



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108431361 B

(45) 授权公告日 2022.05.03

(21) 申请号 201680073227.6

(22) 申请日 2016.12.14

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 108431361 A

(43) 申请公布日 2018.08.21

(30) 优先权数据  
62/267,262 2015.12.14 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2018.06.13

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/US2016/066730 2016.12.14

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02017/106388 EN 2017.06.22

(73) 专利权人 史密斯国际有限公司

地址 美国得克萨斯州

(72) 发明人 鲍亚华 J·D·贝尔纳普

(74) 专利代理机构 北京派特恩知识产权代理有  
限公司 11270

代理人 康艳青 姚开丽

(51) Int.Cl.  
E21B 10/42 (2006.01)  
E21B 10/54 (2006.01)

(56) 对比文件  
US 4624830 ,1986.11.25

审查员 曹莹莹

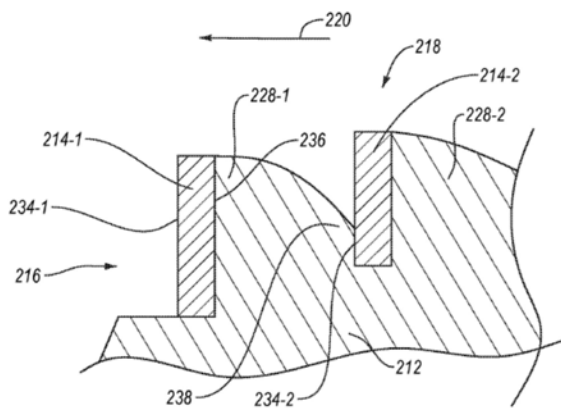
权利要求书1页 说明书9页 附图8页

(54) 发明名称

超硬嵌件在钻头主体中的直接铸造

(57) 摘要

一种切割钻头包括主体、多个刀片和直接铸造至所述多个刀片中的至少一个中的至少一个超硬嵌件。所述超硬嵌件定位成背面与所述刀片直接接触。



1. 一种用于移除材料的装置,所述装置包括:
  - 具有多个刀片和旋转轴线的钻头主体;
  - 第一多晶金刚石 (PCD) 嵌件,其直接铸造至所述多个刀片中的第一刀片的第一排中,所述第一PCD嵌件包括在第一刀片中被完全暴露的正面和与所述正面相邻的第二面;
  - 至少部分地支撑所述第一PCD嵌件的背衬;以及
  - 第二PCD嵌件,其直接铸造至所述第一刀片的第二排中,所述第二排相对于所述钻头主体围绕所述旋转轴线的旋转方向位于所述第一排后面,所述第二PCD嵌件与所述背衬相邻,所述第二PCD嵌件具有正面,所述第二PCD嵌件的所述正面的至少一部分暴露在所述第一刀片中。
2. 根据权利要求1所述的装置,所述第一PCD嵌件或所述第二PCD嵌件中的至少一个具有碳酸盐催化剂。
3. 根据权利要求1所述的装置,所述第一PCD嵌件或所述第二PCD嵌件中的至少一个具有三维正面。
4. 根据权利要求1所述的装置,所述第二PCD嵌件具有至少部分被所述第一刀片的一部分覆盖的正面。
5. 根据权利要求1所述的装置,所述第二PCD嵌件在所述旋转方向上与所述第一PCD嵌件对齐。
6. 根据权利要求1所述的装置,所述第二PCD嵌件相对于所述第一PCD嵌件径向移位0.5的径向位移比率,其中所述径向位移比率是所述第二PCD嵌件的所述径向位移与所述第一PCD嵌件的直径的比率。
7. 根据权利要求1所述的装置,所述第一排具有与所述第一PCD嵌件相邻的第三PCD嵌件,所述第一PCD嵌件与所述第三PCD嵌件之间的第一排间隔以介于1.1与2.0之间的第一排比率与所述第一PCD嵌件的直径相关。
8. 根据权利要求1所述的装置,所述第二排具有与所述第二PCD嵌件相邻的第四PCD嵌件,所述第二PCD嵌件与所述第四PCD嵌件之间的第二排间隔以介于1.1与2.0之间的第一排比率与所述第二PCD嵌件的直径相关。
9. 一种制造钻头的方法,所述方法包括:
  - 形成多晶金刚石 (PCD) 嵌件;
  - 将所述PCD嵌件的背面定位成与钻头主体模具中的前体材料接触,所述前体材料围绕所述PCD嵌件的机械互锁;以及
  - 在不高于1700°F (927°C) 的固化温度下固化所述前体材料以形成钻头主体和至少一个刀片,其中,所述PCD嵌件被直接铸造到所述至少一个刀片中。
10. 根据权利要求9所述的方法,形成所述PCD嵌件包括在高温下用碳酸盐粘结剂烧结所述PCD嵌件。
11. 根据权利要求10所述的方法,还包括分解所述碳酸盐粘结剂的至少一部分。
12. 根据权利要求11所述的方法,分解所述碳酸盐粘结剂的至少一部分包括将所述PCD嵌件加热至高于932°F (500°C) 的温度。
13. 根据权利要求9所述的方法,所述前体材料包括金刚石砂砾。

## 超硬嵌件在钻头主体中的直接铸造

### 背景技术

[0001] 井下系统可以用于在地表位置或海床中的井筒上钻探、维修或执行其他作业,以用于各种勘探或提取目的。例如,可以钻探井筒以获取存储在地下地层中的有价值的地下资源,诸如液态和气态烃以及固态矿物,并从地层中提取资源。此外,还有一些其他应用需要钻探地下地层,包括针对地热、水井、通信或采矿应用(包括爆破钻孔和顶板锚栓)的钻孔。

[0002] 钻井系统传统上用于通过材料的机械移除从地层和其他材料(诸如混凝土)移除材料。刮刀钻头、牙轮钻头、往复钻头和其他机械钻头通过直接施加力将材料弄碎、磨碎、破碎或以其他方式移除材料。不同的地层移除不同的力量来移除材料。增加施加到地层的机械力的量包括增加钻井系统上的钻头的扭矩和重量,这两者在增加时都会带来另外的挑战。

[0003] 传统的机械钻头使用钎焊在钻头主体中的切割元件。切割元件包括固定至碳化物基体或在碳化物基体中的多晶金刚石(PCD)。将传统的切割元件钎焊到钻头主体中可能损坏切割元件,并且用于将PCD附接到基体的固定方法增加了制造的复杂性和成本。

### 发明内容

[0004] 在一些实施方案中,一种用于移除材料的装置包括钻头主体,所述钻头主体具有多个刀片和直接铸造至多个刀片中的至少一个刀片中的至少一个超硬嵌件。所述超硬嵌件具有直接接触所述至少一个刀片的背面。

[0005] 在其他实施方案中,一种用于移除材料的装置包括钻头主体、第一多晶金刚石(PCD)嵌件和第二PCD嵌件。钻头主体具有多个刀片和旋转轴线。第一PCD嵌件被直接铸造至多个刀片中的第一刀片的第一排中。第二PCD嵌件被直接铸造至多个刀片中的第一刀片的第二排中。第二排相对于钻头主体围绕旋转轴线的旋转方向定位在第一排后面。

[0006] 在其他实施方案中,一种用于制造钻头的方法包括形成PCD嵌件;将PCD嵌件的背面定位成与钻头模具中的前体材料接触;以及在不高于2200°F(1204°C)的固化温度下固化前体材料以形成钻头主体和至少一个刀片。

[0007] 提供本发明概要来介绍下面在详细描述中进一步描述的概念的选择。本发明概要既不旨在确定要求保护的主题的关键或基本特征,也不旨在用作限制要求保护的主题的范围的辅助。

[0008] 本公开的实施方案的另外特征将在下面的描述中阐述,并且部分将从描述中显而易见,或者可以通过实践这类实施方案而领会。这些实施方案的特征可以通过在所附权利要求中特别指出的仪器和组合来实现和获得。这些以及其他特征将从以下描述和所附权利要求中变得更加完整清楚,或者可以通过如在下文中阐述的这类实施方式的实践而领会。

### 附图说明

[0009] 为了描述可以获得本公开的上述和其他特征的方式,将通过参考其在附图中示出

的具体实施方案来呈现更特定的描述。为了更好地理解,贯穿各个附图,相似的元件已经由相似的参考标号指定。尽管一些附图可以是概念的示意性或扩大表示,但至少一些附图可能是按比例绘制的。理解了附图描绘一些示例性实施方案之后,将通过使用附图以另外的特征和细节来描述和解释实施方案,其中:

