



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107429545 A

(43)申请公布日 2017. 12. 01

(21)申请号 201680018006.9

(74)专利代理机构 中原信达知识产权代理有限  
责任公司 11219

(22)申请日 2016.02.25

代理人 蔡石蒙 车文

(30)优先权数据

15160819.7 2015.03.25 EP

(51)Int.Cl.

E21B 10/24(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.09.22

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2016/053961 2016.02.25

(87)PCT国际申请的公布数据

W02016/150643 EN 2016.09.29

(71)申请人 山特维克知识产权股份有限公司

地址 瑞典桑德维肯

(72)发明人 安德斯·林德布卢姆

约纳·洛伊卡宁

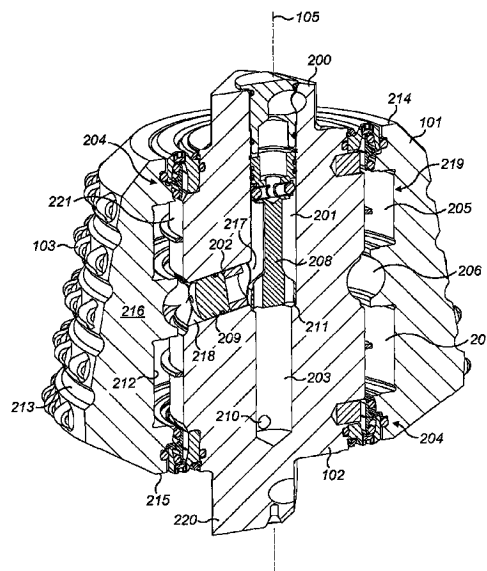
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54)发明名称

用于镗头的刀具

(57)摘要

一种用于镗头(106)的刀具100,该刀具(100)具有轴(102),轴(102)可安装在鞍座(104)处。辊体(101)经由轴承(401、402)围绕轴(102)可旋转地安装,所述轴承(401、402)被容纳在径向位于轴和辊体之间的空腔(219)处。润滑流体构造用以经由第一通道和第二通道(201、202)在轴(102)内内部地流动。伸长的溢流腔室(203)设置成与所述通道流体连通,以从空腔(219)接收热膨胀的润滑流体。



1. 一种用于镗头(106)的刀具(100),所述刀具(100)包括:  
轴(102),所述轴(102)具有纵向轴线(105),所述轴(102)能够安装在所述镗头(106)的鞍座(104)处;  
辊体(101),所述辊体(101)围绕所述轴(102)可旋转地安装,并且所述辊体(101)具有设置在外表面(213)处的切割元件(103);  
轴承(401、402),所述轴承(401、402)被安装在径向位于所述轴(102)和所述辊体(101)之间的环形空腔(219)内;  
第一通道(201),所述第一通道(201)以所述轴(102)的所述轴线(105)为中心并且从第一端(200)轴向延伸穿过所述轴(102);以及  
第二通道(202),所述第二通道(202)横向于或垂直于所述第一通道(201)延伸,以提供在所述第一通道(201)和所述空腔(219)之间的流体连接;  
其特征在于:  
伸长的溢流腔室(203)以所述轴(102)的所述轴线(105)为中心并形成所述第一通道(201)的伸长的轴向延伸,以在所述第二通道(202)以外作为盲孔轴向延伸穿过所述轴(102),所述腔室(203)沿其轴向长度(A)具有未占据的内部体积,所述腔室(203)被构造用以从所述环形空腔(219)接收润滑流体。
2. 根据权利要求1所述的刀具,其中所述腔室(203)的轴向长度(A)在所述腔室(203)在径向方向上的直径(D')或宽度的1.5至5.0倍范围内。
3. 根据权利要求2所述的刀具,其中所述范围是2.5至3.5。
4. 根据权利要求1或2所述的刀具,其中所述第一通道(201)和所述腔室(203)基本上是圆柱形的。
5. 根据权利要求4所述的刀具,其中所述第一通道(201)的直径(D'')大于所述腔室(203)的直径(D')。
6. 根据前述权利要求中的任一项所述的刀具,其中所述第一通道(201)的轴向长度(B)大于所述腔室(203)的轴向长度(A)。
7. 根据前述权利要求中的任一项所述的刀具,其中所述第一通道(201)和所述腔室(203)的轴向接合部包括抵接部或台阶(211),所述抵接部或台阶(211)朝向所述轴线(105)径向向内突出。
8. 根据前述权利要求中的任一项所述的刀具,进一步包括:第一插塞(208),所述第一插塞(208)被可移除地安装在所述第一通道(201)中,以闭合所述第一通道(201)的开口端(302);和第二插塞(209),所述第二插塞(209)被可移除地安装在所述第二通道(202)中。
9. 根据权利要求8所述的刀具,其中所述第一插塞和所述第二插塞(208、209)各自包括至少一个连通孔(500、501),以提供在所述空腔(219)和相应的所述第一通道和所述第二通道(201、202)之间的流体流动路径。
10. 根据前述权利要求中的任一项所述的刀具,进一步包括至少一个连通孔(210a、210b),所述至少一个连通孔(210a、210b)延伸穿过所述轴(102),以允许润滑流体在所述腔室(203)和所述空腔(219)之间传输。
11. 根据权利要求10所述的刀具,包括多个连通孔(210a、210b),所述多个连通孔(210a、210b)从所述腔室(203)的一个端部(301)横向于或垂直于所述腔室(203)延伸,所述

