



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113579992 A

(43) 申请公布日 2021. 11. 02

(21) 申请号 202110880110.1

(22) 申请日 2015.04.24

(30) 优先权数据

62/065,270 2014.10.17 US

62/065,193 2014.10.17 US

(62) 分案原申请数据

201580060603.3 2015.04.24

(71) 申请人 应用材料公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 R·巴贾杰 K·克里希南

M·C·奥里拉利 D·莱德菲尔德

F·C·雷德克 N·B·帕迪班德拉

G·E·蒙柯 J·G·方

R·E·帕里 R·E·达文波特

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100

代理人 付尉琳 侯颖嫒

(51) Int.Cl.

B24B 37/22 (2012.01)

B33Y 80/00 (2015.01)

B24D 3/28 (2006.01)

B24D 18/00 (2006.01)

B24B 37/20 (2012.01)

B24B 37/24 (2012.01)

B33Y 10/00 (2015.01)

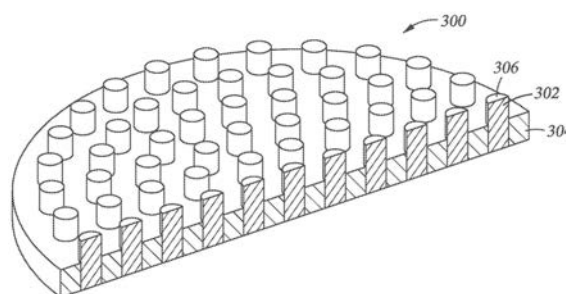
权利要求书3页 说明书20页 附图36页

(54) 发明名称

使用加成制造工艺的具复合材料特性的CMP
衬垫建构

(57) 摘要

本公开的实施例大体而言提供包括复合衬垫主体的研磨垫及形成该研磨垫的方法。一个实施例提供包括复合衬垫主体的研磨垫。该复合衬垫主体包括由第一材料或第一材料组成物形成的一个或更多个第一特征,及由第二材料或第二材料组成物形成的一个或更多个第二特征,其中该一个或更多个第一特征和该一个或更多个第二特征是通过沉积多个包含该第一材料或第一材料组成物和第二材料或第二材料组成物的层所形成的。



1. 一种复合研磨垫, 包含:
基材层, 以及
多个特征, 所述多个特征从所述基材层延伸以形成研磨表面, 其中
所述多个特征和所述基材层的表面限定设置在所述特征之间的一个或多个通道, 并且
多个孔以非随机图案布置于所述多个特征中。
2. 如权利要求1所述的复合研磨垫, 其中所述多个特征由至少两种不同的液滴组成物的混合物形成, 所述至少两种不同的液滴组成物中的每一个由加成制造系统根据预定图案分配。
3. 如权利要求1所述的复合研磨垫, 其中所述多个特征包括第一材料组成物并且所述多个孔至少部分地由与所述第一材料组成物不同的第二材料组成物填充。
4. 如权利要求1所述的复合研磨垫, 其中所述多个特征的肖氏硬度大于所述基材层的肖氏硬度。
5. 如权利要求1所述的复合研磨垫, 其中所述多个特征具有约40肖氏D级至约90肖氏D级的硬度。
6. 如权利要求1所述的复合研磨垫, 其中所述多个特征包括由至少两种不同的液滴组成物的混合物形成的第一材料组成物, 并且所述基材层包括与所述第一材料组成物不同的第二材料组成物。
7. 如权利要求6所述的复合研磨垫, 其中所述基材层和所述多个特征由顺序地沉积的层形成并且在所述顺序地沉积的层的硬化期间被接合在一起。
8. 如权利要求6所述的复合研磨垫, 其中所述基材层由丙烯酸酯材料形成。
9. 如权利要求8所述的复合研磨垫, 其中所述多个研磨特征由丙烯酸酯形成。
10. 如权利要求9所述的复合研磨垫, 其中所述第二材料组成物由至少两种不同的液滴组成物的混合物形成。
11. 如权利要求10所述的复合研磨垫, 进一步包括在与由所述研磨表面形成的平面垂直的方向上的材料组成物梯度, 所述材料组成物梯度包括在形成所述第一材料组成物和所述第二材料组成物中使用的液滴组成物的浓度的变化。
12. 一种研磨垫, 包括:
基材层; 以及
多个特征, 所述多个特征从所述基材层延伸以形成研磨表面, 其中
所述多个特征包括由至少两种不同的液滴组成物的混合物形成的第一材料组成物,
所述基材层包括与所述第一材料组成物不同的第二材料组成物,
所述基材层和所述多个特征由顺序地沉积的层形成并且在所述顺序地沉积的层的硬化期间被接合在一起。
13. 如权利要求12所述的研磨垫, 其中所述第一材料组成物具有比所述第二材料组成物更高的杨氏模量。
14. 如权利要求13所述的研磨垫, 其中多个孔以非随机图案布置于所述多个特征中。
15. 如权利要求14所述的研磨垫, 其中所述多个孔至少部分地由与所述第一材料组成物不同的第三材料组成物填充。
16. 如权利要求12所述的研磨垫, 其中第二材料组成物由至少两种不同的液滴组成物

的混合物形成。

17. 如权利要求16所述的研磨垫,进一步包括在与由所述研磨表面形成的平面垂直的方向上的材料组成物梯度,所述材料组成物梯度包括在形成所述第一材料组成物和所述第二材料组成物中使用的液滴组成物的浓度的变化。

18. 如权利要求12所述的研磨垫,其中用于形成所述第一材料组成物的所述至少两种不同的液滴组成物中的一者或两者包括以下中的一种或组合的前体:聚丙烯、聚苯乙烯、聚丙烯腈、聚甲基丙烯酸甲酯、聚氯三氟乙烯、聚四氟乙烯、聚甲醛、聚碳酸酯、聚酰亚胺、聚醚醚酮、聚苯硫醚、聚醚砜、丙烯腈丁二烯苯乙烯 (ABS)、聚醚酰亚胺、聚酰胺、三聚氰胺、聚酯、聚砜、聚乙酸乙烯酯、氟化烃、以及上述的丙烯酸酯、共聚物、接枝物、和混合物。

19. 如权利要求18所述的研磨垫,其中所述基材层由丙烯酸酯形成。

20. 一种复合研磨垫,包含:

基材层,所述基材层由丙烯酸酯形成;以及

多个特征,所述多个特征从所述基材层延伸以形成研磨表面,其中

所述多个特征和所述基材层的表面限定设置在所述特征之间的一个或多个通道,

多个孔以非随机图案布置于所述多个特征中,并且

所述基材层和所述多个特征由顺序地沉积的层形成并且在所述顺序地沉积的层的硬化期间被接合在一起。

21. 一种形成复合研磨垫的方法,包括:

形成基层,包括:

(a) 沉积多个第一前体液滴;

(b) 将所述多个第一前体液滴暴露于电磁辐射;以及

(c) 重复 (a) 和 (b) 以形成包括第一材料的多个第一层;以及

在所述基层上形成多个研磨特征,包括:

(d) 以第一预定图案沉积多个第二前体液滴并且以第二预定图案沉积多个第三前体液滴;

(e) 将所述多个第二前体液滴和所述多个第三前体液滴暴露于电磁辐射;以及

(f) 重复 (d) 和 (e) 以形成包括第二材料的多个第二层以及设置在所述第二材料中的多个孔区域,其中所述多个第二前体液滴形成所述第二材料并且所述第一预定图案限定在所述多个研磨特征之间的一个或多个通道,并且所述第三多个前体液滴形成第三材料并且限定所述多个孔区域。

22. 如权利要求21所述的方法,其中 (e) 将所述多个第二前体液滴和所述多个第三前体液滴暴露于电磁辐射差别地硬化所述多个第二前体液滴和所述多个第三前体液滴。

23. 如权利要求21所述的方法,其中所述第二材料的肖氏硬度大于所述第一材料的肖氏硬度。

24. 如权利要求21所述的方法,其中 (e) 将所述多个第二前体液滴和所述多个第三前体液滴暴露于电磁辐射将所述多个特征接合到所述基层。

25. 如权利要求21所述的方法,其中所述第一前体液滴和所述第二前体液滴中的一者或两者包括丙烯酸酯成分。

26. 如权利要求21所述的方法,其中

- (d) 进一步包括以第三预定图案沉积多个第一前体液滴,并且
- (e) 进一步包括将在(d)沉积的所述多个第一前体液滴暴露于电磁辐射。

使用加成制造工艺的具复合材料特性的CMP衬垫建构

[0001] 本申请是申请日为2015年4月24日、申请号为“201580060603.3”、发明名称为“使用加成制造工艺的具复合材料特性的CMP衬垫建构”的发明专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本文公开的实施例大体而言涉及化学机械研磨 (CMP) 工艺中使用的研磨物件的制造。更具体言之,本文公开的实施例涉及复合研磨垫。

背景技术

[0003] 化学机械研磨 (CMP) 普遍用于在半导体器件的制造过程中平坦化基板。在CMP过程中,将被处理的基板固定在承载头上,且使器件表面对着旋转的研磨垫放置。承载头在基板上提供可控制的负载,以对着研磨垫推压器件表面。通常将研磨液(例如具有研磨颗粒的浆料)供应到研磨垫的表面。研磨垫是消耗品,因为通常会在研磨某数量的基板之后被磨损并需要更换。

[0004] 研磨垫通常是通过模制、铸造或烧结聚氨酯材料制成的。在模制的情况下,研磨垫可一次制作一个,例如通过注射成型。在铸造的情况下,将液体前体浇铸并固化成饼状物,随后该饼状物被切成个别的垫片。然后,这些垫片可以被加工成最终的厚度。凹槽可以被加工到研磨表面中,或作为注射成型工艺的一部分被形成。这些制造研磨垫的方法昂贵又耗时。通过这些方法制造的研磨垫往往会产生不均匀的研磨结果。例如,在CMP过程中,基板上的不同区域可能会被以不同的速率研磨,导致一些区域中过多的材料被去除(“过度研磨”)或其他区域中太少的材料被去除(“研磨不足”)。

[0005] 因此,需要一种提供改进的研磨均匀性的研磨垫及用于制作改进的研磨垫的方法。

发明内容

[0006] 本公开的实施例大体而言提供包括复合衬垫主体的研磨垫及形成该研磨垫的方法。

[0007] 一个实施例提供包括复合衬垫主体的研磨垫。该复合衬垫主体包括由第一材料或第一材料组成物形成的一个或多个第一特征,及由第二材料或第二材料组成物形成的一个或多个第二特征,其中该一个或多个第一特征和该一个或多个第二特征是通过沉积多个包含该第一材料或第一材料组成物和第二材料或第二材料组成物的层所形成的。

[0008] 另一个实施例提供一种形成研磨垫的方法。该方法包括使用3D打印机沉积多个复合层,直到达到目标厚度。沉积该多个复合层中的每个层包含以下步骤:在一个或多个第一区域上沉积第一材料或第一材料组成物,及在该一个或多个第二区域上沉积第二材料或第二材料组成物,其中该一个或多个第一区域及该一个或多个第二区域形成连续区域。该方法进一步包括固化复合层以形成复合衬垫主体,该复合衬垫主体具有该第一材料或第一材料组成物的一个或多个第一特征及该第二材料或第二材料组成物的一个或更

多个第二特征,其中该一个或更多个第一特征和该一个或更多个第二特征形成单一主体。

[0009] 另一个实施例提供一种具有复合衬垫主体的研磨垫。该复合衬垫主体包括形成研磨表面的多个研磨特征,其中该多个研磨特征由第一材料形成;以及一个或更多个由第二材料形成的基部特征,其中该一个或更多个基部特征联合地围绕该多个研磨特征以形成单一主体。

[0010] 一个实施例提供包含复合研磨衬垫主体的研磨垫。该复合研磨主体包含由第一材料形成的一个或更多个第一特征,及由第二材料形成的一个或更多个第二特征。该一个或更多个第一特征和该一个或更多个第二特征是通过沉积多个包含该第一材料和该第二材料的层所形成的。

[0011] 在一个实施例中,该第一材料包含第一材料组成物,该第一材料组成物是通过沉积第三材料和第四材料的液滴所形成的。在一个实施例中,该第二材料包含第二材料组成物,该第二材料组成物是通过沉积第五材料和第六材料的液滴所形成的。

[0012] 又另一个实施例提供一种形成研磨垫的方法。该方法包括使用3D打印机沉积多个复合层,以达到目标厚度。沉积该多个复合层包含以下步骤:在表面的一个或更多个第一区域上沉积第一材料,及在该表面的一个或更多个第二区域上沉积第二材料,其中该一个或更多个第一区域及该一个或更多个第二区域形成该多个复合层的每一层的连续部分。该方法进一步包括固化该多个复合层以形成复合衬垫主体,该复合衬垫主体具有包含该第一材料的一个或更多个第一特征及包含该第二材料的一个或更多个第二特征。该一个或更多个第一特征和该一个或更多个第二特征形成单一主体。

附图说明

[0013] 为详细了解本公开的上述特征,可参照实施例(其中一些示出于附图中)而对以上简要概述的本公开作更特定的描述。然而,应注意的是,附图仅图示本公开的典型实施例,因此不应将所述附图视为对本公开的范围的限制,因本公开可认可其他等同有效的实施例。

[0014] 图1为研磨站的示意性剖视图。

[0015] 图2A为依据本公开的实施例的研磨垫的示意性立体剖视图。

[0016] 图2B为依据本公开的实施例的研磨垫的示意性局部俯视图。

[0017] 图2C为依据本公开的实施例的研磨垫的示意性局部剖视图。

[0018] 图2D为依据本公开的实施例的研磨垫的示意性局部剖视图。

[0019] 图3A为依据本公开的实施例的研磨垫的示意性立体剖视图。

[0020] 图3B为依据本公开的实施例的研磨垫的示意性局部俯视图。

[0021] 图3C为依据本公开的实施例的研磨垫的示意性局部剖视图。

[0022] 图4为依据本公开的实施例的研磨垫的示意性立体剖视图。

[0023] 图5为依据本公开的实施例具有一个或更多个观察窗的研磨垫的示意性立体剖视图。

[0024] 图6为依据本公开的实施例包括支撑泡沫层的研磨垫的示意性立体剖视图。

[0025] 图7为依据本公开的实施例具有多个区域的研磨垫的示意性剖视图。

[0026] 图8为依据本公开的实施例的图7的研磨垫的局部放大剖视图。

- [0027] 图9为依据本公开的实施例的研磨垫的示意性立体剖视图。
- [0028] 图10为依据本公开的实施例的研磨垫的示意性立体剖视图。
- [0029] 图11为图10的研磨垫的局部剖视图。
- [0030] 图12为依据本公开的实施例用于制造研磨垫的设备的示意性剖视图。
- [0031] 图13为依据本公开的实施例具有从两种材料的组成物形成的特征的研磨垫的示意性局部剖视图。
- [0032] 图14A至图14O为依据本公开的至少一个实施例的研磨垫设计的示意图。
- [0033] 图15A和图15B为依据本公开的至少一个实施例具有复合特征的研磨垫的示意图。
- [0034] 图16A和图16B为依据本公开的至少一个实施例具有复合特征的研磨垫的示意图。
- [0035] 图17A和图17B为依据本公开的至少一个实施例具有复合特征的研磨垫的示意图。
- [0036] 图18A和图18B为依据本公开的至少一个实施例具有复合特征的研磨垫的示意图。
- [0037] 图19为依据本公开的实施例的研磨站的示意性剖视图。
- [0038] 图20A为依据本公开的实施例的研磨垫制造系统的示意性立体图。
- [0039] 图20B为依据本公开的另一个实施例的研磨垫制造系统的示意图。
- [0040] 图21A为依据本公开的实施例的3D打印站的示意图。
- [0041] 图21B为依据本公开的另一个实施例的3D打印站的示意图。
- [0042] 图22为依据本公开的实施例的研磨垫的示意性立体图。
- [0043] 为了便于理解,已在可能处使用共通的字词来指称对于附图为共通的相同要素。可预期的是,可以将在一个实施例中公开的要素有益地用于其他实施例中而无需进一步详述。

具体实施方式

[0044] 本公开涉及研磨物件及制造该研磨物件的方法、以及研磨基板及在研磨基板之前、期间及之后调节研磨物件的方法。

[0045] 本公开的实施例提供具有复合衬垫主体的研磨垫。复合衬垫主体包括由至少两种不同的材料形成的离散特征。依据本公开的实施例,研磨垫可以通过三维(3D)打印工艺来生产。例如,复合衬垫主体可以由3D打印机通过连续沉积多个层来形成,其中每一层包含不同材料或不同材料组成物的区域。在一些实施例中,该多个层接着可以通过硬化处理而被固化。复合衬垫主体中的离散特征可以同时由不同材料或不同材料组成物形成。3D打印的沉积和硬化工艺允许离散特征被牢固地接合在一起。离散特征的几何形状可以使用3D打印工艺容易地控制。通过选择不同的材料或不同的材料组成物,离散特征可以具有不同的机械、物理、化学、和/或几何性质,以获得目标衬垫性质。在一个实施例中,复合主体可以由具有不同机械性质的黏弹性材料形成。例如,复合主体可以由具有不同存储模量及不同损耗模量的黏弹性材料形成。结果,复合衬垫主体可以包括一些由第一材料或第一材料组成物形成的弹性特征及一些由比该第一材料或该第一材料组成物更硬的第二材料或第二材料组成物形成的硬特征。

[0046] 图1为研磨站100的示意性剖视图。研磨站100可被用于研磨系统中,以执行基板研磨。研磨站100包括平台102。平台102可以围绕中心轴104旋转。研磨垫106可被放在平台102上。依据本公开的实施例,研磨垫106可以包括复合研磨主体。研磨垫106包括研磨表面112,

研磨表面112被配置成接触并处理基板。平台102支撑研磨垫106并在研磨期间旋转研磨垫106。承载头108可以对着研磨垫106的研磨表面112固持被处理的基板110。承载头108可以围绕中心轴114旋转和/或以刷扫动作移动,以在基板110和研磨垫106之间产生相对运动。在研磨过程中,可以通过输送臂118将诸如研磨浆的研磨流体116供应到研磨表面112。研磨液116可以含有研磨颗粒、酸碱度调节剂和/或化学活性成份,以实现基板的化学机械研磨。

[0047] 研磨垫

[0048] 图2A为依据本公开的一个实施例的研磨垫200的示意性立体剖视图。研磨垫200可被用于研磨站(例如研磨站100)中,以通过化学机械研磨来研磨基板。

[0049] 研磨垫200包括复合衬垫主体202。复合衬垫主体202包括一个或更多个硬特征204及一个或更多个弹性特征206。硬特征204和弹性特征206是在边界处被接合在一起以形成复合衬垫主体202的离散特征。在一个实施例中,硬特征204可以具有约40肖氏D级至约90肖氏D级的硬度。弹性特征206可以具有介于约26肖氏A级至约95肖氏A级之间的硬度值。

[0050] 复合衬垫主体202可以通过3D打印或其他适当的技术形成。复合衬垫主体202可以包括多个层,其中依据复合衬垫主体202的设计,每一层包括通过3D打印机沉积的弹性特征206区域和/或硬特征204区域。然后该多个层可以被硬化,例如通过UV光或通过热源,以固化并实现目标硬度。沉积和硬化之后便形成了包括被耦接或接合在一起的硬特征204和弹性特征206的单一复合衬垫主体202。

[0051] 可以选择具有不同机械性质的材料用于弹性特征206和硬特征204,以实现目标研磨工艺。弹性特征206和硬特征204的动态机械性质可以通过选择不同的材料和/或选择在特征形成工艺过程中使用的不同硬化工艺来实现。在一个实施例中,弹性特征206可以具有较低的硬度值和较低的杨氏模量值,而硬特征204可以具有较高的硬度值和较高的杨氏模量值。在另一个实施例中,诸如存储模量和损耗模量等动态机械性质可以在每个特征内被调整或控制和/或通过弹性特征206和硬特征204在研磨垫的研磨表面内或跨研磨垫的研磨表面的物理布局、图案或组合来调整或控制。

[0052] 硬特征204可以由一种或更多种聚合物材料形成。硬特征204可以由单一聚合物材料或两种或更多种聚合物的混合物形成,以实现目标性质。在一个实施例中,硬特征204可以由一种或更多种热塑性聚合物形成。硬特征204可以由热塑性聚合物形成,例如聚氨酯、聚丙烯、聚苯乙烯、聚丙烯腈、聚甲基丙烯酸甲酯、聚氯三氟乙烯、聚四氟乙烯、聚甲醛、聚碳酸酯、聚酰亚胺、聚醚醚酮、聚苯硫醚、聚醚砜、丙烯腈丁二烯苯乙烯(ABS)、聚醚酰亚胺、聚酰胺、三聚氰胺、聚酯、聚砜、聚乙酸乙烯酯、氟化烃、及类似物、以及上述的丙烯酸酯、共聚物、接枝物、及混合物。在一个实施例中,硬特征204可以由丙烯酸酯形成。例如,硬特征204可以是聚氨酯丙烯酸酯、聚醚丙烯酸酯、或聚酯丙烯酸酯。在另一个实施例中,硬特征204可以包括一种或更多种热固性聚合物,例如环氧树脂、酚醛树脂、胺类、聚酯、氨基甲酸乙酯、硅、以及上述的丙烯酸酯、混合物、共聚物及接枝物。

[0053] 在一个实施例中,硬特征可以由仿真塑料3D打印材料形成。在一个实施例中,研磨颗粒可以被嵌入硬特征204中,以增强研磨工艺。包含研磨颗粒的材料可以是金属氧化物,例如氧化铈、氧化铝、二氧化硅、或上述的组合、聚合物、金属间化合物或陶瓷。

[0054] 弹性特征206可以由一种或更多种聚合物材料形成。弹性特征206可以由单一聚合物材料或两种以上的聚合物的混合物形成,以实现目标性质。在一个实施例中,弹性特征

206可以由一种或更多种热塑性聚合物形成。例如,弹性特征206可以由热塑性聚合物形成,例如聚氨酯、聚丙烯、聚苯乙烯、聚丙烯腈、聚甲基丙烯酸甲酯、聚氯三氟乙烯、聚四氟乙烯、聚甲醛、聚碳酸酯、聚酰亚胺、聚醚醚酮、聚苯硫醚、聚醚砜、丙烯腈丁二烯苯乙烯 (ABS)、聚醚酰亚胺、聚酰胺、三聚氰胺、聚酯、聚砜、聚乙酸乙烯酯、氟化烃、及类似物、以及上述的丙烯酸酯、共聚物、接枝物、及混合物。在一个实施例中,弹性特征206可以由丙烯酸酯形成。例如,弹性特征206可以是聚氨酯丙烯酸酯、聚醚丙烯酸酯、或聚酯丙烯酸酯。在另一个实施例中,弹性特征206可以由热塑性弹性体形成。在一个实施例中,弹性特征206可以由类橡胶3D打印材料形成。

[0055] 硬特征204通常比弹性特征206更硬且更刚性,而弹性特征206比硬特征204更柔软且更柔性。可以选择硬特征204和弹性特征206的材料和图案,以实现研磨垫200的“经调整”块体材料。使用此“经调整”块体材料形成的研磨垫200具有各种优点,例如改良的研磨结果、降低的制造成本、延长的衬垫寿命。在一个实施例中,“经调整”块体材料或研磨垫作为整体可以具有介于约65肖氏A至约75肖氏D之间的硬度。研磨垫的拉伸强度可以介于5MPa至约75MPa之间。研磨垫可以具有约5%至约350%的断裂伸长率。研磨垫可以具有高于约10mPa的剪切强度。研磨垫可以具有介于约5MPa至约2000MPa之间的存储模量。研磨垫在25℃至90℃的温度范围内可以具有稳定的存储模量,使得E30/E90的存储模量比率落在约6至约30间的范围内,其中E30是在30℃下的存储模量,而E90是在90℃下的存储模量。

[0056] 在一个实施例中,硬特征204和弹性特征206的材料对于研磨浆具有耐化学侵蚀性。在另一个实施例中,硬特征204和弹性特征206的材料是亲水性的。

[0057] 在一个实施例中,硬特征204和弹性特征206可以是交替布置以形成圆形复合衬垫主体202的交替同心环。在一个实施例中,硬特征204的高度210高于弹性特征206的高度212,使得硬特征204的上表面208从弹性特征206突出。凹槽218或通道被形成在硬特征204和弹性特征206之间。在研磨过程中,硬特征204的上表面208形成接触基板的研磨表面,而凹槽218保留研磨流体。在一个实施例中,硬特征204在与平行于复合衬垫主体202的平面垂直的方向上比弹性特征206更厚,使得凹槽218和/或通道被形成在复合衬垫主体202的顶表面上。

[0058] 在一个实施例中,硬特征204的宽度214可以介于约250微米至约2毫米之间。硬特征204之间的间距216可以介于约0.5毫米至约5毫米之间。每个硬特征204可以具有在约250微米至约2毫米间的范围内的宽度。宽度214和/或间距216可以横跨研磨垫200的半径变化到不同硬度的区域。

[0059] 与传统的研磨垫相比,本公开的复合研磨垫200具有几个优点。通常,传统的研磨垫包括的研磨层具有由软质材料(例如泡沫材料)形成的子垫支撑的纹理化的研磨表面和/或研磨材料,以获得用于研磨基板的目标硬度或杨氏模量。通过选择具有各种机械性质(例如杨氏模量、存储模量及损耗模量)的材料及调整特征的尺寸和间距或改变不同特征的布置,可以在不使用子垫的情况下在复合衬垫主体202中实现理想的硬度、动态性质和/或机械性质。因此,研磨垫200通过免除子垫而降低了拥有成本。此外,研磨垫200的硬度和研磨性可以通过混合具有不同硬度和研磨性的特征来调整,从而改良研磨性能。

[0060] 依据本公开的复合研磨垫可以通过图案变化和/或特征尺寸的变化而跨表面特征(例如硬特征204)和基材(例如弹性特征206)具有可变的机械性质,例如杨氏模量或存储模

量及损耗模量。跨研磨垫的机械性质可以是对称的或非对称的、均匀的或不均匀的,以实现目标性质。依据实现的目标性质,例如预定的机械性质,例如杨氏模量或存储模量和损耗模量,表面特征的图案跨研磨垫可以是放射状的、同心的、矩形的、或无规则的。

[0061] 在一个实施例中,可以将硬特征和弹性特征互锁,以改良复合研磨垫的强度并提高复合研磨垫的物理完整性。互锁的硬特征和弹性特征可以提高研磨垫的剪切强度和/或拉伸强度。

