



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112601873 B

(45) 授权公告日 2024.03.08

(21) 申请号 201980054405.4

(22) 申请日 2019.08.15

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 112601873 A

(43) 申请公布日 2021.04.02

(30) 优先权数据  
62/719,109 2018.08.16 US  
16/104,855 2018.08.17 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2021.02.18

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/US2019/046673 2019.08.15

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02020/037134 EN 2020.02.20

(73) 专利权人 阿特拉钻孔技术有限合伙公司  
地址 美国德克萨斯

(72) 发明人 克里斯托弗·M·卡萨德  
卡尔·阿伦·迪恩

(74) 专利代理机构 北京京万通知识产权代理有限公司 11440  
专利代理师 齐晓静

(51) Int.Cl.  
E21B 10/60 (2006.01)  
E21B 10/43 (2006.01)

(56) 对比文件  
US 2015/0368979 A1, 2015.12.24  
US 2017/0211336 A1, 2017.07.27  
CN 105683484 A, 2016.06.15  
CN 104781496 A, 2015.07.15  
审查员 张静

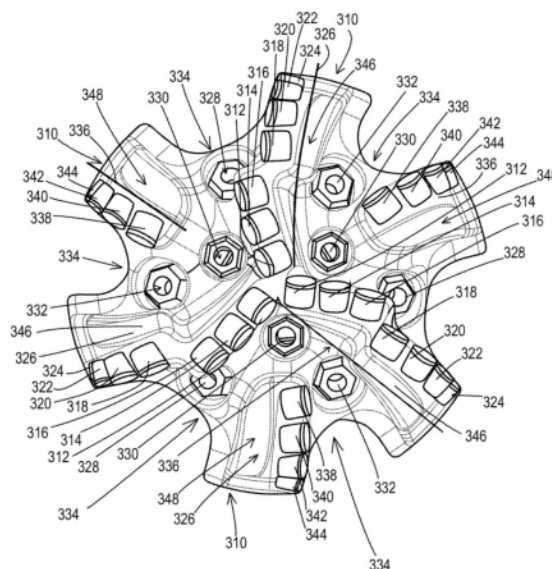
权利要求书4页 说明书19页 附图11页

## (54) 发明名称

具有改进的切割器布置的井下工具

## (57) 摘要

具有偏移刀片的地表钻探工具, 偏移刀片包括具有侧倾角或侧面倾角的多个固定切割器, 与常规设置相比, 配置为用于改善切屑的去除和排出、钻探效率和/或切削深度。



1. 一种用于推进井孔的钻头,包括:

钻头主体,具有中心轴线,所述钻头旨在围绕所述中心轴线旋转,所述主体具有保径部和切割面,在所述保径部和所述切割面上形成有通过通道彼此分开的径向延伸的多个刀片,所述多个刀片中的每个支撑多个离散的、固定切割器,用于沿着每个刀片的前缘剪切岩石以排出岩屑,所述每个刀片靠近所述多个通道中的一个通道;所述切割器的每个具有:

在所述多个刀片的一个上的固定位置,

在至少通过所述多个切割器限定的切割轮廓中的相对于所述中心轴线的固定切割器位置,以及

固定的侧倾角,所述侧倾角具有可以为负、正或零的极性;

其中:

所述刀片的至少一个是偏移刀片,所述偏移刀片从所述中心轴线附近朝向所述保径部径向向外延伸并具有与所述多个通道中的一个相邻的前缘,所述偏移刀片具有第一部分和至少一个第二部分,所述第二部分从所述第一部分径向地和成角度地移位;

所述多个切割器中的至少两个切割器沿着所述第一部分中的前缘安装,并且所述多个切割器中的至少两个切割器沿着所述第二部分中的前缘安装;

所述第一部分中的所述至少两个切割器形成第一组,以及所述第二部分中的所述至少两个切割器形成第二组;

每组中的所述至少两个切割器的侧倾角彼此相差至少4度;以及

所述每组中的第一切割器的侧倾角极性不同于相同组中的第二切割器的侧倾角极性。

2. 根据权利要求1所述的钻头,其中,每组切割器中的至少一个切割器在所述偏移刀片上与相同组切割器中的另一个切割器相邻。

3. 根据权利要求2所述的钻头,其中,每组切割器中的所有切割器在所述偏移刀片上彼此相邻。

4. 根据权利要求1所述的钻头,其中,每组切割器中的所述至少一个切割器在所述切割轮廓中与相同组切割器中的另一个切割器相邻。

5. 根据权利要求4所述的钻头,其中,每组切割器中的所有切割器在所述切割轮廓中与相同组切割器中的另一个切割器相邻。

6. 根据权利要求1所述的钻头,其中,所述钻头主体具有锥形区域、鼻部和肩部,并且每组切割器中的所有切割器都位于所述锥形区域、所述鼻部、所述肩部或所述保径部中的一个内。

7. 根据权利要求1所述的钻头,其中,每组切割器中的每个切割器的侧倾角由该切割器的切割面关于轴线的角度方向而限定,所述轴线与在所述切割器的径向位置处的所述切割轮廓的切线垂直。

8. 根据权利要求1所述的钻头,其中,每组切割器中的每个切割器的侧倾角由该切割器的切割面关于轴线的角度方向而限定,所述轴线与投影到所述切割面的平面上的所述切割器的径向位置处的所述切割轮廓的切线垂直。

9. 一种用于推进井孔的钻头,包括:

钻头主体,具有中心轴线,所述钻头旨在围绕所述中心轴线旋转,所述主体具有通过通道彼此分开的径向延伸的多个刀片,所述多个刀片中的每个支撑多个切割器;所述切割器

的每个具有：

在所述多个刀片的一个上的固定位置，

在至少通过所述多个切割器限定的切割轮廓中的固定切割器位置，以及

固定的侧倾角，所述侧倾角具有可以为负、正或零的极性；

其中，

所述刀片的至少一个是偏移刀片，所述偏移刀片具有与所述多个通道中的一个相邻的前缘，所述偏移刀片具有第一部分和第二部分，所述第二部分从所述第一部分径向地和成角度地移位；

其中，所述多个切割器包括至少一组多个主切割器，所述主切割器沿着前偏移刀片成排安装，其中，每组中的至少两个主切割器的侧倾角彼此相差至少4度；以及

每组主切割器中的第一主切割器的侧倾角极性不同于相同组主切割器中的第二切割器的侧倾角极性。

10. 根据权利要求9所述的钻头，其中，每组主切割器中的至少一个主切割器在所述偏移刀片上与相同组主切割器中的另一个主切割器相邻。

11. 根据权利要求10所述的钻头，其中，每组主切割器中的所有主切割器在所述偏移刀片上与相同组主切割器中的另一个主切割器彼此相邻。

12. 根据权利要求9所述的钻头，其中，每组主切割器中的所述至少一个主切割器在所述切割轮廓中与相同组主切割器中的另一个主切割器相邻。

13. 根据权利要求12所述的钻头，其中，每组主切割器中的所有主切割器在所述切割轮廓中与相同组主切割器中的另一个主切割器相邻。

14. 根据权利要求9所述的钻头，其中，所述钻头主体具有锥形区域、鼻部、肩部和保径部，并且每组主切割器中的所有主切割器都位于所述锥形区域、所述鼻部、所述肩部或所述保径部中的一个内。

15. 根据权利要求9所述的钻头，其中，所述钻头上的每个切割器的侧倾角由所述切割器的切割面关于轴线的角度方向限定，所述轴线与在所述切割器的径向位置处的所述切割轮廓的切线垂直。

16. 根据权利要求9所述的钻头，其中，所述钻头中的每个切割器的侧倾角由所述切割器的切割面关于轴线的角度方向限定，所述轴线与投影到所述切割面的平面上的所述切割器的径向位置处的所述切割轮廓的切线垂直。

17. 根据权利要求9所述的钻头，其中，所述偏移刀片的所述第一部分和所述第二部分是连接的。

18. 根据权利要求9所述的钻头，其中，所述偏移刀片的所述第一部分和所述第二部分是未连接的。

19. 一种用于去除岩石以形成井孔的井下工具，所述工具包括：

钻头主体，具有中心轴线，所述钻头旨在围绕所述中心轴线旋转，所述主体具有保径部和切割面；

多个刀片，设置在所述切割面上并且从所述中心轴线径向向外延伸并通过多个通道彼此分开，所述多个刀片的每个具有沿着所述多个通道的一个延伸的前缘；

所述多个刀片中的每个刀片均沿所述刀片的前缘安装有一排主切割器，用于通过剪切

作用使岩石破裂,所述一排主切割器内的每个所述主切割器均在切割轮廓内具有相对于所述中心轴线的固定的径向位置;

其中,所述多个刀片中的一个包括至少两个部分的偏移刀片,所述两个部分包括内刀片部分和外刀片部分,所述外刀片部分相对于所述内刀片部分成角度地移位;

其中,所述偏移刀片上的所述一排主切割器包括在所述偏移刀片上彼此相邻的第一主切割器和第二主切割器;

其中,所述第一主切割器和第二主切割器各自具有非零的侧倾角,所述第一主切割器和第二主切割器的侧倾角彼此相差至少3度;以及

其中,所述第一主切割器的侧倾角极性不同于所述第二主切割器的侧倾角极性。

20. 根据权利要求19所述的井下工具,其中,所述第一主切割器和所述第二主切割器的侧倾角彼此相差至少5度。

21. 根据权利要求19所述的井下工具,其中,所述第一主切割器和所述第二主切割器的侧倾角彼此相差至少8度。

22. 根据权利要求19所述的井下工具,其中,对中的所述第一主切割器是所述内刀片部分上的最后的主切割器,并且所述第二主切割器是所述外刀片部分上的第一主切割器。

23. 根据权利要求22所述的井下工具,其中,所述第一主切割器和所述第二主切割器径向间隔开一定的距离,该距离小于将所述一排主切割器安装在形成在所述偏移刀片上的凹穴中所需的最小分离距离。

24. 根据权利要求22所述的井下工具,其中,所述第一主切割器和所述第二主切割器在所述切割轮廓中至少部分地重叠。

25. 根据权利要求22所述的井下工具,其中,所述第一主切割器和所述第二主切割器的侧倾角相差至少5°。

26. 根据权利要求22所述的井下工具,其中,所述第一主切割器和所述第二主切割器的侧倾角相差至少8°。

27. 根据权利要求19所述的井下工具,其中,所述工具是旋转刮刀钻头,并且所述第一主切割器和所述第二主切割器各自位于所述钻头的锥形区域中的所述内刀片部分上。

28. 根据权利要求19所述的井下工具,其中,在所述内刀片部分上的所述一排主切割器中的每个主切割器与所述内刀片部分上的相邻主切割器的侧倾角相差至少4°。

29. 根据权利要求19所述的井下工具,其中,所述第一主切割器和所述第二主切割器具有相反极性的侧倾角,其中,所述极性包括负、零和正。

30. 根据权利要求19所述的井下工具,其中,所述第一主切割器和第二主切割器的侧倾角相差至少10度。

31. 根据权利要求19所述的井下工具,其中,所述第一主切割器和第二主切割器的侧倾角相差至少15度。

32. 根据权利要求19所述的井下工具,其中,在所述内刀片部分上的两个相邻的切割器的侧倾角相差至少15度。

33. 根据权利要求19所述的井下工具,还包括:

第一喷嘴,定位在所述多个通道中的一个中,位于至少一个偏移刀片的前面,并且定向为将循环介质朝向在内刀片部分上的所述一排主切割器中的所述主切割器引导;以及

第二喷嘴,定位在偏移处,并且定向为将所述循环介质朝向在所述外刀片部分上的所述一排主切割器中的所述主切割器引导;

其中,所述第一喷嘴和所述第二喷嘴在角度上和径向上偏移。

34.根据权利要求19所述的井下工具,其中,在所述一排主切割器中的相邻主切割器之间的侧倾角的平均差大于2度。

35.根据权利要求19所述的井下工具,其中,在所述一排主切割器中的相邻主切割器之间的侧倾角的平均差大于4度。

36.根据权利要求19所述的井下工具,其中,所述内刀片部分和所述外刀片部分形成连续的偏移刀片,所述连续的偏移刀片在偏移处连接以在所述偏移刀片的前缘形成台阶,而在所述偏移刀片上没有间隙。

37.根据权利要求19所述的井下工具,其中,所述内刀片部分和所述外刀片部分是不连接的。

## 具有改进的切割器布置的井下工具

[0001] 优先权要求

[0002] 本申请要求2018年8月16日提交的美国临时专利第62/719,109号和2018年8月17日提交的美国专利第16/104,855号的权益,其全部内容结合于此作为参考。

