



(45)授权公告日 2019.04.05

N · A · 鲍登

申请公布号 CN 104769167 A

代理人 陈文平

61/698,558 2012.09.07 US

*E21B 10/46(2006.01)*

PCT/US2013/058222 2013.09.05

US 201222363 A1, 2012.09.06.

US 201222363 A1, 2012.09.06.

US 2012097458 A1, 2012.04.26,

W02014/039649 EN 2014.03.13

US 2012138370 A1, 2012.06.07,

(73)专利权人 阿特拉钻孔技术有限合伙公司

US 2012138370 A1, 2012.06.07,

地址 美国得克萨斯州

CN 102356211 A, 2012.02.15,

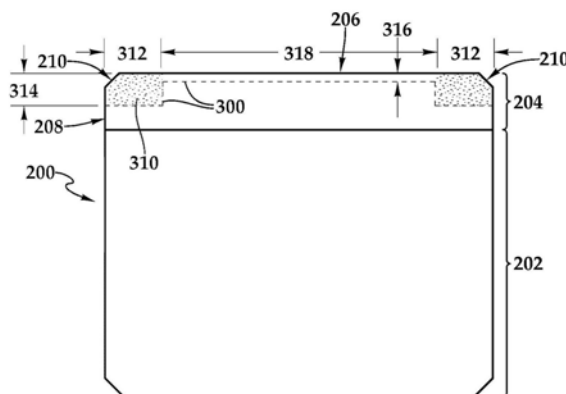
(72)发明人 M·D·穆玛 A·D·穆尔多克

审查员 陈春淳

权利要求书4页 说明书9页 附图11页

## 用于钻头切割元件的选择性沥滤的多晶结构

用于切割元件或其他磨损部件的多晶金刚石(PCD)切割层的沥滤速率通过在沥滤之前在所述PCD中引入添加剂而改变。将所述添加剂选择性引入PCD切割结构的一个或多个区域中允许控制所述PCD结构的部件的选择性沥滤的沥滤速率,其允许在所制造的PCD结构的所述沥滤和非沥滤区域之间生成边界,使得与暴露于所述沥滤液的一个或多个表面不平行。所述添加剂包含增加所述PCD对所述沥滤液的渗透性或所述PCD对所述沥滤液的接纳性的材料,例如亲水物。



1. 制造烧结多晶金刚石结构的方法,所述方法包括:  
形成包含金刚石砂粒的复合片;  
在催化剂存在下烧结所述复合片,从而形成包含表现出金刚石与金刚石结合的整块烧结多晶金刚石(PCD)的金刚石结构,所述催化剂占据其中的孔隙;和  
从所述烧结金刚石结构内与所述结构的工作表面相邻的区域部分地沥滤所述催化剂;  
其中所述烧结金刚石结构在所述复合片的部分内包含散布有至少一种亲水添加剂的至少一个区域,以与所述金刚石结构的包含明显较少的所述至少一种亲水添加剂的至少一个其他区域相比,增加所述PCD对沥滤液的渗透性或所述PCD对沥滤液的接纳性,其中所述PCD相对于它的工作表面具有不同的沥滤深度。
2. 权利要求1的方法,其中所述亲水添加剂包含一种或多种亲水物。
3. 权利要求1的方法,其中所述至少一种亲水添加剂选自二硼化钛( $\text{TiB}_2$ )、纤锌矿型氮化硼(w-BN)、立方氮化硼(c-BN)、二硼化锆( $\text{ZrB}_2$ )、纤锌矿型碳化硅、富勒烯和导电碳同素异形体。
4. 权利要求1的方法,其中所述催化剂包含金属。
5. 权利要求1至4任一项的方法,其中所述亲水添加剂的晶粒的尺寸小于60微米。
6. 权利要求1至4任一项的方法,其中所述金刚石砂粒的晶粒的尺寸小于60微米。
7. 权利要求6的方法,其中所述金刚石砂粒的晶粒的尺寸小于30微米。
8. 权利要求6的方法,其中所述金刚石砂粒的晶粒的尺寸在至少一个维度中小于100纳米。
9. 权利要求1至4任一项的方法,其中所述至少一种亲水添加剂占所述金刚石结构的所述至少一个区域的小于10体积%。
10. 权利要求9的方法,其中所述至少一种亲水添加剂占所述金刚石结构的所述至少一个区域的小于5体积%。
11. 权利要求9的方法,其中所述至少一种亲水添加剂占所述金刚石结构的所述至少一个区域的小于1体积%。
12. 权利要求9的方法,其中所述至少一种亲水添加剂在所述金刚石结构的所述至少一个区域中的量占所述金刚石结构的所述至少一个区域的0.05和0.5体积%之间。
13. 权利要求1至4任一项的方法,其中所述复合片具有多个表面,其至少一个是工作表面;并且其中所述复合片具有邻接所述工作表面的至少一个含有所述至少一种亲水添加剂的离散区域,和至少一个不含所述至少一种亲水添加剂的区域。
14. 权利要求1至4任一项的方法,其中所述至少一种亲水添加剂位于所述复合片内的至少一个离散区域中,并且其中所述复合片具有至少一个有PCD而没有亲水添加剂的其他区域。
15. 权利要求1至4任一项的方法,其中所述至少一种亲水添加剂具有亲水添加剂与PCD的第一比例,并且其中所述方法还包括将金刚石砂粒混合物的晶粒与所述至少一种亲水添加剂的晶粒以不同于所述第一比例的第二比例混合,其中形成包含具有第一比例的所述亲水添加剂与PCD混合物的至少一个离散区域和具有第二比例的所述至少一种亲水添加剂与PCD混合物的至少一个离散区域的复合片。
16. 权利要求1至4任一项的方法,其中形成的所述复合片具有多个表面,其至少一个是

工作表面和其至少一个是底表面；并且其中形成的所述复合片具有至少两层PCD，第一层PCD具有第一尺寸或尺寸范围的晶粒，其邻接所述工作表面，并且第二层更接近所述底表面，具有大于所述第一尺寸或尺寸范围的PCD晶粒。

17. 权利要求1至4任一项的方法，其中，

所述复合片具有多个表面，其至少一个是工作表面；

所述复合片具有邻接所述工作表面的至少一个含有所述至少一种亲水添加剂的离散区域，和至少一个不含所述至少一种亲水添加剂的区域；并且

所述方法还包括从所述金刚石结构、包括从所述至少一个含有所述至少一种亲水添加剂的离散区域沥滤催化剂。

18. 权利要求1至4任一项的方法，其中，

所述复合片具有多个表面，其至少一个是工作表面；

所述复合片具有至少一个含有所述至少一种亲水添加剂的离散区域，和不含所述至少一种亲水添加剂的区域；并且

所述方法还包括从所述工作表面从所述金刚石结构沥滤催化剂，所述沥滤发生在所述至少一个含有所述至少一种亲水添加剂的离散区域和所述不含所述至少一种亲水添加剂的区域的至少一部分内。

19. 权利要求1至4任一项的方法，其中通过如下方式将所述至少一种亲水添加剂分散到所述金刚石结构的所述至少一个区域中：将所述至少一种亲水添加剂混合到所述金刚石砂粒中，并且用形成所述复合片使得所述金刚石砂粒和所述至少一种亲水添加剂的混合物处在所述至少一个区域中。

20. 权利要求1至4任一项的方法，其中通过在烧结所述复合片之后和在部分沥滤所述金刚石结构之前回填或离子沉积，而将所述至少一种亲水添加剂分散到所述金刚石结构中。

21. 权利要求1至4任一项的方法，其中在所述复合片形成之后和所述复合片烧结之前，将所述至少一种亲水添加剂分散到所述复合片的所述至少一个区域中。

22. 钻头，其包含具有切割面的主体，所述切割面具有布置在其上的多个切割器，所述多个切割器的每一个包含与基体结合的多晶金刚石复合片，其中所述多晶金刚石复合片根据权利要求1至19之一的方法制造。

23. 多晶金刚石复合片，其根据权利要求1至19任一项的方法制造。

24. 用于钻头的切割器，其包含与烧结多晶金刚石 (PCD) 结构结合的基体，其中

所述PCD结构包含表现出金刚石与金刚石结合的整块烧结多晶金刚石和占据所述烧结多晶金刚石内至少一部分间隙空间的金属催化剂；

所述PCD结构具有至少第一区域和第二区域，所述第一区域中散布有亲水物和所述第二区域含有明显比所述第一区域更少的所述亲水物；

所述金属催化剂已经通过从所述PCD结构的工作表面沥滤而从所述第一和第二区域的至少部分中除去，由此在所述PCD结构的沥滤和非沥滤区域之间产生相对于工作表面而言非平面的边界。

25. 权利要求24的切割器，其中所述PCD的一部分含有金属催化剂，和所述PCD的一部分具有明显较少量的所述金属催化剂。

26. 权利要求24的切割器,其中所述亲水物散布在与所述切割器的工作表面相邻的所述PCD内的至少一个离散区域内,并且其中所述PCD具有至少一个不含亲水物的区域。

27. 权利要求24的切割器,其中金属催化剂已经从具有所述含亲水物的PCD的所述至少一个离散区域的至少一部分中除去达到距所述工作表面预定的深度。

28. 权利要求24-27任一项的切割器,其中所述亲水物具有纤锌矿型结晶结构。

29. 权利要求24-27任一项的切割器,其中所述亲水物选自二硼化钛( $\text{TiB}_2$ )、纤锌矿型氮化硼(w-BN)、立方氮化硼(c-BN)、二硼化锆( $\text{ZrB}_2$ )、或纤锌矿型碳化硅。