[0062] 图2B为依据本公开的一个实施例的研磨垫200b的示意性局部俯视图。研磨垫200b类似于图2A的研磨垫200,不同之处仅在于研磨垫200b包括互锁的硬特征204b和弹性特征206b。硬特征204b和弹性特征206b可以形成多个同心环。在一个实施例中,硬特征204b可以包括突出的垂直脊220,而弹性特征206b可以包括用于接收垂直脊220的垂直凹槽222。或者,弹性特征206b可以包括突出脊,而硬特征204b包括凹槽。通过使弹性特征206b与硬特征204b互锁,研磨垫200b将具有比在CMP工艺和/或材料处理的过程中可能产生的施加剪切力更强的机械强度。

[0063] 图2C为依据本公开的一个实施例的研磨垫200c的示意性局部剖视图。研磨垫200c类似于图2A的研磨垫200,不同之处仅在于研磨垫200c包括互锁的硬特征204c和弹性特征206c。硬特征204c和弹性特征206c可以包括多个同心环。在一个实施例中,硬特征204c可以包括突出的侧壁224,而弹性特征206c可以包括用以接收硬特征204c的凹陷侧壁225。或者,弹性特征206c可以包括突出的侧壁,而硬特征204c包括凹陷的侧壁。通过使弹性特征206c通过突出侧壁与硬特征204c互锁,研磨垫200c获得了增加的拉伸强度。此外,互锁的侧壁防止研磨垫200c被拉开。

[0064] 图2D为依据本公开的一个实施例的研磨垫的示意性局部剖视图。研磨垫200d类似于图2C的研磨垫200c,不同之处仅在于研磨垫200d包括不同配置的互锁特征。研磨垫200d可以包括硬特征204d和弹性特征206d。硬特征204d和弹性特征206d可以包括多个同心环。在一个实施例中,硬特征204d可以包括水平脊226,而弹性特征206d可以包括用以接收硬特征204d的水平脊226的水平凹槽227。或者,弹性特征206d可以包括水平脊,而硬特征204d包括水平凹槽。在一个实施例中,可以将垂直互锁特征(例如图2B的互锁特征)和水平互锁特征(例如图2C和图2D的互锁特征)组合来形成研磨垫。

[0065] 图3A为依据本公开的一个实施例的研磨垫300的示意性立体剖视图。研磨垫300包括多个从基材层304延伸的表面特征302。表面特征302的上表面306形成研磨表面,用于在研磨期间与基板接触。表面特征302和基材层304具有不同的性质。例如,表面特征302可以由硬质材料形成,例如用于研磨垫200的硬特征204的材料,而基材层304可以由弹性材料形成,例如用于研磨垫200的弹性特征206的材料。与研磨垫200类似,研磨垫300可以通过3D打印形成。

[0066] 在一个实施例中,表面特征302可以具有大致上相同的尺寸。或者,表面特征302的尺寸可以改变,以跨研磨垫300形成不同的机械性质,例如不同的杨氏模量或不同的存储模量和不同的损耗模量。

[0067] 在一个实施例中,表面特征302可以跨研磨垫300均匀地分布。或者,表面特征302可以以不均匀的图案进行布置,以在研磨垫300中实现目标性质。

[0068] 在图3A中,表面特征302被示出为从基材层304突出的圆柱。或者,表面特征302可

以具有任何适当的形状,例如具有椭圆形、方形、矩形、三角形、多角形、或不规则剖面的柱状物。在一个实施例中,表面特征302可以具有不同的形状,以调整研磨垫300的硬度。

[0069] 图3B为依据本公开的一个实施例的研磨垫300b的示意性局部俯视图。研磨垫300b类似于图3A的研磨垫300,不同之处仅在于研磨垫300b包括多个与基材层304b互锁的表面特征302b。在一个实施例中,多个表面特征302b中的每一个都可以包括突出的垂直脊310,而基材层304b可以包括用于接收垂直脊310的垂直凹槽312。或者,基材层304b可以包括突出脊,而表面特征302b包括凹槽。通过使表面特征302b与基材层304b互锁,研磨垫300b在施加的剪切力下变成机械强度更强。

[0070] 图3C为依据本公开的一个实施例的研磨垫300c的示意性局部剖视图。研磨垫300c类似于图3A的研磨垫300,不同之处仅在于研磨垫300c包括多个与基材层304c互锁的表面特征302c。在一个实施例中,多个表面特征302c中的每一个都可以包括突出的水平脊314,而基材层304c可以包括用于接收水平脊314的水平凹槽316。或者,基材层304c可以包括突出脊,而表面特征302c包括凹槽。通过使用突出的侧壁使基材层304c与表面特征302c互锁,研磨垫300c获得了增强的拉伸强度。此外,互锁的侧壁防止研磨垫300c在CMP处理的过程中或在CMP垫的处理期间被拉开。

[0071] 在另一个实施例中,可以将垂直互锁特征(例如图3B的互锁特征)和水平互锁特征(例如图3C的互锁特征)组合来形成研磨垫。

[0072] 图4为依据本公开的一个实施例的研磨垫400的示意性立体剖视图。研磨垫400包括柔软和弹性的基层402,基层402与研磨垫200的弹性特征206类似。与弹性特征206类似,基层402可以由一种或更多种弹性体聚合物形成。研磨垫400包括多个从基层402延伸的表面特征406。表面特征406的外表面408可以由软质材料或软质材料的组成物形成。在一个实施例中,表面特征406的外表面408可以由与基层402相同的材料或相同的材料组成物形成。表面特征406还可以包括嵌入其中的硬特征404。硬特征404可以由比表面特征406更硬的材料或材料组成物形成。硬特征404可以由与研磨垫200的硬特征204的材料类似的材料形成。嵌入的硬特征404改变了表面特征406的有效硬度,并因此提供研磨所需的目标衬垫硬度。外表面408的软质聚合层可被用来减少缺陷并改良被研磨的基板上的平坦化。或者,软质聚合物材料可被打印在本公开的其他研磨垫的表面上,以提供同样的益处。

[0073] 图5为具有一个或更多个观察窗510的研磨垫500的示意性立体剖视图。研磨垫500可以具有衬垫主体502。衬垫主体502可以包括一个或更多个弹性特征506及多个从弹性特征506延伸用于研磨的硬特征504。弹性特征506和硬特征504可以由与用于研磨垫200的弹性特征206和硬特征204的材料类似的材料形成。依据本公开,硬特征504可以以任何适当的图案进行布置。

[0074] 一个或更多个观察窗510可以由透明材料形成,以允许观察被研磨的基板。观察窗510可以穿过和/或邻接部分的弹性特征506或硬特征504而形成。在一些实施例中,观察窗510可以由大体上透明的材料形成,并因此能够透射从CMP光学终点检测系统中使用的激光和/或白色光源发射的光。在一个实施例中,观察窗510可以由透明3D打印光聚合物形成。在一个示例中,观察窗510可以由聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)形成。在一些实施例中,观察窗510由具有低折射率的材料形成,该低折射率与研磨浆的折射率大约相同,并且该材料具有高的光学透明度,以减少来自空气/窗/水界面的反射,并改良光往来于基板时穿过观察窗510

的透射。光学透明度应足够高,以在由终点检测系统的光检测器使用的光束的波长范围内提供至少约25% (例如至少约50%、至少约80%、至少约90%、至少约95%) 的光透射。典型的光学终点检测波长范围包括可见光谱 (例如从约400nm至约800nm)、紫外 (UV) 光谱 (例如从约300nm至约400nm)、和/或红外光谱 (例如从约800nm至约1550nm)。

[0075] 图6为包括背托层606的研磨垫600的示意性立体剖视图。研磨垫600包括基材层604及多个从基材层604突出的表面特征602。研磨垫600可以类似于上述的研磨垫200、300、400、500,不同之处仅在于使背托层606附着于基材层604。背托层606可以提供所需的压缩性给研磨垫600。背托层606也可被用以改变研磨垫600的整体机械性质,以实现所需的硬度和/或具有所需的动态材料性质 (例如存储模量和弹性模量)。背托层606可以具有小于80肖氏A级的硬度值。

[0076] 在一个实施例中,背托层606可以由开孔或闭孔的泡沫材料 (例如具有空隙的聚氨酯或聚硅氧) 形成,使得在压力下细孔瓦解并且背托层606压缩。在另一个实施例中,背托层606可由天然橡胶、乙烯丙烯二烯单体 (EPDM) 橡胶、腈、或聚氯平 (氯丁橡胶) 形成。

[0077] 图7为具有多个区域的研磨垫700的示意性剖视图。研磨垫700可以被设计成在研磨过程中、在接触基板中央区的区域和接触基板边缘区的区域中具有不同的性质。图7示意性图示相对于研磨垫700定位基板110的承载头108。在一个实施例中,研磨垫700可以包括被配置在背托层704上的复合衬垫主体702。复合衬垫主体702可以通过3D打印制造。如图7所示,研磨垫700可以沿着研磨垫的半径被划分成外边缘区域706、中央区域708及内边缘区域710。外边缘区域706和内边缘区域710在研磨过程中接触基板110的边缘区,而中央区域708在研磨过程中接触基板的中央区。

[0078] 研磨垫700在边缘区域706、708上具有与在中央区域708上不同的机械性质,例如杨氏模量或存储模量和损耗模量,以改良边研磨质量。在一个实施例中,边缘区域706、710可以具有比中央区域708更低的杨氏模量。

[0079] 图8为研磨垫700的局部放大剖面图,示出了用于外边缘区域706和中央区域708的示例性设计。外边缘区域706包括基材层806和多个表面特征804。表面特征804可以由比基材层806更硬的材料形成。中央区域708包括基材层808和多个表面特征804。表面特征802可以由比基材层808更硬的材料形成。在一个实施例中,中央区域708可以包括在基材层808下方的锁定层810。锁定层810可以由硬质材料形成,例如用于表面特征302或硬特征202的材料。多个表面特征802可被打印在锁定层810上,以提高稳定性。如图8所示,在尺寸上,在中央区域708中的表面特征802大于在外边缘区域706中的表面特征804。在一个实施例中,在外边缘区域706中的表面特征804的间距可以小于在中央区域708中的表面特征802的间距。

[0080] 图9为具有两种不同研磨表面902、904的研磨垫900的示意性剖视图。研磨垫900是包括离散特征的复合研磨垫。研磨表面902、904可以具有不同的图案和/或不同的硬度和研磨性。在一个实施例中,研磨表面904可以是硬且粗糙的表面,用于研磨基板,并且研磨表面904可以是软皮表面。在研磨过程中,当研磨垫900围绕其中心轴 (例如从附图的页面延伸出的研磨垫中心) 旋转时,基板110在研磨垫的每次旋转过程中交替暴露于两种研磨表面902、904。假使研磨表面902被配置成执行块体研磨并且研磨表面904被配置成进行软皮研磨,则研磨垫900在每次旋转中同时执行块体研磨和软皮研磨,从而使两个研磨阶段能够同时被执行。

[0081] 图10为研磨垫1000的示意性剖视图。研磨垫1000可以包括两个或更多个复合衬垫主体1002、1006、1004。复合衬垫主体1002、1004、1006可以通过3D打印形成。复合衬垫主体1002、1004、1006上可以形成有相同或不同的图案。复合衬垫主体1002、1004、1006可以包括锁定特征1008、1010,以将彼此牢固地连接而形成研磨垫1000。多个复合衬垫主体的配置提供了研磨垫制造和/或运输的灵活性。

[0082] 图11为复合衬垫主体1002和1004的局部剖视图,图示依据本公开的一个实施例的锁定特征。例如,锁定特征1008可以是水平脊,而锁定特征1010可以是用于接收水平脊的水平凹槽。任何适当的锁定特征都可被用来结合复合衬垫主体1002、1004、1006。

[0083] 3D打印站

[0084] 图12为依据本公开用于制造研磨垫的3D打印站1200的示意性剖视图。研磨垫200可以被打印在支撑件1202上。研磨垫200是由液滴喷射打印机1206从CAD(计算机辅助设计)程序形成的。在打印工艺的过程中,液滴喷射打印机1206和支撑件1202可以相对于彼此移动。

[0085] 液滴喷射打印机1206可以具有一个或更多个打印头,该打印头具有用于分配液体前体的喷嘴。在图12的实施例中,液滴喷射打印机1206包括具有喷嘴1210的打印头1208和具有喷嘴1212的打印头1214。喷嘴1210可被配置成分配用于第一材料(例如软质或弹性材料)的液体前体,而喷嘴1212可被用于分配用于第二材料(例如硬质材料)的液体前体。在其他的实施例中,液滴喷射打印机1206可以包括超过两个的打印头,以形成具有超过两种材料的研磨垫。液体前体可以只被分配在选定的位置或区域,以形成研磨垫200。这些选定的位置共同形成表面特征和基材层的目标打印图案,而且可以被存储为CAD兼容的档案,然后该档案被控制液滴喷射打印机1206的电子控制器1204(例如计算机)读取。

[0086] 本文所述的3D打印工艺包括、但不限于多喷射沉积、喷墨打印、熔融沉积模制、黏结剂喷射、粉末床融合、选择性激光烧结、立体光刻、桶槽光聚合数字光处理、片材层压、定向能量沉积、以及其他3D沉积或打印工艺。

[0087] 3D打印之后,研磨垫可以通过硬化来固化。硬化可以通过将打印的研磨垫加热到硬化温度来执行。或者,硬化可以通过使打印的研磨垫暴露于由紫外光源产生的紫外光束来执行。

[0088] 3D打印提供方便且高度可控的工艺用于生产具有由不同材料和/或不同材料组成物形成的离散特征的研磨垫。在一个实施例中,研磨垫的弹性特征和/或硬特征可以由单一材料形成。例如,研磨垫的弹性特征可以由分配自打印头1210的第一材料形成。研磨垫的硬特征可以由分配自打印头1212的第二材料的液滴形成。

[0089] 在另一个实施例中,弹性特征和/或硬特征可以由两种或更多种材料的混合物形成。图13为具有由两种材料的组成物形成的硬特征1304a、1304b的研磨垫1300的示意性局部剖视图。硬特征1304a、1304b可以由第一材料和第二材料的混合物形成。第一材料可以被第一打印头(例如打印头1210)以液滴1316的形式分配,并且第二材料可以被第二打印头(例如打印头1212)以液滴1318的形式分配。为了使用液滴1316和液滴1318的混合物形成硬特征1304a,可以先将打印头1212与对应于硬特征1304a的像素对齐,并将液滴1318分配在预定的像素上。然后将打印头1210与对应于硬特征1304a的像素对齐,并将液滴1316分配在预定的像素上。结果,包括液滴1316和液滴1318的层被添加到硬特征1304a。因此,研磨垫可

以由包含第一材料组成物(通过沉积一种或更多种材料的液滴形成)的第一材料及包含第二材料组成物(通过沉积一种或更多种不同材料的液滴形成)的第二材料形成。

[0090] 可以依据第一材料和第二材料的比率和/或分布来调整或调和硬特征1304a、1304b的性质。在一个实施例中,硬特征1304a、1304b的成分通过选择液滴1316、1318的大小、位置、速度、和/或密度来控制。

[0091] 硬特征1304a、1304b可以具有相同的组成物。或者,每个硬特征1304a、1304b可以具有个别的组成物。同样地,弹性特征1306也可以由材料的混合物形成。每个弹性特征1306的组成物也可以被个别化以实现目标性质。即使只使用两种材料来形成特征1304a、1304b,但本公开的实施例包括使用多种材料在研磨垫上形成特征。在一些配置中,在平行于研磨表面的平面内和/或穿过研磨垫的厚度来调整研磨垫中的硬特征和/或弹性特征的成分,如下面进一步讨论的。

[0092] 研磨垫图案

[0093] 图14A-14O为依据本公开的实施例的研磨垫设计的示意图。图14A-14O的每个图都包括像素图,所述像素图具有表示用于接触和研磨基板的研磨特征1402a-1402o的白色区域(在白色像素的区域)及表示基部特征1404a-1404o的黑色区域(在黑色像素的区域)。研磨特征1402a-1402o可以类似于研磨垫200的硬特征204。基部特征1404a-1404o可以类似于研磨垫200的弹性特征206。白色区域通常突出于黑色区域上方,使得通道被形成在黑色区域中介于白色区域之间。在研磨过程中,研磨浆可以流过通道而且可以被保留在通道中。图14A-14O中图示的研磨垫可以通过使用3D打印机沉积多个材料层来形成。该多个层的每个层皆可包括两种或更多种材料,以形成研磨特征1402a-1404o和基部特征1404a-1404o。在一个实施例中,在与平行于该多个材料层的平面垂直的方向上,研磨特征1402a-1402o可以比基部特征1404a-1404o更厚,使得凹槽和/或通道被形成在研磨垫的顶表面上。

[0094] 图14A为具有多个同心研磨特征1402a的研磨垫设计1400a的示意性像素图。研磨特征1402a可以是具有相同宽度的同心圆。在一个实施例中,基部特征1404a也可以具有相同的宽度,使得研磨特征1402a沿径向方向的间距是恒定的。在研磨过程中,研磨特征1402a之间的通道保留研磨浆,并防止研磨浆因为研磨垫围绕其中心轴(即同心圆的中心)旋转所产生的离心力而快速损耗。

[0095] 图14B为具有多个被布置成同心圆的分段研磨特征1402b的研磨垫设计1400b的示意性像素图。在一个实施例中,分段的研磨特征1402b可以具有大致上相同的长度。分段的研磨特征1402b可以形成多个同心圆。在每个圆中,分段的研磨特征1402b可以被平均地分配在每个同心圆内。在一个实施例中,分段的研磨特征1402b可以在径向方向上具有相同的宽度。在一些实施例中,分段的研磨特征1402b每个大致具有相同的长度而与同心圆的半径无关(例如相等的弧长,除了研磨垫的中心区域之外)。在一个实施例中,该多个同心圆之间的基部特征1404b也可以具有相同的宽度,使得同心圆的间距是恒定的。在一个实施例中,分段的研磨特征1402b之间的间隙可以在圆和圆之间交错,以防止研磨浆在研磨垫围绕其中心轴旋转所产生的离心力之下直接从研磨垫流出。

[0096] 图14C为具有多个被形成在基部特征1404c上方的同心研磨特征1402c的研磨垫设计1400c的示意性像素图。图14C的垫设计类似于图14A的垫设计1400a,不同之处仅在于研磨特征1402c的宽度沿着径向方向逐渐改变。在一个实施例中,研磨特征的宽度从研磨垫的

中心往研磨垫的边缘减小,而相邻的研磨特征1402c之间的距离保持恒定。在研磨垫围绕中心轴旋转时,研磨特征1402c的宽度变化可被用来补偿被研磨的基板在研磨垫的各个径向位置处的线性速度的差异。

[0097] 图14D为具有多个被形成在基部特征1404d上方的同心研磨特征1402d的研磨垫设计1400d的示意性像素图。图14D的垫设计类似于图14A的垫设计1400a,不同之处仅在于研磨特征1402d是椭圆形而不是圆形。椭圆形研磨特征1402d将允许研磨垫上的任何径向位置具有多种尺寸和方向的研磨特征,从而提高研磨均匀度。

[0098] 图14E为具有多个被形成在基部特征1404e上方的同心椭圆研磨特征1402e的研磨垫设计1400e的示意性像素图。图14E的垫设计类似于图14D的垫设计1400d,不同之处仅在于椭圆研磨特征1402e沿着径向方向改变宽度。具有不同宽度的椭圆研磨特征将允许研磨垫上的径向位置具有在研磨过程中接触基板的研磨特征的更多变化,从而提高研磨均匀度。

[0099] 图14F为在基部特征1404f上方具有螺旋研磨特征1402f的研磨垫设计1400f的示意性像素图。在图14F中,研磨垫1400f具有四个从研磨垫中心延伸到研磨垫边缘的螺旋研磨特征1402f。即使图示出四个螺旋研磨特征,但可以以类似的方式布置数量更少或更多的螺旋研磨特征1402f。螺旋研磨特征1402f限定螺旋通道。在一个实施例中,螺旋研磨特征1402f的每一个具有恒定的宽度。在一个实施例中,螺旋通道还具有恒定的宽度。在研磨过程中,研磨垫可以围绕中心轴以与螺旋研磨特征1402f的方向相反的方向旋转,以将研磨浆保留在螺旋通道中。例如,在图14F中,螺旋研磨特征1402f和螺旋通道被形成逆时针的方向,因此在研磨过程中,研磨垫可以以顺时针方向旋转,以将研磨浆保留在螺旋通道中和在研磨垫上。在一些配置中,螺旋通道的每一个从研磨垫中心到研磨垫边缘是连续的。这种连续的螺旋通道允许研磨浆连同任何研磨废料从研磨垫中心流到研磨垫边缘。在一个实施例中,研磨垫可以通过以与螺旋研磨特征1402f相同的方向(例如在图14F中的逆时针方向)旋转研磨垫而被清洗。

[0100] 图14G为具有被以螺旋图案布置在基部特征1404g上的分段研磨特征1402g的研磨垫设计1400g的示意性像素图。图14G的研磨垫类似于图14F的研磨垫,不同之处仅在于螺旋研磨特征1402g被分段。在一个实施例中,分段研磨特征1402g大致上具有相同的长度。分段研磨特征1402g可以沿着每个螺旋研磨特征平均分布。在一些实施例中,分段研磨特征1402g可以在螺旋方向上各自具有大致上相同的长度。

[0101] 图14H为具有被以螺旋图案布置在基部特征1404h上的分段研磨特征1402h的研磨垫设计1400h的示意性像素图。图14H的研磨垫类似于图14G的研磨垫,不同之处仅在于分段研磨特征1402h长度改变。在一个实施例中,分段研磨特征1402h的长度从研磨垫的中心到研磨垫的边缘区增加。

[0102] 图14I为具有被以螺旋图案布置在基部特征1404i上的分段研磨特征1402i的研磨垫设计1400i的示意性像素图。图14I的研磨垫类似于图14G的研磨垫,不同之处仅在于分段研磨特征1402i的径向间距改变。在一个实施例中,分段研磨特征1402i的径向间距从研磨垫的中心到研磨垫的边缘区减小。

[0103] 图14J为具有被以螺旋图案布置在基部特征1404j上的分段研磨特征1402j的研磨垫设计1400j的示意性像素图。图14J的研磨垫类似于图14I的研磨垫,不同之处仅在于分段

研磨特征1402j的径向间距从研磨垫的中心到研磨垫的边缘区增加。

[0104] 图14K为具有多个被形成在基部特征1404k中的离散研磨特征1402k的研磨垫设计1400k的示意性像素图。在一个实施例中,多个研磨特征1402k的每一个都可以是圆柱。在一个实施例中,多个研磨特征1402k可以在研磨表面的平面中具有相同的尺寸。在一个实施例中,多个圆柱形研磨特征1402k可以被布置成同心圆。在一个实施例中,多个圆柱形研磨特征1402k可以被相对于研磨表面的平面布置成规则的2D图案。

[0105] 图14L为具有多个被形成在基部特征1404l上方的离散研磨特征1402l的研磨垫设计1400l的示意性像素图。图14L的研磨垫类似于图14K的研磨垫,不同之处仅在于图14L的离散研磨特征1402l的每一个可以是中空圆柱,或相对于研磨表面在其中形成有凹陷。中空圆柱允许一些研磨浆被保留在其中。

[0106] 图14M为具有多个被形成在基部特征1404m上方的离散研磨特征1402m的研磨垫设计1400m的示意性像素图。图14M的研磨垫类似于图14K的研磨垫,不同之处仅在于图14M的一些研磨特征1402m可以被连接从而形成一个或更多个封闭圆圈。该一个或更多个封闭圆圈可以形成一个或更多个在研磨过程中保留研磨浆的屏障。

[0107] 图14N为具有多个被形成在基部特征1404n中的离散研磨特征1402n的研磨垫设计1400n的示意性像素图。图14N的研磨垫类似于图14M的研磨垫,不同之处仅在于图14N的一些研磨特征1402n可以被连接从而形成一个或更多个螺旋链。该一个或更多个螺旋链可以引导研磨浆的流体流动,以帮助保留研磨浆和清洗研磨垫。

[0108] 图14O为具有多个离散研磨特征1402o和基部特征1404o的研磨垫设计1400o的示意性像素图。图14O的研磨垫类似于图14K的研磨垫,不同之处仅在于图14O的离散研磨特征1402o的每一个具有应用材料公司的标志的形状。图14O说明的是,本公开的实施例涵盖具有有任何适当设计、图案和/或布置的研磨特征的研磨垫。

[0109] 图14A-14O的设计中的研磨特征1402a-1402o可以由相同的材料或相同的材料组成物形成。或者,图14A-14O的设计中的研磨特征1402a-1402o的材料组成物和/或材料性质可以随着研磨特征而改变。个别化的材料组成物和/或材料性质允许研磨垫可以依据特定需求来定制。

[0110] 当研磨特征是由两种不同的3D打印材料形成时,研磨特征可以通过使用两个打印头打印至少两个重叠的图像来制造。图15A-15B至图18A-18B提供具有复合研磨特征的研磨垫的设计示例。在图15-18中,白色像素标记是材料液滴分配之处,而黑色像素标记在用以形成研磨垫的一个或更多个层内没有分配材料之处。通过使用这些技术,可以在用以形成完整的研磨垫的至少一部分的一个或更多个打印层中形成材料组成物中的梯度。可以使用研磨垫内的一个或更多个打印层的定制的组成物来调整和定制研磨垫的整体机械性质。

[0111] 通过使用这些技术,在一些实施例中,理想的是在垂直于研磨垫的研磨表面的方向(例如垂直于图15-18图示的图的方向)上或在研磨垫的研磨表面的平面中(例如径向方向)在材料组成物中形成梯度。在一个实施例中,理想的是在上面讨论的硬特征和/或弹性特征中、在垂直于研磨垫的研磨表面的方向上、在材料组成物中形成梯度。在一个示例中,理想的是在靠近研磨垫基部(例如与研磨表面相对)的打印层中具有较高浓度的、用以形成弹性特征的材料,并且在靠近研磨垫的研磨表面的打印层中具有较高浓度的、用以形成硬特征的材料。在另一个示例中,理想的是在靠近研磨垫基部的打印层中具有较高浓度的、用