- [0010] 图1是根据本公开的钻井系统的实施方案的示意图;
- [0011] 图2是根据本公开的具有直接铸造至钻头主体中的多个嵌件的钻头的实施方案的透视图;
- [0012] 图3是根据本公开的图2的钻头的实施方案的端视图;
- [0013] 图4是根据本公开的直接铸造至钻头主体中的多排嵌件的实施方案的侧视截面图;
- [0014] 图5是根据本公开的直接铸造至钻头主体中的嵌件的实施方案的侧视截面图;
- [0015] 图6是根据本公开的直接铸造至钻头主体中的嵌件的另一个实施方案的横向截面图;
- [0016] 图7是根据本公开的直接铸造至钻头主体中的嵌件的另一个实施方案的侧视截面图;
- [0017] 图8是示出根据本公开的制造钻头的方法的实施方案的流程图;
- [0018] 图9a和9b是每个刀片具有最少数量的超硬切割元件的切割钻头的实施方案的交替侧视透视图;以及
- [0019] 图9c是根据实施方案的并入圆锥形元件的钻井工具的侧视透视图。

### 具体实施方式

[0020] 下面将描述本公开的一个或多个具体实施方案。这些描述的实施方案是当前公开的技术的示例。另外,为了简要描述这些实施方案,可能在说明书中并非描述实际实施方案的所有特征。应当明白,在任何工程或设计项目中开发任何此类实际实施时,均必须做出多个与实施方案特定相关的决策以实现开发人员的特定目标,诸如遵守系统相关约束和业务相关约束,这些约束可能会因实施方案的不同而有所不同。此外,应当明白此类开发努力可能是复杂的并且耗时的,但是尽管如此将是获益于本公开的一般技术人员的日常设计、制作和制造任务。

[0021] 本公开大致涉及用于将超硬嵌件固定在切割钻头中的装置、系统和方法。更具体地,本公开涉及切割钻头的实施方案,所述切割钻头具有碳酸盐或其他形式的直接铸造至钻头主体中的热稳定PCD嵌件,由此增加切割钻头的穿透速率,降低切割元件和/或钻头主体故障的可能性、或它们的组合。虽然本文描述了用于切穿地层的钻头,但应当理解,本公开可适用于其他切割钻头,诸如铣削钻头、钻孔器、开眼器和其他切割钻头,并且可切穿其他材料,诸如水泥、混凝土、金属或包括这类材料的地层。

[0022] 图1示出了用于钻探地层101以形成井筒102的钻井系统100的一个示例。钻井系统100包括钻机103,所述钻机用于转动向下延伸到井筒102中的钻井工具组件104。钻井工具组件104可以包括钻柱105、井底钻具组件(“BHA”)106、附接到钻柱105的井下端的钻头110。

[0023] 钻柱105可以包括通过工具接头109端对端连接的钻杆108的若干接头。钻柱105通过中心孔传送钻井流体,并将旋转动力从钻机103传送至BHA 106。在一些实施方案中,钻柱

105还可以包括另外的部件,诸如潜水器、短节等。钻杆108提供液压通道,通过所述液压通道从地表泵送钻井流体。为了冷却钻头110和其上的切割结构,钻井流体通过选定尺寸的喷嘴、喷口或钻头110中的其他孔口排出,并且在井筒102被钻孔时将钻屑运送出井筒。

[0024] BHA 106可以包括钻头110或其他部件。示例性BHA 106可以包括另外的或其他部件(例如,耦合在钻柱105和钻头110之间)。另外的BHA部件的示例包括钻铤、稳定器、随钻测量(“MWD”)工具、随钻测井(“LWD”)工具、井下马达、潜钻、切片磨机、液压断路器、罐子、振动或减震工具、其他部件或前述部件的组合。

[0025] 通常,钻井系统100可以包括其他钻井部件和附件,诸如特殊阀(例如,钻杆旋塞、防喷器和安全阀)。包括在钻井系统100中的另外的部件可以被视为钻井工具组件104的一部分、钻柱105、或BHA 106的一部分,这取决于它们在钻井系统100中的位置。

[0026] BHA 106中的钻头110可以是适用于降解井下材料的任何类型的钻头。例如,钻头110可以是适用于钻探地层101的钻头。用于钻探地层的示例性类型的钻头是固定刀具或刮刀钻头(参见图2)。在其他实施方案中,钻头110可以是用于移除井下金属、复合材料、弹性体、其他材料或它们的组合的磨机。例如,钻头110可以与造斜器一起使用,以磨入套入井筒102的套管107中。钻头110还可以是用于磨掉井筒102内的工具、塞子、水泥、其他材料或它们的组合的碎片磨机。通过使用磨机形成的碎片或其他切屑可以被运送至地表,或者可以允许其落入井下。

[0027] 图2是图1的钻井系统100的钻头110的实施方案的透视图。在一些实施方案中,钻头110可以包括具有多个刀片112的主体111,所述多个刀片远离钻头110的旋转轴线113径向延伸。在一些实施方案中,钻头110可具有两个、三个、四个、五个、六个、七个、八个或更多个刀片112。

[0028] 在一些实施方案中,刀片112可以具有一个或多个固定于其上的超硬嵌件114。例如,超硬嵌件114中的至少一个可定位在刀片112的周边处,以允许超硬嵌件114在钻头110围绕旋转轴线113旋转时移除材料。在一些实施方案中,至少一个超硬嵌件114可以定位在第一排116中,位于刀片112的前缘,并且相对于钻头110围绕旋转轴线113的旋转方向120,至少一个超硬嵌件114可以定位在第一排116后面的第二排118中。

[0029] 在一些实施方案中,超硬嵌件114可以包括超硬材料。如本文所用,术语“超硬”应理解是指本领域中已知的具有约1,500HV(维氏硬度,以 $\text{kg}/\text{mm}^2$ 表示)或更大的颗粒硬度的那些材料。这类超硬材料可以包括能够在约750°C以上的温度下表现出物理稳定性以及对于约1,000°C以上的某些应用由固结材料形成的那些材料。这类超硬材料可以包括但不限于:金刚石或多晶金刚石(PCD),包括浸出金属催化剂PCD、非金属催化剂PCD、无粘结剂PCD、纳米多晶金刚石(NPD)或六方金刚石(Lonsdaleite);立方氮化硼(cBN);多晶cBN(PcBN);Q-碳;无粘结剂PcBN;类金刚石碳;低氧化硼;硼化铝锰;金属硼化物;硼碳氮;以及硼-氮-碳-氧体系中已经显示出硬度值高于1,500HV的其他材料,即,氧化物、氮化物、碳化物和硼化物陶瓷和/或金属陶瓷以及上述材料的组合。在至少一个实施方案中,嵌件114可以是整体式碳酸盐PCD。例如,嵌件114可以由不具有附着的基材或金属催化剂相的PCD复合片构成。在一些实施方案中,超硬材料可以具有高于3,000HV的硬度值。在其他实施方案中,超硬材料可以具有高于4,000HV的硬度值。在其他实施方案中,超硬材料可以具有大于80HRa(洛氏硬度A)的硬度值。

[0030] 在包括碳酸盐PCD的一些实施方案中,超硬嵌件可能因高于阈值温度的温度而受损。例如,碳酸盐PCD可能因暴露于高于2200°F (1204°C)的温度而受损。因此,这类实施方案可能因钎焊而受损。当主体111和/或刀片112可以在低于钎焊温度的铸造和/或烧结温度下铸造时,可以将碳酸盐PCD嵌件直接铸造至主体111和/或刀片112中。

[0031] 在一些实施方案中,钻头110可以包括直接铸造至刀片112中的超硬嵌件114以及切割元件122的一部分与基体124一起的超硬嵌件114。切割元件122可以钎焊到刀片112中的凹穴126中。在其他实施方案中,钻头110可以仅包括直接铸造至钻头的主体111和/或刀片112中的超硬嵌件114。

[0032] 直接铸造至主体111和/或刀片112中的超硬嵌件114可以由位于超硬嵌件114后面的背衬128支撑。在一些实施方案中,背衬128可以与钻头110的主体111和/或刀片112一体地形成。例如,背衬128可以被铸造成与主体111和/或刀片112连续的材料。在其他示例中,背衬128可以是加工以形成主体111和/或刀片112的材料块或坯料的一部分。在其他示例中,背衬128可以在增材制造期间与主体111和/或刀片112一体烧结。