### 技术领域

[0003] 本发明大体涉及使用安装在旋转体上的固定切割器来钻探地层的钻头、铰刀和类似的井下工具。

### 背景技术

[0004] 用于在钻探石油和天然气井时用于在地下岩层中钻孔或形成孔的旋转钻头、铰刀和类似的井下工具附接至钻柱并旋转以将安装在工具主体上的离散、固定的切割结构拖向底层。这些切割结构或元件称为“切割器”。旋转工具会导致切割器通过剪切作用使岩石破裂。所产生的碎石或刨花称为切屑-从工具的表面冲洗掉,并使用循环介质将其带地面,该介质沿钻柱向下泵送并从工具表面的喷嘴中出去。携带钻屑的钻井液流至井孔的壁和钻柱之间的环空的表面。循环介质可以是钻井液(也称为钻井“泥浆”)或气体或泡沫(“空气”)。

[0005] “PDC钻头”是旋转刮刀钻头的一个示例,其包括主体,在主体上安装有固定位置的离散PDC切割器。PDC切割器的由烧结的聚晶金刚石(PCD)或其他高度磨损的材料组成的工作表面或磨损表面。“PDC切割器”通常是指由复合片组成的离散的切割元件,复合片具有由烧结的聚晶金刚石(天然或合成的)制成的一个或多个磨损层组成,该烧结的聚晶金刚石表现出金刚石与金刚石的结合,该金刚石与金刚石的结合附接到金属碳化物(典型地为碳化钨)基底上。复合片还可以例如包括过渡层,在过渡层中,金属碳化物和金刚石与其他元素混合,以改善PCD和基底之间的结合并减小应力。但是该术语有时也广泛地用来指具有类金刚石磨损表面的切割器。至少在某些钻探应用中,聚晶立方氮化硼、纤锌矿氮化硼、聚集的金刚石纳米管(AND)或其他坚硬的结晶材料可以代替聚晶金刚石。为了本公开的目的,聚晶立方氮化硼、纤锌矿氮化硼、ADN和类似材料的烧结复合片等同于聚晶金刚石复合片。即使超硬磨损层不是由金刚石制成的,带切割器的旋转钻头有时也被称为PDC钻头,其中切割器具有像金刚石这样的超硬磨损表面。因此,在以下书面说明中对“PDC钻头”的引用应解释为包括钻头,该钻头具有切割器和复合片的,该切割器具有由聚晶金刚石和合适的替代物制成的耐磨表面,以及复合片具有包含可用于改善耐磨层的特性和切割特征的其他材料或结构元件的磨损表面。此外,为了避免任何疑问,聚晶金刚石的引用旨在涵盖热稳定的各种烧结聚晶材料,其中金属催化剂在烧结后已被部分或全部除去。

[0006] 具有固定切割器的刮刀钻头和其他井下工具通常没有移动切割器或其他零件。诸如PDC钻头之类的钻头钻体通常被铸造或铣削为一体。PDC钻头的主体可以由钢或钢合金(钢制钻头)、基体材料(基体钻头)或其他类型的材料制成。基体主体通常由碳化钨和由金属(例如钴和钴的合金)组成的结合相组成。也可以将硬面材料施加到钻头主体的区域上以改善耐磨性。PDC钻头主体的直径范围通常在4英寸到26英寸以上。

[0007] 旋转刮刀钻头,特别是PDC钻头,的主体具有切割面和保径部,该切割面通常在井孔钻进的方向上朝向地层,并且保径部用于建立钻头的外部金刚石,以及用于将其与钻柱或旋转杆连接的标准API连接。PDC钻头面和保径部的形状或几何形状部分由两个结构特征定义:“刀片”和“垃圾槽”。主切割器在钻头表面成排排列,以便在主切割器前面的钻头主体中定义通道。这些在钻头和地层之间提供空间的通道,以使钻屑能够被循环介质有效地排出,这些通道被称为“垃圾槽”。钻屑如果不从刮刀钻头的切割面上排出,会堵塞钻头和切割器的作用,从而降低钻进效率。在某些类型的岩石或土壤(例如粘土)的情况下,钻屑可能发粘并趋于粘住并粘附在切割器和钻头上,从而干扰钻头的旋转和切割作用。通过在高压和高速下引导钻井液或空气穿过切割器的面并沿着垃圾槽向下去除切屑。使用位于垃圾槽中的喷嘴引导钻井液。

[0008] 位于通道之间的切割面和保径部上的凸起结构部件被称为“刀片”,在刀片上安装有切割器。沿着钻头的面的刀片和垃圾槽通常在径向方向上朝向主体的保径部以及然后沿着主体的保径部向下。通常通过在主体的铸造和机械加工期间通过将其钎焊到已经形成在刀片中的凹穴中,将切割器以固定的定向安装在刀片的固定位置上。每个刀片支撑多个离散的切割器。PDC位可以具有任意数量的刀片。具有3-6个刀片的PDC位是典型的,尽管可能超过6个。一些刀片从钻头中心向外延伸至保径部。这些被称为主刀片。称为次刀片的其他刀片不延伸到钻头的中心。大多数PDC钻头具有相似的横截面形状或轮廓。中心呈圆锥形,尽管有一些带有凸锥的PDC钻头的实例,但通常为凹的。锥体的直径、深度和角度是根据各种设计考虑和性能权衡选择的。锥体周围是称为鼻部的区域。锥体的径向外侧的面积或区域称为肩部,在此处钻头的轮廓从鼻部过渡到保径部。PDC钻头的肩部上的切割器主要用于扩大由位于鼻部和锥体中的切割器引发的钻孔。

[0009] 除了切割轮廓内的径向位置外,每个切割器还具有尺寸和定向。通常,相对于两个坐标系之一来定义定向:相对于钻头的旋转轴定义的钻头的坐标系;或通常基于切割器本身的坐标系。切割器的定向通常根据绕两个轴的旋转来指定:切割器的侧倾斜或旋转以及切割器的前/后倾斜或旋转。通常根据所使用的参考系,根据侧倾角或侧倾角度指定侧倾斜。为了简单起见,除非另外说明,否则对侧斜或侧斜角的引用旨在包括并包含侧倾角,反之亦然。根据所使用的参考系,根据轴向前倾角或后倾角指定后倾角。因此,可以通过每个切割器的径向位置和距钻头的中心线的距离、切割器在刀头面上的角位置、其安装在其上的刀片及其方向来指定切割器的几何形状。

[0010] 图1A表示用于PDC钻头的切割结构几何形状的部分的示意图,该PDC钻头包括安装在多个刀片(未示出)上的离散的固定切割器。该图旨在说明侧倾的概念。钻头的保径部通常用圈110表示。为了清楚起见,仅示出了三个固定切割器112、114和116。典型的PDC钻头将具有三个以上的切割器。参考标号118标识图1A中的钻头的旋转中心或旋转轴。径向线120代表围绕中心轴(旋转轴)118的零度角旋转,该中心轴是钻头的旋转轴。在该实例中,固定切割器112和114位于相同的径向线122上,以相同的角度,如角度124所示,但是它们分别径向偏移距离126和128。在此实例中,它们位于同一刀片上,这在示意图中未示出。但是,同一刀片上的切割器并非总是沿着与钻头中心轴相交的直线。刀片通常是弯曲的,使得当刀片朝向保径部延伸时,刀片上的切割器的角位置相对于前面的切割器旋转移位。曲线通常可以描述为穿过安装在弯曲刀片前缘上的切割器的面。连接切割器的面的线的弯曲通常对应

于刀片前缘的弯曲。切割器116位于径向线132上,该径向线132具有大得多的角位置,如角度133所示。距旋转轴的径向位移用距离134表示,该距离大于其他两个切割器112和114的距离。

[0011] 每个切割器112、114和116示出为具有分别由角度136、138和140表示的不同量的侧倾角。在此实例中,通过(1)垂直于该切割器的径向线的线(该线通过切割器的切割面与切割器的主轴线的交点限定的点)和(2)切割器的主轴线之间的角度定义侧倾角。例如,在切割器114的情况下,侧斜角138限定在垂直于切割器的径向线的线135和主轴线139之间。为了简化图示,未示出具有任何后倾角的切割器。上面的定义适用于具有后倾角的切割器。

[0012] 设计人员通常将切割器的中心轴或主轴线或与其平行的线用作切割器的中心线,以便根据侧倾角和后倾角指定切割器的定向。用于旋转刮刀钻头的典型的固定切割器,例如PDC切割器,将具有由一个或多个工作表面组成的切割面,用于接合地层并执行使地层破裂的工作。这些表面将倾向于承受来自地层的最大反作用力。传统的PDC切割器为圆柱形。基底的圆柱形状随制造工艺变化。当放置在凹穴中时,它也允许切割器旋转。包括切割面的超硬、耐磨材料具有圆盘状的形状(有时称为“工作台”),其切割面相对平面。因此,切割器的轴线通常垂直于切割器的切割面。

[0013] 但是,可以将基底和工作台烧结成不同的形状和/或研磨或机加工以形成不同的形状。例如,基底可以是倾斜的圆柱体而不是直柱,和/或形成为具有非圆形的横截面形状。切割器可以具有一个或多个平面的侧面或具有多边形(3个或更多个边)的横截面形状。在工作台的侧壁和顶表面之间的过渡部可以例如围绕切割器的整个周边可以是有斜面的、倒角或弯曲。另外,切割面可以被成形为具有一个或多个不垂直于基底的中心轴的平面工作表面、具有一个或多个弯曲表面(例如圆顶形状)、具有一个或多个非平面的工作表面、或具有两种或多种这些类型的表面的组合。此外,一层或多层耐磨材料不必制成均匀的厚度。基底和施加到基底上的一层或多层耐磨材料可形成任何数量的形状,例如脊或锥形。但是,用切割器中心轴为这些类型的切割器指定定向的惯例仍然可以被使用。但是,对于具有倾斜切割面或工作面的切割器,可以使用垂直于切割面,或垂直于面或工作面的定向的矢量来指定切割器的轴,从而确定切割器的侧倾角和后倾角。

[0014] 正的侧倾角将趋向于将被切割器剪断或折断的地层块推向钻头的周边,使其远离钻头的旋转轴或中心。负的侧倾角倾向于将切屑向内推向旋转轴,从而进入钻井液流,该钻井液在形成在每个刀片前面的钻头的面上的垃圾槽或通道中的喷嘴中流出。与具有更向内的侧倾角的切割器放置在具有更向内的侧倾角的切割器旁边可有助于将切屑分开。

[0015] 图1B的曲线142表示图1A的钻头的切割轮廓,单独的切割器112、114和116的切割面的外径分别由圆形切割器面轮廓144、146和148表示。通过将它们各自的位置旋转到零度角旋转径向线120(图1A)并将它们投影到旋转轴118和零度角旋转径向线120所在的平面中来形成切割器的轮廓。钻头切割轮廓曲线142在一个点处接触每个切割器。切割轮廓通常表示在钻头穿透地层时由钻头形成的钻孔中的预期横截面形状。但是,当将重物放在钻头上使其穿透地层并推进孔时,随着绕钻头中心轴旋转,切割器的实际路径将趋于螺旋形。注意,为了简化图示,切割器面轮廓144、146和148中的每个都假定切割器没有任何后倾角或侧倾角。如果切割器有任何后倾角或侧倾角,则PCD层的外径到通过该切割器的径向线的平面的投影将是椭圆形的。

[0016] 随着钻头旋转, 钻头上的切割器共同为岩层提供一个或多个切割轮廓, 从而剪切地层。通过旋转切割器来定义切割轮廓, 切割器旋转通过一个平面, 该平面从钻头的旋转轴外延伸。与单独的切割器的每个轮廓相切的线是钻头的切割轮廓。切割器在切割轮廓中的径向位置是垂直于旋转轴并从旋转轴延伸到切割器轮廓与钻头切线相切的点的距离。它不是由切割器在钻头的面上的角度或旋转位置决定的。钻头上的切割器通常是连续编号的, 第一个切割器是最接近钻头中心的切割器, 每个连续编号的切割器是下一个最接近的切割器。数字将形成一个螺旋形图案, 切割器位于同一径向位置, 并以与螺旋形图案一致的方式连续编号。

[0017] 旋转刮刀钻头可具有多个切割轮廓, 例如主切割轮廓和一个或多个次切割轮廓。主切割轮廓由完成了大部分破坏地层的工作的切割器组成。主切割器对地层的暴露最大。切割器的暴露程度通常是切割器在刀片 (切割器安装在刀片上) 上方延伸的距离的函数。主切割器还将沿着每个刀片的前缘放置, 与垃圾槽相邻, 以便它们可以受益于循环介质的作用 (在大多数情况下为钻井液) 来清除切屑并冷却切割器。次轮廓通常具有较低的露, 并且旨在减少工作量。备用切割器安装在同一刀片上、在相同的径向位置直接在主切割器后方, 其具有比主切割器低的暴露, 因此位于次轮廓上。当主切割器发生故障或磨损到备用切割器开始与地层接合的点时, 备用切割器与地层接合。通常, 切割轮廓上的每个径向位置都有一个切割器。然而, 钻头设计者可以在切割轮廓上的相同径向位置上设置两个或多个具有相同暴露的切割器, 例如, 两个主切割器或两个备用刀。备用切割器通常设置在距用于备用的切割器相同的径向位置 (相同的径向距离), 但它们位于不同的轮廓上。

