



## (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106948766 A

(43)申请公布日 2017. 07. 14

(21)申请号 201610825690.3

(22)申请日 2016.09.14

(30)优先权数据

15185136 2015.09.14 EP

(71)申请人 欧洲钻探工程公司

地址 荷兰海尔许霍瓦德

(72)发明人 迈克尔·托马斯·纽曼

(74)专利代理机构 北京安信方达知识产权代理有限公司 11262

代理人 汤慧华 郑霞

(51)Int.Cl.

E21B 17/10(2006.01)

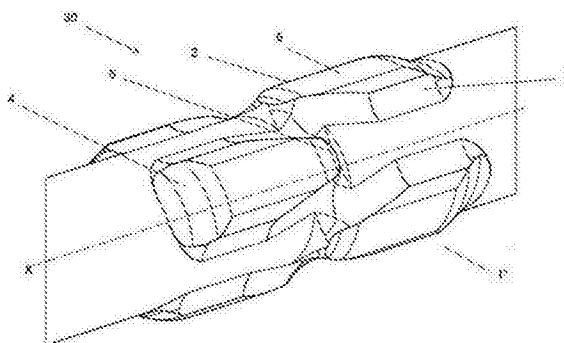
权利要求书1页 说明书5页 附图6页

### (54)发明名称

用于钻柱的整体叶片稳定器工具

### (57)摘要

本发明公开了一种用于钻柱的整体叶片稳定器工具。钻柱稳定器工具包括圆柱形主体和多个稳定器叶片,该圆柱形主体和多个稳定器叶片作为一体的部件加工以便以这种方式形成整体叶片稳定器工具。稳定器叶片具有长形形状并且在圆柱形主体的轴线的方向上对齐。叶片以使得形成几乎恒定的流过面积的方式布置。



1. 一种用于钻柱的整体叶片稳定器工具 (30), 包括半径为  $r$  且长度为  $L$  的圆柱形主体部分并且包括多个稳定器叶片 (1''), 所述圆柱形主体部分界定纵向轴线  $X$ , 其中所述稳定器叶片 (1'') 和所述圆柱形主体部分作为一体的部件加工以便以这种方式界定整体叶片稳定器工具 (30), 所述稳定器叶片 (1'') 从所述圆柱形主体部分的表面径向向外延伸, 并且与所述稳定器叶片 (1'') 的最向外延伸的表面一起界定假想的圆柱体, 所述假想的圆柱体与所述圆柱形主体部分同轴并且具有半径  $R > r$ ; 所述稳定器叶片 (1'') 中的每一个具有平行于所述纵向轴线  $X$  延伸并且具有长度  $l < L$  的长形形状; 所述稳定器叶片 (1'') 中的每一个包括前部区段 (4)、后部区段 (5) 和中部区段、具有圆顶形状的界定接触区域的上表面 (6)、以及侧壁 (7), 其中所述后部区段 (5) 从所述中部区段朝向大体上半圆形的后端部逐渐成锥形, 并且所述前部区段 (4) 具有大体上半圆形的形状, 并且其中所述稳定器叶片 (1'') 的所述上表面 (6) 向下靠近且朝向所述前部区段 (4) 的端部倾斜并且还向下靠近且朝向所述后部区段 (5) 的端部倾斜, 直到所述上表面 (6) 与所述圆柱形主体部分的表面汇合。

2. 根据权利要求1所述的整体叶片稳定器工具 (30), 其中在所述上表面 (6) 和所述侧壁 (7) 之间的边缘是倒圆的。

3. 根据权利要求2所述的整体叶片稳定器工具 (30), 其中所述稳定器叶片 (1'') 的中心沿着所述圆柱形主体的表面上的至少两个同轴间隔开的圆定位。

4. 根据权利要求3所述的整体叶片稳定器工具 (30), 其中所述多个稳定器叶片 (1'') 包括多于三个的稳定器叶片 (1''), 并且沿着每个假想的圆放置有至少一组的三个稳定器叶片 (1'')。

5. 根据权利要求1所述的整体叶片稳定器工具 (30), 其中所述稳定器叶片 (1'') 的所述前部区段 (4) 的平均宽度大体上大于所述稳定器叶片 (1'') 的所述后部区段 (5) 的平均宽度。

6. 根据权利要求5所述的整体叶片稳定器工具 (30), 其中在两个圆上的所述稳定器叶片 (1'') 中的每一个的前端部远离两个圆在相反的方向上延伸。

7. 根据权利要求6所述的整体叶片稳定器工具 (30), 其中两组稳定器叶片 (1'') 的所述后部区段 (5) 以在每对相邻的稳定器叶片 (1'') 的所述后部区段 (5) 之间形成倾斜通道的方式布置在彼此中间, 以在所述叶片 (1'') 之间界定流过面积。

8. 根据权利要求4所述的整体叶片稳定器工具 (30), 其中所述流过面积在其平均值的 10% 范围内恒定。

## 用于钻柱的整体叶片稳定器工具

### 发明领域

[0001] 本发明涉及用于当钻油井、气井或地热井时稳定钻柱操作的整体叶片稳定器工具(monolithic blade stabiliser tool)。

### 现有技术

[0002] 在定向钻探中,保持对操作的完全控制是非常重要的。为了保持对钻柱的控制,已知的是,使用放置在底部钻具组件(bottom hole assembly)中的一定数量(通常两个或三个)的所谓的钻探稳定器工具。钻柱中的稳定器的主要功能是支撑和稳定穿过地表面的钻孔中的底部钻具组件。当重量被施加或因经由钻柱传递的振动和冲击载荷而发生抖动时,稳定器还应提供稳定性。具有两个稳定器工具200的钻柱底部钻具组件构型100的一个示例在图1中示出。稳定器工具200包括圆柱形稳定器主体和位于所述圆柱形稳定器主体的外表面上的由高强度钢制成的多个稳定器叶片1。叶片可以是直的或螺旋形的,具有耐磨的硬表面。稳定器叶片的设计应该是这样的,使得在钻探操作的所有阶段期间,它们减少了钻孔中的摩擦和阻力,从而防止众所周知的问题,诸如损坏钻孔、泥包(balling up)和钻孔失稳。另外,稳定器工具不应该抑制钻探的岩屑通过钻探液从孔中携带出来。叶片的接触面积应该足够大以充分支撑钻孔中的钻柱,同时最小化或消除穿透钻孔壁。

