(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105683483 B
(45)授权公告日 2018.04.06

(21)申请号 201380080707.1
(22)申请日 2013.12.13
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105683483 A
(43)申请公布日 2016.06.15
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.05.04
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2013/075043 2013.12.13
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2015/088559 EN 2015.06.18
(73)专利权人 哈利伯顿能源服务公司
地址 美国得克萨斯州
(72)发明人 陈世林
(74)专利代理机构 隆天知识产权代理有限公司 72003
代理人 黄艳 聂慧荃
(51)Int.Cl.
E21B 10/42(2006.01)
E21B 10/43(2006.01)
E21B 12/00(2006.01)
(56)对比文件
US 2002/0020526 A1,2002.02.21,
US 5339910 A,1994.08.23,
US 2002/0020526 A1,2002.02.21,
CA 2439840 A1,2005.03.03,
CN 201671547 U,2010.12.15,
CN 103233683 A,2013.08.07,
US 2003/0159834 A1,2003.08.28,
审查员 许林峰

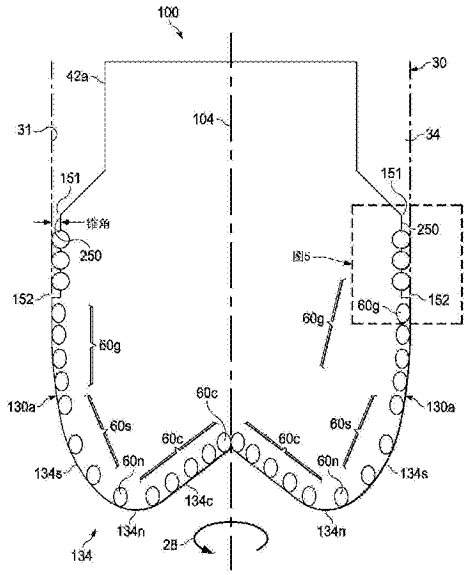
权利要求书2页 说明书10页 附图8页

(54)发明名称

包括其中定位有可旋转球的低摩擦量规垫的井下钻井工具

(57)摘要

根据本公开的一些实施方案，一种井下钻井工具包括钻头本体、所述钻头本体的外侧部分上的叶片，以及所述叶片上的量规垫。所述量规垫包括球保持器和球，所述球位于所述球保持器中以使得所述球的暴露部分被定位来接触井筒，且响应于与所述井筒的摩擦接合而旋转。



CN 105683483 B

1.一种井下钻井工具,其包括:

钻头本体;

所述钻头本体的外侧部分上的叶片;

所述叶片上的量规垫;

所述量规垫中的球保持器;以及

布置于从所述量规垫的井上边缘延伸到井下边缘的第一成角度列中的第一多个可旋转球以及布置于从所述井上边缘延伸到所述井下边缘的第二成角度列中的第二多个可旋转球,

其中所述第一多个可旋转球和所述第二多个可旋转球位于所述球保持器中以使得所述第一多个可旋转球和所述第二多个可旋转球的暴露部分被定位来接触井筒,且响应于与所述井筒的摩擦接合而旋转。

2.如权利要求1所述的井下钻井工具,其中所述第一多个可旋转球和所述第二多个可旋转球还被定位来以对应于所述量规垫的螺旋式旋转的角度旋转。

3.如权利要求1所述的井下钻井工具,其中所述球保持器被构造来在所述第一多个可旋转球和所述第二多个可旋转球旋转时维持所述第一多个可旋转球和所述第二多个可旋转球相对于所述量规垫的位置。

4.如权利要求1所述的井下钻井工具,其还包括盖,所述盖安置于所述量规垫的外侧部分上以为所述球保持器提供密封,且部分地封闭所述第一多个可旋转球和所述第二多个可旋转球以便维持所述第一多个可旋转球和所述第二多个可旋转球相对于所述量规垫的位置。

5.如权利要求4所述的井下钻井工具,其中:

所述盖能够从所述量规垫移除;且

如果所述盖已移除,所述第一多个可旋转球和所述第二多个可旋转球能够从所述量规垫移除。

6.如权利要求4所述的井下钻井工具,其中所述盖被铜焊到所述量规垫上。

7.如权利要求4所述的井下钻井工具,其中所述盖被焊接到所述量规垫上。

8.如权利要求1所述的井下钻井工具,其中所述第一多个可旋转球和所述第二多个可旋转球包括多晶金刚石复合片材料或碳化钨材料中的一种。

9.一种井下钻井工具,其包括:

钻头本体;

所述钻头本体的外侧部分上的叶片;以及

所述叶片上的量规垫,所述量规垫包括:

井下量规部分,其包括接触井筒的邻近部分的表面;以及

井上量规部分,其包括球保持器和布置于从所述量规垫的井上边缘延伸到井下边缘的第一成角度列中的第一多个可旋转球和布置于从所述井上边缘延伸到所述井下边缘的第二成角度列中的第二多个可旋转球,所述第一多个可旋转球和所述第二多个可旋转球位于所述球保持器中以使得所述第一多个可旋转球和所述第二多个可旋转球的暴露部分被定位来接触所述井筒,且响应于与所述井筒的摩擦接合而旋转。

10.如权利要求9所述的井下钻井工具,其中所述井上量规部分具有延伸到所述量规垫

的井上边缘的正轴向锥角。

11.如权利要求9所述的井下钻井工具，其中所述第一多个可旋转球和所述第二多个可旋转球还被定位来以对应于所述量规垫的螺旋式旋转的角度旋转。

12.如权利要求9所述的井下钻井工具，其中所述球保持器被构造来在所述第一多个可旋转球和所述第二多个可旋转球旋转时维持所述第一多个可旋转球和所述第二多个可旋转球相对于所述量规垫的位置。

13.如权利要求9所述的井下钻井工具，其还包括盖，所述盖安置于所述量规垫的外侧部分上以为所述球保持器提供密封，且部分地封闭所述第一多个可旋转球和所述第二多个可旋转球以便维持所述第一多个可旋转球和所述第二多个可旋转球相对于所述量规垫的位置。

14.如权利要求13所述的井下钻井工具，其中：

所述盖能够从所述量规垫移除；且

如果所述盖已移除，所述第一多个可旋转球和所述第二多个可旋转球能够从所述量规垫移除。

15.如权利要求13所述的井下钻井工具，其中所述盖被铜焊到所述量规垫上。

16.如权利要求13所述的井下钻井工具，其中所述盖被焊接到所述量规垫上。

17.如权利要求13所述的井下钻井工具，其中所述第一多个可旋转球和所述第二多个可旋转球包括多晶金刚石复合片材料或碳化物材料中的一种。

18.一种井底钻具组合件稳定器，其包括：

稳定器本体；

所述稳定器本体的外侧部分上的叶片；

位于所述叶片上的量规垫；

所述量规垫中的球保持器；

布置于从所述量规垫的井上边缘延伸到井下边缘的第一成角度列中的第一多个可旋转球和布置于从所述井上边缘延伸到所述井下边缘的第二成角度列中的第二多个可旋转球，所述第一多个可旋转球和所述第二多个可旋转球位于所述球保持器中以使得所述第一多个可旋转球和所述第二多个可旋转球的暴露部分被定位来接触井筒，且响应于与所述井筒的摩擦接合而旋转；以及

能够移除的盖，所述能够移除的盖在所述量规垫的外侧部分上以为所述球保持器提供密封，且部分地封闭所述第一多个可旋转球和所述第二多个可旋转球以便维持所述第一多个可旋转球和所述第二多个可旋转球相对于所述量规垫的位置。

19.如权利要求18所述的井底钻具组合件稳定器，其中所述第一多个可旋转球和所述第二多个可旋转球还被定位来以对应于所述量规垫的螺旋式旋转的角度旋转。

20.如权利要求18所述的井底钻具组合件稳定器，其中所述第一多个可旋转球和所述第二多个可旋转球包括多晶金刚石复合片材料或碳化物材料中的一种。

包括其中定位有可旋转球的低摩擦量规垫的井下钻井工具

技术领域

[0001] 本公开涉及井下钻井工具，且更特定地涉及包括其中定位有可旋转球的低摩擦量规垫的井下钻井工具。

背景技术

[0002] 可以使用各种类型的旋转钻头、扩孔器、稳定器和其它井下工具来在地面中形成钻孔。这些旋转钻头的实施例包括(但不限于)在钻油气井时使用的固定切割器钻头、刮刀钻头、多晶金刚石复合片(PDC)钻头、矩阵钻头、牙轮钻头、旋转锥体钻头和岩石钻头。与这些钻头相关联的切割动作一般需要与进入井下地层的邻近部分中的切割元件相关联的钻压(WOB)和旋转。还可以提供钻井流体以执行若干功能，包括从井孔的底部冲洗掉地层材料和其它井下碎片，与切割元件和切割结构相关联的清洁，以及将地层切割和其它井下碎片向上带到相关联井表面。