[0018] 现参考图1C, 点150是切割器的主轴线, 在该实例中被假定为切割器的中心轴, 与切割面的平面部分相交的点。在下面的描述中, 该点可以用作定义切割器的侧倾角和后倾角的参考系的原点。线152代表侧倾角轴线, 该侧倾角轴线是切割器其旋转以建立侧斜的轴线。侧倾角轴线在切割器面直径或轮廓144的投影接触钻头切割轮廓曲线142并延伸通过点150的点处垂直于切割器轮廓的切线。横切切割器主轴线并平行于旋转轴线118的线154表示切割器的侧倾角轴线。侧倾角轴线152和侧倾角轴线154之间的角度156与切割器轮廓角有关。切割器围绕侧倾角轴线152的旋转角度 (未示出) 是其侧倾角。线158代表切割器的后倾角轴线。切割器围绕此轴线的旋转定义了切割器的后倾角。后倾角轴线与切割器的主轴线和侧倾角轴线152正交。

[0019] 线160代表用于切割轮廓和用于指定切割器的角位置的零角度。切割轮廓的部分162对应于PDC钻头的实例的锥形。此部分中的轮廓角介于270度和360度 (或零) 之间。轮廓角从旋转轴118开始向360度增加, 并在线160向零度轮廓角移动。钻头的鼻部通常对应于切割轮廓的部分163, 其中轮廓角接近零度。轮廓的部分164对应于钻头的肩部。轮廓角在此部分中迅速增加, 直到达到190度。在切割轮廓的部分166内, 对应于钻头的保径部部分, 切割轮廓大约为90度。

[0020] 实际上, 安装有较大侧倾角的切割器在旋转时会与地层成一定角度。没有较大侧倾角的切割器往往会直冲地层。定向成具有较大侧倾角的切割器会倾向于更有效地切割并切穿岩石, 从而减小钻头上的反作用扭矩。这可以导致更好的稳定性和对钻头表面的控制。带有负侧倾角的切割器也可以通过将切屑推入液压流路以增强排出性能, 从而增强对切屑的排出。带有侧倾角的切割器组倾向于在钻头上产生侧向力。此外, 可以以这样的方式设置

两在刀片上或切割轮廓上的个或多个切割器的侧倾角,该方式通过将作用一个切割器的侧向力通过位于钻头上的具有明显不同的侧倾角的另一个切割器或一组切割器传递回地层中,从而趋于减少钻头振动并提高切割效率。

### 发明内容

[0021] 所要求保护的主体涉及具有用于在岩石中形成井孔的具有固定切割器的改进的井下工具的一个或多个方面。这些改进允许更多的侧倾角,并且在某些情况下,还可以在刀片上放置固定的离散切割器。下面结合体现改进的一个或多个方面的旋转钻头的代表性示例来描述改进的各个方面。以下是本公开的简要概述,并且不旨在对要求保护的主体范围的任何限制。

[0022] 沿刀片的前缘安装主切割器的最小间距要求不仅限制了主切割器可旋转以增加侧倾偏角的量,而且还限制了刀片上的两个切割器(尤其是两个相邻切割器)可以具有的侧倾角的差的大小。最小间距要求对于确保以削弱安装座和刀片的结构完整性的方式将切割器安装在刀片内的凹槽中是必需的。至少在不减少切割器数量或不增加切割器在切割轮廓上的径向间距的情况下(这两种都是不期望的),最小间距要求因此限制了侧倾角可用于产生抵消侧向力的程度。

[0023] 此外,使安装在旋转刮刀钻头的锥形区域中的主切割器定向成具有产生抵消侧向力的侧倾角,与在钻头上其他位置的切割器的类似定向相比,在阻尼钻头振动和提高切割效率方面趋于更加有效。安装在PDC锥形区域中的主切割器用于推进井孔,并通常先于PDC钻头的鼻部和肩部区域中的切割器穿透并接合地层。然而,旋转刮刀钻头的锥形区域往往相对较小且拥挤。不希望增加切割器之间的间隔以适应较大的侧倾角,从而限制了侧倾角的程度,以产生抵消侧向力的理想效果,否则可能会最有效地施加侧向力。

[0024] 在一个代表性的实施例中,一种旋转刮刀钻头包括多个细长的刀片,在这些细长的刀片上以固定的位置和固定的定向安装有离散的切割器。刀片中的至少一个具有两个或更多个彼此旋转偏移的部分。该偏移量在刀片上提供了更多空间,可将一个或多个安装在刀片前缘上的主切割器旋转到更大的侧倾角或设置多个主切割器,从而在刀片上的切割器之间产生更大的侧倾角差无需减少刀片上的切割器数量或更改切割器尺寸。该偏移量还允许旋转刀片上的相邻切割器,以具有更大的侧倾角差。较大的侧倾角将倾向于在钻头上产生具有较大侧向分量的反作用力,从而在钻头上产生较大的侧向力,当被抵消时,作用在钻头上的较大的侧向力倾向于进一步改善钻头振动的衰减和/或切割效率。该特征对于旋转刮刀钻头的锥形区域中的主切割器可能是特别有利的,但不限于该区域。

[0025] 在其他实施例中,旋转刮刀钻头包括多个细长的刀片,在该多个细长的刀片上以固定位置和固定定向安装有离散的切割器。刀片中的至少一个具有两个或更多个彼此旋转偏移的部分。与传统刀片上的一对相邻切割器相比,偏移刀片允许的偏移刀片上的具有定向成产生抵消侧向力的侧倾角的一对相邻主切割器之间的径向距离缩短。该对中的一个主切割器是偏移刀片的内刀片部分上的最后的主切割器的位置,而该对中的第二主切割器是第二刀片部分上的第一主切割器。同一刀片上切割器之间的径向距离较短,将有助于改善由每个切割器上的侧倾角产生的侧向力的平衡。一般而言,通过用侧倾角产生侧向力的理想效果可以随着平衡切割器越靠近产生侧向力的切割器时而增加。可以更好地平衡由侧倾

角引起的作用在钻头上的侧向力。最小间距要求限制减小刀片上相邻切割器的径向间距。尽管增加了角度间隔,但可以通过不同刀片上的切割器来减少切割器之间的径向间距。然而,由于切割器重叠,在钻头轮廓内的切割器密度太大往往会降低钻进速度。考虑到钻头轮廓上的切割器密度,可能会限制定位切割器,以改善在给定的侧倾角差下切割器产生的抵消侧向力的效果。偏移刀片允许正在平衡的一对刀具之间的同一刀片上的径向间距更小,而不会使它们在切割轮廓上重叠或大幅增加切割器密度。此外,可以增加成对切割器中的侧倾角的量,并因此也增大侧倾角的差,这也将趋于增加来自平衡的侧向力的阻尼钻头振动和/或切割效率的效果。

[0026] 在又一代表性实施例中,PDC钻头包括多个刀片,其中至少一个是主刀片,该主刀片包括相对于彼此径向和旋转偏移的至少两部分:一个内部部分和一个外部部分。内刀片部分和外刀片部分均具有沿其前缘安装的多个主切割器,外刀片部分上的最内主切割器与内刀片部分上的最外主切割器至少部分重叠。部分重叠允许在每个刀片部分上的切割器间隔更大,而不必减少切割器的数量,并且还允许在钻头的主切割轮廓上处于相同位置的两个相邻的切割器位于同一刀片上,以具有相对较大的侧倾角差,并进一步减小了同一刀片上的切割器之间的距离,从而通过抵消由切割器的侧倾角差引起的侧向力来改善阻尼钻头振动和/或切割效率的效果。

[0027] 下文更全面地描述了体现这些和其他特征及其各自优点的井下工具的非限制性代表性示例。

## 附图说明

[0028] 图1A表示旋转刮刀钻头的正面的示意图。

[0029] 图1B表示PDC钻头的切割轮廓的示意图。

[0030] 图1C表示图1B的切割器的一个的示意图。

[0031] 图2A表示用于典型PDC钻头的刀片上的切割器的切割轮廓。

[0032] 图2B表示图2A的切割轮廓中所示的切割器的三维几何形状的二维描述。

[0033] 图3是PDC钻头的示例的正面图,该PDC钻头代表具有固定切割器的旋转刮刀钻头,并且更一般地,是具有布置在刀片上的固定切割器的用于岩石切割的井下工具。

[0034] 图4是PDC钻头的第二代表性示例的正面图。

[0035] 图5A是安装在偏移刀片上的切割器的第一实例的切割轮廓。

[0036] 图5B示出了对应于图5A的切割轮廓的三维切割器几何形状。

[0037] 图6A表示偏移刀片的切割器几何形状的第二实例的切割轮廓。

[0038] 图6B示出了对应于图6A的切割轮廓的切割器几何形状。

[0039] 图7示出了偏移刀片的第三实例的切割器几何形状。

[0040] 图8A至图8J是描述了切割器位置描述与侧面倾斜度,例如侧倾角或侧角,并表示在具有固定切割器的钻土工具的刀片或切割轮廓上的这种角度的方案或图案的实例的图。

[0041] 图9A是描述了主切割器径向位置与位于具有偏移刀片的PDC钻头的实例上的切割器的侧倾角(以度为单位)的图。

[0042] 图9B是描述了图9A的实例的切割器号与侧倾角的图。

[0043] 图10A是描述了切割器径向位置与位于具有偏移刀片的PDC钻头的第二实例上的

切割器的侧倾角(以度为单位)的图。

[0044] 图10B是描述了切割器编号与图10B的示例性侧倾角方案的侧倾角的图。

### 具体实施方式

[0045] 在下面的描述中,相同的标号表示相同的元件。

[0046] 现在参考图2A和2B所示,在钻头的特定刀片上的主切割器将被安装在钻头的主切割轮廓上。图2A和图2B描述了常规的PDC钻头的切割器几何形状的代表性示例以及相对于钻头的主切割轮廓的刀片上的切割器的切割器轮廓。将多个(在该实例中为八个)固定的主切割器212-224(加上一个在图2B中看不到的附加切割器)描述为将它们安装在PDC钻头(未示出)的刀片上(未示出)上的位置和定向。切割器在三维坐标系中的位置及其定向包括切割器几何形状。因此,该图表示刀片的切割器几何形状。在该代表性实例中,切割器212和214在鼻部区域中;切割器216和218在钻头的鼻部区域或钻头的区域中;切割器236、238、240和242位于肩部区域或区域中。

[0047] 钻头的主要切割轮廓由线210指示。当主切割器围绕钻头的旋转轴旋转通过与旋转轴重合的假想平面时,通过主切割器限定用于钻头和用于刀片的主切割轮廓。单独的个切割器的轮廓228-242为圆形或椭圆形,并指示切割器的径向位置以及每个切割器当其穿过平面时的切割面的周边(形状和尺寸)。

[0048] 在附图中,每个切割器的单独切割轮廓是投影,并且将不指示包括切割面的一个或多个表面的轮廓。切割面可以包括多个表面。此外,整个切割面通常不会被用来破坏地层,尽管当它们从地层卷曲时,大部分或大部分可能会接触到切屑。工作表面的尺寸和形状将由许多因素决定,包括地层的类型、钻头的重量、切割器的暴露程度(切割器在刀片上方延伸的高度)以及刀片或限制切割深度的钻头上的其他位置上的部件。

[0049] 与代表单独切割器的切割轮廓的圆228-242相切的线210代表刀片的切割轮廓,并且与钻头的切割轮廓对准并对应。钻头上的所有主切割器都安装在同一轮廓上,即主切割轮廓上。在同一切割轮廓中的钻头的其他刀片上的每个其他切割器的单独切割轮廓将在它们通过假想平面旋转时与该线相切。

[0050] 在图2B中只能看到八个切割器中的七个,由于从该角度遮挡了与切割器224相对于的第八个切割器。图2B包括图2A的轮廓的呈现,如从创建该呈现的透视图所示。定向为具有非零侧倾角的切割器倾向于具有在刀片或钻头切割轮廓以及切割轮廓中更窄(更椭圆形)的切割轮廓,而在图2B的三维切割器几何视图中示出的切割器的切割轮廓将相对于切割轮廓的平面旋转。刀片上的任何备用切割器(未示出)将位于或可能位于不同的切割轮廓上。

[0051] 图3表示PDC钻头310的正面图,其是旋转刮刀钻头的非限制性的代表性实例。PDC钻头310具有安装在多个刀片上的多个切割器(PDC或其他类型)。该特定实施例具有六个刀片,其中三个是主刀片。其他三个是次刀片。主刀片从旋转轴线301的中心附近穿过锥体、鼻部和肩部区域延伸到钻头的保径部。在该实例中,每个都是偏移刀片326。次刀片336从钻头的鼻部区域延伸穿过肩部区域,然后至钻头的保径部。它们没有偏移。在可选实施例中,一个或多个刀片是偏移刀片。除非另外具体说明,否则本文公开的改进的各种特征或方面不限于具有特定尺寸或数量的切割器或刀片的钻头。