[0003] 叶片可以螺纹连接到主体,从而使叶片可替换。EP1650400描述了具有可替换的稳定器叶片的钻柱稳定器工具。稳定器叶片组件包括具有孔的安装块,该孔用于通过螺栓将块安装在稳定器主体上。稳定器叶片1在图2中被示出安装到圆柱形稳定器主体11上。稳定器主体的圆柱形表面设置有轴向对齐的安装槽15。稳定器叶片包括上部稳定部分2和下部向下突出的安装部分3。向下突出的安装部分3具有锥形的前壁9和后壁10以与安装块13的匹配的锥形部分相配合,该安装块13通过螺栓固定到稳定器主体。

[0004] 当两个锥形安装块13拧紧到适当位置时,施加在锥形安装块和凹部中的稳定器叶片的锥形向下突出的安装部分3之间的压力将整个组件锁定在适当位置。

[0005] 尽管该构型已经示出以令人满意的方式工作,但是当发挥作用的力达到一定的阈值时,其导致了严重的失效。在钻探期间可能实现的不需要的振动,诸如轴向的、横向的(回旋)以及扭转的(粘着滑动)的振动,可损坏工具。在冲击力高于一定阈值的情况下,叶片中的一些可被迫离开其凹部,并且将叶片固定到主体的块可遭受严重损坏。这些问题的一个解决方案是对叶片的安装提供一些改进。图3和图4描述了用于具有可替换叶片的稳定器工具的另一个设计。

[0006] 稳定器工具(图3)包括圆柱形主体20和多个相同的稳定器叶片,圆柱形主体20界定纵向轴线X并且在其表面上具有多个纵向凹槽14,每个纵向凹槽14具有相应的销13,该销13作为圆柱形主体20的一体的部分从凹槽14内的底部表面径向延伸。

[0007] 图4中描述的稳定器叶片1'具有一体的安装部分,即,对于稳定器工具的组件,没有分开的安装块。叶片1'具有界定纵向轴线的长形形状。叶片包括安装时从所述圆柱形主体20的纵向轴线X径向向远侧放置的上部稳定部分2和从所述纵向轴线X径向向近侧放置的

下部安装部分3。下部安装部分3具有凹进的纵向槽以接合从凹槽14的底部表面突出的对应的销13,凹进的纵向槽一般通过铣削操作形成到圆柱形主体20的表面中。稳定器叶片1'借助于螺栓固定在凹槽14中。在下部安装部分3的前部部分处的矩形周边区域15和在下部安装部分3的后部部分处的三角形周边区域16将分别容纳用于安装螺栓的三个孔17和一个孔17。三个孔还形成于凹槽14的前部(或前置的)矩形周边中,并且一个孔形成于后面(或后部)三角形周边中。以这种方式,稳定器叶片完全嵌入在圆柱形主体20中,产生较好的水动力性能,此外,作用在稳定器叶片上的载荷借助于存在的与中心销13且与凹槽14的壁的接触而均匀地分布到圆柱形主体20的结构。通过引入销,实现载荷的更好的均匀分布并且主要避免螺栓的过载是可能的。其它的优点是更大的表面接触面积和较宽的占据区域(foot print),该较宽的占据区域导致改进的稳定性。

[0008] 在某些情况下,明智的是避免使用可替换的叶片并且相反采用整体类型的叶片稳定器工具以用于钻柱,其中主要好处是,没有例如工具缩小时所面对的挑战造成的螺栓或叶片丢失的风险。

[0009] 在全球有大约5000个钻探设备(陆地和海上),其活动水平与油价和市场需求有紧密的联系。因此,需要数个稳定器工具设计类型以覆盖钻探应用、岩层以及环境的整个范围。这样,整体叶片类型和可替换叶片类型的稳定器工具设计应该是可行的。

[0010] 用于钻探的特定类型的叶片稳定器工具的选择取决于岩层的硬度,硬度可以划分为:软至中软的地层(页岩、粘土、石灰岩、沙);中硬至硬的地层(硬石灰岩、砂岩、白云岩);以及硬和研磨性地层(花岗岩、玄武岩、石英岩和燧石)。当钻探诸如燧石地层的硬和研磨性地层时,非常容易损坏叶片,因此,在钻探设备现场替换叶片的能力是优选的方案,然而,对于软至中软的地层,诸如粘土地层,很少需要替换叶片,因而可以使用整体稳定器工具。

[0011] 选择用于钻探的某一稳定器工具类型的决定还可能是应用(陆地、海上钻探)或地理上相关的。例如,在陆地钻探中,将不推荐使用具有可替换叶片的工具,这是因为与陆地钻探相关的较低的成本。地热井的钻探仍然需要较低的成本。在诸如在钻竖直孔的应用中(其中稳定器的外径要求是已知的)以及在结合旋转导向系统或导向马达组件钻切向和水平孔段的应用中(其中工具的外径要求也是已知的),整体稳定器工具的使用也是推荐的并且合理的。另外,在钻探成本低的一些地区中,如非洲和俄罗斯,使用具有可替换叶片的工具也是不合理的。

[0012] 因此,为了满足市场需求并且为了能够应付所有类型的不同的应用、岩层和环境,还需要设计一种用于钻柱的整体稳定器工具,这种整体稳定器工具制造更经济有效,而同时具有与有可替换叶片的稳定器工具至少相同的性能。