30. 权利要求24-27任一项的切割器,其具有非平面的沥滤层。

31. 用于钻头的磨损元件,其包含与烧结多晶金刚石(PCD)结构结合的基体,所述PCD结构包含表现出金刚石与金刚石结合的整块烧结多晶金刚石,具有至少第一区域和第二区域,所述第一区域比所述第二区域具有更大量的亲水材料,使得所述第一区域与所述第二区域相比具有对沥滤液的提高的渗透性;其中所述第一区域含有占据所述烧结多晶金刚石的一部分或所有间隙的金属或金属合金,和所述第二区域是含有显著较少的所述金属的热稳定区域,其从所述PCD结构的工作表面向内延伸,所述金属在烧结之后被除去;并且其中所述热稳定区域相对于所述PCD结构的工作表面具有不同的深度和几何形状。

32. 权利要求31的磨损元件,其中所述PCD结构具有上表面和至少一个侧表面;并且其中所述工作表面包括所述PCD结构的上表面。

33. 权利要求31的磨损元件,其中边界的深度,从所述工作表面起测量,在整个所述工作表面中变化;其中所述工作表面在使用之前呈现出热稳定PCD的第一切割轮廓,并且在使用期间一旦至少一部分所述工作表面磨损到预定深度时,呈现出不同于所述第一切割轮廓的热稳定PCD的预定第二切割轮廓。

34. 制造烧结多晶金刚石结构的方法,所述方法包括:

形成包含金刚石砂粒的复合片;

在催化剂存在下烧结所述复合片,从而形成包含表现出金刚石与金刚石结合的整块烧结多晶金刚石(PCD)的金刚石结构,所述催化剂占据其中的孔隙;和

从所述烧结金刚石结构内与所述结构的工作表面相邻的区域部分沥滤所述催化剂;

其中所述烧结金刚石结构在所述复合片的部分内包含至少一个区域,所述区域具有更大量的亲水添加剂,使得其与所述金刚石结构的至少一个其他区域相比,所述PCD对沥滤液的渗透性或所述PCD对沥滤液的接纳性增加;和

其中部分沥滤的PCD相对于它的工作表面具有不同的沥滤深度。

35. 权利要求34的方法,其中所述复合片具有多个表面,其至少一个是工作表面;并且其中具有增加的渗透性或接纳性的所述至少一个区域邻接所述工作表面。

36. 装置,其包含与烧结多晶金刚石(PCD)结构结合的基体,其中

所述PCD结构包含表现出金刚石与金刚石结合的整块烧结多晶金刚石和占据所述烧结多晶金刚石内至少一部分间隙空间的金属催化剂;

所述PCD结构具有至少第一区域和第二区域,由于在所述第一区域中具有更大量的亲水材料,所述第一区域与所述第二区域相比具有对沥滤液的提高的渗透性;

所述金属催化剂已经通过从所述PCD结构的工作表面沥滤而从至少部分所述第一和第二区域中除去,由此在所述PCD结构的沥滤和非沥滤区域之间产生相对于工作表面而言非

平面的边界。

## 用于钻头切割元件的选择性沥滤的多晶结构

### 发明领域

[0001] 本发明总体涉及部分沥滤的 (leached) 多晶结构, 并特别是用于钻地钻头的切割元件。

### [0002] 发明背景

[0003] 当钻油和天然气井时用于钻通地下岩层的钻头有两种基本类型: 刮刀钻头和牙轮钻头。

[0004] 刮刀钻头没有活动部件。在刮刀钻头通常通过旋转它所附着的钻柱而旋转时, 固定于钻头面的离散的切割元件 (“切割器”) 切削井的底部, 刮切或剪切地层。旋转的刮刀钻头的每个切割器布置并定位在所述刮刀钻头的面上, 使得它 (将被称为其磨损表面) 的一部分当钻头旋转时咬合地层。所述切割器在钻头主体的外切割表面或面上以固定的预定样式间隔开。所述切割器通常沿着若干翼片的每一个排列, 所述翼片是通常以摆动方式 (sweeping manner) (与直线相反) 从钻头的中央轴向所述面的周边大体上径向延伸的升起的嵴。沿着每个翼片的切割器呈现出对地层的预定切割轮廓, 随着钻头转动剪切地层。钻井液泵下钻柱, 进入在钻头的中心形成的中央通路, 然后通过钻头的面中形成的孔泵出, 既冷却切割器又有助于从翼片之间除去和运送切屑。

[0005] 牙轮钻头包含两个或三个锥形切割器, 所述切割器以与钻头的旋转轴呈大约三十五度的角度绕轴旋转。随着钻头旋转, 所述牙轮轧过孔洞的底部。在所述牙轮表面上的切割元件一经常称为齿或镶齿 (insert), 随着所述锥体轧过地层而压碎和刮削岩石。

[0006] 为了改善钻头的性能, 所述切割元件的一个或多个磨损或工作表面由以多晶金刚石复合片 (compact) (PDC) 形式的多晶金刚石 (“PCD”) 的层附着于基体制成。常见的基体是粘结碳化钨。具有这种PDC切割元件的刮刀钻头有时称为 “PDC钻头”。PDC, 虽然很硬并具有高抗磨损性或耐磨性, 但倾向于比较脆。基体, 虽然没有那么硬, 但比PDC更韧性, 因此具有更高的抗冲击性。所述基体的长度或高度通常足够长以起到安装柱螺栓 (stud) 的作用, 它的一部分放入刮刀钻头主体中形成的凹穴 (pocket) 或凹口 (recess) 中, 或者在牙轮钻头的情况下, 放入在牙轮中形成的凹穴内。然而, 在一些刮刀钻头中, 所述PDC和基体结构附着于金属安装柱螺栓, 所述安装柱螺栓然后插入凹穴或其他凹口中。

[0007] 多晶金刚石复合片可以如下制作: 将被称为 “金刚石砂粒” 的粉末形式的多晶金刚石晶粒与一种或多种金属粉末催化剂和其他材料混合, 将所述混合物形成复合片, 然后利用高热高压或微波加热烧结它。虽然钴或钴的合金是最常见的催化剂, 但其他VIII族金属, 例如镍、铁及其合金也可用作催化剂。至于切割器, PDC通常通过在与粘结碳化钨基体相邻处充填没有所述金属催化剂的金刚石砂粒, 然后将二者烧结在一起而形成。在烧结期间, 所述基体中的金属粘合剂—在钴粘结碳化钨的情况下是钴—掺入和渗透所述复合片, 充当催化剂以在相邻的金刚石晶粒之间形成金刚石与金刚石的结合。结果产生结合的金金刚石晶体块, 其已经被描述为连续或整体的金刚石基质和甚至在所述金刚石之间具有间隙空位的 “晶格”。所述间隙空位至少部分被所述金属催化剂填充。

[0008] 用于支撑PDC层的基体至少部分从粘结金属碳化物制作, 最常见的是碳化钨。粘结

金属碳化物基体通过粉末状金属碳化物与金属合金粘合剂一起烧结而形成。所述PDC和所述基体的复合材料可用许多不同的方式制作。它还可以,例如,包括过渡层,其中所述金属碳化物和金刚石与用于改善PDC和基体之间结合并降低应力的其他成分混合。在本文中提及的基体包括这样的基体。

[0009] 因为存在金属催化剂,PDC表现出热不稳定性。钴具有与金刚石不同的膨胀系数。它以更高的速率膨胀,因此在较高温度下倾向于削弱所述金刚石结构。此外,钴的熔点低于金刚石,当温度达到或超过所述熔点时,这可导致钴造成所述PDC内的金刚石晶体开始石墨化,也削弱了所述PDC。为了使所述PDC更加热稳定,从紧挨着一个或多个在钻孔期间由于摩擦而经历最高温度的工作表面的至少一个区域除去显著百分比—通常超过50%;经常70%至85%;并可能更多—的所述催化剂。所述工作表面是设计或打算咬合地层的切割器的表面。例如,在PDC切割器的情况下,它们通常是所述金刚石冠或台面的通常平的上表面,它的侧表面的至少部分,并且如果存在的话,所述上表面和侧表面之间辐射式或形态过渡的斜缘。

[0010] 所述催化剂通过沥滤法除去。所述沥滤法包括保护或掩蔽所述碳化物基体并将所述PDC放在强酸中,强酸的例子包括硝酸、氢氟酸、盐酸或高氯酸、和它们的组合。在有些情况下,所述酸混合物可以加热和/或搅拌以促进所述沥滤法。

[0011] 然而,去除钴被认为降低了所述PDC的韧性,从而降低了抗冲击性。此外,沥滤所述PDC可导致除去一部分胶结或粘合所述基体的钴,从而影响所述基体和/或所述基体与金刚石交接面的界面的强度或完整性。由于这些顾虑,切割器的沥滤现在是“部分的”,意味着只在距所述PDC的一个或多个工作表面、例如所述PDC的顶部、斜缘、和/或侧面测量的一定深度或距离上,从所述PDC中除去催化剂。通常,只有所述PDC的顶部工作表面暴露于所述浴。利用掩模和密封保护基体防御酸。常规的商业生产的切割元件的沥滤深度当从暴露于酸浴的工作表面测量时,在所述切割器上基本一致。所述沥滤的深度取决于金刚石材料的显微结构、使用的沥滤液和沥滤时间。

## 发明内容

[0012] 本发明总体涉及增加PCD的选择区域中的沥滤速率,以及涉及具有一个或多个包含烧结PCD层的工作表面的切割元件或其他磨损部件,所述PCD层相对于它的工作表面具有不同的沥滤深度和几何形状。从经受沥滤液的表面测量,在保护所述切割元件的其余部分的掩模和密封开始分解之前,增加沥滤速率使得那些区域与具有较低沥滤速率的区域相比更迅速地沥滤,从而能够在所述区域内沥滤到更大的深度。此外,选择性增加PCD结构内预定区域的沥滤速率允许改变从所述结构的工作表面伸出的一个或多个沥滤区域的形状和深度或者,更一般地说,几何结构,而不需要借助复杂的掩模和密封。在没有必要掩蔽所述工作表面的情况下,可制成PCD结构的沥滤和非沥滤区域之间的边界,使得与暴露于沥滤液的一个或多个表面不平行。