端部(301)轴向上离所述第二通道(202)最远。

12. 根据前述权利要求中的任一项所述的刀具,其中所述腔室(203)的体积小于所述空腔(219)的未占据的空闲体积(400)。

13. 根据权利要求12所述的刀具,其中所述腔室(203)的体积在所述空腔(219)的未占据的空闲体积(400)的5%至50%范围内。

14. 根据权利要求13所述的刀具,其中所述范围是10%至25%。

15. 一种镗头(106),包括多个如前述权利要求中的任一项所述的刀具(100)。

## 用于镗头的刀具

### 发明领域

[0001] 本发明涉及一种用于镗头的刀具,并且特别地,尽管不是专门地,涉及一种具有位于刀具的轴内的润滑剂溢流腔室以接收热膨胀的润滑流体的刀具。

### 背景技术

[0002] 可旋转地面镗孔设备通常包括安装在镗头处的一排刀具(或铰孔头)。取决于镗头处的刀具的数目、尺寸和构造,该设备可构造用于导向钻孔、反井钻井(raise boring)、盲钻井(blind boring)、水平钻井或向下镗孔应用。

[0003] 常规地,外切割辊体可旋转地安装在轴(或轴颈)上,该轴(或轴颈)又可移除地安装在固定到镗头的鞍座处。在轴和辊体之间限定有环形空腔,其中安装了轴承,以允许辊体相对于轴旋转并且经由分布在辊体的面向外表面上的切割元件来切割岩石。密封件设置在空腔处,以将润滑流体(通常润滑脂)保留在空腔内并且与轴承接触。在US4,509,607、US2006/0249311、US5,363,930和W095/08692中描述了示例镗头安装的刀具。

[0004] 为了避免过早的部件磨损和优化切割,重要的是轴承在使用期间被持续润滑。这是因为随着刀具镗入岩石,刀具受到重加载力和由辊体相对于轴的旋转产生的高温以及摩擦接触。由于发热,润滑流体膨胀并且轴承空腔内的内部压力升高,这又显著增大了刀具内部压力。因此,并不罕见空腔密封件失效,从而导致来自轴承的润滑脂的损失,以及刀具的使用寿命的对应减少。

[0005] US5,636,930和US4,509,607公开了弹性体压力补偿器,其在内部安装在轴内或轴承空腔的区域处,以充当润滑剂储存器,用以接收热膨胀的润滑剂并减轻轴承密封件上的压力,以试图避免密封件失效。然而,由于许多原因,使用弹性体流体储存器是不利的。首先,弹性体必须插入刀具内的其内部安装位置,这引入了额外的组装步骤,并增加了刀具部件的复杂性。在使用后切割机已经冷却后,弹性体保留一定体积的润滑剂,使得耗尽的体积返回至轴承。随着引入更多的润滑剂以补偿该保留,最终弹性体变得饱和,并且其接收膨胀润滑剂的容量降低。此外,刀具内的弹性体的具体定位未被优化以便于首先引入润滑剂,并且其次随着刀具温度升高和降低,润滑剂能够在轴承空腔和热膨胀储存器之间容易地流动。因此,需要的是解决上述问题的刀具。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的是提供用于镗头的刀具,该刀具具有轴承润滑剂溢流腔室,溢流腔室便于将润滑剂引入到刀具中和润滑剂在轴承空腔和溢流腔室之间的不受限制的流动两者。进一步具体目的是提供用于轴承润滑剂的溢流腔室,溢流腔室通过接收热膨胀的润滑剂,同时确保一旦刀具(和润滑流体)冷却而将整个体积的膨胀的润滑剂返回到轴承空腔来有效地保护轴承密封件。

[0007] 进一步具体目的是提供具有润滑剂溢流腔室的刀具,其方便制造并且不损害刀具的强度,以耐受在使用期间遇到的显著加载力。又进一步的目的是提供一种刀具,其与各种

各样不同类型和等级的润滑剂兼容使用,同时也与不同构造的辊体和切削刀片兼容使用,以便提供适合于导向钻井、升高、盲钻、水平或向下镗孔的刀具。

[0008] 所述目的是通过提供以下刀具来实现的,该刀具具有辊体(安装多个切削刀片),辊体可旋转地安装在轴(或轴颈)上,轴(或轴颈)包括内部润滑流体溢流腔室,以接收在使用期间刀具和润滑剂被加热时的热膨胀润滑剂。

[0009] 根据本发明的第一方面,提供了用于镗头的刀具,所述刀具包括:轴,轴具有纵向轴线,轴可安装在镗头的鞍座处;辊体,辊体围绕轴可旋转地安装并且具有设置在外表面处的切割元件;轴承,轴承被安装在径向位于轴和辊体之间的环形空腔内;第一通道,第一通道以轴的轴线为中心,并且从第一端轴向延伸穿过轴;以及第二通道,第二通道横向于或垂直于第一通道延伸,以提供在第一通道和空腔之间的流体连接;其特征在于:伸长的溢流腔室以轴的轴线为中心并形成第一通道的伸长的轴向延伸,以在第二通道以外作为盲孔轴向延伸穿过轴,腔室沿着轴向长度具有未占据的内部体积,腔室被构造用以从环形空腔接收润滑流体。

[0010] 形成为第一通道的伸长的轴向延伸的溢流腔室有利于经由例如两阶段导向镗孔过程方便地制造。轴向对准第一通道和以轴的纵向轴线为中心的伸长的溢流腔室有益于使轴的强度最大化,而不损害安装在鞍座处的刀具的结构完整性。本发明的溢流腔室径向远离轴承空腔区域的相对定位是有利的,以便不会“干涉”轴承和轴承空腔的设计和功

