



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108603397 B

(45) 授权公告日 2021.09.28

(21) 申请号 201780008910.6

(22) 申请日 2017.01.20

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108603397 A

(43) 申请公布日 2018.09.28

(30) 优先权数据
62/288,209 2016.01.28 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2018.07.27

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/US2017/014206 2017.01.20

(87) PCT国际申请的公布数据
WO2017/132052 EN 2017.08.03

(73) 专利权人 斯伦贝谢技术有限公司
地址 荷兰海牙

(72) 发明人 P.特伦克

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
11105
代理人 王增强

(51) Int.Cl.
E21B 10/32 (2006.01)
E21B 10/43 (2006.01)
E21B 10/42 (2006.01)

审查员 陈建君

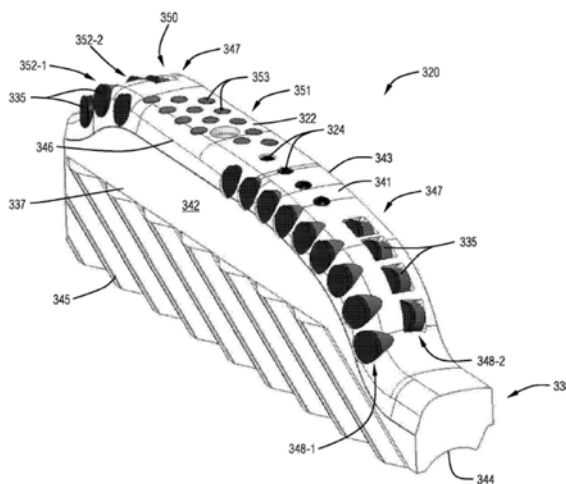
权利要求书2页 说明书17页 附图11页

(54) 发明名称

管下扩眼器刀翼

(57) 摘要

一种井下切削设备包括刀翼。所述刀翼包括具有面向地层的表面,所述面向地层的表面具有与其联接的切削元件。所述切削元件布置为使得至少一个切削元件具有与至少一个其他切削元件不同的相对于所述面向地层的表面的暴露量。在一些实施方案中,一行切削元件可以具有逐渐改变的暴露量。所述暴露量可以改变为使得更靠近所述刀翼的保径的切削元件比更远离所述刀翼的所述保径的切削元件具有更少的暴露量。在另外的实施方案中,管下扩眼器可以包括多个刀翼。所述刀翼每个可以在反向扩眼部分、保径部分、管下扩眼部分、其任何部分或前述的组合中具有不同的构造。



1. 一种切削设备,其包括:

刀翼;以及

联接到所述刀翼的多个切削元件,所述多个切削元件相对于所述刀翼的面向地层的表面的暴露量沿着所述刀翼在轴向方向上逐渐改变,并且

其中,对于所述多个切削元件中靠近所述刀翼的保径部分的切削元件,所述逐渐改变的暴露量较低,并且,当从保径部分轴向远离移动时,暴露量逐渐改变。

2. 如权利要求1所述的设备,所述多个切削元件的所述暴露量在0.000英寸(0.0毫米)和0.4英寸(10.2毫米)之间变化。

3. 如权利要求2所述的设备,所述多个切削元件的所述暴露量在0.005英寸(0.1毫米)和0.25英寸(6.4毫米)之间变化。

4. 如权利要求3所述的设备,所述多个切削元件的所述暴露量在0.005英寸(0.1毫米)和0.2英寸(5.1毫米)之间变化。

5. 如权利要求1所述的设备,所述多个切削元件为剪切切削元件。

6. 如权利要求1所述的设备,所述多个切削元件为非平面切削元件。

7. 如权利要求1所述的设备,所述多个切削元件是第一多个切削元件,并且所述设备还包括第二多个切削元件,所述第二多个切削元件具有相对于所述面向地层的表面的固定暴露量。

8. 如权利要求7所述的设备,所述第一多个切削设备是引导切削元件并且所述第二多个切削元件是跟随切削元件。

9. 如权利要求7所述的设备,所述第一多个切削元件定位于所述刀翼的管下扩眼部分上并且所述第二多个切削元件定位于所述刀翼的反向扩眼部分上。

10. 一种切削设备,其包括:

主体;以及

联接到所述主体的多个刀翼,所述多个刀翼中的每一个具有与其联接的切削元件,并且所述刀翼中的至少两个具有不同的构造,并且

其中,所述多个刀翼中的至少一个的所述切削元件被布置为具有连续变化的暴露量,所述连续变化的暴露量在朝向所述多个刀翼中的所述至少一个的保径部分轴向移动时逐渐减小。

11. 如权利要求10所述的设备,所述至少两个刀翼至少关于切削元件的行的角度不同。

12. 如权利要求10所述的设备,所述至少两个刀翼至少关于切削深度限制器的行的角度不同。

13. 如权利要求10所述的设备,所述至少两个刀翼至少关于引导侧表面的角度或形状不同。

14. 如权利要求10所述的设备,所述至少两个刀翼至少关于稳定器座垫的尺寸或形状不同。

15. 一种用于管下扩眼的方法,其包括:

在管下扩眼器处于缩回位置时将所述管下扩眼器下钻到井筒中;

扩展多个刀翼以将所述管下扩眼器转换到扩展位置,其中扩展所述多个刀翼包括扩展具有不同构造的多个刀翼,所述多个刀翼中的每一个具有与其联接的切削元件,其中,所述

多个刀翼中的至少一个的所述切削元件被布置为具有连续变化的暴露量,所述连续变化的暴露量在朝向所述多个刀翼中的所述至少一个的保径部分轴向移动时逐渐减小;以及通过在所述井筒内轴向和旋转地移动所述管下扩眼器来剥蚀所述井筒周围的地层。

16. 如权利要求15所述的方法,所述刀翼的所述不同构造包括以下中的至少一个差异:

在管下扩眼部分中的切削元件的角度;

在管下扩眼部分中的切削深度限制器的角度;

在管下扩眼部分中的引导侧表面的角度;

在保径部分中的引导侧表面的角度;

稳定器座垫的形状;

稳定器座垫的长度;

稳定器座垫中的保径保护元件的布置;

第一扩眼部分或第二扩眼部分中的切削元件的数量;

引导切削元件的暴露量梯度;或者

跟随切削元件的暴露量梯度。

17. 如权利要求15所述的方法,其中剥蚀所述井筒周围的地层包括使用在所述刀翼的管下扩眼部分内具有不同暴露量的切削元件来剥蚀所述地层。

管下扩眼器刀翼

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求2016年1月28日提交的美国专利申请号62/288,209的权益和优先权,该申请的全文通过引用明确地并入本文。

背景技术

[0003] 在石油和天然气井的钻井中,随着钻井进行到增加的深度,同心套管柱被安装在井筒中并进行固井。每个新的套管柱可以从地面延伸,或者可以包括悬挂在先前安装的套管柱上的衬里。新的套管柱可以位于先前安装的套管柱内,从而限制了可用于固井操作的环形区域。此外,随着使用直径依次减小的套管柱,减少了用于生产石油和天然气的流动面积。为了增加用于固井操作的环形空间,并且为了增加生产流动面积,可能需要在井筒的先前下套管的部分的末端下方扩大井筒。通过扩大井筒,为随后安装和固井比以其他方式可能更大的套管柱提供了更大的环形区域。因此,通过在井筒的先前下套管的部分下方扩大井筒,可以在增加的深度处使用相对较大直径的套管,从而为生产石油和天然气提供更多的流动面积。

[0004] 已经设计了各种方法用于使钻井组件穿过井筒的现有的下套管的部分并且扩大套管下方的井筒。一种这样的方法是使用具有基本上两种操作状态的管下扩眼器。第一状态是闭合、缩回或收缩状态,其中该工具的直径足够小以允许该工具穿过井筒的现有的下套管的部分。第二状态是打开、活动或扩展状态,其中臂或刀翼(cutter block)从工具的主体延伸。在该第二状态中,当工具在井筒中旋转并轴向降低及移动时,管下扩眼器扩大井筒直径。

发明内容

[0005] 在一些实施方案中,切削设备包括刀翼和联接到该刀翼的切削元件。切削元件可包括与另外的切削元件相比相对于面向地层的表面具有不同暴露量的切削元件。在一些实施方案中,暴露量可以在切削元件之间逐渐改变,这可选地沿着刀翼的轴向方向进行。

[0006] 在另外的实施方案中,切削设备包括主体和联接到该主体的刀翼。刀翼中的每一个可以具有与其连接的切削元件,并且刀翼中的至少两个可以是不同的。

[0007] 另外的实施方案涉及一种用于管下扩眼的方法,并且包括在管下扩眼器处于缩回位置时将管下扩眼器下钻到井筒中。可以扩展管下扩眼器的多个刀翼以将管下扩眼器转换到扩展位置。扩展所述多个刀翼可以包括扩展具有不同构造的多个刀翼。可以通过在所述井筒内轴向和旋转地移动该管下扩眼器来使井筒周围的地层被剥蚀。

[0008] 提供本发明内容是为了介绍将在以下详细说明中进一步描述的所选概念。本发明内容既不意在识别所要求保护主题的关键或必要特征,也不意在用来帮助限制所要求保护主题的范围。

附图说明

- [0009] 图1是钻井操作的示意图；
- [0010] 图2-1和图2-2是根据本文公开的实施方案的管下扩眼器的局部剖视图；
- [0011] 图3-1是根据本文公开的实施方案的刀翼的透视图；
- [0012] 图3-2是图3-1的刀翼的侧视图；
- [0013] 图3-3是图3-1的刀翼的俯视图；
- [0014] 图4是根据本文公开的实施方案的另一个刀翼的侧视图；
- [0015] 图5是根据本文公开的实施方案的具有引导切削元件和跟随切削元件的刀翼的一部分的截面侧视图；
- [0016] 图6-1至图6-3是根据本文公开的实施方案的刀翼的剖视图；
- [0017] 图7至图9是根据本文公开的实施方案的切削元件的侧剖视图；
- [0018] 图10-1是根据本文公开的实施方案的脊切削元件的透视图；
- [0019] 图10-2是图10-1的脊切削元件的侧视图；
- [0020] 图11是根据本文公开的实施方案的另一个脊切削元件的透视图；
- [0021] 图12-1至图12-3是根据本文公开的实施方案的不同后倾角下的切削元件的侧视图；
- [0022] 图13是根据本文公开的实施方案的具有撞击角的切削元件的侧视图；
- [0023] 图14-1至图15-3是根据本文公开的实施方案的具有不同侧倾角的切削元件的各种视图。

具体实施方式

[0024] 在一些方面，本文公开的实施方案总体上涉及用在钻具组件上的切削结构。更具体地，本文公开的一些实施方案涉及用于管下扩眼器或用以扩大先前已有井筒的其他工具的切削结构。

[0025] 根据本公开的一些方面，提供了一种井下切削设备，诸如管下扩眼器，其可以包括刀翼。刀翼可具有管下扩眼部分或边缘以及反向扩眼部分或边缘。在一个或多个实施方案中，井下切削设备可以是可扩展的工具，并且刀翼可以在缩回位置、部分扩展位置和完全扩展位置的任何组合之间径向移动。在一个或多个其他实施方案中，井下切削设备可以是不可扩展的井下切削工具。例如，在一个或多个实施方案中，井下切削设备可以是具有固定刀翼的开眼器。

[0026] 现在参考图1，示出了用于钻探地层的系统的一个示例。钻井系统100包括钻机101，该钻机用于转动延伸到井筒103中的钻具组件102。钻具组件102包括钻柱104和附接到钻柱104的远侧或井下方向侧端部部分的底部钻具组合（“BHA”）105。钻柱104的远侧端部部分是离钻机101最远的部分。

[0027] 钻柱104包括通过工具接头104-2端对端连接的许多节钻杆104-1。钻柱104可用于将BHA 105插入或下钻到井筒103中。钻柱104可以传输钻井液（例如，通过延伸穿过中空管状构件的孔隙），从钻机101向BHA 105传递旋转动力，向BHA 105传递重力（例如，使用钻柱104的重力），在井筒内轴向移动BHA 105，或者前述的组合。在一些实施方案中，钻柱104或BHA 105中的一个或多个还包括附加部件，诸如接头、短节、阀门、致动组件等。

[0028] 图1中的BHA 105包括钻头106。BHA 105还可包括附接在钻柱104和钻头106之间的附加部件。附加BHA组件的示例包括钻铤、稳定器、随钻测量 (MWD) 工具、随钻测井 (LWD) 工具、接头、扩孔装置 (例如, 开眼器和扩眼器)、震击器、推进器、井下马达、传感器和旋转导向系统。