[0013] 在一种实施方式中,将添加剂在沥滤之前引入所述PCD结构中。所述添加剂包含增加所述PCD对所述沥滤液的渗透性或所述PCD对所述沥滤液的接纳性的材料。这样的材料的一个例子是用于降低所述沥滤液和所述多晶结构之间的表面张力的亲水物,其被放入或添加到所述结构的一个或多个选定区域。所述亲水物可以包含,例如,痕量矿物质,其具有亲

水性质、抗润湿性较低、或在沥滤液和气体副产物和所述多晶复合金刚石之间与固体表面相遇的气液界面的接触角较小。这些物质有助于将沥滤液传送到多晶结构中,例如通过正性毛细引力、芯吸、或通过降低毛细阻力。所述添加剂可在烧结之前或烧结之后被引入所述多晶结构中。

[0014] 亲水添加剂的例子包括二硼化钛( $\text{TiB}_2$ )、纤锌矿型氮化硼(w-BN)、立方氮化硼(c-BN)、二硼化锆( $\text{ZrB}_2$ )、纤锌矿型碳化硅、导电碳同素异形体、富勒烯和类似的化合物。这些亲水添加剂的例子包括具有化学极性分子结构、电偶极或多极矩、在所述分子内电荷分离、或导电物质的材料。具有这些添加剂的区域与所述烧结多晶金刚石结构的没有所述亲水种子材料的区域相比更迅速地沥滤,使得比原本由于不用任何种子材料制成的PCD的技术限制所可能的更深的沥滤。

[0015] 更快的沥滤对于包含尺寸小于30微米的粒子的多晶金刚石原料和在较高压下压制的PCD来说具有特别的优势,因为所述金刚石更致密,使得所述间隙空位更小并且更少连接,抑制了沥滤酸的进入。选择性接种烧结多晶金刚石结构的部分或区域也允许利用不同的沥滤速率以形成具有不同距离或深度和几何形状的沥滤区域。

[0016] 能够制作在PDC的沥滤和非沥滤区域之间具有非平面边界的PDC切割元件允许更好地控制切割元件的磨损轮廓。例如,常规PDC切割器在使用期间将形成磨损的平面。所述磨损平面的存在降低了切割有效性并影响切割样式、切割器负荷、切割器温度和钻井效率。然而,通过控制所述金刚石结构的沥滤区域的几何形状,可制定提供用于某些切割样式和负荷的更好的磨损轮廓。例如,可以设计PDC切割元件,使得它的切割攻击性随着它由于切割边缘处的应力引起的磨损而改变。此外,可针对在钻头上的不同切割器而设计不同的磨损样式。

## 附图说明

[0017] 图1是PDC刮刀钻头的透视图。

[0018] 图2A、2B和2C分别是适合于图1的刮刀钻头的代表性PDC切割器的透视、侧视和顶视图。

[0019] 图3A、3B和3C是通过如图2A-2C中显示的不同的PDC切割器实例的横截面,其中亲水添加剂已经分散或添加在它的金刚石结构内离散的区域中,并然后沥滤以从至少这些区域部分地或完全地除去催化剂,以形成选择性沥滤层的实例。

[0020] 图3D是图2A-2C的PDC切割器的第四种实施方式的横截面,其中亲水物散布在整个PDC层中。

[0021] 图3E是图2A-2C的PDC切割器的第五种实施方式的横截面。

[0022] 图4A是例如图2A-2C中显示的PDC切割器的第五种代表性例子的两种实施方式的顶视图,图4B和4C是沿着图4A的剖面线4B-4B取的横截面,其中亲水添加剂已经分散或添加到它的金刚石结构内离散的区域中,并然后沥滤以形成选择性沥滤层的第二个例子。

[0023] 图5A是例如图2A-2C中显示的PDC切割器的代表性例子的两种实施方式的顶视图,图5B和5C是沿着图5A的剖面线5B-5B取的横截面,其中亲水添加剂已经分散或添加到它的金刚石结构内离散的区域中,并然后沥滤以形成选择性沥滤层的第六个例子。

[0024] 图6A是例如图2A-2C中显示的PDC切割器的代表性例子的两种实施方式的顶视图,



图6B和6C是沿着图6A的剖面线6B-6B取的横截面,其中亲水添加剂已经分散或添加到它的金刚石结构内离散的区域中,并然后沥滤以形成选择性沥滤层的第七个代表性例子。

[0025] 图7A是例如图2A-2C中显示的PDC切割器的代表性例子的两种实施方式的顶视图,图7B和7C是沿着图7A的剖面线7B-7B取的横截面,其中亲水添加剂已经分散或添加到它的金刚石结构内离散的区域中,并然后沥滤以形成选择性沥滤层的第八个代表性例子。

[0026] 图8A是例如图2A-2C中显示的PDC切割器的代表性例子的两种实施方式的顶视图,图8B和8C是沿着图8A的剖面线8B-8B取的横截面,其中亲水添加剂已经分散或添加到它的金刚石结构内离散的区域中,并然后沥滤以形成选择性沥滤层的第九个代表性例子。

[0027] 图9A是例如图2A-2C中显示的PDC切割器的代表性例子的两种实施方式的顶视图,图9B和9C是沿着图9A的剖面线9B-9B取的横截面,其中亲水添加剂已经分散或添加到它的金刚石结构内离散的区域中,并然后沥滤以形成选择性沥滤层的第十个代表性例子。

[0028] 图10A是例如图2A-2C中显示的PDC切割器的代表性例子的两种实施方式的顶视图,图10B和10C是沿着图10A的剖面线10B-10B取的横截面,其中亲水添加剂已经分散或添加到它的金刚石结构内离散的区域中,并然后沥滤以形成选择性沥滤层的第十一个代表性例子。

### 具体实施方式

[0029] 在下面的描述中,同样的编号是指同样的元件。

[0030] 图1示出PDC刮刀钻头的例子。PDC刮刀钻头100是代表刮刀钻头、以及总体上用于钻油气井的钻头的例子。为了环绕它的中央轴102旋转,它包含与尾柄(shank) 106连接的钻头主体104,所述尾柄106具有用于将所述钻头与钻柱连接的锥形螺纹耦接头108和用于与扳手协作将所述耦接头108与所述钻柱上紧和松开的“钻头装卸器”表面111。用于总体面对钻孔方向的所述主体的外表面被称为钻头面。所述面通常位于与钻头的中央轴102垂直的平面中。所述主体不限于任何特别的材料。它可以,例如,由钢或基质材料例如由金属粘合剂粘结的粉末状碳化钨制成。

[0031] 在所述钻头面上布置多个凸起的“翼片”,每个指定为110,其从钻头面凸起。每个翼片通常径向向外延伸到所述切割面的周边。在这个例子中,在中央轴周围有六个基本上等间距的翼片,并且在这种实施方式中,每个翼片相对于由箭头115指示的旋转方向向后摆动或弯曲。

[0032] 在每个翼片上安装了多个离散的切割元件,或“切割器”112。每个离散的切割元件布置在凹口或凹穴内。在刮刀钻头中,所述切割器沿着所述翼片的前(预定旋转方向)侧布置,当钻头绕它的中央轴旋转时,它们的工作表面通常面向朝前的方向以剪切地层。在这个例子中,所述切割器沿着翼片排列以形成切割或刨削地层的结构,然后将所生成的钻屑推入钻井液中,所述钻井液通过喷口117离开所述钻头。所述钻井液进而将所述钻屑或切屑运送到地表的井口。

[0033] 在刮刀钻头的这个例子中,所有的切割器112是PDC切割器。然而,在其他实施方式中,不是所有的切割器都需要是PDC切割器。这个例子中的PDC切割器具有主要由基体支撑的超硬多晶金刚石或类似物制成的工作表面,所述基体形成安装柱螺栓供放置在翼片中形成的凹穴中。每个PDC切割器分别制作,然后通过钎焊、压合、或以其他方式安装到在钻头上

形成的凹穴中。然而,所述PDC层和基体通常以它们被制成的圆柱形形状使用。钻头的这个例子包括保径垫(gauge pad) 114。在一些应用中,钻头例如钻头100的保径垫可包含热稳定的烧结多晶金刚石(TSP) 镶齿。

[0034] 图2A-2C示出了PDC切割器的代表性例子。该代表性切割器200也用于图3A至10B,以描述不同的沥滤模式,并因此在这些图中对同样编号的元件的描述也请参考图2A至2C的这些下面的描述。代表性的切割器200包含基体202,其附着有烧结多晶金刚石(PCD) 层204。该层有时也称为金刚石台面。注意所述切割器不是按比例绘制的,意指通常具有附着于基体的多晶金刚石结构的代表性切割器,并且特别是在图1的钻头100上的所述一个或多个PDC切割器112。虽然经常是圆柱形的形状,但PDC切割器通常不限于特定的形状、尺寸或几何结构,或不限于单层PCD。在这个例子中,PCD层204的上表面206和侧表面208之间的边缘是倾斜的,形成斜缘210。在这个例子中,所述上表面和所述斜表面各自是接触和切穿地层的工作表面。所述侧表面的一部分,特别是更接近顶部的,也可以接触到所述地层或钻屑。钻头上的切割器不是全部都必须具有同样的尺寸、构造或形状。除了烧结为不同的尺寸和形状之外,也可以切割、研磨或打磨PDC切割器以改变它们的形状。此外,所述切割器可以具有多个离散的PCD结构。可能的切割器形状的其他例子可以是预展平的保径切割器(gauge cutter)、点或线切割器、凿形切割器、和圆顶镶齿。