[0033] 在其他实施方案中,背衬128可以与主体111和/或刀片112分开形成并且嵌入凹穴126中。例如,具有用于切割元件的凹穴的传统钻头可以具有与超硬嵌件一起定位在凹穴中的碳化物粉末,并且碳化物粉末可以被烧结以形成背衬128并且将超硬嵌件固定在凹穴中。

[0034] 图3是图2的钻头110的实施方案的端视图。如图3所示,在一些实施方案中,钻头110可以具有第一超硬嵌件114-1,所述第一超硬嵌件直接铸造至钻头110中接触背衬128,并且钻头110可以具有固定到基体124的第二超硬嵌件114-2,所述基体被固定在凹穴中。在一些实施方案中,具有第二超硬嵌件114-2和基体124的切割元件可以是可更换的,使得钻头110的高磨损部分(例如,肩部区域)是可修复的。在其他实施方案中,钻头110可以具有仅第一排116中或仅第二排118中的直接铸造在钻头110中的一个或多个超硬嵌件(诸如第一超硬嵌件114-1)。在其他实施方案中,钻头可以具有仅在第一排116中或仅在第二排118中的具有基体的一个或多个超硬嵌件(诸如第二超硬嵌件114-2和基体124)。

[0035] 在一些实施方案中,直接铸造至刀片112中的超硬嵌件,诸如图3的第三和第四超硬嵌件114-3、114-4,可以间隔开至少部分与超硬嵌件的直径127相关的量。例如,第一排间隔130可以以中心点与第三和第四超硬嵌件114-3、114-4的直径127之间的标称距离的第一排比率与直径127相关。在一些实施方案中,第一排比率可以在具有上限值、下限值或上限值和下限值的范围内,包括1.1、1.2、1.3、1.4、1.5、1.6、1.7、1.8、1.9、2.0中的任一个或其间的任何值或大于2.0。例如,第一排比率可以大于1.1。在其他示例中,第一排比率可以小于2.0。在其他示例中,第一排比率可以在1.1与2.0之间。在其他示例中,第一排比率可以在1.2与1.8之间。在至少一个示例中,第一排比率可以是约1.5。

[0036] 在一些实施方案中,超硬嵌件的第二排118可以具有第二排间隔132。例如,第二排间隔132可以以中心点与超硬嵌件的直径129之间的标称距离的第二排比率与第二排118的超硬嵌件的直径129相关。在一些实施方案中,第二排比率可以在具有上限值、下限值或上限值和下限值的范围内,包括1.1、1.2、1.3、1.4、1.5、1.6、1.7、1.8、1.9、2.0中的任一个或其间的任何值。例如,第二排比率可以大于1.1。在其他示例中,第二排比率可以小于2.0。在其他示例中,第二排比率可以在1.1与2.0之间。在其他示例中,第二排比率可以在1.2与1.8之间。在至少一个示例中,第二排比率可以是约1.5。

[0037] 在一些实施方案中,第一排间隔130和第二排间隔132可以相等。在其他实施方案中,第一排间隔130和第二排间隔132可以不同。在一些实施方案中,第一排比率和第二排比率可以相等。在其他实施方案中,第一排比率和第二排比率可以不同。

[0038] 在一些实施方案中,刀片112上第一排116的超硬嵌件和第二排118的超硬嵌件可以在旋转方向120上基本对齐。在其他实施方案中,第一排116的至少一个超硬嵌件和第二排118的至少一个超硬嵌件可相对于彼此径向位移,使得第一排116的超硬嵌件的切割路径和第二排118的超硬嵌件不同。例如,第一排116的超硬嵌件和第二排118的超硬嵌件之间的径向位移131可以以径向位移比率(即,到超硬嵌件的直径127的径向位移131)与第一排116的超硬嵌件的直径127相关。

[0039] 在一些实施方案中,径向位移比率可以在具有上限值、下限值或上限值和下限值的范围内,包括0.1、0.2、0.3、0.4、0.5、0.6、0.7、0.8、0.9、1.0中的任一个或其间的任何值。例如,径向位移比率可以大于0.1。在其他示例中,径向位移比率可以小于1.0。在其他示例中,径向位移比率可以在0.1与1.0之间。在其他示例中,径向位移比率可以在0.25与0.75之间。在至少一个示例中,径向位移比率可以是约0.5。

[0040] 图4示出了具有直接铸造至刀片212中的超硬嵌件的第一排216和第二排218的刀片212的实施方案。在一些实施方案中,第一超硬嵌件214-1可以定位在第一排216中并且与第一背衬228-1相邻,并且第二超硬嵌件214-2可以定位在第二排218中,与第二背衬228-2相邻。

[0041] 第一超硬嵌件214-1的正面234-1可以沿刀片212的旋转方向220取向。在一些实施方案中,第一超硬嵌件214-1的正面234-1可以被完全暴露。例如,第一超硬嵌件214-1的正面234-1的任何部分都没有被刀片212或其他材料覆盖。

[0042] 第一超硬嵌件214-1的背面236可取向为与正面234-1基本上相对且朝向第二排218。在一些实施方案中,背面236可以与第一背衬228-1相邻和/或直接接触。例如,当在操作期间移除材料时,第一背衬228-1可以接触第一超硬嵌件214-1的整个背面236以支撑第一超硬嵌件214-1。

[0043] 在一些实施方案中,超硬嵌件214-1、214-2的厚度(即,正面234-1与背面236之间的距离)可以在具有上限值、下限值或上限值和下限值的范围中,包括0.100英寸(2.54mm)、0.120英寸(3.05mm)、0.140英寸(3.56mm)、0.160英寸(4.06mm)、0.180英寸(4.57mm)、0.200英寸(5.08mm)、0.300英寸(7.62mm)、0.400英寸(10.16mm)、0.500英寸(12.7mm)或其间的任何值。例如,超硬嵌件214-1、214-2的厚度可以大于0.100英寸(2.54mm)。在其他示例中,超硬嵌件214-1、214-2的厚度可以小于0.500英寸(12.7mm)。在其他示例中,超硬嵌件214-1、214-2的厚度可以在0.100英寸(2.54mm)与0.500英寸(12.7mm)之间。在其他示例中,超硬嵌件214-1、214-2的厚度可以在0.120英寸(3.05mm)与0.400英寸(10.16mm)之间。在其他示例中,超硬嵌件214-1、214-2的厚度可以在0.140英寸(3.56mm)与0.300英寸(7.62mm)之间。在至少一个示例中,超硬嵌件214-1、214-2的厚度可以是约0.150英寸(3.81mm)。

[0044] 第二超硬嵌件214-2的正面234-2可以沿刀片212的旋转方向220取向。在一些实施方案中,第二超硬嵌件214-2的正面234-2可以被完全暴露。在其他实施方案中,第二超硬嵌件214-2的正面234-2的至少一部分可被前块238覆盖。在一些实施方案中,被前块238覆盖的第二超硬嵌件214-2的正面234-2的一部分可以在具有上限值、下限值或上限值和下限值

的范围内,包括0%、10%、20%、30%、40%、50%、60%、70%、80%中的任一个或其间的任何值。例如,被前块238覆盖的第二超硬嵌件214-2的正面234-2的部分可以大于0%。在其他示例中,被前块238覆盖的第二超硬嵌件214-2的正面234-2的部分可以小于80%。在其他示例中,被前块238覆盖的第二超硬嵌件214-2的正面234-2的部分可以在0%与80%之间。在其他示例中,被前块238覆盖的第二超硬嵌件214-2的正面234-2的部分可以在10%与70%之间。在其他示例中,被前块238覆盖的第二超硬嵌件214-2的正面234-2的部分可以在20%与60%之间。

[0045] 在一些实施方案中,前块238可以提供超硬嵌件214-2在刀片212中的另外支撑和/或保持。在至少一个实施方案中,前块238可以与刀片212一体形成。在其他实施方案中,前块238可以通过钎焊、焊接、机械紧固件、粘合剂或它们的组合固定到刀片212。

[0046] 图5是定位在刀片312的第一排316中的超硬嵌件314的实施方案的侧视截面图。在一些实施方案中,第一排316中的超硬嵌件314可以具有被前块338部分覆盖的正面334。例如,前块338可以为前排316中的超硬嵌件314提供另外的支撑和/或保持。如关于图4所述,在一些实施方案中,前块338可以与刀片312一体地形成。在其他实施方案中,前块338可以通过钎焊、焊接、机械紧固件、粘合剂或它们的组合固定到刀片312。