[0003] 旋转钻头可形成有从钻头本体延伸的若干叶片，其中接近叶片的井上边缘安置有相应的量规垫。这些量规垫的外侧部分一般可以与相关联钻头旋转轴线和笔直井孔的邻近部分近似平行地安置。量规垫可以帮助维持井孔的大体上均匀的内径。

附图说明

[0004] 通过参考以下结合附图做出的描述可以获得本发明实施方案及其优点的更完整且详尽的理解，在附图中相同附图标记表示相同特征，且附图中：

[0005] 图1是示出根据本公开的一些实施方案的可通过旋转钻头形成的井孔的实施例的截面和立面示意图，其中若干部分被分解开；

[0006] 图2是示出根据本公开的一些实施方案的旋转钻头的等距视图的示意图，其中若干部分被分解开；

[0007] 图3是示出根据本公开的一些实施方案的旋转钻头的另一实施例的等距视图的示意图；

[0008] 图4是示出根据本公开的一些实施方案的旋转钻头的再另一实施例的截面示意图，其中若干部分被分解开；

[0009] 图5A是示出根据本公开的一些实施方案的旋转钻头上的一个叶片的量规垫的放大视图的截面示意图，其中若干部分被分解开；

[0010] 图5B是示出根据本公开的一些实施方案的图5A的量规垫的等距侧视图的示意图；

[0011] 图6A是示出根据本公开的一些实施方案的旋转钻头上的一个叶片的量规垫的放大视图的截面示意图，其中若干部分被分解开；

[0012] 图6B是示出根据本公开的一些实施方案的图6A的量规垫的等距侧视图的示意图；

[0013] 图7A是示出根据本公开的一些实施方案的旋转钻头上的一个叶片的量规垫的放大视图的截面示意图，其中若干部分被分解开；

[0014] 图7B是示出根据本公开的一些实施方案的图7A的量规垫的等距侧视图的示意图；

[0015] 图8是示出根据本公开的一些实施方案的井底钻具组合件(BHA)稳定器的等距视图的示意图，其中若干部分被分解开；

[0016] 图9是示出根据本公开的一些实施方案的旋转钻头上的一个叶片的量规垫的可旋转球的放大视图的截面示意图，其中若干部分被分解开；以及

[0017] 图10是示出根据本公开的一些实施方案的旋转钻头上的一个叶片的量规垫的可旋转球的放大视图的截面示意图，其中若干部分被分解开。

具体实施方式

[0018] 通过参考图1到图10来最好地理解本公开的实施方案及其优点，附图中相似的标号用于指示相似及对应的部分。

[0019] 可根据如图1-图4所示的旋转钻头100描述本公开的各种方面。也可将旋转钻头100描述为固定切割器钻头。可以使用本公开的各种方面来设计旋转钻头100的各种特征以得到最佳井下钻井性能，所述特征包括(但不限于)叶片或切割器叶片的数目、每一切割器叶片的尺寸和配置、切割元件的配置和尺寸、切割元件的数目、位置、定向和类型、量规(有源或无源)、一个或多个量规垫的长度、一个或多个量规垫的定向，和/或一个或多个量规垫的配置。此外，可以使用各种计算机程序和计算机模型来设计根据本公开的一些实施方案的量规垫、复合片、切割元件、叶片和/或相关联旋转钻头。

[0020] 图1示出根据本公开的一些实施方案的钻井系统100的实施例实施方案的立面图。可根据用来形成井筒的钻机20、旋转钻柱24和附接的旋转钻头100来描述本公开的各种方面。

[0021] 例如旋转台、泥浆泵和泥浆罐(未明确图示)等各种类型的钻井设备可位于井表面或井场22处。钻机20可具有与“陆地钻机”相关联的各种特性和特征。然而，融合了本公开的教示的旋转钻头可令人满意地与位于离岸平台、钻井船、半潜式钻井台和钻井驳船(未明确图示)上的钻井设备一起使用。

[0022] 对于一些应用，旋转钻头100可在钻柱24的一端处附接到井底钻具组合件26。术语“旋转钻头”在本申请中可用以包括可操作以形成延伸通过一个或多个井下地层的井筒的各种类型的固定切割器钻头、刮刀钻头、胎体钻头、钢本体钻头、牙轮钻头、旋转锥体钻头和岩石钻头。根据本公开的一些实施方案形成的旋转钻头和相关联组件可具有许多不同的设计、配置和/或尺寸。

[0023] 钻柱24可从大体上中空的管状钻杆(未明确图示)的区段或接头形成。井底钻具组合件26将大体上具有与钻柱24的外侧部分兼容的外径。

[0024] 井底钻具组合件26可由广泛的多种组件形成。举例来说，组件26a、26b和26c可选自包括(但不限于)钻环、近钻头扩孔器、弯曲接头、稳定器、旋转导向工具、定向钻井工具和/或井下钻井马达的组。井底钻具组合件中包括的例如钻环和不同类型的组件等组件的数目可取决于预期井下钻井条件以及将要通过钻柱24和旋转钻头100来形成的井筒的类型。

[0025] 钻柱24和旋转钻头100可用以形成广泛的多种井筒和/或井孔，例如如图1中所示的大体上竖直井筒30和/或大体上水平井筒30a。井底钻具组合件26的各种定向钻井技术和相关联组件可用以形成水平井筒30a。举例来说，可接近于造斜位置37对旋转钻头100施加

侧向力，以形成从大体上竖直井筒30延伸的水平井筒30a。可将旋转钻头100的此侧向运动描述为“建立”或形成相对于竖直井筒具有逐渐增大夹角的井筒。在水平井筒30a的形成期间，尤其是接近于造斜位置37处也可发生钻头倾斜。

[0026] 可通过从井表面22延伸到选定井下位置的套管柱32来部分地界定井筒30。可将如图1所示的不包括套管32的井筒30的多个部分描述为“裸眼井”。可将各种类型的钻井流体从井表面22通过钻柱24泵送到附接的旋转钻头100。钻井流体可通过环空34循环回到井表面22，所述环空由钻柱24的外径25和井筒30的侧壁31部分地界定。环空34还可由钻柱24的外径25和套管柱32的内径界定。

[0027] 井筒30的内径(借助侧壁31来表示)会经常对应于与旋转钻头100相关联的标称直径或标称外径。然而，取决于井下钻井条件、旋转钻头的一个或多个组件上的磨损量、以及标称直径钻头与旋转钻头的完工尺寸之间的变化，通过旋转钻头形成的井筒可具有比对应标称钻头直径大或小的内径。因此，与根据本公开的教示形成的量规垫相关联的各种直径和其它尺寸可以相对于相关联钻头旋转轴线来界定，而不是通过相关联旋转钻头形成的井筒的内径来界定。

[0028] 通过旋转钻头100与接近于井筒30的末端36的地层材料接合，会形成地层钻屑。可利用钻井流体将地层钻屑和其它井下碎片(未明确图示)从井筒30的末端36移除到井表面22。末端36有时可描述为“井底”36。通过旋转钻头100接合水平井筒30a的末端36a也会形成地层钻屑。

[0029] 如图1所示，钻柱24可将重量施加于旋转钻头100且使其旋转以形成井筒30。井筒30的内径(借助侧壁31来表示)可近似对应于从旋转钻头100延伸的叶片130和相关联量规垫150的组合外径。旋转钻头的钻进速度(ROP)通常是钻压(WOB)和每分钟转速(RPM)的函数。对于一些应用，可提供井下马达(未明确图示)作为井底钻具组合件26的组成部分以同样使旋转钻头100旋转。旋转钻头的钻进速度大体上以每小时英尺数来表示。

[0030] 除了使旋转钻头100旋转且对其施加重力之外，钻柱24还可提供导管，用于将钻井流体和其它流体从井表面22传送到井筒30的末端36处的钻头100。可引导这些钻井流体以从钻柱24流动到被设置在旋转钻头100中的相应喷嘴。例如参见图3中的喷嘴56。

[0031] 在钻柱24使旋转钻头100旋转的同时，钻头本体120可基本上被钻井流体、地层钻屑和其它井下碎片的混合物覆盖。可引导从一个或多个喷嘴56退出的钻井流体以在邻近的叶片130之间大体上向下流动，且在钻头本体120的下侧部分下方和周围流动。

[0032] 图2和图3是示出根据本公开的一些实施方案的可包括至少一个量规、量规部分、量规片段或量规垫的旋转钻头100的额外细节的示意图。根据本公开的一些实施方案，如本申请中使用的术语“量规垫”可包括量规、量规片段、量规部分或旋转钻头的任何其它部分。旋转钻头100可包括钻头本体120，所述钻头本体具有从其延伸的多个叶片130。对于一些应用，钻头本体120可部分地从与旋转钻头相关联的硬材料的基质形成。对于其它应用，钻头本体120可从对于在井下地层中钻出井筒时使用来说令人满意的各种金属合金加工而成。

[0033] 钻头本体120还可包括上侧部分或柄42，其上形成有美国石油学会(API)钻杆螺纹44。API螺纹44可用以使旋转钻头100以可释放方式与井底钻具组合件26接合，借此旋转钻头100可响应于钻柱24的旋转而相对于钻头旋转轴线104旋转。上侧部分或柄42的外侧部分上还可形成钻头装卸器槽46，用于使旋转钻头100与相关联钻柱接合和脱离。