能,使得该区域可被优化,用以摩擦支撑辊体在轴处的旋转安装。

[0011] 有利地,溢流腔室的内部体积相对于内部安装的部件是未被占据的或“空闲的”,该内部安装的部件例如是弹性体或其它多孔或吸收结构,否则会阻碍润滑剂在腔室和轴承空腔的区域之间的自由流动。因此,空的溢流腔室允许随着润滑剂冷却而润滑剂不受限制地返回流动至轴承空腔。

[0012] 第一通道和伸长的溢流腔室的同轴对准进一步有利于大大地便于将润滑剂引入轴承区域中。例如,伸长的杆状工具可轴向地插入第一通道和溢流腔室中,使得杆的端部区域构造用于插入到腔室中,以阻挡或密封它,并防止润滑剂流入腔室中并且将其引导到轴承空腔的区域中。这确保将整个体积的流体引入到轴承空腔中。因此,作为第一通道的伸长的轴向延伸的本发明溢流腔室的构造仅随着润滑剂被加热而确保了腔室接收润滑剂。

[0013] 有利地,腔室的伸长轴向长度在轴内终止,使得腔室不延伸到轴的第二端。这种布置有益于最大化径向厚度,并因此维持轴在与鞍座配合的端部区域处的结构强度,以便在使用期间耐受加载力并降低轴故障的风险。

[0014] 优选地,腔室的空闲体积足以接收期望体积的膨胀润滑剂,以便保护密封件。例如,密封件通常可构造成耐受约0.3至0.4MPa的压力。通过使腔室形成有适当的伸长(elongation)来实现期望的腔室体积。也就是说,腔室包括大于其直径的轴向长度。可选地,腔室的轴向长度在所述腔室的在与轴向长度垂直的径向方向上的直径或宽度的1.5至5.0倍,2.0至4.0倍或更优选2.5至3.5倍的范围内。这种构造是有利的,因为它不会明显地削弱轴的强度以耐受加载力。

[0015] 优选地,第一通道和腔基本上是圆柱形的。更优选地,第一通道的直径大于腔室的直径。这种构造对于制造刀具是有利的,以实现方便的两阶段导向镗孔操作,其中第一通道可通过第一钻孔操作形成,并然后溢流腔室通过第二阶段钻孔操作形成为第一通道的轴向

延伸。可选地,第一通道的轴向长度大于腔室的轴向长度。可选地,腔室的轴向长度大于空腔和第一通道之间的第二通道的长度。第一通道的长度限定在轴的第一端和与第二通道交界的通道的轴向最内部分之间。优选地,第一通道最内端由朝向轴线径向向内突出的台阶限定。此外,第二通道的轴向长度可被定义为在限定第一通道的面向内的壁与安装轴承的轴的外表面之间的径向距离。溢流腔室的对应轴向长度可被定义为最靠近轴的第二端定位的腔室的轴向最内侧的盲端与设置在第一通道的所述端部处的径向向内的台阶的区域之间的长度。

[0016] 可选地,第一通道的体积大于腔室的体积。溢流腔室的体积足以接收期望体积的热膨胀润滑剂。这种构造有利于维持轴的强度,并且不会损害轴完整性,以耐受使用期间大约20至25公吨的显著的加载力。

[0017] 优选地,第一通道室和腔的轴向接合部(junction)包括抵接部或台阶,抵接部或台阶朝向轴线径向向内突出。该台阶或抵接部有益于为可移除地安装在第一通道内的插塞提供端部止挡件,并且便于在组装或维修刀具期间将滚珠轴承加载到轴承空腔中和从轴承空腔移除。

[0018] 优选地,刀具进一步包括:第一插塞,第一插塞可移除地安装在第一通道中,以闭合第一通道的开口端;和第二插塞,第二插塞可移除地安装在第二通道中。第一插塞构造用于便于将轴承加载到轴承空腔中并且密封该轴承空腔和轴内的内部通道。第二插塞类似地构造用于将轴承维持在辊体下方的位置并且控制润滑剂从轴承空腔的自由流动。优选地,第一插塞和第二插塞各自包括至少一个连通孔,以提供在空腔和相应的第一通道和第二通道之间的流体流动路径。连通孔有利于允许轴承空腔与第一通道、第二通道和溢流腔室之间的流体连通。可选择连通孔的直径来控制润滑剂关于温度的流动,并因此控制润滑剂在刀具的操作期间随着其热膨胀的粘度。有利地,溢流腔室的直径和体积大于每个连通孔的对应直径或体积,以允许在被加热时,热膨胀流体在溢流腔室中收集。

[0019] 优选地,刀具进一步包括至少一个连通孔,所述至少一个连通孔直接在所述腔室和轴承空腔之间延伸通过轴,以允许润滑流体在所述腔室和空腔之间传输。优选地,刀具包括多个连通孔,所述多个连通孔从轴向上离第二通道最远的所述腔室的一个端部横向于或垂直于所述腔延伸。可选地,两个连通孔从圆柱形溢流腔室的最内端垂直且径向向外地延伸。因此,从所述腔室延伸的连通孔与第二通道轴向间隔开,以便在轴向居中的第一通道和溢流腔室与围绕的环形轴承空腔之间限定流体流动回路。连通孔有利于促进轴承空腔和溢流腔室之间的流体传输。第二通道和在所述腔室的轴向端部处的连通孔的轴向分离有利于提供沿着轴的长度在不同轴向位置处从轴承空腔径向向内引导的润滑剂通路。可选地,一个或多个连通孔可在轴承空腔之间径向延伸,并且第一通道定位成相对于第二通道的轴向定位轴向地更靠近轴的第一端。