[0047] 在一些实施方案中,被前块338覆盖的正面334的部分可以在具有上限值、下限值或上限值和下限值的范围中,包括0%、10%、20%、30%、40%、50%、60%、70%、80%中的任一个或其间的任何值。例如,被前块338覆盖的正面334的部分可以大于0%。在其他示例中,被前块338覆盖的正面334的部分可以小于80%。在其他示例中,被前块338覆盖的正面334的部分可以在0%与80%之间。在其他示例中,被前块338覆盖的正面334的部分可以在10%与70%之间。在其他示例中,被前块338覆盖的正面334的部分可以在20%与60%之间。

[0048] 在其他实施方案中,超硬嵌件可以具有三维(3D)正面。图6是包括3D正面434的超硬嵌件414的实施方案的横向截面图。在一些实施方案中,3D正面434可以相对于超硬嵌件436接触刀片412的背面436以正面434上的顶点440或尖顶为最高点。在其他实施方案中,3D正面434的至少一部分可以相对于背面436升高、弯曲、成角度或不规则。例如,3D正面434可以大致凸出远离超硬嵌件414的其余部分。在其他示例中,3D正面434可以是远离超硬嵌件414的其余部分呈梯形。在其他示例中,3D正面434可以远离超硬嵌件414的其余部分大致为圆锥形或截头圆锥形。在其他示例中,3D正面434可以远离超硬嵌件414的其余部分隆起(即,具有横向伸长的尖顶440)。

[0049] 在一些实施方案中,3D正面434可以允许刀片412的平坦表面覆盖正面434的一部分并且为超硬嵌件414提供另外的支撑和/或保持。例如,前块438可以覆盖正面434的横向相对侧的一部分。

[0050] 在一些实施方案中,超硬嵌件可以具有一个或多个机械互锁特征以在超硬嵌件与刀片之间提供另外的支撑和/或保持。图7示出了直接铸造至刀片512中的超硬嵌件514的另一个实施方案。在一些实施方案中,超硬嵌件514可以在超硬嵌件514的背面536和/或侧壁544中具有一个或多个机械互锁特征542。例如,超硬嵌件514的背面536中的一个或多个机械互锁特征542可以与背衬528的互补部分和/或刀片512的其他部分互锁。在具有前块的其他实施方案中,超硬嵌件514可以在正面534上具有一个或多个机械互锁特征542。

[0051] 在一些实施方案中,机械互锁特征542可以是超硬嵌件514上的凹槽、沟槽、柱、楔

形榫头、凹坑或其他释放特征。当定位成与钻头主体和/或刀片512的前体材料(例如,粉末、金属合金、环氧树脂、凝胶、其他流体或其组合)相邻和/或接触时,前体材料可以与机械互锁特征542互补形成。在固化前体材料时,超硬嵌件和钻头主体和/或刀片512可以变成机械地互锁。在一些实施方案中,前体材料固化成固体可以在高温(例如,在1112°F (600°C)与2192°F (1200°C)之间)下进行,并且钻头主体和/或刀片512的材料可以具有比超硬材料更大的热膨胀系数。钻头主体和/或刀片512在从固化过程冷却期间的热压缩可以向超硬嵌件施加压缩力,由此压缩钻头主体和/或刀片512中的超硬嵌件。

[0052] 图8是示出了制造钻头的方法646的实施方案的流程图,所述钻头具有直接铸造至钻头中的一个或多个超硬嵌件。所述方法包括在648处形成超硬嵌件。形成嵌件可以包括在高温高压压机中烧结嵌件。在一些实施方案中,超硬嵌件可以用碳酸盐催化剂烧结。在具有碳酸盐催化剂的实施方案中,嵌件可以在6千兆帕斯卡至10千帕斯卡的压力范围和2732°F (1500°C)至4532°F (2500°C)的温度范围内烧结。例如,嵌件可以包括具有碳酸镁催化剂的PCD。在一些实施方案中,粘结剂可以至少部分从嵌件浸出。在其他实施方案中,粘结剂可以至少在高温下分解。例如,具有碳酸镁催化剂的PCD可以通过将嵌件加热至超过932°F (500°C)的温度而将至少一些碳酸镁分解成一氧化碳和/或二氧化碳。

[0053] 在一些实施方案中,在形成嵌件之后,至少50%的粘结剂材料可以从超硬材料移除。在其他实施方案中,在形成嵌件之后,至少80%的粘结剂材料可以从超硬材料移除。在其他实施方案中,在形成嵌件之后,基本上所有的粘结剂材料都可以从超硬材料移除。在其他实施方案中,在形成嵌件之后,少于5%的粘结剂材料可以从超硬材料移除。

[0054] 在一些实施方案中,形成超硬嵌件还可以包括使超硬嵌件成形。例如,超硬嵌件可以被切割或加工成最终形状,或者可以在嵌件中形成一个或多个机械互锁特征。可以通过研磨、激光烧蚀、机械切割、水力喷射切割、放电加工、其他材料移除技术或它们的组合移除材料来使超硬嵌件成形。

[0055] 在形成超硬嵌件之后,方法646还可以包括将超硬嵌件定位成与钻头主体模具中的前体材料相邻和/或与所述前体材料接触。例如,超硬嵌件可以定位在模具中,并且前体材料(例如粉末、金属合金、环氧树脂、凝胶、其他流体或它们的组合)可以定位在模具中以填充模具中的空间而接触和/或围绕超硬嵌件的至少一部分。在将前体材料固化成钻头主体材料时,前体材料可以变成钻头主体和/或刀片。

[0056] 在一些实施方案中,前体材料可以包括碳化钨粉末或由碳化钨粉末制成。在其他实施方案中,前体材料可以包括另一种碳化物粉末或由另一种碳化物粉末制成。在其他实施方案中,前体材料可以包括金属或由金属制成。在其他实施方案中,第一前体材料可以包括悬浮液中的或与流体基材混合的材料或由所述材料制成。在其他实施方案中,前体材料可以包括金刚石砂砾,以用金刚石颗粒浸渍钻头主体和/或刀片,以提高主体和/或刀片的耐磨性。在至少一个实施方案中,前体材料可以包括低熔点(即,低于2200°F (1204°C))的粘结剂合金以用超硬嵌件铸造主体和/或刀片。

[0057] 方法646还可以包括在不高于2200°F (1204°C)的温度下将超硬嵌件固化到钻头主体和/或刀片中。固化前体材料以固定超硬嵌件可以包括将前体材料加热到高温。固化温度低于2200°F (1204°C)可能限制对碳酸盐PCD的损坏,从而延长碳酸盐PCD的使用寿命,并且从而延长钻头的使用寿命。在一些实施方案中,固化温度可以低于1900°F (1037°C)。在其他

实施方案中,固化温度可以低于1700°F (927°C)。在其他实施方案中,固化温度可以低于1500°F (816°C)。

[0058] 在高温下铸造钻头主体和/或刀片可以将超硬嵌件粘结到钻头主体和/或刀片的材料。另外,如本文所述,在冷却钻头主体和刀片时,超硬嵌件和钻头主体和/或刀片的材料的相对热收缩可能有助于将超硬嵌件支撑和/或保持在钻头中。超硬嵌件由此可以直接铸造至钻头中。

[0059] 在一些实施方案中,将超硬嵌件直接铸造至钻头主体和/或刀片中可以改善超硬嵌件与钻头主体和/或刀片之间的热传导。改善的热传导可以允许来自超硬嵌件的切割区域的热能的更大耗散并且减少对超硬嵌件的热损坏。

[0060] 虽然许多钻头设计可能要求每个刀片有多个切割元件,但由于成本或尺寸限制,其他概念可能需要最少数量的切割元件。图9A和9B示出了每个刀片具有最少数量的超硬切割元件的切割钻头的实施方案,其可以用于较小直径的孔,诸如在采矿作业中用于顶板锚栓或爆破钻孔中的那些孔。在本实施方案中,示出了每个刀片仅具有一个刀具的双刀片刀具。类似的钻头可以制造有三至六个刀片。另外,也可以使用铸造技术制造具有位于钻头中心的单一超硬切割元件的钻头。图9C示出了使用关于图6描述的锥形元件构造的钻头。

