述多个3D打印机沉积的层中的第一层包括:

基材料;以及

一个或多个添加材料,所述添加材料修改所述研磨层的至少一个性质,所述至少一个性质选自由以下各项构成的组:孔隙度、刚性、表面能量、抗磨性、传导性,以及化学功能,其中所述研磨垫中的所述添加材料的浓度在跨所述研磨垫的第一方向或第二方向上改变,并且其中所述第一方向平行于所述研磨垫的研磨表面且所述第二方向垂直于所述研磨表面。

17.如权利要求16所述的研磨垫,其中所述添加材料包括:

具有介于5nm至50 $\mu$ m之间的直径的纳米颗粒。

18.如权利要求16所述的研磨垫,进一步包括:

由与所述研磨层的所述基材料不同的材料形成的背层。

19.如权利要求16所述的研磨垫,其中包括所述研磨层的所述多个层中的至少一层进一步包括:

两个或更多个区域,其中所述区域包括具有不同特性的离散区域。

20.如权利要求19所述的研磨垫,其中所述添加材料和/或所述基材料在两个或更多个区域中可以是不同的。

## 打印化学机械研磨垫

[0001] 背景

### 技术领域

[0002] 本发明涉及用于化学机械研磨中的研磨垫。

### 背景技术

[0003] 可靠地生产纳米及更小的特征用于半导体组件的下世代超大规模集成电路(VLSI)与极大规模集成电路(ULSI)的关键技术挑战之一。然而,随着电路技术极限的推进,缩小VLSI与ULSI互连技术的尺寸已经对于处理能力有额外的要求。栅极结构于基板上的可靠形成对于VLSI与ULSI的成功以及对于继续努力增加各个基板和管芯(die)的电路密度与质量是重要的。

[0004] 集成电路通常通过导电、半导体或绝缘层于硅晶片上的连续沉积而形成于基板上。各种制造工艺需要于基板上的层的平坦化。例如,对于特定应用,如研磨金属层以在图案层的沟槽中形成通孔、插头与线,平坦化上覆层直到图案层的顶表面暴露。在其他应用中,如用于微影术的介电层的平坦化,研磨上覆层直至所需厚度剩余在下层上。

[0005] 化学机械研磨(CMP)是常用于高密度集成电路制造中的工艺以平坦化或研磨沉积于基板上的材料层。承载头可提供固定于其中的基板至CMP系统的研磨站且可控制地促使基板抵靠移动的研磨垫。通过提供基板的特征侧之间的接触以及于存在有研磨流体时相对于研磨垫移动基板而有效地施用CMP。通过化学与机械活动的结合,材料自接触研磨表面的基板的特征侧移除。

[0006] 化学机械研磨处理的一个目的是研磨均匀性。如果基板上不同区域以不同速率研磨,则对于基板的某些区域可能有太多的材料被移除(“研磨过度”)或太少的材料被移除(“研磨不足”)。传统的研磨垫包括“标准”垫以及固定研磨垫。标准垫具有带有耐用粗糙表面的聚氨酯研磨层,也可以包括可压缩背层。相对地,固定研磨垫具有容纳于容量媒介中的研磨颗粒,且可以支撑于一般不可压缩的背层上。研磨垫可依据操作与所需结果而独特地选择。

[0007] 研磨垫通常通过模铸、铸造或烧结聚氨酯材料而制成。在模铸的情况中,每次可制成一个研磨垫,例如,通过注入模铸。在模铸的情况中,液体前体被铸造与硬化(cure)成一块状物,该块状物随后被切成各个垫片。这些垫片可以接着机械加工至最终厚度。凹槽可以被机械加工成研磨表面,或被形成于注入模铸工艺的部分。研磨垫的形成是耗时的且在研磨垫为CMP使用所接受前需要多个步骤。

[0008] 因此,需要一种改良的研磨垫。

### 发明内容

[0009] 公开一种制造研磨垫的方法,该方法包括以3D打印机依次沉积多个层。通过将基材料自第一喷嘴喷射并且将添加材料(additive material)自第二喷嘴喷射而沉积多个研

磨层的各层。公开基材料与添加材料经固化(solidify)以形成固化的垫材料。

### 附图说明

[0010] 因此,为了能够详细理解实施例的上述特征的方式,可以通过参考实施例得出以上简要概述的实施例的更具体的描述,实施例中的一些在附图中示出。然而,值得注意的是,所附附图只绘示了本实施例的示例,并且因此不被认为对其范围进行限制,因为本公开可允许其他等效的实施例。