[0035] 现在也参考图3A至10C,包含PCD层204的烧结多晶金刚石结构在所述金刚石结构内具有至少一个区或区域,其中预定的亲水添加剂散布在所述金刚石结构内。这些区域用点画指示。所述一个或多个区域的每一个在所述结构内具有预定的尺寸和位置。所述一个或多个区域以外的金刚石结构含有比较少的所述一种或多种添加剂物质。在可替代实施方式中,所述包含添加剂物质的一个或多个区域以外的金刚石结构基本上没有所述一种或多种添加剂材料。

[0036] 在一种实施方式中,至少一种痕量材料包含在亲水物中,亲水物包含具有亲水性质的矿物质。所述亲水材料将降低金刚石晶粒与沥滤液中的酸和/或电解质之间的表面张力,从而促进结合的金刚砂之间的孔隙或空间内的毛细作用和/或降低毛细阻力,导致改善沥滤液流过所述金刚石结构。

[0037] 亲水添加剂包括具有化学极性分子结构、电偶极或多极矩、在所述分子内电荷分离、或导电物质的材料。适合于本文中描述的実施方式的亲水添加剂的具体例子包括二硼化钛( $TiB_2$ )、纤锌矿型氮化硼(w-BN)、立方氮化硼(c-BN)、二硼化锆( $ZrB_2$ )、纤锌矿型碳化硅、导电碳同素异形体、富勒烯和类似的化合物。

[0038] 在另一种实施方式中,所述金刚石结构是通过将小或细粒的合成或天然金刚石,在工业内被称为金刚石砂粒或粉,与所述亲水添加剂的晶粒(有或者没有其他材料)按照预定比例混合以得到目标浓度而形成。所述金刚石砂粒与所述亲水物质的这种混合可在形成复合片之前、或在形成复合片期间进行,取决于所使用的制造技术。所述复合片或者完全由所述混合物形成,或者,所述复合片形成为在所述复合片内具有所述混合物离散区域或体积一包含所述混合物并且所述复合片的其余部分(或所述复合片的至少一个其他区域)包含PCD晶粒(具有任何附加材料)但不包含所述亲水添加剂。所形成的复合片然后于催化剂存在下在高压和高温(HPHT)下烧结,所述催化剂例如钴、钴合金、或者任何VIII族金属或合金。所述复合片经受HPHT的过程有时称为“压制”。所述催化剂可以通过在粘结有所述催化

剂的碳化钨基体上形成所述复合片、然后烧结而渗入所述复合片中。所述催化剂也可以与所述金刚石砂粒混合。结果产生具有至少一个包含所述亲水添加剂的区域的烧结PCD结构，所述亲水添加剂以与所述混合物相同的比例分散在整个所述区域中。

[0039] 所述亲水添加剂的晶粒尺寸在一种实施方式中可为0和60微米之间、0和30微米之间、和在另一种实施方式中为0和10微米之间。所述混合物中PCD晶粒可以在0至60微米范围内，并且可以小至纳米粒度。所述混合物内、以及进而包含所述亲水添加剂的区域内的亲水添加剂的比例或浓度，在一种实施方式中是10体积%或更低，在另一种实施方式中小于5体积%，和在另一种实施方式中小于1体积%。在其他示例性的实施方式中，它在0.05至2体积%的范围内，在另一种实施方式中，在0.05至0.5体积%的范围内。在可替代实施方式中，所述PCD可以根据晶粒尺寸在所述复合片内分层。例如，紧挨着工作层的层将包含较细的晶粒（即小于预定晶粒尺寸的晶粒），而更远的层，也许是紧挨着基体的基层，具有大于预定尺寸的晶粒。所述亲水添加剂可与所述较细晶粒的金刚石砂粒混合物混合，以形成紧挨着工作表面的第一区域或层。或者，它可与多个金刚石砂粒混合物层混合，每个层具有不同的晶粒尺寸（由最大的晶粒量度）或不同的晶粒尺寸范围。

[0040] 或者，在所述PCD结构内具有不同浓度或比例的亲水添加剂材料的混合物可以在所述金刚石结构中形成多个不同的区域或层，在所述PCD层的其余结构中有或者没有所述亲水添加剂。

[0041] 在另一种实施方式中，亲水添加剂（或多于一种）可被引入已形成但是未烧结的复合片中。在另一种实施方式中，所述添加剂可在进行一次或多次压制之后，包括在压制之间，被引入PCD结构中。在这些实施方式中，所述添加剂的引入发生在沥滤之前。可用于引入所述添加剂的方法的例子包含回填和离子沉积。在其他实施方式中，一种或多种亲水添加剂还可以在两个或更多个制造阶段引入：形成复合片，形成复合片之后但是压制之前；或至少一次压制之后。相同的亲水添加剂不需要在所述两个或更多个不同的阶段引入，多于一种亲水添加剂可在相同的阶段引入，并且不同的亲水添加剂可以引入所述金刚石结构的不同的预定区域。

[0042] 所述包含亲水添加剂的区域也称为“接种区域”，无论所述亲水添加剂如何被引入或掺入所述区域中。因此，亲水添加剂有时也可以被称为种子材料或亲水种子材料。

[0043] 据认为，其中分散有亲水添加剂的PCD将产沥滤时间更快的烧结多晶金刚石结构。此外，据认为，具有根据上述方法形成的具有亲水种子材料并且特别是BNw作为种子材料的PCD层的PDC切割器，由于断裂韧性和耐磨性增加，表现好于具有没有任何亲水种子材料形成的金刚石结构的相同PDC切割器。

[0044] 在图3A至10C中显示的PDC切割器200的不同实施方式中，所述烧结PCD层204中散布有亲水添加剂材料的区域或部分（所述“接种区域”或“添加剂区域”）通常由点画指示，并且在预定沥滤时间之后被部分沥滤的金刚石结构的深度由虚线300指示，所述虚线指示所述PCD内沥滤和非沥滤区域之间的边界。沥滤区是在烧结之后保留的金属催化剂显著少于所述PCD结构中相邻区域的那些区域。优选所述沥滤区域中至少50%或更多的所述金属催化剂已被除去。在可替代实施方式中，所述沥滤区域与所述PCD内的其余区域相比，基本没有金属催化剂。所述图没有按比例。

[0045] 在图3A至3C的每个例子中，所述添加剂区域邻接上表面206和斜周缘表面210，它

们每个都是工作表面。

[0046] 在图3A的实施方式中,接种区域302延伸越过PCD层204的整个上表面,并下至其侧面的一部分。它从上表面206向下延伸到从上表面起测量的均一的深度304并且小于所述PCD层的厚度。如虚线300所指示,所述PCD层被沥滤到深度304,与非沥滤区域相比,所述沥滤除去在烧结之后PCD层中剩余的显著百分比的金属催化剂。

[0047] 图3B的实施方式的添加剂区域306也像图3A的实施方式一样延伸跨越PCD层204的全部面。所述区域延伸距离308,其在烧结PCD层204的侧面208上向下延伸的距离与图3A的实施方式的从上表面起由深度304所示的添加剂区域302的距离大致相同。然而,与图3A的实施方式不同,所述添加剂区域从上表面延伸的深度大致是距离308,其显著小于图3A的深度304。因为PCD层中添加剂区域306中的沥滤速率比没有添加剂的区域相对更快,可使得由线300指示的沥滤样式基本上与所述添加剂区域的边界一致。

[0048] 图3C的实施方式具有环形添加剂区域310,其从上表面206的周边,显示为图3C的208,向内延伸距离312(其小于上表面的半径)并且达到从上表面206起测量的深度314。该实施方式沥滤到由虚线300指示的深度。因为添加剂区域310的沥滤速率较快,所以在上表面的所述部分下,添加剂区域310中的沥滤深度314大于不含添加剂(或添加剂明显较少)的区域318中的沥滤深度316。

[0049] 在图3D的实施方式中,整个PCD层204接种有亲水添加剂。对于0-10微米的金刚石混合物而言,特别是如果压制压力很高的话,所生成的PCD倾向于很致密。这种密度增加导致沥滤时间的显著增加。据认为,这是由于所述PCD显微结构具有相对很少的孔隙空间,从而抑制了沥滤酸接近所述VIII族金属催化剂。例如,如果所述PCD层包含晶粒尺寸0-10微米的金刚石砂粒的话,在升高的压力下压制,实际的沥滤深度限制将是250微米左右。这是由于用于防止酸接触所述基体的密封材料的降解所致。如果在所述金刚石砂粒中使用纳米粒子,则这种实际的沥滤深度将随着所述金刚石密度进一步增加而进一步降低,致使沥滤的益处变得可以忽略。添加所述亲水添加剂接种材料,使得将晶粒尺寸小于20微米的细粒金刚石原料PCD沥滤到远超过500微米、并且在一些实施方式中超过1200微米的深度成为现实。

[0050] 图3E的实施方式与图3C的实施方式相似,但是它具有的添加剂区域或接种区域320延伸跨过所述PCD层204的整个面。区域320的一部分,其具有直径322,接种到深度326。像图3C的实施方式一样,所述区域也具有环形部分,其从所述金刚石结构或PCD层204的周边208向内延伸距离324(其小于上表面的半径)。然而,这种环形部分的深度从上表面向下延伸到接近基体202。这种实施方式沥滤到由虚线300指示的深度。随着工作表面206磨损,非沥滤区域328被暴露。由虚线300表示的所述沥滤和非沥滤区域之间的边界上方以及侧面的沥滤区域起到包围所述边界下面的非沥滤区域328的顶部和侧面的盖的作用。沥滤和非沥滤区域之间的边界与上表面206不平行。

[0051] 图4A至10B示出了沥滤层的几何结构的各种代表性例子,它们可如下实现:在沥滤之前在切割器200的烧结PCD层204的一个或多个区域中选择性接种或放置亲水添加剂,然后沥滤预定的时间以获得在上表面206与所述PCD的沥滤和非沥滤区域之间的边界300之间的沥滤区或区域。