[0034] 放大的孔或腔(未明确图示)可从末端41延伸穿过上侧部分42且进入钻头本体120。所述放大的孔可用以将钻井流体从钻柱24传送到一个或多个喷嘴56。多个相应排屑槽或流体流动路径140可形成于相应对的叶片130之间。叶片130可为螺旋的,或相对于相关联钻头旋转轴线104以一角度延伸。

[0035] 多个切割元件60可安置于每一叶片130的外侧部分上。对于一些应用,每一切割元件60可安置于相关联叶片130的外侧部分上形成的相应插槽或袋状部中。每一叶片130上还可安置冲击阻止器和/或辅助切割器70。例如参见图3。本申请中可使用术语“切割元件”来包括(但不限于)与广泛多种旋转钻头一起使用令人满意的各种类型的切割器、复合片、按钮、嵌件和量规切割器。冲击阻止器可被包括作为某些类型的旋转钻头上的切割结构的部分,且有时可充当切割元件以从井筒的邻近部分移除地层材料。经常使用多晶金刚石复合片(PDC)和碳化钨嵌件来形成切割元件。这些碳化钨嵌件可包括(但不限于)碳化单钨(WC)、碳化二钨(W2C)、粗晶碳化钨以及胶结或烧结碳化钨。各种类型的其它硬耐磨材料也可令人满意地用以形成切割元件。

[0036] 切割元件60可包括相应衬底(未明确图示),其中硬切割材料的相应层62安置于每一相应衬底的一个末端上。硬切割材料层62也可称为“切割层”62。每一衬底可具有各种配置且可由碳化钨或与形成旋转钻头的切割元件相关联的其它材料形成。对于一些应用,切割层62可由基本上相同的硬切割材料形成。对于一些应用,切割层62可由不同材料形成。

[0037] 与旋转钻头100相关联的各种参数可包括(但不限于)叶片130、排屑槽140和切割元件60的位置和配置。每一叶片130可包括相应量规部分或量规垫150。对于一些应用,每一叶片130上还可安置量规切割器。例如参见量规切割器60g。

[0038] 图4是示出旋转钻头100的实施例的截面示意图,其中若干部分被分解开。可将如图4所示的旋转钻头100描述为具有多个叶片130a,其中每一叶片130a的外侧部分上安置多个切割元件60。在一些实施方案中,切割元件60可具有基本上相同的配置和设计。在其它实施方案中,叶片130a的外侧部分上还可安置各种类型的切割元件和冲击阻止器(未明确图示)。

[0039] 可将叶片130a和相关联切割元件60的外侧部分描述为形成旋转钻头100的“钻头面型面”。如图4所示的旋转钻头100的钻头面型面134可包括形成于旋转钻头100上的与柄42a相对的凹入部分或锥体形片段134c。每一叶片130a可包括相应鼻部分或片段134n,其部分地界定旋转钻头100的与柄42a相对的最末端。锥体形片段134c可从相应鼻片段134n朝向钻头旋转轴线104径向向内延伸。多个切割元件60c可安置于每一叶片130a的凹入部分或锥体形片段134c上位于相应鼻片段134n与旋转轴线104a之间。鼻片段134n上可安置多个切割元件60n。

[0040] 还可将每一叶片130a描述为具有从相应鼻片段134n向外延伸的相应肩部片段134s。每一肩部片段134s上可安置多个切割元件60s。切割元件60s有时可称为“肩部切割器”。肩部片段134s和相关联肩部切割器60s可彼此协作以形成旋转钻头100的钻头面型面134的从鼻片段134n向外延伸的部分。

[0041] 多个量规切割器60g也可安置于每一叶片130a的外侧部分上接近于相应量规垫250。量规切割器60g可用以修整或扩大井筒30的侧壁31。

[0042] 如图4所示,每一叶片130a可包括相应量规垫250。量规垫可用以界定或建立通过

相关联旋转钻头形成的井筒的大体上均匀的内径。井筒的内径的均匀性又可通过减弱钻头所经历的任何侧向振动而贡献于钻头的侧向稳定性。

[0043] 量规垫250可包括大体上邻近于相关联上侧部分或柄安置的井上边缘151。量规垫250还可包括井下边缘152。本申请中可使用术语“井下”和“井上”来描述旋转钻头的各种组件或特征相对于旋转钻头的与井筒的底部或末端接合以移除邻近地层材料的部分的位置。举例来说，“井上”组件或特征可较靠近相关联钻柱或井底钻具组合件而定位，相比之下，“井下”组件或特征可较靠近井筒的底部或末端而定位。在水平钻井应用中，例如“井下”组件或特征可与“井上”组件或特征相比更靠近井筒的末端而定位，尽管所述两个组件或特征可能具有相似的竖直立面。

[0044] 返回参见图2和图3，量规垫150可包括从相关联井上边缘151向井下延伸的前缘131和后缘132。每一量规垫150的前缘131可从相关联叶片130的对应前缘131延伸。每一量规垫150的后缘132可从相关联叶片130的对应后缘132延伸。还可参考安置于量规垫150的外侧部分上的四个点或位置(51、52、53和54)。点51可大体上对应于相应井上边缘151和前缘131的相应部分的相交处。点53可大体上对应于相应井上边缘151和后缘132的相应部分的相交处。点52可大体上对应于相应井下边缘152和前缘131的相应部分的相交处。点54可大体上对应于相应井下边缘152和后缘132的相应部分

[0045] 如图4中所示，量规垫250可被构造来界定或建立通过旋转钻头100形成的井筒30的大体上均匀的侧壁31。侧壁31的均匀性又可通过减弱钻头110a所经历的任何侧向振动而贡献于钻头100的侧向稳定性。量规垫250与侧壁31之间的摩擦可造成拖曳转矩。量规垫250可包括一个或多个可旋转球255，以便减少量规垫250与侧壁31之间的摩擦。因此，可旋转球255的存在能够减少与量规垫250相关联的粘滑振动，且因此改善钻头100的总体稳定性。

[0046] 图5A是截面示意图，其示出旋转钻头上的叶片的量规部分的放大视图，其中若干部分被分解开。如图5A中所示，量规垫250可位于叶片的最上部量规切割器60g上方。量规垫250可包括一个或多个可旋转球255。可旋转球255可通过球保持器260保持于适当位置。在一些实施方案中，球保持器260可为量规垫250中的凹口或凹切口，其被构造来接纳可旋转球255。在其它实施方案中，量规垫250可包括用以接纳可旋转球255的孔，且可在井下钻井工具的钻头本体(例如，如图1到3中示出的钻头101的钻头本体120)中形成凹口或凹切口。量规垫250中的孔以及所述凹口或凹切口可协作以形成球保持器260。

[0047] 如下文参考图9更详细描述，球保持器260可部分地封闭可旋转球255，使得可旋转球的暴露小于可旋转球255的半径。此外，球保持器260可包括任何合适的低摩擦涂层，其可减少球保持器260与可旋转球255之间的摩擦。在一些实施方案中，所述低摩擦涂层可具有可通过在粘结剂中放置小片状固态润滑剂和小片状颗粒而形成的叠瓦状结构。用于本公开的低摩擦涂层的实施例可包括低摩擦、热稳定或耐热聚合物，例如聚四氟乙烯(PTFE)，包括经填充和未经填充PTFE，和/或由德国萨尔布吕肯的莱布尼茨新材料研究所(INM)开发的材料(见http://www.inm-gmbh.de/en/2012/04/low-friction-coating-and-corrosion-protecti on-nanocomposite-material-with-double-effect-2/)。通过低摩擦涂层，球保持器260可在保持器260的部分封闭内维持可旋转球255的位置，同时也允许可旋转球255当经受任何方向上的切向力时在球保持器260内在任何方向上自由旋转。由于钻头100围绕钻头旋转轴线104的旋转运动与在钻井期间钻头100在井下前进时经历的井下运动组合，所以

在钻井期间量规垫250处的运动可为螺旋运动。因此，可旋转球255可按照对应于量规垫250的螺旋运动的角度在球保持器260内旋转。由于可旋转球255的旋转，可减少量规垫250与侧壁31之间的摩擦，可最小化粘滑振动，且可改善钻头100的总体稳定性。

[0048] 图5B是示出图5A中的量规垫250的等距侧视图的示意图。返回参见图2，叶片130a可为螺旋的，或相对于钻头旋转轴线104以一角度延伸。因此，图2中所示的量规垫150可按照一角度从井下边缘152延伸到井上边缘151，所述角度可允许叶片130a相对于钻头旋转轴线104的所述角度。类似于图2中的量规垫150，图5B中的量规垫250可位于可为螺旋的或相对于钻头旋转轴线104以一角度延伸的叶片(未明确图示)上。因此，如图5B中所示，量规垫250可相对于钻头旋转轴线104以一角度从井下边缘152延伸到井上边缘151。