[0011] 图1A是示例研磨垫的示意性截面侧视图。

[0012] 图1B是另一示例研磨垫的示意性截面侧视图。

[0013] 图1C是又另一示例研磨垫的示意性截面侧视图。

[0014] 图2是化学机械研磨站的示意性侧视、部分截面图。

[0015] 图3是绘示用于制造图1A的研磨垫的3D打印机的示意性截面侧视图。

[0016] 为便于理解,在可能的情况下,使用相同的附图标记代表图标中相同的元件。可以预期,一个实施例中的元件与特征可有利地用于其他实施例中而无需赘述。

### 具体实施方式

[0017] 为了提供研磨均匀性,研磨垫需要形成与正被研磨的基板的均匀接触,使得可以跨基板表面施加均匀的压力。垫的厚度变化可以产生跨基板表面的非均匀压力。甚至厚度的小变化也导致所施压力的变化,以及因此导致非均匀移除以及更严重的缺陷,如基板表面上的微刻痕。这影响对于硬研磨垫更为剧烈,且在低压研磨工艺下也更为剧烈。虽然软研磨垫可以容纳更大的厚度变化,但是在垫中形成凹槽的工艺更可能产生软研磨垫中的非均匀性。

[0018] 用于制造可以提供改良的厚度均匀性的研磨垫的技术是3D打印。在3D打印工艺中,一薄层的垫前体,如液体,经逐渐沉积与熔化而形成完整的三维研磨垫。

[0019] 在一个示例中,一种制造研磨垫的研磨层的方法包括用3D打印机依次沉积多个层,多个研磨层的各层是通过将液体垫材料前体自喷嘴喷射以及固化垫材料前体以形成固化的垫材料而沉积的。

[0020] 本发明的实施可包括以下特征中的一个或多个。多个层的各层的厚度可小于研磨层的总厚度的50%。多个层的各层的厚度可小于研磨层的总厚度的1%。可通过用计算机上运行的3D绘图程序来控制垫材料前体的喷射以形成多个层的至少一些层中的图案而形成凹口(recess)于研磨层中。凹口可是研磨垫的总水平表面积的10%-75%。凹口间的高地(plateau)可具有0.1至2.5mm的侧向尺寸。凹口可具有0.25至1.5mm的深度。凹口可具有0.1mm至2mm的最宽侧向尺寸。凹口可被成形为圆柱、截平角锥或棱柱中的一个或多个。凹口可以是凹槽。固化垫材料前体可包括硬化垫材料前体。硬化垫材料前体可包括紫外线(UV)硬化。垫材料前体可包括聚氨酯丙烯酸酯低聚物或丙烯酸酯单体。固化的垫材料可包括聚氨酯。研磨颗粒可供应于固化的垫材料中。研磨颗粒可是金属氧化物颗粒。研磨垫的背层可通过用3D打印机依次沉积多个层而形成。形成背层可包括用与研磨层的多个层不同的量来硬化背层的多个层。形成背层可包括注入与垫前体材料不同的材料。固化的研磨层可在某些区域具有介于约30至约90之间的肖氏D硬度(Shore D hardness),而在垫的其他区域具

有介于约26至约95之间的肖氏A硬度。垫材料前体可以是熔融的垫材料且固化垫材料前体可包括冷却该熔融的垫材料。

[0021] 本发明的优点可包括下列的一者或多者。研磨垫可以以非常严格的公差制造,如良好的厚度均匀性。凹槽可以形成于研磨垫中而无需扭曲(distort)厚度均匀性。可改善跨基板的研磨均匀性,特别是在低压,如低于0.8psi,或甚至低于0.5psi或0.3psi。垫制造工艺适应于不同研磨垫配置及凹槽图案。研磨垫可以制造得更快且更便宜。

[0022] 参照图1A-1C,研磨垫18包括研磨层22。如图1A所示,研磨垫18可以由研磨层22组成的单层垫,或如图1C所示,研磨垫18可以是包括研磨层22与至少一个背层20的多层垫。在一个或多个实施例中,在3D打印研磨垫18时,背层20和研磨层22可一体地形成。

[0023] 研磨垫18可具有一个或多个区域,如第一区域42、第二区域41及第三区域43。区域42、41、43可以是具有不同特性的离散区域。一个或多个区域42、41、43可具有合并入各区域的添加物以改变研磨垫18的性质。例如,区域41与43可比区域42更硬。区域42、41、43也可具有不同研磨、热或其他性质。可通过使用不同类型和/或数量的添加物于区域42、41、43的至少两个中而达成。

[0024] 研磨层22可以是在研磨工艺中为惰性的材料。研磨层22的材料可以是塑料,如聚氨酯。在某些实施中,研磨层22是相对耐用与坚硬的材料。例如,在肖氏D度量上,研磨层22可以具有约30肖氏D至约90肖氏D的硬度,如约50肖氏D至约65肖氏D。在其他较软的区域,研磨层22可具有介于约26肖氏A至95肖氏A之间的肖氏A硬度。