[0013] 发明概述

[0014] 本发明的目的是提供一种用于钻柱的整体稳定器工具,其克服了上面提到的问题并且在操作中具有较高的抗冲击性、更好的水动力性能并且是经济有效的。

[0015] 这些目的通过用于钻柱的整体稳定器工具来实现,根据权利要求1,其包括半径为“r”且长度为L的圆柱形主体部分并且包括多个稳定器叶片,该圆柱形主体部分界定纵向轴线X,其中所述稳定器叶片和所述圆柱形主体部分作为一体的部件加工以便以这种方式形成整体叶片稳定器工具,所述稳定器叶片从所述圆柱形主体部分的表面径向向外延伸,并且与其最向外延伸的表面一起界定假想的圆柱体,该假想的圆柱体与所述圆柱形主体部分

同轴并且具有半径 $R > r$ ；所述稳定器叶片中的每一个具有平行于所述纵向轴线X延伸并且具有长度 $l < L$ 的长形形状；所述稳定器叶片中的每一个包括前部区段、后部区段和中部区段、具有圆顶形状的界定接触区域的上表面、以及侧壁，其中所述后部区段从所述中部区段朝向大体上半圆形的后端部逐渐成锥形，而前部区段具有大体上半圆形的形状，并且其中稳定器叶片的所述上表面向下靠近且朝向前部区段的端部倾斜并且还靠近且朝向后部区段的端部倾斜，直到上表面与所述圆柱形主体部分的表面汇合。

[0016] 由于这些特征，整体稳定器工具具有特别地关于摩擦、水动力性和使用的改进的性能，以及较低的维护和制造成本。该工具对于在特定的地层环境和诸如地热井、陆地上钻探的应用中，以及在一些特定的地理和地质地区中钻探是理想的。

[0017] 有利地，稳定器叶片(三个或更多个下部稳定器叶片和三个或更多个上部稳定器叶片)的位置被适当地定位以优化工具的水动力效率。所述定位还有助于流线型化稳定器叶片周围的泥石流，最小化对从孔携带出的岩屑的限制，并且增强孔清洁，同时保持底部钻具组件在钻孔中处处集中。

[0018] 有利地，稳定器叶片具有大的表面接触面积。稳定器叶片的前束角(toe angle)和横倾角(heel angle)优选以大约 $20^\circ$ 加工。

[0019] 有利地，稳定器叶片之间的自由流动面积可以尽可能保持恒定。

[0020] 有利地，叶片具有圆顶形状的接触区域。

[0021] 有利地，叶片具有耐磨的硬表面。

[0022] 此外，所需的流动通路通过铣削圆柱形主体形成，同时使稳定器叶片成形。以这种方式，流过面积(flow-by-area)比具有可替换叶片的稳定器工具的流过面积更恒定。

[0023] 本发明的整体稳定器工具可以承受比现有技术的方案更多的横向/轴向载荷以及更多的侧向载荷，并且另外，整体稳定器工具降低了泥包或卡封(pack off)的可能性，而且缓解了井漏或井控制风险的产生。

[0024] 附图简述

[0025] 依据借助于附图通过非限制性示例示出的钻柱稳定器的优选的但不排他的实施方案的详细描述，本发明的另外的特征和优点将变得更明显，在附图中：

[0026] 图1是钻井组件(底部钻具组件)的示意图；

[0027] 图2是根据现有技术的稳定器叶片的透视图；

[0028] 图3是稳定器工具的透视图，示出了用于安装整体类型的稳定器叶片的凹槽；

[0029] 图4是待安装在图3的稳定器工具上的整体叶片的透视图；

[0030] 图5是根据本发明的整体稳定器工具的透视图；

[0031] 图6是根据本发明的整体稳定器工具的平面图。

[0032] 图7示出了关于根据本发明的整体稳定器工具和图3中所表示的具有可替换叶片的稳定器工具之间的表面接触区域的对比。

[0033] 图8示出了用于根据本发明的整体稳定器工具和用于图3中所表示的具有可替换叶片的稳定器工具的接触线的细节。

[0034] 图9示出了与具有可替换叶片的稳定器工具(如图3中所描绘的稳定器工具)相比，在整体稳定器工具中的流过面积的百分比。

[0035] 附图中的相同的参考标号表示相同的元件或部件。

[0036] 优选实施方案的详细描述

[0037] 根据本发明的稳定器工具在图5和图6中示出。所述稳定器工具30包括半径为 $r$ 且长度为 $L$ 的圆柱形主体部分,该圆柱形主体部分界定纵向轴线 $X$ 。整体稳定器工具30包括三个或更多个上部稳定器叶片1”和三个或更多个下部稳定器叶片。叶片1”和圆柱形主体部分作为一体的部件加工以便以这种方式形成整体叶片稳定器工具。叶片1从圆柱形主体部分的表面径向向外延伸,以与其最向外延伸的表面一起界定假想的圆柱体,该假想的圆柱体与所述圆柱形主体部分同轴并且具有半径 $R > r$ 。稳定器叶片1”优选全部具有相同的形状,并且我们仅描述了一个稳定器叶片。在该描述中,我们通常把稳定器叶片的三角形形状的部分称为稳定器叶片的后部(或后面)区段,仅为了便于描述,而不对这些形容词给出任何限制性意义。