[0052] 传统刀片的前缘是曲线的,在该处,刀片的前壁过渡到刀片的顶表面并沿前缘安装主切割器。然而,每个偏移刀片具有前缘,该前缘具有明显的台阶或后退(set back),在该处从第一刀片部分过渡到第二刀片部分。第一前缘部分的远端从第二前缘部分的近端旋转或成角度地偏移,从而形成台阶或偏移,使得第一刀片部分上的最后的切割器(径向最远)的角度位置和第二刀片部分上的第一切割器的角度位置之间的角度位置的差远大于第一刀片部分上的最后两个切割器的角度位置的差和在第二刀片部分上的前两个切割器的角度位置的差。在所示的实施例中,偏移刀片是连续的,在偏移发生的刀片的壁上没有间隙。然而,在可选实施例中,可以在刀片部分之间形成小的间隙。

[0053] 每个偏移刀片具有七个切割器312-324,它们是主切割器。它们沿着偏移刀片的前缘安装,邻近于沿偏移刀片的长度延伸的通道或“垃圾槽”334的一个。偏移刀片326还可在钻头310的保径区域中具有切割器,在该实施例的该视图中不可见。在该实例中,每个偏移刀片326是一个连续的刀片,该连续刀片在刀片几何形状上沿着刀片的正面或前壁具有偏移。在该实施例中,偏移在切割器316和切割器318之间。该偏移产生两个刀片部分:第一(或内部)刀片部分和第二(或外部)刀片部分,第一(或内部)刀片部分更靠近钻头的中心线或旋转轴线401以及延伸穿过钻头的锥形区域到达偏移处,第二(或外部)刀片部分从偏移处延伸,通过鼻部和肩部区域延伸到钻头的保径部。第二刀片部分的近端从第一刀片部分的远端径向地(从旋转轴线向外)并且成角度地移位。在该实例中,偏移刀片326中的偏移大约发生在钻头的锥形区域过渡到钻头的鼻部区域的位置。但是,例如,在其他实施例中,偏移可以发生在钻头的其他区域中或附近,例如在鼻部或肩部中,或在鼻部到肩部的过渡处。此外,钻头的可选实施例可以具有一个或多个或全部的偏移刀片,该偏移刀片具有一个以上的偏移和不同数量的偏移。例如,偏移刀片可以具有三个部分:第一、第二和第三部分,其中在第一两个部分之间具有第一偏移,并且在第二和第三部分之间具有第二偏移。此外,钻头上的一个或多个偏移刀片可以具有一个偏移;例如,一个或多个其他偏移刀片可能具有两个偏移。钻头上的一个或多个其他偏移刀片可具有三个或多个偏移。

[0054] 次刀片336用于增加钻头的鼻部和肩部中的钻头的切割器密度。这些区域中的切割器通常完成形成井孔的大部分工作。随着钻头向井下推进,相对于锥形区域,更多的材料必须从这些区域中的井孔去除,因为相对于锥形区域这些区域的半径较大,导致必须清除的岩石表面积更大。次刀片允许在一个区域中暴露的切割器数量与必须从该区域去除的岩石的面积保持平衡。每个次刀片具有在该视图中可见的四个主切割器338-344,并且可以在钻头310的保径区域中具有被遮挡的切割器。切割器338-344各自在钻头310上具有固定位置。特定切割器的固定位置由其上安装切割器的刀片、距钻头的旋转中心的轴向距离以及切割器在钻头的面上的相对径向位置确定。每个切割器还具有固定的定向:后倾角和侧倾角。

[0055] 钻头310还具有位于多个通道或垃圾槽334中的多个喷嘴328-332。垃圾槽334位于每个刀片的前面,并且由刀片的前壁和其所跟随的刀片的后壁限定。喷嘴328-332引导通过未示出的钻柱泵送的钻井液流向切割器,以从钻头的面冲洗钻屑。垃圾槽334创造了用于收集和排出岩屑的空间,垃圾槽引导钻井液和岩屑的流向径向向外,然后向上通过保径区域并进入井孔侧壁与钻柱之间的环空(未示出)。

[0056] 喷嘴330位于偏移刀片326的第一刀片部分(内部)的前面。来自每个喷嘴330的钻

井液主要用于清除沿每个偏移刀片326的第一刀片部分的前端安装的主切割器的切屑,在该实例中,主切割器为切割器312、314和316。其次,来自每个喷嘴330的钻井液旨在提供冷却并管理沿着每个偏移刀片326的第一刀片部分的前端安装的主切割器的工作温度,在该实例中,主切割器是切割器312、314和316。因此,喷嘴330被定向成使得钻探流体流过这些切割器312-315的面并且向下流过位于偏移刀片的前面和在其前面的次刀片326的后侧之间的垃圾槽334。

[0057] 喷嘴328被分别塞入形成在由偏移刀片326中的偏移形成的刀片的前壁中的拐角中。每个都沿第二刀片,每个偏移刀片的部分,引导钻井液朝向切割器318、320、322和324的面,切割器318、320、322和324是沿偏移刀片的第二刀片部分的前缘安装的主切割器。

[0058] 喷嘴328相对于喷嘴330向后旋转偏移且径向向外。因为每个喷嘴328相对于喷嘴330旋转地移位,所以来自喷嘴328的流体流动趋向于不干扰来自喷嘴330的流体流动,或者与其不旋转地移位相比,其干扰较小。喷嘴330的目的是使来自喷嘴的钻井液流过偏移刀片326的第一部分中的切割器312、314和318的面之后,倾向于与那些切割器产生的钻屑一起流经位于刀片336的背面和喷嘴328之间的区域。来自喷嘴328的流体主要流过切割器318、320、322和324的面,然后沿着偏移刀片326的第二刀片部分的前壁或前缘继续进入钻孔的环形空间。

[0059] 图3中的钻头310的偏移刀片326和次刀片336的特点在于分别位于刀片背面上、在沿着刀片的前缘布置的切割器后面的倾斜表面346和348。钻头的主体的切割面,特别是刀片的顶表面,用于限制切割器进入地层的穿透。主切割器在刀片顶部或钻头的限制切割器可穿透岩石的距离(这称为切割器暴露)的其他部件或方面的上方延伸。通常,较高的暴露将允许主切割器更深地穿透到地层中,这会增加钻头穿透地层的速度(钻进速度或ROP)来推进钻孔。另一方面,如果主切割器的暴露太高,则可能会出现其他问题,这些问题可能会延迟钻进速度或导致切割器过早损坏,并最终损坏或破坏钻头。因此,选择暴露以优化ROP,同时保持可接受的可靠性。在高ROP时,刀片顶表面的后部可能在顶表面的前部接触地层之前接触地层,从而导致增加的摩擦力,并且可能还比钻头所能达到的穿透更浅。倾斜表面346和348去除了一些刀片,而基本上没有削弱刀片,否则在高ROP期间每个刀片的背面可能会接触地层。代替倾斜表面,可以替代一个台阶或一系列台阶,但可能会增加制造难度和/或降低刀片强度。

[0060] 图4描述了类似于图3中描述的实例的PDC钻头410的另一实例。它旨在以旋转刮刀钻头的形式来代表实施例,更具体地说是PDC钻头。它具有许多相似的部件。钻头410和钻头310(图3)的基本物理结构相似。它具有是偏移刀片的主刀片:具有主切割器412-424的偏移刀片426;以及偏移刀片450,每个均具有主切割器452、454、456、458、460、462和464。偏移刀片450每个均具有与图3的实施例中所示的偏移刀片326的几何形状的特征相似的特征的几何形状。(但是请注意,切割器的布局和切割器的定向并不完全相同。)钻头410具有三个次刀片436,每个具有切割器,切割器452-464。这些刀片没有偏移并且具有类似于图3中的非偏移的次刀片336的刀片几何形状和切割器布局。喷嘴428-432以类似于在图3的实施例中的喷嘴328、330和332分别定位在垃圾槽334中的方式定位在垃圾槽434内。它们以类似的方式起作用。放置在偏移刀片426的前壁中的拐角内的喷嘴428定位为使得钻井液到达主切割器418。倾斜区域446和448在功能和几何形状方面类似于图3中的钻头的倾斜表面346和

348。

[0061] 尽管它具有许多相同的特征,但钻头410的偏移刀片426具有与其他偏移刀片450不同的偏移刀片几何形状和切割器布局。简而言之,差涉及偏移刀片426的第一刀片部分(内刀片部分)的最后的主切割器(即主切割器416)与偏移刀片426的第一主切割器(即主切割器418)的切割轮廓部分重叠。

[0062] 现在参考图3和图4,在这些实例的每个中,主切割器沿偏移刀片和非偏移刀片的前缘的侧倾角可以设定为具有较高的侧倾角。旋转切割器可使其切割面与地层成一定角度。当与地层成一定角度时,当切割器接合地层时,切割器将倾向于随切割器在钻头上产生反作用侧向力。在钻头上选择性地定向两个或更多个切割器以在钻头上产生抵消侧向力可以抑制振动,增加钻进速度和/或改善钻头的可操纵性。在所示实例中,沿着每个偏移刀片的两个或多个相邻主切割器的侧倾角可被设定为在与地层接合时引起沿刀片产生相反或抵消侧向力。此外,沿着一个刀片的一个或多个主切割器可以与具有不同侧倾角的其他刀片上的一个或多个切割器配合或协作,从而在钻头上产生以抑制钻头振动的方式彼此抵消的反作用侧向力。例如,这些可以是在不同刀片上的径向相邻或重叠的主切割器。或者,例如,可以选择在钻头上的两组或更多组主切割器中的每组内的主切割器的侧倾角,以产生相互抵消的侧向力,以抑制侧向振动或改善方向控制和可操纵性。切割器按照例如切割轮廓内的径向位置、它们所位于的钻头区域(例如锥形、鼻部、肩部)、角度位置、沿刀片的位置、沿刀片或在钻头的切割轮廓中的邻接关系或两个或多个这些参数的组合来进行分组。

[0063] 旋转以使其具有侧倾角(朝着旋转轴向内或朝着保径部向外倾斜)的主切割器比没有侧倾角的切割器需要更多的空间,这是因为切割器具有长度(沿中心轴线测得)和直径(基底和切割面)。还需要最小的间距以形成在刀片内形成的用于安装具有足够强度的切割器的凹穴或凹口。此外,在被同一刀片上的切割器相邻去除的区域之间的地层区域必须由其他刀片上的主切割器去除。刀片上的相邻主切割器之间的分离太大是不希望的,尤其是在PDC钻头的锥形区域中,锥形区域中切割器的密度较低。因此,在不减少刀片上切割器的数量、限制同一刀片上至少相邻切割器的侧倾角和/或必须进行可能对钻头性能产生不利影响的权衡的情况下,可以设置切割器的侧倾角的量是有限制的。

[0064] 现在参考图3,每个偏移刀片326的外刀片部分上的第一主切割器318相对于内刀片部分上的最后的主切割器316向后退足够远,以允许更大的间距旋转内刀片部分上的切割器以增加侧倾角,而不受切割器318限制。因此,与具有这些长度的非偏移刀片和相同数量的相同尺寸的切割器相比,该偏移不仅允许内刀片部分上的主切割器314-316有更多的空间以允许内刀片部分上的任意一个或多个切割器具有更大的侧倾角,而且允许也可用于在任意两个相邻对之间或在任何两个或多个对之间的侧倾角的差较大,而不必移动主切割器318的径向位置。

[0065] 在所示的实例中,主切割器314看起来比切割器312和316更向内旋转,并且因此具有更向内的侧倾角,其中切割器314相对于切割器312向内旋转,并且切割器316相对于切割器314的侧倾角向外旋转。所有三个主切割器均位于刀片的锥形区域中。

[0066] 与具有相同切割器和尺寸钻头直径的非偏移刀片相比,该偏移还允许最后的主切割器316旋转到相对较高的侧倾角,而(1)不受外刀片部分上的第一主切割器318的限制或(2)不必改变内刀片部分上的主切割器312和314和/或主切割器318的径向位置或侧倾角。

此外,刀片中的偏移使主切割器318旋转地向后移动,并使切割器316的侧面暴露于地层,以提供与地层的额外的侧向接触点,这可用于改善钻头稳定性。该偏移还允许外刀片部分上的第一主切割器318的侧倾角比其他方式可能的更高(非零),和/或与非偏移相比,其径向位置稍微向内移动。出于类似的原因,偏移允许主切割器有更大的间距和更大的侧倾角,和/或在偏移的外刀片部分上的两个或多个相邻主切割器或任意两个主切割器之间的侧倾角有更大的差。最后,该偏移还允许在内刀片部分上的最后的主切割器316和外刀片部分上的第一主切割器318之间的侧倾角的差更大。由于刀片326中的偏移,切割器316和318旋转地偏移,切割器316和318旋转地偏移,切割器316和318旋转地偏移到它们可以被旋转而不会影响另一个的定向的程度。