以形成硬特征的材料,并且在靠近研磨垫的研磨表面的打印层中具有较高浓度的、用以形成弹性特征的材料。

[0112] 堆栈的3D打印层的材料组成物和/或材料性质中的梯度可以在一个方向上从高浓度变化到低浓度,反之亦然。在一些情况下,一个或多个具有研磨垫的区域可以包括更复杂的浓度梯度,例如高/低/高或低/高/低的浓度梯度。在一种配置中,浓度梯度可以通过改变所形成的研磨垫的每个连续层中第一打印成分对第二打印成分的位置和/或量来形成。例如,第一层可以具有1:1的第一打印成分对第二打印成分比率,在第二层中具有2:1的第一打印成分对第二打印成分比率,以及在第三层中具有3:1的第一打印成分对第二打印成分比率。也可以通过调整打印液滴在沉积层平面内的配置而在单一层的不同部分内形成梯度。

[0113] 图15A和图15B为反映具有复合特征的研磨垫的像素图的黑白位图图像。在图15A、图15B中,白色像素标记是分配材料液滴之处,而黑色像素标记没有分配材料之处。图15A是用于研磨垫的第一材料的像素图1500a,而图15B是用于相同研磨垫的第二材料的像素图1500b。第一材料可以依照像素图1500a通过第一打印头分配,而第二材料可以依照像素图1500b通过第二打印头分配。这两个打印头将像素图1500a、1500b重叠在一起而形成多个离散研磨特征。靠近研磨垫边缘区的研磨特征包括比第二材料多的第一材料。靠近研磨垫中心区的研磨特征包括比第一材料多的第二材料。在本示例中,每个研磨特征都具有独特的、第一材料和第二材料的组成物。

[0114] 图16A和图16B为具有复合特征的研磨垫的示意性像素图1600a、1600b。图16A是用于研磨垫的第一材料的像素图1600a,而图16B是用于相同研磨垫的第二材料的像素图1600b。依照图16A、图16B的研磨垫类似于图15A、图15B的研磨垫,不同之处仅在于图16A、图16B的研磨特征较大。

[0115] 图17A和图17B为具有复合特征的研磨垫的示意性像素图1700a、1700b。图17A是用于研磨垫的第一材料的像素图1700a,而图17B是用于相同研磨垫的第二材料的像素图1700b。依照图17A、图17B的研磨垫类似于图15A、图15B的研磨垫,不同之处仅在于研磨特征的成分横跨研磨垫从左边变化到右边。

[0116] 图18A和图18B为具有复合特征的研磨垫的示意性像素图1800a、1800b。图18A是用于研磨垫的第一材料的像素图1800a,而图18B是用于相同研磨垫的第二材料的像素图1800b。依照图18A、图18B的研磨垫类似于图17A、图17B的研磨垫,不同之处仅在于图18A、图18B的研磨特征较大。

[0117] 应当注意的是,研磨特征的成分可以以任何适当的图案改变。虽然上述的研磨垫被图示为由两种材料形成,但包括三种或更多种特征的复合研磨垫也在本公开的范围之内。

[0118] 应当注意的是,在任何研磨垫设计(例如图14A-140的研磨垫)中的研磨特征的成分可以以与图15-18的研磨垫类似的方式改变。

[0119] 加成制造和硬化技术

[0120] 图19描绘具有被定位在平台组件1911上方的承载头组件1900的示例性CMP站1902的剖视图。承载头组件1900通常包含耦接到承载头1921的驱动系统1901。驱动系统1901可以被耦接到控制器(未示出),控制器提供信号给驱动系统1901,用于控制承载头1921的旋转速度和方向。驱动系统1901通常至少对承载头1921提供旋转运动,而且另外可以被朝向

平台组件1911致动,使得在处理过程中,被保持在承载头1921中的基板1914的特征1904侧可以被对着CMP站1902的衬垫组件1913的处理表面1925放置。典型情况下,基板1914和处理衬垫组件1913相对于彼此转动,以从基板1914的特征侧1904去除材料。视工艺参数而定,承载头1921以大于、小于、或等于平台组件1911的旋转速度的旋转速度转动。承载头组件1900也能够保持固定,而且在处理期间可以在一个路径上移动。在处理期间,承载头组件1900还可以提供横跨衬垫组件1913的处理表面1925的轨道运动或刷扫运动。衬垫组件1913可适于使用粘合层1906可释放地结合到平台组件1911的上表面。衬垫组件1913通常包括处理表面1925、粘合层1906,而且可以包括可选的背托层1907。

[0121] 平台组件1911被可转动地设置在基座1908上,而且通常被轴承1938支撑在基座1908上,使得平台组件1911可以被相对于基座1908转动。平台组件1911可以由刚性材料制造,例如金属或刚性塑料,而且在一个实施例中,平台组件1911具有由电介质材料(例如CPVC)制造或使用电介质材料涂布的上表面。平台组件1911可以具有圆形、矩形或其他的平面形状。

[0122] 可以从研磨流体源1948通过适当的管道和控制提供研磨流体到被定位在CMP站1902的处理衬垫组件1913上方的喷嘴1917。在图19图示的实施例中,研磨流体1941由喷嘴1917提供。研磨流体1941可以被平台端缘1958所容纳。研磨流体1941可以是去离子水(DIW)或其他主要由水(例如DIW)组成的研磨流体、或是在DIW中夹带有研磨颗粒的浆液。

[0123] 衬垫组件1913的处理表面1925可以进一步包括形成在处理表面1925的上表面上的图案化表面1951,以促进基板1914的研磨。图案化表面1951的图案可以包括多个延伸于处理表面1925上方的小突出物。所述突出物可以采用任何几何形状,例如椭圆形、圆形、矩形、六边形、八边形、三角形、或上述形状的组合,而且可以如本文所述通过三维打印工艺形成。图案化表面1951可以使用被定位成与衬垫组件1913的处理表面1925相互作用的调节装置1955来维护和/或更新。在一个实施例中,调节装置1955包含电磁能量源1959。在一个实施例中,电磁能量源1959是激光,并被用来朝向处理表面1925发射一个或更多个电磁能量束1960。一个或更多个电磁能量束1960被用来选择性地加热和/或剥离处理表面1925的多个区域,以更新或维护处理表面1925上的图案化表面1951。在一些实施例中,电磁能量源1959可被用来通过选择性加热处理表面1925的离散区域而调整衬垫组件1913的处理表面1925。

[0124] 图20A为用于制备可被用在平台组件上的衬垫组件的衬垫制造系统2000A的一个实施例的示意性等轴视图,该衬垫组件例如在图19的平台组件1911中使用的衬垫组件1913。在一个实施例中,衬垫制造系统2000A通常包括进料区段2002、打印区段2004及硬化区段2006。衬垫制造系统2000A被用来生产多个打印垫2008,打印垫2008可被用作图19的平台组件1911中的衬垫组件1913。虽然未示出,但衬垫制造系统2000A也可以被修改来打印辊对辊研磨系统中使用的衬垫。

[0125] 衬垫制造系统2000A还包括输送带2010,输送带2010包括被配置在至少两个辊2014之间的卷材2012。一个或两个辊2014可以被耦接到驱动电机2015,驱动电机2015在A指示的箭头所描绘的方向上转动辊2014和/或卷材2012。进料区段2002、打印区段2004及硬化区段2006可以被可操作地耦接到控制器2011。输送带2010可以被控制器2011操作以连续或间歇地移动。

[0126] 进料区段2002可以包括供应辊2016,供应辊2016可操作地耦接到输送带2010,供应辊2016可以是背托材料2017,这样的聚合物材料,例如双轴取向的聚对苯二甲酸乙二醇酯(BoPET)材料。供应辊2016可以被配置在进料辊2018上,进料辊2018被运动控制装置2020驱动或控制。运动控制装置2020可以是电机和/或包括在供应辊2016上提供预定张力的制动系统,使得供应辊2016的展开速度由驱动电机2015和/或卷材2012驱动。进料区段2002还可以包括预处理装置2022。在打印区段2004打印之前,预处理装置2022可被配置成喷洒或以其他方式提供涂层到背托材料2017上。在一些实施例中,在打印区段2004打印之前,预处理装置2022可被用于加热背托材料2017。

[0127] 打印区段2004包括被设置在进料区段2002下游的3D打印站2024。打印区段2004利用一个或更多个打印头2027提供图案化表面2028到背托材料2017上。打印区段2004可以包括耦接到运动控制装置2032的可移动平台2030,运动控制装置2032可被用于相对于背托材料2017和卷材2012移动打印头2027。

[0128] 打印头2027可以被耦接到具有打印材料的材料源2025,打印材料可被用来形成图案化表面2028。打印材料可以包括聚合材料,例如聚氨酯、聚碳酸酯、氟聚合物、PTFE、PTFA、聚苯硫醚(PPS)、或上述聚合材料的组合。示例还包括聚乙烯醇、果胶、聚乙烯吡咯啉酮、羟乙基纤维素、甲基纤维素、氢丙基甲基纤维素、羧甲基纤维素、羟丙基纤维素、聚丙烯酸、聚丙烯酰胺、聚乙二醇、聚羟基醚丙烯酸酯、淀粉、马来酸共聚物、聚氧化乙烯、聚氨酯及上述的组合、或任何上面所述的其他材料中的任何材料。

[0129] 在一个实施例中,聚合材料可以被沉积为背托材料2017上的基料。所形成的聚合材料可以包含开孔或闭孔的聚氨酯材料,而且可以包括散布在其中的纳米级颗粒。所述颗粒可以包括有机纳米颗粒。在一个实施例中,纳米颗粒可以包括分子环或元素环和/或纳米结构。示例包括碳(C)的同素异形体,例如纳米碳管和其他结构、具有5键(五边形)、6键(六边形)、或超过6键的分子碳环。其他示例包括富勒烯状超分子。在另一个实施例中,纳米级颗粒可以是陶瓷材料、氧化铝、玻璃(例如二氧化硅(SiO_2))、及上述材料的组合或衍生物。在另一个实施例中,纳米级颗粒可以包括金属氧化物,例如氧化钛(IV)或二氧化钛(TiO_2)、氧化锆(IV)或二氧化锆(ZrO_2)、上述材料的组合及上述材料的衍生物、以及其他氧化物。

[0130] 由打印头2027形成的图案化表面2028可以包含复合基材,例如聚合基质,该聚合基质可以由氨基甲酸乙酯、三聚氰胺、聚酯、聚砜、聚乙酸乙烯酯、氟化烃、及类似物、以及上述的混合物、共聚物及接枝物形成。在一个实施例中,聚合基质包含可由聚醚类液体氨基甲酸乙酯形成的氨基甲酸乙酯聚合物。液体氨基甲酸乙酯可以与多官能胺、二胺、三胺或多官能性羟基化合物或混合官能性化合物反应,例如氨基甲酸乙酯/脲交联组成物中的羟基/胺,氨基甲酸乙酯/脲交联组成物在硬化时形成脲链接和交联的聚合物网络。

[0131] 硬化区段2006包括可以被设置在壳体2034中或上的硬化装置2033。壳体2034被设置在卷材2012上方,使得卷材2012和背托材料2017上的图案化表面2028可以从壳体2034下方通过。硬化装置2033可以是热烘箱、紫外(UV)光发射器、或上述的组合。在一个实施例中,硬化装置2033可以包括激光源2036和电子束发射器2038中的一者或两者,激光源2036和电子束发射器2038可被用于硬化打印头2027沉积的材料以形成图案化表面2028。在一些实施例中,当使用电子束发射器时,衬垫制造系统2000A可以被定位在压力可受控制的外壳中。激光源2036和电子束发射器2038可被单独使用或与热或UV能量组合使用。在一些实施例

中,激光源2036和电子束发射器2038可被用于针对图案化表面2028的特定部分的点硬化工艺。由激光源2036或电子束发射器2038针对的点可以加热图案化表面2028的离散区域,以形成可比周边部分更硬或较不可压缩的离散区域表面。激光源2036也可被用于剥离部分的图案化表面2028,以在图案化表面2028上形成细微的纹理。

[0132] 图2000B为衬垫制造系统2000B的另一个实施例之示意性侧视图。衬垫制造系统2000B可以类似于图20A的衬垫制造系统2000A包括具有进料区段2002、打印区段2004及硬化区段2006的输送带2010。衬垫制造系统2000B还可以包括卷绕区段2009,用于制造辊对辊系统中使用的研磨物件2029。卷绕区段2009包括卷取辊2040,可以将上面打印有图案化表面2028的研磨物件2029卷绕在卷取辊2040上。卷取辊2040可以被从衬垫制造系统2000A中移出,以被用作辊对辊平台组件中的供应辊2018。在制造过程中,卷取辊2040可以被耦接到运动控制装置2042。运动控制装置2042可以是电机和/或包括控制卷取辊2040的卷绕速度的制动系统。在一些实施例中,衬垫制造系统2000B被用来打印多个打印垫2008(示出于图20A),打印垫2008可被用来作为图19的平台组件1911中的衬垫组件1913。

[0133] 衬垫制造系统2000B包括供应辊2016,供应辊2016可控制地展开卷材2012,卷材2012在输送带2010上方移动到卷取辊2040。卷材2012可以是类似于图20A描述的背托材料2017的背托材料。与图20A描述的衬垫制造系统2000A类似,卷材2012以及输送带2010和卷取辊2040的移动可以由运动控制装置和控制器控制,而且为了简洁的缘故,在图20B省略相关的描述。

[0134] 衬垫制造系统2000B包括被定位于进料区段2002和打印区段2004之间的可选预处理区段2044。可以使用预处理区段2044来将粘合或释放层形成在卷材2012上。或者,可以在打印区段2004处使用3D打印站2024形成粘合或释放层。当使用预处理区段2044时,可以使用狭缝/模具涂布机2046来沉积一个层或多个层到卷材2012上。此外,可以使用利用紫外灯或加热元件的硬化站2048来硬化由狭缝/模具涂布机2046沉积的材料。

[0135] 在此实施例中,3D打印站2024包含打印头2026的阵列。打印头2026可被用于可选地在卷材2012上形成粘合或释放层以及在卷材2012上形成图案化表面2028。在一个示例中,多列和多行的打印头2026可以横跨输送带2010的宽度和输送带2010的部分长度。在一些实施例中,打印头2026中的一个或多个可以相对于输送带2010移动。打印头2026将被耦接到材料源2025,如图20A所述。

[0136] 硬化区段2006可以包括可选的电磁能量源2050和热硬化装置2052中的一者或两者。电磁能量源2050可以是如图20A所述的激光源或电子束发射器中的一者或组合。热硬化装置2052可以是烘箱或UV灯阵列。

[0137] 衬垫卷绕区段2009包括可以卷绕研磨物件2029的卷取辊2040。卷取辊2040可以被从衬垫制造系统2000A中移出,以被用作辊对辊平台组件中的供应辊。

[0138] 图21A为可被用于图20A的衬垫制造系统2000A或图20B的衬垫制造系统2000B的3D打印站2024A的一个实施例的示意性剖视图。图21A示出使用3D打印工艺制造的研磨垫2102的一个实施例的一部分。研磨垫2102可以是图19描述的衬垫组件1913、打印垫2008(示出于图20A)、或研磨物件2029(示出于图20B)。3D打印提供方便且高度可控的工艺来生产在研磨层内的特定位置中嵌有研磨料的研磨物件。研磨垫2102可以被打印在支撑件2100上,支撑件2100可以是图20A的背托材料2017或图20B的卷材2012。

[0139] 参照图21A,研磨垫2102的至少一个研磨层2105是使用3D打印工艺制造的。在制造工艺中,薄的材料层被逐步沉积和熔合在支撑件2100上,同时支撑件被沿着由A指示的箭头(在X方向上)移动。例如,可以从液滴喷射打印机2115的喷嘴2126喷射出衬垫前体材料(来自图20A的材料源2025)的液滴2110,以形成多个层2120A、2120B及2122。所述层可以形成包含衬垫前体材料的固化材料2125,使得能够在固化材料2125上相继沉积其他的层。液滴喷射打印机2115可以类似于喷墨打印机,但使用衬垫前体材料而不是油墨。在制造过程中,喷嘴2126可以在X和Y方向中的一个或两个方向上平移,同时支撑件2100在X方向上连续或间歇地移动。

[0140] 在一个示例中,第一层2120A可以通过喷射液滴2110到支撑件2100上来沉积。在固化之后可以将后续的层(例如层2120B和2122)(为了简洁起见未说出之间的其他层)沉积在第一层2120A上。在每一层被固化之后,新的层随后被沉积在先前沉积的层上面,直到制造出完整的3维研磨层2105。固化可以通过聚合来完成。例如,衬垫前体材料层可以是单体,而且该单体可以通过UV硬化或热原位聚合。衬垫前体材料可以在沉积后被立即有效地硬化,或是可以沉积整个衬垫前体材料层,然后可以同时硬化所有的沉积层。

[0141] 每个层都可以通过喷嘴2126以存储在3D绘图计算机程序中的图案进行施加,3D绘图计算机程序被提供在控制器2111上。每个层2120A、2120B及2122都可以小于50%的研磨层2105总厚度或小于研磨层2105的总厚度。在一个示例中,每个层2120A、2120B及2122都可以小于10%的研磨层2105总厚度,例如小于5%的研磨层2105总厚度,例如约小于1%的研磨层2105总厚度。在一个实施例中,每个层的厚度可以包括约30微米至约60微米或更小的厚度,例如在纳米的量级上(例如1至100纳米),甚至到皮级的尺寸(例如 10^{-12} 米)。

[0142] 支撑件2100可以是刚性的基座或是柔性薄膜,例如聚四氟乙烯(PTFE)层。假使支撑件2100是薄膜,则支撑件2100可以可选地形成研磨垫2102的一部分。例如,支撑件2100可以是背托层2017或是在背托层2017和研磨层2105之间的层。或者,研磨层2105可以被从支撑件2100移除,并且层2120A和2120B可以形成背托层2017。

[0143] 在一些实施例中,研磨颗粒可以被分散在衬垫前体材料的液滴2110中。在形成每个层的过程中,研磨颗粒可以被局部分散到研磨层2105中。局部分散研磨颗粒可以有助于最少化结块。在一些实施例中,研磨颗粒可以与液体热固性聚合物前体预混。连续搅拌热固性聚合物前体和研磨颗粒的混合物可防止颗粒结块,类似用以均匀化喷墨打印机中使用的油墨颜料的设备。另外,连续搅拌混合物可确保研磨颗粒相当均匀地分布在前体材料中。这可导致颗粒在研磨层各处更均匀地分布,从而导致改进的研磨均匀性,也可以有助于避免结块。

[0144] 预混的混合物可以依据特定图案被从单一喷嘴(例如喷嘴2126)分配。例如,预混的混合物可以被均匀地分配,以产生在整个研磨层2105的厚度具有均匀分布的嵌入研磨颗粒的均匀研磨层2105。

[0145] 图21B为可用于图20A的衬垫制造系统2000A或图20B的衬垫制造系统2000B的3D打印站2024B的一个实施例的示意性剖视图。图21B示出了使用3D打印工艺制造的研磨垫2132的另一个实施例的一部分的剖视图。研磨垫2132可以是图19描述的衬垫组件1913、打印垫2008(示出于图20A)、或研磨物件2029(示出于图20B)。

[0146] 如图21B所图示,研磨垫2132依据来自CAD程序的指令通过液滴喷射打印机2115形

成为包括多个被凹槽2155分离的结构2150。结构2150和凹槽2155可以形成研磨层2105。子层2130也可以通过液滴喷射打印机2115随研磨物件形成。子层2130可以是背托层2017(示出于图20A)。例如,子层2130和研磨层2105可以通过液滴喷射打印机2115以不中断的操作制造。子层2130可以通过使用不同的前体和/或不同的硬化量(例如不同的紫外线辐射强度或持续时间)而被提供与研磨层2105不同的硬度。在其他的实施例中,子层2130通过传统的工艺制造,然后被固定于研磨层2105。例如,研磨层2105可以通过薄的粘合层(例如压敏粘合剂)被固定于子层2130。

[0147] 在图21B中,可以使用具有喷嘴2135的打印头2126A来分配纯液体热固性聚合物前体,而具有喷嘴2135的打印头2126B可被用于液体热固性聚合物前体或其中含有研磨颗粒2145的熔融热塑性塑料。研磨颗粒2145的液滴2140可以只被分配在研磨垫2132上的选定位置。这些选定位置共同形成研磨颗粒的目标打印图案,而且可以被存储为CAD兼容的档案,然后该CAD兼容的档案被控制液滴喷射打印机2115的电子控制器(例如控制器2111)读取。然后电子控制信号被发送到液滴喷射打印机2115,以只在喷嘴2135被平移到该CAD兼容的档案指定的位置时分配预混的混合物。

[0148] 或者,取代使用液体热固性聚合物前体,可以将研磨颗粒2145与熔融热塑性塑料预混。在该实施例中,具有研磨颗粒2145的混合物在被分配之前也被不断搅拌。在依照目标打印图案从液滴喷射打印机2115分配混合物之后,混合物的熔融部分冷却并固化,并且研磨颗粒2145被原地冻结。连续搅拌混合物可确保研磨颗粒2145相当均匀地分布在前体材料中。这可以导致颗粒2145更均匀地分布在研磨层各处,从而可以导致改进的研磨均匀性,也可以最少化结块。

[0149] 类似于使用液体热固性聚合物前体的情况,可以均匀地分配热塑性混合物,以跨整个研磨层2105产生研磨颗粒2145的均匀分布。或者,含有研磨颗粒的热塑性混合物可以按照研磨颗粒2145的目标打印图案只被分配在研磨层2105的选定位置处,该目标打印图案被存储为CAD兼容的档案,并由用以驱动液滴喷射打印机2115的电子控制器读取。

[0150] 不是从耦接到打印头2126B的喷嘴2135分配在悬浮液中的研磨颗粒,而是可以以粉末的形式从打印头2126B的喷嘴2135直接分配研磨颗粒,同时使用打印头2126A的喷嘴2135来分配衬垫聚合物前体。在一个实施例中,在将研磨颗粒2145分配到沉积的聚合物材料中之前分配聚合物前体,并且随后将该混合物硬化。

[0151] 虽然3D打印对于使用会容易结块的研磨颗粒2145(例如氧化铝、二氧化铈及其他)来建构研磨垫2132是特别有用的,但此方法还可被用于分配其他的研磨颗粒。因此,研磨颗粒可以包括二氧化硅、陶瓷氧化物、金属及硬聚合物。

[0152] 液滴喷射打印机2115可以沉积固体的颗粒2145或空心的颗粒2145。液滴喷射打印机2115也可以分配不同类型的颗粒,其中有一些类型的颗粒可以在CMP处理过程中进行化学反应,以在研磨垫2132的一个层或多个层上产生目标变化,以及与正被研磨的基板进行化学反应。CMP处理中使用的化学反应的示例包括在10-14的碱性酸碱度范围内发生的、涉及氢氧化钾、氢氧化铵中的一者或更多者的化学工艺、及其他由浆料的制造商使用的专利化学工艺。CMP处理中也使用在2-5的酸性酸碱度范围内发生的、涉及诸如乙酸、柠檬酸等有机酸的化学工艺。涉及过氧化氢的氧化反应也是CMP处理中使用的化学反应的示例。研磨颗粒2145也可被用来提供机械研磨功能。颗粒2145可以具有高达1毫米、或更小(例如10微

米)、或更小(例如1微米)、或更小的尺寸。颗粒2145可以具有不同的形态,例如颗粒2145可以是圆的、细长的或多刻面的。

[0153] 由于逐层打印的方法,3D打印方法允许在研磨层2105的图案中实现严密的公差,并在被嵌入研磨层2105的研磨颗粒2145的分布中实现高的公差。

[0154] 研磨垫

[0155] 图22图示研磨垫2200的一个实施例的一部分,研磨垫2200可被用作图19描述的衬垫组件1913、打印垫2008(示出于图20A)、或研磨物件2029(示出于图20B)。研磨垫2200包括形成图20A和图20B的图案化表面2028的研磨表面2205。研磨表面2205包括多个形成在研磨材料2270中的孔2232。研磨材料2270可以通过适当的粘合剂2219结合于背托材料2222,选择可抵抗CMP工艺中使用的化学和物理元素的粘合剂2219。研磨垫2200中的孔2232大致上是圆形或椭圆形的形状,但也可以包含其他的环状几何形状,例如圆锥体或中空截头锥体,即在大致上平行的平面之间的圆锥体。研磨垫2200也可以被形成成为匹配图14A-140中图示的任何研磨垫设计或本文描述的其他设计。

[0156] 在一个实施例中,孔2232可以是中空的(即空的空间),孔2232可被依尺寸制作和/或间隔开,以增进浆料保留并有助于研磨垫2200的旋转。在其他实施例中,孔2232可被至少部分使用第一材料2210填充,第一材料2210与研磨材料2270(第二材料2212)不同。第一材料2210可以是与第二材料2212相比对硬化方法具有不同反应性的聚合物材料。例如,在一个实施例中,第二材料2212可以使用UV能量硬化,而第一材料2210并不明显受到UV能量影响。然而,在一个实施例中,第一材料2210可以被热硬化。在其他实施例中,第一材料2210和第二材料2212可被以不同速率硬化。在一个实施例中,研磨垫2200可使用第一材料2210和第二材料2212而被差别硬化。在一个差别硬化的示例中,研磨垫2200的第一材料2210和第二材料2212可以使用不硬化第一材料2210的UV能量硬化。这可以使第二材料2212比第一材料2210更硬,从而可以对研磨垫2200增加压缩性和/或可柔性,因为第一材料2210比第二材料2212更粘。

[0157] 在一个实施例中,第一材料2210被热固化以使孔2232中配置有较硬的第一材料2210,但仍比第二材料2212更软且更可压缩。在另一个实施例中,孔2232中的第一材料2210是通过基板研磨工艺期间的摩擦所产生的热而热硬化的。在该实施例中,第一材料2210可以被硬化成比第二材料2212更硬,从而在研磨表面2205上形成比周围的第二材料2212更硬的区域。

[0158] 在其他实施例中,当与第二材料2212相比时,第一材料2210可以具有不同的、与电磁能量的反应性,该电磁能量例如来自电磁能量源1959(示出于图19)的一个能量束或多个能量束。可以利用不同的反应性在研磨表面2205上形成微纹理。第一材料2210和第二材料2212之间的不同反应性可以提供的是第一材料2210将被以比第二材料2212更快的速率剥离,反之亦然。孔2232可以是在研磨垫2200的研磨表面2205内形成微米尺寸或纳米尺寸区域的微米尺寸或纳米尺寸材料。在一个实施例中,孔2232可以包括小于约150微米至约10微米、或更小的平均直径。

[0159] 本公开的一个实施例提供一种包括复合衬垫主体的研磨垫。该复合衬垫主体包括由第一聚合物材料形成的一个或多个第一特征,以及由第二聚合物材料形成的一个或多个第二特征。该一个或多个第一特征和该一个或多个第二特征是通过沉积多个包含