[0052] 在图4A、4B和4C的例子中,在切割器200的PCD层204中的多个区域排列为延伸过所

述切割器的多个平行肋400。在每个所述区域内放置了亲水添加剂。当上表面206经受沥滤液预定的时间时,所述PCD层被沥滤到由虚线300指示的边界。随着所述切割器磨损到肋400的顶部,越过了所述沥滤和非沥滤区域之间的边界,所述肋之间的非沥滤区域402暴露并且开始更快磨损,从而生成非平面的磨损表面和改变的切割轮廓。这种非平面或锯齿状的磨损轮廓倾向于增加所述PDC切割器的侵袭性,这进而改善了使用所述切割器的钻头的效率。

[0053] 图5A、5B和5C示出了PDC切割器的另一个例子,其具有PCD层204的单个区域500,包含亲水添加剂。所述区域从所述切割器的一侧延伸到另一侧,穿过所述切割器的中心。沥滤区边界由虚线300指示。上表面206经受沥滤浴预定的时间段以将PCD层从上表面206沥滤到所述边界。当工作表面在使用期间被磨损到所述边界时,区域502比由区域500形成的肋磨损得更快。

[0054] 图6A、6B和6C的例子示出了PDC切割器200的另一种选择性沥滤安排,其中多纳圈形状的区域600含有在该区域内加速沥滤的亲水添加剂。所述PDC切割器沥滤预定的时间,结果是它从上表面206沥滤到由虚线300指示的沥滤和非沥滤区域之间的边界。随着工作表面向下磨损到所述边界,非沥滤区域602开始比区域600更迅速磨损,生成非平面磨损表面,所述磨损表面包含围绕切割器上表面206的周边的热稳定PCD的环面或环。

[0055] 图7A、7B和7C示出了在PDC切割器200的例子中热稳定沥滤区和非沥滤区之间的非平面边界的又一个例子。在这个例子中,亲水添加剂添加到肋形区域700和环形区域702以增加沥滤速率,结果是所述PDC层204从上表面206沥滤到由虚线300指示的深度。所述热稳定沥滤区域和所述非沥滤区域702之间的非平面边界显示在图7B和7C中。随着所述工作表面磨损,非沥滤区域702被暴露。那些区域开始更快磨损,从而生成具有外环或环面和延伸过所述环面的多个肋的非平面磨损工作表面。在可替代实施方式中,单个肋可用于代替多个肋。

[0056] 现在参考图8A、8B和8C,所述PDC切割器200的例子的PCD层204内的区域800含有亲水添加剂。所述切割器然后从上表面206沥滤预定的时间段,产生在上表面206和由虚线300指示的边界之间延伸的沥滤区。区域800环绕所述切割器径向排列,从所述切割器的中心线附近延伸到它的外周边。此外,在这个例子中,它们是三角形或楔形形状的。随着所述工作表面磨损,非沥滤区域802暴露并倾向于更快磨损,暴露区域800并生成具有不同切割轮廓的非平面磨损表面。

[0057] 在图9A、9B和9C的例子中,亲水添加剂放置在PDC切割器200的层204的区域900内,并沥滤所述切割器以产生在上表面206到由虚线300指示的深度之间延伸的沥滤区域。随着这个切割器例子的工作表面磨损,它中心的方形非沥滤区域902暴露并将比围绕所述切割器的上表面206周边的区域900更迅速地磨损,从而生成非平面工作表面。

[0058] 图10A、10B和10C示出了已经放置了亲水添加剂的区域的复杂样式的例子。区域1000是肋状的,区域1002是放置在肋状区域1000之间的小环。沥滤和非沥滤区之间的边界由虚线300指示。随着所述工作表面在使用期间磨损,非沥滤区暴露并更迅速地磨耗,这进而取决于所述切割器如何被磨损而暴露出不同几何结构的热稳定金刚石结构。

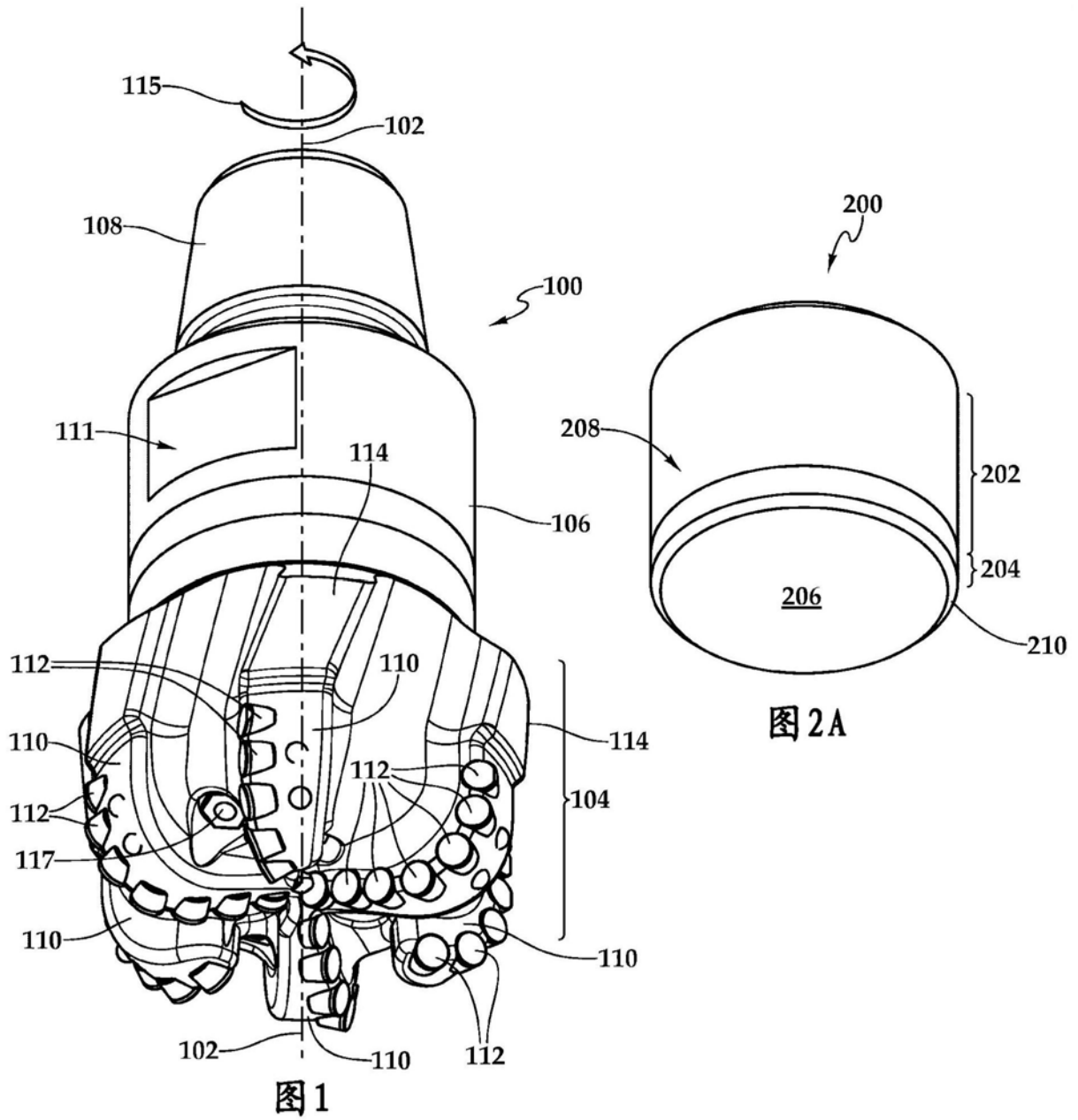
[0059] 在前述的例子中,包含亲水添加剂的区域的样式或几何结构是可能的代表性构造。所述图中指示的区域和区的边界本质上是示意性的并且意指代表性的。在实践中,沥滤与非沥滤区域之间、和包含亲水添加剂的区域与不含(或含有明显较少的亲水添加剂)的区

域之间的边界可以不是如此分明的或精确刻画的。

[0060] 每个前述例子中显示的所述包含亲水材料的区域可以从所述切割器的上表面206延伸,如图4C、5C、6C、7C、8C、9C和10C中指示,或在上表面底下开始,如图4B、5B、6B、7B、8B、9B和10B指示。

[0061] 此外,前述例子考虑了向所述接种区域添加相同的添加剂。然而,不同的添加剂可以用于不同的区域以具有,例如,沥滤速率不同的接种区域。不同浓度的所述相同添加剂或不同添加剂可用于不同的接种区域。此外,用于形成所述金刚石结构的不同部分的金刚石砂粒的晶粒尺寸或晶粒尺寸范围改变将不仅改变所述金刚石结构的磨损特性,而且改变它可被沥滤的速率。因此,除了控制一种或多种添加剂的选择、所述金刚石结构内添加剂晶粒尺寸和添加剂浓度、所述PCD内热稳定区域的不同几何结构中的一种或多种之外,还可设计选择和改变金刚石砂粒的尺寸或范围的一种或多种以获得期望的性质。

[0062] 前述描述是示例性的和优选的实施方式。本发明,正如所附权利要求所定义,不限于所描述的实施方式。在不背离本发明下可以对所公开的实施方式做出改变和修改。本说明书中使用的术语的含义,除非另有明确说明,旨在具有通常和惯有的含义并且不打算限于所说明或描述的结构或实施方式的详情。