[0061] 尽管钻头和超硬嵌件的实施方案主要参考井筒钻探操作进行了描述,但是本文所述的钻头和超硬嵌件可以用于井筒钻探以外的应用中。在其他实施方案中,根据本公开的钻头和超硬嵌件可以在用于勘探或生产天然资源的井筒或其他井下环境之外使用。例如,本公开的钻头和超硬嵌件可以用于钻孔中,所述钻孔用于布置公用设施管线。在其他示例中,本公开的钻头和超硬嵌件可以用于电线应用和/或维护应用中。因此,术语“井筒”、“钻孔”等不应被解释为将本公开的工具、系统、组件或方法限制于任何特定的工业、领域或环境。

[0062] 在介绍本公开的各种实施方案的元件时,冠词“一”、“一个”和“所述”旨在意味着有一个或多个所述元件。术语“包括”和“具有”旨在具有包括性含义,并且意味着除了所列元件之外,可能还有另外的元件。另外,应当理解,对本公开的“一个实施方案”或“实施方案”的参考不应解释为排除也并有所列举特征的另外实施方案的存在。应当理解,前面描述中的任何方向或参考系仅仅是相对方向或移动。例如,对“向上”和“向下”或“上方”和“下方”的任何引用仅描述相关元件的相对位置或移动。关于本文的实施方案或附图描述的任何元件可以与本文描述的任何其他实施方案或附图的任何元件组合。

[0063] 关于本文的实施方案或附图描述的任何元件可以与本文描述的任何其他实施方案或附图的任何元件组合。本文所述的数字、百分比、比率或其他值旨在包括该值,以及“约”或“近似”所述值的其他值由本公开的实施方案所涵盖,如本领域普通技术人员将明白。因此,所述值应足够宽泛地解释以涵盖至少足够接近所述值以执行期望功能或实现期望结果的值。所述值至少包括在合适的制造或生产过程中预期的变化,并且可以包括在所述值的5%以内、1%以内、0.1%以内或0.01%以内的值。

[0064] 鉴于本公开,本领域的普通技术人员应当认识到,等同的构造不脱离本公开的精神和范围,并且可以对本文公开的实施方案进行各种改变、替换和更改而不脱离本公开的精神和范围。等同构造,包括功能性的“装置加功能”条款,旨在涵盖本文描述的执行所述功能的结构,包括以相同方式操作的结构等同物和提供相同功能的等同结构。申请人的明确

意图是不对任何权利要求援引装置加功能或其他功能性权利要求,除了“用于.....的装置”的词语与相关功能一起出现的权利要求以外。落入权利要求的含义和范围内的对实施方案的每个添加、删除和修改都将被权利要求所包含。

[0065] 如本文所用,术语“大约”、“约”和“基本上”表示接近所述量的量,其仍然执行期望的功能或实现期望的结果。例如,术语“大约”、“约”和“基本上”可以指在所述量的小于5%内、小于1%内、小于0.1%内以及小于0.01%内的量。此外,应当理解,前面描述中的任何方向或参考系仅仅是相对方向或移动。例如,对“向上”和“向下”或“下方”和“上方”的任何引用仅描述相关元件的相对位置或移动。

[0066] 本公开可以在不脱离其精神或特性的情况下以其他具体形式体现。所描述的实施方案将被认为是说明性的而非限制性的。因此,本公开的范围由所附权利要求而不是由前面的描述来指示。在权利要求的等同含义和范围内的改变将被包含在其范围内。