[0049] 量规垫250可包括任何合适数目的可旋转球255，其以任何合适方式布置于井下边缘152与井上边缘151之间以及前缘131与后缘132之间。举例来说，第一多个可旋转球255a可布置于从井上边缘151延伸到井下边缘152的第一成角度列中。可旋转球255的此成角度列可遵循量规垫250相对于钻头旋转轴线104的角度。第二多个可旋转球255b可布置于可从井上边缘151延伸到井下边缘152的第二成角度列中。可旋转球255b的第二成角度列可邻近于可旋转球255a的第一成角度列。在一些实施方案中，可旋转球255b可位于从可旋转球255a的位置偏移的高度(在平行于钻头旋转轴线104的轴线上从井下边缘152朝向井上边缘151测量)处，由此存在可旋转球255从井下边缘152到井上边缘151的一致分布。

[0050] 虽然上文将可旋转球255a和255b描述为处在两个成角度列中，且安置于量规垫250上的球保持器260中，但可旋转球255可按照任何其它合适的模式安置于量规垫250上。举例来说，在一些实施方案中，量规垫250可包括单个可旋转球255。在其它实施方案中，量规垫250可包括从井下边缘152延伸到井上边缘151的任何数目的列(例如，一列、两列、三列、五列、十列或更多的列)的可旋转球255，或从前缘131延伸到后缘132的任何合适数目的行(例如，一行、两行、三行、五行、十行或更多的行)的可旋转球255。这些行和/或列可各自包括任何合适数目的可旋转球255(例如，一个、两个、三个、五个、十个或更多个)。在一些实施方案中，每一可旋转球255可位于唯一高度(在平行于钻头旋转轴线104的轴线上从井下边缘152朝向井上边缘151测量)处，而在其它实施方案中，两个或更多个可旋转球255可位于同一高度处。

[0051] 图6A是示出旋转钻头上的一个叶片的量规垫的放大视图的截面示意图，其中若干部分被分解开。如图6A中所示，量规垫350可位于叶片的最上部量规切割器60g上方。从井下边缘152到井上边缘151的量规垫350的长度可影响图1中示出的井筒30的侧壁31的均匀性。举例来说，使用具有从井下边缘152到井上边缘151的较长长度的量规垫可导致侧壁31的增加均匀性。在一些钻井应用中，可利用具有从井下边缘到井上边缘例如高达六英寸或更长的长度的量规垫来实现高程度的井筒质量(例如，侧壁31的高均匀性)。

[0052] 定向钻井应用和/或水平钻井应用可利用具有伸长的量规垫的钻头，例如图6A中所示的量规垫350，以便改善侧壁的均匀性(例如，如图1中示出的井筒30的侧壁31)。在钻井操作期间，由于在钻头围绕钻头旋转轴线旋转时量规垫350与侧壁31之间的相互作用，量规垫350可经历旋转摩擦。在水平钻井期间，在地球的重力拉力可近似垂直于钻头的旋转轴线的情况下，钻头的重量可贡献于量规垫350与侧壁31之间的相互作用，且因此，可贡献于量规垫350经历的旋转摩擦。钻头的重量可类似地贡献于量规垫350在定向钻井期间经历的旋

转摩擦。可通过安置于量规垫350上的可旋转球255来减少量规垫350与侧壁31之间的此摩擦。因此，可减少粘滑振动，且在这些水平钻井应用中可增加钻头的总体稳定性。

[0053] 在一些实施方案中，量规垫350可包括多个部分，且摩擦减少的可旋转球255可放置于量规垫350的将原本经历最大量旋转摩擦的一个或多个部分上的球保持器260中。举例来说，量规垫350可包括从井下边缘152延伸到中线153的井下部分352，和从中线153延伸到井上边缘151的井上部分351。井下部分352可按照与井上部分351相比合适的任何重量配置，且因此中线153可位于井下边缘152与井上边缘151之间的任何位置处。

[0054] 在定向钻井操作期间，量规垫350的井上部分351可经历比井下部分352多的旋转摩擦。因此，在一些实施方案中，井下部分352可包括通过硬面低摩擦材料形成的表面，但可被构造来在无摩擦减少的可旋转球255的情况下与井筒(例如，如图1中示出的井筒30的侧壁31)的侧壁相互作用。然而在这些实施方案中，可旋转球255可安置于量规垫350的井上部分351上，以便减少量规垫350的将原本经历最高水平旋转摩擦的部分中的旋转摩擦水平。

[0055] 图6B是示出图6A中的量规垫250的等距侧视图的示意图。返回参见图2，叶片130a可为螺旋的，或相对于钻头旋转轴线104以一角度延伸。因此，图2中所示的量规垫150可按照一角度从井下边缘152延伸到井上边缘151，所述角度可允许叶片130a相对于钻头旋转轴线104的所述角度。类似于图2中的量规垫150，图6B中的量规垫350可位于叶片(未明确图示)上，该叶片可为螺旋的或相对于钻头旋转轴线104以一角度延伸。因此，如图5B中所示，量规垫250可相对于钻头旋转轴线104以一角度从井下边缘152延伸到井上边缘151。

[0056] 量规垫350可包括任何合适数目的可旋转球255，其定位于球保持器260中且以任何合适方式布置于量规垫350的井上部分351中。举例来说，第一多个可旋转球255a可布置于从井上边缘151延伸到中线153的第一成角度列中。可旋转球255的成角度列可遵循量规垫250相对于钻头旋转轴线104的角度。第二多个可旋转球255b可布置于可从井上边缘151延伸到中线153的第二成角度列中。可旋转球255b的第二成角度列可邻近于可旋转球255a的第一成角度列。在一些实施方案中，可旋转球255b可位于从可旋转球255a的位置偏移的高度(在平行于钻头旋转轴线104的轴线上从中线153朝向井上边缘151测量)处，使得存在可旋转球255从中线153到井上边缘151的一致分布。

[0057] 虽然上文将可旋转球255a和255b描述为在两个成角度列中安置于井上部分351上，但可旋转球255可按照任何其它合适的模式安置于量规垫350的井上部分351上。举例来说，在一些实施方案中，井上部分351可包括单个可旋转球255。在一些实施方案中，井上部分351可包括从中线153延伸到井上边缘151的任何数目的列的可旋转球255，或从前缘131延伸到后缘132的任何合适数目的行的可旋转球255。每一行和/或列可各自包括任何合适数目的可旋转球255。在一些实施方案中，每一可旋转球255可位于唯一高度(在平行于钻头旋转轴线104的轴线上从中线153朝向井上边缘151测量)处，而在其它实施方案中，两个或更多个可旋转球255可位于同一高度处。

[0058] 图7A是示出旋转钻头上的一个叶片的量规垫的放大视图的截面示意图，其中若干部分被分解开。如图7A中所示，量规垫450可位于叶片的最上部量规切割器60g上方。如上所述，可利用例如量规垫450等伸长的量规垫来改善井筒质量(例如，图1中示出的井筒30的侧壁31的均匀性)。

[0059] 为了改善利用例如量规垫450等伸长的量规垫的钻头的可导向性，量规垫的井上

部分可形成有正轴向锥角。本申请中可使用术语“轴向锥”来描述相对于相关联钻头旋转轴线以一角度安置的量规垫的各种部分。量规垫的轴向锥形部分也可按照相对于笔直井筒的邻近部分纵向延伸的角度来安置。

[0060] 如图7A中所示，量规垫450的井上部分451可配置成侧壁31与锥轴线430之间有正轴向锥角。正轴向锥度可允许包括量规垫450的钻头更容易倾斜且指向与如图1中示出的井筒30的紧邻井上部分相比的角度。所述正轴向锥角可为适合于增加钻头的可导向性同时还贡献于钻头100的侧向稳定性的任何角度。在一些实施方案中，所述正轴向锥角可为从0.0到2.0度的任何角度。在其它实施方案中，所述正轴向锥角可为从0.5到1.0度的任何角度。

[0061] 在定向钻井期间，量规垫450的井上部分451可经历比井下部分452多的旋转摩擦。因此，在一些实施方案中，量规垫450的井下部分452可包括由硬面低摩擦材料形成的表面，但可被构造来在没有使摩擦减少的可旋转球255的情况下与井筒的侧壁相互作用。然而在这些实施方案中，可旋转球255可安置于量规垫450的井上部分451上，以便减少量规垫450中的在没有可旋转球的情况下原本会经历最高水平旋转摩擦的那些部分的旋转摩擦水平。

[0062] 图7B是示出图7A中的量规垫450的等距侧视图的示意图。返回参见图2，叶片130a可为螺旋的，或相对于钻头旋转轴线104以一角度延伸。因此，图2中所示的量规垫150可按照一角度从井下边缘152延伸到井上边缘151，所述角度可允许叶片130a相对于钻头旋转轴线104的所述角度。类似于图2中的量规垫150，图7B中的量规垫450可位于可为螺旋的或相对于钻头旋转轴线104以一角度延伸的叶片(未明确图示)上。因此，如图7B中所示，量规垫750可相对于钻头旋转轴线104以一角度从井下边缘152延伸到井上边缘151。因为量规垫450的井上部分451可具有正轴向锥角(如图7A所示)，所以量规垫450的井上边缘151的半径可小于量规垫450的井下边缘152的半径。