[0020] 优选地,所述腔室的体积小于空腔的未被占据的空闲体积。这种构造是有利的,使得大部分润滑剂保留在轴承空腔中,同时为热膨胀润滑剂提供足够的体积来流动,以避免轴承密封件的失效。这样确保轴承在高温下运行时持续被润滑,以避免刀具的过早磨损。可选地,所述腔室的体积在空腔的未被占据的空闲体积的5%至50%、10%至25%,或更优选地15%至20%范围内。空腔的未被占据的空闲体积可被定义为由润滑剂围绕或浸没轴承所占据的空腔(在轴的外表面和辊体的内表面之间)的体积。

[0021] 根据本发明的第二方面,提供了镗头,包括多个如本文所要求保护的刀具。

[0022] 根据本发明的进一步方面,提供了镗孔设备,包括如本文所述的镗头和多个刀具。

### 附图说明

[0023] 现在将仅通过示例并且参考附图来描述本发明的具体实施方案,在附图中:

[0024] 图1是根据本发明的具体实施方案的安装在镗头处的刀具的外部透视图;

[0025] 图2是图1的刀具在第一平面中的横截面透视图;

[0026] 图3是图1的刀具在第二平面中的横截面透视图;

[0027] 图4是刀具在与图2相同的平面中的横截面透视图;

[0028] 图5是根据本发明的具体实施方案的图1至图4的刀具的轴(轴颈)部的横截面透视图。

### 具体实施方式

[0029] 参考图1,镗头106包括多个刀具100(或者称为铰孔头)。每个刀具100包括可旋转的截头圆锥形辊体101,辊体101安装在中心轴(或轴颈)102上。多个环形排的切削刀片103从辊体101的外表面突出,切削刀片103构造用以随着辊体101围绕轴102旋转而对岩石工作。轴102又安装在鞍座(saddle)104处,鞍座104刚性地安装在镗头106处。因此,每个铰孔头100构造成围绕轴线105旋转,该轴线105延伸穿过安装轴102,其中轴线105横向于镗头106的表面,鞍座104从该表面突出。

[0030] 参见图2,辊体101包括第一环形端214和第二环形端215,其中面向内表面212在端部214、215之间延伸。因此,辊体101形成为具有环形壁的空心体,环形壁总体由附图标记216表示,环形壁限定在面向内表面212和面向外表面213之间,从该面向外表面213突出环形排的切削刀片103。辊体101围绕轴102的外表面221安装,以便围绕在轴102的第一端200和第二端220之间的外表面221。辊体壁216包括一系列环形凹部205、206、207,环形凹部205、206、207共同限定径向位于轴102和辊体101之间的轴承空腔219。凹部205、207构造用以安装两个相应组的滚子轴承,而环形凹部206构造用以安装多个滚珠轴承,多个滚珠轴承与滚子轴承一起限定共同的轴承组件,以将辊体101可旋转地安装在轴102处。

[0031] 总体由附图标记204表示的第一密封组件和第二密封组件设置在与轴第一端200和第二端220相邻的辊体101的第一端214和第二端215处。环形密封组件204包括一系列O形环和金属密封环/衬垫,以提供流体紧密密封,以封闭和密封轴承空腔219。密封组件204构造用以耐受在0.3至0.4Mpa的范围内的轴承空腔219内的内部压力。也就是说,密封组件204有效地防止占据轴承空腔219的润滑流体(通常润滑脂)的损失,以润滑轴102和辊体101之间的轴承的旋转摩擦接触。

[0032] 轴102包括第一通道201,第一通道201以轴线105为中心并形成从轴第一端200延伸到轴102的近似中间的长度区域的圆柱形孔。也就是说,第一通道201的轴向长度等于轴102在端部200、220之间的全轴向长度的近似一半。第二通道202横向于第一通道201(和轴线105)延伸。第二通道202提供在第一通道201和轴承空腔219之间的连通连接,使得第二通道202的第一端217设置成与第一通道201连通,而第二通道202的第二端218设置成与在轴102的轴向中间区域处的轴承空腔219和与中心环形凹部206对应的辊体101连通。伸长的

溢流腔室203形成圆柱形孔和第一通道201的轴向延伸。也就是说,第一通道201和腔室203同轴对准,以沿着轴的纵向轴线105居中。腔室203的轴向长度小于第一通道201的对应轴向长度,使得腔室203不延伸成在轴的第二端220处显露并形成在轴102内终止于与密封组件204(在轴第二端220处)对应的轴向位置处的盲孔。将腔室203形成为盲孔(在轴内具有终止端)有利于当安装在鞍座104内时最大化轴102的强度,以耐受使用中的显著的加载力。腔室203的直径小于第一通道201的对应直径,以便创建在第一通道201和腔室203之间的接合部处朝向轴线105径向向内突出的环形台阶211。特别地,环形台阶211位于腔室203的第一端部300和第一通道201的第二端部303处,参见图3。第一通道201的第一端部302在轴的第一端部200处是开口的。腔室203包括第二端部301,第二端部301形成为锥形形状凹部,其是由轴向对准的第一通道201和腔室203的两阶段制造产生的。

[0033] 第一球塞208容纳在第一通道201内,第一球塞208的一端就座于环形台阶211上。对应的第二球塞209容纳在第二通道202内。参见图5,每个插塞208、209包括多个连通孔500、501,多个连通孔500、501提供轴承空腔219与第一通道201和第二通道202和溢流腔室203之间的流体连通通路。

[0034] 参考图3,一对进一步的连通孔210a、210b在腔室203的第二端301和与设置在辊体第二端215处的密封组件204相邻的轴承空腔219的一端之间与轴线105垂直地延伸。连通孔210a、210b构造用以提供在环形轴承空腔219与轴102内的内部通道201、202和腔室203之间的进一步流体连通通路。根据具体实施方案,连通孔500、501、210a、210b的直径小于圆柱形第一通道201和第二通道202和腔室203的直径。第一通道端302经由形成第一插塞208的轴向延伸的密封塞304而密封。因此,引入到轴承空腔219中的润滑脂经由插塞304和密封组件204在内部密封在刀具100内。