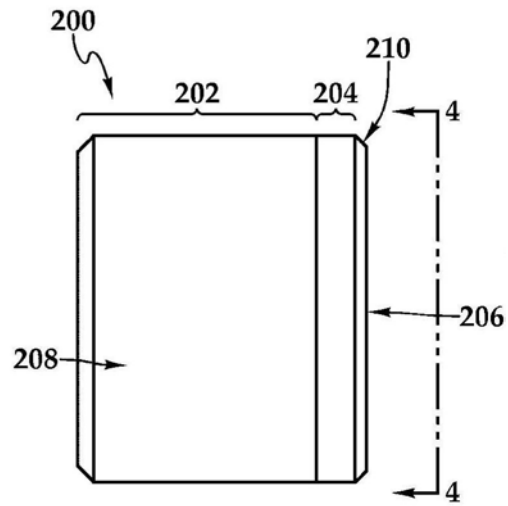


图2B

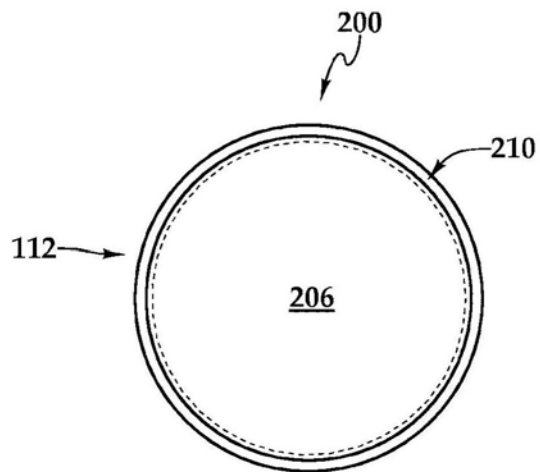


图2C



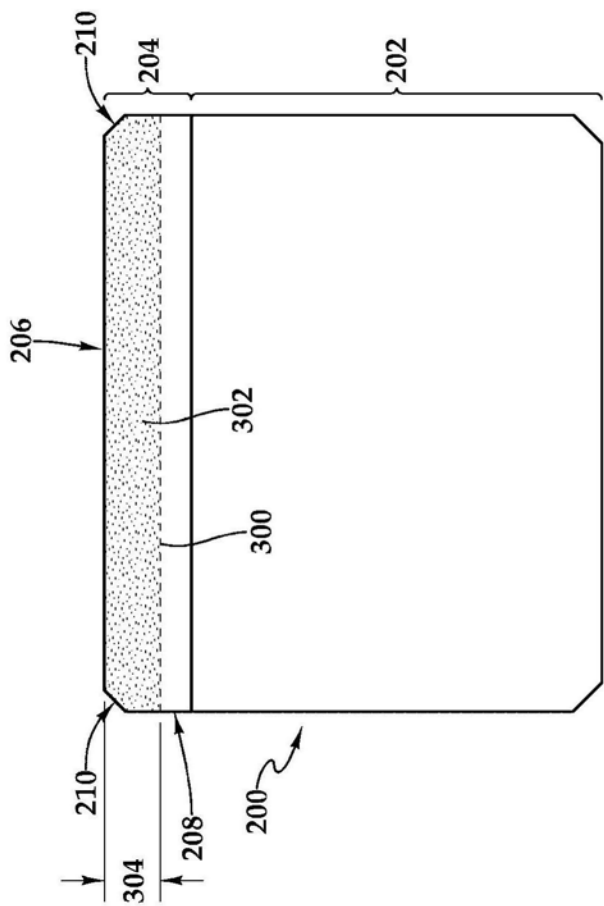


图3A

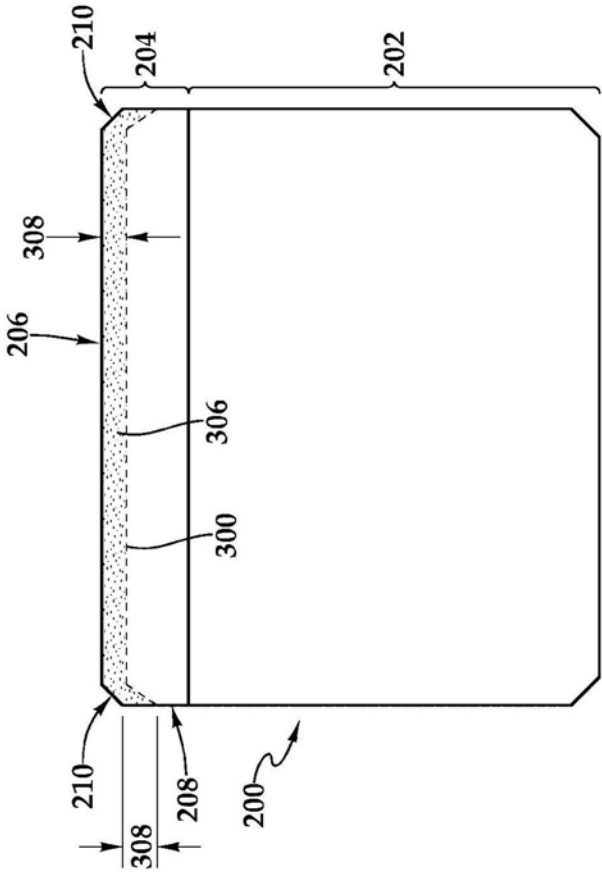


图3B

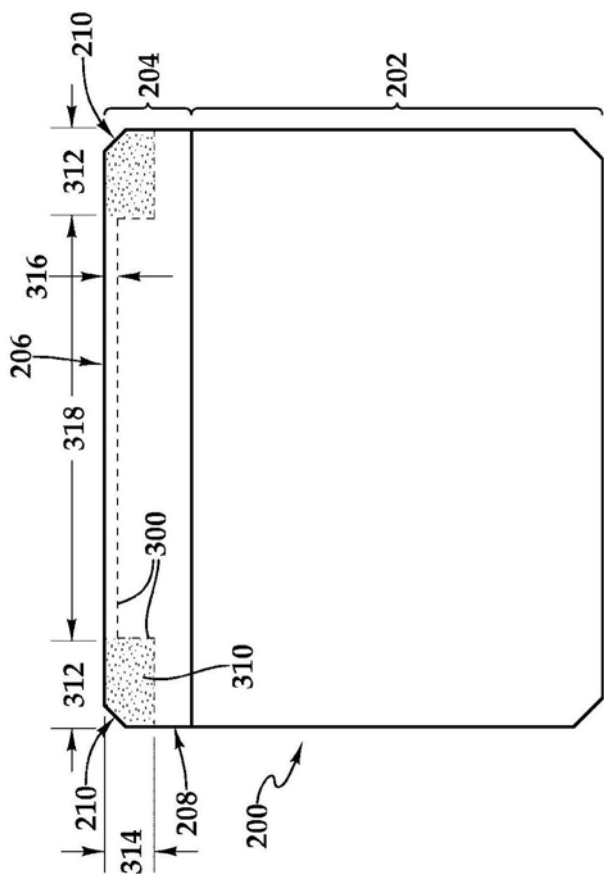


图3C

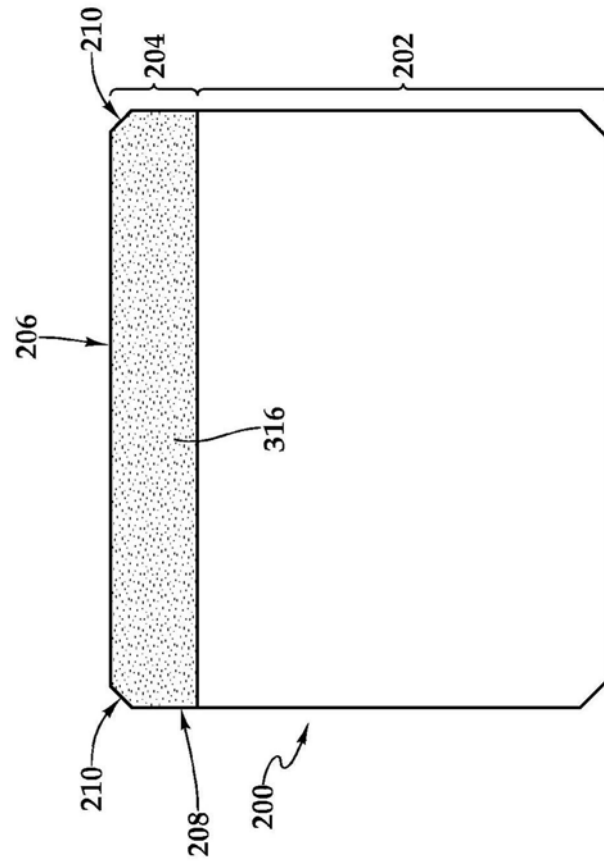


图3D

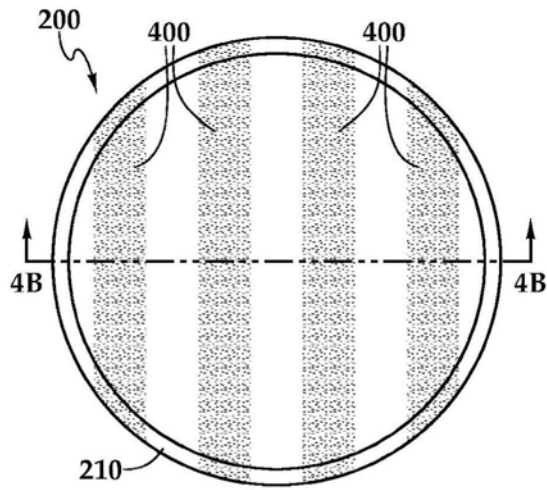


图 4A

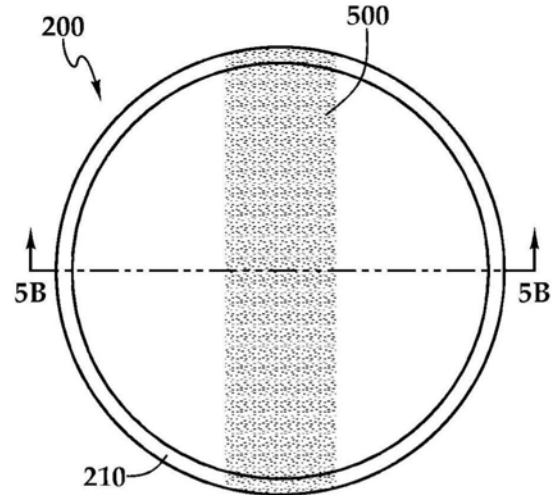


图 5A

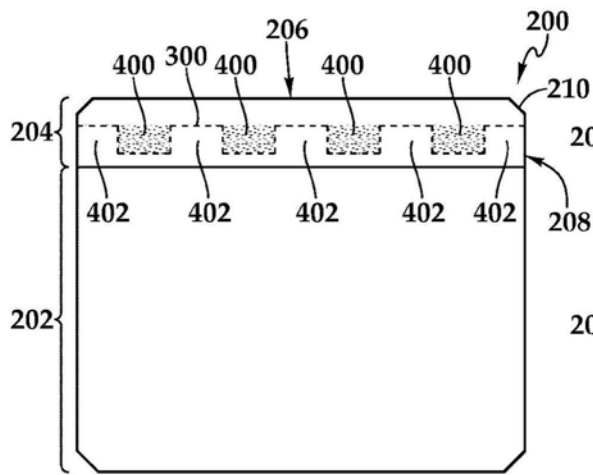