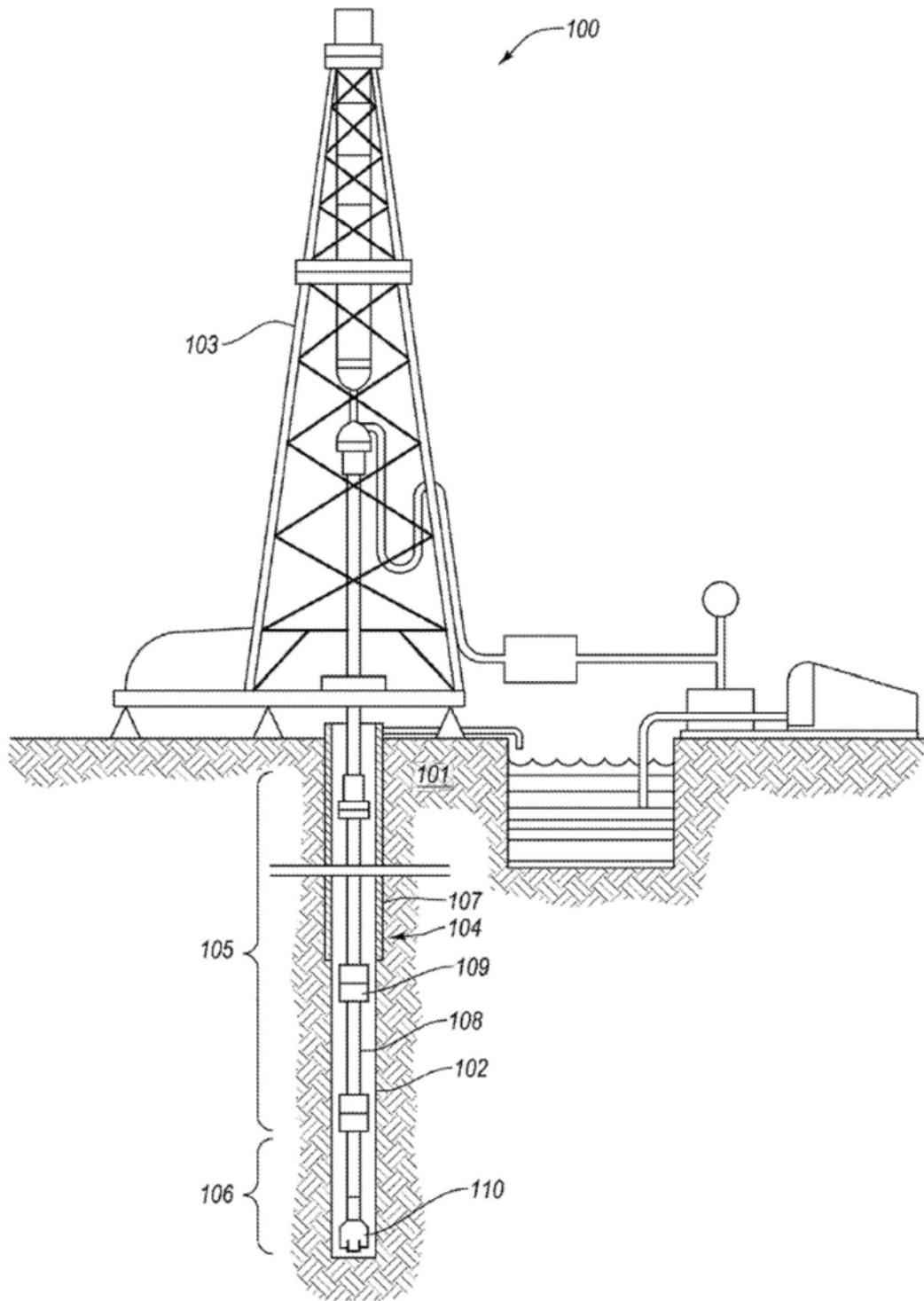


图1

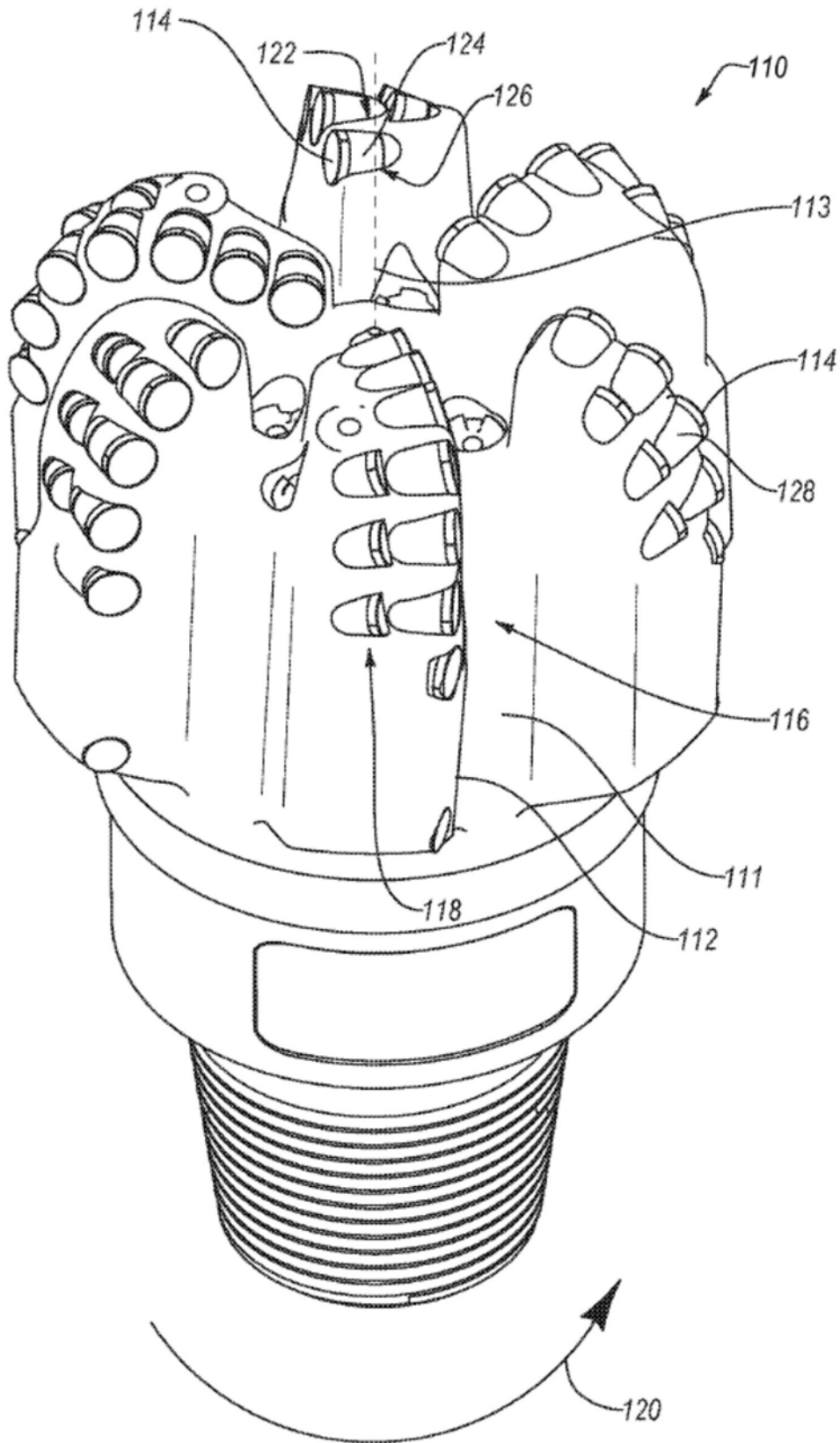


图2

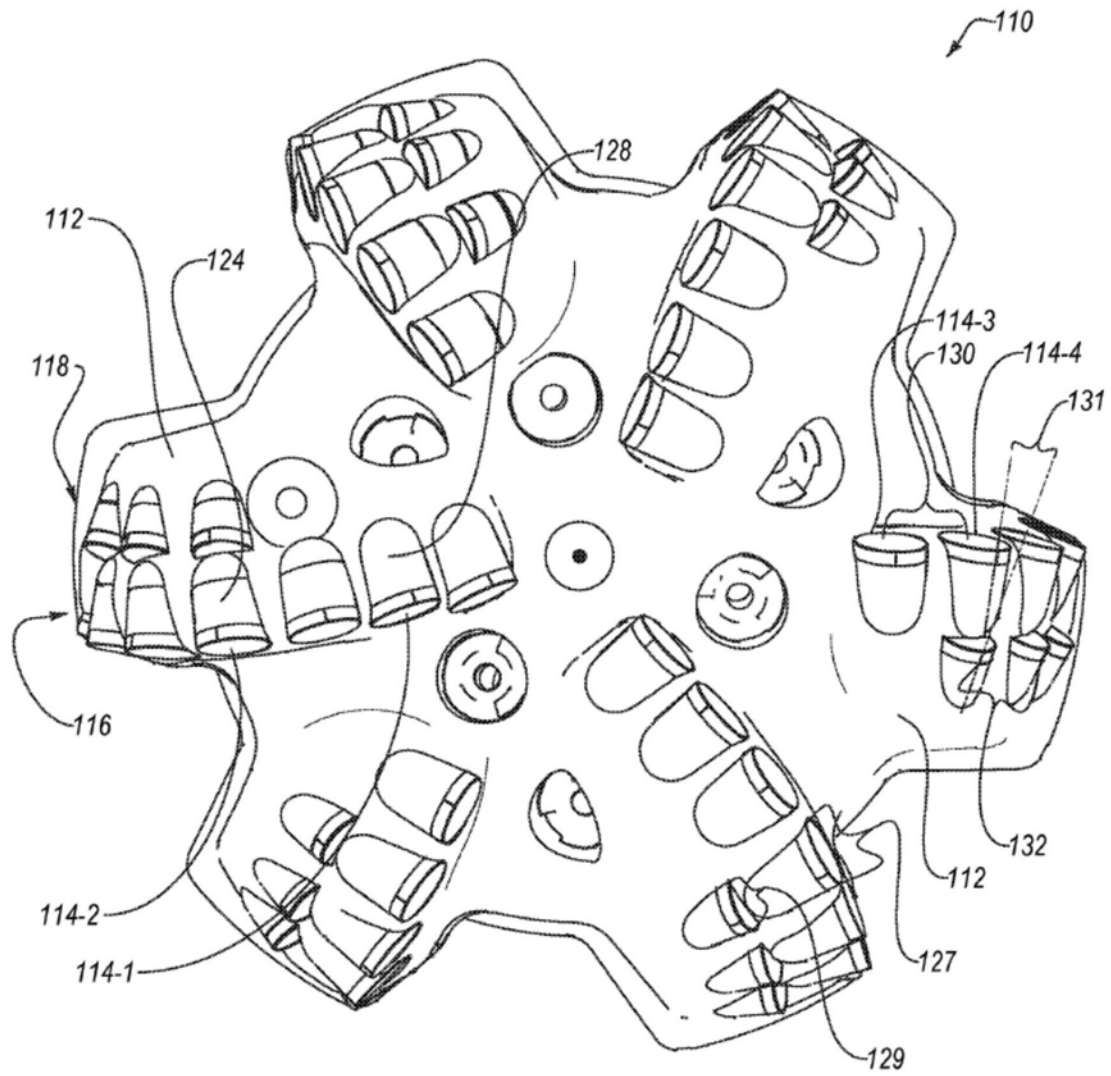


图3

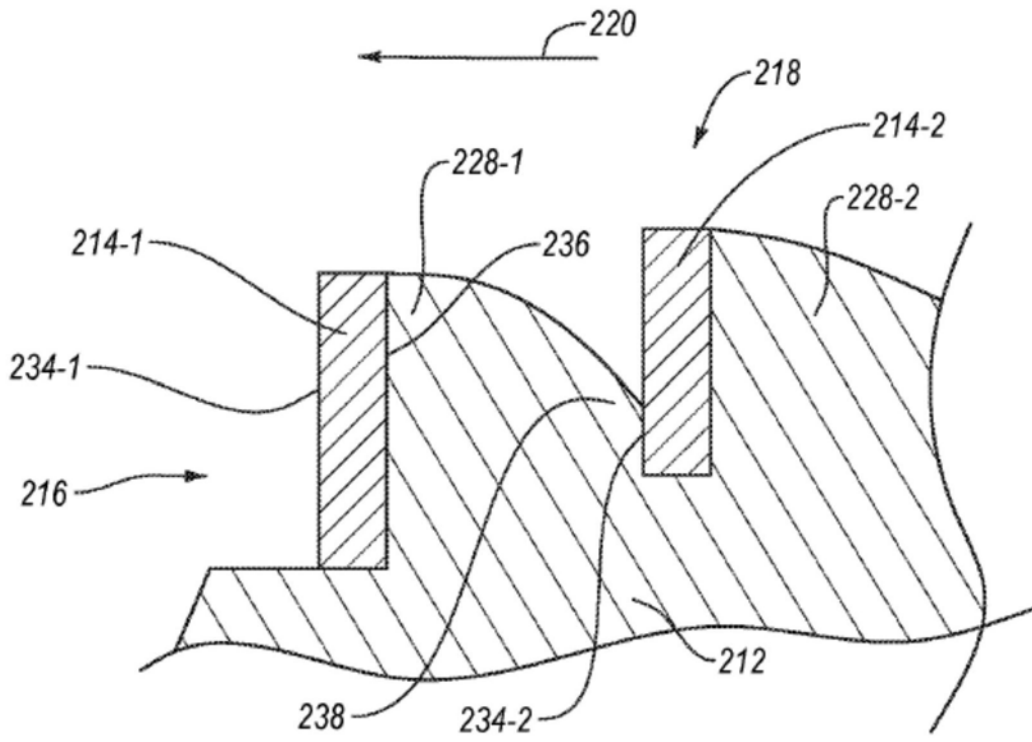