[0035] 参考图4,腔室203包括大于其直径 $D'$ 的轴向长度A,以便是伸长的。根据具体的实施方案,长度A是直径 $D'$ 的约三倍。第一通道也是伸长的,其轴向长度B大于直径 $D'$ 。根据具体实施方案,如在腔室端部300、301和通道端部302、303之间限定的,腔室轴向长度A小于第一通道轴向长度B。另外,腔室轴向长度A大于在第一通道201和腔室空腔219之间在径向方向上延伸的第二通道202的长度C。

[0036] 此外,腔室直径 $D'$ 小于第一通道直径 $D''$ 。另外,腔室直径 $D'$ 小于第二通道202的对应直径 $D'''$ 。因此,在插塞208、209没有容纳在相应的通道201、202内的情况下,端部300、301之间的腔室203的内部体积小于第一通道201的内部体积,但是大于第二通道202的内部体积。

[0037] 在使用中并参考图2至图5,溢流腔室203是无阻塞的,以便是内部空的,以限定空闲储存器体积,以接收来自轴承空腔219的热膨胀润滑流体。在滚子轴承和滚珠轴承(由相应的附图标记401、402示意性地示出)在空腔219内容纳在凹部的对应区域205、207、206处的情况下,空闲体积400被定义为如由辊体内表面212和轴外表面221限定的轴承空腔219内的未占据的体积。围绕轴承401、402的空闲体积400由润滑脂占据。最初使用插入未占据的第一通道201和腔室203中的伸长的输送工具(未示出)将油脂引入空腔219中。将杆状工具插入腔室203中,以防止润滑流体流入轴102的该内部区域,并且将其专门引导到期望的轴承空腔219中。也就是说,流体经由输送工具内的内部管道供应到轴承空腔219,该输送工具延伸通过第一通道201和第二通道202以及旁路腔室203。然后,将插塞208、209、304插入如



图2至5中所示的适当位置。腔室203设置为经由连通孔500、501和210a、210b与空闲体积400(和润滑流体)流体连通。在辊体101围绕轴线105和轴102的使用和旋转期间,润滑脂从环境加热至约160°C,导致流体在空闲体积400内膨胀并且升高抵抗密封组件204的内部压力。

[0038] 润滑脂在空闲体积400内膨胀,并且能够经由连通孔500、501和210a、210b在轴102内内部地流动。腔室203内的未占据空闲空间是空闲体积400的约10-25%,并且部分地基于润滑流体的热膨胀系数,并特别是在刀具的操作温度(约160°C)下的流体的体积。腔室203和空腔219之间的流体的自由流将空腔219内的压力维持在密封组件204的最大压力之下,该最大压力通常可以为0.3至0.4MPa。因此,热膨胀和加热的流体构造成在储存器腔203中收集,以减轻空腔219内的压力,并避免来自刀具100的润滑剂的损失和密封件失效。本发明构造还有利于避免污染的润滑剂的返回流动,否则在采用弹性体储存器或井部(well)的常规布置的情况下可能发生所述返回流动。包括多个流体流入口和出口(501、210a、210b)的溢流腔室203有利于提供在腔室203和空腔219之间的润滑剂的可靠且不受阻碍的自由流动,所述自由流动由润滑剂膨胀和收缩而产生。