[0063] 量规垫450可包括任何合适数目的可旋转球255，可旋转球定位于球保持器260中且以任何合适方式布置于量规垫450的井上部分451中。举例来说，第一多个可旋转球255a可布置于从井上边缘151延伸到中线153的第一成角度列中。可旋转球255的这一成角度列可遵循量规垫250相对于钻头旋转轴线104的角度。第二多个可旋转球255b可布置于可从井上边缘151延伸到中线153的第二成角度列中。可旋转球255b的第二成角度列可邻近于可旋转球255a的第一成角度列。在一些实施方案中，可旋转球255b可位于从可旋转球255a的位置偏移的高度(在平行于钻头旋转轴线104的轴线上从中线153朝向井上边缘151测量)处，由此存在可旋转球255从中线153到井上边缘151的一致分布。

[0064] 虽然上文将可旋转球255a和255b描述为在两个成角度列中安置于井上部分451上，但可旋转球255可按照任何其它合适的模式安置于量规垫450的井上部分451上。举例来说，在一些实施方案中，井上部分451可包括单个可旋转球255。在一些实施方案中，井上部分451可包括从中线153延伸到井上边缘151的任何数目的列的可旋转球255，或从前缘131延伸到后缘132的任何合适数目的行的可旋转球255。这些行和/或列可各自包括任何合适数目的可旋转球255。在一些实施方案中，每一可旋转球255可位于唯一高度(在平行于钻头旋转轴线104的轴线上从中线153朝向井上边缘151测量)处，而在其它实施方案中，两个或更多个可旋转球255可位于同一高度处。

[0065] 如上文参见图4到图7B所描述的内容，量规垫可安置于广泛多种旋转钻头上。量规垫也可安置于井底钻具组合件和/或钻柱的其它组件上。在一些实施方案中，量规垫可安置

于可与竖直钻井系统、定向钻井系统和/或水平钻井系统相关联的旋转套管、非旋转套管、扩孔器、稳定器和其它井下工具上。举例来说，量规垫可安置于如下文参见图8描述的BHA稳定器的叶片上。

[0066] 图8是示出井底钻具组合件(BHA)稳定器的等距视图的示意图，其中若干部分被分解开。在一些实施方案中，井底钻具组合件26(图1中所示)可包括BHA稳定器510(图8中所示)。BHA稳定器510可包括稳定器本体515、叶片520和量规垫550。在一些实施方案中，叶片520(和位于其外侧部分上的量规垫550)可被构造来接触井筒的侧壁，以便在井筒中侧向稳定井底钻具组合件且改善正钻制的井筒的均匀性。

[0067] 如图8中所示，量规垫550可位于叶片520的外侧部分上。量规垫550可包括一个或多个可旋转球255。类似于位于钻头的量规垫(例如，如上文参见图4到图7B描述的量规垫250、350和450)上的可旋转球255，可旋转球255可通过球保持器(图8中未明确图示)保持于适当位置。如下文参考图9更详细描述的，球保持器可部分地封闭可旋转球255，使得可旋转球的暴露小于可旋转球255的半径。此外，球保持器260可包括任何合适的低摩擦涂层，低摩擦涂层能够可减少球保持器260与可旋转球255之间的摩擦。通过低摩擦涂层，球保持器260可部分地封闭可旋转球255以便维持可旋转球255在球保持器260内的位置，同时也允许可旋转球当经受任何方向上的切向力时在球保持器260内在任何方向上自由旋转。由于BHA稳定器510围绕钻头旋转轴线104的旋转运动与在钻井期间BHA稳定器510在井下前进时经历的的井下运动组合，在钻井期间量规垫550处的运动可为螺旋运动。因此，可旋转球255可按照对应于量规垫550的螺旋运动的角度在球保持器260内旋转。由于可旋转球255的旋转，可减少量规垫550与正钻制的井筒的侧壁之间的摩擦，可最小化粘滑振动，且可改善包括BHA稳定器510的钻柱的总体稳定性。

[0068] 图9是示出根据本公开的一些实施方案的旋转钻头上的一个叶片的量规垫的可旋转球的放大视图的截面示意图，其中若干部分被分解开。如图9中所示，可旋转球255可由球保持器260支撑。球保持器260可附着到量规垫250或可另外作为量规垫250的一部分。虽然可将球保持器260描述为附着到量规垫250或作为量规垫250的一部分，但球保持器260可附着到任何合适的量规垫(例如，上文参见图6A到图8描述的量规垫350、450和550)或作为其一部分。

[0069] 球保持器260可部分地封闭可旋转球255，使得可旋转球255的暴露261小于可旋转球255的半径。举例来说，在一些实施方案中，暴露261可为大于零但小于可旋转球255的半径的二分之一的任何值。因此，当可旋转球255的暴露部分接触井筒的侧壁的邻近部分时，可旋转球255的位置可在球保持器260内保持于适当位置。此外，球保持器260可包括任何合适的低摩擦涂层，低摩擦涂层可减少球保持器260与可旋转球255之间的摩擦。在可旋转球255在钻井期间与井筒的侧壁相互作用时，尽管在球保持器260内维持可旋转球255的位置，球保持器260的低摩擦涂层也可允许可旋转球255在球保持器260的部分封闭内自由旋转。因为可旋转球255的暴露部分在所述暴露部分与井筒的侧壁相互作用时会旋转，所以在钻井操作期间可减少量规垫250与井筒的侧壁之间经历的摩擦。

[0070] 可旋转球255可通过可抵抗在钻井操作期间由于可旋转球255与井筒的侧壁之间的相互作用引起的磨损的任何合适的耐磨材料形成。举例来说，可旋转球255可通过多晶金刚石复合片(PDC)材料或碳化钨材料来形成，包括(但不限于)碳化单钨(WC)、碳化二钨

(W2C)、粗晶碳化钨以及胶结或烧结碳化钨。

[0071] 图10是示出旋转钻头上的一个叶片的量规垫的可旋转球的放大视图的截面示意图，其中若干部分被分解开。如图10中所示，可旋转球255可由球保持器260和盖290来部分地封闭。如上所述，球保持器260可附着到量规垫250或可作为量规垫250的一部分。盖290可位于量规垫250的外部边缘上，且可充当用于球保持器260的密封件。举例来说，盖290可在钻井操作期间防止灰尘和岩石进入球保持器260的封闭中。因此，在可旋转球255在球保持器260的部分封闭内旋转时可维持球保持器260与可旋转球255之间的一致的低摩擦相互作用。

[0072] 在一些实施方案中，由球保持器260和盖290而得到的球暴露281可小于可旋转球255的半径。然而，在一些实施方案中，仅由球保持器260得到的球暴露271可大于可旋转球255的半径。此外，盖290可按照使盖290能够被移除的方式经铜焊或焊接到量规垫250的外侧部分。

[0073] 因为球暴露281可小于可旋转球255的半径，所以在钻井操作期间当可旋转球255的暴露部分接触井筒的侧壁的邻近部分时，可旋转球255的位置可相对于量规垫250保持于适当位置。然而，在钻井操作已完成之后，可移除盖290。因为球暴露271可大于可旋转球255的半径，所以当移除盖290时也可移除可旋转球255。

[0074] 在一些实施方案中，如上所述可在第一次钻井操作之后移除磨损的可旋转球255。可用新的可旋转球来代替磨损的可旋转球，且盖290可再次被铜焊或焊接到量规垫250上。因此，可再密封球保持器260，且在第二次钻井操作期间新的可旋转球255可在量规垫250上保持于适当位置。量规垫250上的一个或多个可旋转球255的更换可与在钻井操作之间钻头的其它组件的再磨光一致。举例来说，在上文描述的第一次钻井操作之后，可在第二次钻井操作之前更换或再覆盖(也称为“再填补”)钻头100的某些切割器60(图3中所示)。因此，钻头100的有用寿命可延长以执行多次钻井操作。

[0075] 虽然上文可将球保持器260和盖290描述为以量规垫250上的可旋转球255实施，但球保持器260和盖290可按照任何合适的量规垫上的可旋转球255来实施。举例来说，球保持器260和盖290可按照上文参见图6A到图9描述的量规垫350、450或550中的任一个来实施。

[0076] 虽然已经关于若干实施方案描述了本公开，但可以对本领域的技术人员建议各种改动和修改。举例来说，虽然本公开相对于钻头和BHA稳定器描述可旋转球的配置，但根据本公开可使用相同原理来减少任何合适的钻井工具的组件所经历的摩擦。希望本公开涵盖属于所附权利要求书的范围内的这些改动和修改。