[0038] 根据本发明的稳定器叶片1”具有长形形状,该长形形状具有短于 $L$ 的长度 $l$ ,该长形形状界定平行于整体稳定器工具的轴线的纵向轴线,具有前部区段4、后部区段5、中部区段以及竖直侧壁7。叶片的具有圆顶形状的上表面6界定接触区域。后部区段5从中部区段朝向大体上半圆形的后端部逐渐成锥形,而前部区段4具有大体上半圆形的形状。稳定器叶片1”的上表面6向下靠近且朝向前部区段4的端部倾斜并且还向下靠近且朝向后部区段5的端部倾斜,直到其与整体稳定器工具的圆柱形主体部分的表面汇合。稳定器叶片具有翼的整体形状。优选地,在侧部竖直壁和上表面之间的所有边缘是倒圆的,并且类似地与上表面具有边界的所有其它壁的边缘也进行倒圆。在图5和图6中所描述的实施方案中,六个稳定器叶片以轴向对齐的方式被加工在圆柱形主体部分的圆柱形表面上。第一组的三个稳定器叶片使其中心布置在所述圆柱形表面上的第一圆上并且均匀分布在所述圆柱形表面上的第一圆上,并且第二组的三个稳定器叶片使其中心布置在第二圆上并且均匀分布在第二圆上,该第二圆与第一圆间隔开。两个圆上的前端部4远离两个圆在相反的方向上延伸,使得不论钻柱移动的方向如何,向前移动的稳定器工具的前部区域设置有稳定器叶片1”的较宽的前端部4。两个组的稳定器叶片1”的后部区段布置在彼此中间,其中后端部5在近似朝向邻近稳定器叶片1”的中心的轴向方向上伸展。从而,倾斜通道在每对邻近的稳定器叶片1”的后半部之间形成,以在叶片之间界定自由流动面积。

[0039] 稳定器叶片—三个或更多个上部的和三个或更多个下部的一被适当地定位以优化工具的水动力效率。该布置有助于流线型化稳定器叶片周围的泥石流,最小化从孔携带出岩屑的限制并且增强孔清洁,同时保持底部钻具组件在钻孔中处处集中。

[0040] 稳定器叶片的形状是这样的,其有效移位稳定器叶片周围的钻井液和钻探的岩屑,并且大大降低了由钻探的岩屑造成的稳定器工具的泥包和卡封。

[0041] 当以定向的模式滑动时,稳定器叶片的锥形形状减少了摩擦,并且增强了稳定器的性能。

[0042] 当以旋转模式钻探时,叶片的横截面锥形化的功能是为了降低旋转扭矩并且最小化底切。

[0043] 稳定器叶片的前束角和横倾角优选以大约20度加工,以最小化吊挂并且减少在钻孔中上下拖拉。

[0044] 流动通路可以铣削到圆柱形主体中,以形成自清洁和射流效应,以便加速岩屑在圆柱形主体加厚区域(upset area)上的运输。自清洁作用,即射流效应已经示出最小化的

泥聚集,均匀的钻探液流动,以及最小化的泥包。

[0045] 整体稳定器叶片具有比具有可替换叶片的现有技术的稳定器工具的表面接触面积大的表面接触面积,从而形成改进的稳定性。图7示出了具有相同直径的两个稳定器工具,在左侧的一个表示根据本发明的整体稳定器,而在右侧的稳定器工具表示具有可替换叶片的稳定器(如图3中的稳定器)。表面接触面积以阴影线示出。从图中可以看出,整体稳定器工具的叶片的表面接触面积大于可替换叶片的表面接触面积。

[0046] 图8示出了附图的左侧中描绘的整体稳定器工具和右侧中描绘的图3的可替换叶片稳定器工具之间的更详细的比较。本发明(整体设计)中的接触线比图3的具有可替换叶片的稳定器工具的接触线长。该特征预期将改进稳定性。同时,用于泥/岩屑流动的可用开口在本发明中是较大的,从而与可替换叶片稳定器工具相比,进一步改进了水动力性。

[0047] 在没有足够孔清洁性的井中,可发生另外的岩屑累积。这在定向井或水平井中是常见的。钻探时循环压力增加,或起钻时阻力增加是问题的预示。在本发明中,整体构造允许更灵活地选择自由流动面积(也称为流过面积)的值,该流过面积是重要的设计参数。该灵活性特征在具体的应用中可以是有利的,诸如在几乎水平的钻探中,其中只要旁通面积大于岩屑床面积,那么起钻而无需循环是可能的,以也允许小半径的钻柱稳定器。

[0048] 对于10"5/8(英寸)以及10"5/8(英寸)以上的孔尺寸,流过面积应该 $\geq$ 孔面积的35%,并且对于低于10"5/8(英寸)的孔尺寸,流过面积应该 $\geq$ 孔面积的25%。

[0049] 一旦我们决定了流过面积(例如,55%)和接触面积(例如,45%)之间的关系,那么目的在于尽可能保持流过面积恒定。

[0050] 在图9中,图表示出了可替换叶片稳定器工具(图3中所描绘的那个)的流过面积和本发明的整体叶片稳定器工具的流过面积之间的关系。在整体稳定器工具中去除安装部件允许在流过面积的恒定性方面具有更好的结果。从图表中,其产生了在平均值的10%范围内恒定的流过面积。