[0029] 参见图2-1和图2-2, 可以在本公开的实施方案中使用的可扩展工具 (通常称为管下扩眼器210) 在图2-1中以收缩位置示出, 且在图2-2中以扩展位置示出。管下扩眼器210可包括大致圆柱形的管状工具主体211, 其具有沿着管下扩眼器210的纵向轴线213完全或部分延伸穿过其中的流动孔隙212。如图所示, 工具主体211可包括上连接部分214和下连接部分215, 以用于将管下扩眼器210联接到钻柱、BHA或其他井下组件。此外, 如图所示, 一个或多个凹槽216可以形成在工具主体211中, 并且可选地大致在工具主体211的轴向中心处。该一个或多个凹槽216可以围绕工具主体211的圆周方位角地间隔开, 并且在不同实施方案中可以轴向对齐或不对齐。该一个或多个凹槽216可以适应管下扩眼器210的一个或多个部件的在工具主体211内并且可能在凹槽216内轴向移动的轴向移动, 该一个或多个部件包括一个或多个可移动工具臂, 诸如刀翼220。在一些实施方案中, 刀翼220可以是不可枢转的, 但是在其他实施方案中, 可移动的工具臂或刀翼可以枢转。每个凹槽216可以完全或部分地存储处于收缩或缩回位置的一个或多个刀翼220。

[0030] 图2-2示出了管下扩眼器210, 其中刀翼220处于扩展位置 (例如, 最大或完全扩展位置)、从工具主体211径向向外延伸。一旦管下扩眼器210位于井筒中, 刀翼220中的一个或多个可以可扩展到一个或多个径向位置。因此, 管下扩眼器210可以具有至少两个操作位置——包括至少一个如图2-1所示的收缩或缩回位置, 以及如图2-2所示的扩展位置。在其他实施方案中, 井下扩眼器210可具有其中刀翼220处于完全缩回状态和完全扩展状态之间的多个操作位置 (例如, 处于部分扩展状态)。在一些实施方案中, 可以在地面处或使用井下驱动系统来调节可包括螺纹套管的弹簧保持器218, 以限制刀翼220的全直径扩展。当管下扩眼器210收缩时, 该弹簧保持器218可以压缩偏置弹簧219, 并且弹簧保持器218的位置可以确定刀翼220的扩展量。弹簧保持器218可以通过扳手槽217中的扳手 (未示出) 调节, 扳手可以在螺纹221处相对于工具主体211轴向地向下或向上旋转弹簧保持器218。

[0031] 在图2-2所示的扩展位置, 刀翼220可用于管下扩井筒、反向扩井筒、稳定井筒内的井下或钻井组件, 或前述的组合。所执行的操作可取决于包括一个或多个座垫222和其他表面在内的刀翼220的构造。在一些实施方案中, 刀翼220可具有如本文进一步讨论的构造。由于流动孔隙212和井筒环形空间223之间的钻井液的压差, 管下扩眼器210内的液压力可使刀翼220径向向外扩展 (并且可选地轴向向上移动) 到图2-2中所示的位置。

[0032] 在一个或多个实施方案中, 座垫222上的可选的切削深度限制器224可由聚晶金刚石、碳化钨、碳化钛、立方氮化硼、其他超硬材料或前述的一些组合形成。切削深度限制器224可包括具有切削能力的镶齿 (insert), 诸如备用切削元件或切削齿、具有比主切削元件更少暴露量 (exposure) 的孕镶金刚石的镶齿、金刚石增强型镶齿、碳化钨镶齿、半圆顶镶齿或可有也可没有指定的切削能力的其他镶齿。可选地, 切削深度限制器224可以在扩眼期间不主要接合地层; 然而, 在主切削元件磨损之后, 切削深度限制器224可以接合地层以保护主切削元件免于由于磨损的主切削元件而增加负载。在一个或多个实施方案中, 切削深度限制器224可以定位在刀翼220的肩部上的主切削元件的上方或井口方向侧。距主切削元件

的轴向和/或径向距离可以选择为使得切削深度限制器224可以在其他切削元件发生磨损之前与地层保持很大程度上不接合,或者切削深度限制器224可以在切削元件磨损之前最初接合地层。通过为刀翼220提供增加的结构完整性,切削深度限制器224可以帮助维持期望的井筒直径。

[0033] 钻井液可以沿着路径225流动,通过下部保持器227中的端口226,沿着路径228流入活塞腔室229。流动孔隙212中的液体与围绕管下扩眼器210的井筒环形空间223中的液体之间的压差可以使活塞230从图2-1中所示的位置轴向向上移动到图2-2中所示的位置。当管下扩眼器210的刀翼220扩展时,少量液体可以流过活塞腔室229并通过喷嘴231流到井筒环形空间223。当活塞230在凹槽216中轴向向上移动时,活塞230接合驱动环232,从而使驱动环232轴向向上移动抵靠刀翼220。当刀翼220在工具主体211中或上的通道或花键233中或沿着所述通道或花键233行进时,驱动环232将使刀翼220在凹槽216中轴向向上移动并径向向外移动。在扩展位置中,沿着路径225、228继续流动并且通过喷嘴231流出到井筒环形空间223中。喷嘴231可以是驱动环232的一部分,并且因此可以与刀翼220一起轴向移动。因此,当液体沿着流动路径236离开进入井筒环形空间223时,这些喷嘴231可以定位成为表面234上的切削元件235连续地提供清洁和冷却。在其他实施方案中,喷嘴231可以省略或者不与刀翼220一起行进。

[0034] 管下扩眼器210可以设计成在井筒内保持大致同心。具体地,在一些实施方案中,管下扩眼器210可包括三个可扩展的刀翼220,其在工具主体211上的相同轴向位置处沿周向间隔开。在一些实施方案中,周向间隔可以是大约 120° 。三块式设计可以提供在井筒中保持居中的全尺寸管下扩眼器210。本文公开的实施方案不限于具有三个可扩展的刀翼220的工具实施方案。例如,在一个或多个实施方案中,管下扩眼器210可包括间隔开的刀翼的不同构造(例如,轴向、周向或同时轴向和周向间隔)或其他类型的臂,例如,一个臂、两个臂、四个臂、五个臂、或多于五个臂的设计。因此,在一些实施方案中,刀翼或其他臂的周向间隔可以与本文所述的 120° 间隔不同。例如,在其他实施方案中,周向间隔可以是 90° 、 60° ,或者刀翼220可以以不相等的增量周向间隔开。此外,在一些实施方案中,刀翼220中的一个或多个可以从一个或多个其他刀翼220轴向偏移。因此,本文公开的切削结构设计可以与任何数量的切削结构和工具一起使用。

[0035] 图3-1至图3-3示出了根据本文描述的实施方案的刀翼320的各种视图。如图所示,刀翼320可包括具有纵向轴线338的主体337。刀翼320还可包括井下方向侧端部部分339和井口方向侧端部部分340。刀翼320的主体337可以进一步包括或限定面向地层的表面341,该表面被布置成邻接、接合或被定位成抵靠或朝向井筒内的地层。刀翼320可以在井筒中旋转,并且主体337可以限定面向旋转方向的引导侧表面342和背对旋转方向的跟随侧表面343。面向地层的表面341通常可以在引导侧表面342和跟随侧表面343之间横向延伸并且在纵向轴线338的方向上纵向延伸。底部表面344也可以在引导侧表面342和跟随侧表面343之间横向延伸并且在纵向轴线338的方向上纵向延伸,但是可以背对地层。在一些实施方案中,一个或多个花键或通道(统称为花键345)可以形成在引导侧表面342上、跟随侧表面343上或两者上,并且用于选择性地扩展或缩回刀翼320。例如,花键345可以接合扩眼器主体的对应花键(例如,图2-1中的花键233),当刀翼320在径向扩展位置和径向缩回位置之间轴向/纵向移动时,这可以导引该刀翼。

[0036] 在一个或多个实施方案中,主体337可以由金属材料、基质材料、其他材料或前述的组合形成。例如,主体337可以由钢、碳化钨、碳化钛或本领域已知的任何其他材料形成或包括这些材料。刀翼320可以被配置成连接到井下工具(例如,图2-1和图2-2中所示的管下扩眼器230)。在一个或多个实施方案中,当刀翼320连接到井下工具并位于井筒内时,刀翼320的井下方向侧端部部分339可以比刀翼320的井口方向侧端部部分340位于井下方向侧的更下方。在一个或多个实施方案中,刀翼320可具有在主体337的面向地层的表面341上、中的或以其他方式连接到该面向地层的表面341的多个切削元件335。在一些实施方案中,一个或多个切削元件335可以在主体337的引导侧表面342的引导边缘346上、中或以其他方式连接到该引导边缘346。在一个或多个实施方案中,切削元件335可以由碳化钨、聚晶金刚石、立方氮化硼、其他材料或前述的任何组合形成。在一些实施方案中,切削元件、保径保护元件、切削深度限制器或其他部件可以焊接、钎焊、粘结、粘附、压配合或以其他方式连接到主体337(例如,钎焊在形成于主体337中的相应槽腔内)。在另外的示例中,切削元件、保径保护元件、切削深度限制器或其他部件可以通过与主体337一体地形成、通过浸渗技术或以其他方式连接到该主体。

[0037] 如图所示,连接到主体337并且在主体337的管下扩眼部分347内的切削元件335可以布置在一行或多行348-1、348-2(统称为行348)中。在该具体实施方案中,例如并且如图3-1和图3-3所示,管下扩眼部分347被示为包括沿着刀翼337的长度轴向延伸的两行348。这样的行348被图示为具有不同长度和数量的切削元件335(例如,在引导侧表面342处的引导行348-1中的九个切削元件335,以及在面向地层的表面341中的跟随行348-2中的四个切削元件335),但是在其他实施方案中,行348可具有相同长度或相同数量的切削元件。可选地,行348可以大致平行于纵向轴线338、彼此平行或满足以上两者。在一些实施方案中,例如,在引导行348-1中的切削元件335与在跟随行348-2中的切削元件335之间可以存在基本恒定的距离。即使行348相对于纵向轴线338是弯曲的、直线的、成角度的或以其他方式布置,情况也可以如此。在其他实施方案中,行348可以不平行或者可以在引导切削元件和跟随切削元件335之间具有可变的距离。

[0038] 还如图3-2所示,行348中的切削元件335可以轴向偏移。在这样的布置中,跟随行348-2中的切削元件335可以完全或部分地填充引导行348-1中的切削元件335之间的间隙。引导行348-2中的切削元件335因此可用于切削或去除跟随行348-1中的切削元件335留下的材料。在其他实施方案中,跟随行348-2中的切削元件335中的一个或多个可以与引导行348-1中的切削元件335处于相同的轴向位置,并且可用作切削深度限制器或者用作备用切削齿。

[0039] 在其他实施方案中,该行348中的一行或多行可包括除切削元件335之外的元件或与切削元件335不同的元件。例如,图3-1和图3-2示出了示例性的切削深度限制器324,其沿着主体337的长度部分地延伸,并且大体与行348-2对齐。切削深度限制器324可由任何合适的材料形成,包括那些用于形成切削元件335的材料。切削深度限制器324可以被布置、设计或以其他方式配置成限制或甚至防止主体337沿面向地层的表面341的磨损。例如,当刀翼320用于切削或剥蚀井筒中的地层时,地层可以接触切削深度限制器324,切削深度限制器可相对于面向地层的表面升高。在一些实施方案中,切削深度限制器324可以升高到表面上方,以具有与相应的引导切削元件324大致相同的暴露量;然而,切削深度限制器324也可以

具有比引导切削元件335更大或更小的暴露量。切削深度限制器324可由聚晶金刚石、碳化钨、碳化钛、立方氮化硼、其他超硬材料或前述的一些组合形成。在一些实施方案中,切削深度限制器324可以具有比主体337的材料(例如钢)更高的耐磨性。切削深度限制器324可包括金刚石增强型镶齿、孕镶金刚石的镶齿、碳化钨镶齿、半圆顶镶齿、具有切削能力的镶齿、其他镶齿或元件或前述的组合。例如,切削深度限制器324可包括具有圆形外表面的金刚石增强型镶齿,而切削元件335可包括剪切切削元件、非平面切削元件(例如,圆锥形、圆顶形、半圆形顶部、子弹头形、脊等)、或定向成用于主要提供磨损强化或保护能力的切削齿。