[0025] 如图1A所示,研磨层22可以是同质(homogeneous)成分的层,或如图1B所示,研磨层22可以包括保持于塑料材料(如聚氨酯)的基质(matrix) 29中的研磨颗粒28。研磨颗粒28较基质29的材料更硬。研磨颗粒28可以组成研磨层的约0.05重量百分比(wt%)至约75重量百分比。例如,研磨颗粒28可以小于研磨层22的约1重量百分比,如小于约0.1重量百分比。或者,研磨颗粒28可以大于研磨层22的约10重量百分比,如大于约50重量百分比。研磨颗粒的材料可以是金属氧化物,如氧化铈、氧化铝、氧化硅或以上的组合。

[0026] 研磨层22可以具有80密耳(mil)或更小的厚度D1,如50密耳或更小,如25密耳或更小。因为调节工艺趋向于损耗研磨表面24,所以研磨层22的厚度可以经选择成提供研磨垫18有效的使用寿命,如3000个研磨与调节周期。

[0027] 在微观尺度上,研磨层22的研磨表面24可以具有粗糙的表面纹理,如2-4微米rms。例如,研磨层22可以经受磨削(grind)或调节工艺以产生粗糙的表面纹理。此外,3D打印可以提供小的均匀特征,如小到约200微米。

[0028] 虽然在微观尺度上研磨表面24可以是粗糙的,但是在研磨垫自身的宏观尺度上研磨层22可以具有良好的厚度均匀性(此均匀性是指研磨表面24相对于研磨层的底表面的高度的整体变化,且不算有意于研磨层中形成的任何宏观凹槽或穿孔)。例如,厚度非均匀性可以小于约1密耳。

[0029] 研磨表面24的至少部分选择性地包括于其中形成的多个凹槽26以用于承载研磨浆。凹槽26可具有几乎任何图案,如同心圆、直线、交叉线、螺旋线以及类似物。假设凹槽存在,那么研磨表面24(即凹槽26之间的高地)可以是约研磨垫18的总水平表面积的25-90%。因此,凹槽26可以占据研磨垫18总水平表面积的10%-75%。凹槽26之间的高地可以具有约0.1至2.5mm的侧向宽度。

[0030] 在某些实施中,例如,如果有背层20,则凹槽26可以整个延伸通过研磨层22。在某些实施中,凹槽26可以延伸通过研磨层22的厚度的约20-80%,如约40%。凹槽26的深度可以是约0.25mm至约1mm。例如,在具有约50密耳厚的研磨层22的研磨垫18中,凹槽26可以具有约20密耳的深度D2。

[0031] 背层20可以较研磨层22更软且更可压缩。背层20在肖氏A度量上可以具有80肖氏A或更小的硬度,如小于约60肖氏A的硬度。背层20可以较研磨层22更薄或更厚,或有跟研磨层22相同的厚度。

[0032] 例如,背层20可以是开单元或闭单元泡沫(open-cell or a closed-cell foam),如带有空隙的聚氨酯或聚硅酮,使得在压力下单元崩解而背层压缩。用于背层的适当材料是来自康乃迪克Rogers的Rogers公司的PORON 4701-30或来自Rohm&Haas的SUBA-IV。背层的硬度可以通过层材料与孔隙度的选择而作调整。或者,由相同前体形成的背层20具有与研磨层相同的孔隙度,但具有不同程度的硬化以具有不同硬度。

[0033] 现在转到图2,一个或多个基板14可以在CMP设备的研磨站10处研磨。研磨站10可以包括可旋转平台16,研磨垫18置放于可旋转平台16上。在研磨步骤期间,研磨液体30(如研磨浆)可以通过研磨浆供应端口或组合的研磨浆/清洗臂32而供应至研磨垫18的表面。研磨流体30可以包含研磨颗粒、pH调整器或化学活性成份。此外,研磨站10可具有用于扫描研磨垫18的激光器31。当研磨垫18因使用而磨损时,激光器31可用于重新调整研磨垫18。

[0034] 基板14通过承载头34而抵靠研磨垫18固定。承载头34自支撑结构(如旋转料架(carousel))悬吊,且通过承载驱动轴36而连接至承载头旋转电机使得承载头可以绕轴38旋转。在研磨液体30的存在下,研磨垫18与基板14的相对运动导致基板14的研磨。