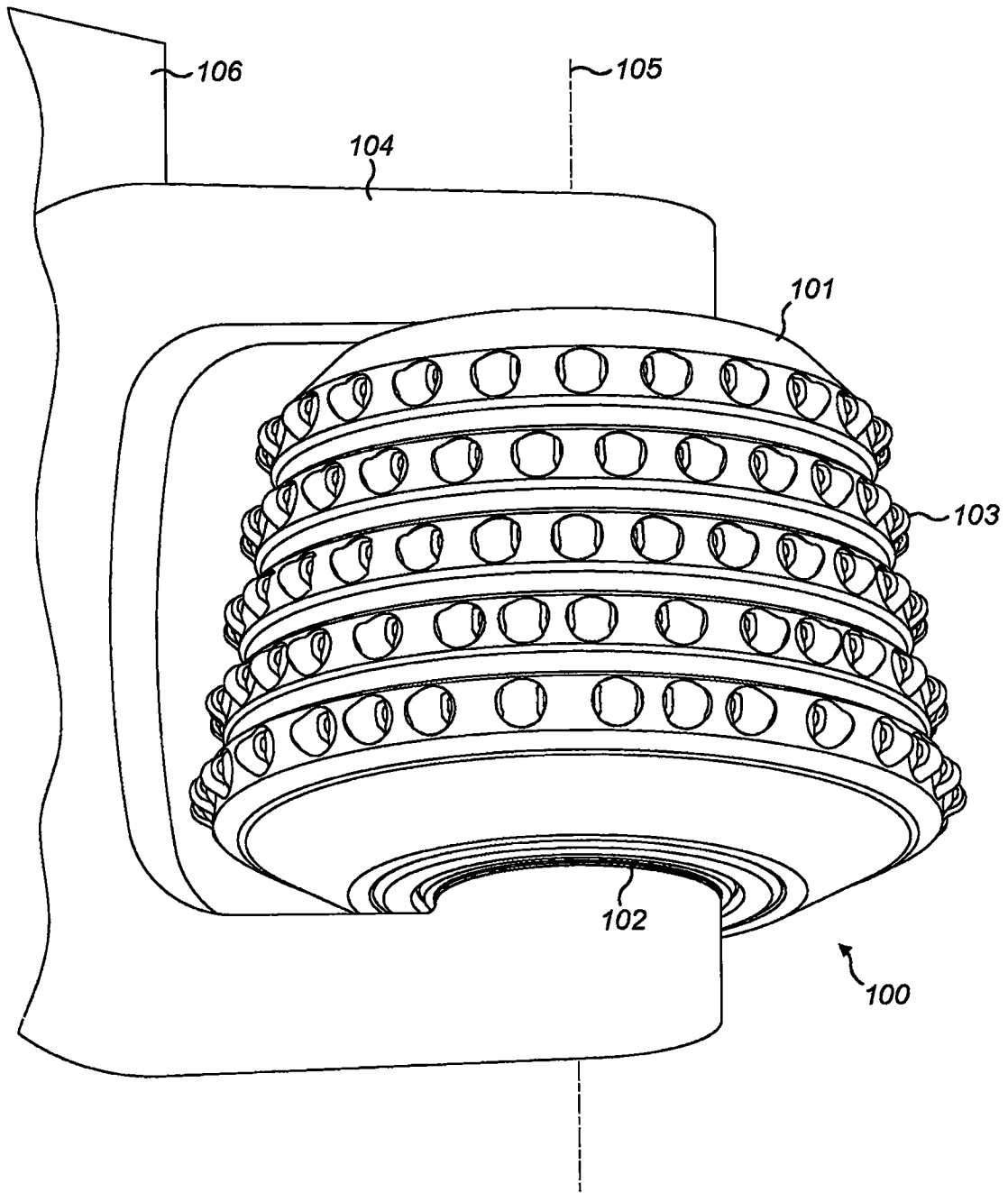


图1

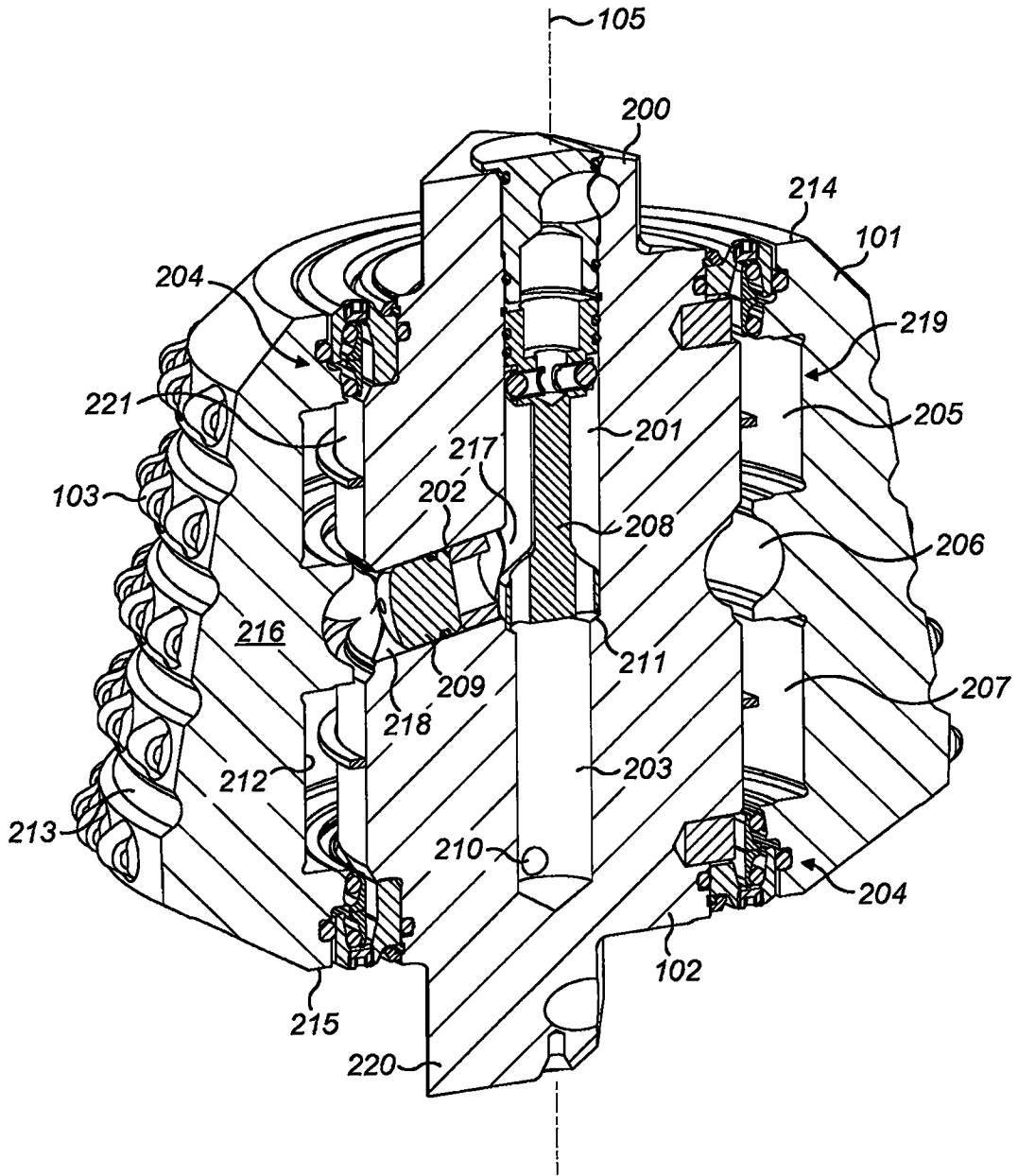