[0051] 尽管本发明通过优选的实施方案的方式被描述,但是本领域的技术人员应理解,在由权利要求限定的本发明的范围内可以做出修改。

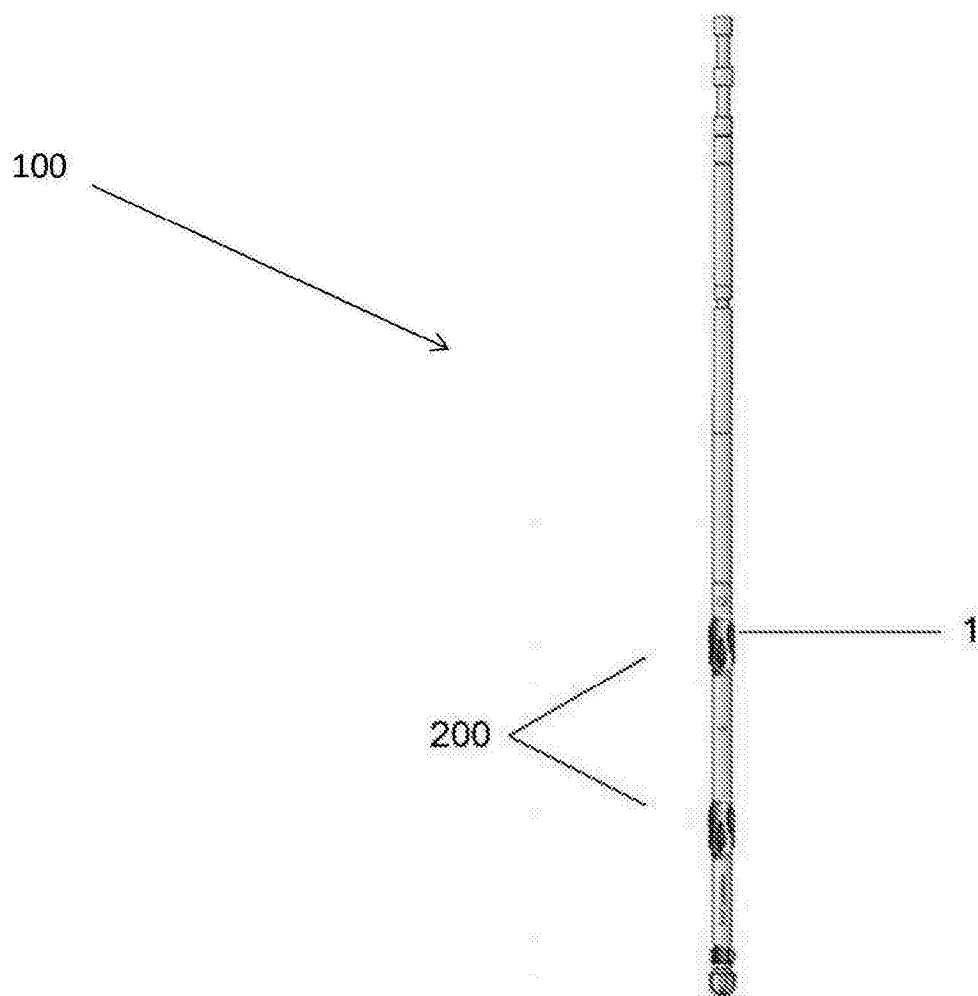


图1