图 4B

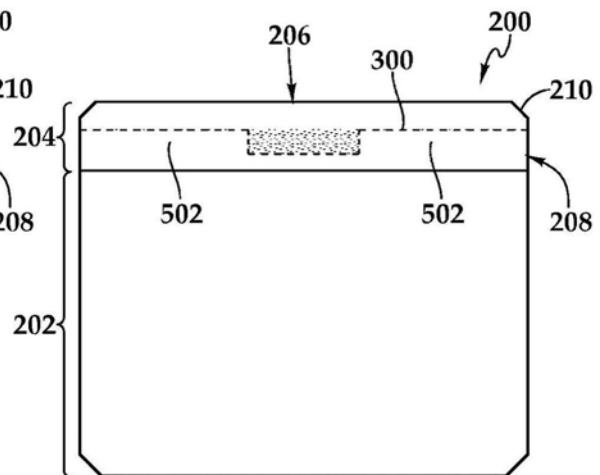


图 5B

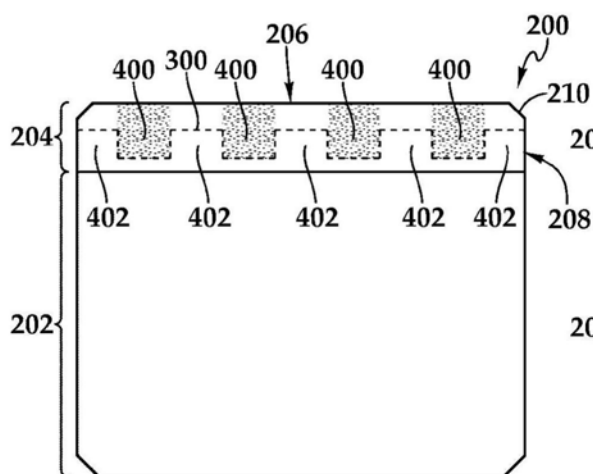


图 4C

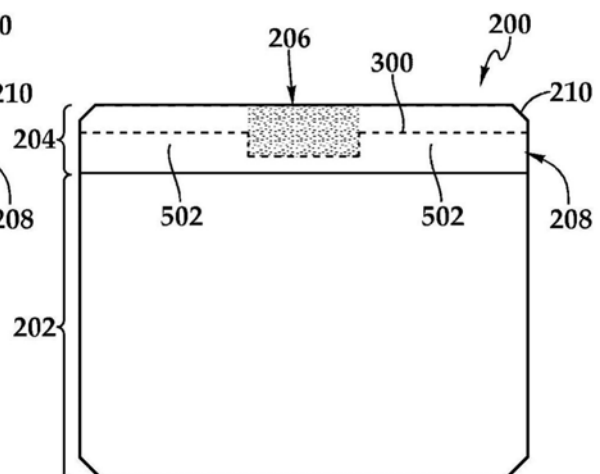


图 5C

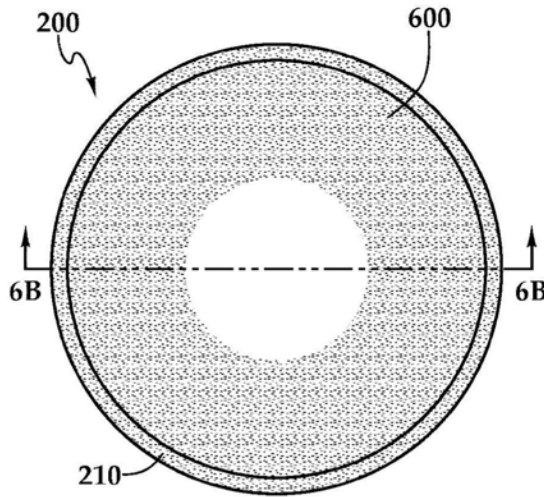


图 6A

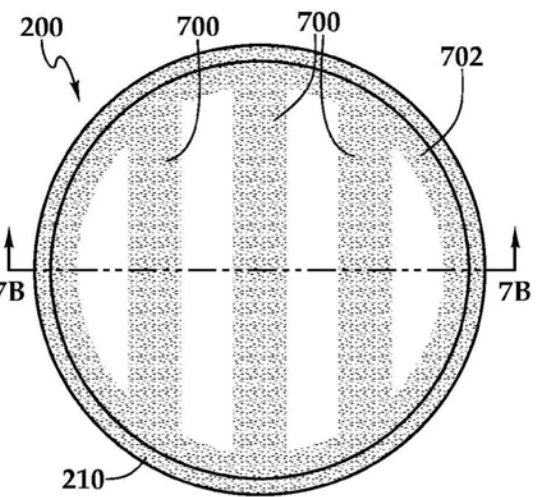


图 7A

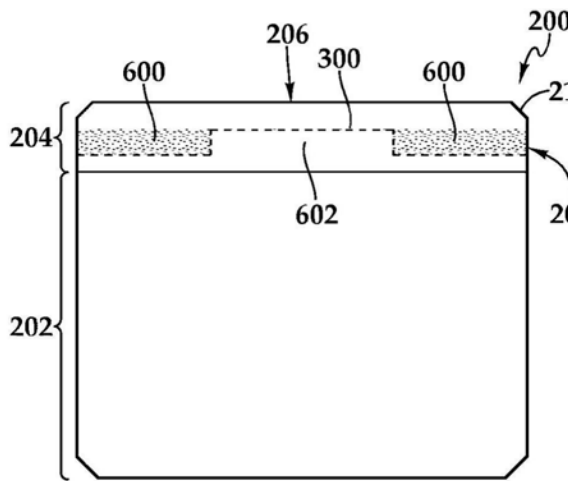


图 6B

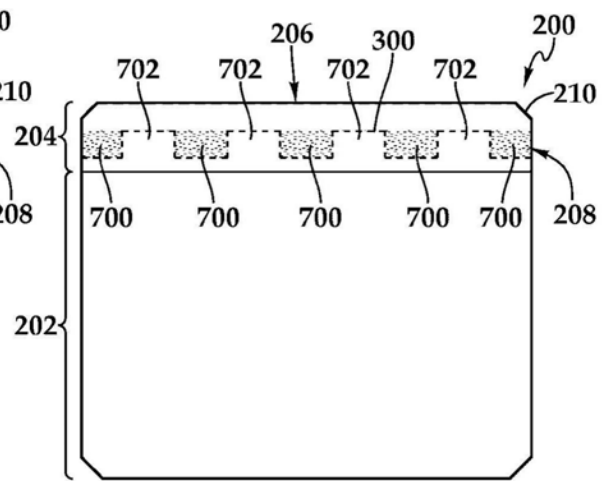


图 7B

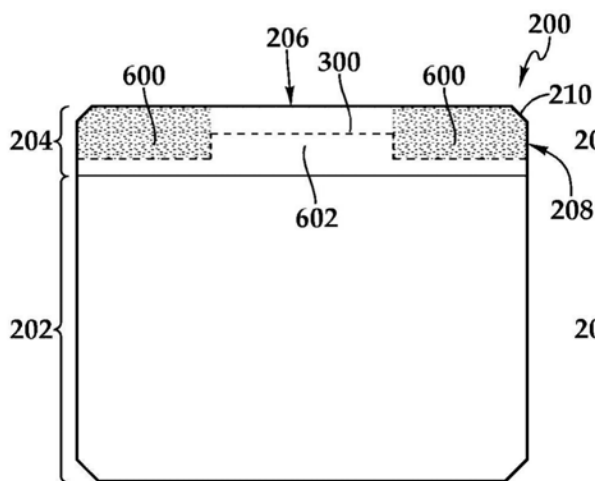


图 6C

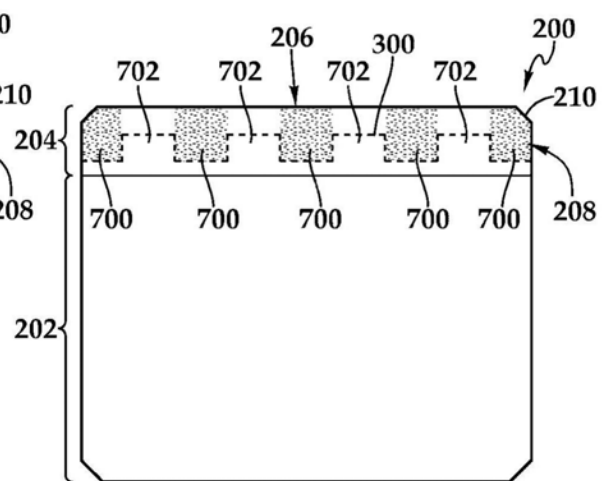