[0035] 研磨垫18可于3D打印工艺中制造。用于3D打印研磨垫18的适当技术可一般包括定向能量沉积、粉末床熔融或薄片层压等技术。例如,聚喷(polyjet) 3D技术是带有薄如16微米(0.0006")的层的层添加技术。聚喷快速原型工艺使用高分辨率喷墨技术结合UV可硬化材料以产生高度详尽与准确的层于研磨垫18中。在另一个示例中,3D打印机使用熔融沉积成型(FDM)以附加地将材料向下铺置于层中。研磨垫材料的丝或线自线圈松开并熔融在一起以产生研磨垫。在又一个示例中,3D打印机将粘合剂喷墨成粉末床。此技术被称为“粘合剂喷射”或“落上粉(drop-on-powder)”。粉末床可包含用于产生研磨垫的添加物与基材料。喷墨打印头跨粉末的床移动,从而选择性地沉积液体结合材料。粉末的薄层跨已完成的部分散布,且重复该工艺,伴随着每层黏着于最后。在另一个示例中,研磨垫可使用选择性的激光烧结来3D打印。激光器或其他适合的功率源通过在3D模型界定的粉末中的各点处自动瞄准激光而烧结粉末材料。激光将材料粘合在一起而产生固体(solid)结构。当层完成时,建造平台往下移动且新一层的材料经烧结而形成研磨垫的下一个横截面。重复此处理一次一层地建立研磨垫。选择性的激光熔化(SLM)使用可比较的概念,但是在SLM中,材料被完全熔化而不是烧结,烧结允许不同晶体结构、孔隙度等其他性质。在另一个示例中,使用立体光刻(槽光聚合(Vat Photopolymerization))来3D打印研磨垫。槽光聚合工艺通过使用光(如UV激光或其他类似的电源)以选择性地硬化材料层于光聚合物的槽或光反应树脂中而建立研磨垫。另外的立体光刻技术是数字光处理。数字光处理(DLP)使用投影器以将目标的横截面图像投影入光聚合物的槽。光只选择性地硬化该图像指定的区域。最近打印的层接着被重新定位以为未硬化的光聚合物留下空间以填充打印与投影器之间新产生的空

间。重复此处理而一次一层地建立目标。使用DLP产生的层可具有低于30微米的层厚度。在其他的示例中,使用薄片层压产生研磨垫。通过将薄片材料互相堆层于顶部并将其结合在一起而制造研磨垫。3D打印机接着将研磨垫的轮廓切片成边界薄片的材料。重复此处理而一次一层(薄片)地建立研磨垫。在又一个示例中,使用定向能量沉积(DEP)产生研磨垫。DEP是添加物制造工艺,在此工艺中,聚焦的热能通过熔化材料而用于熔融材料。材料可供至由计算机导向的电子束产生的熔化池而移动以形成研磨垫的层于建造平台上。应当了解,其他的3D打印技术也如示例的技术一样适合用于3D打印研磨垫。

[0036] 应当理解到,添加物可或可不在跨研磨垫的基材料中具有均匀的浓度。添加物可在研磨垫的不同区域中的浓度上逐渐改变。不同浓度的区域可具有径向、方位角向、极性方向、网格或其他空间关系。例如,添加物可在浓度上跨研磨垫以边缘向中心的关系逐渐减少或增加。添加物可跨基板以不连续水平91增量(如图1C所示)的方式交替增加。此外,添加物可跨基板以不连续垂直92增量(如图1C所示)的方式交替增加。

[0037] 参考图3,可使用3D打印工艺(如喷墨打印)来制造研磨垫18的研磨层22。在制造工艺中,材料的薄层逐步被沉积与熔融。例如,液滴52可以自液滴喷射打印机55的喷嘴54A喷射以形成层50。液滴喷射打印机55与喷墨打印机相似,但使用的是垫前体材料而不是墨水。

[0038] 液滴喷射打印机55可具有控制器60、打印头61,以及能量源62。控制器60可是处理单元,经配置而引导打印头61以将材料沉积于支撑件59上并用能量源62硬化该材料。能量源62可以是UV光(如激光),经配置而引导能量的光束以用于硬化沉积的材料。打印头61与能量源62横跨支撑机构51平移(如箭头A所示)。或者,支撑件59可铰接(articulate)以提供平面出入口给打印头61与能量源62。

[0039] 前体源58具有至喷嘴54A的流体连接71。添加物源57可具有至喷嘴54A的流体连接72A。在一个实施例中,液滴52A可包含来自前体源58的垫前体材料以及来自添加物源57的添加材料。或者,添加物源57可具有至单独喷嘴(如添加物喷嘴54B)的流体连接72B。添加物喷嘴54B可沉积液滴52B以连同来自喷嘴54A的液滴52A一起形成层50。在另一个实施例中,液滴52A包含来自前体源58的前体材料以及液滴52B包含来自添加物源57的添加材料。当施加添加物以形成层50时,添加物喷嘴54B控制添加物的局部浓度。