第一聚合物材料和第二聚合物材料的层所形成的。第一特征或第二特征中的一者被差别硬化,以在其间提供差别化的硬度或其他有用的材料性质。在一个实施例中,该一个或更多个第一特征和该一个或更多个第二特征跨衬垫主体交替布置。在一个实施例中,该一个或更多个第一特征比该一个或更多个第二特征更厚,使得凹槽和/或通道被形成在复合衬垫主体的顶表面上。在一个实施例中,该一个或更多个第一特征包含多个被该一个或更多个第二特征分隔的同心环。在一个实施例中,该一个或更多个第一特征包含多个被该一个或更多个第二特征围绕的圆柱。在一个实施例中,该一个或更多个第一特征和该一个或更多个第二特征通过3D打印形成。在一个实施例中,研磨垫进一步包括两个或更多个边缘结合在一起的复合衬垫主体。在一个实施例中,研磨垫进一步包括子衬垫主体,其中复合衬垫主体被形成在该子衬垫主体上方。在一个实施例中,该一个或更多个第一特征包含其中具有第三材料的孔。第三材料是热硬化的材料。在一个实施例中,该第一聚合物材料具有第一杨氏模量,并且该第二聚合物材料具有第二杨氏模量。在一个实施例中,该第一材料具有比该第二材料更高的弹性模量。