图2

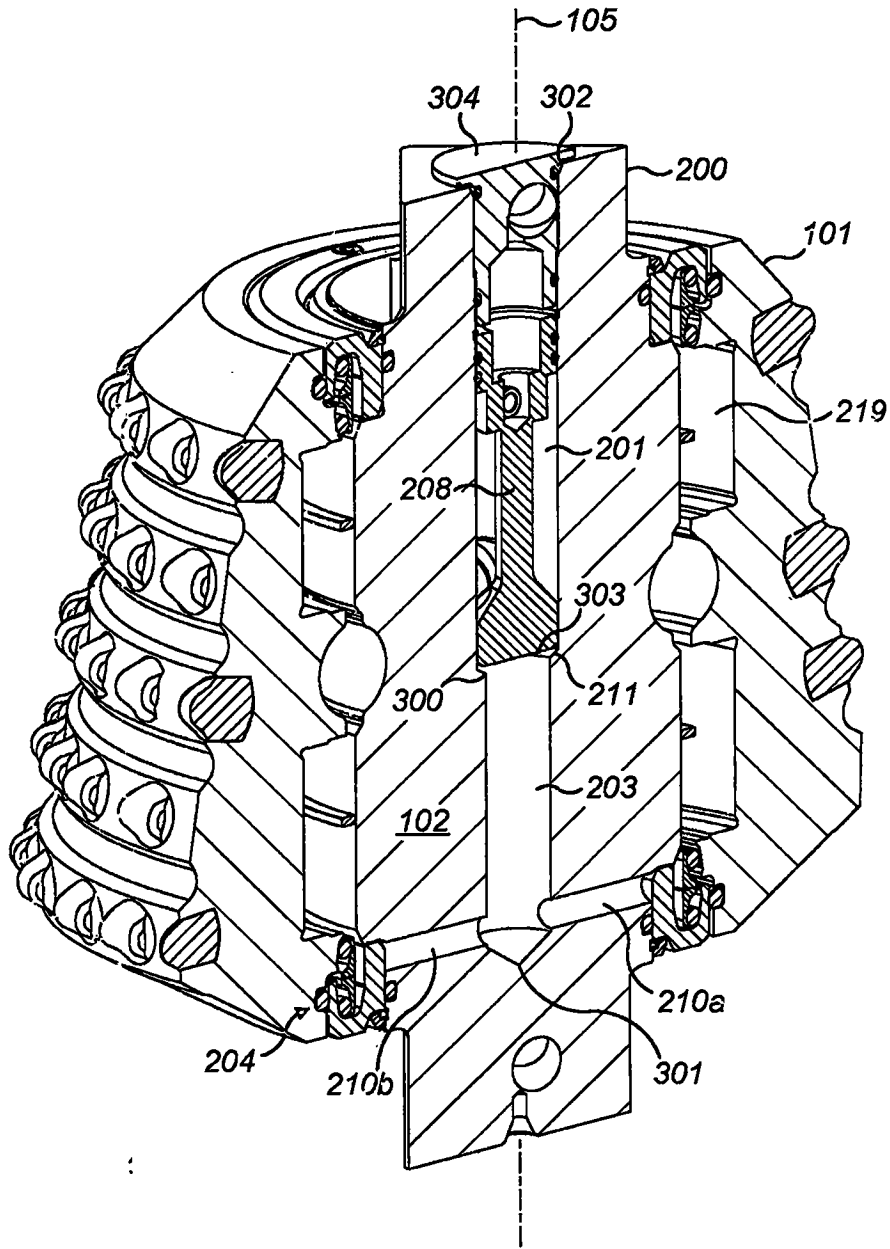


图3