[0067] 现在参考图4,偏移刀片426和450类似于钻头310的刀片326(图3)并且具有相同的优点。然而,偏移刀片426还展示出额外的优点,即,其可容纳主切割器在偏移刀片上的至少部分重叠。相对于图3的偏移刀片326的刀片部分之间的角度或旋转偏移的程度,内刀片部分的远端与外刀片部分的近端之间的角度偏移或台阶的程度更大。图3中的刀片和图4中的偏移刀片450被示出。此外,内刀片部分的远端与外刀片部分的近端重叠。这种结构允许主切割器416的切割轮廓,即刀片426的偏移的内刀片部分上的最后的切割器,至少部分地与在刀片426的偏移的外刀片部分上的第一主切割器418的切割轮廓重叠。因此,主切割器416和418的侧倾角可以分别设置而不必担心它们之间的间隔。

[0068] 因此,偏移刀片426允许主切割器在同一刀片上重叠。主切割器418对地层的暴露与刀片上的其他主切割器相同,并且在钻头的主切割轮廓上。它还可以进入垃圾槽434和在垃圾槽434内流动的钻井液,以排出其产生的钻屑。此外,刀片的几何形状允许主切割器416和主切割器418分别旋转到甚至比在其他偏移刀片的一个上可能的更大的侧倾角。这些切割器不会互相干扰,因此即使它们在同一刀片上,也不会旋转程度上互相限制。此外,重叠允许额外间隔内刀片部分和/或外刀片部分。偏移刀片的每个刀片部分上的更多空间允许每个刀片部分的一个或多个主切割器的侧倾角更大,并且允许相邻切割器之间的侧倾角也更大。

[0069] 现在除了图4,也参考图3,图3的PDC钻头310和图4的410是具有切割器侧倾角方案的旋转刮刀钻头的实施例,用于产生趋于抑制振动、提高切割效率、提高ROP和/或以其他提高钻头性能的反作用侧向力。这样的切割器方案可以体现以下一个或多个:

[0070] (1) 安装在一个或多个偏移刀片的一个或多个前缘上具有侧倾角的一对或一组三个或以上主切割器,可在钻头上产生抵消侧向力。在一个实施例中,该对或组切割器安装在相同的偏移刀片上,或者在另一实施例中,安装在不同的偏移刀片上。如果它们在不同的偏移刀片上,则该对或组三个或以上切割器可以位于钻头的主切割轮廓上的径向相邻位置。在一个实施例中,该对或组切割器是在相同偏移刀片上彼此相邻以及可选地在钻头的主切割轮廓上的径向相邻位置和/或在主切割轮廓中部分或完全重叠的主切割器。像偏移刀片426这样的偏移刀片允许主切割器既在偏移刀片上相邻又在径向相邻的位置上和/或在切割轮廓中部分或完全重叠。

[0071] (2) 一个偏移刀片上的具有侧倾角的一组两个或多个主切割器设置为在钻探期间在钻头上产生抵消侧向力。该组中的所有切割器都可以位于以下位置之一:在钻头的锥形部分中;在偏移刀片的偏移的相对侧;在偏移刀片的第一或内刀片部分上;或在偏移刀片的第二或外刀片部分上。在一个实施例中,该组中的切割器在偏移刀片上彼此相邻,并且在另

一实施例中不相邻。偏移刀片上的主切割器可能具有非零的侧倾角。非偏移刀片上的主切割器,包括次刀片,也可以具有一组这样的—个或多个切割器。此外,偏移上的—个或多个主切割器和—个或多个非偏移刀片可形成具有侧倾角的一组切割器。

[0072] (3) 一组三个或三个以上切割器中的三个切割器,侧倾角的极性(正和负、正和零、负和零)变化,或者通过相对于另一个向内或向外旋转来改变切割器的侧倾角(高正和低正、高负和低负)。例如,如果有三个切割器,则第二个切割器相对于第一个切割器侧向向外旋转,而第三个切割器则相对于第二个切割器向内旋转。切割器可以沿着刀片彼此相邻,在切割轮廓上彼此径向相邻,或者可能两者。

[0073] (4) 一对相邻的切割器具有侧倾角,侧倾角为高正和低正、负和正、高正和低正、高负和低负、负和零、或正和零,且彼此相对或彼此远离。

[0074] (5) 具有侧倾角的多组三个或更多切割器被设置成在钻头上产生抵消侧向力。—组中的切割器的侧倾角,特别是在刀片上或在切割轮廓中相邻的侧倾角,可能会改变极性或在它们之间表现出较大的变化。

[0075] (6) 在特定区域中在钻头上或在一个刀片上或在钻头的多个刀片上的所有主切割器具有双峰或具有多个最大值的侧倾角分布(在每个侧偏角或侧偏角范围内的切割器数量)。区域或特定刀片的实例包括:位于锥形,锥形和鼻部,鼻部和肩部,或锥形、鼻部和肩部区域中的所有主切割器;偏移刀片区域内的所有此类主切割器;任何两个刀片上的所有主切割器;—个或多个偏移刀片上的所有主切割器;—个或多个偏移刀片和—个或多个非偏移刀片上的所有主切割器;在两个或多个偏移刀片上的所有主切割器;和钻头上的所有切割器。

[0076] (7) 如果沿着刀片径向相邻或在钻头切割轮廓的至少部分或区域中径向相邻的至少三个以及多至所有的切割器之间的侧倾角差的大小大部分,并非总是,非零且大小相对恒定和/或不小于某个值。在不同的实施例中,差是3度或更多度;5度或以上,正负两度;至少7度。在不同的实施例中,这些差的平均值为至少3度;优选地,为3度;至少5度;以及至少7度。在偏移刀片上具有主切割器,可以使这些差的值,差的最小值和/或这些差的平均值大于常规刀片。区域的实例包括:位于锥形,锥形和鼻部,鼻部和肩部中的至少偏移刀片上的所有主切割器;以及锥形,鼻部和肩部区域。

[0077] 旋转刮刀钻头的前述实施例中的每个可具有两个或更多个固定切割器的组中的两个切割器,两个固定切割器可以在切割轮廓上或在刀片上在径向上相邻,并且具有大的侧倾角差。在一个实例中,两个切割器的侧倾角之间的大的差至少为4度或更大;在另一个实例中,至少7度或更大;在另一个实例中,为10度或更大;在另一个实例中,至少为13度或更大。

[0078] 除非另外指出,否则第一切割器和第二切割器之间的侧倾角之间的差为负表示第二切割器比第一切割器更向内转动。如果为正,则意味着第二个切割器比第一个切割器转弯更向外转动。因此,从-2度到+2度或从-11到-7的变化是+4度的差。从+2到-2度的变化或从11到7的变化是-4度的差。但是,如果未指示极性,则应将变化或增量解释为定标器量,而不考虑变化方向。此外,“小侧倾角”和“大侧倾角”分别是指角度的标量值,意味着从零角度开始的侧转量。因此,说切割器具有高或大的侧倾角意味着它具有大数值的负侧倾角或正侧倾角。

[0079] 图5A和图5B描述了具有类似图3和4中的偏移刀片326和450的偏移刀片几何形状的旋转钻头(未示出)的偏移刀片(未示出)上的切割器512、514、515、518、520、522、524和526的切割器几何形状(图5B)。切割器512-526被描述成当它们沿着偏移刀片上的前边缘安装时的情况,其中偏移位于切割器516和518之间。相对于钻头的主切割轮廓510,分别示出了与每个切割器512-526的切割面相对应的轮廓528-542,其示出了每个主切割器都在主切割轮廓上。

[0080] 从图5B中,可以理解每个切割器的侧倾角。例如,切割器512具有正的侧倾角,其使切割器512的面侧向地向外定向。切割器514向内旋转并且具有负侧倾角。与切割器514相比,切割器516向外旋转。切割器的几何形状说明,偏移刀片的每个刀片部分(内部和外部)都为回转或旋转切割器提供了更多空间,以实现所需的侧倾角方案。从如图5A中可以看出,切割器的轮廓沿着刀片相对均匀地间隔开。然而,在它们之间没有偏移的情况下,切割器516的向外旋转和切割器518的进一步向外旋转将是不可能。如果切割器516和518在常规刀片上彼此相邻,则切割器516和最小间隔要求将干扰切割器516旋转至高侧倾角。

[0081] 图6A和图6B示出了沿着类似图4的偏移刀片426的偏移刀片(未示出)的前缘安装的主切割器612-626的切割器几何形状和切割器轮廓的实例。切割器612-616安装在偏移刀片的第一或内刀片部分上。切割器618-626安装在偏移刀片的第二或外刀片部分上。如分别对应于切割器612-626的轮廓628-642所指示的,切割器在主切割轮廓610上。如切割器轮廓632和634的重叠所指示的,主切割器616和618是部分重叠的,类似于图4中的偏移刀片426上的切割器416和418。此外,主切割器616和618的侧倾角的差相对较大,远大于传统刀片或如图3所示的偏移刀片上可能的。尽管在该实例中未示出,但是重叠的切割器可以允许将额外的切割器放置在偏移刀片的外刀片部分上。

[0082] 偏移刀片提供的额外空间可允许侧向倾斜方案,其中位于钻头的锥形区域中的偏移刀片的内刀片部分上的与刀片相邻的切割器612-616进行旋转或定向以给予它们的任意两个(相邻或不相邻)的侧倾角的差要比具有非偏移或常规刀片可能产生的倾角的差大,并且采用侧倾角方案,否则将是不可能的。侧倾角的较大差将趋向于在锥形的区域中对钻头产生更大的抵消侧向力,在锥形的区域中,抵消侧向力倾向于对阻尼振动和改善钻头的切割性能产生更大的影响。具体地,在该实例中,切割器612向外转动,切割器614向内转动以面向切割器612,切割器616向外转动,每个转动相当大的量。在不使切割器更多地间隔开并且可能必须减少切割器的数量,或者不将该方案应用到分布在多个刀片上的一组径向相邻的主切割器的情况下,具有较大的侧倾角变化的这种侧倾角方案,可能不可能在同一刀片上的切割器上,尤其是在锥形区域内。

[0083] 图7是旋转刮刀钻头,特别是PDC钻头,的偏移刀片(未示出)的切割器几何形状的另一实例。主切割器712、714、716、718、720、724和726沿着类似于偏移刀片426的偏移刀片的前缘安装,偏移位于刀片上的第三主切割器和第四主切割器(分别是切割器716和718)之间。与切割器相对应的切割器轮廓744、746、748、750、752、754、756和758表示它们位于钻头的主切割轮廓710上。如切割器轮廓748和750所示,主切割器716和718是相邻的。因为它们重叠,所以钻头设计者能够将切割器的侧倾角设置为相反的极性,从而使一个或两个侧倾角较高。在该实例中,作为刀片上的第三切割器的主切割器716具有负7度的侧倾角。切割器718的侧倾角为10度,相差17度。在这些切割器中,其中在非偏移刀片上并设置成接近将它

们安装在刀片上所需的最小间距,不可能在接近最小间距的侧倾角上实现如此大的差。第三切割器(切割器716)的最大负侧倾角为负一度,第四切割器(切割器718)的最大正侧倾角为五度,仅相差6度。

[0084] 图8A至图8G示出了用于旋转地表钻探工具(诸如PDC钻头或铰刀)上的固定切割器的侧倾角方案的各种实例,其示出或体现了在具有用于在工具上产生抵消侧向力的偏移刀片的钻头上可以使用的切割器之间的相对侧倾角或侧倾角变化的图案。x轴表示沿刀片的切割器的连续位置,或者在可选实施例中,表示切割器的连续径向位置或在钻头的切割轮廓中的切割器位置。偏移刀片可用于增加侧倾角和侧倾角的差。

[0085] 在一些实施例中,原点代表工具的旋转轴线,沿着x轴的连续位置代表更靠近工具主体的保径部并且更远离旋转轴线的位置。但是,图案可以从切割轮廓或刀片内的某个外部位置开始。钻头上的切割器数量至少部分取决于钻头的尺寸。因此,沿x轴指示的数据点的数量并非旨在进行限制,而是代表体现图案的实例的侧倾角方案可以用在具有偏移刀片的钻头上,偏移刀片用于在具有固定切割器的旋转地表钻探上产生抵消侧向力。y轴表示切割器的侧倾角。这些图并不旨在暗示刀片上或切割轮廓内的任何特定位置范围。此外,尽管假设主切割器用于示例性的侧倾角方案,但是它们在侧倾角方案中所体现的图案可用于侧倾角方案中的一排备用切割器或次切割轮廓上的切割器,或二者的组合。

[0086] 图8A表示侧倾角方案,其中相邻位置的至少三个切割器的侧前角的差异或变化是交替定向的。例如,切割器在第一位置的角度和切割器在第二位置的角度具有相反的极性。变化方向或差为负。在第二位置和第三位置中的切割器之间的变化是与从第一切割器到第二切割器的变化方向相反的方向。侧倾角增加,并且差为正。