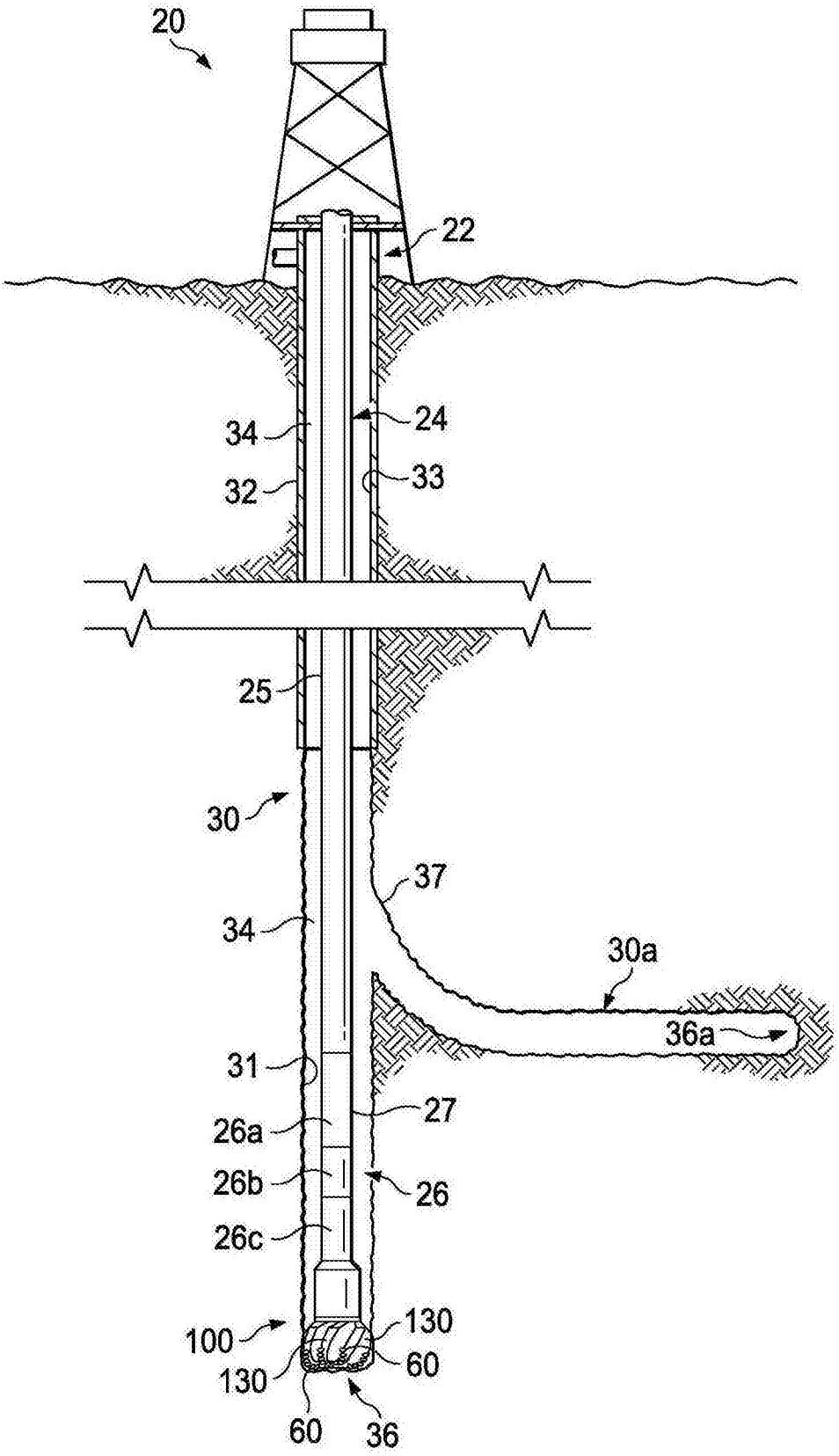

20
22
34
24
32
33
25
30
37
34
30a
36a
31
27
26a
26b
26
26c
100
130
130
60
60
36

图1

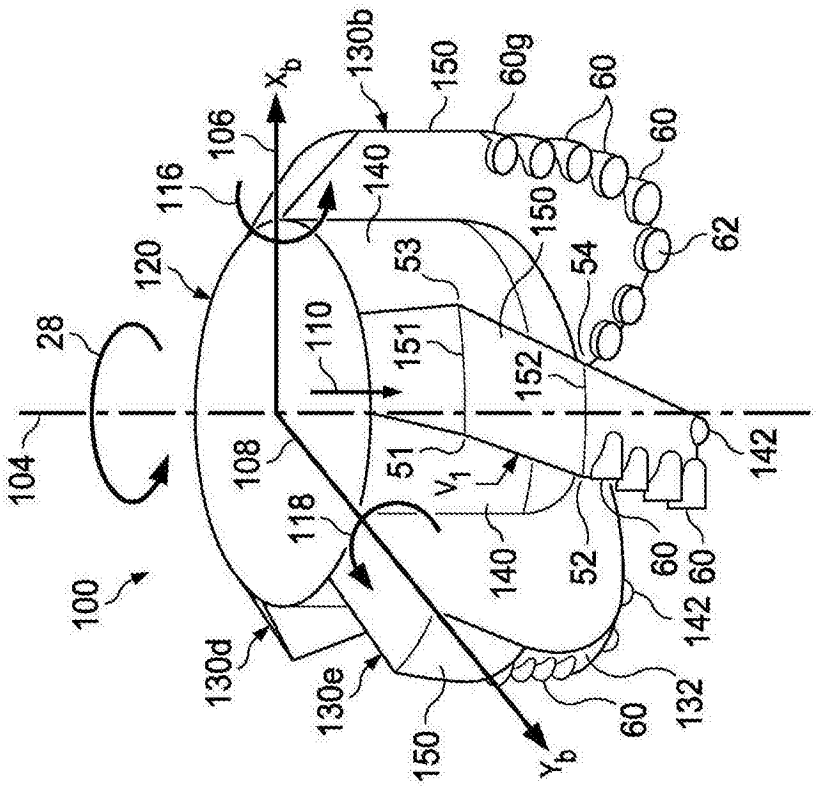

X_b
Y_b
V_1
130b
150
60g
60
62
106
116
140
120
53
54
28
110
151
152
104
108
51
142
118
52
100
130d
130e
132