[0040] 切削深度限制器324可以直接跟随引导行348-1的一个或多个切削元件335,但是在其他实施方案中切削深度限制器324可以从引导行348-1的切削元件335轴向偏移。在一些实施方案中,包括切削元件335和切削深度限制器324的跟随行348-2的长度可以与包括切削元件335的引导行348-1的长度大致相同。在一些实施方案中,引导行348-1可以包括切削深度限制器324,或者切削深度限制器324可位于行348之外。另外,尽管图3-1至图3-3示出了在管下扩眼部分347中有两行348,但是在其他实施方案中可以存在单行或多于两行。另外,在一些实施方案中,一个或多个泥浆槽/通道或其他特征可以形成于面向地层的表面341中(例如,在行348之间)。

[0041] 如图3-1至图3-3进一步所示,刀翼320可包括不同的部分,包括反向扩眼部分350或保径部分351中的一个或多个。保径部分351可以被配置为限定由刀翼320扩大的井筒的尺寸(或者稳定井筒中的井下工具),并且管下扩眼部分347和/或反向扩眼部分350可以从保径部分351逐渐变细至减小的尺寸或径向位置。

[0042] 管下扩眼部分347可以包括布置在如本文所讨论的行348中或一些其他布置中的切削元件335。在一些实施方案中,反向扩眼部分350也可以包括布置在一行或多行352中的切削元件335(这里示出了引导行352-1和跟随行352-2)。如本文关于行348所讨论的,行352可以具有相同或不同的长度,或者可以具有相同或不同数量的切削元件335。在所示实施方案中,引导行352-1被示为具有三个切削元件并且具有比跟随行352-2更大的长度。另外,行352可具有切削元件335、切削深度限制器324或以上两者。此外,行352可以被布置、设计或以其他方式形成为包括紧接在引导行352-1的切削元件335(或其他元件)后面或者在图3-2中所示的偏移位置中的切削元件335或切削深度限制器324。如关于行348所描述的,行352也可以大致彼此平行或者与纵向轴线338平行。在一些实施方案中,一行352(例如,跟随行352-2)可以平行于纵向轴线338,而另一行352(例如,引导行352-1)可以相对于纵向轴线338成角度、弯曲或以其他方式对齐。尽管图3-1至图3-3中示出了两行352,但是在其他实施方案中,可以存在单行352或多于两行352。在相同或其他实施方案中,泥浆槽或通道可以形成在反向扩眼部分350中,并且可选地在相邻的行352之间。

[0043] 在一些实施方案中,刀翼320的保径部分351可以形成在管下扩眼部分347和反向扩眼部分350中的至少一个附近。例如,保径部分351可以位于管下扩眼部分347和反向扩眼部分350之间。保径部分351可包括在面向地层的表面341上的保径座垫或稳定器座垫322。稳定器座垫322可选地包括一个或多个保径保护元件353。保径保护元件353可以被布置、设计或以其他方式配置成限制或甚至防止主体337在稳定器座垫322上的磨损。例如,当刀翼320用于切削或剥蚀井筒中的地层时,地层可以接触保径保护元件353。保径保护元件353上可由聚晶金刚石、碳化钨、碳化钛、立方氮化硼、其他超硬材料或前述的一些组合形成。在一

些实施方案中,保径保护元件353具有比主体337的材料(例如钢)更高的耐磨性。保径保护元件353可包括金刚石增强型镶齿、孕镶金刚石的镶齿、碳化钨镶齿、半圆顶镶齿、具有切削能力的镶齿、其他镶齿或元件或前述的组合。例如,保径保护元件353可包括碳化钨镶齿。

[0044] 保径保护元件353可以以任何合适的布置或图案布置。例如在图3-3中,保径保护元件353布置成沿稳定器座垫322轴向延伸的三行。如图3-3所示,行可选地偏移或交错,并且行可以具有相同或不同的长度、相同或不同数量的保径保护元件、相等或不相等的保径保护元件353之间的间隔或者前述的组合。在一些实施方案中,保径保护元件353可以用其他耐磨元件(例如,耐磨堆焊)替换、以其他图案对齐、或者具有任何其他合适的特征。

[0045] 稳定器座垫322可以在面向地层的表面341的宽度352上具有一致的长度,或者长度可以变化。具体地,一行保径保护元件353在跟随侧表面343附近延伸得比在引导侧表面342附近更远。这样,稳定器座垫322的长度可以在跟随侧表面343附近比在引导侧表面342附近更大。在其他实施方案中,稳定器座垫322可以在引导侧表面342附近或在引导侧表面342和跟随侧表面343之间的位置处具有更大的长度。此外,稳定器座垫322可以沿一个、两个或更多个轴线对称或不对称。

[0046] 如图3-2所示,刀翼320可以具有翼高度354,该翼高度在使用中可以是径向高度或距离。用于在扩展和缩回期间引导刀翼320的一个或多个花键345或其他结构可以位于刀翼的引导部分中,其被示为具有引导高度355。在至少一些实施方案中,引导高度355和翼高度354之间的比率可以在20%和80%之间。例如,该比率可以在具有下限、上限或同时具有下限和上限的范围内,该上限和下限包括20%、30%、40%、45%、50%、55%、60%、70%、80%或其间的值中的任一个。在一些示例实施方案中,引导高度355和翼高度354之间的比率可以在30%和70%之间、在40%和55%之间或者在45%和50%之间。在其他实施方案中,该比率可小于20%或大于80%。

[0047] 还如本文所述,切削元件335或其他切削结构可位于管下扩眼部分347、反向扩眼部分350、保径部分351或刀翼350的其他部分上。切削元件335或其他结构可沿刀翼320的整个或部分长度轴向延伸,以及径向延伸切削结构高度356。在至少一些实施方案中,切削结构高度356和翼高度354之间的比率可以在30%和90%之间。例如,该比率可以在具有下限、上限或同时具有下限和上限的范围内,该上限和下限包括30%、40%、50%、55%、60%、65%、70%、80%、90%或其间的值中的任一个。在一些示例实施方案中,切削结构高度356和翼高度354之间的比率可以在40%和80%之间、在50%和65%之间或者在56%和61%之间。在其他实施方案中,该比率可小于30%或大于90%。

[0048] 可选地,切削结构高度356和引导高度355之间可以存在重叠。在至少一些实施方案中,该重叠的高度357和翼高度354之间的比率可以在0%和70%之间。例如,该比率可以在具有下限、上限或同时具有下限和上限的范围内,该上限和下限包括0%、5%、10%、15%、20%、30%、40%、50%、60%、70%或其间的值中的任一个。在一些示例实施方案中,该重叠的高度357和翼高度354之间的比率可以在0%和30%之间、在0%和15%之间或者在4%和9%之间。在其他实施方案中,该比率可大于70%。

[0049] 前述比率是说明性的,并且可以定义其他比率。例如,可以在引导部分和刀翼320的保径之间的翼的非引导部分的高度之间定义比率。在图3-2中,非引导部分的高度可以被定义为切削结构高度356减去重叠的高度357,或者被定义为翼高度354减去引导高度355,

但是在其他实施方案中可以以其他方式定义。在一些实施方案中,这样的比率可以在20%和80%之间。例如,该比率可以在具有下限、上限或同时具有下限和上限的范围内,该上限和下限包括20%、30%、40%、45%、50%、55%、60%、70%、80%或其间的值中的任一个。在一些示例实施方案中,非引导高度和翼高度354之间的比率可以在30%和70%之间、在45%和60%之间或者在50%和55%之间。在其他实施方案中,该比率可小于20%或大于80%。

[0050] 也可以在除翼高度354之外的其他高度之间定义比率。例如,示例性比率可以包括引导高度355与非引导部分的高度之间的比率、引导高度355与切削结构高度356之间的比率、重叠的高度357与引导高度355之间的比率、重叠的高度357与切削结构高度356之间的比率或者重叠的高度357与非引导高度之间的比率。

[0051] 举例来说,引导高度355与非引导高度的比率可以在50%和150%之间、在70%和120%之间、在85%和100%之间或者在89%和94%之间。在其他实施方案中,该比率可小于50%或大于150%。

[0052] 类似地,引导高度355与切削结构高度356的比率可以在40%和140%之间、在60%和110%之间、在75%和90%之间或者在79%和84%之间。在其他实施方案中,这样的比率可小于40%或大于140%。非引导高度与切削结构高度之间的示例性比率可以在50%和150%之间、在70%和120%之间、在85%和100%之间或者在86%和91%之间。在其他实施方案中,该比率可小于50%或大于150%。

[0053] 在又一其他实施方案中,重叠的高度357和引导高度355之间的比率可以在0%和90%之间、在0%和50%之间、在5%和25%之间或者在12%和17%之间。在其他实施方案中,该比率可大于90%。重叠的高度357和切削结构高度356之间的比率可以在0%和85%之间、在0%和45%之间、在5%和20%之间或者在9%和14%之间。在其他实施方案中,该比率可大于85%。类似地,重叠的高度357和非引导高度之间的比率可以在0%和85%之间、在0%和45%之间、在5%和20%之间或者在10%和15%之间。在其他实施方案中,该比率可大于85%。

[0054] 刀翼、刀臂或工具的其他元件可以以任何数量的方式布置、设计或以其他方式配置。例如,切削元件的类型、切削元件的布置、切削元件的材料等可以从一种设计改变为另一种设计、在单个设计或工具内变化、或者以其他方式变化。例如,图4和图5示出了在本公开的一些实施方案中可选地采用的切削元件的一些示例性布置。

[0055] 在图4中,切削工具(被示为刀翼420)可包括以任何合适的方式布置的多个切削元件435。在该特定实施方案中,例如,引导切削元件435-1和跟随切削元件435-2布置成沿着刀翼420的一部分(例如,管下扩眼部分或反向扩眼部分)的长度轴向延伸。在至少一些实施方案中,切削元件435可具有非零暴露量。暴露量指的是切削元件435的尖端与刀翼的相应表面之间的距离,并且通常可以限定相应切削元件435的切削深度。在一些实施方案中,刀翼420的表面可以是面向地层的表面441,但是刀翼420的其他部分可以根据切削元件435的位置来限定暴露量。正暴露量指的是相应的刀翼表面上方的切削元件435,而负暴露量指的是凹陷在相应的刀翼表面内的切削元件435。

[0056] 每个切削元件435可以具有相同的暴露量或者每个切削元件435可以没有暴露量。在其他实施方案中,可以改变暴露量,使得一个或多个切削元件435具有与一个或多个其他切削元件435不同的暴露量。例如在图4中,刀翼420的侧视图示出了在引导侧表面442上的

引导切削元件435-1,以及在面向地层的表面441上的跟随切削元件435-2。在至少一些实施方案中,引导切削元件435中的一个或多个引导切削元件的暴露量458由从切削元件435-1的每个切削尖端向内延伸的线所示出。暴露量458可以是可变的。例如在所示的实施方案中,引导切削元件435-1的暴露量458可以不同于相邻的引导切削元件435-1的暴露量458,或不同于每个其他引导切削元件435-1的暴露量458。在一些实施方案中,每个引导切削元件435-1可具有不同的暴露量458。

[0057] 可选地,引导切削元件435-1的暴露量458可逐渐改变。例如,在图4中,引导切削元件435-1被示为位于扩眼部分447上,该扩眼部分的径向高度朝向保径部分451增加。最靠近稳定部分或保径部分451的引导切削元件435-1可以比远离保径部分451的引导切削元件435-1具有更大的径向位置和更少的暴露量458,该远离保径部分451的引导切削元件可以具有更小的径向位置。例如,最靠近保径部分451的引导切削元件435-1的暴露量458可以小于任何其他引导切削元件435-1的暴露量458,距离保径部分451最远的引导切削元件435-1的暴露量458可以大于任何其他引导切削元件435-1的暴露量458,或者可以应用前述的组合。

[0058] 可选地,当从保径部分451轴向远离移动时,暴露量458可以逐渐增加。在这样的实施方案中,引导切削元件435-1的暴露量458可以大于轴向更靠近保径部分451的相邻引导切削元件435-1的暴露量458。在其他实施方案中,当从保径部分451轴向远离移动时,暴露量458可以逐渐或以其他方式减少。在又一其他实施方案中,相邻的引导切削元件435-1可以具有相同的暴露量。可选地,具有较高切削深度(和移除较大体积的材料)的引导切削元件435-1可以具有较高的暴露量458,并且具有较低切削深度和较少移除体积的引导切削元件435-1可以具有较低的切削深度。例如,较靠近保径部分451并且在较大径向位置处的引导切削元件435-1可以具有较低的切削深度和较少的移除体积,而较远离保径部分451并且在较小的径向位置处的引导切削元件435-1可以具有较大的切削深度和较大的移除体积。在至少一些实施方案中,通过减少这种引导切削元件435-1的暴露量458,可以保护较靠近保径部分或在较大径向位置处的引导切削元件435-1免受由高横向振动引起的增加的冲击损坏。这可以允许振动分散在刀翼420的整个主体上。在一些实施方案中,可变的暴露量还可以减少粘滑倾向、回旋倾向或两者,其可能由侧向切削元件由于横向振动而产生突然的高切削深度而导致,这可能导致偏心枢轴点。