[0160] 虽然本文所述的研磨垫形状为圆形,但依据本公开的研磨颗粒可以包括任何适当的形状,例如被配置成在研磨过程中线性移动的研磨卷材。

[0161] 虽然前述内容是针对本公开的实施例,但可以在不偏离本公开的基本范围的情况下设计出本公开的其他和进一步实施例,而且本公开的范围由随后的权利要求确定。

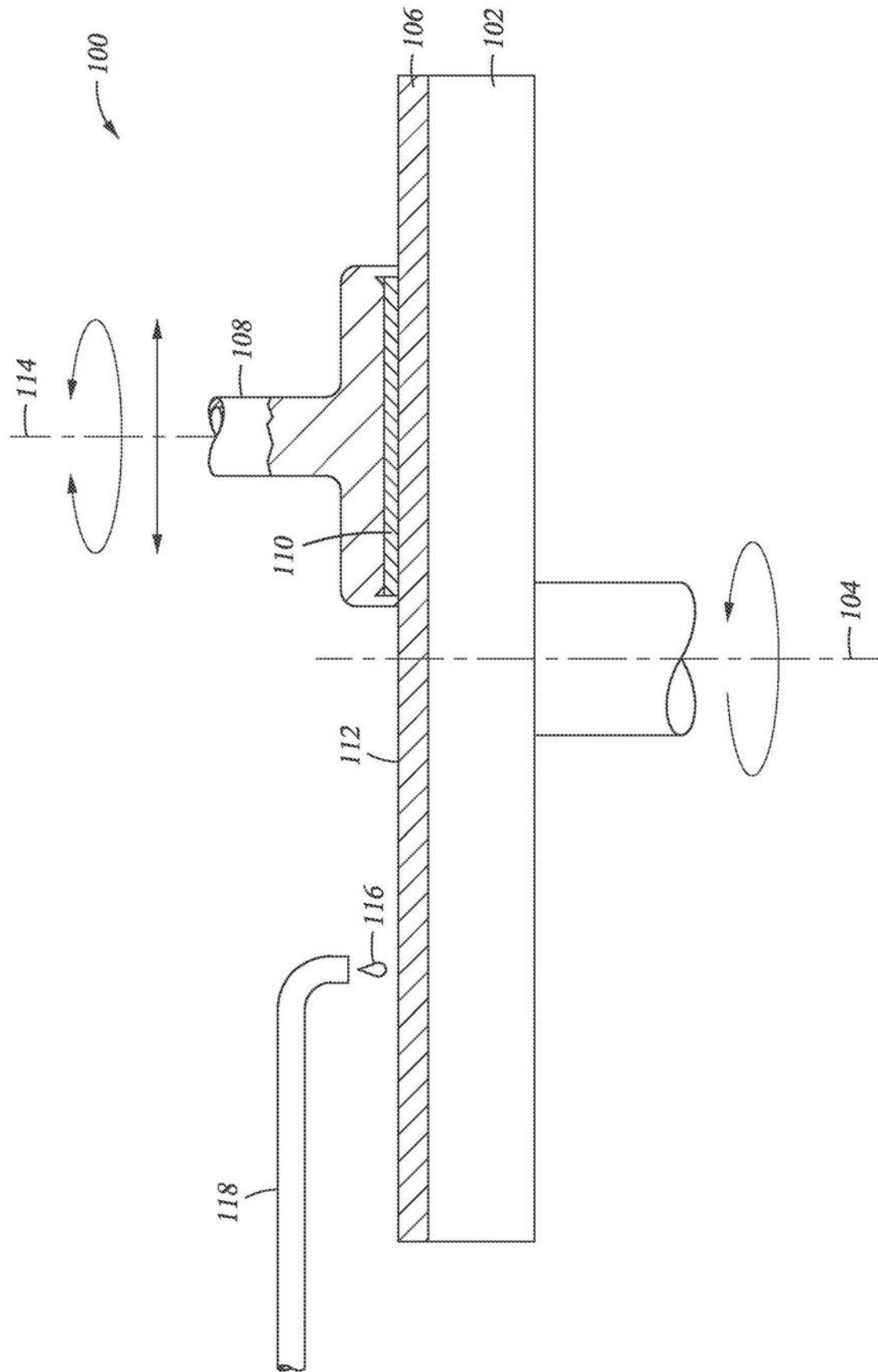


图1

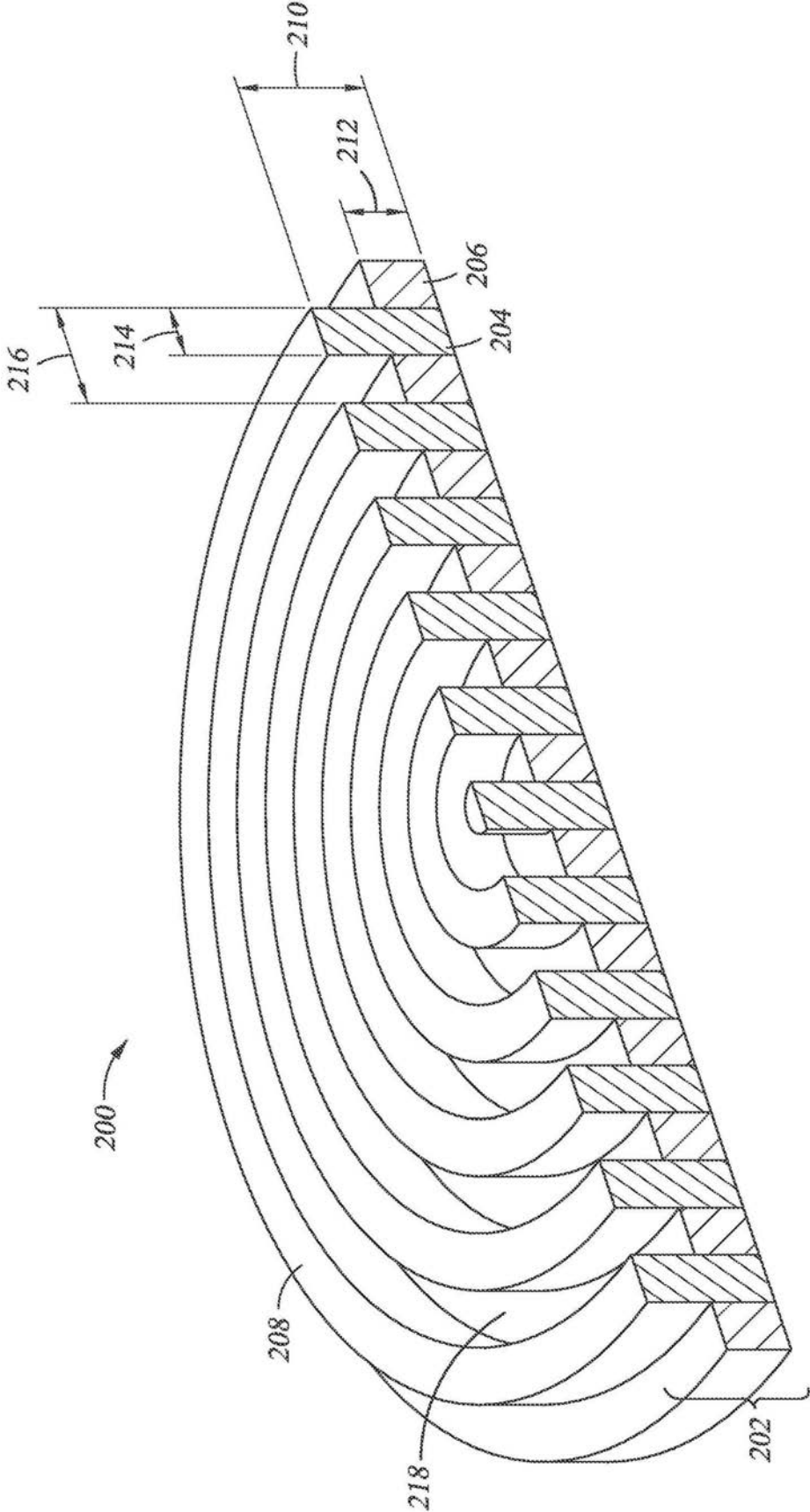


图2A

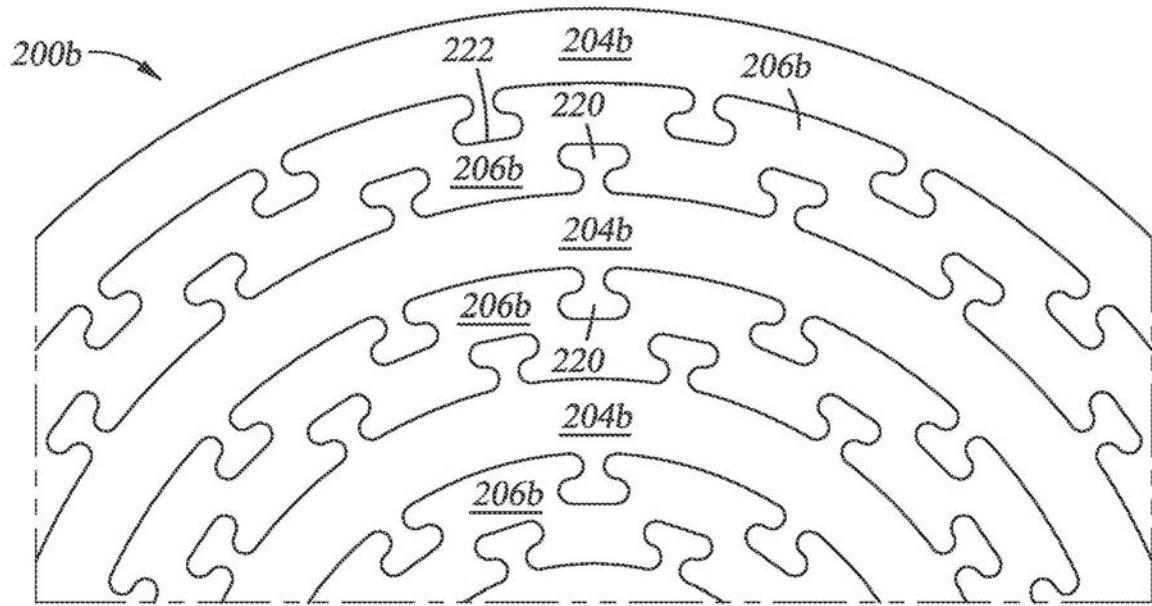


图2B

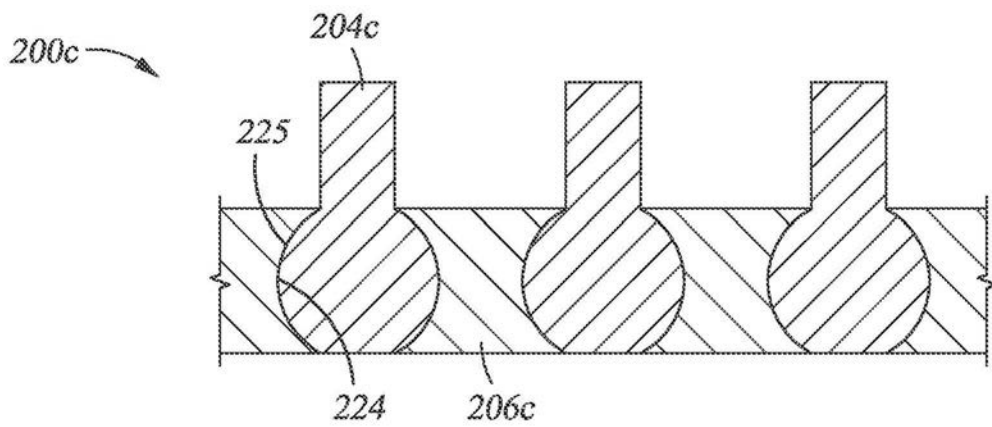


图2C

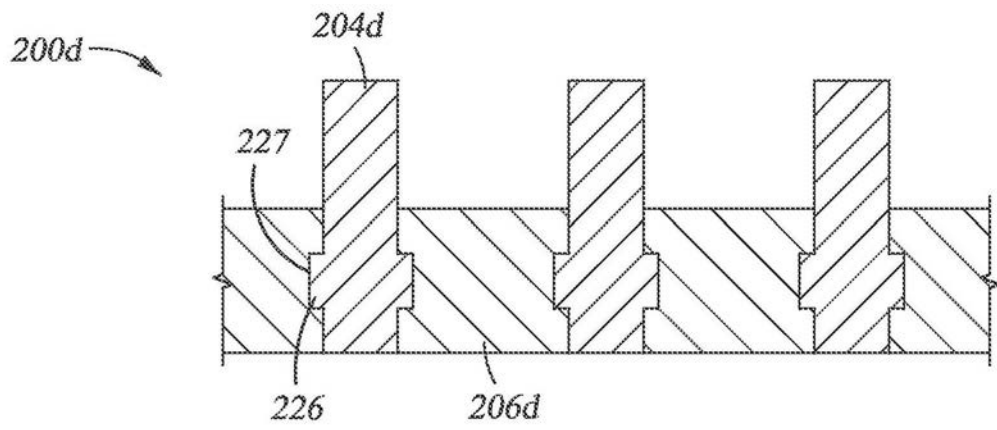


图2D

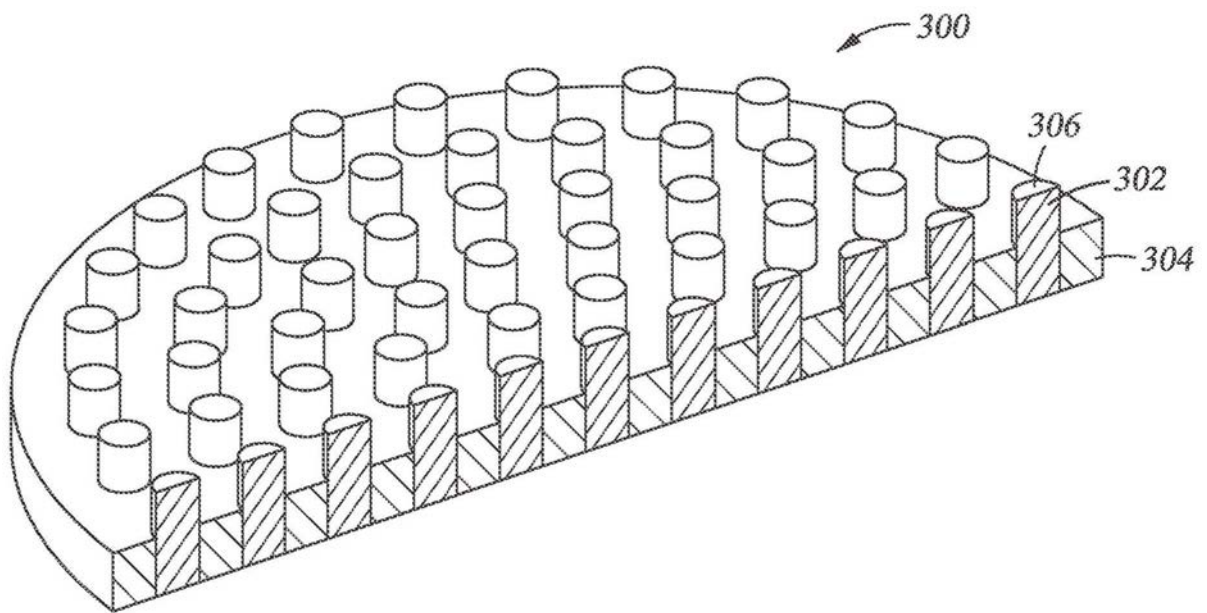


图3A

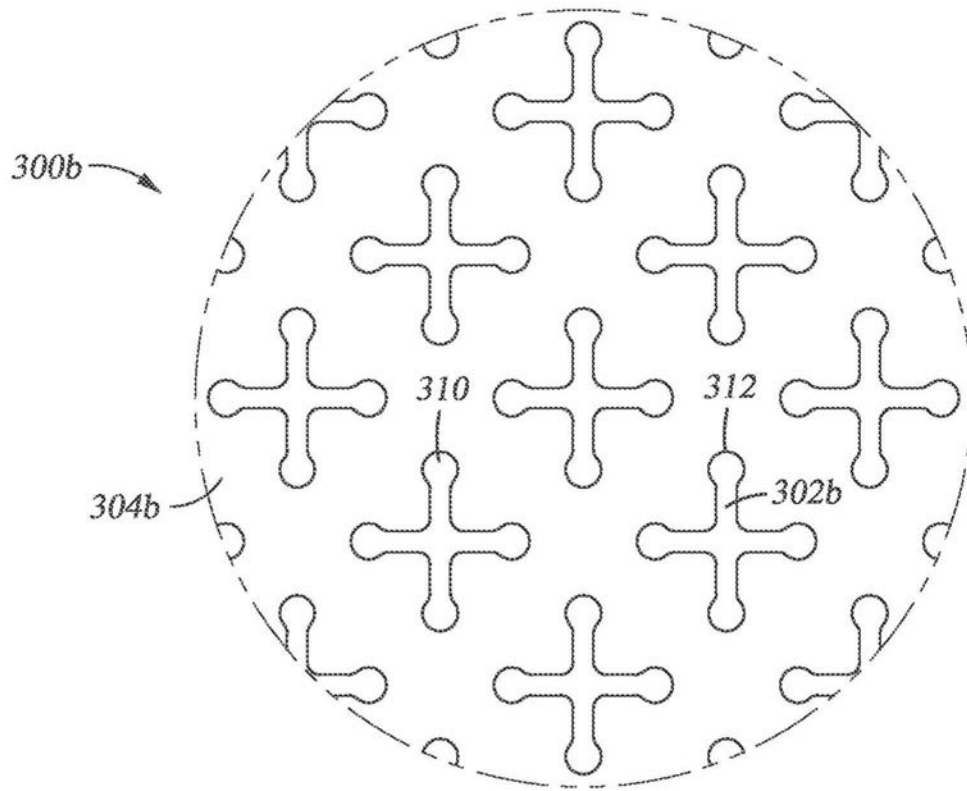


图3B

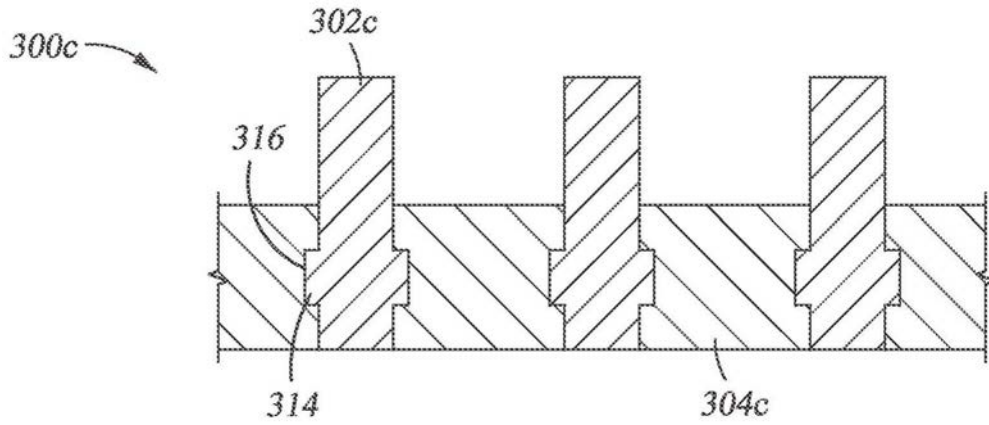


图3C

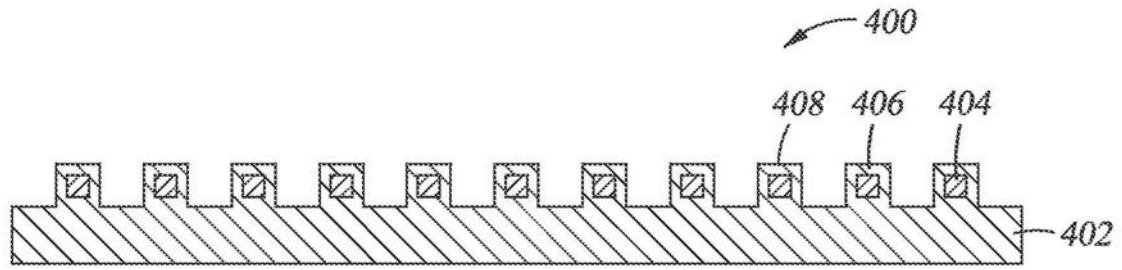


图4

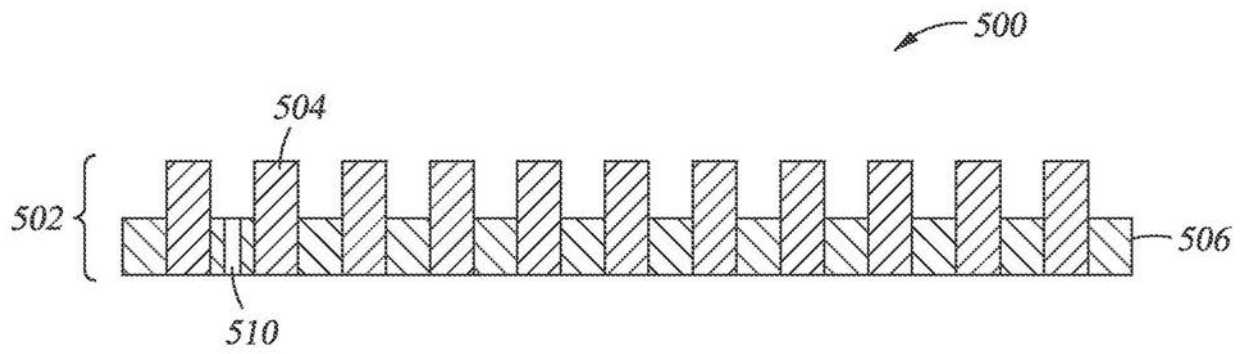