[0040] 液滴52A、52B可形成材料的第一层50A于支撑件59上。对于随后沉积的层50B,喷嘴54A、54B中的一或两者可以喷射到已经固化的材料56上。在各层50固化后,新层接着沉积于先前沉积的层上直到制造完整的3维度研磨层22。喷嘴54A与54B以存储于3D绘图计算机程序中的图案而实施于各层,3D绘图计算机程序在控制器60(如计算机)上运行。各层50可以是小于研磨层22的总厚度的50%,如小于10%,如小于5%,如小于1%。

[0041] 支撑件59可以是刚体(rigid)基部,或是柔性膜,如用于阶部伸展的聚四氟乙烯(PTFE)层或感压黏合剂(PSA)。如果支撑件59是PSA膜,则支撑件59可以形成研磨垫18的部分。例如,支撑件59可以是背层20或背层20与研磨层22之间的层。或者,研磨层22可以自支撑件59移除。

[0042] 层50自液滴52形成成为固化的材料56的转换可以由聚合完成。例如,垫前体材料的层50可以是单体,且该单体可以通过紫外线(UV)硬化原位聚合。此外,添加物可以是用于产生UV可硬化聚合物-无机混合的孔隙度的UV可硬化泡沫体,以用于改变层50的抗磨性、刚性,或产生层50中的温度或磁性性质。垫前体材料可以在沉积后就即刻被有效地硬化,或垫



前体材料的整个层50可以被沉积且接着该整个层50被瞬间硬化。或者,液滴52A、52B可以是冷却后就固化的聚合物熔体。或者,可通过散布粉末层及喷射粘合材料的液滴52A于该粉末层上而产生研磨层22。粉末可包括与可自添加物源57取得以用于局部增进研磨垫特性的添加物相似的添加物。

[0043] 如上文所述,添加物源57提供一个或多个添加物以引入特定性质或特性于研磨垫18的层50中。例如,添加物可改变研磨垫孔隙度、刚性、表面能量、抗磨性、传导率、化学功能,或用于增进CMP操作的特性的其他组合。例如,添加物提供摩擦力/温度相关的材料刚性变化,即,当摩擦力或温度增加时,添加物导致基材料且因此导致研磨垫18变得更具刚性,例如减少凹陷。添加物可增进研磨垫18的一个以上的性质或特性且可跨研磨垫18(如图1C所示的区域41、42、43)而被非均匀性地打印。例如,更多添加物可加入一个位置且可使得研磨垫18较第二位置更具刚性,第二位置具有较少添加物。添加物可提供嵌入性化学功能,其可在研磨垫及在其上处理的基板的界面处改变。例如,添加物可与基板的表面反应,如将其软化,以促进基板表面的机械研磨。3D打印垫中所达到的独特特性以及用于带来该等特性的添加物现在在以下讨论。

[0044] 多孔性塑料研磨垫可通过使用添加物而生产,如喷墨泡、泡沫UV可硬化特征、活性喷射或用于产生孔的其他技术。可以通过黏性配方的快速混合、立即接着UV硬化以将空气气泡捕陷到位而在最终硬化的材料中达成研磨垫的孔隙度。或者,可以使用惰性气体(如氮)的小气泡作为添加物并引入配方、混合以及立即硬化。也可以通过加入致孔剂来达成多孔,如直径约5nm-50 $\mu$ m的聚乙二醇(PEG)、聚环氧乙烷(PEO)、中空颗粒或微球,例如,明胶、脱乙酰壳多糖、聚甲基丙烯酸甲酯、介孔(mesoporous)纳米颗粒、羧甲基纤维素(CMC)、大孔的水凝胶及乳化微球。或者,萃取(leeching)技术可以通过盐颗粒(NaCl)与作为共同致孔剂的PEG的结合而实施,其中盐随后被萃取出以形成多孔。

[0045] 也可以通过加入UV活性物种来达成孔隙度,UV活性物种产生气体与泡沫(例如,在光酸产生剂的帮助下),如像2,2'-偶氮二异丁腈(Azobisisobutyronitrile, AIBN)的热引发剂的附加物。在暴露于UV后,交连的放热反应导致UV可硬化配方加热,从而活化AIBN,如此也产生在硬化处理期间捕陷的N<sub>2</sub>气体,而留下多孔。或者,UV可硬化聚氨酯-丙烯酸酯(PUA)可具有用于产生微孔的中空纳米颗粒。