[0059] 每个引导切削元件435-1暴露的量在不同实施方案中可以是不同的,并且可以基于许多因素,包括引导切削元件435-1的类型或形状、刀翼420的类型和形状、地层或由刀翼420切削的其他材料的类型、在井下操作中期望的振动量、期望的钻速、其他因素或前述的组合。例如,在一些实施方案中,每个引导切削元件435-1的暴露量458(并且在具有可变的暴露量458的实施方案中可能在不同的引导切削元件435-1之间)可以在具有包括以下各项中的任一个的下限、上限或者同时具有下限和上限的范围内:0.000英寸(0.0毫米)、0.005英寸(0.1毫米)、0.01英寸(0.3毫米)、0.025英寸(0.6毫米)、0.05英寸(1.3毫米)、0.075英寸(1.9毫米)、0.1英寸(2.5毫米)、0.125英寸(3.2毫米)、0.15英寸(3.8毫米)、0.175英寸(4.4毫米)、0.2英寸(5.1毫米)、0.225英寸(5.7毫米)、0.25英寸(6.4毫米)、0.275英寸(7.0毫米)、0.3英寸(7.6毫米)、0.4英寸(10.2毫米)、0.5英寸(12.7毫米)或其中间的值。例如,扩眼部分447的引导切削元件435-1的暴露量458可以在0.000英寸(0.0毫米)和0.4英寸

(10.2毫米)之间、在0.005英寸(0.1毫米)和0.25英寸(6.4毫米)之间、或在0.005英寸(0.1毫米)和0.2英寸(5.1毫米)之间。在其他实施方案中,暴露量458可以是负的或可以大于0.5英寸(12.7毫米)。

[0060] 改变引导切削元件435-1的暴露量458可以用在其中扩眼部分447是管下扩眼部分或反向扩眼部分的情况。可变的暴露量458因此可以存在于管下扩眼部分、反向扩眼部分或者同时存在于管下扩眼部分和反向扩眼部分两者上。另外,跟随切削元件435-2可具有恒定的暴露量458或可变的暴露量458,如本文所讨论的。这可能是这种情况,其中跟随切削元件435-2处于位于引导切削元件435-1正后面的备用位置,或处于另一跟随位置(例如,当从引导切削元件435-1轴向偏移时、位于刀翼420上的第二刀片上等)。

[0061] 图5是示例性刀翼520的一部分的剖视图,该刀翼具有引导切削元件535-1和跟随切削元件535-2。如图所示,引导切削元件535-1可以是具有平面的剪切切削元件,而跟随切削元件535-2可以是圆锥形或其他非平面切削元件。在其他实施方案中,引导切削元件和跟随切削元件535二者均可以是剪切切削元件,或者两者都可以是非平面切削元件。

[0062] 跟随切削元件535-2可以具有与对应的引导切削元件535-1相同的暴露量。然而,在其他实施方案中,引导切削元件和跟随切削元件535可以具有相对于面向地层的表面541所不同的暴露量。例如,在图5中,跟随切削元件535-2被示为具有大于引导切削元件535-1的暴露量558-1的暴露量558-2。在其他实施方案中,暴露量558-1可以大于暴露量558-2。在一些实施方案中,引导切削元件535-1、跟随切削元件535-2或两者都可相对于面向地层的表面541的相邻部分具有负暴露量或没有暴露量。

[0063] 刀翼520可具有多个引导切削元件535-1、多个跟随切削元件535-2或前述的组合。引导切削元件535-1、跟随切削元件535-2或两者都可具有如本文所述的可变的暴露量。在一些实施方案中,例如,引导切削元件535-1和跟随切削元件535-2可具有可变的暴露量。在其他实施方案中,引导切削元件535-1可具有可变的暴露量,而跟随切削元件535-2每个具有相同的暴露量(即,固定或恒定的暴露量)。在又一另外实施方案中,引导切削元件535-1中的每一个可以具有相同的暴露量,而跟随切削元件535-2具有可变的暴露量。在又一其他实施方案中,一个或多个引导切削元件535-1可以具有与其他引导切削元件535-1不同的暴露量,所述其他引导切削元件具有彼此相同的暴露量。类似地,一个或多个跟随切削元件535-2可以具有与其他跟随切削元件535-2不同的暴露量,所述其他跟随切削元件具有彼此相同的暴露量。

[0064] 现在转向图6-1至图6-3,更详细地示出了各种示例性刀翼620-1、620-2、620-3(统称为刀翼620)的俯视图。在一些实施方案中,井下工具(例如,图2-1和图2-2的管下扩眼器210)可以使用多个臂、刀片或其他刀翼。每个刀翼可以是相同的。这样,这种井下工具可包两个、三个、四个或更多个刀翼620-1、刀翼620-2或刀翼620-3。然而,在其他实施方案中,井下工具的刀翼中的一个或多个可以是不同的。在这样的实施方案中,刀翼中的一个或多个可以具有不同的特征,使得不同的翼之间的特征不同。例如,切削元件可以改变(例如,切削元件的数量、类型、暴露量或位置),刀翼特征的形状可以改变(例如,管下扩眼部分、反向扩眼部分或保径部分的形状),刀翼上的刀片的数量可以改变,或者其他特征可以在刀翼之间变化。在一些实施方案中,每个刀翼可以是不同的。例如,图6-1至图6-3中的刀翼620每个可以与相同的井下工具一起使用,并且可选地在相同的轴向位置和不同的周向位置处使用。

在一些实施方案中,多个任一刀翼620可以用在井下工具中。

[0065] 图6-1至图6-3示出了刀翼620的特征的一些差异,无论这种刀翼620是用在同一工具中还是用在不同工具中。例如,图6-1的刀翼620-1包括第一扩眼部分647-1-1和保径部分651-1。在该实施方案中,第二扩眼部分647-1-2还被包括在第一扩眼部分647-1-1和保径部分651-1之间。如图所示,第一扩眼部分和第二扩眼部分647-1可包括一个或多个切削元件635。在第一扩眼部分647-1-1中(其可选地具有相对于第二扩眼部分647-1-2的减小的半径),切削元件635可以布置成一行或多行。所述行可以如本文所讨论的那样布置,并且因此可以是平行的或不平行的,可以包括引导行和跟随行,可以包括相同或不同类型的切削元件,可以与刀翼620-1的轴线平行或不平行,具有其他特征,或具有前述的任何组合。在该特定实施方案中,例如,刀翼620-1的第一扩眼部分647-1-1包括两行基本平行的切削元件635。跟随行中的切削元件635被示出呈偏移的轴向位置;然而,在其他实施方案中,跟随行的切削元件635可以与引导行的切削元件635轴向对齐,或者以其他方式作为备用切削元件操作。

[0066] 第二扩眼部分647-1-2也可包括可选地布置成一行或多行的一个或多个切削元件635。所述行可以如本文所讨论的那样布置,并且因此可以是平行的或不平行的,可以包括引导行和跟随行,可以包括相同或不同类型的切削元件,可以与刀翼620-1的轴线平行或不平行,具有其他特征,或具有前述的任何组合。在该特定实施方案中,例如,刀翼620-1的第二扩眼部分647-1-2包括两个基本平行的行。第一行648-1可包括例如剪切切削元件635、非平面切削元件等。第二行649-1可包括切削深度限制器624。在其他实施方案中,第二行649-1可包括剪切切削元件、非平面切削元件等。第二行649-1的切削深度限制器624被示出在备用、跟随位置中并与第一行648-1的切削元件635轴向对齐;然而,在其他实施方案中,切削深度限制器624或第二行649-1的其他元件可以在呈偏移的轴向位置的同时跟随第一行648-1的切削元件635。

[0067] 还如图6-1所示,第二扩眼部分647-1-2的引导行或第一行648-1可以相对于第一扩眼部分647-1-1的引导行成一角度。例如,第一行648-1相对于第一扩眼部分647-1-1的引导行(或相对于刀翼620-1的纵向轴线)的角度可以在具有下限、上限或同时具有下限和上限的范围内,该下限及上限包括 0° 、 2.5° 、 5° 、 7.5° 、 10° 、 12.5° 、 15° 、 17.5° 、 20° 、 25° 、 30° 、 45° 、 60° 或其间的值中的任何一个。举例来说,该角度可以在 0° 和 20° 之间、在 5° 和 15° 之间或在 7.5° 和 12.5° 之间。在其他实施方案中,该角度可大于 60° 。

[0068] 可选地,面向地层的表面641-1、引导侧表面642-1或两者也可以在与第一行648-1相邻的位置处成角度。在所示实施方案中,第一行658-1和面向地层的表面641-1以及引导侧表面642-1的相应部分可以朝向保径部分651-1向内成角度。在这样的实施方案中,面向地层的表面641-1的宽度(例如,引导侧表面642-1和跟随侧表面643之间的距离)可以在更靠近保径部分651-1处比更靠近第一扩眼部分647-1处更小。类似地,跟随侧表面643和切削元件635之间的距离可以在更靠近保径部分651-1处比更靠近第一扩眼部分647-1-1处更小。

[0069] 还如图6-1所示,第二扩眼部分647-1-2的跟随、备用或第二行649-1也可以相对于第一扩眼部分647-1-1的跟随行成一角度。例如,第二行649-1和第一扩眼部分647-1-1的跟随行之间的角度可以在具有下限、上限或同时具有下限和上限的范围内,该下限及上限包

括 0° 、 2.5° 、 5° 、 7.5° 、 10° 、 12.5° 、 15° 、 17.5° 、 20° 、 25° 、 30° 、 45° 、 60° 或其间的值中的任何一个。举例来说,该角度可以在 0° 和 20° 之间、在 5° 和 15° 之间或在 7.5° 和 12.5° 之间。在其他实施方案中,该角度可大于 60° 。在一些实施方案中,第一行642-1和第二行649-1可以是大致平行的。

[0070] 在一些实施方案中,保径部分651-1可包括稳定器座垫622-1(总体由虚线示出)、保径保护元件653、其他部件或前述的任何组合。在该特定实施方案中,保径保护元件653可以布置成三个平行的行,其中每行中的保径保护元件653相对于相邻行中的保径保护元件653轴向偏移。可选地,一行或多行可以具有不同的长度。例如,邻近稳定器座垫622-1的引导侧表面642-1可以朝向第二扩眼部分647-1-2向内成角度,并且当靠近第二扩眼部分647-1-2时,面向地层的表面641-1的宽度可以减小。由此,稳定器座垫622-1可以不具有恒定的宽度,并且更靠近跟随侧表面643的一行保径保护元件653可以比更靠近引导侧表面642-1的一行保径保护元件653更长或延伸到更靠近第二扩眼部分647-1-2的点。当然,保径保护元件653可以以任何合适的图案布置,并且可以不以行布置,而是可以以螺旋、成角度的、圆形或其他图案布置,或以随机或伪随机方式布置。

[0071] 稳定器座垫622-1可以具有任何合适的形状,或者可以完全省略,这取决于刀翼620-1的所需性能特性。例如,图6-1示出了稳定器座垫622-1具有五角形形状,具有三个直角和两个钝角。通过移除矩形的一个角可以形成类似的形状。具体地,被移除部分的角度大致可以与保径部分651-1中的引导侧表面642-1的角度对齐。例如,刀翼620-1的纵向轴线和稳定器座垫622-1附近处的引导侧表面642-1之间的角度可以在具有下限、上限或同时具有下限和上限的范围内,该下限及上限包括 0° 、 2.5° 、 5° 、 7.5° 、 10° 、 12.5° 、 15° 、 17.5° 、 20° 、 22.5° 、 25° 、 27.5° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° 或其间的值中的任何一个。举例来说,该角度可以在 0° 和 45° 之间、在 10° 和 30° 之间、在 12.5° 和 22.5° 之间或在 15° 和 20° 之间。在其他实施方案中,该角度可以大于 75° 。该角度可以在大小、方向或两者上与第二扩眼部分647-1-2中的第一行642-1或第二行649-1、第一扩眼部分647-1-1中的一行切削元件635或两者的角度不同。在至少一些实施方案中,该角度可以与第一行642-1或第二行649-1的角度、或者与第一扩眼部分647-1-1中的一行或多行切削元件635的角度相同。