图5

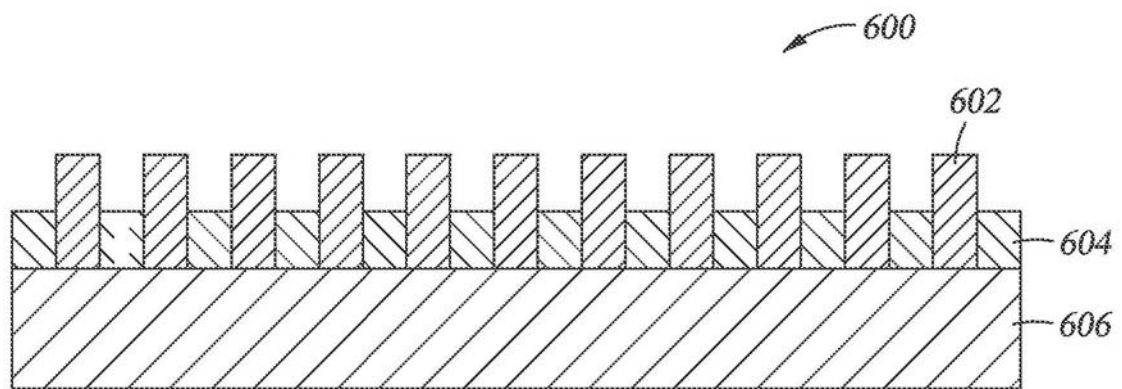


图6

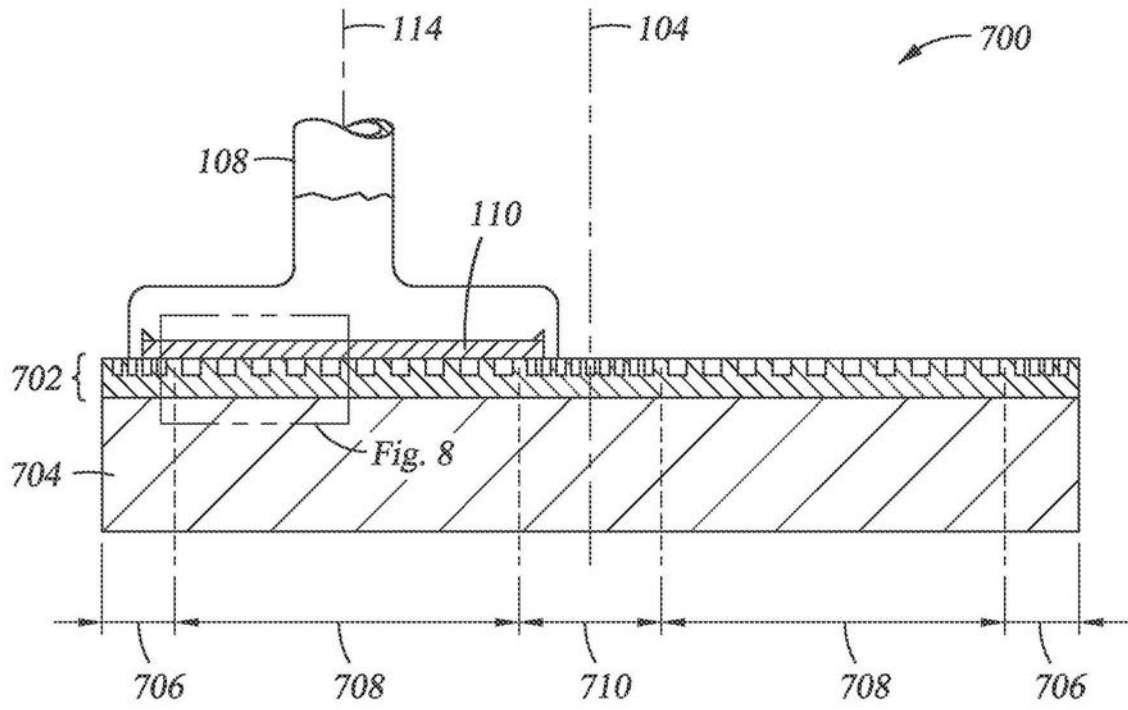


图7

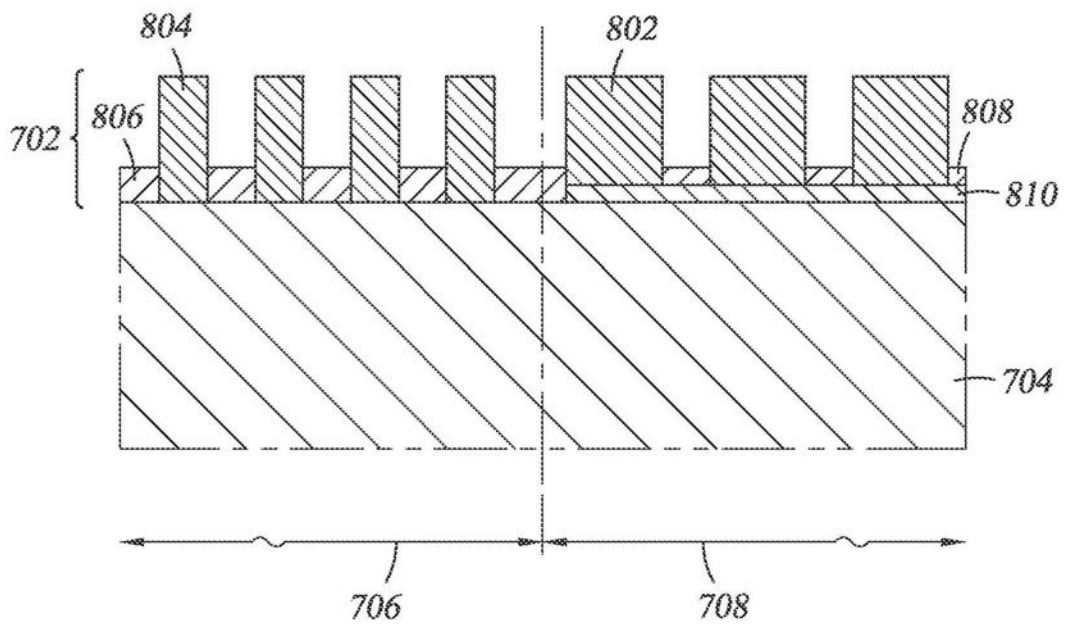


图8

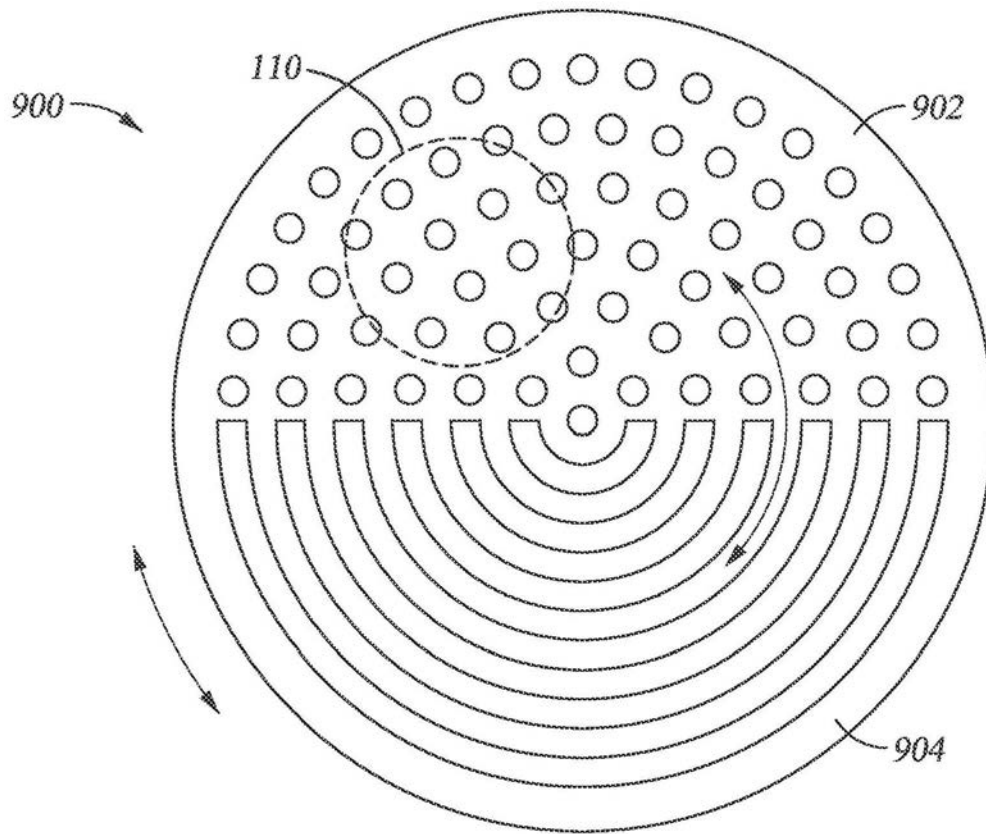


图9

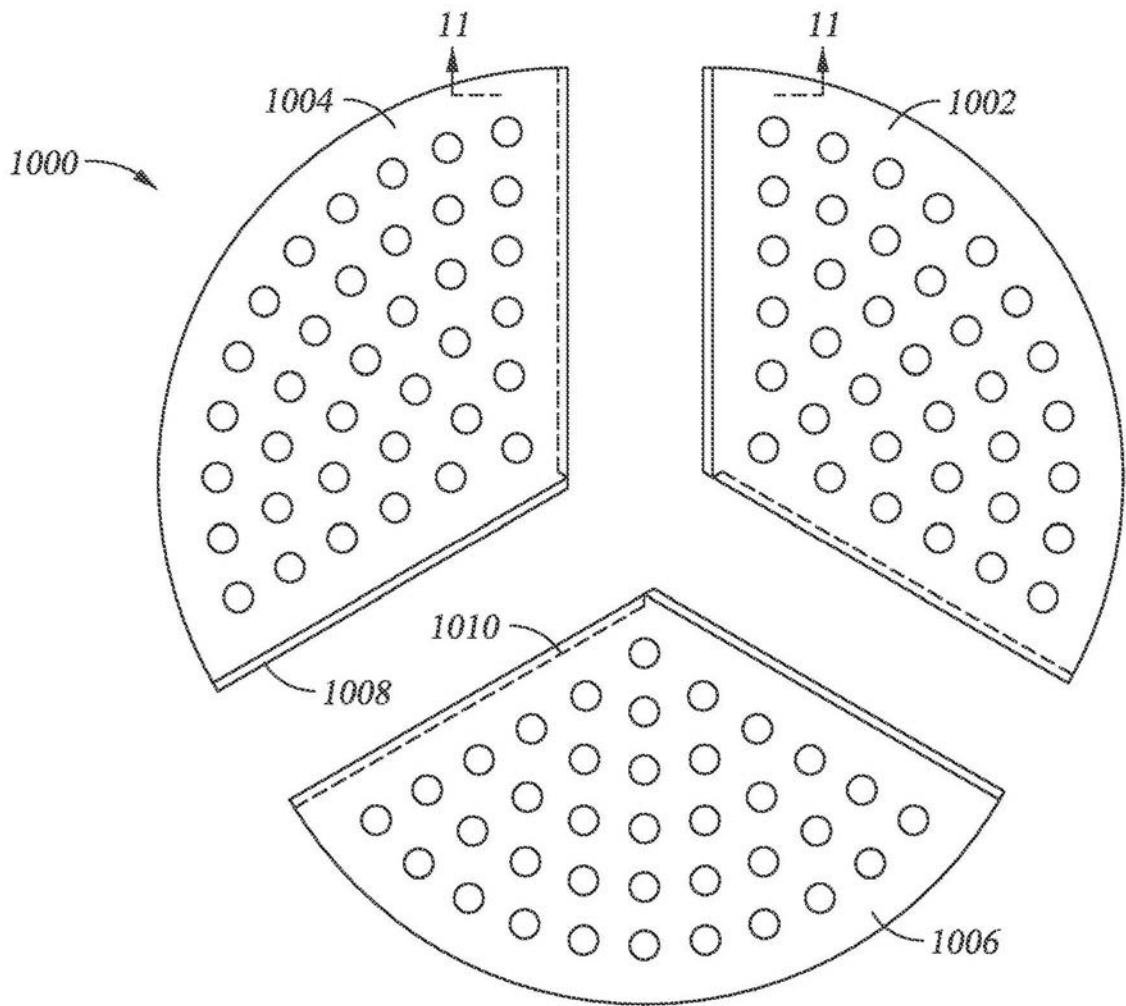


图10

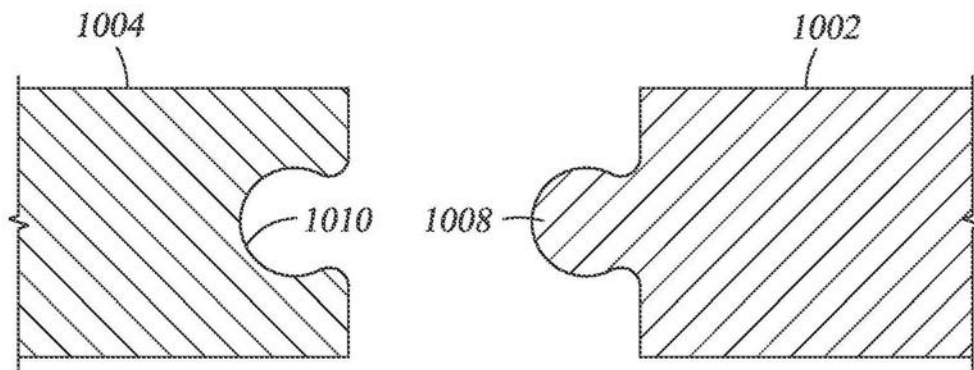


图11

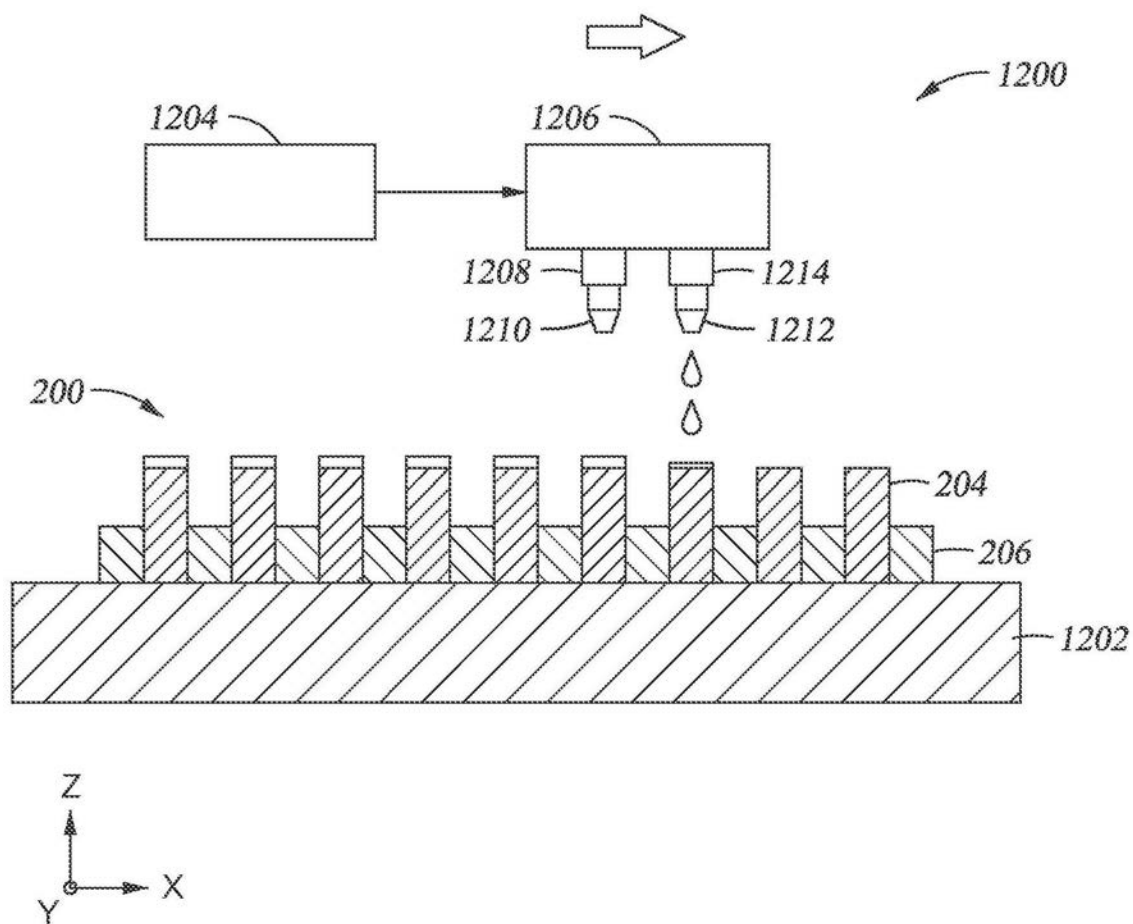


图12

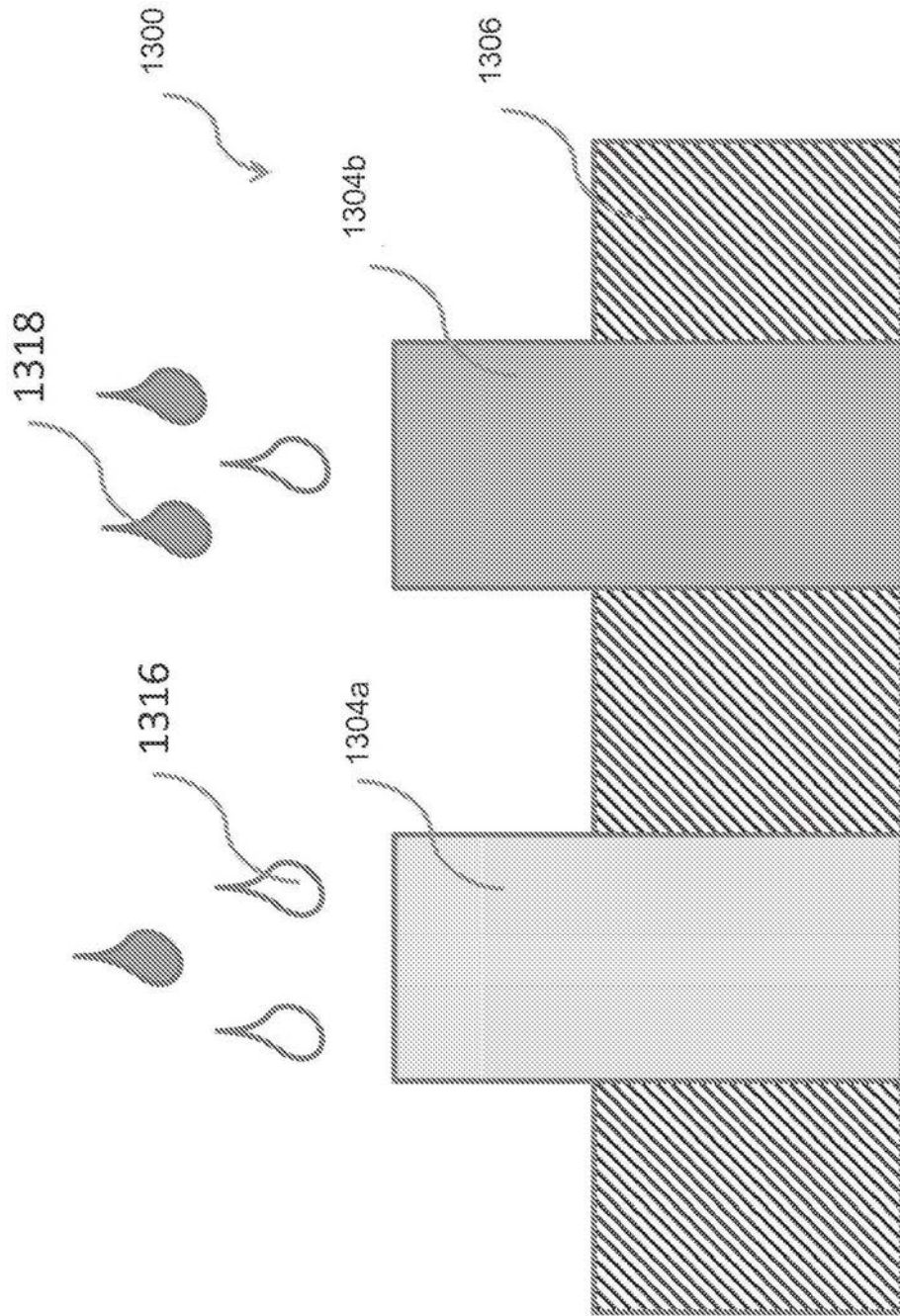


图13

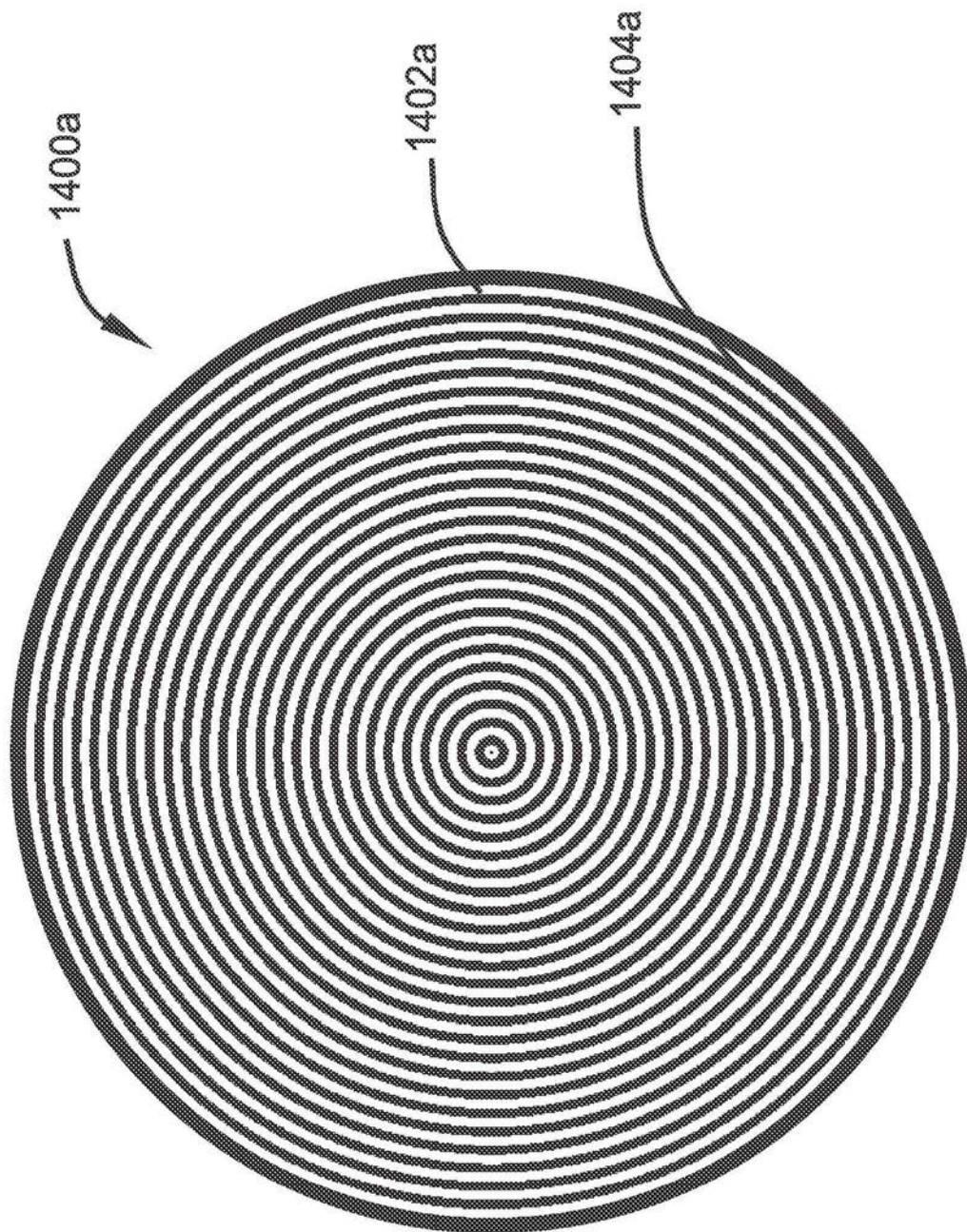


图14A

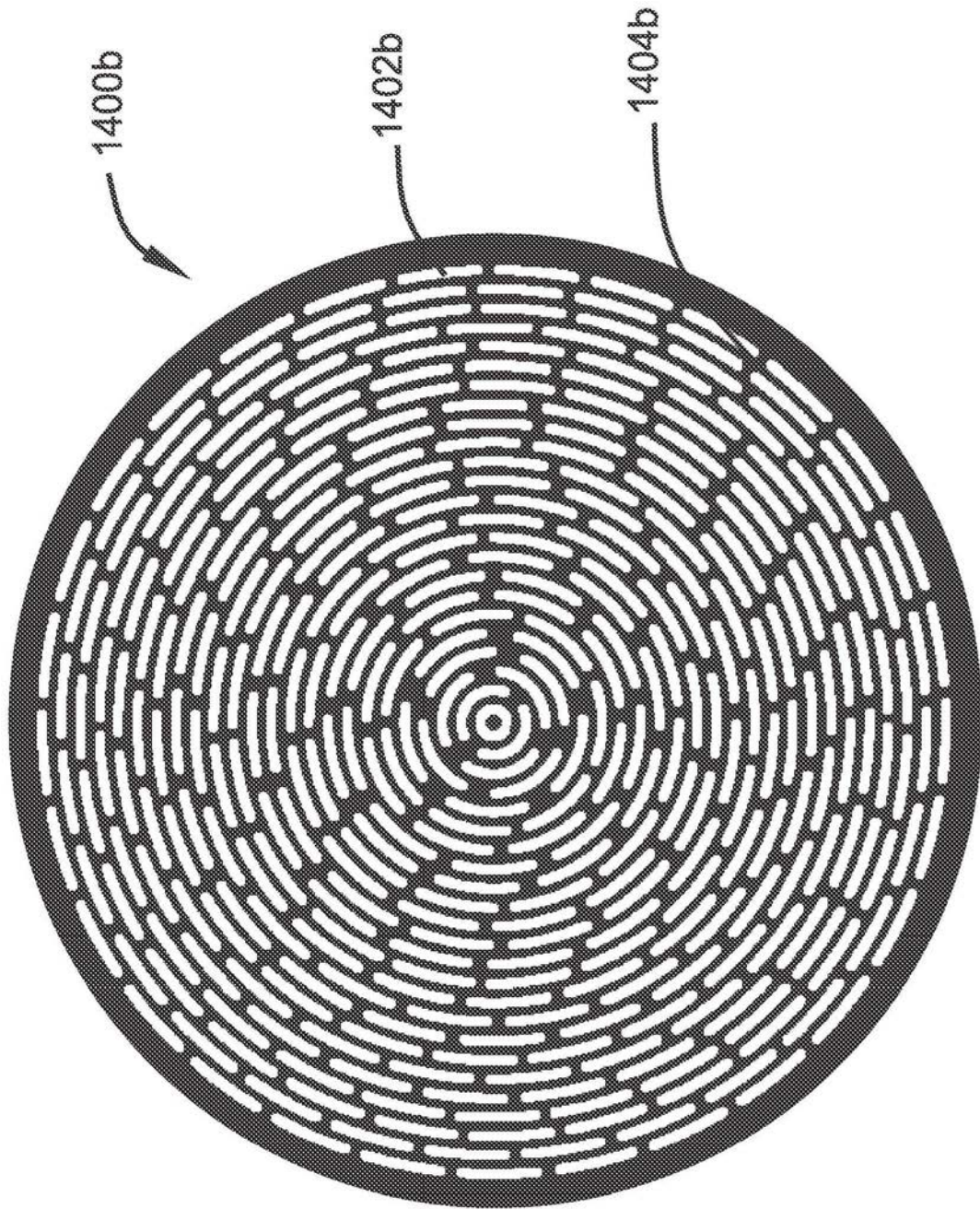


图14B

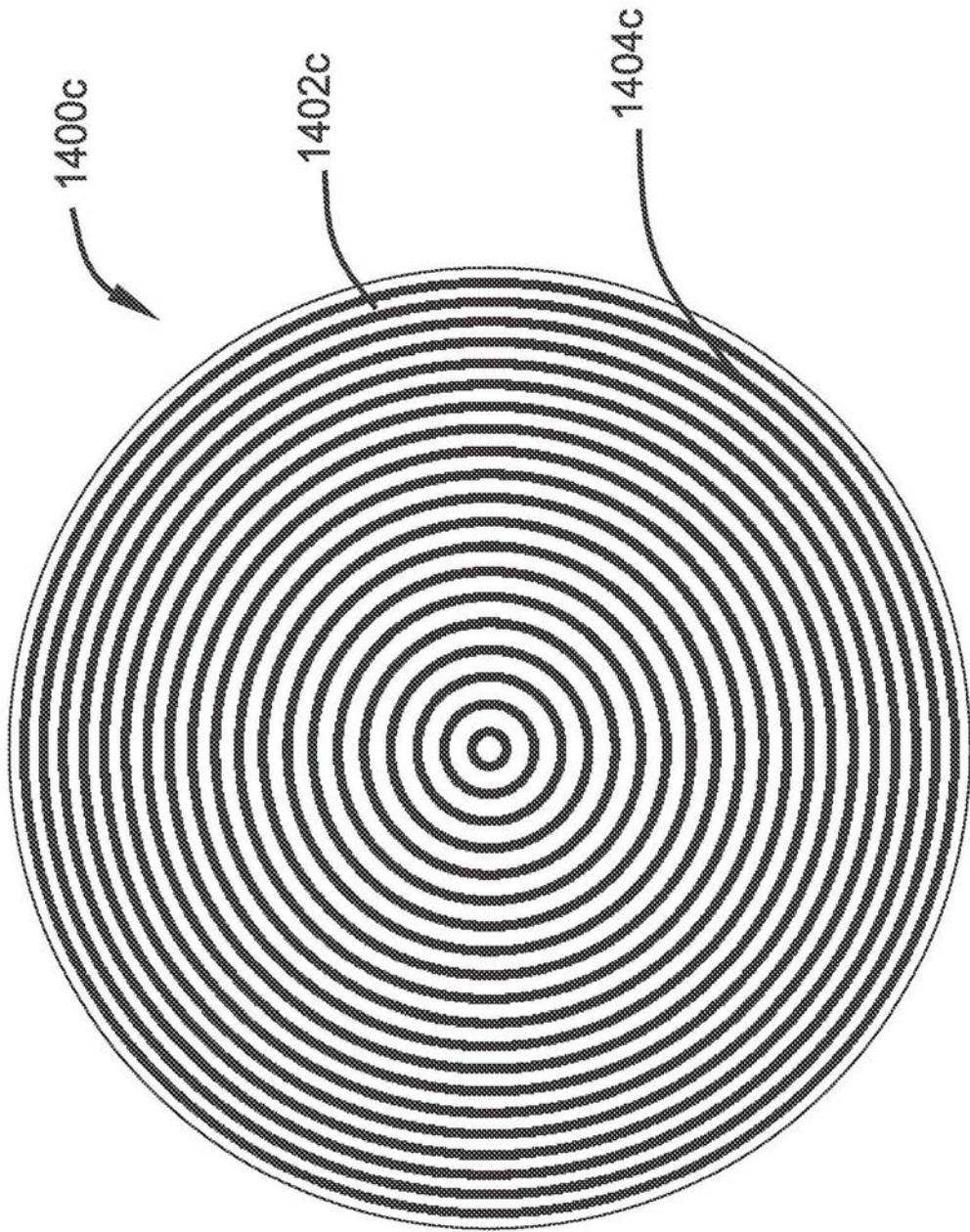


图14C

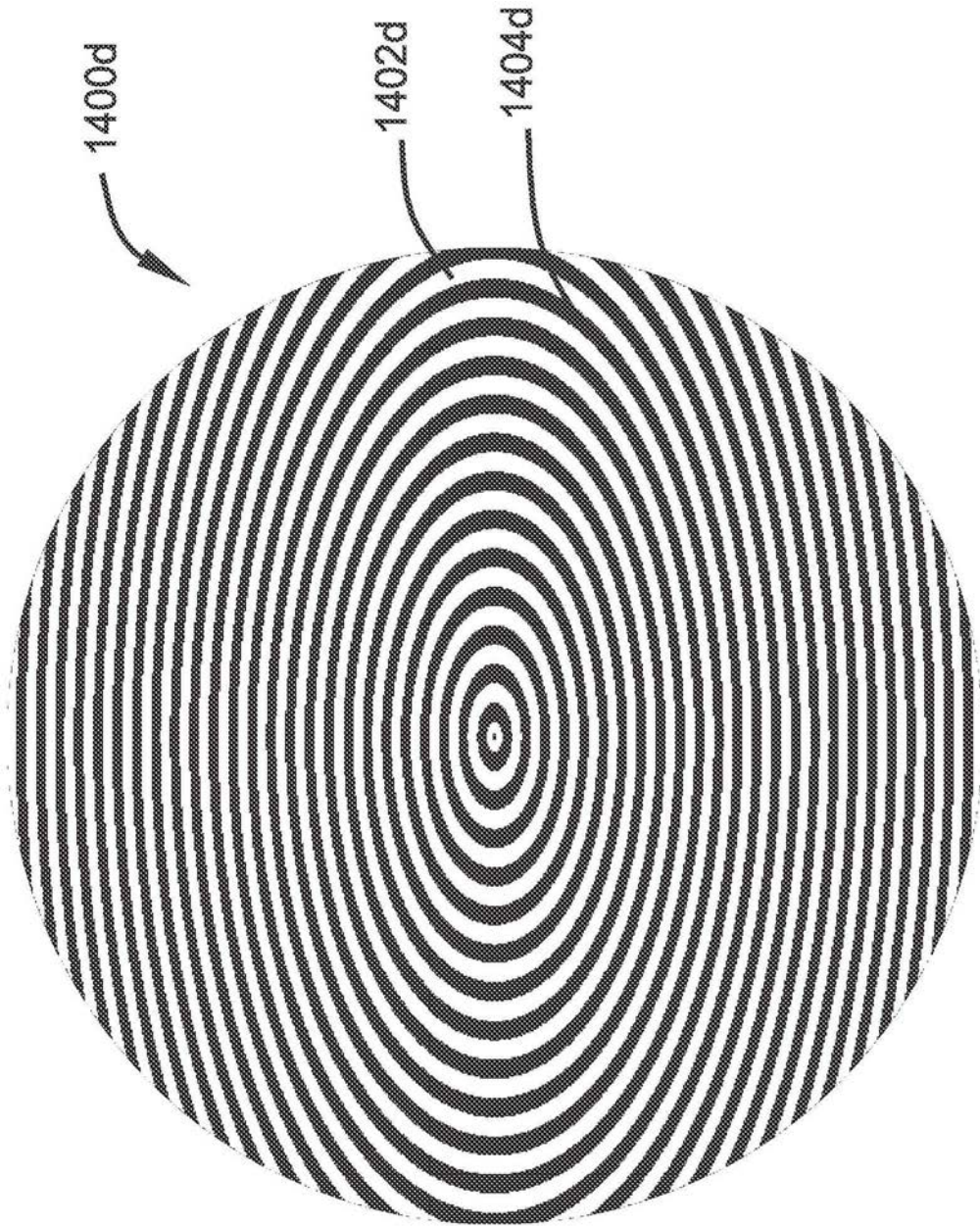


图14D