[0046] 添加物也可用于增进研磨垫的研磨质量。示例无机(陶瓷)颗粒可用作打印研磨垫中的添加物。陶瓷颗粒可改变研磨垫的研磨特性。陶瓷颗粒可包括SiO<sub>2</sub>、CeO<sub>2</sub>、TiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、BaTiO<sub>3</sub>、HfO<sub>2</sub>、SrTiO<sub>3</sub>、ZrO<sub>2</sub>、SnO<sub>2</sub>、MgO、CaO、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、CaCO<sub>3</sub>、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>。陶瓷颗粒的尺寸(即直径)可在约2nm至约1 $\mu$ m的范围,使得UV可硬化聚合物-无机混合物仍然是可喷墨的。陶瓷颗粒也可以是带有包含芯或壳的两种金属氧化物的任何组合的芯壳颗粒。例如,在一个实施例中,UV可硬化且可喷墨的混合物会包含10-60重量百分比的聚氨酯丙烯酸酯低聚物树脂混合40-60%的丙烯酸酯单体/反应稀释剂、0.1-10%的氧化铈(陶瓷)的纳米颗粒、0-10%的致孔剂(中空微球)、0.5-5%的光引发剂以及0.1-0.5%的热抑制剂(如单甲基氢醌的醚(MEHQ))。此配方利用约24mN/m的表面能量在约25℃至约80℃之间的温度下产生约10-20cP的黏性。

[0047] 添加物可经活化而交连成聚合物基质的层。研磨垫的表面可以由CMP垫调节器活化,CMP垫调节器包含磨损聚合物基质的激光,从在工艺中暴露研磨颗粒。CMP垫调节器可包括用于活化研磨垫中的不同添加物的变化功率的一个或多个波长。此外,激光源可耦接至

扫描机构(图2所示的激光器31)以跨研磨垫表面扫描并活化添加物(如研磨颗粒),当研磨垫18因使用而磨损时,添加物在研磨层22上为可用的。

[0048] 添加物也可是热传导的和/或可增进研磨垫的热传导性。研磨垫中的热传导添加物可在基板上提供具有不同温度分布的局部化区域,以用于在基板上产生局部化温度相关的研磨结果。热传导纳米颗粒(NPs)可用作添加物且包括Au、Ag、Pt、Cu、包含这些金属NP的组合(PtAu、PtAg等)的金属间化合物NP、碳黑、碳纳米管以及核-壳NPs(如Fe芯-碳壳)。

[0049] 与传导添加物相似,磁性添加物可以包含于研磨垫中。外部产生的磁场可加或产生局部力于研磨垫上以产生用于在基板上局部控制研磨力的不同磁场的区域。磁性颗粒可包括Fe、Ni、Co、Gd、Dy与这些金属的合金以及如Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、FeOFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、NiOFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、CuOFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、MgOFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、MnBi、MnSb、MnOFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Y<sub>3</sub>Fe<sub>5</sub>O<sub>12</sub>、CrO<sub>2</sub>、MnAs和EuO的铁磁性颗粒。

[0050] 添加物也可包括压电添加物。压电添加物可于研磨垫中活化以促使小震动而局部增进研磨成果。压电材料可包括电气石,石英,黄玉,酒石酸钾钠四水合物(sodium potassium tartrate tetrahydrate)、PVDF、GaPO<sub>4</sub>、La<sub>3</sub>Ga<sub>5</sub>SiO<sub>14</sub>、BaTiO<sub>3</sub>、Pb[ZrxTi<sub>1-x</sub>]<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,其中 $0 \leq x \leq 1$ 、KNbO<sub>3</sub>、LiNbO<sub>3</sub>、LiTaO<sub>3</sub>、Na<sub>2</sub>WO<sub>3</sub>、Ba<sub>2</sub>NaNb<sub>5</sub>O<sub>15</sub>、Pb<sub>2</sub>KNb<sub>5</sub>O<sub>15</sub>、ZnO、((K,Na)NbO<sub>3</sub>)、BiFeO<sub>3</sub>、NaNbO<sub>3</sub>、Bi<sub>4</sub>Ti<sub>3</sub>O<sub>12</sub>、Na<sub>0.5</sub>Bi<sub>0.5</sub>TiO<sub>3</sub>,还有其他适合的材料。

[0051] 颗粒形式的添加物可加入材料而作为预成型的颗粒或作为用于相对应的无机溶胶-凝胶反应的无机前体,如加入氯化钛和乙氧基钛会导致TiO<sub>2</sub>颗粒的形成。后者较便宜且可进一步减少工艺成本。如此的主要优点是全部物质可以在一个溶液中立刻被混合(因此单锅合成)。

[0052] 具有添加物分布的用于3D打印研磨垫的许多实施经设计而调整研磨垫的物理特性分布并且因此调整研磨结果。然而,将会了解,可在本说明书所作的公开的教示内作出各种修改。研磨垫可以是圆形或某些其他形状。可以将黏合层施于研磨垫的底表面以将垫固定于平台,且在研磨垫置放于平台上前,黏合层可以被可移除的衬垫覆盖。此外,虽然使用了垂直定位的术语,但应当了解研磨表面与基板可以在垂直定向或在某些其他定向上被颠倒夹持。