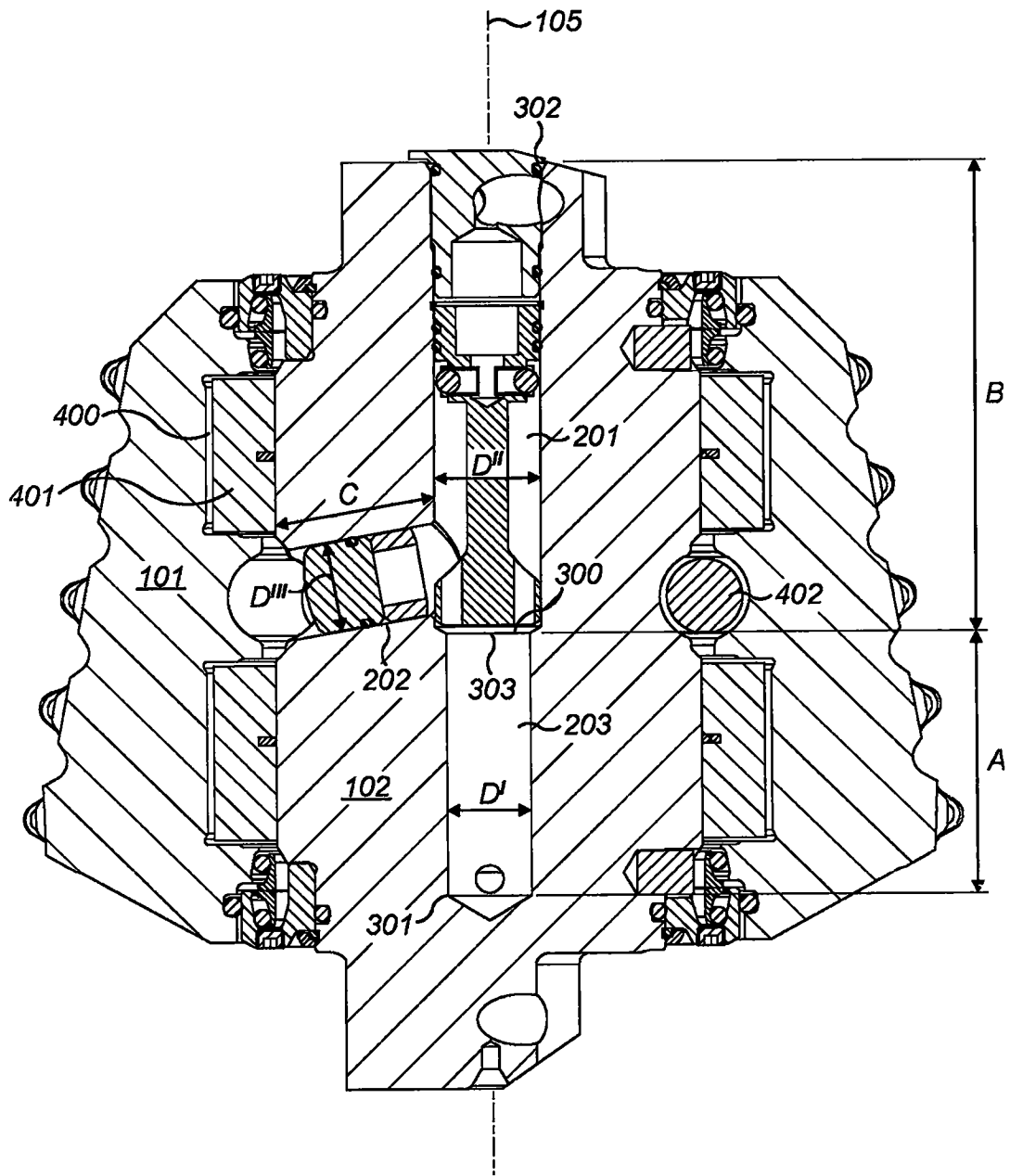


图4

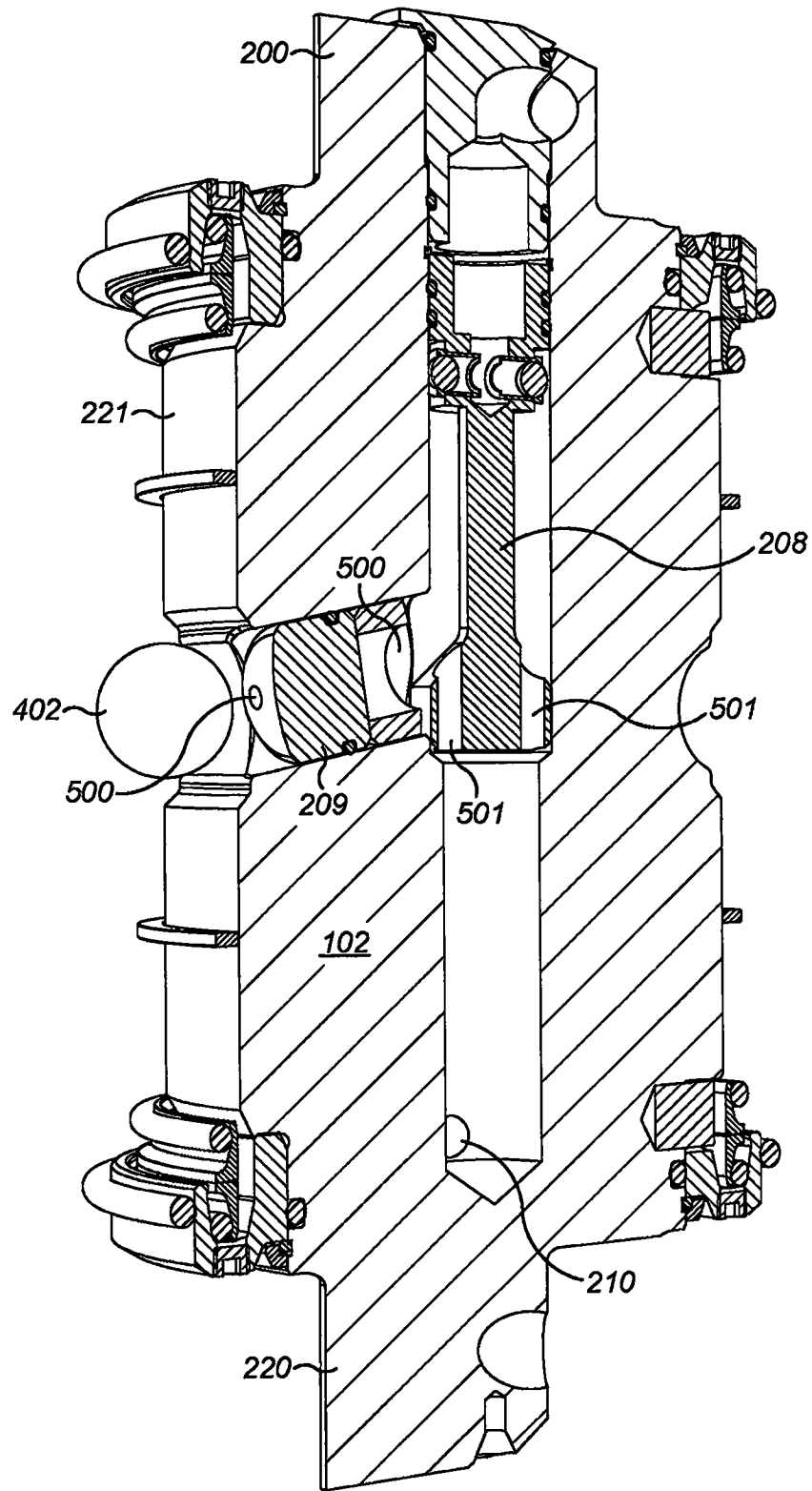


图5