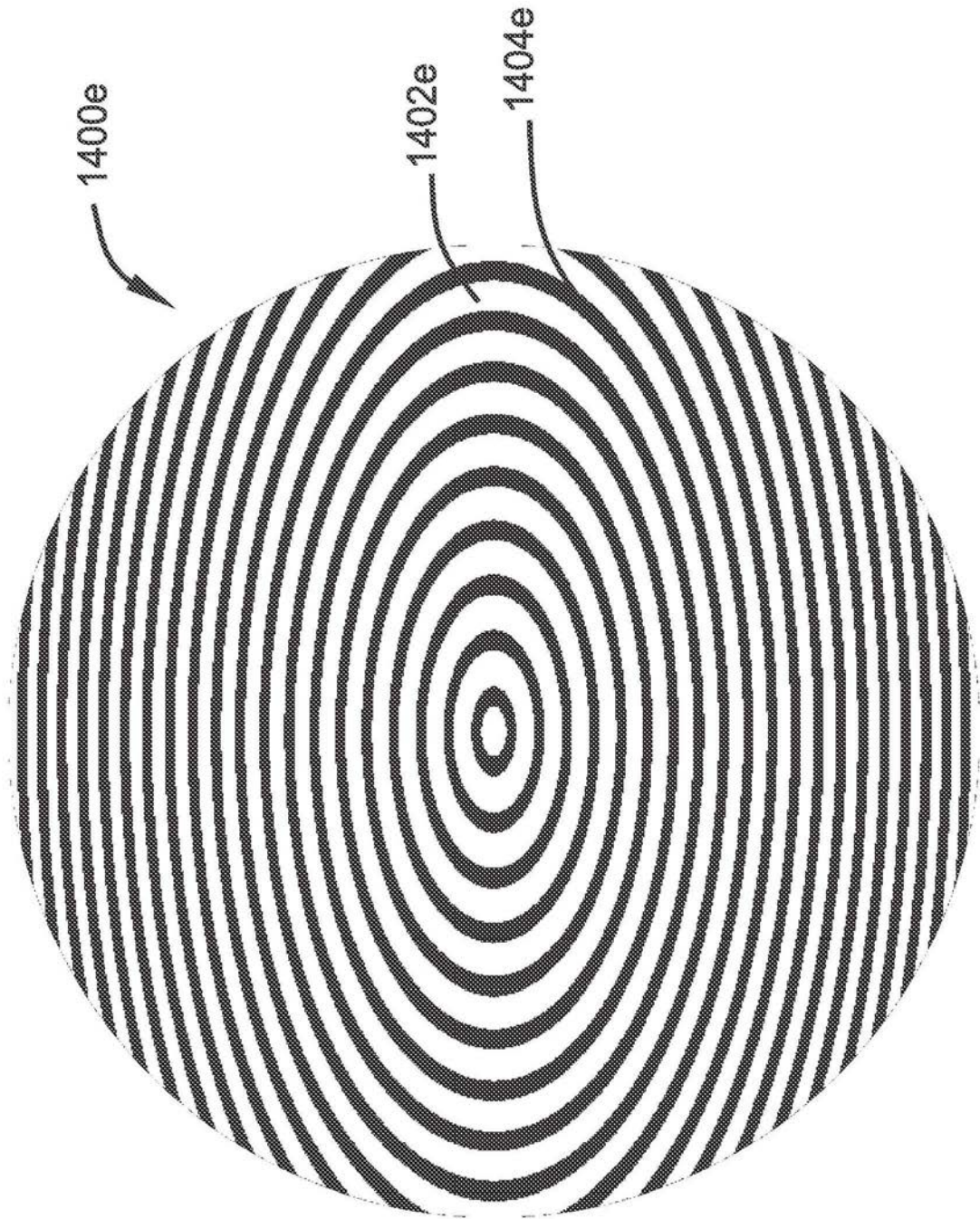


图14E

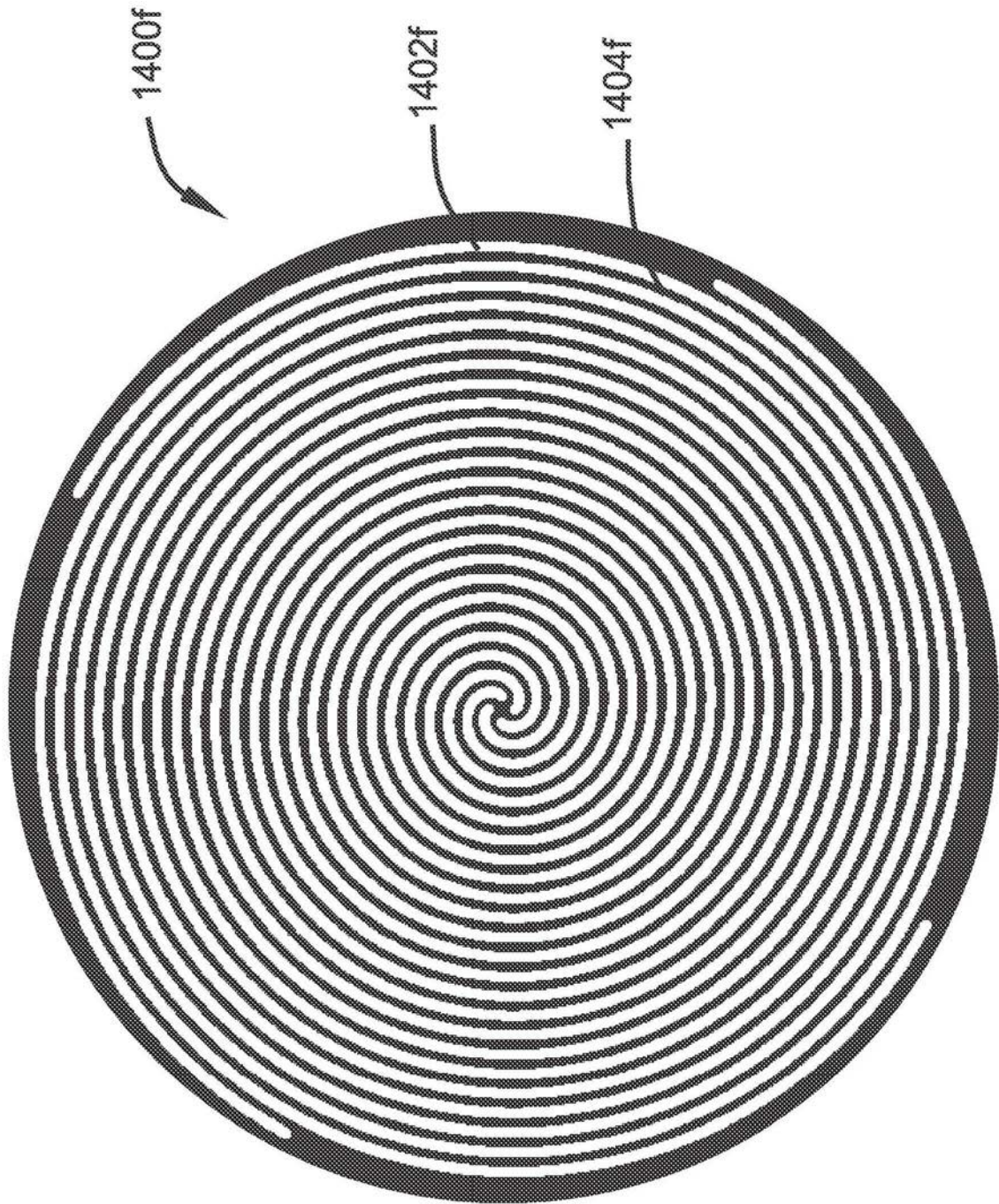


图14F

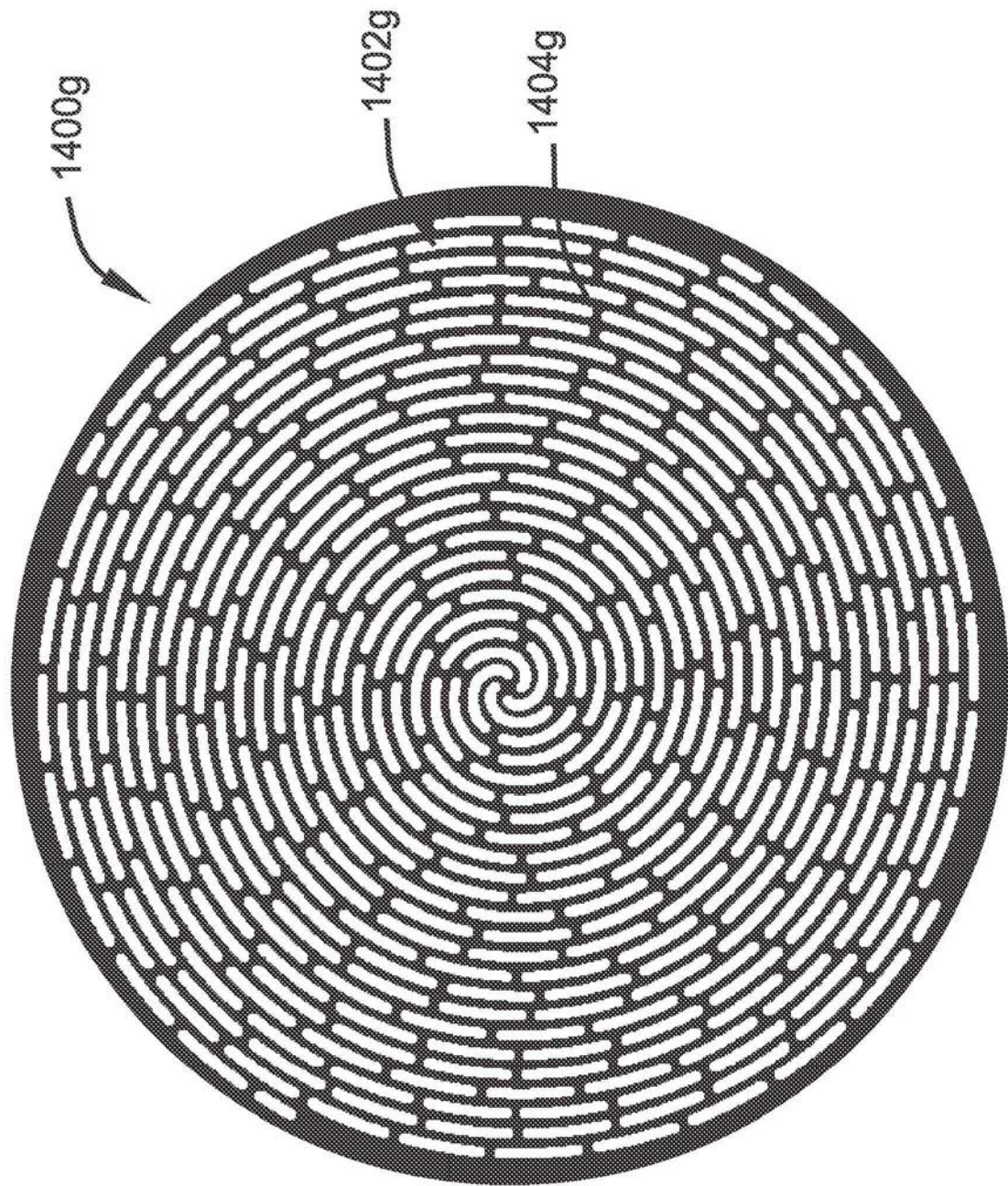


图14G

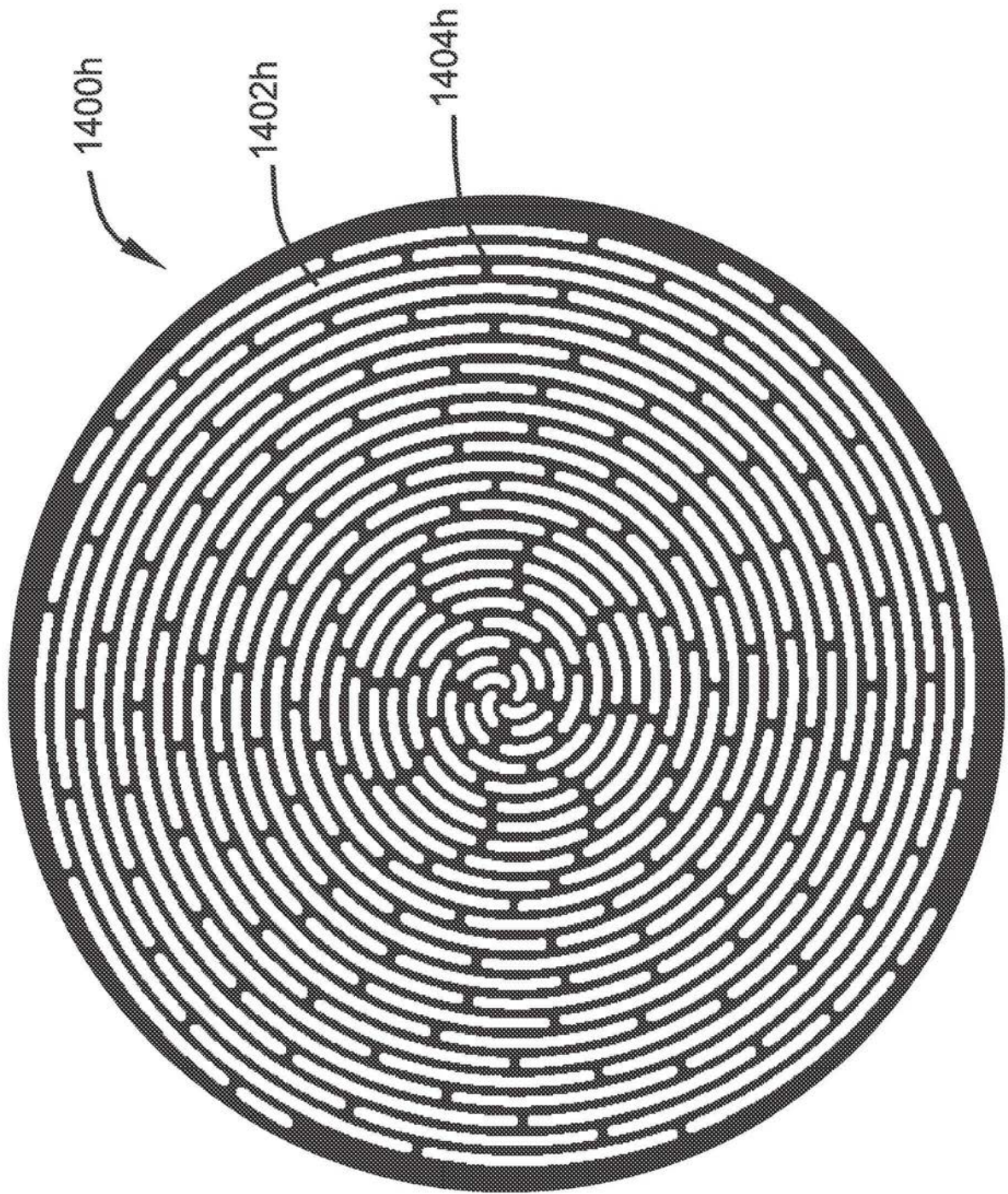


图14H

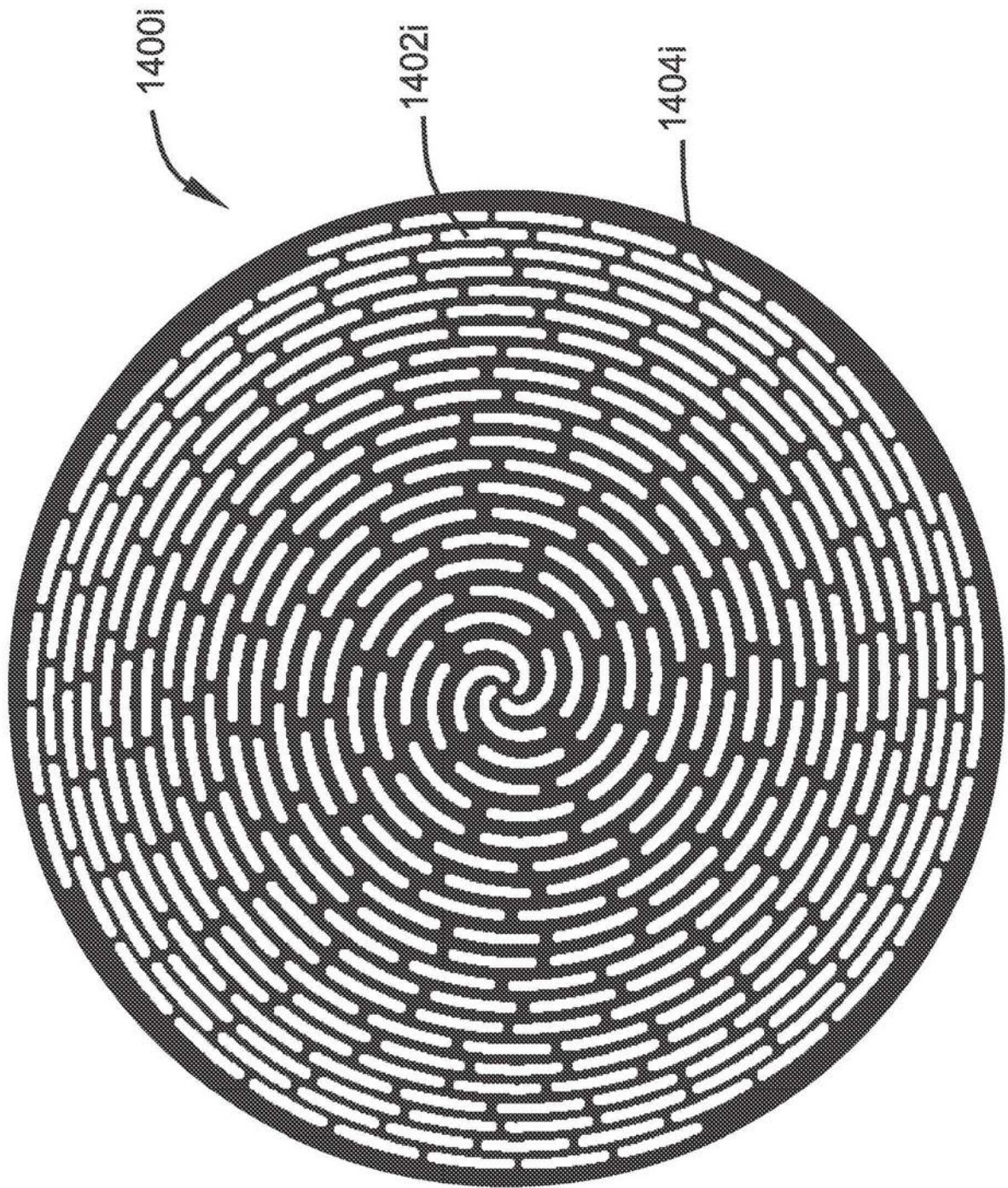


图14I

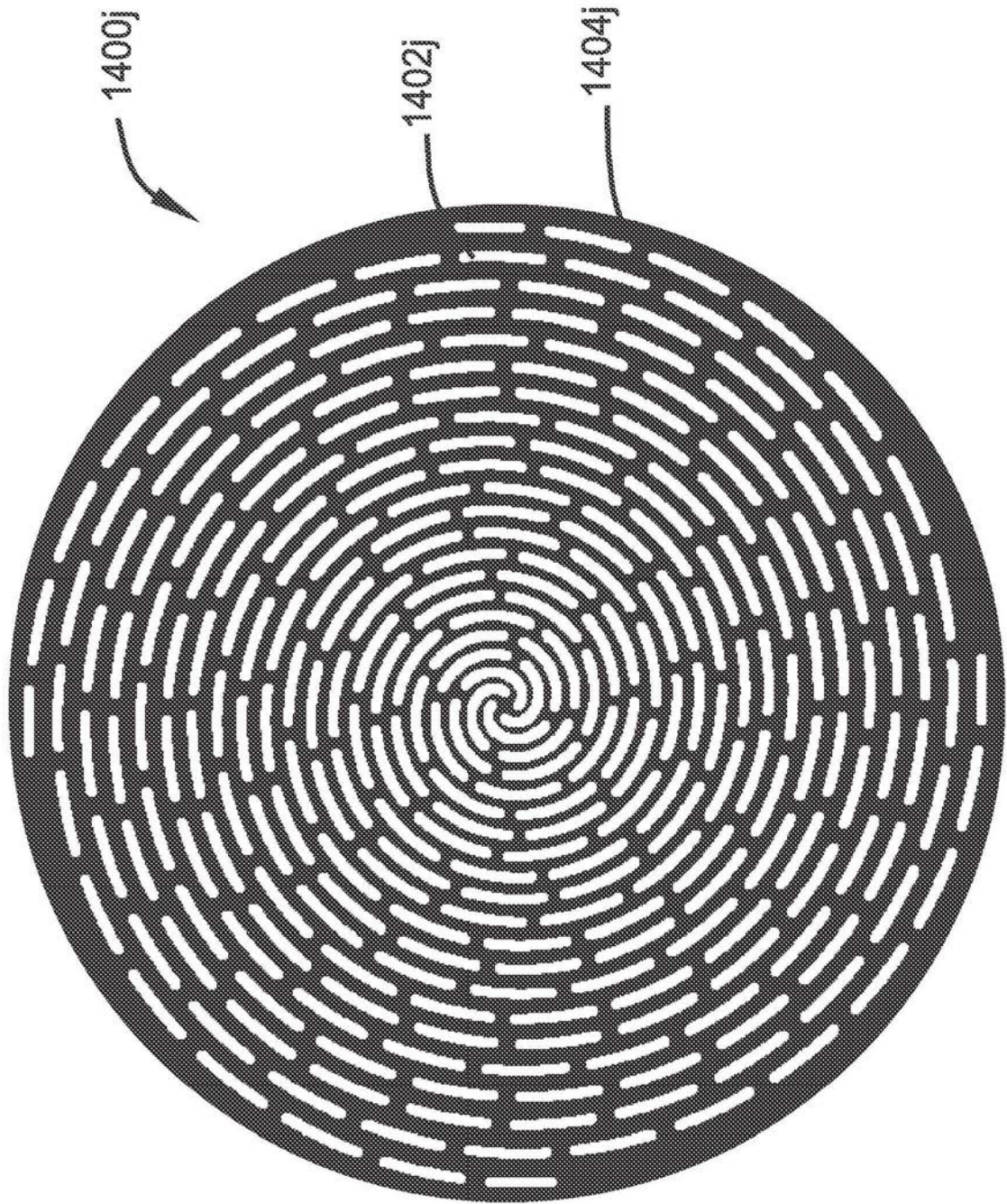


图14J

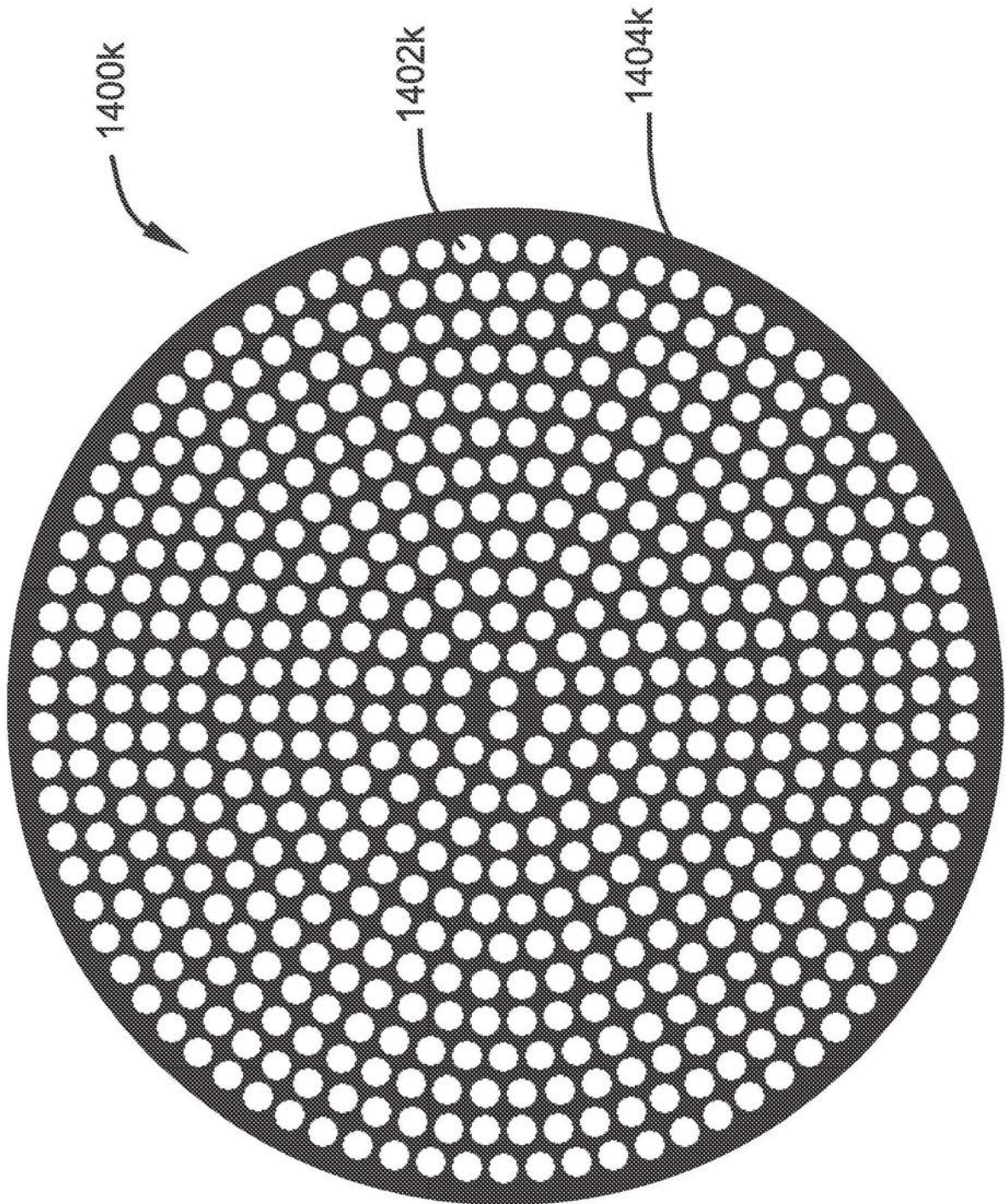


图14K

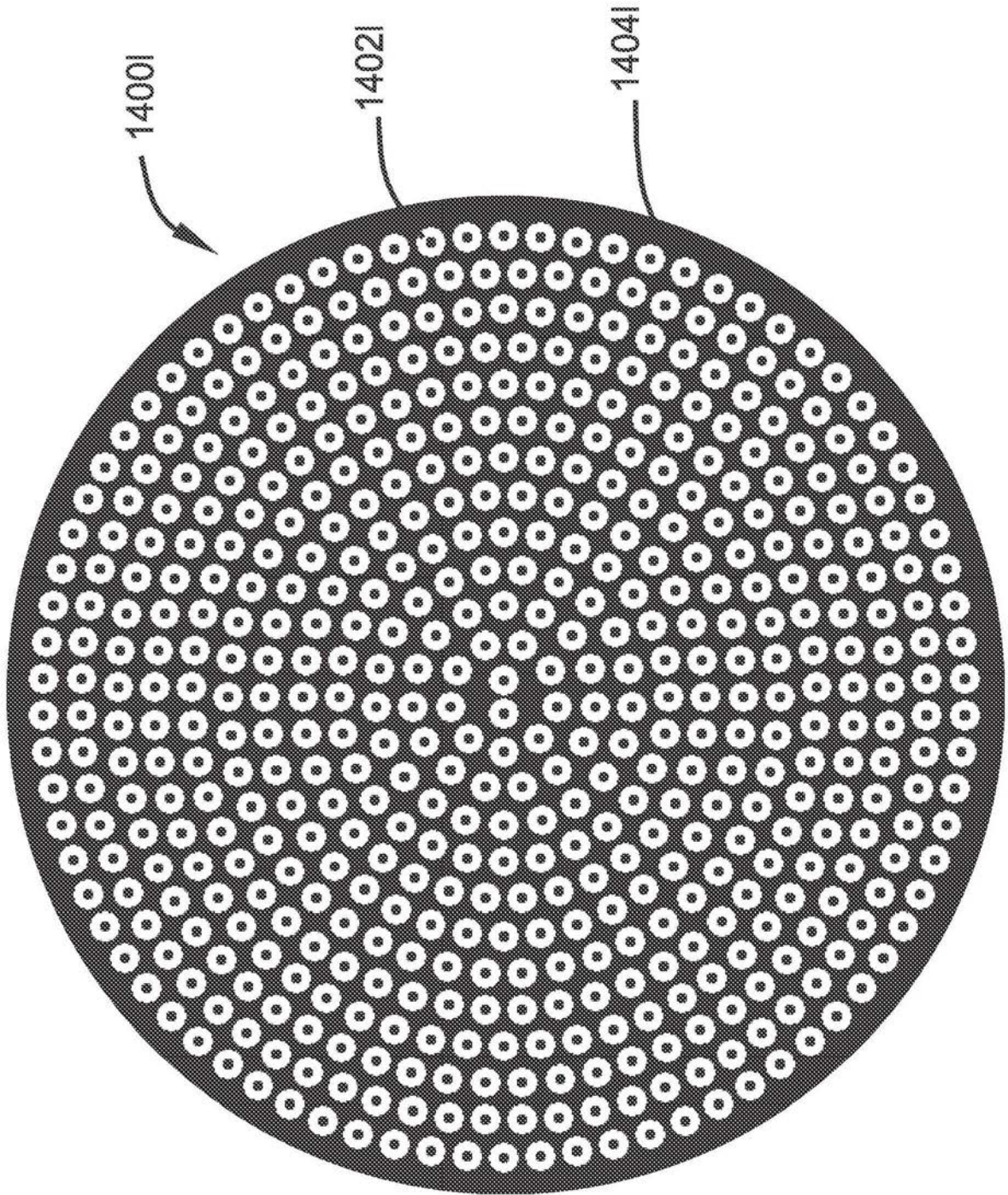


图14L

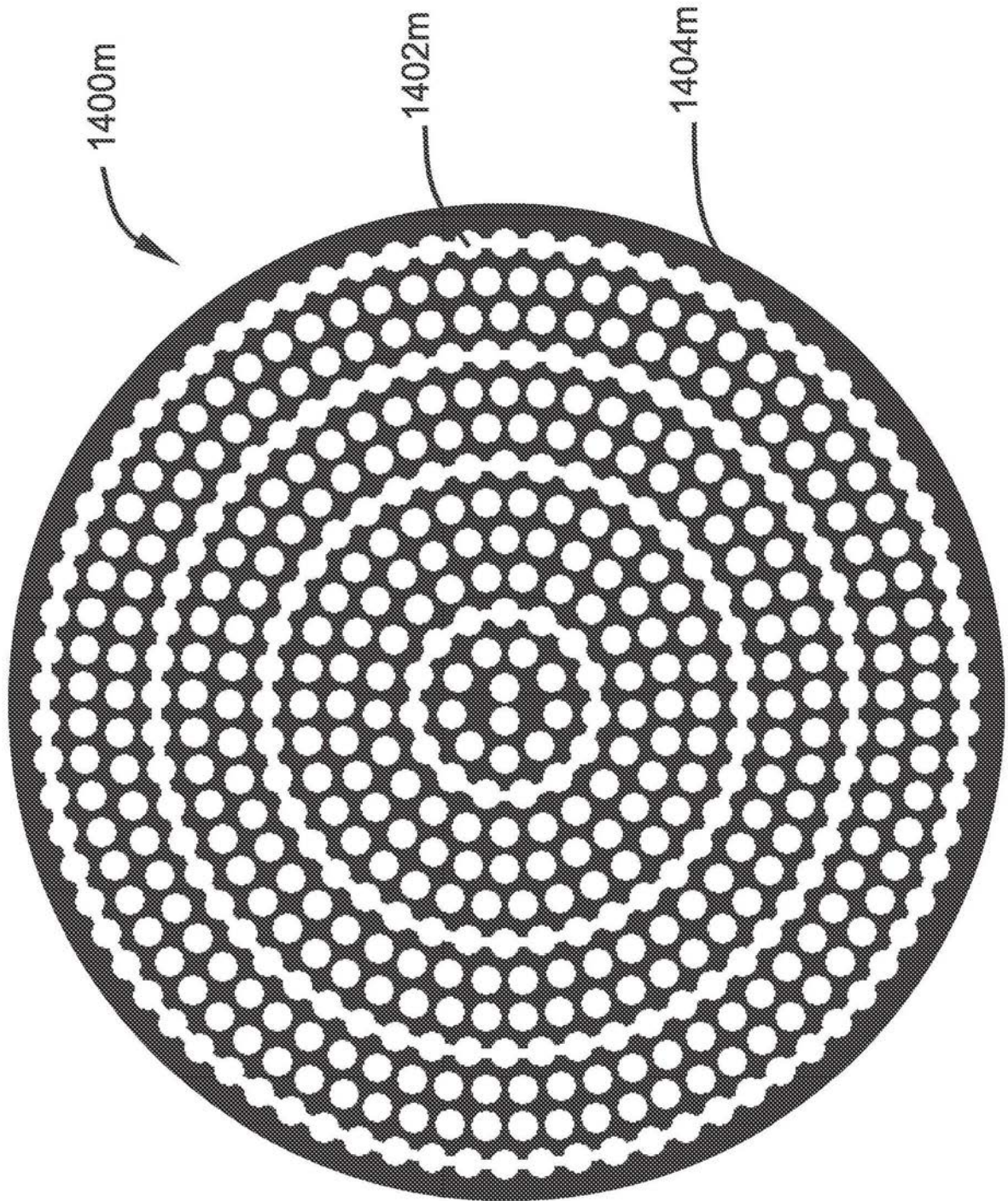


图14M

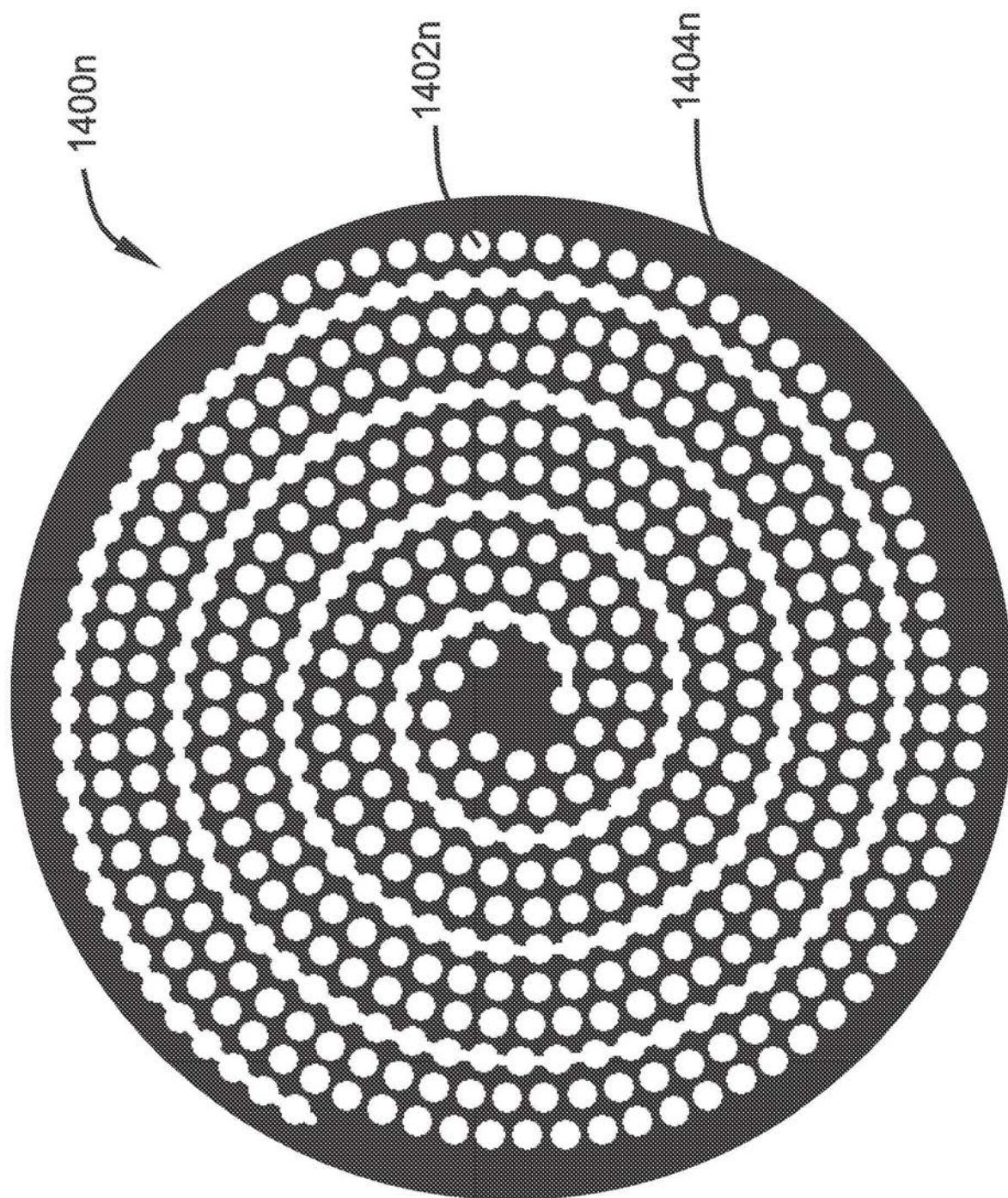


图14N

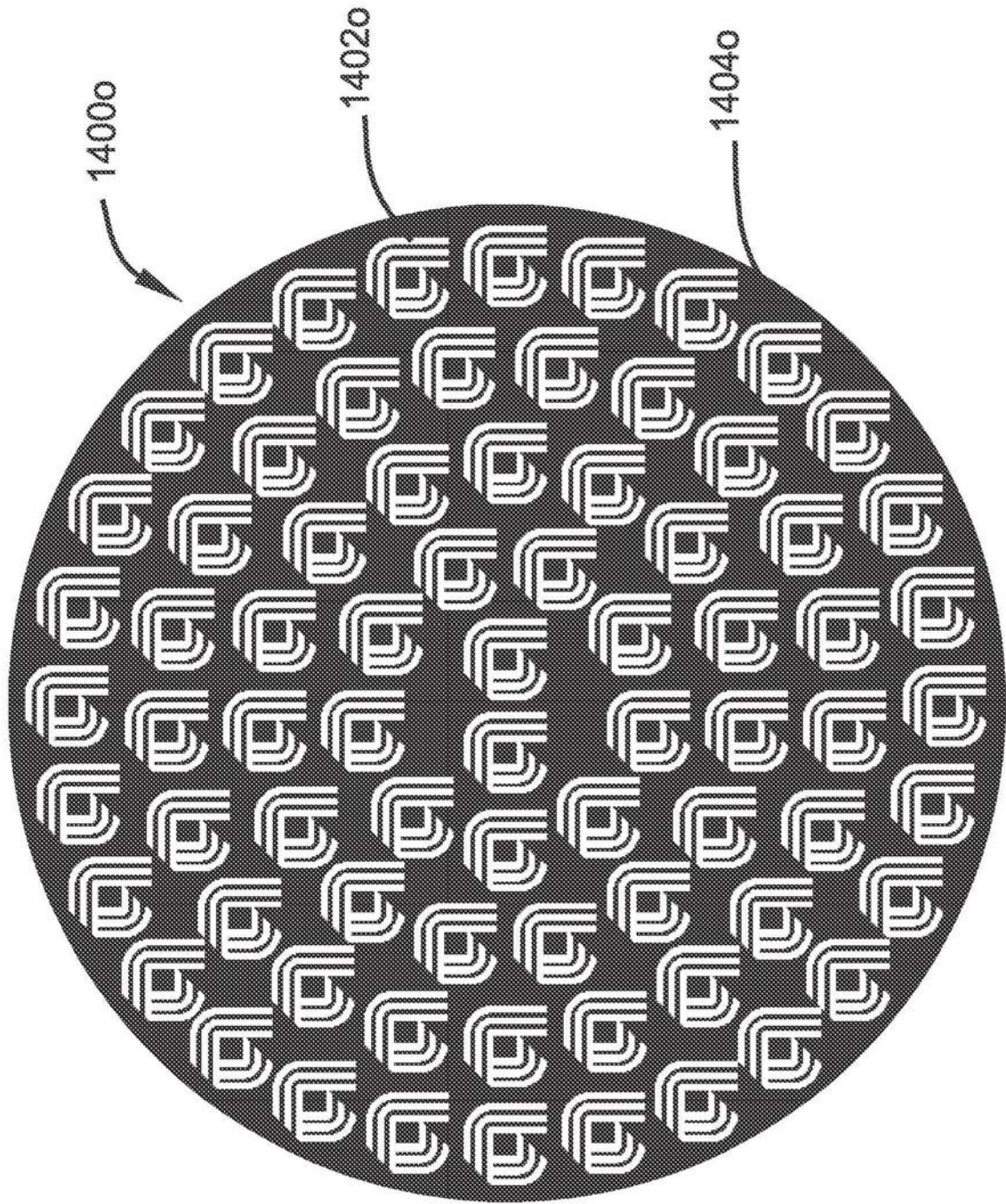


图140

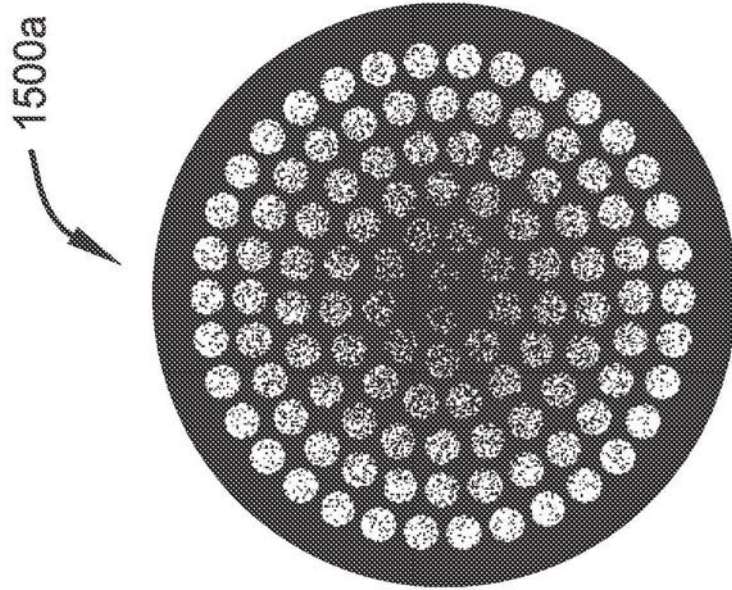


图15A

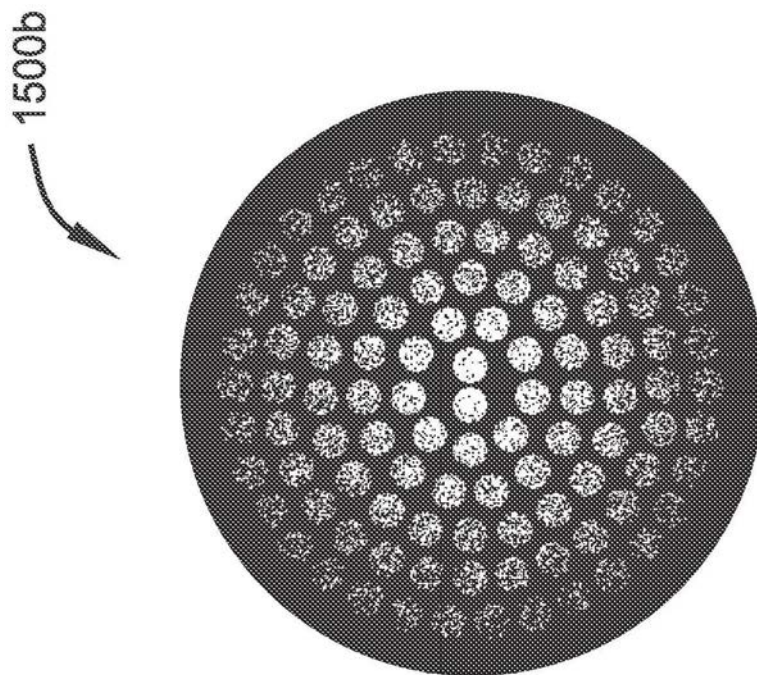