[0072] 多个刀翼620-1可以用在井下工具、扩眼工具或另外的切削工具中。在其他实施方案中,可以使用不同的刀翼,有或没有刀翼620-1。例如,图6-2示出了另一个示例性刀翼620-2,其不同于图6-1的刀翼620-1,且可以与图6-1的刀翼620-1结合或不结合使用。如图所示,刀翼620-2可以以任何数量的方式与刀翼620-1不同,诸如在第一管下扩眼部分647-2-1中、在第二管下扩眼部分647-2-2中或两者中的切削元件635的数量方面。另外或其他差异可以是切削元件635的位置或布置(例如,径向位置、倾角、撞击角等)、切削深度限制器624的数量或位置/布置(或两者)、保径保护元件653的数量或位置/布置、稳定器座垫622-2的尺寸或构造、以其他方式、或前述的任何组合。在又一其他实施方案中,与另一个刀翼(例如,刀翼620-1)相比,可以在一个刀翼620-2上使用不同类型的切削元件635、切削深度限制器624等。

[0073] 刀翼620-2可以包括那些与针对图6-1的刀翼620-1描述的特征相类似的一些特征。然而,一个示例性差异可以是切削元件635的第一行648-2的角度,以及与第一行648-2相邻的引导侧表面642-2的对应角度。例如,第二管下扩眼部分647-2-2中的第一行648-2相

对于刀翼620-2的纵向轴线或相对于第一扩眼部分647-2-1中的切削元件635的引导行的角度可以大于图6-1的第一行648-1的角度。例如,第一行648-2和第一扩眼部分647-2-1的引导行(或刀翼620-2的纵向轴线)之间的角度可以在具有下限、上限或同时具有下限和上限的范围内,该下限及上限包括 0° 、 2.5° 、 5° 、 7.5° 、 10° 、 12.5° 、 15° 、 17.5° 、 20° 、 25° 、 30° 、 45° 、 60° 或其间的值中的任何一个。举例来说,该角度可以在 0° 和 30° 之间、在 10° 和 25° 之间或在 12.5° 和 17.5° 之间。在其他实施方案中,该角度可以大于 60° 。可选地,切削深度限制器624的第二行649-2可以与第一行648-2处于相同或不同的角度,如相对于图6-1更详细地描述的。在一些实施方案中,诸如在图6-2中所示的那样,第二行649-2中的切削深度限制器624的数量可以与第二扩眼部分647-2-2内的第一行648-2中的切削元件635的数量不同。

[0074] 稳定器座垫622-2也可以与稳定器座垫622-1不同。例如,稳定器座垫622-1、622-2被示为具有类似的五边形形状;然而,稳定器座垫622-2可以更短、可以具有更小的最小宽度、并且可以在引导侧表面642-2附近具有不同的角度。例如,在所示的实施方案中,刀翼620-2的纵向轴线和稳定器座垫622-2附近处的引导侧表面642-2之间的角度可以在具有下限、上限或同时具有下限和上限的范围内,该下限及上限包括 0° 、 2.5° 、 5° 、 7.5° 、 10° 、 12.5° 、 15° 、 17.5° 、 20° 、 22.5° 、 25° 、 27.5° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° 或其间的值中的任何一个。举例来说,该角度可以在 5° 和 50° 之间、在 10° 和 35° 之间、在 15° 和 25° 之间或在 17.5° 和 22.5° 之间。在其他实施方案中,该角度可以大于 75° 。与刀翼620-1一样,稳定器座垫622-2上的角度可以在大小、方向或两者方面相较于第二扩眼部分647-2-2中的第一行648-2或第二行649-2、第一扩眼部分647-2-1中的一行切削元件635或两者的角度不同。

[0075] 与稳定器座垫622-1相比,保径部分651-2中的稳定器座垫622-2进一步被示为具有更少的保径保护元件653。具体地,保径保护元件653被示为呈偏移的轴向位置布置在两行中。另外,所述行可以比图6-1中所示的行更短。当然,也可以使用其他布置,并且保径保护元件653可以是不成行的、可以成更长的行、可以具有不同的尺寸、可以以其他方式配置或布置或者前述的组合。

[0076] 图6-3示出了另一个示例性刀翼620-3,其不同于图6-1和图6-2的刀翼620-1、620-2,且可以与刀翼620-1、620-2结合或不结合使用。如图所示,刀翼620-3可以以任何数量的方式与刀翼620-1、620-2不同,诸如在第一管下扩眼部分647-3-1中、在第二管下扩眼部分647-3-2中或两者中的切削元件635的数量方面。另外或其他差异可以是切削元件635的位置或布置(例如,径向位置、倾角、撞击角等)、切削深度限制器624的数量或位置/布置(或两者)、保径保护元件653的数量或位置/布置、保径部分651-3中的稳定器座垫623-2的尺寸或构造、以其他方式、或前述的任何组合。在又一其他实施方案中,与另一个刀翼(例如,刀翼620-1、620-2)相比,可以在一个刀翼620-3上使用不同类型的切削元件635、切削深度限制器624等。

[0077] 刀翼620-3可以包括那些与针对刀翼620-1、620-2描述的特征相类似的一些特征。然而,一个示例性差异可以是切削元件635的第一行648-3的角度,以及与第一行648-3相邻的引导侧表面643-2的对应角度。例如,第二管下扩眼部分647-3-2中的第一行648-3相对于刀翼620-3的纵向轴线或相对于第一扩眼部分647-3-1中的切削元件635的引导行的角度可以小于图6-1和图6-2的第一行648-1、648-2的角度。例如,第一行648-3可以与第一扩眼部分647-3-1的引导行(或刀翼620-3的纵向轴线)大致平行(并且可选地共线)。在其他实施方

案中,两者间的角度可以在具有下限、上限、或同时具有下限和上限两者的范围内,该下限和上限包括 0° 、 2.5° 、 5° 、 7.5° 、 10° 、 12.5° 、 15° 、 17.5° 、 20° 、 25° 、 30° 或其间的值中的任何一个。举例来说,该角度可以在 0° 和 20° 之间、在 0° 和 10° 之间或在 0° 和 5° 之间。在其他实施方案中,该角度可以大于 30° 。可选地,切削深度限制器624的第二行649-3可以与第一行648-3处于相同或不同的角度,如相对于图6-1更详细地描述的。在一些实施方案中,诸如在图6-3中所示的那样,第二行649-3中的切削深度限制器624的数量可以与第二扩眼部分647-3-2内的第一行648-3中的切削元件635的数量相同。

[0078] 稳定器座垫622-3也可以与稳定器座垫622-1、622-2不同。例如,稳定器座垫622-3被示为具有矩形形状,但是在其他实施方案中它可以具有一个或多个倾斜表面或其他特征。保径部分651-3中的稳定器座垫622-3进一步被示为具有三行轴向偏移的保径保护元件653,并且可包括比稳定器座垫622-1、622-2更多的保径保护元件654。具体地,保径保护元件653被示为呈偏移的轴向位置布置在三行中,所述三行基本上延伸稳定器座垫622-3的整个轴向长度。可选地,一行或多行可以比图6-1和图6-2中所示的行更长,但是在其他实施方案中一行或多行可以更短。当然,也可以使用其他布置,并且保径保护元件653可以是不成行的、可以具有不同的尺寸、可以以其他方式配置或布置或者前述的组合。

[0079] 刀翼620可具有任何数量的相似之处或差异。例如,长度、宽度、高度、轮廓、材料、其他特性或前述的组合可以变化。另外,图6-1至图6-3的刀翼620被示为具有花键645(例如,用于扩展/缩回刀翼620)。在一些实施方案中,一个或多个刀翼可具有不同角度、不同形状或具有其他特征的花键645。一些刀翼也可以不具有沟槽、轨道或其他花键645。根据本公开的其他刀翼可以在其他表面上(例如,在底部表面上或在井口方向侧/井下方向侧端部表面上)具有花键。又一其他实施方案可以联接到横向偏置构件,以帮助缩回和扩展刀翼。

[0080] 另外,虽然刀翼620被示为在相应的第一扩眼部分647-1-1、647-2-1、647-3-1中具有类似行的切削元件635,但是在其他实施例中这些行可以不同。具体地,图6-1至图6-3示出了这样的两行切削元件635,其大致平行于刀翼620的纵向轴线延伸。切削元件635的数量或这种切削元件635的位置可以如图所示在不同刀翼间变化(例如,以形成连续的切削轮廓),或者切削元件635的数量或位置可以在不同刀翼间相同。在其他实施方案中,第一扩眼部分647-1-1、647-2-1、647-3-1中切削元件635的引导行、跟随行或两行可以以其他方式成角度。类似地,不同类型的切削元件可以位于这样的行中,可以使用单行,或者可以使用多于两行。

[0081] 除非另有说明,否则本文所用的术语“切削元件”一般指的是任何类型的切削元件。切削元件可以具有各种构造,并且在一些实施方案中可以具有平面切削面(例如,类似于图5的切削元件535-1)。“非平面切削元件”将指的是具有非平面切削表面或端部的切削元件,诸如大致尖锐的切削端(“尖切削元件”)或具有齿顶或脊切削区域的大致圆锥形切削元件(“脊切削元件”),例如具有终止于顶端的切削端,其可包括具有圆锥形切削端的切削元件(由图5的切削元件535-2或图7的切削元件735示出)、子弹头形切削元件(如图8所示),或具有脊(例如,齿顶或顶端)的大致圆锥形切削元件,该脊例如延伸跨越切削元件的整个或部分直径(如图10-1所示)。

[0082] 如本文所用,术语“圆锥形切削元件”指的是具有大致圆锥形切削端760(包括直锥体或斜锥体)的切削元件,即,圆锥形侧壁761终止于圆形顶端762,如图7的切削元件735所

示。与终止于尖点顶端的几何锥体不同,本公开的一些实施方案的圆锥形切削元件具有顶端762,在圆锥形侧壁761与顶端762之间具有曲率。此外,在一个或多个实施方案中,可以使用子弹头形切削元件835。术语“子弹头形切削元件”指的是这样的切削元件,其具有终止于圆形顶端862的大致凸形的侧表面863,而不是大致圆锥形的侧表面。在一个或多个实施方案中,顶端862具有比凸形的侧表面863小得多的曲率半径。圆锥形切削元件和子弹头形切削元件都是“尖切削元件”,其尖端可以是突变的/尖锐的或圆形的。本公开的非平面切削元件还旨在可以包括其他形状,包括例如尖切削元件可以具有终止于圆形或顶端的凹形侧表面,如图9的切削元件935所示。

[0083] 术语“脊切削元件”指的是这样的切削元件,其具有在基底(例如,图10-1的圆柱形基底1064)上方延伸一高度的切削齿顶(例如,脊或顶端),以及横向延伸远离齿顶的至少一个凹陷区域。脊切削元件1035的实施方案在图10-1和图10-2中示出,其中切削元件顶部表面1065具有抛物柱面形状并且联接到基底1064。也可以使用脊切削元件的变型,并且例如,虽然凹陷区域可以被示为基本上平坦的,但是凹陷区域可以替代地是凸形的或凹形的。虽然齿顶被示为沿其长度基本上线性地延伸,但它也可以是形或凹形并且可以包括一个或多个峰和/或谷,包括一个或多个凹陷或凸形区域(例如,脊中的凹陷),或者可以具有沿着小于切削元件的整个宽度延伸的齿顶。在一些实施方案中,脊切削元件可具有顶部表面,该顶部表面在两个切削刃部分之间具有减小的高度,从而形成基本上为鞍形或双曲抛物面(例如,图11的切削元件1135的顶部表面1165)。