图2

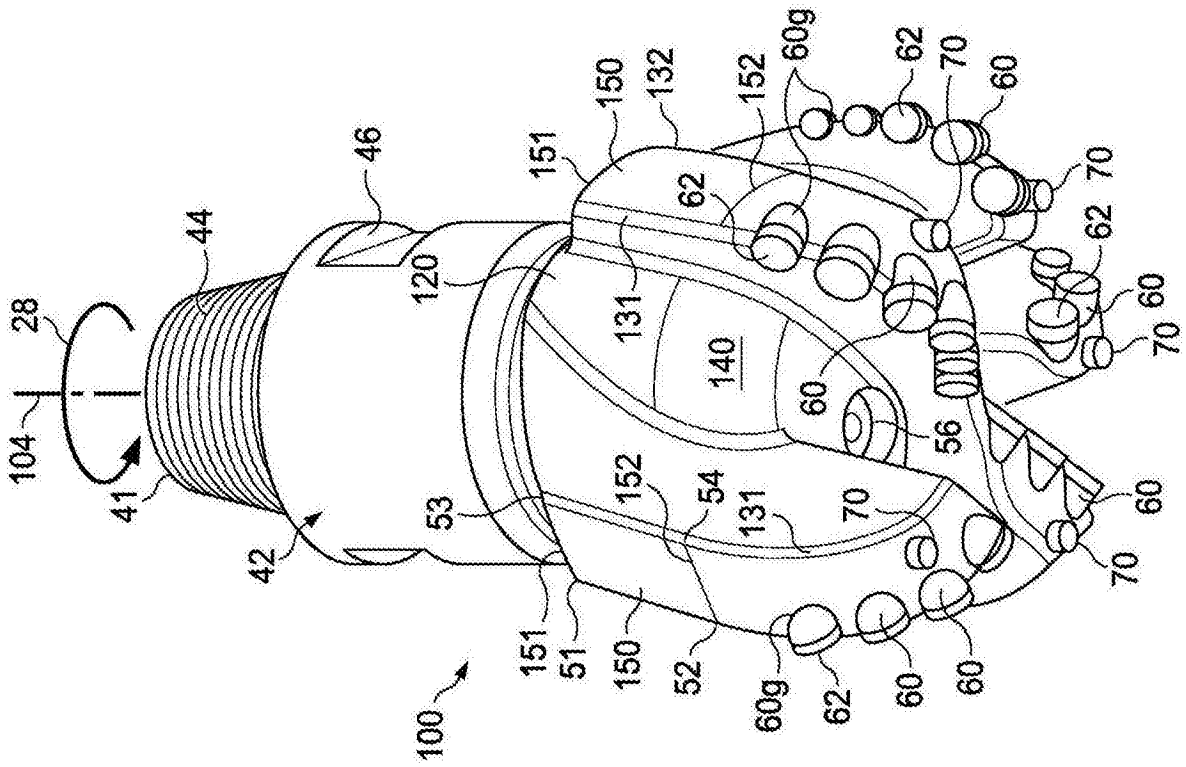

46
44
28
104
41
42
120
151
150
132
152
60g
62
70
60
131
140
53
54
56
51
52
100

图3

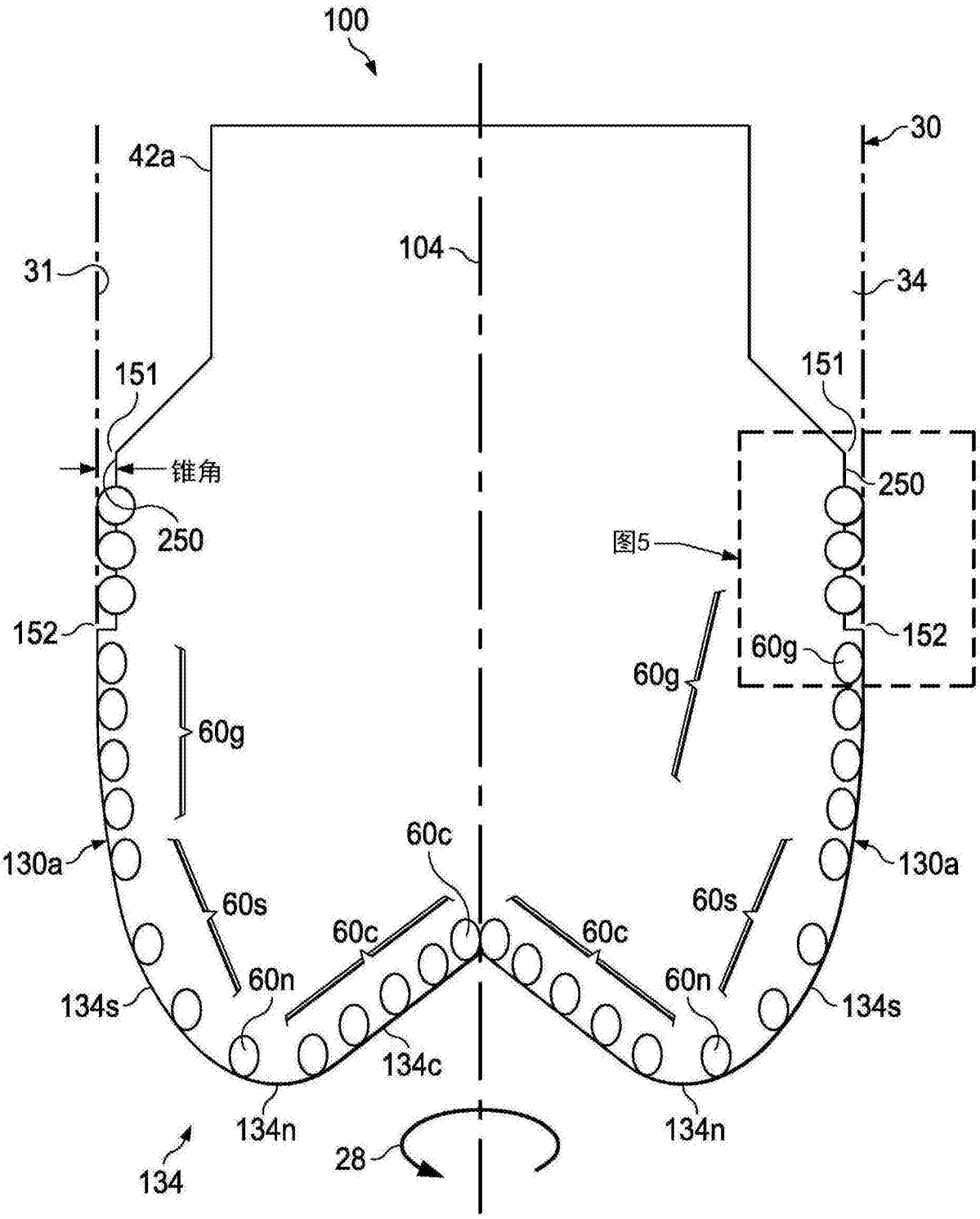

100
42a
30
104
31
34
151
151
锥角
250
250
图5
152
152
60g
60g
60g
60c
130a
130a
60s
60s
60c
60c
60n
60n
134s
134s
134c
134n
134n
28
134