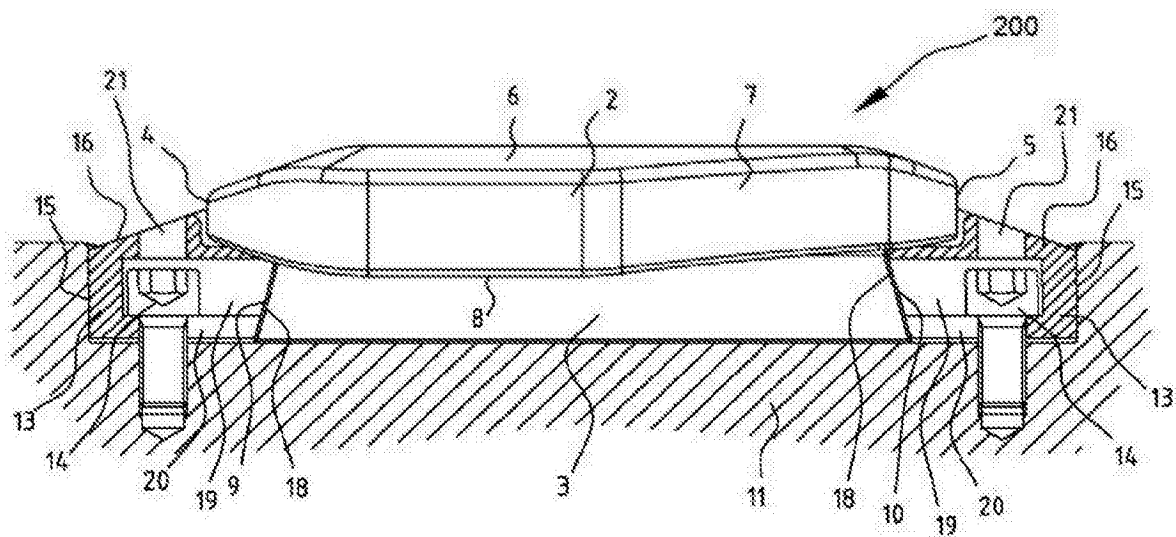


图2

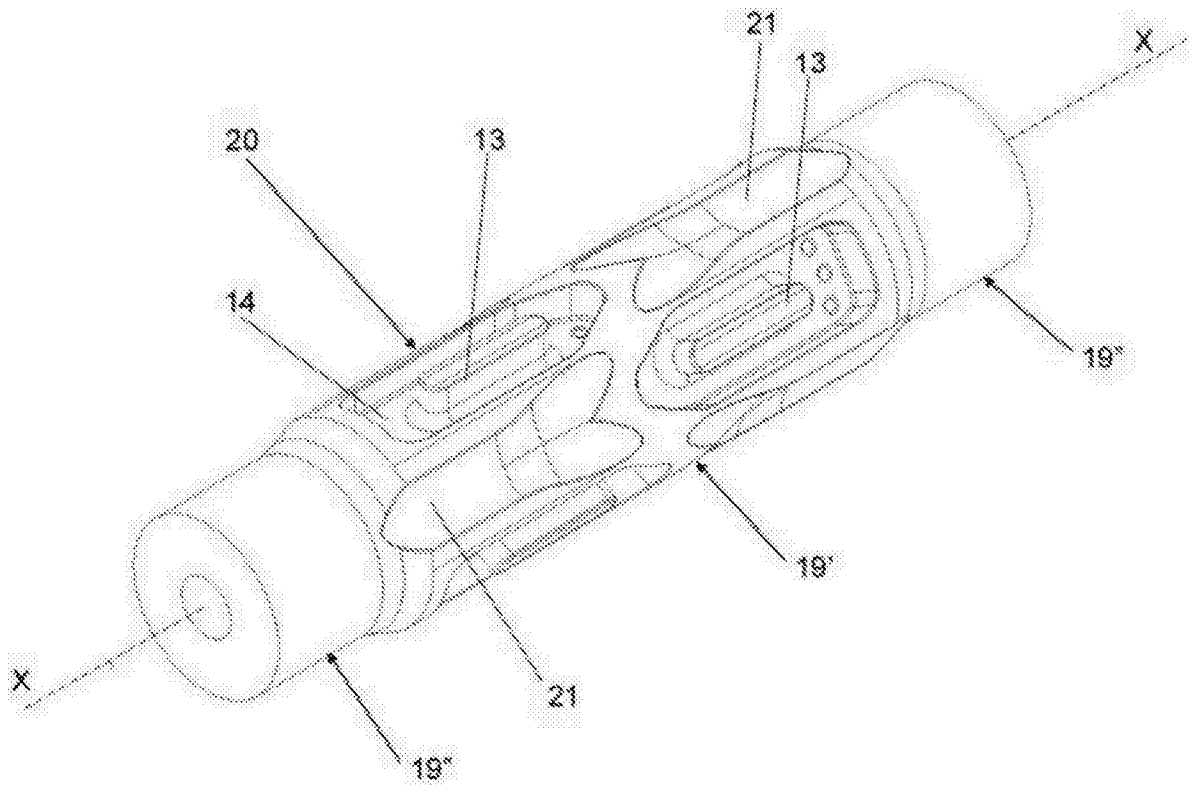


图3

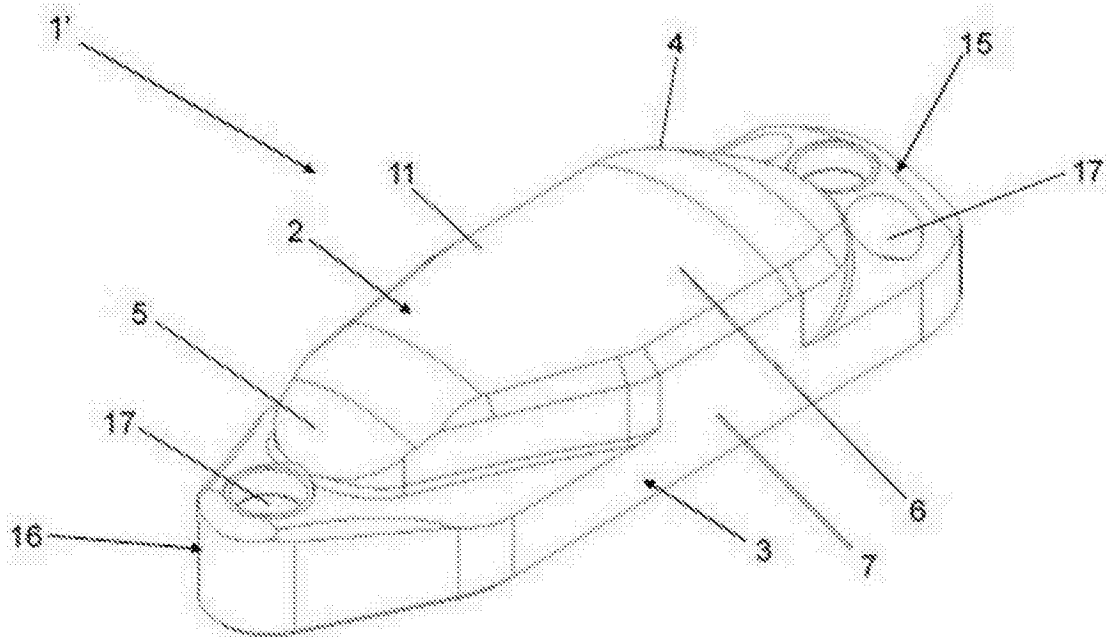