图4

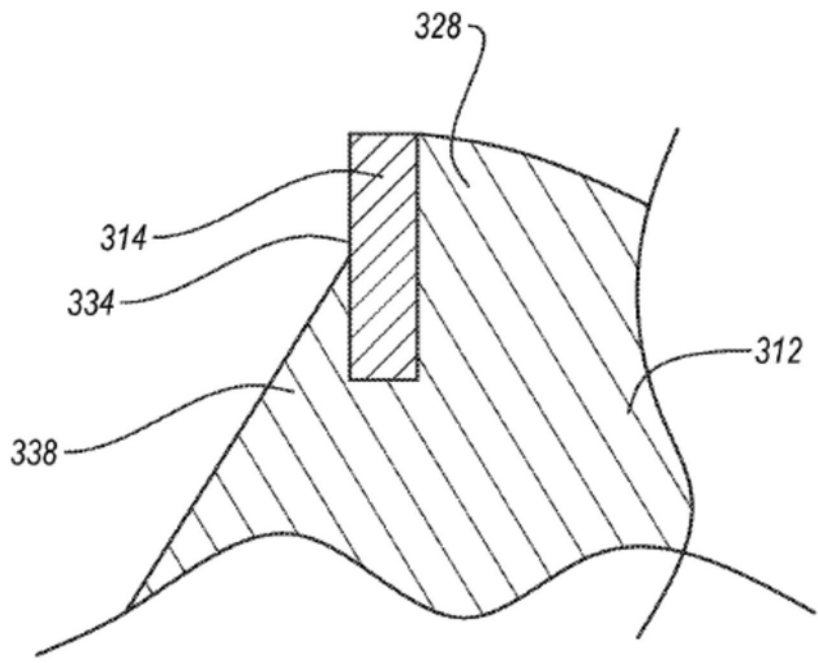


图5

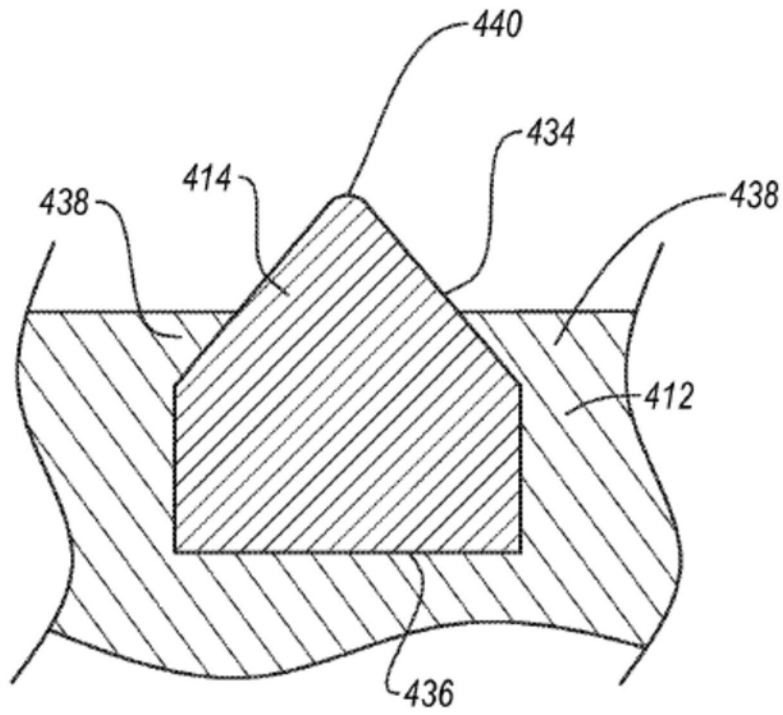


图6

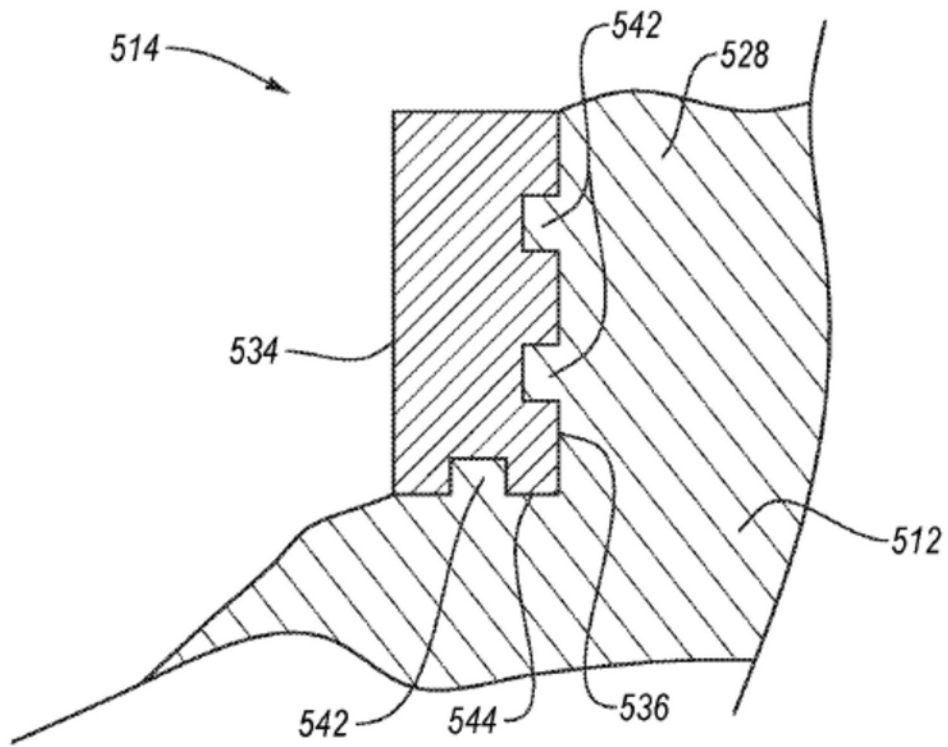


图7