[0087] 图8B的实例类似于图8A,除了由两个相关的图案850和852组成,它们彼此相反。在这两种图案中的每一种中,侧倾角从单独的切割器到具有相似侧倾角的一组两个或多个切割器的变化都是在一个方向上,然后从该组到单个切割器的角度变化是在相反的方向。

[0088] 在图8C的示例配置中,至少两个(在该实例中为4个)连续的切割器的组854内的侧倾角的差在第一方向上。该组中的角度逐渐增加,在此实例中从负到正。在两个或更多个切割器的下一个相邻组856中,侧倾角在该组内的切割器的相邻构件之间沿相反方向改变。在该实例中,角度减小,并且此外,它们从正角度减小为负角度。至少切割器的第三组858至少具有增加的角度,因此该组中的角度变化方向是正的。因此,该图案示出了相邻组切割器内变化方向的交替。

[0089] 图8D类似于图8C,除了侧倾角的变化遵循正弦曲线模式而不是线性模式之外。

[0090] 图8E示出了图案的实例,其中两个或多个连续的切割器的组860和862内的侧倾角是相似的,例如,全部相同的大小或全部为负或正,但是,每第三个或更多个切割器864具有不同的角度,例如,当组860中的角度为负时为正。角度在第一方向上从组860到切割器864改变,然后在切割器864和组862之间在相反方向改变。反转图案是可选实施例。具有一个侧倾角极性的切割器可以位于钻头的一侧,而具有相反极性的切割器可以位于钻头的另一侧。例如,一侧倾角将用于刀片1至3上,而另一侧倾角将用于在六个刀片钻头的刀片4至6上的切割器。

[0091] 图8F是用于钻头的图案的示例,其中例如,在钻头的锥形内的组866内的两个或更多的相邻的切割器的侧倾角为正,以及然后在相邻的组868中两个或更多个相邻的切割器

的组为负。第二组可以例如沿着钻头的鼻部和肩部。然后,侧倾角变为正。图案还示出了组中侧倾角的阶梯式减小或增加。

[0092] 图8G是阶梯式图案或配置的实例,其中侧倾角通常增加。在该实例中,侧倾角通常以非线性方式增加,但是角度的变化在增加的方向和中性方向之间摆动。在该实例中,正侧倾角的增加将钻屑逐渐推至钻头的外径,提高钻探效率。

[0093] 图8A至图8D的图案或配置的可选实施例包括反转图案。此外,尽管角度的极性(正或负)形成示例性图案的部分,但是在可选实施例中,角度的值可以正向或负向转换,而不改变分组中切割器的侧面的极性。在图8A的配置中,例如,切割器可以具有全部正侧倾角或全部负侧倾角,同时在切割器之间的差的方向上采用交替变化。此外,正方向变化和负方向变化的图案的交替可以首先在具有正角度的切割器之间发生,然后在具有正侧倾角和负侧倾角的切割器之间发生,然后在仅具有负侧倾角极性的切割器之间发生,所有这些都不会中断交替图案。另一个实施例是一种钻头,例如,钻头具有一个侧倾角的刀片1至3和具有相对或基本不同的侧倾角的刀片4至6,类似于图8E和8F的布置。该设计可以消除步行趋势,并且可以配置为在侧向上比更常规的设计更稳定。

[0094] 图8H和图8J是可选图案的额外的实例。在图8H中,侧倾角为正并且通常增加。但是,以某些频率,角度会减小。在此实例中,频率是序列中的每第三个切割器。但是,可以选择不同的频率,或者降低的发生点可以基于钻头或刀片的截面之间的过渡,例如在锥形和鼻部之间、鼻部和肩部之间、肩部和保径部之间的过渡,或在刀片偏移处。

[0095] 图8I是图8A的可选实施例,其中,侧倾角保持为正,但是以交替的方式增加和减小。

[0096] 图8I是图8A的可选实施例,其中,侧倾角保持为正,但是以交替的方式增加和减小。

[0097] 图8J示出了侧倾角变化的图案除了方向之外还可以包括切割器之间的侧倾角的变化大小的变化。

[0098] 图9A和9B描述了具有作为主刀片的偏移刀片的PDC钻头的示例的侧倾角方案,作为主刀片的偏移刀片具有用于其主切割器的体现图案的侧倾角方案,主切割器在钻头上产生倾向于减小或抑制振动(振动会降低钻头的切割性能)的抵消侧向力。PDC钻头是具有固定切割器和偏移刀片的旋转刮刀钻头的代表性非限制性实例。

[0099] 图9A描述了侧倾角和主切割器的径向位置。图9B描述了侧倾角和切割器数量。和相同主切割器的切割器数量。下表1给出了用于每个钻头的主切割器的侧倾角的数值、切割器号、刀片号和钻头轮廓区域(可用于确定切割器在刀片上的哪个区域)。该钻头具有三个主刀片,每个主刀片都是偏移刀片,并且刀片的偏移发生在每个主刀片上的第二和第三切割器之间的锥形区域内。

[0100]

切割器号	轮廓 角度 (度)	侧倾角 (度)	刀片号
1	锥形	8	1
2	锥形	3	5
3	锥形	5	3
4	锥形	1	1
5	锥形	5	5
6	锥形	1	3
7	锥形	5	1
8	锥形	3	5
9	锥形	5	3
10	锥形	-4	2
11	锥形	5	1
12	鼻部	-4	5
13	鼻部	5	4
14	鼻部	-4	3
15	鼻部	5	2
16	鼻部	-4	1

[0101]

切割器号	轮廓 角度 (度)	侧倾角 (度)	刀片号
17	鼻部	5	6
18	鼻部	-5	5
19	肩部	5	4
20	肩部	-4	3
21	肩部	5	2
22	肩部	-4	1
23	肩部	5	6
24	肩部	-5	5
25	肩部	5	4
26	52.49	-5	3
27	肩部	5	2
28	肩部	-5	1
29	肩部	5	6
30	肩部	-5	5
31	肩部	5	4
32	肩部	-5	3
33	肩部	5	2
34	保径部	0.01	1
35	保径部	0.01	6
36	保径部	0.01	5
37	保径部	0.01	4
38	保径部	0.01	3
39	保径部	0.01	2

[0102] 表1

[0103] 在该实例中,主钻的侧倾角沿钻头的切割轮廓在大小上交替或在大小和极性上交替。因此,在主切割轮廓上的径向相邻的切割器具有交替的侧倾角,这在侧倾角上提供了交替系列的正负变化。类似地,至少两个主刀片的内刀片部分上的切割器和下刀片部分上的第一切割器具有从正到负交替的较大的侧倾角差,最大变化为负七度。正负交替差会发生

在锥形区域中具有正侧倾角的切割器之间,而鼻部和肩部区域中的侧倾角的交替图案会发生在具有正侧倾角和负侧倾角的主切割器之间。

[0104] 图10A和10B是分别描述了PDC钻头的主切割轮廓中的主切割器的侧倾角与切割器号和切割器位置的图,该PDC钻头旨在作为具有固定切割器和偏移刀片的旋转刮刀钻头的另一个代表性的非限制性实例。此实例有6个刀片,其中刀片1、3和5是具有偏移几何形状的主切割器。偏移发生在鼻部区域中的刀片上的第三和第四切割器之间。下表2给出了每个钻头的主切割器的侧倾角数值、径向位置和切割器号,以及角位置,刀片号和轮廓角度(可用于确定切割器在刀片上的哪个区域)。

[0105]

切割器号	轮廓角度 (度)	侧倾角 (度)	刀片号
1	锥形	1	1
2	锥形	1	5
3	锥形	1	3
4	锥形	-5	1
5	锥形	-5	5
6	锥形	-5	3
7	鼻部	-1	1
8	鼻部	-1	5
9	鼻部	-1	3
10	鼻部	4	2
11	肩部	4	1
12	肩部	4	6
13	肩部	4	5
14	肩部	4	4
15	肩部	4	3
16	肩部	-2	2
17	肩部	-2	1
18	肩部	-2	6
19	肩部	-2	5
20	肩部	-2	4

切割器号	轮廓 角度 (度)	侧倾角 (度)	刀片号
21	肩部	-2	3
22	肩部	3	2
23	肩部	3	1
24	肩部	3	6
25	肩部	3	5
26	肩部	3	4
27	肩部	3	3
28	肩部	-3	2
29	肩部	-3	1
30	保径部	-3	6
31	保径部	0.01	5
32	保径部	0.01	4
33	保径部	0.01	3
34	保径部	0.01	2
35	保径部	0.01	1

[0107] 表2

[0108] 沿着内刀片部分的三个切割器和外刀片部分上的第一个切割器以交替的方向变化,其侧倾角差至少为4度。钻头轮廓中的切割器形成多组切割器(每组至少三个切割器)1002、1004、1006、1008、1010、1012、1014和1016,每组具有相同的侧倾角(在可选实施例中,角度可能会略有不同),各组之间的侧倾角差较大,变化的方向沿钻头的切割轮廓在连续的组之间在正负之间交替,但组1004和1006以及1006和1008之间的两个变化除外,两者均为正。侧倾角的这些图案有助于在钻头上产生抑制钻头振动的抵消侧向力。

[0109] 上述是井下工具的代表性的非限制性实例。每个实例都可以体现几个改进,其中的每个改进都可以单独保护或以不同的组合保护。此外,实例并不旨在将权利要求的范围限制为对实例细节的改进,因为本领域普通技术人员可以在对实例进行修改的同时仍然体现所要求的改进。所附权利要求书不旨在被解释为仅限于其中其字面语言允许与上述说明书一致的更广泛结构的特定实例。