[0084] 可以使用诸如“侧倾角”和“后倾角”之类的术语来指示管下扩眼器上的平面切削元件(或剪切切削元件)的定向。而非平面切削元件可以以与平面切削元件相类似的方式被描述为具有后倾角和侧倾角,非平面切削元件可以不具有切削面或者可以不同地定向(例如,从面向地层的表面而不是朝向引导边缘),并且因此非平面切削元件的定向应该有不同定义。当考虑非平面切削元件的定向时,除了切削元件主体的垂直或横向定向之外,切削端的非平面几何形状也影响非平面切削元件撞击地层的方式和角度。具体地,除了后倾角影响非平面切削元件与地层的相互作用的侵蚀性之外,切削端几何形状(具体地,顶角和曲率半径)也可以极大地影响非平面切削元件撞击地层的侵蚀性。在尖切削元件的情况下,如图12-1至图12-3(统称为图12)中所示,后倾角被定义为在尖切削元件1235的轴线(具体地,尖切削端的轴线)与正交于地层或其他被切削材料的线之间形成的角度1266。如图12-2所示,在尖切削元件1235具有零度后倾角的情况下,尖切削元件1235的轴线基本垂直于或正交于地层材料。如图12-3所示,具有负后倾角1266的尖切削元件1235具有以与从地层材料测量的小于 90° 的角度1267接合地层材料的轴线。类似地,如图12-1中所示的具有正后倾角1266的尖切削元件1235具有以当从地层材料测量时大于 90° 的角1267接合地层材料的轴线。在一些实施方案中,尖切削元件的后倾角1266可以是零度,或者在一些实施方案中可以是负的。在一些实施方案中,尖切削元件1235的后倾角可以在 -20° 和 20° 、 -10° 和 10° 、 0° 和 10° 、或 -5° 和 5° 之间。

[0085] 除了轴线相对于地层的定向之外,尖的其他非平面切削元件的侵蚀性还可以取决于顶角,或者具体地,取决于地层与非平面切削元件的引导部分之间的角度。由于非平面切削元件的切削端形状,所以不存在在平面/剪切切削元件中所发现的引导边缘;然而,非平面切削表面的引导线可被确定为当附接的主体(例如,管下扩眼器刀翼的主体)围绕工具

轴线旋转时非平面切削元件在沿着非平面切削端面的每个轴向点处的第一点。换句话说，可以沿着工具旋转方向上的平面截取非平面切削元件的横截面，如图13所示。在这种平面中的尖切削元件1335的引导线1368可以与地层相关地考虑。尖切削元件1335的撞击角被定义为在尖切削元件1335的引导线1368与被切削的地层(或其他工件)之间形成的角度1369。角度1369可受切削元件1335的几何形状、后倾角1366或其他因素的影响。

[0086] 对于聚晶金刚石复合片切削元件(例如,剪切切削齿),侧倾角通常被定义为井下工具的切削面和径向平面(x-z平面)之间的角度。非平面切削元件不具有平面切削面,且因此尖切削元件的定向应该有不同的定义。在非平面切削元件的情况下,诸如图14-1至图15-3中所示的尖切削元件1435,侧倾角被定义为在切削元件1435的轴线(具体地,在所实施实施方案中为圆锥形切削端的轴线)与垂直于工具或刀翼中心线的线之间形成的角度1470。可以以其他方式定义侧倾角。例如,侧倾角可以被定义为在切削元件1435的轴线和在切削元件的位置处垂直于刀翼轮廓的切线的线之间形成的角度。在图14-1至图15-3中,z轴可表示垂直于工具中心线的线或垂直于刀翼轮廓的切线的线。

[0087] 如图14-2和图15-2所示,在尖切削元件1435具有零度侧倾角的情况下,尖切削元件1435的轴线基本平行于z轴。如图14-1和图15-1所示,具有负侧倾角1470的尖切削元件1435的轴线指向远离工具中心线的方向。相反地,如图14-3和图15-3中所示,具有正侧倾角1470的尖切削元件1435的轴线指向工具中心线的方向。在一些实施方案中,尖切削元件1435的侧倾角可以在 -30° 和 30° 之间、在 -10° 和 10° 之间、或在 -5° 和 5° 之间。此外,在本公开的实施方案中,非平面切削元件的侧倾角1470可以从这些或其他范围中选择。在一些实施方案中,引导切削元件和跟随切削元件可具有相同或不同的侧倾角和/或后倾角。例如,引导切削元件可以具有 15° 和 20° 之间的正后倾角,而跟随或备用切削元件可以具有 7° 和 15° 之间的正后倾角。在一些实施方案中,相对于刀翼轮廓的侧倾角1470可以在 -5° 和 5° 之间。

[0088] 应当理解,虽然本文关于所描绘的实施方案描述了元件,但是每个元件可以与其他实施方案的其他元件组合。例如,图3-1至图3-3中的任何一个或每个平面切削元件335可以替换为非平面切削元件。

[0089] 尽管已经参考井筒扩大作业主要描述了管下扩眼器和刀翼的实施方案,但是本文描述的装置可以用于除钻井或井筒的扩大之外的应用中。在其他实施方案中,根据本公开的管下扩眼器和刀翼可以在井筒或用于勘探或生产自然资源的其他井下环境之外使用。例如,本公开的工具和组件可以用在用于放置公用事业管线的井筒中、医疗过程中(例如,用于清除动脉内的阻塞)、制造业中(例如,扩大部件内的孔腔的直径)或其他行业中(例如水上、汽车等)。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。

[0090] 冠词“一个”,“一种”和“该/所述”旨在表示在前面的描述中存在一个或多个元素。术语“包含”、“包括”和“具有”意图是包括性的,并且表示除所列元素之外,可能还有另外的元素。另外,应理解,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涵盖所列举特征的另外实施方案的存在。如本公开的实施方案所涵盖的本领域普通技术人员所理解的,本文规定的数字、百分比、比率或其他值旨在包括该值,以及“大约”或“近似”该规定值的其他值。因此,规定值应该被足够广义地解释为包含至少足够接近规定值来执行所期望的功能或实现所期望的结果的值。规定值至少包括在合适的制造或生产过程中预期

的变化,并且可包括在规定值的5%以内、1%以内、0.1%以内或0.01%以内的值。在一系列值包括各种下限或上限的情况下,任何两个值可以定义范围的界限,或者任何单个值可以定义上限(例如,高达50%)或下限(至少50%)。

[0091] 本领域普通技术人员鉴于本公开应该认识到,等效结构不脱离本公开的精神和范围,并且在不脱离本公开的精神和范围的情况下,可以对本文公开的实施方案进行各种改变、替换和变更。包括功能“装置加功能”条款的等效构造旨在覆盖本文描述为执行所述功能的结构,包括以相同方式操作的结构性等效物,以及提供相同功能的等效结构。申请人的明确意图是不为任何权利要求援引装置加功能或其他功能性权利要求,除非“用于……的装置”一词与相关功能一起出现。落入权利要求的含义和范围内的对实施方案的每个增加、删除和修改都包含在权利要求中。

[0092] 如本文所用的术语“近似”、“大约”和“基本上”表示仍然执行所期望的功能或实现所期望的结果的接近规定量的量。例如,术语“近似”、“大约”和“基本上”可以指在规定量的小于5%以内、小于1%以内、小于0.1%以内和小于0.01%以内的量。此外,应该理解,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“在……上方”或“在……下方”的任何引用仅仅描述相关元素的相对位置或移动。应该理解,“近侧”、“远侧”、“井口方向侧”和“井下方向侧”是相对方向。如本文所用的,“近侧”和“井口方向侧”应理解为指朝向地面、钻机、操作员等的方向。“远侧”和“井下方向侧”应理解为指远离地面、钻机、操作员等的方向。当在本文中使用词语“可以”时,这样的术语应该被解释为意味着在一些实施方案中存在所识别的特征、功能、特性等,但是在其他实施方案中不存在。

[0093] 本公开在不脱离其精神或特性的情况下可以以其他特定形式体现。所描述的实施方案应被认为是说明性的而不是限制性的。本公开的范围因此是由所附权利要求书而不是由前述描述来指示的。在权利要求的等效物的含义和范围内的变化都将被包含在所述权利要求的范围内。