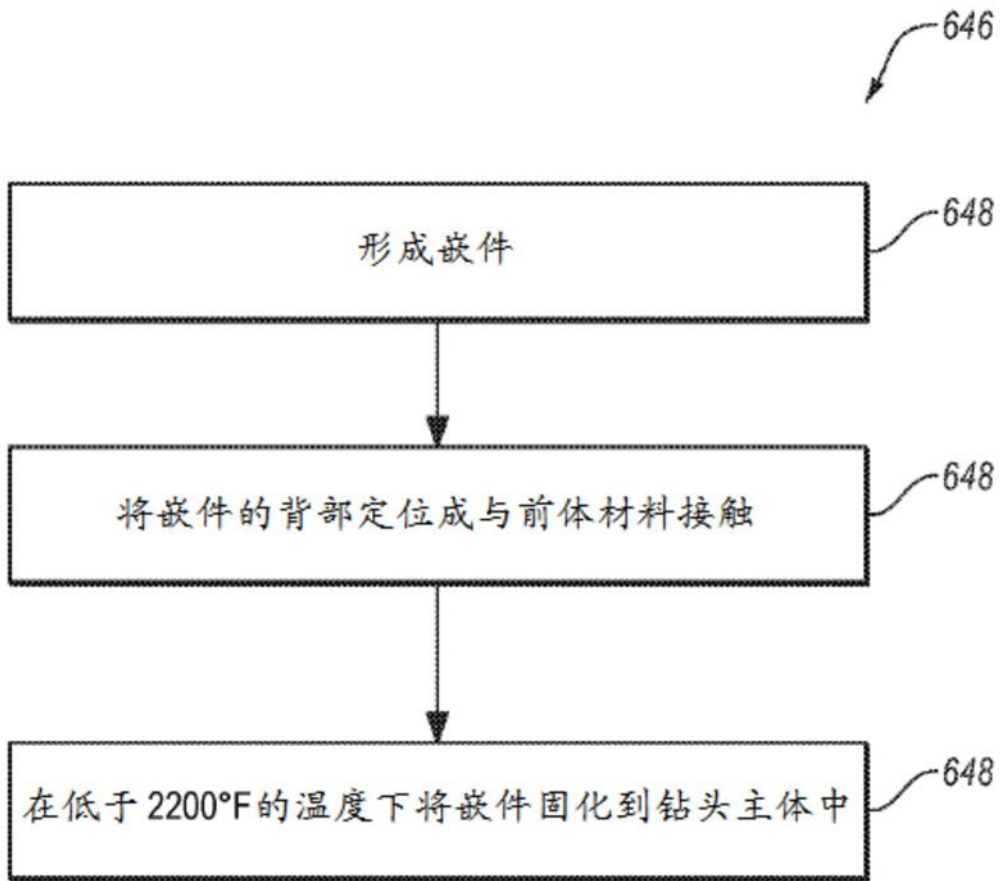


图8

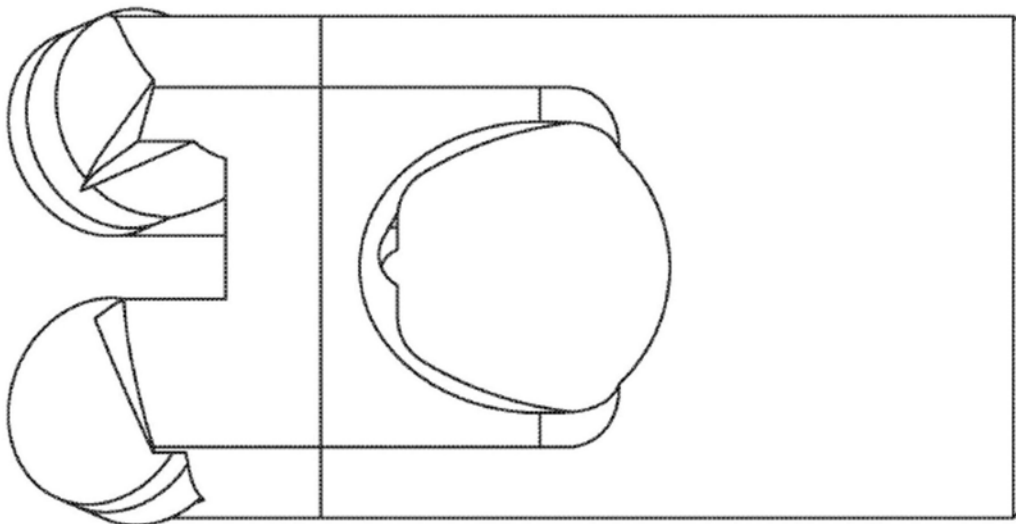


图9A

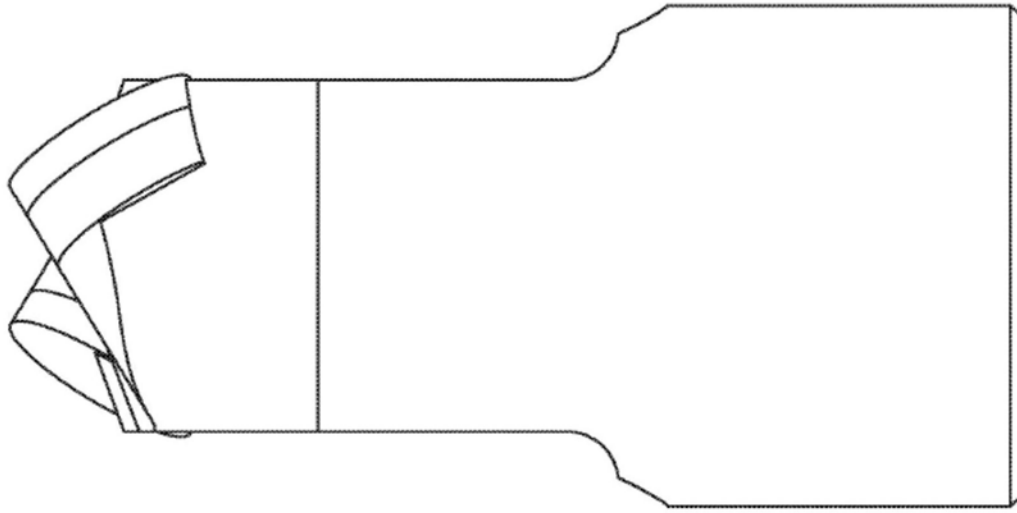


图9B

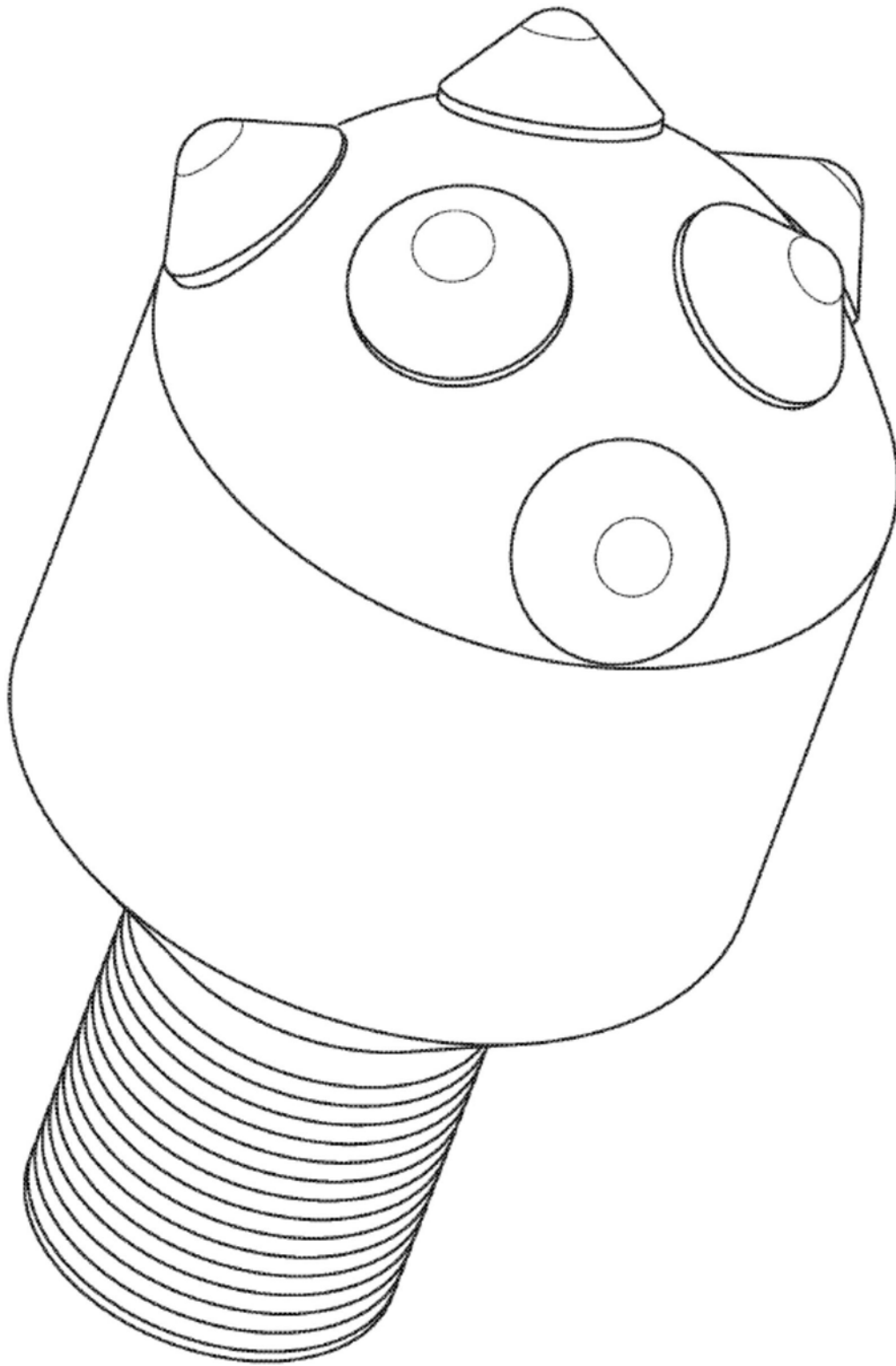


图9C