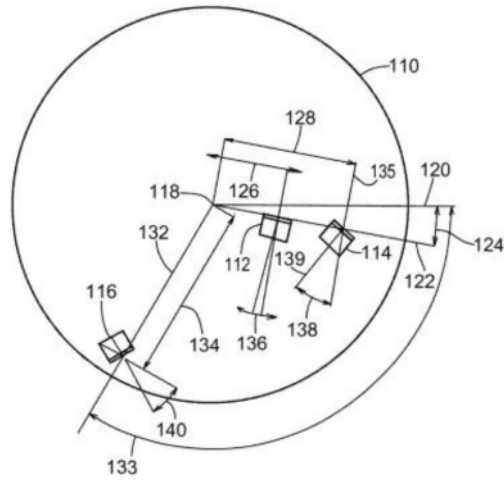


图1A

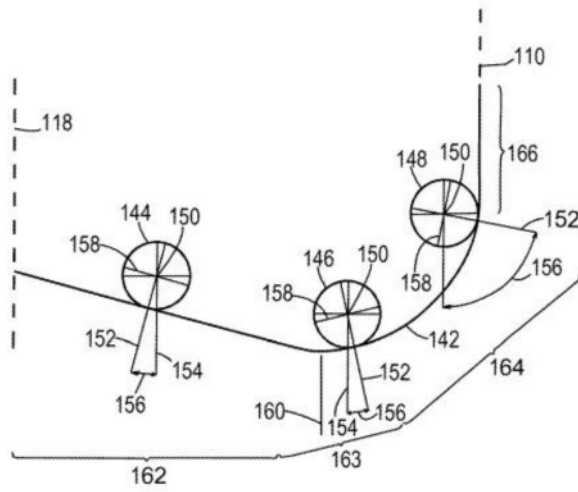


图1B

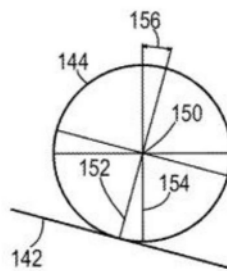


图1C

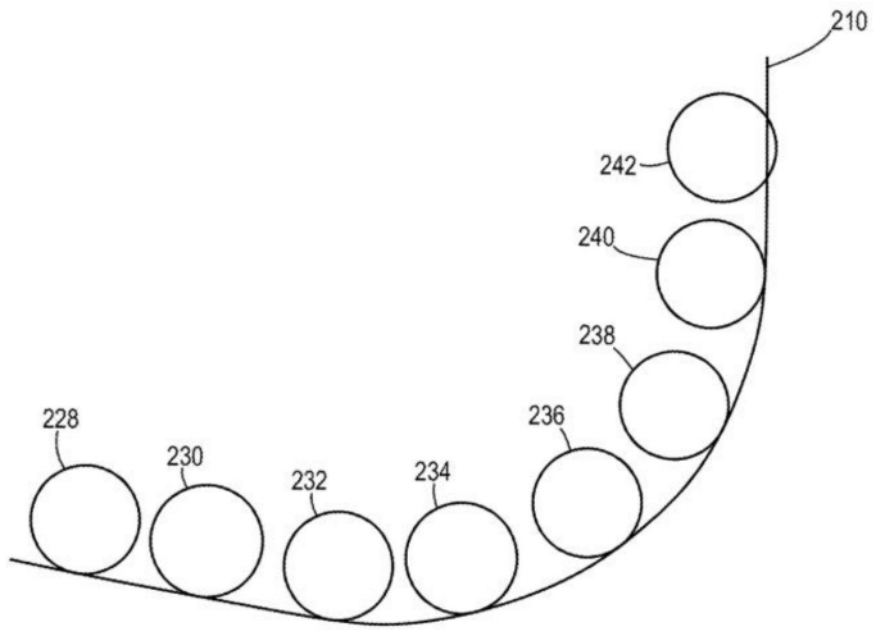


图2A

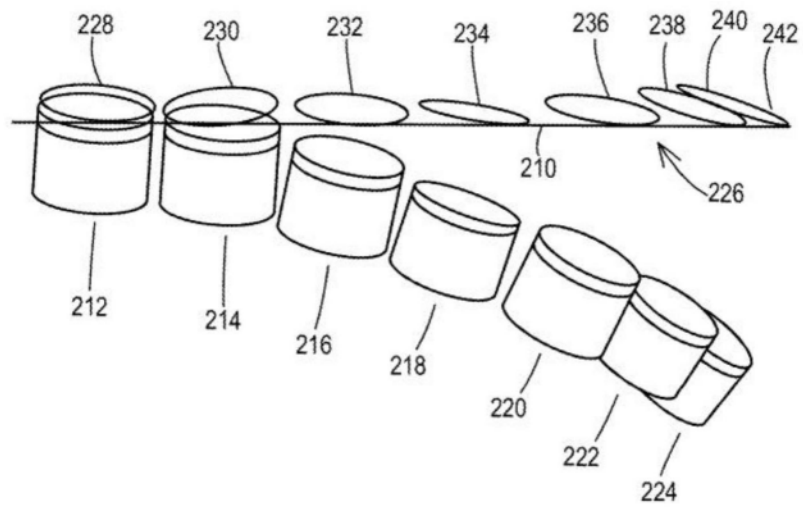


图2B

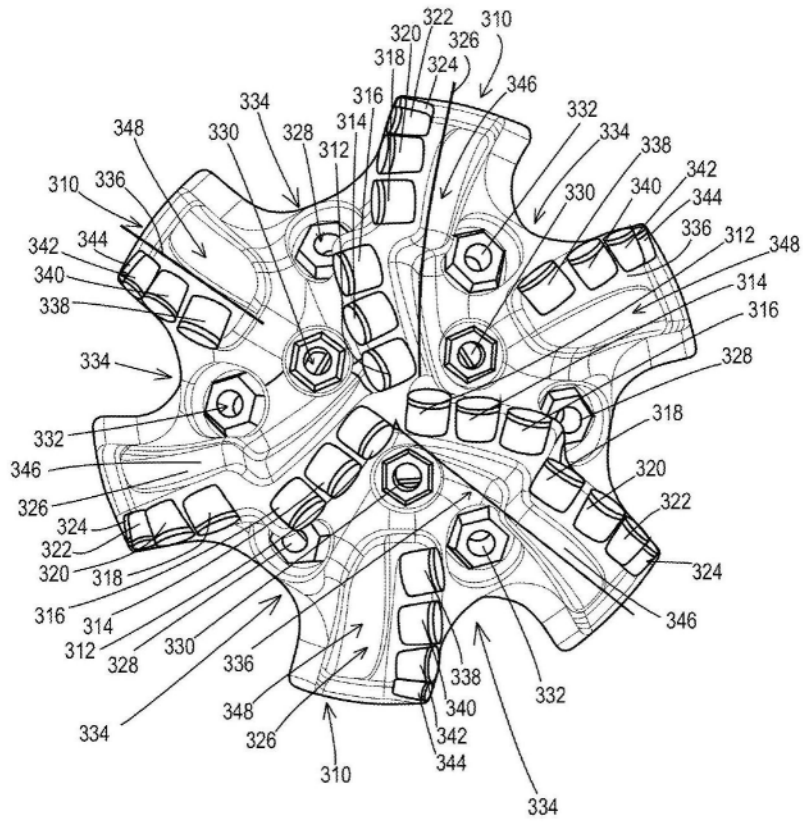


图3

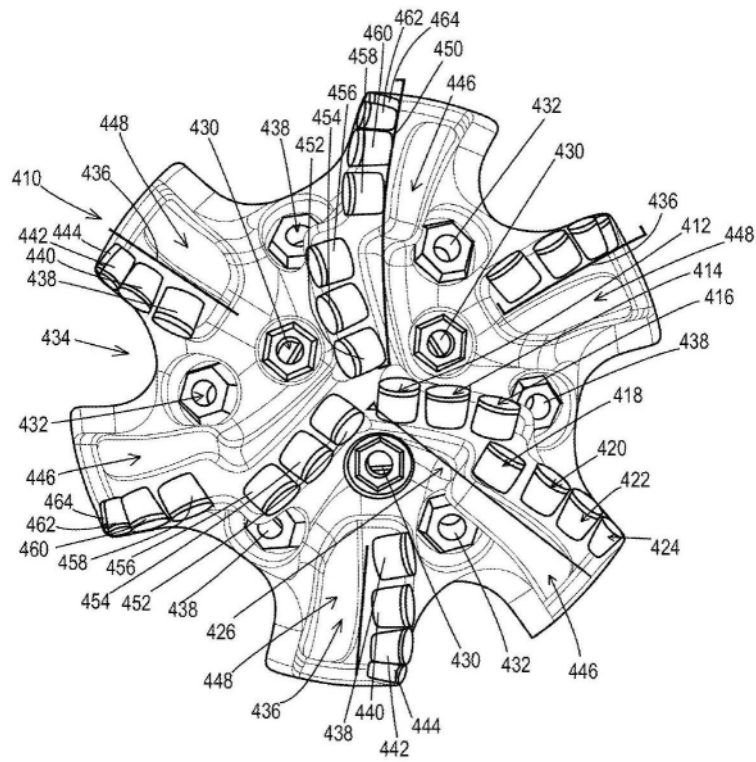


图4

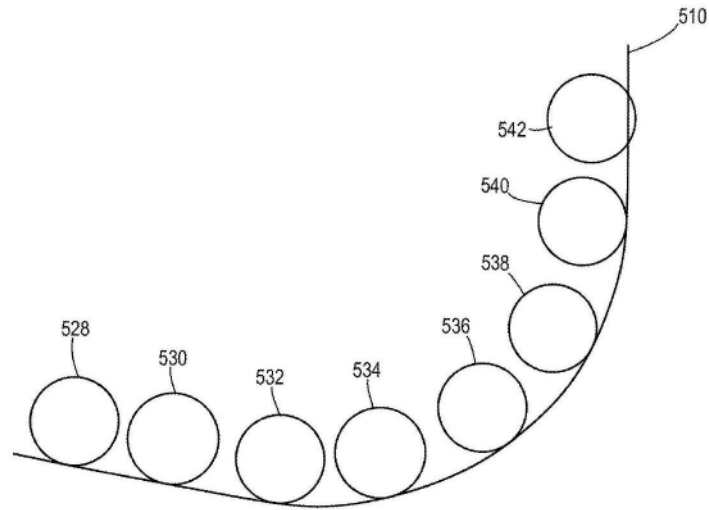


图5A

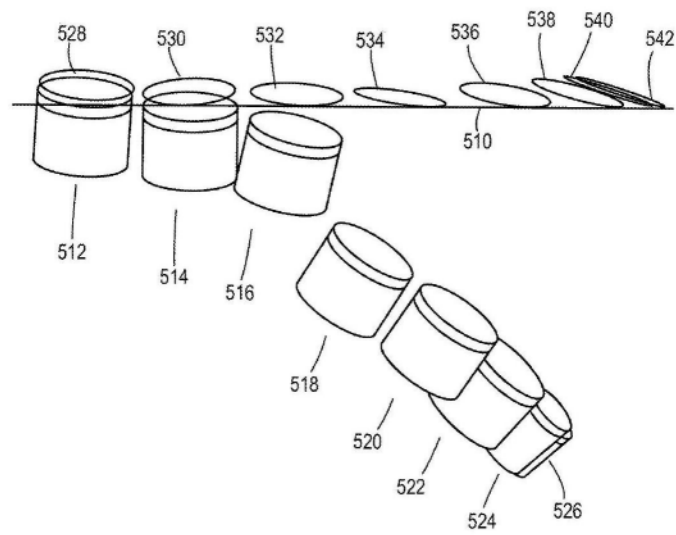


图5B

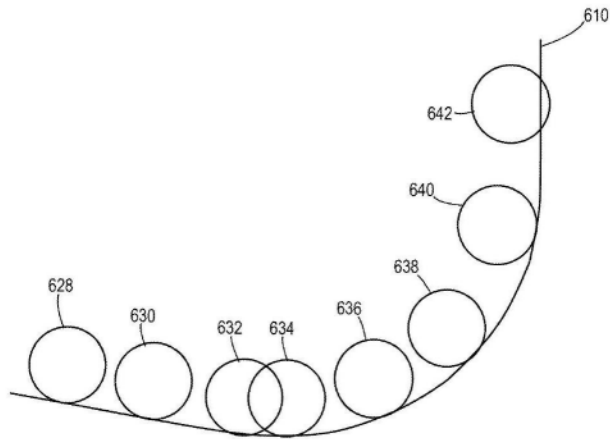


图6A

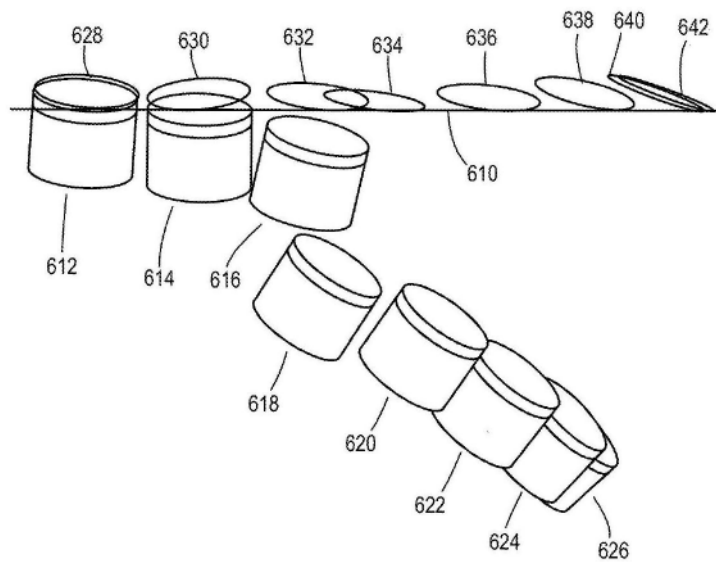


图6B

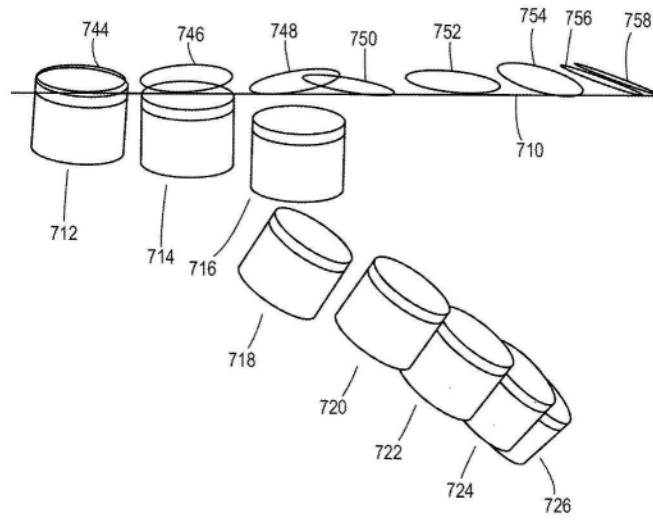


图7

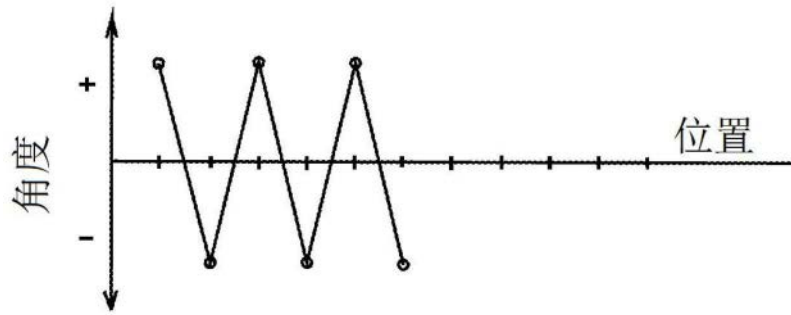


图8A