[0053] 虽然前述内容针对本公开的实施例,但可在不背离本公开的基本范围的情况下设计出本公开的其他与进一步的实施例,并且本公开的范围由所附权利要求确定。

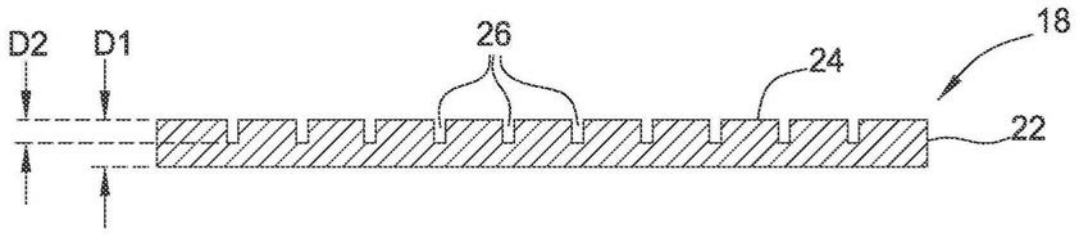


图1A

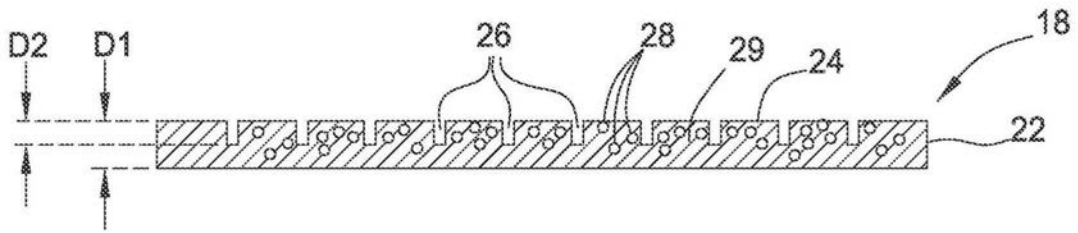