图4

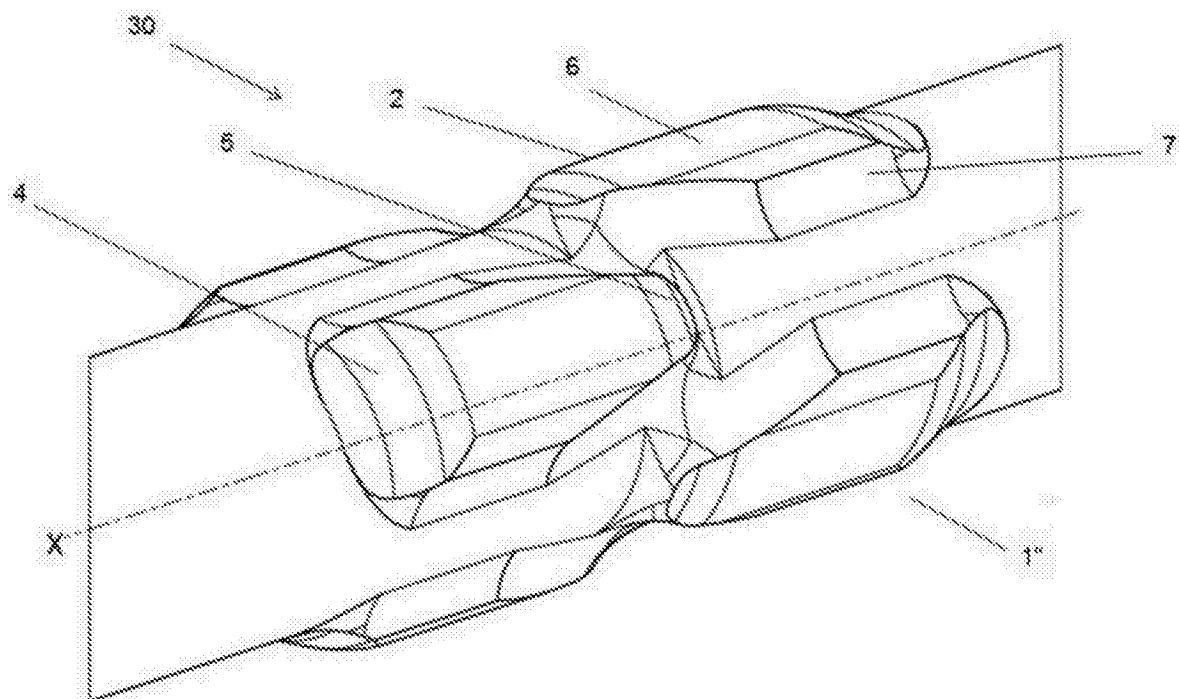


图5

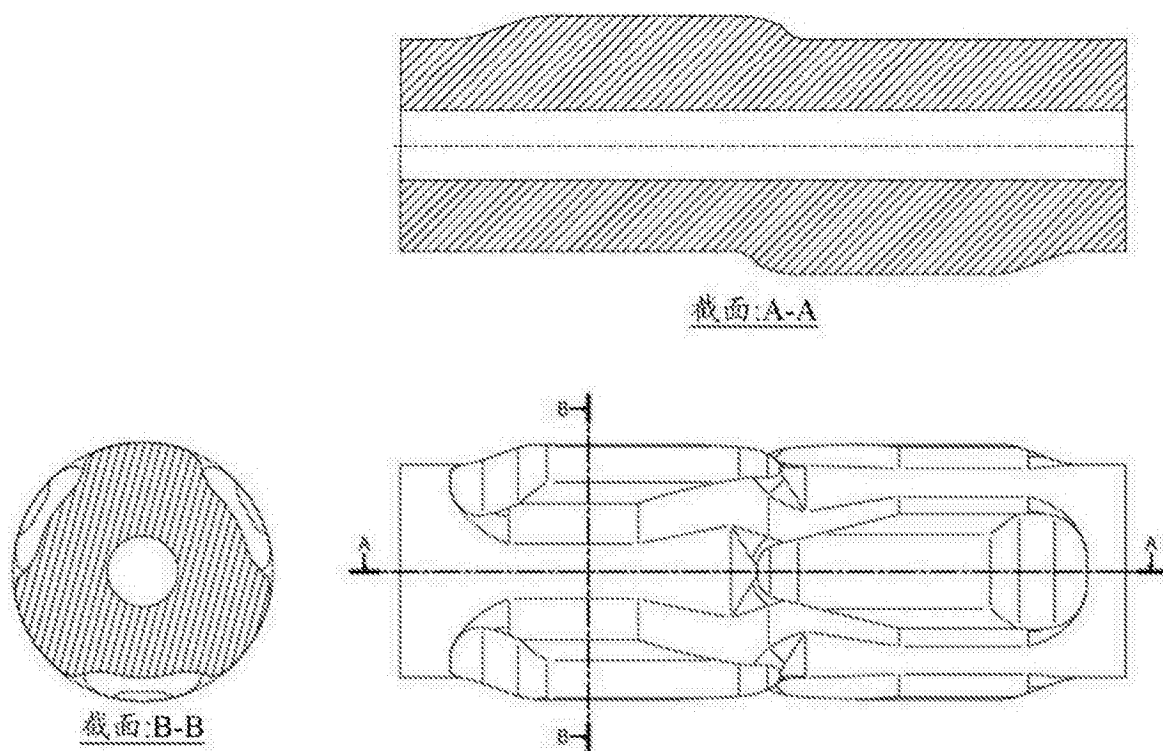


图6