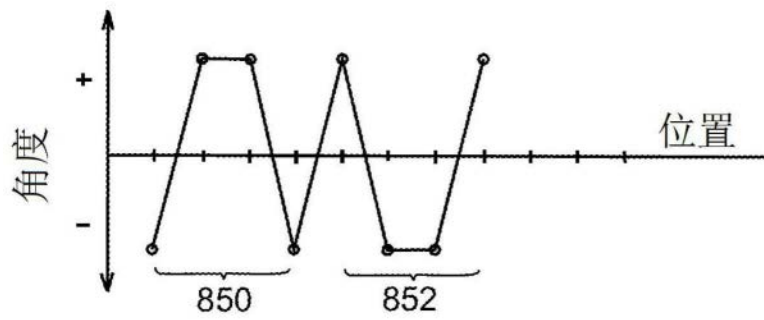


图8B

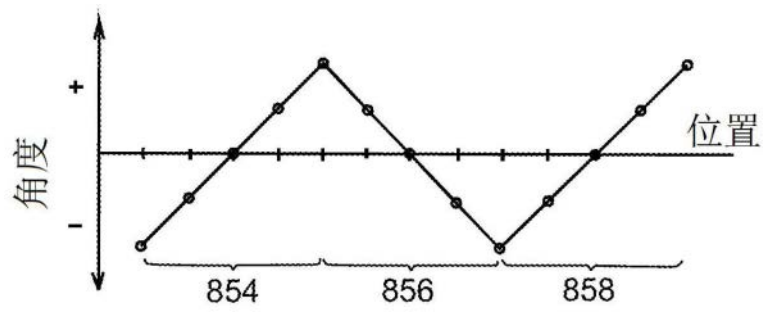


图8C

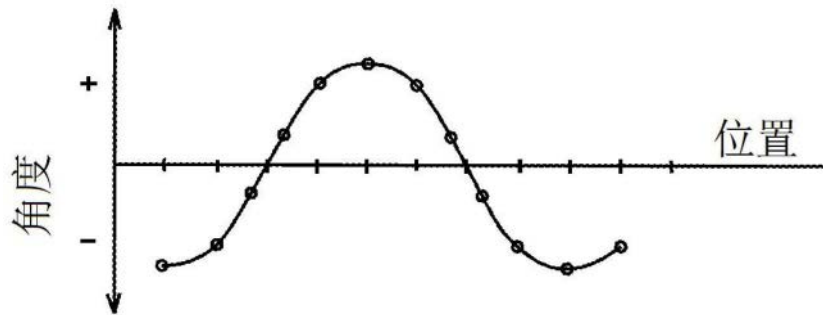


图8D

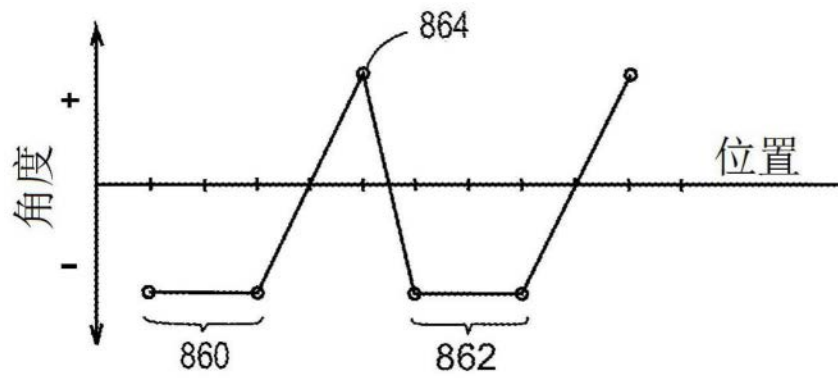


图8E

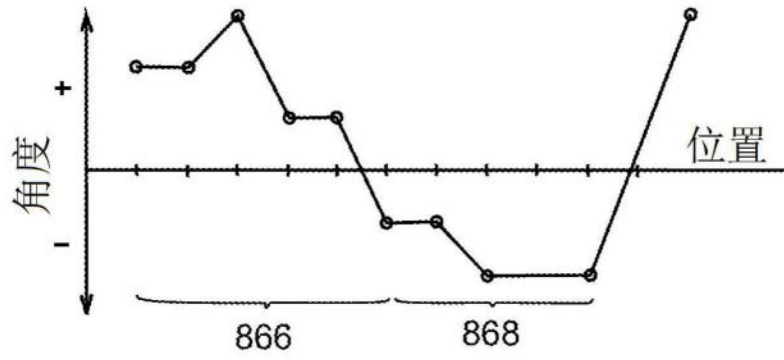


图8F

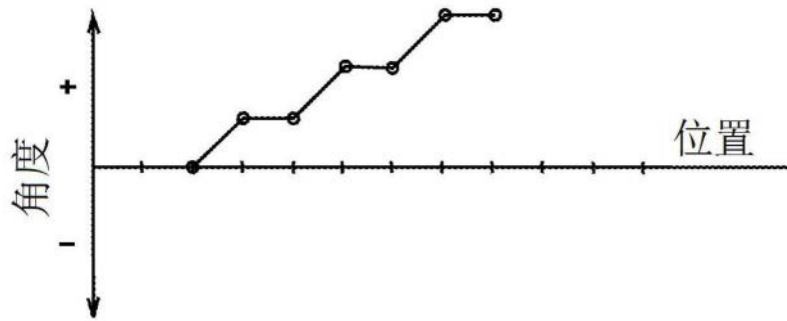


图8G

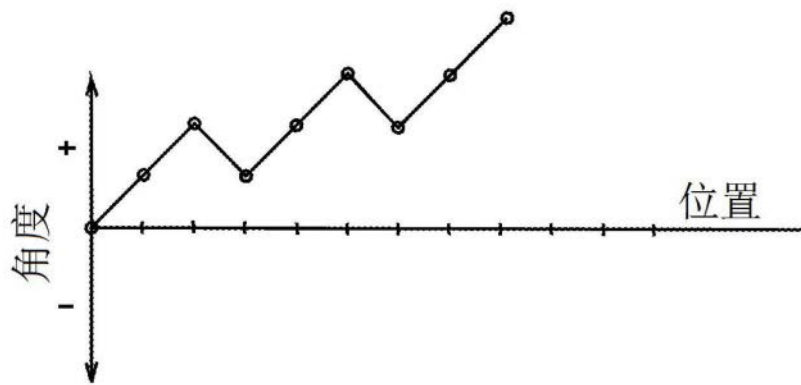


图8H

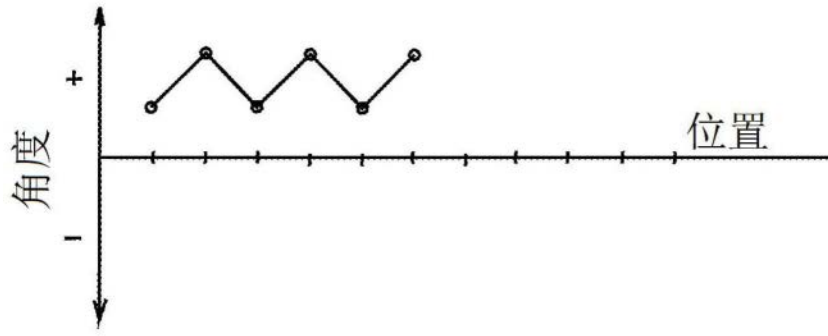


图8I

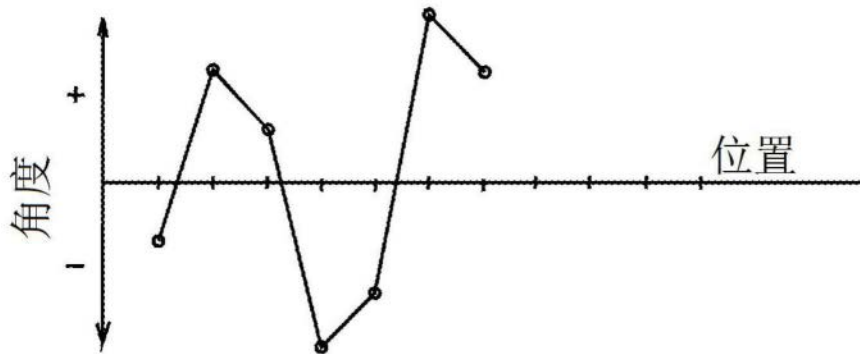


图8J

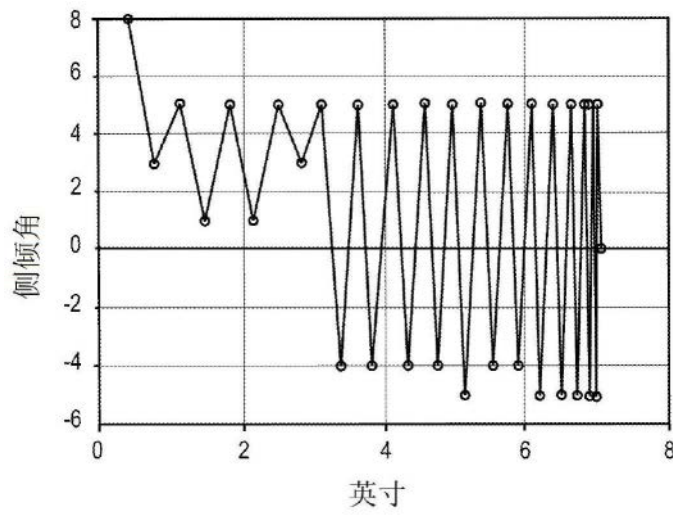


图9A

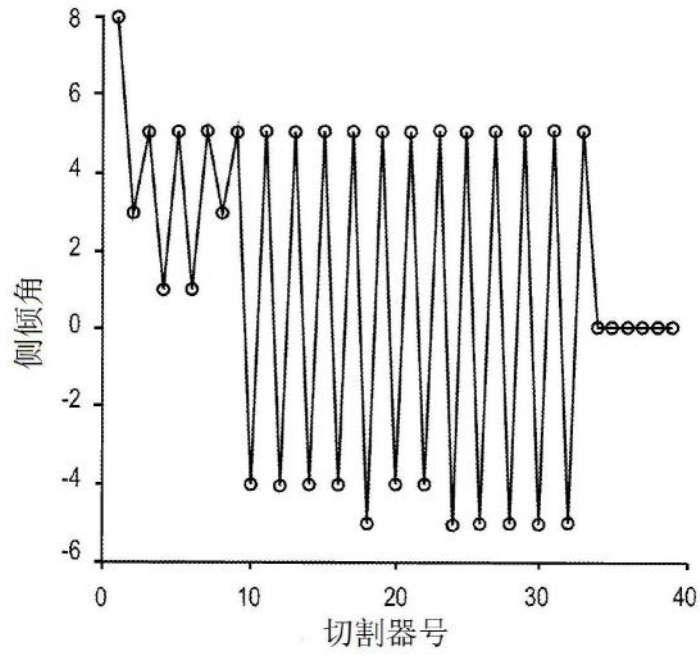


图9B

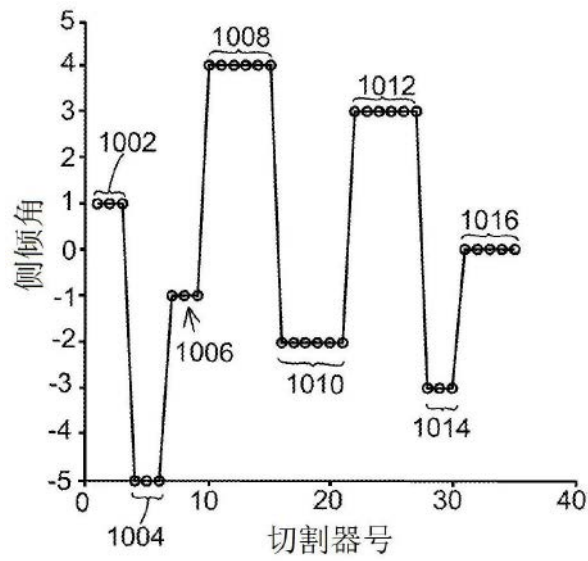


图10A

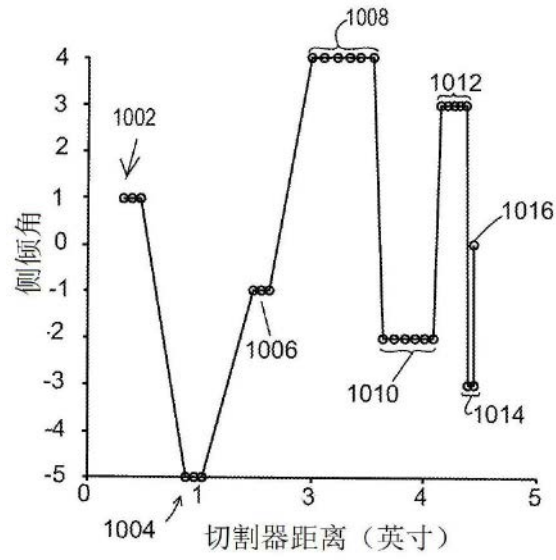


图10B