图15B

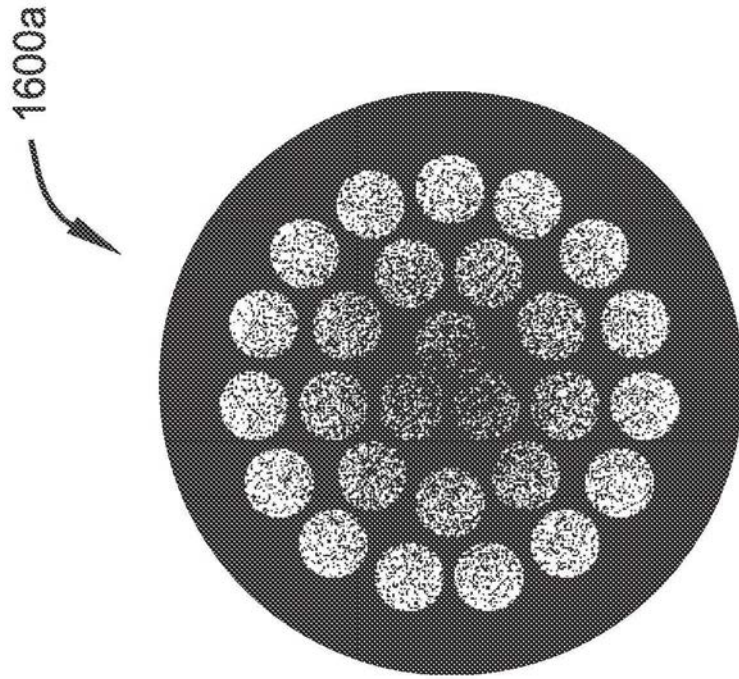


图16A

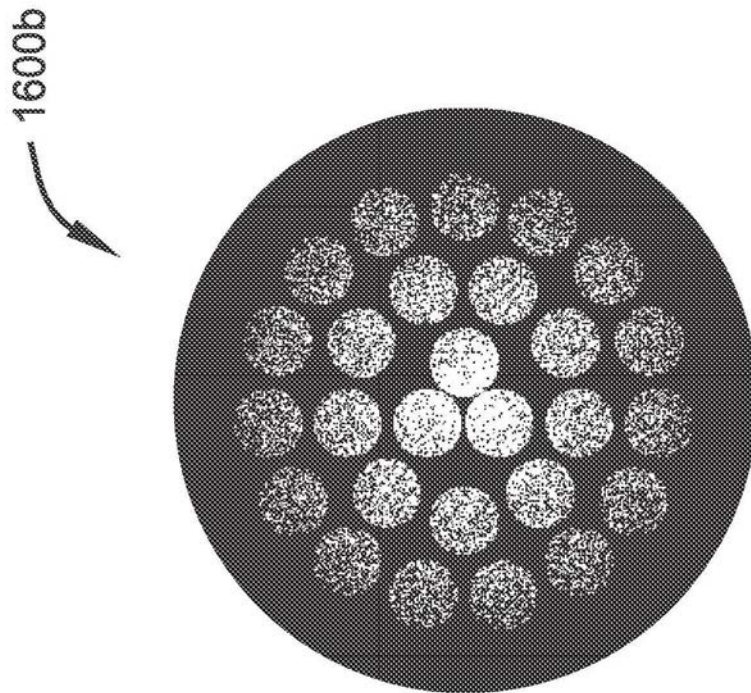


图16B

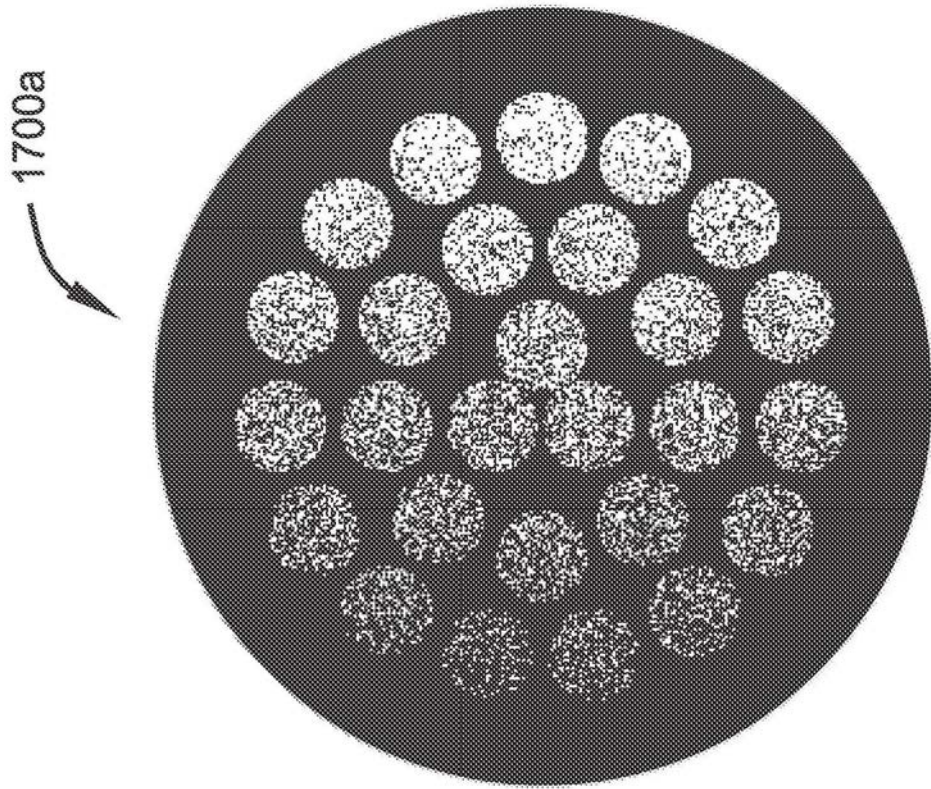


图17A

1700b

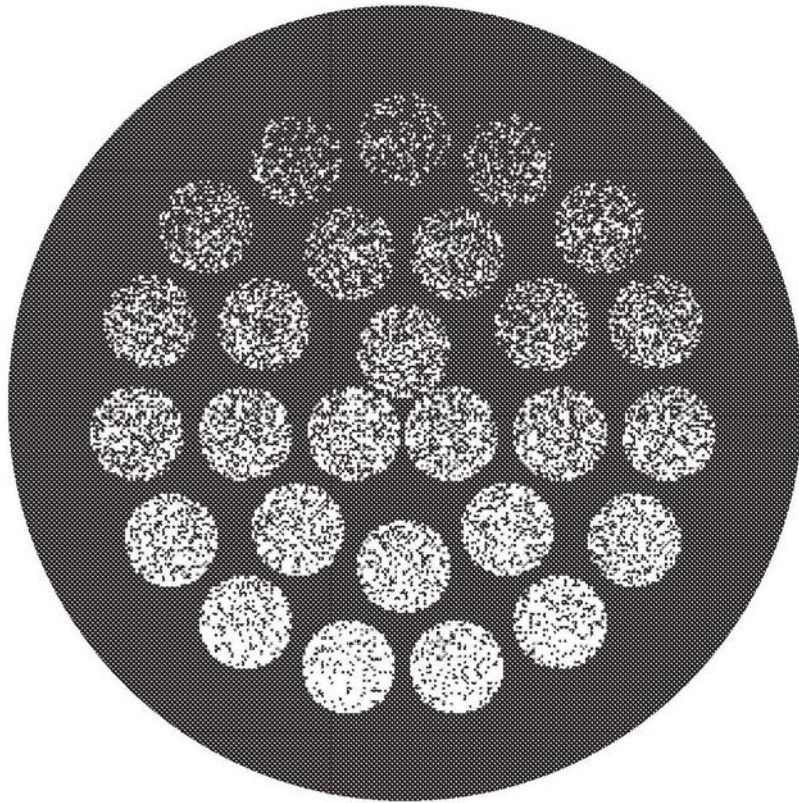


图17B

1800a

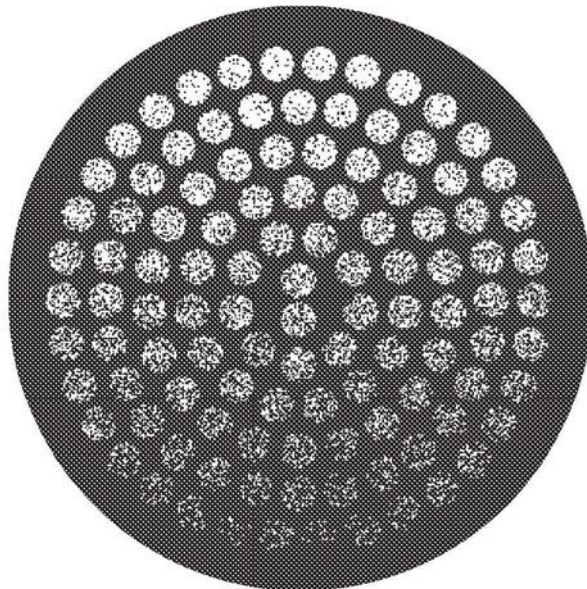


图18A

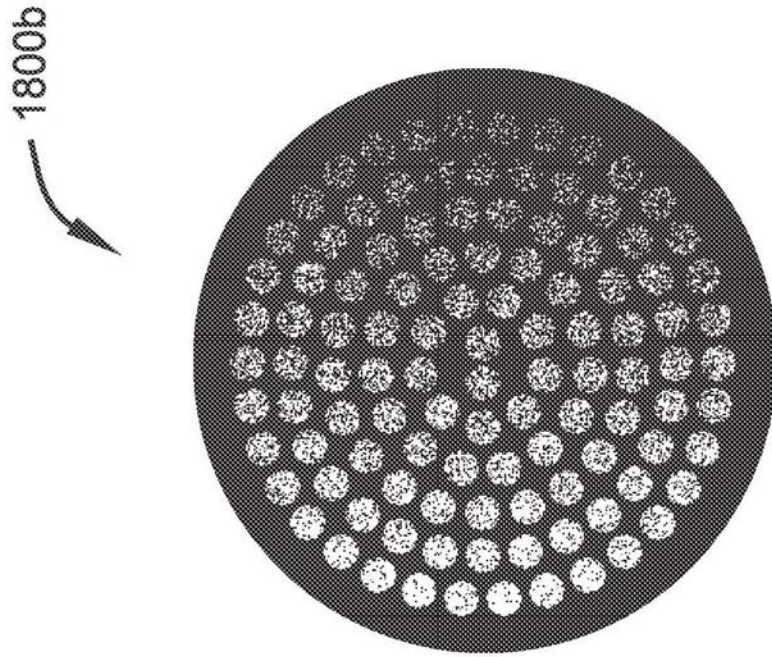


图18B

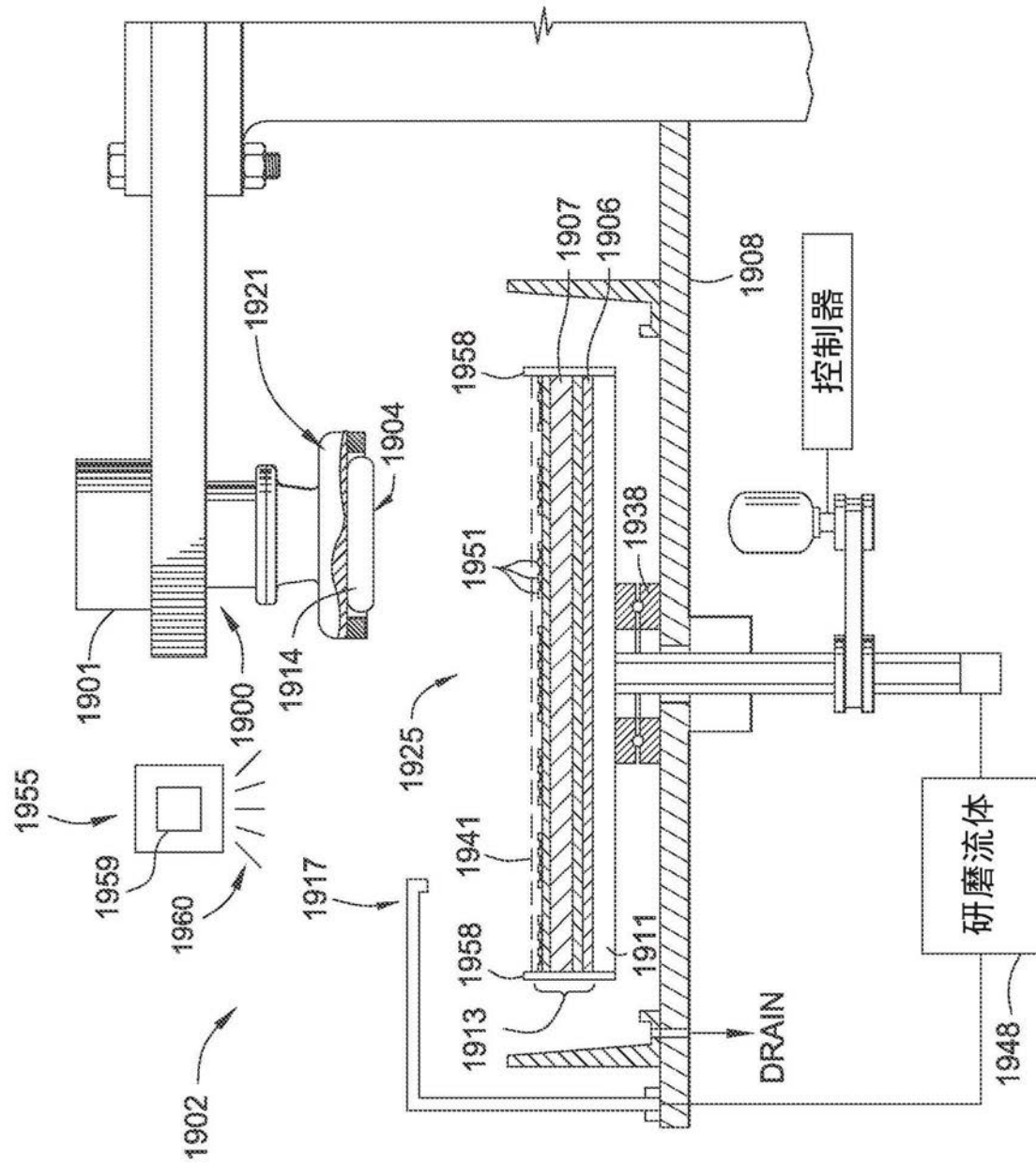


图19

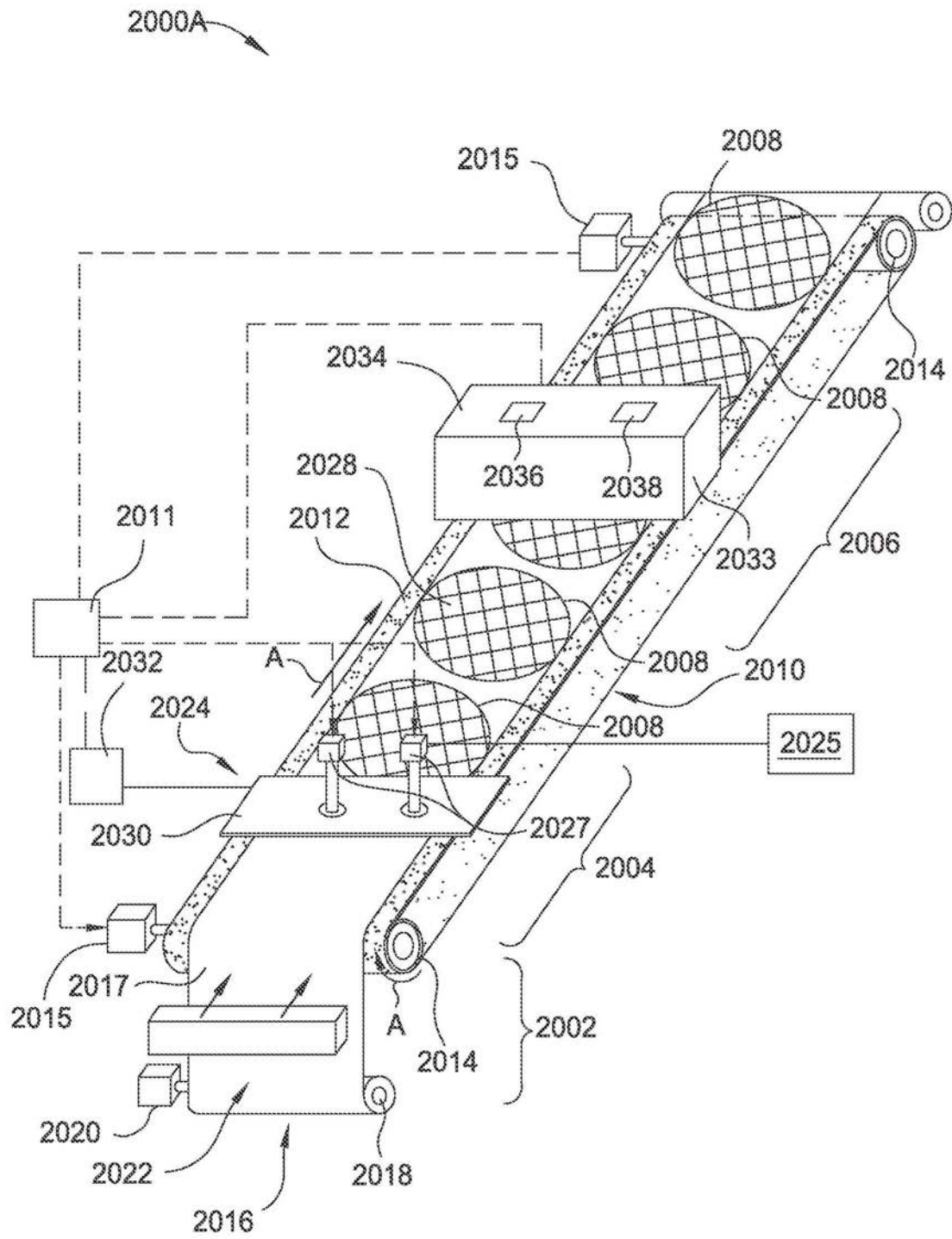


图20A

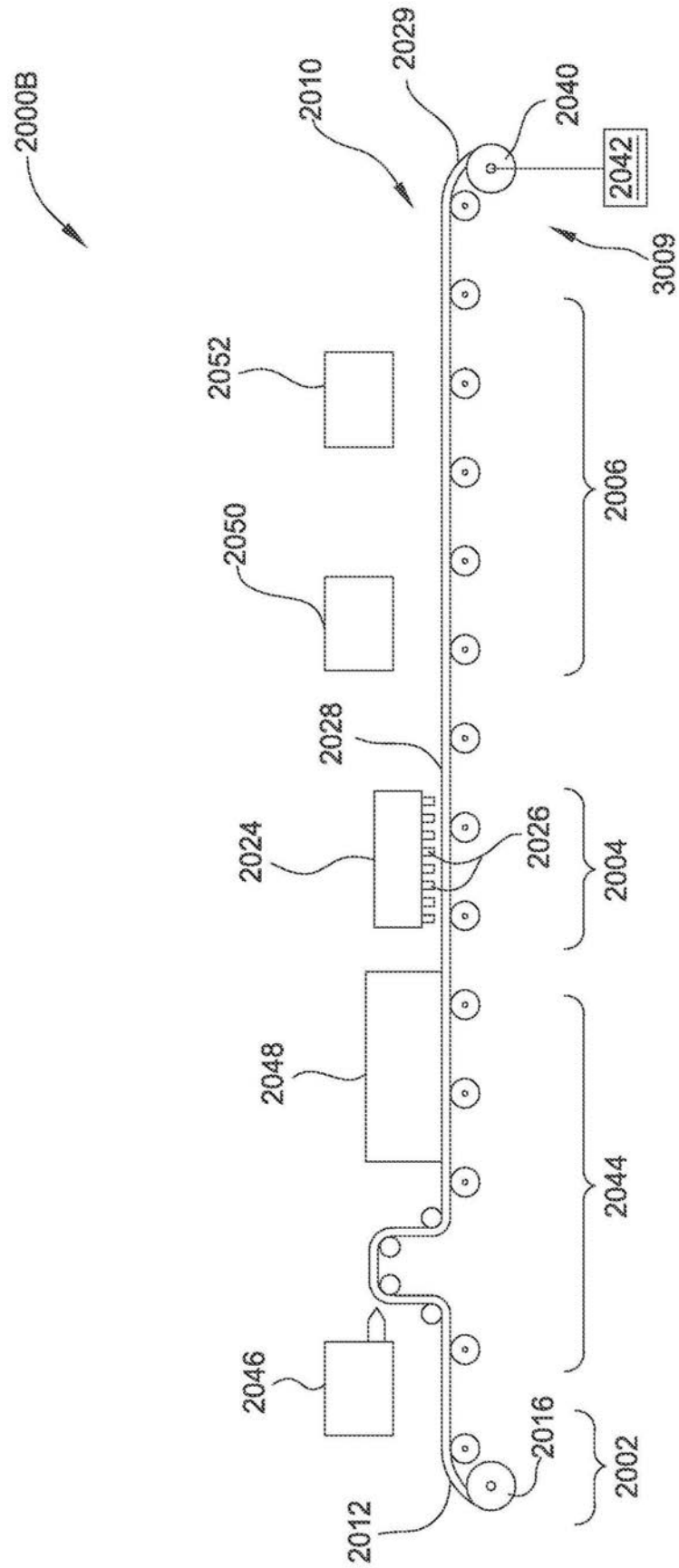


图20B

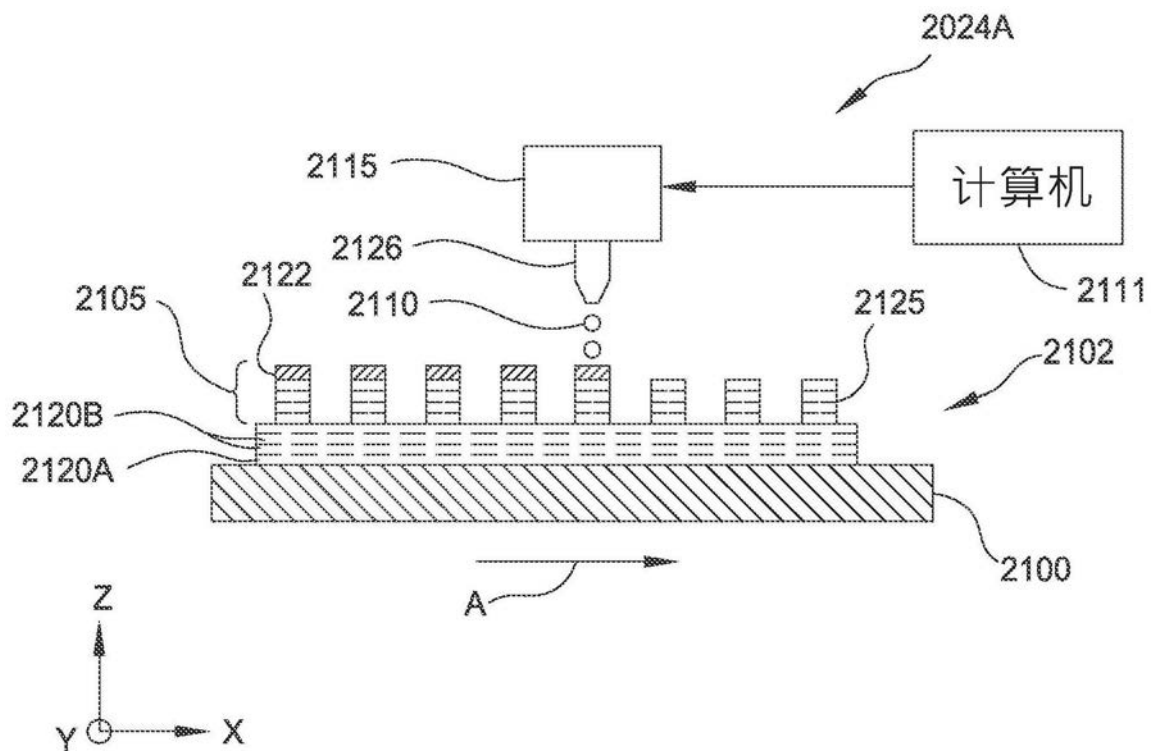


图21A

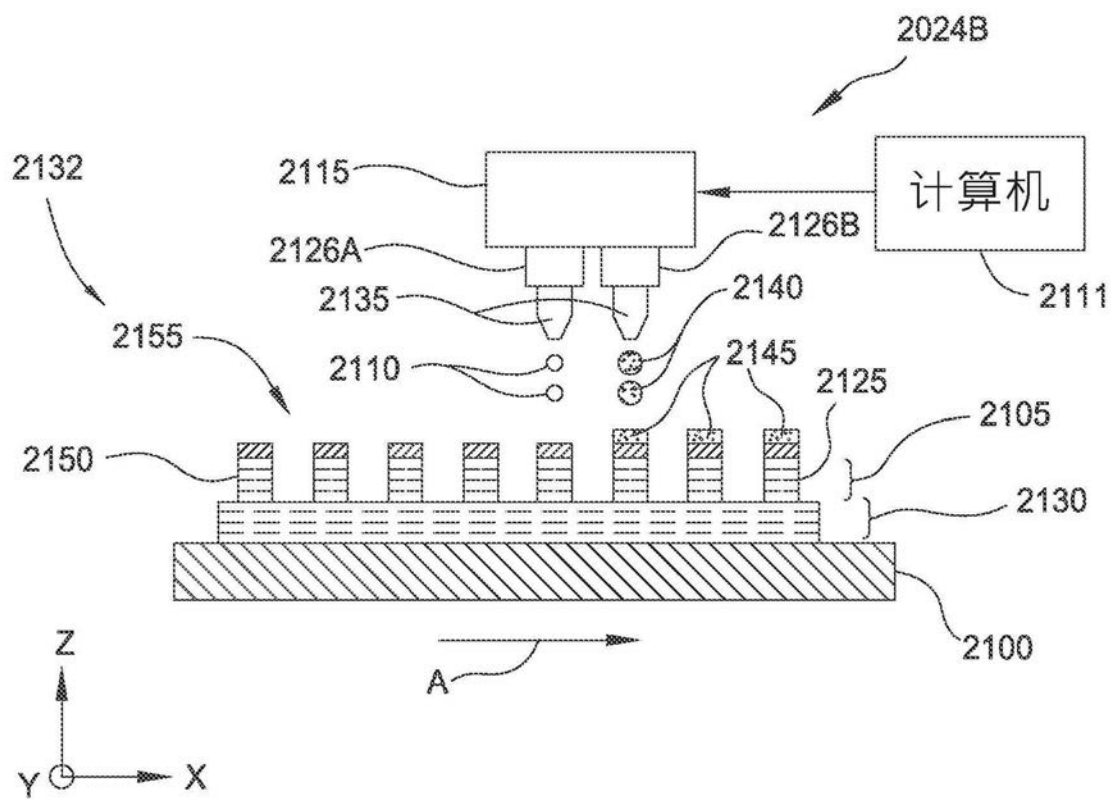


图21B

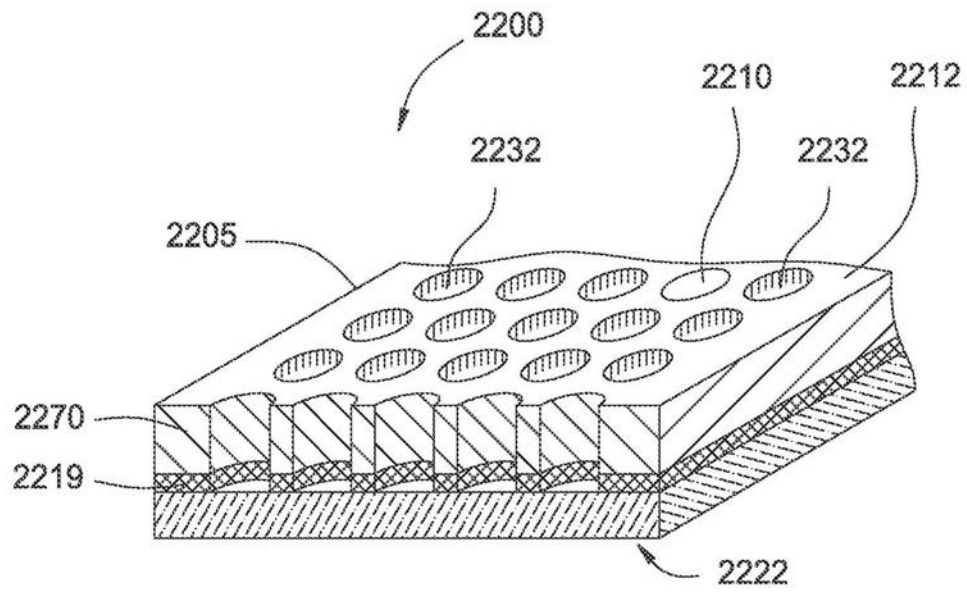


图22