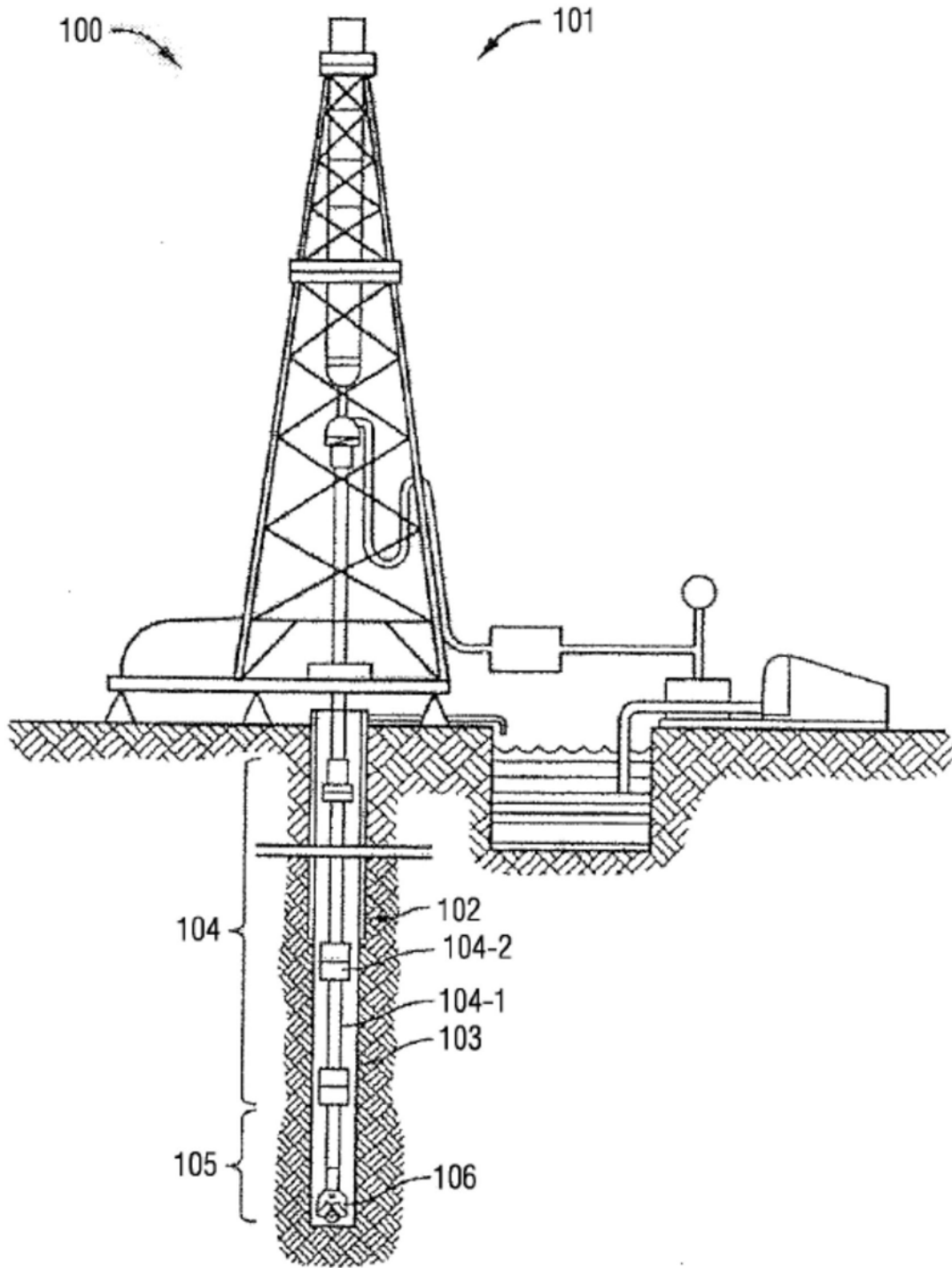


图1

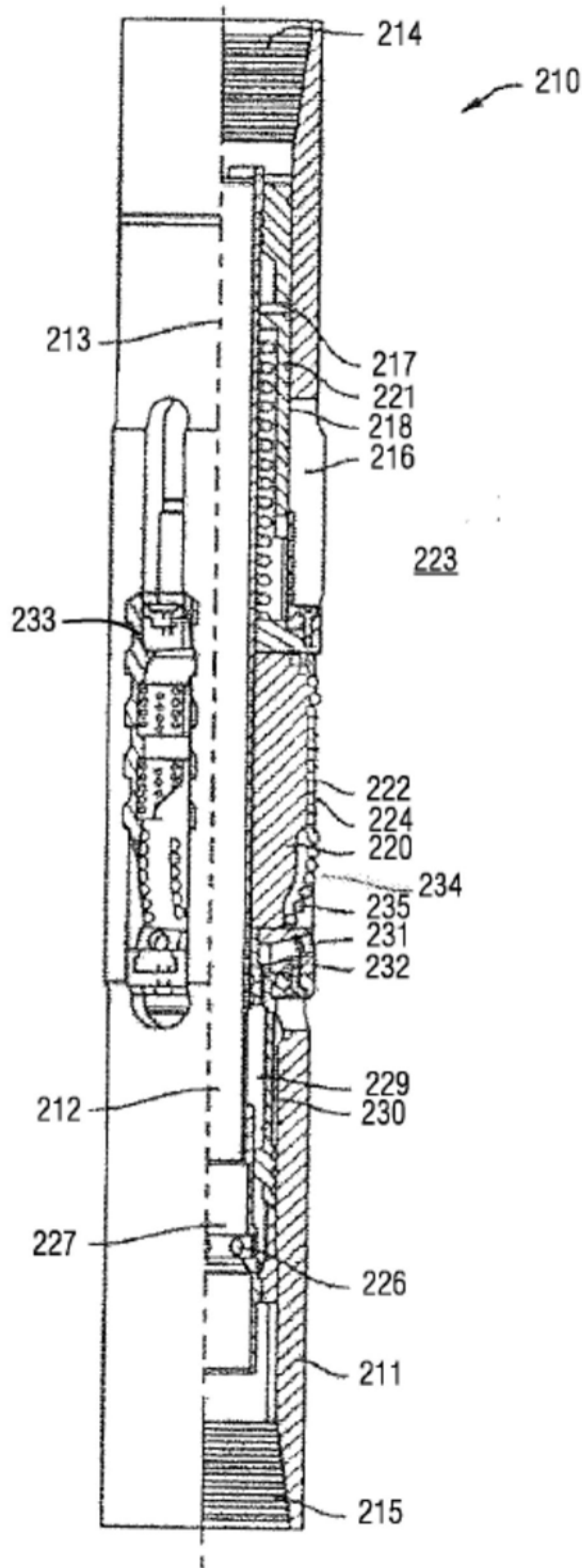


图2-1

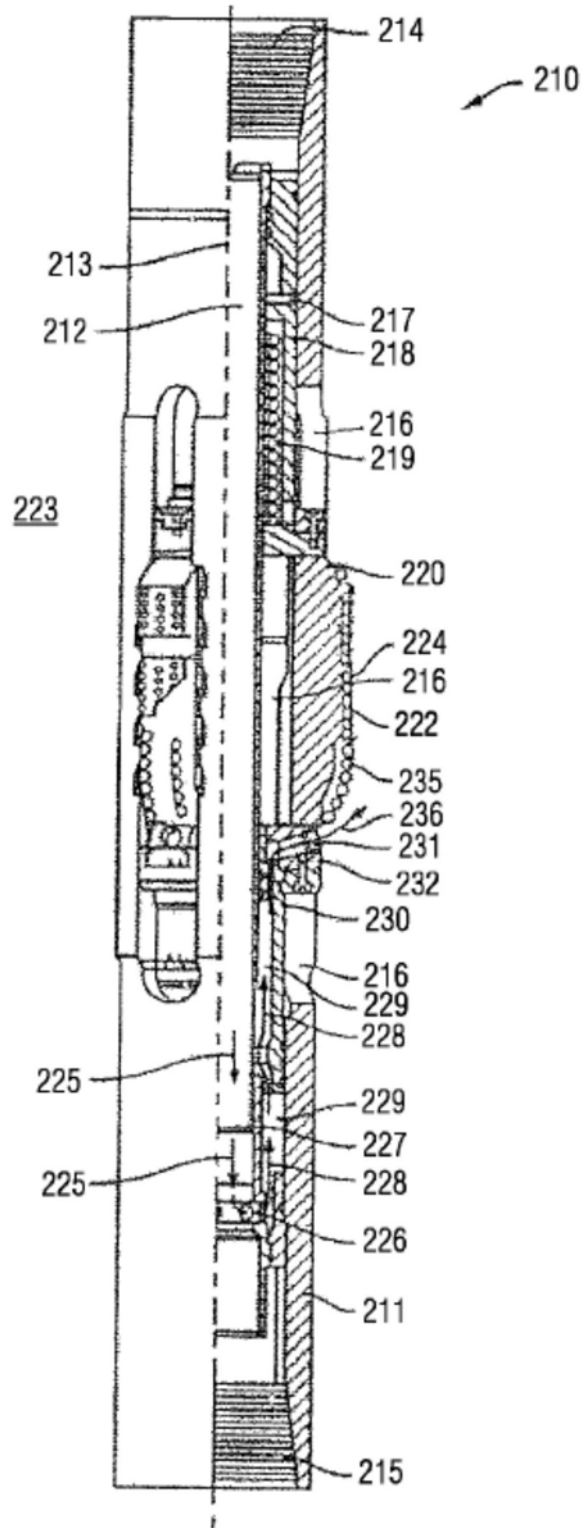


图2-2

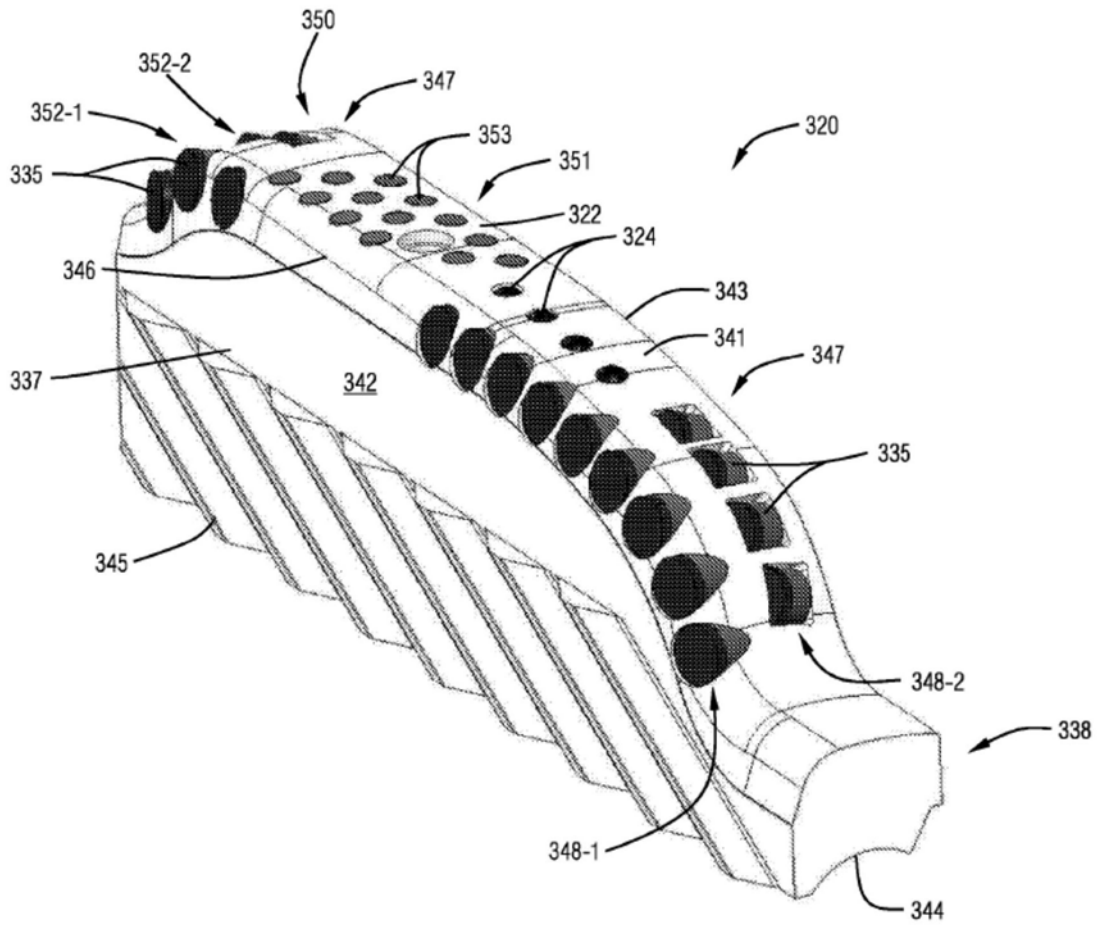


图3-1

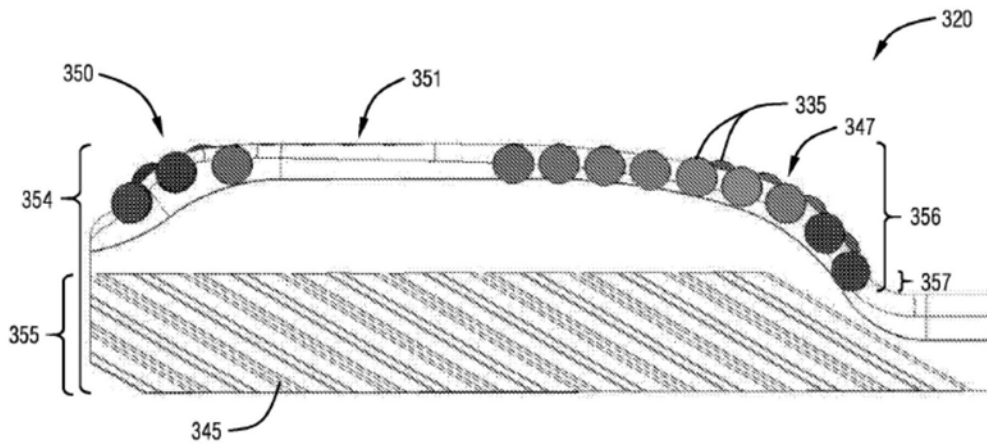


图3-2

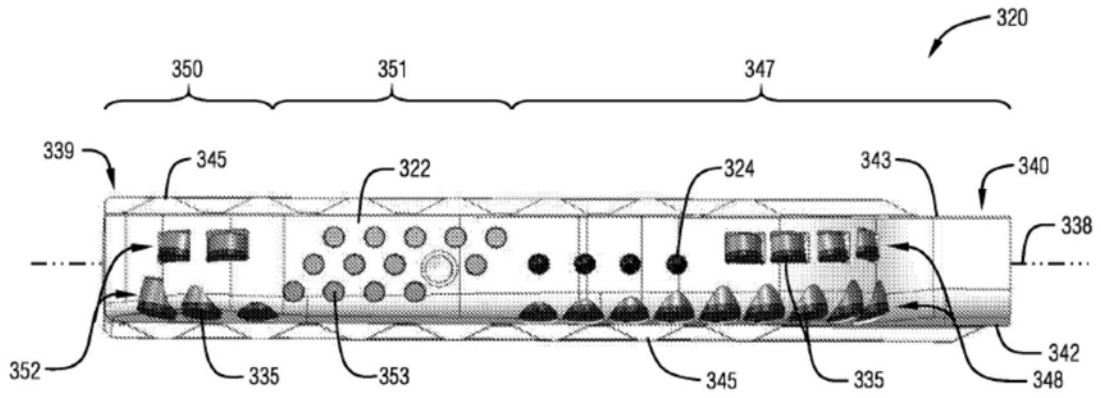


图3-3

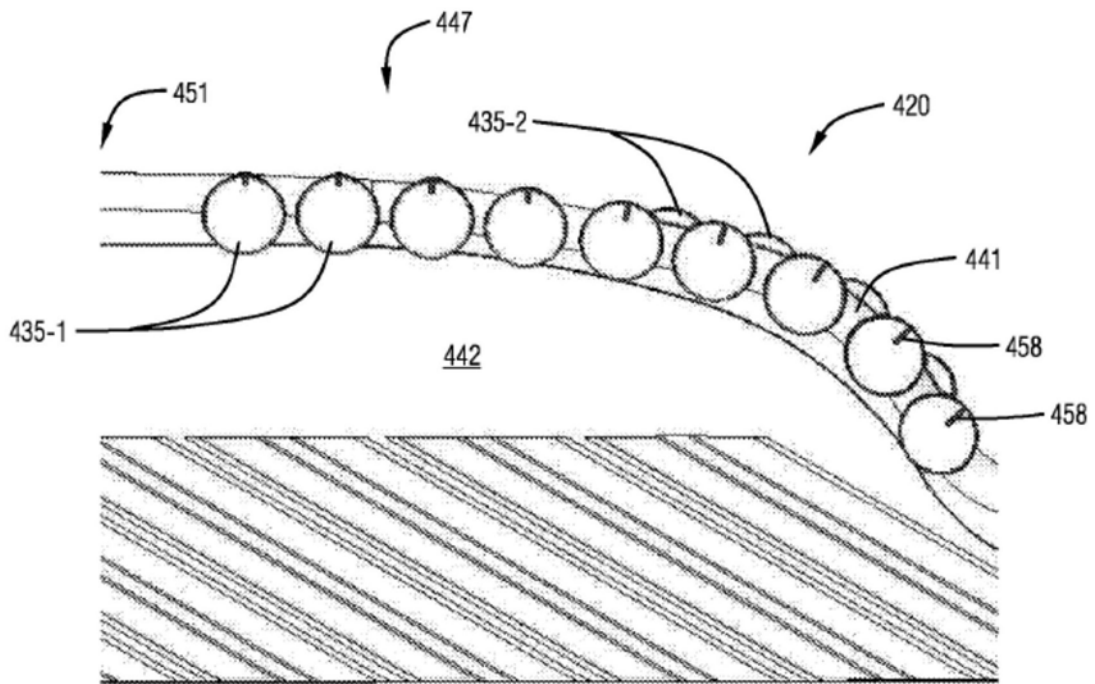


图4

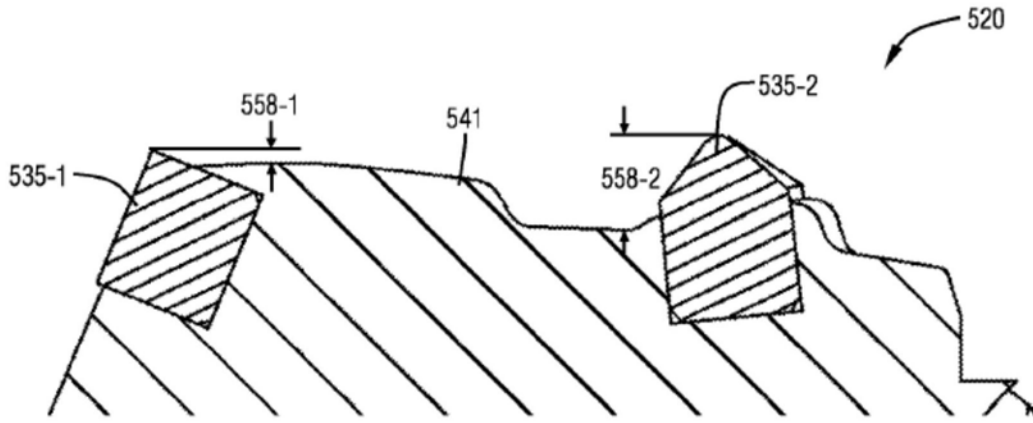


图5

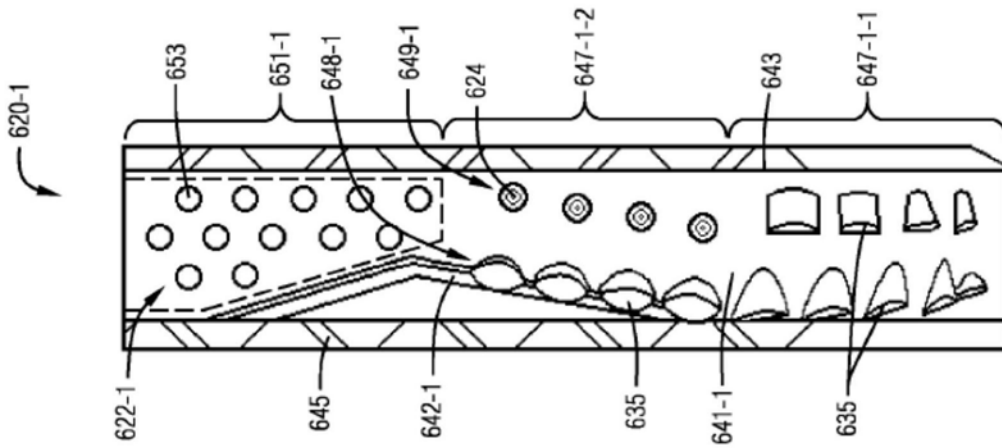


图6-1

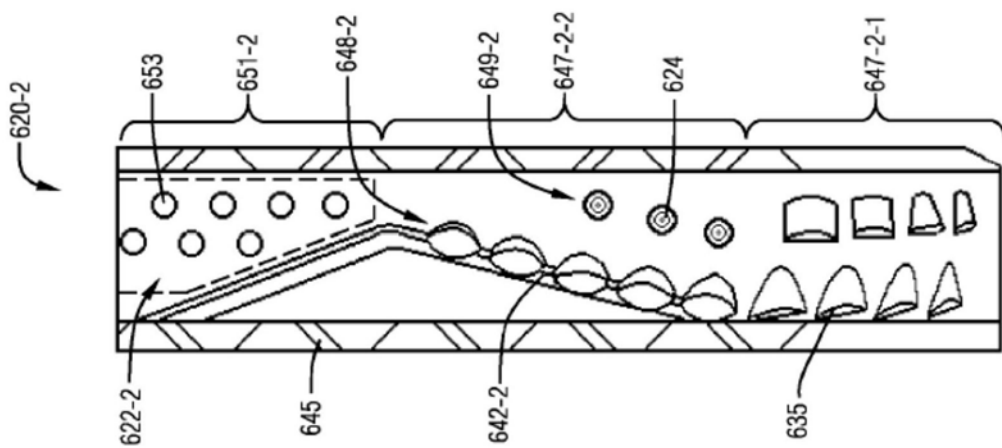


图6-2

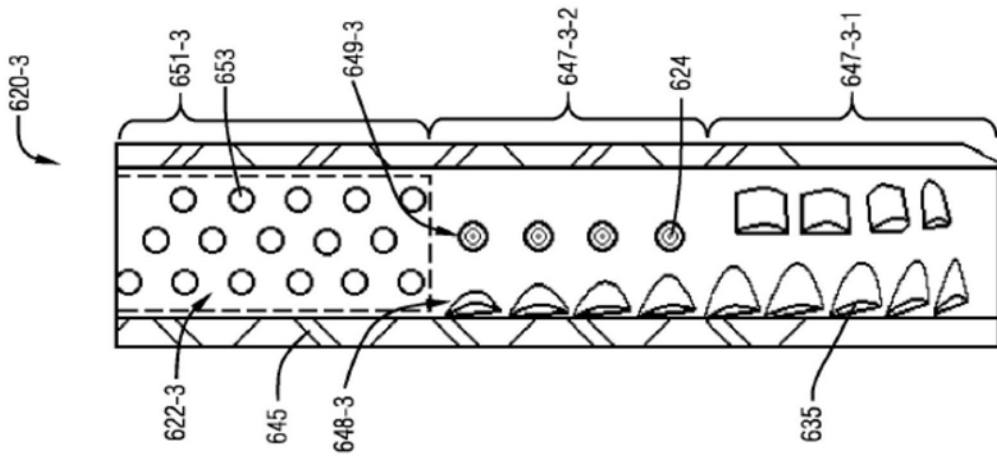


图6-3

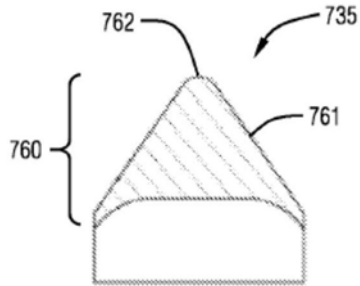


图7

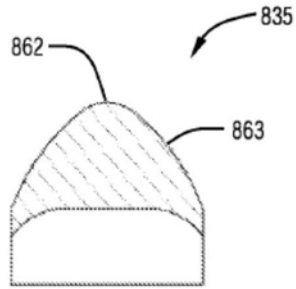


图8