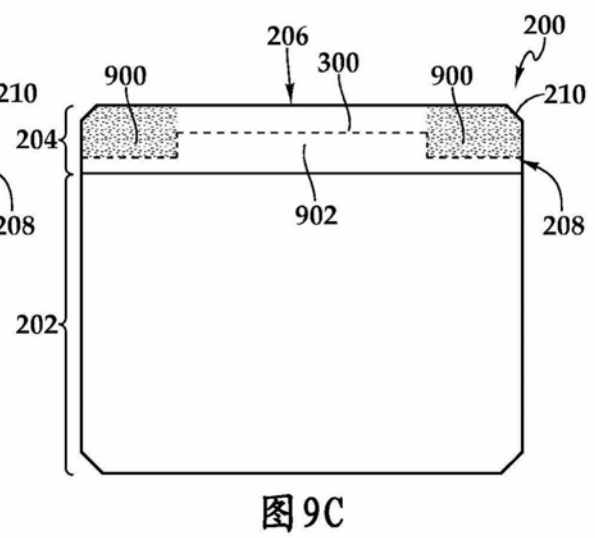
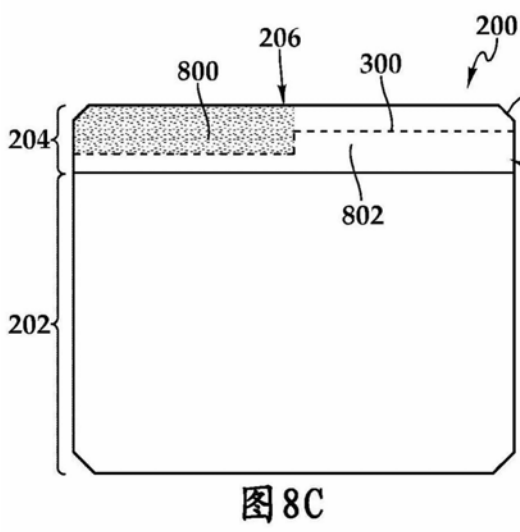
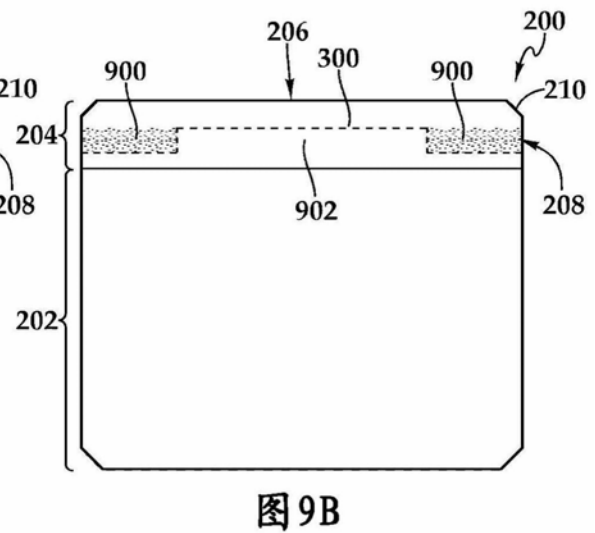
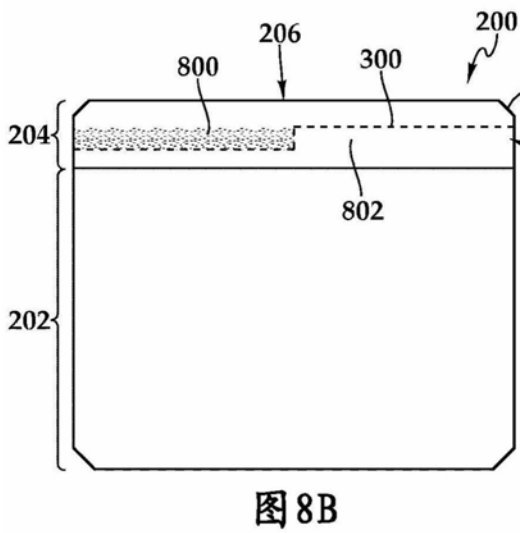
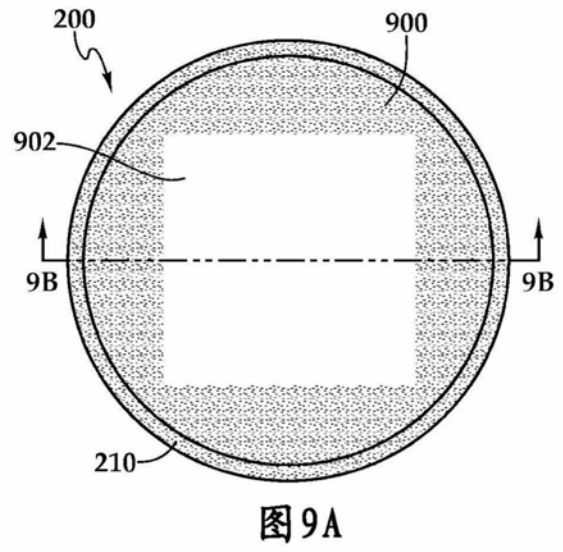
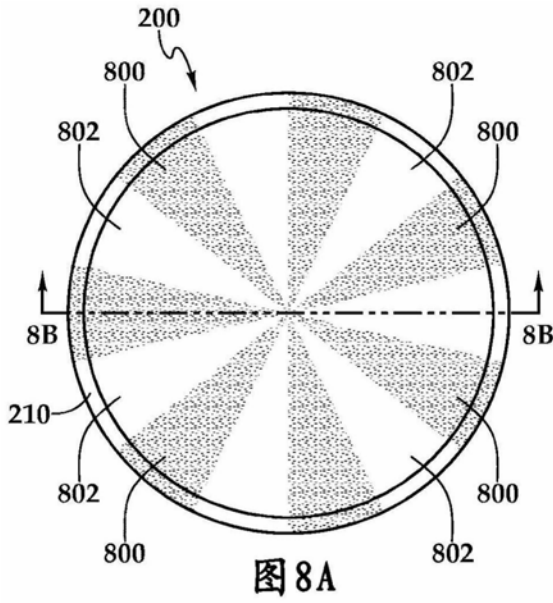


图 7C



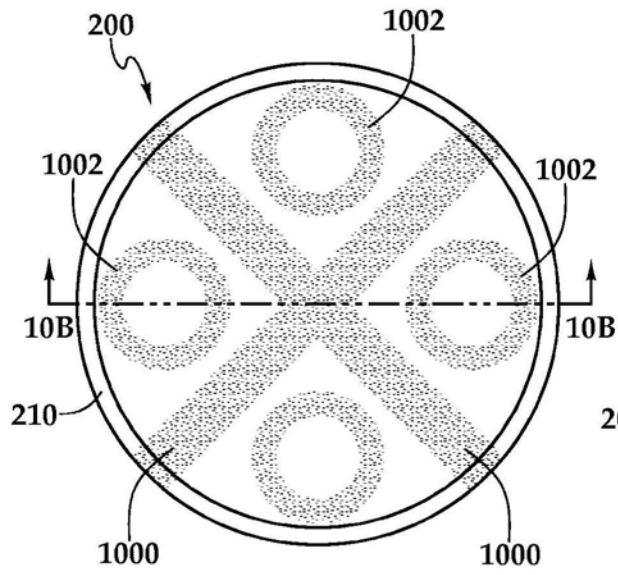


图10A

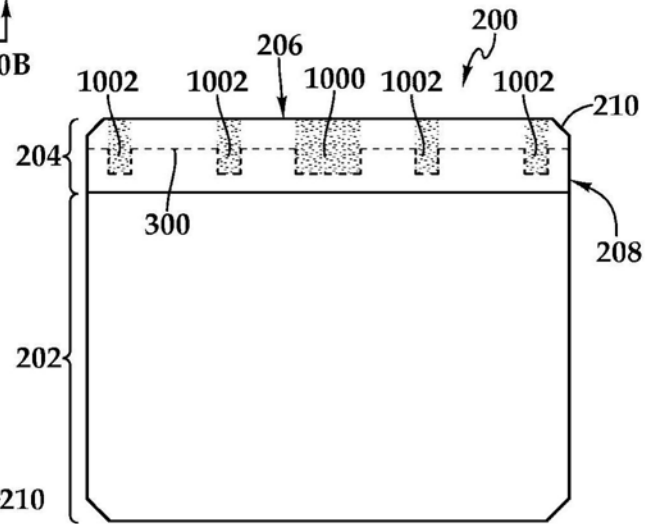


图10C

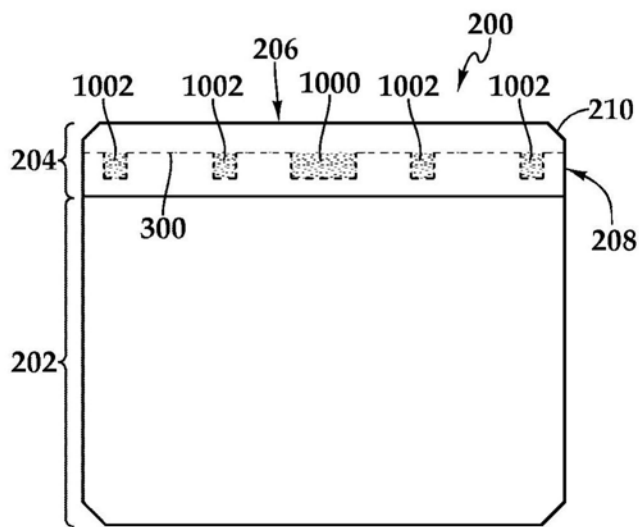


图10B