图1B

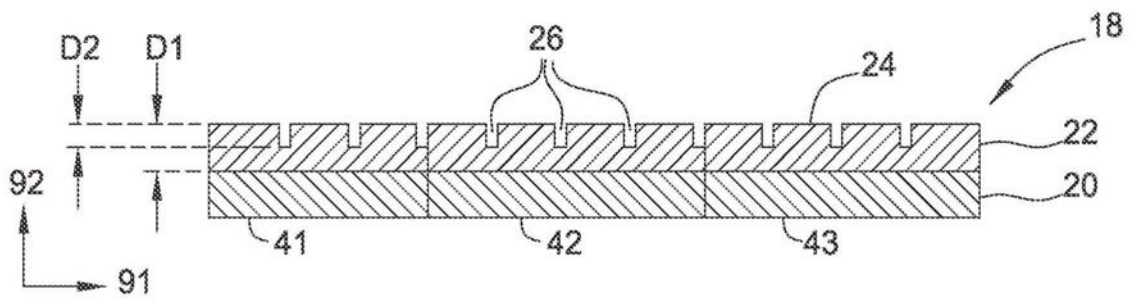


图1C

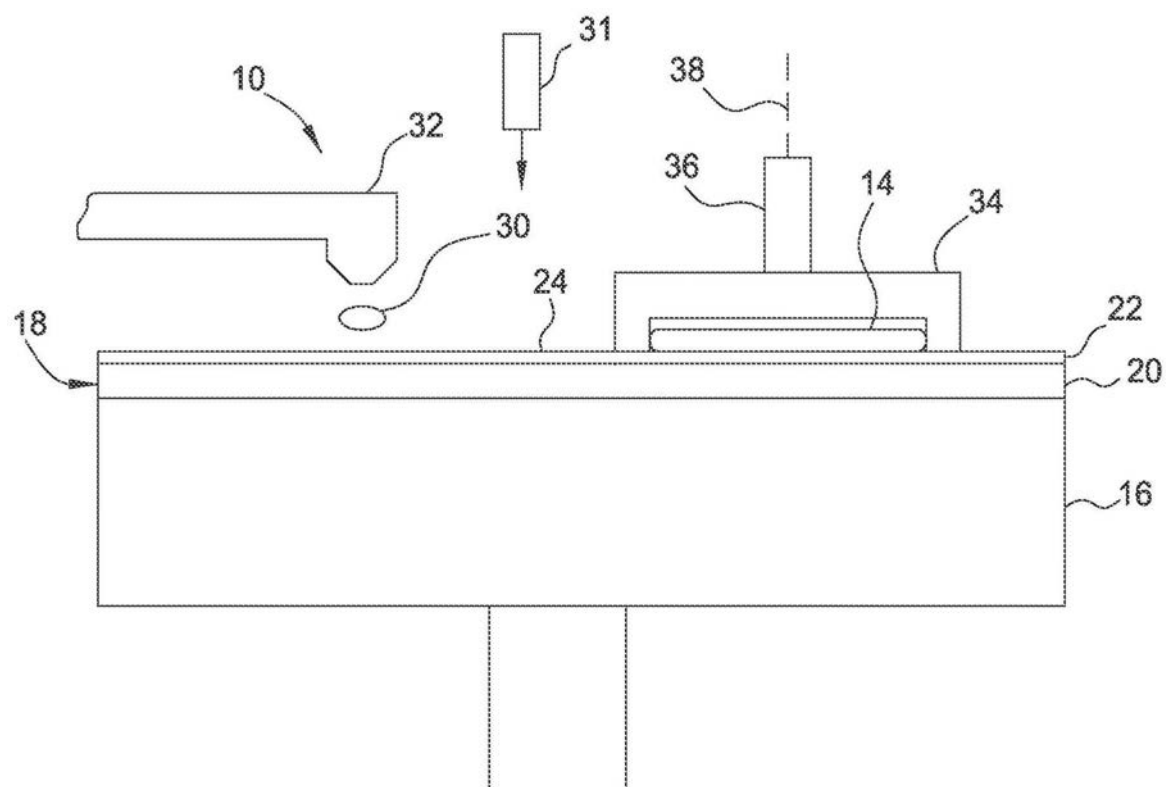


图2

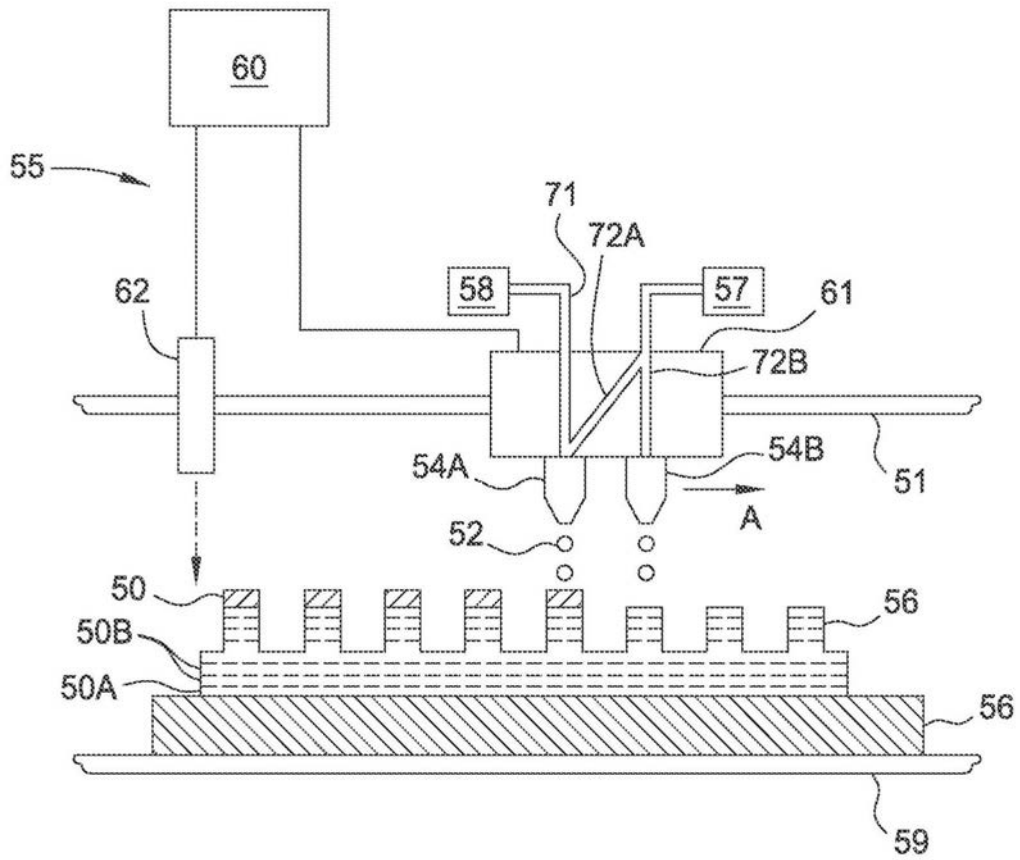


图3