图4

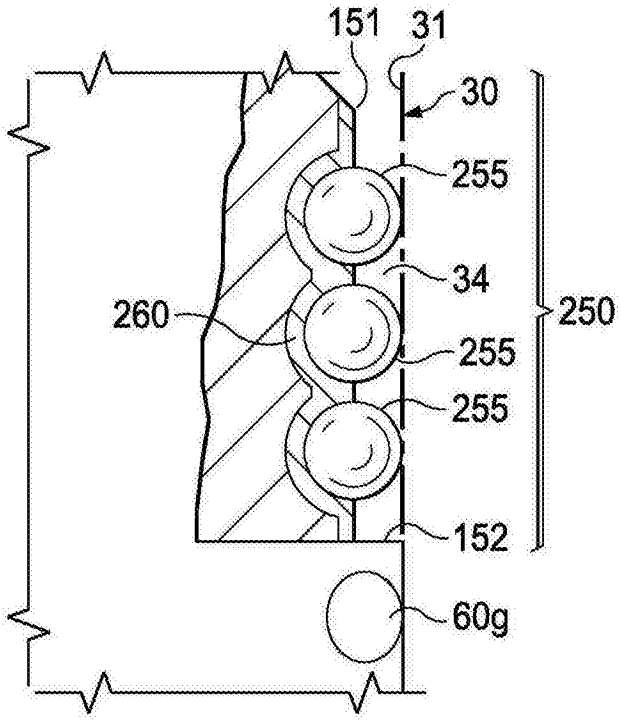

151
31
30
255
34
260
250
255
255
152
60g

图5A

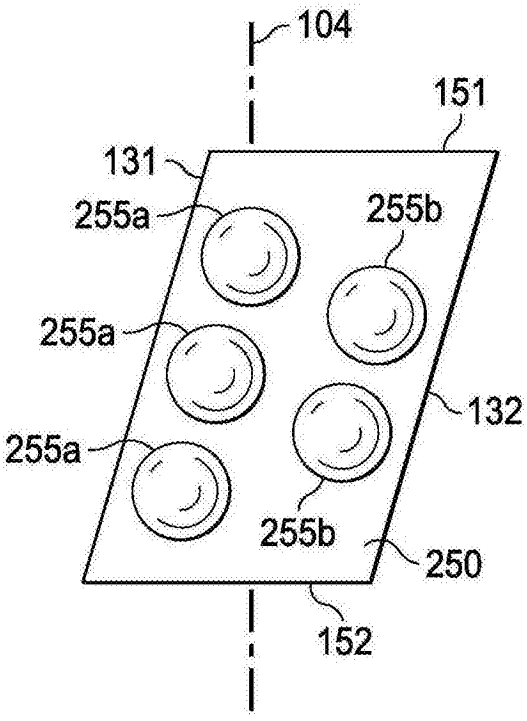

104
151
131
255a
255b
255a
132
255a
255b
250
152

图5B

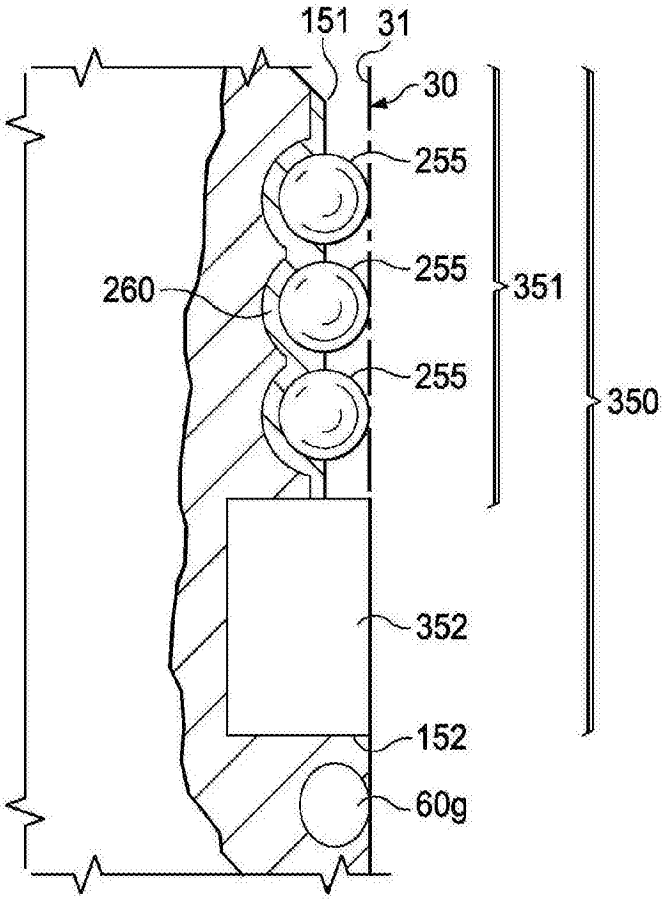

151
31
30
255
255
260
351
255
350
352
152
60g

图6A

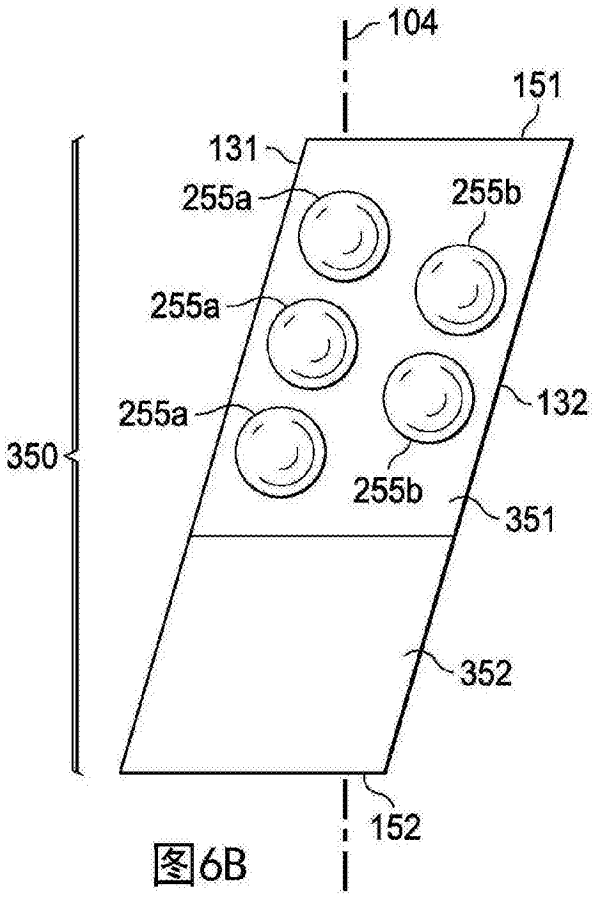

104
151
131
255a
255b
255a
132
255a
350
255b
351
352
152

图6B

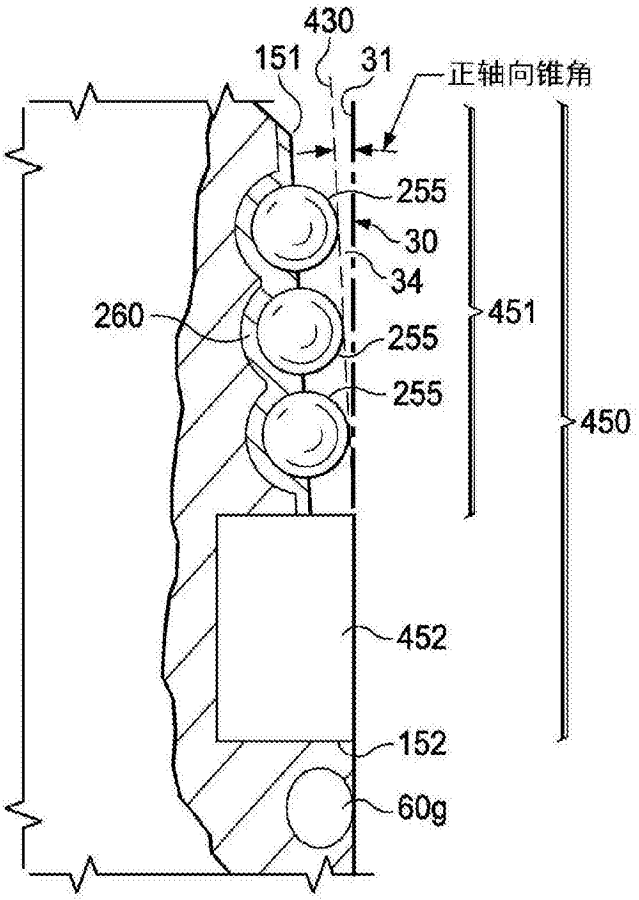

430
151
31
正轴向锥角
255
30
34
260
451
255
255
450
452
152
60g

图7A

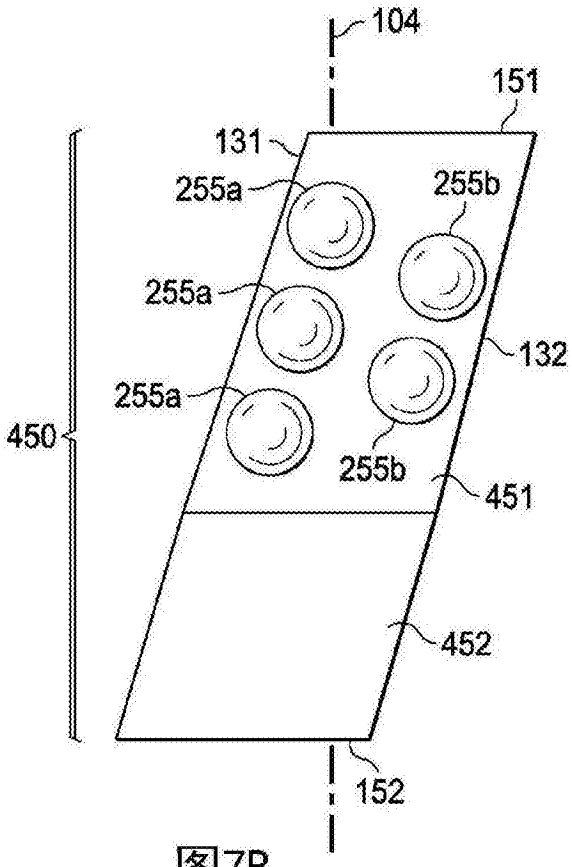

104
151
131
255a
255b
255a
132
255a
450
255b
451
452
152

图7B

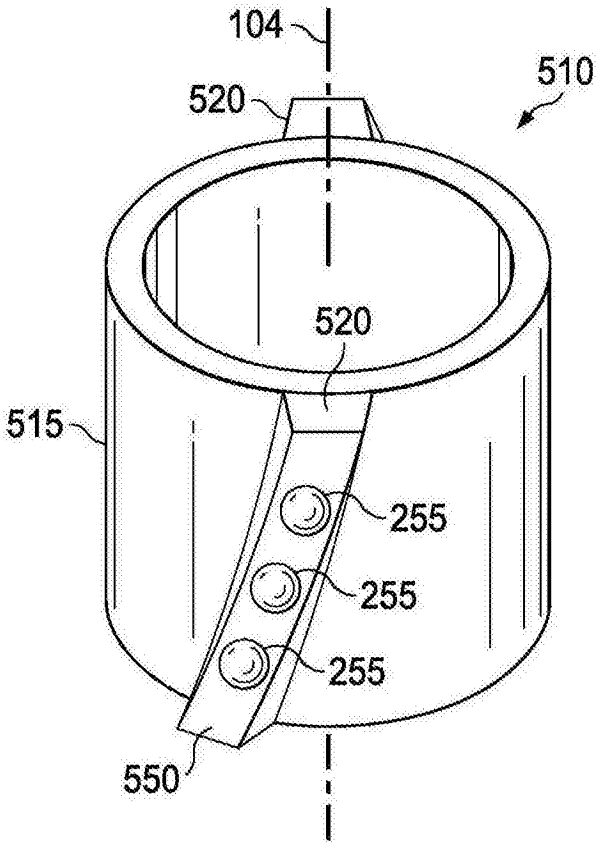


图8

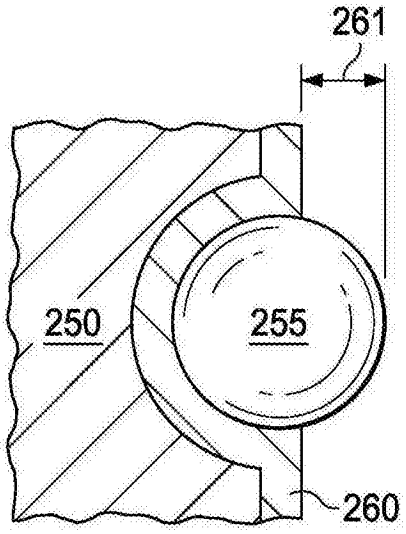


图9

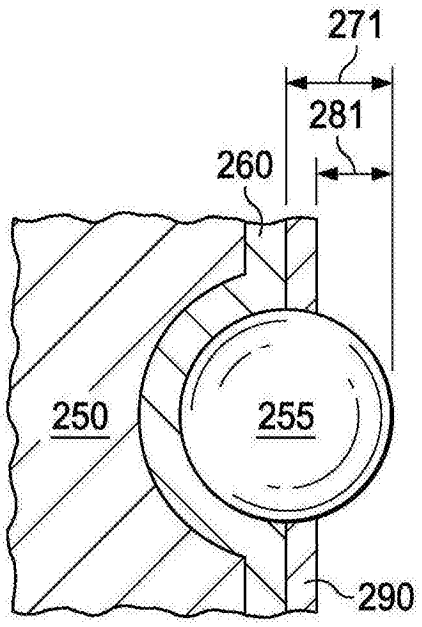


图10