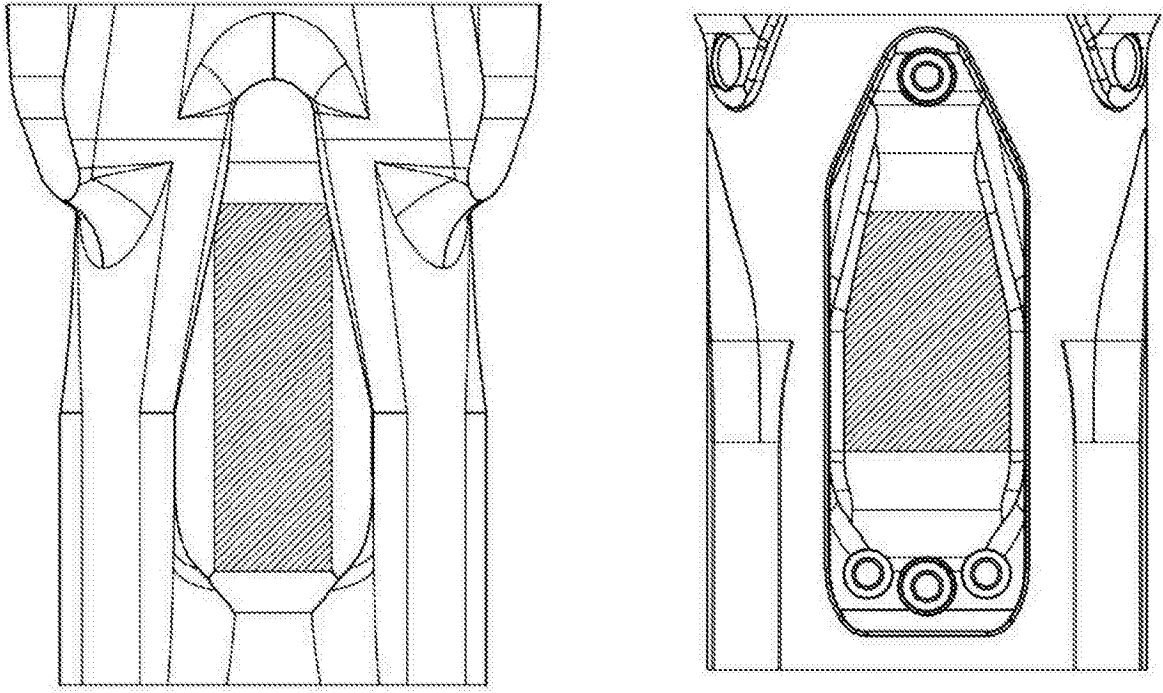


图7

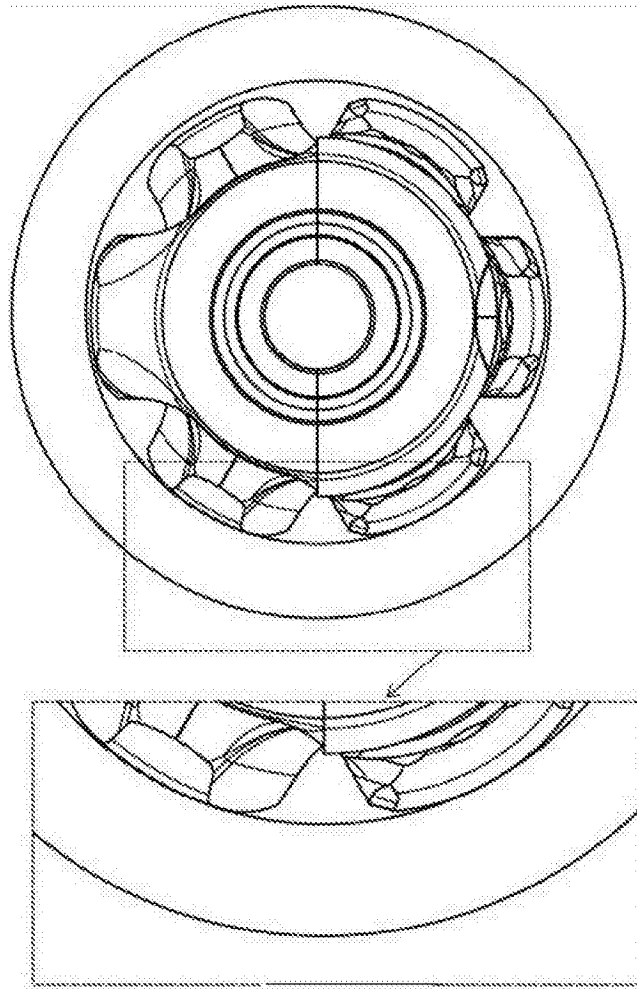


图8

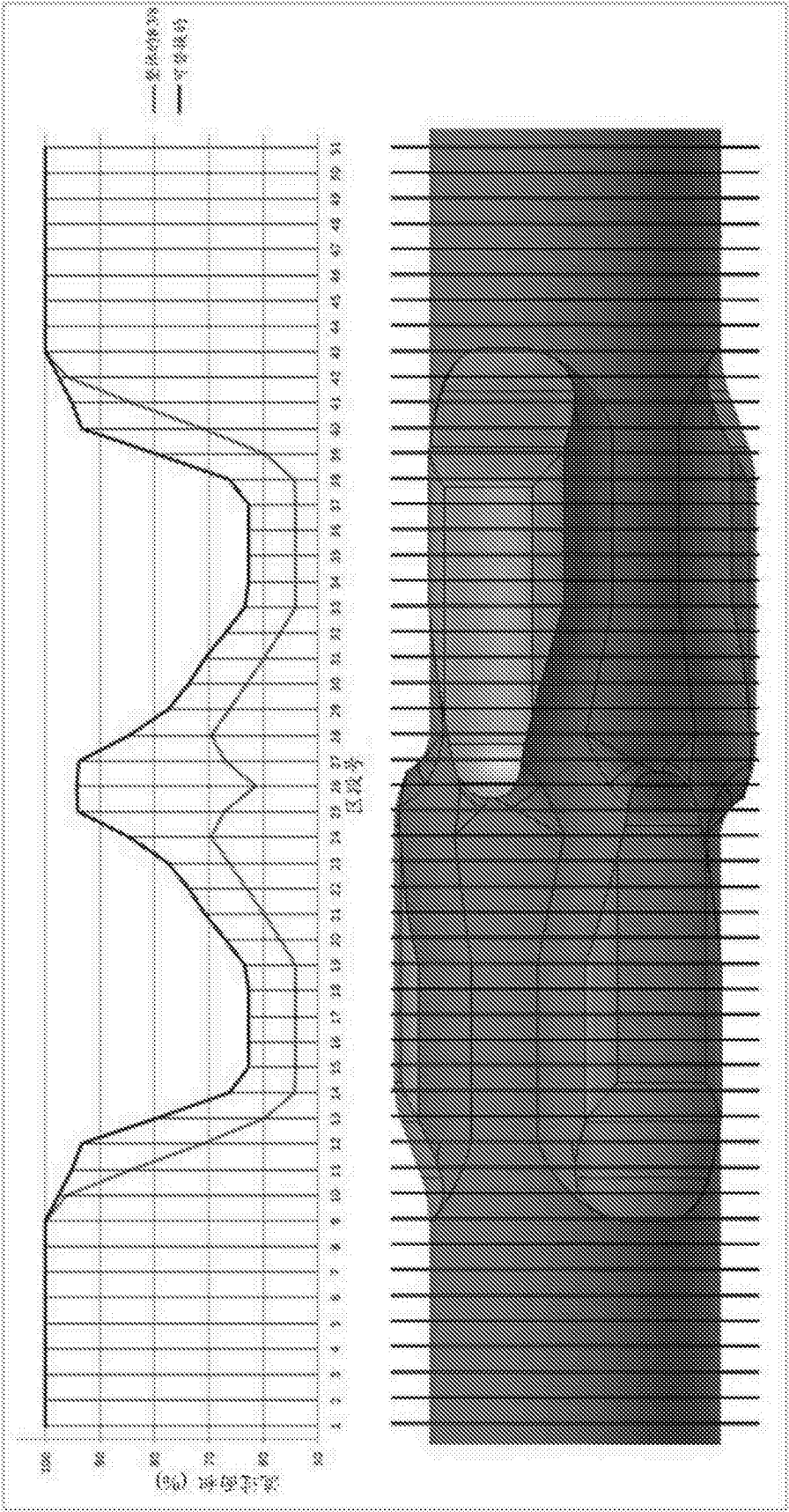


图9