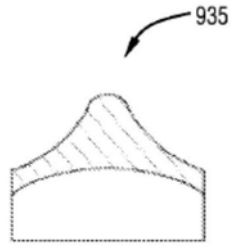


图9

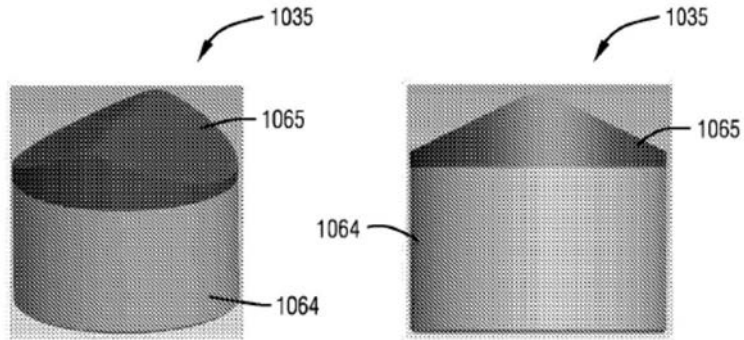


图 10-1

图 10-2

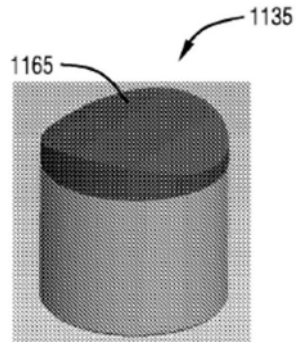


图11

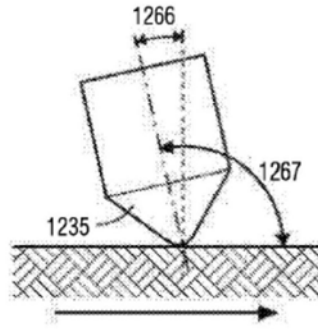


图12-1

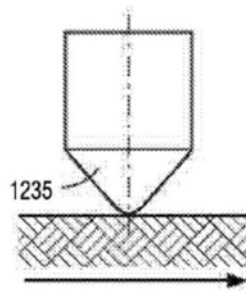


图12-2

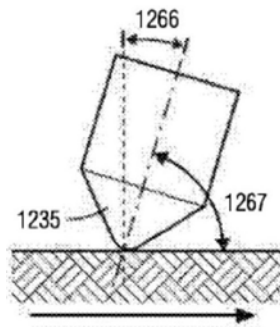


图12-3

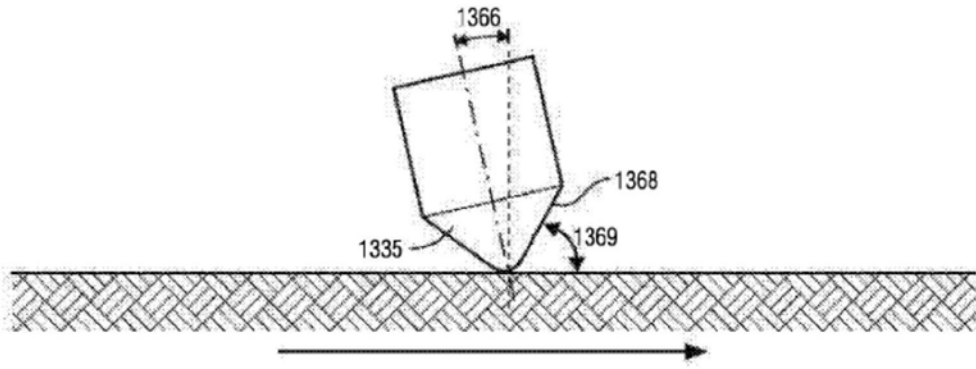


图13

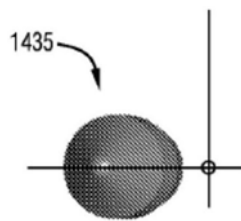


图14-1

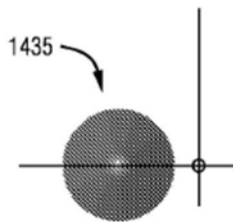


图14-2

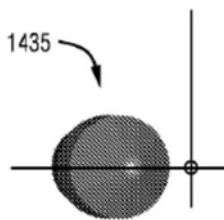


图14-3

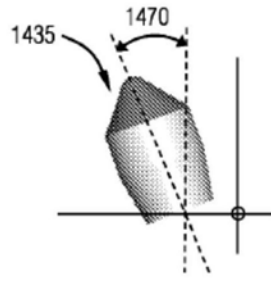


图15-1

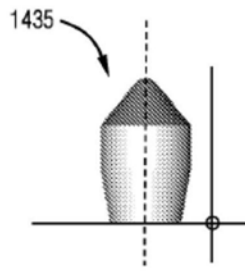


图15-2

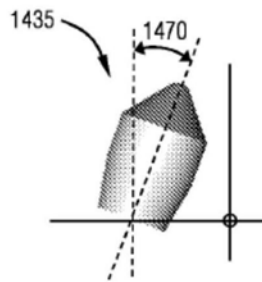


图15-3