



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101627247 B

(45) 授权公告日 2012. 11. 14

(21) 申请号 200780045117. X

(22) 申请日 2007. 12. 20

(30) 优先权数据

11/614, 655 2006. 12. 21 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009. 06. 05

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2007/088364 2007. 12. 20

(87) PCT申请的公布数据

W02008/077143 EN 2008. 06. 26

(73) 专利权人 海德瑞公司

地址 美国德克萨斯

(72) 发明人 大卫·卢埃林·马利斯

哈里斯·A·雷诺兹

(74) 专利代理机构 中国商标专利事务所有限公

司 11234

代理人 李宓

(51) Int. Cl.

F16L 15/06 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 3882917 A, 1975. 05. 13, 全文.

CN 1316043 A, 2001. 10. 03, 全文.

DE 2313707 A1, 1974. 09. 26, 全文.

EP 0151574 B1, 1988. 09. 28, 全文.

WO 2006073902 A2, 2006. 07. 13, 说明书第 9-20 页, 附图 1-9.

审查员 黄军容

权利要求书 2 页 说明书 13 页 附图 8 页

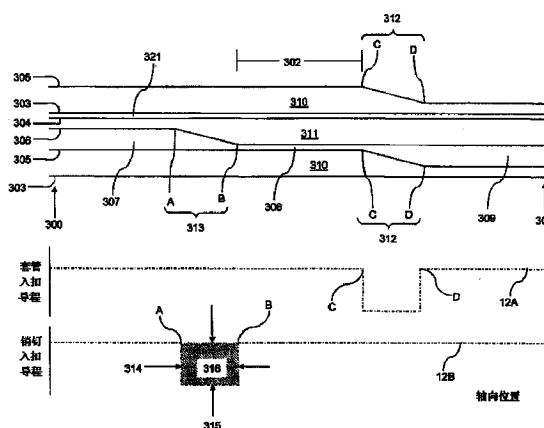
(54) 发明名称

具有扰动齿侧面的螺纹连接件及其制造方法

(57) 摘要

一种螺纹连接件包括销钉元件和套管元件, 一种用于制造和形成所述螺纹连接件的方法。销钉元件具有带销钉螺纹牙顶、销钉螺纹齿根、销钉载荷齿侧面和销钉入扣齿侧面的销钉螺纹。套管元件具有带套管螺纹牙顶、套管螺纹齿根、套管载荷齿侧面和套管入扣齿侧面的套管螺纹。销钉螺纹牙顶、销钉载荷齿侧面、销钉入扣齿侧面、套管螺纹牙顶、套管载荷齿侧面和套管入扣齿侧面中的至少一个具有在其上形成的至少一个扰动。在对销钉元件与套管元件进行选定组装时, 在销钉螺纹与套管螺纹之间的所述至少一个扰动处存在减小的隙距。

CN 101627247 B



1. 一种螺纹连接件,包括:

销钉元件,其包括具有销钉螺纹牙顶、销钉螺纹齿根、销钉载荷齿侧面和销钉入扣齿侧面的销钉螺纹;

套管元件,其包括具有套管螺纹牙顶、套管螺纹齿根、套管载荷齿侧面和套管入扣齿侧面的套管螺纹,

其中,销钉螺纹牙顶、销钉载荷齿侧面、销钉入扣齿侧面、套管螺纹牙顶、套管载荷齿侧面和套管入扣齿侧面中的至少一个具有在其上形成的至少一个扰动,

在对销钉元件与套管元件进行选定组装时,在销钉螺纹与套管螺纹之间的所述至少一个扰动处存在减小的隙距,所述减小的隙距小于 0.005 英寸,

其中,在接近组装过程结束时形成减小的中间螺纹入扣齿侧面间隙,

所述扰动是指在螺纹上的载荷齿侧面、入扣齿侧面、齿根或牙顶的原始路径的偏差,使得在其上形成凸起。

2. 如权利要求 1 所述的螺纹连接件,其特征在于,销钉螺纹和套管螺纹是楔形螺纹。

3. 如权利要求 1 所述的螺纹连接件,其特征在于,销钉螺纹和套管螺纹是自由运动螺纹。

4. 如权利要求 1 所述的螺纹连接件,其特征在于,所述至少一个扰动中的一个形成在销钉入扣齿侧面和套管入扣齿侧面中的一个上。

5. 如权利要求 1 所述的螺纹连接件,其特征在于,所述至少一个扰动中的每个仅位于销钉螺纹和套管螺纹中的一个上。

6. 如权利要求 1 所述的螺纹连接件,其特征在于,所述至少一个扰动定位成使得靠近该扰动形成螺纹密封。

7. 如权利要求 1 所述的螺纹连接件,其特征在于,多个扰动以基本上正弦曲线的模式形成在销钉螺纹和套管螺纹中的一个上。

8. 如权利要求 1 所述的螺纹连接件,其特征在于,所述减小的隙距在 0.003 英寸到 0.002 英寸之间。

9. 如权利要求 1 所述的螺纹连接件,其特征在于,还包括:

仅在销钉螺纹齿根和套管螺纹齿根中至少一个的一部分上形成的凹槽,

其中所述至少一个扰动选择性定位在远离凹槽的位置以形成螺纹密封。

10. 一种在包括销钉元件和套管元件的连接件上形成螺纹密封的方法,其中销钉元件包括具有销钉螺纹牙顶、销钉螺纹齿根、销钉载荷齿侧面和销钉入扣齿侧面的销钉螺纹,并且套管元件包括具有套管螺纹牙顶、套管螺纹齿根、套管载荷齿侧面和套管入扣齿侧面的套管螺纹,所述方法包括:

在销钉螺纹牙顶、销钉载荷齿侧面、销钉入扣齿侧面、套管螺纹牙顶、套管载荷齿侧面和套管入扣齿侧面中的至少一个上形成至少一个扰动;

在对销钉元件与套管元件进行选定组装时,在销钉螺纹与套管螺纹之间的所述至少一个扰动处存在减小的隙距,所述减小的隙距小于 0.005 英寸,

其中,在接近组装过程结束时形成减小的中间螺纹入扣齿侧面间隙,

所述扰动是指在螺纹上的载荷齿侧面、入扣齿侧面、齿根或牙顶的原始路径的偏差,使得在其上形成凸起。

11. 一种制造包括销钉螺纹和套管螺纹的螺纹连接件的方法,所述方法包括:  
在销钉螺纹牙顶、销钉载荷齿侧面、销钉入扣齿侧面、套管螺纹牙顶、套管载荷齿侧面和套管入扣齿侧面中的至少一个上形成至少一个扰动;以及  
使得销钉螺纹与套管螺纹之间至少一个扰动位置处的隙距减少,所述减小的隙距小于0.005英寸,  
其中,在接近组装过程结束时形成减小的中间螺纹入扣齿侧面间隙,  
所述扰动是指在螺纹上的载荷齿侧面、入扣齿侧面、齿根或牙顶的原始路径的偏差,使得在其上形成凸起。
12. 如权利要求11所述的方法,其特征在于,还包括在所述至少一个扰动的位置形成螺纹密封。
13. 如权利要求11所述的方法,其特征在于,所述至少一个扰动在销钉螺纹和套管螺纹中的至少一个的至少一个完整节距上延伸。
14. 如权利要求11所述的方法,其特征在于,还包括将所述至少一个扰动位置的销钉螺纹与套管螺纹之间的间隙减小到0.005英寸到0.002英寸之间。
15. 如权利要求11所述的方法,其特征在于,还包括将所述至少一个扰动位置的销钉螺纹与套管螺纹之间的隙距减小到0.003英寸到0.002英寸之间。

## 具有扰动齿侧面的螺纹连接件及其制造方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请在 35U. S. C 119(e) 的规定下要求以 2006 年 12 月 21 日提交的美国专利申请 No. 11/614, 655 作为优先权, 所述申请在此全部引入作为参考。

[0003] 发明背景

[0004] 技术领域

[0005] 在此公开的实施方式涉及用于管件的螺纹件。更具体地, 这些实施方式涉及部分销钉螺纹与套管螺纹之间的隙距减小的螺纹件。

[0006] 背景技术

[0007] 在钻井、完井和开采井时经常采用套管连接件、衬套、钻管和钻铤 (总体被称为“管件”)。套管连接件例如可以布置在井孔中以稳定地层、防止地层免受升高的井孔压力 (例如超过地层压力的井孔压力) 等等。套管连接件可以以首尾相连的方式通过螺纹连接件、焊接连接件和本领域中已知的其它连接件连接。这些连接件可以被设计成在连接的套管连接件的内部与在套管连接件外壁与井孔壁间形成的环形空间之间形成密封。密封可以是例如弹性体密封 (例如 O 形环密封)、接近连接件形成的金属对金属的密封、或本领域已知的类似密封。在一些连接中, 密封形成在套管螺纹与销钉螺纹之间。具有这一特性的连接件被称为具有“螺纹密封”。在此采用的“螺纹密封”意思是密封形成在套管元件上的套管螺纹的至少一部分与销钉元件上的销钉螺纹之间。

[0008] 将会认识到, 在此采用的某些术语通常倍理解为管状连接件例如在例如组装管柱以降入井孔内时沿管件的中心轴线连接在垂直位置。因而, 术语“载荷齿侧面 (load flank)”指定螺纹面向远离其上形成螺纹的相应销钉或套管元件外端并支承悬挂在井孔中的下管件的重量 (也就是拉伸载荷) 的侧壁表面。术语“入扣齿侧面 (stab flank)”指定螺纹面向相应销钉或套管元件并支承将连接件相互压缩的力 (例如在连接件的最初组装过程中上管件的重量或者例如将下管件推靠在孔洞底部上所施加的力 (也就是压缩力))。术语“套管的面”是套管元件从套管螺纹向外面对的端部并且术语“销钉的前端”是销钉元件从连接件的螺纹向外面对的端部。在组装连接件时, 销钉的前端入扣在套管的面内并经过套管的面。

[0009] 通常用于形成螺纹密封的一种螺纹是楔形螺纹。在图 1 中示出了具有楔形螺纹的连接件。“楔形螺纹”特征在于在销钉元件 101 和套管元件 102 上的相对方向上螺纹宽度 (也就是载荷齿侧面 225 和 226 与入扣齿侧面 232 和 231 之间的轴向距离) 增大。在授予 Blöse 的美国专利 No. RE30, 647、授予 Reeves 的美国专利 No. RE34, 467、授予 Ortloff 的美国专利 No. 4, 703, 954 和授予 Mott 的美国专利 No. 5, 454, 605 中广泛公开了楔形螺纹, 这些专利都被转让给本发明的受让人并在此引入作为参考。在销钉元件 101 上, 销钉螺纹牙顶 222 向销钉元件 101 的远端变窄, 同时套管螺纹牙顶 291 变宽。沿轴线 105 移动 (从右到左), 销钉螺纹牙顶 222 变宽, 同时套管螺纹牙顶 291 变窄。

[0010] 通常, 利用具有较宽牙顶和齿根的自由延伸的螺纹难以实现螺纹密封, 然而, 在用于楔形螺纹时, 同样的螺纹形式可以具有螺纹密封。多种螺纹形式可以用于下文公开的实

施方式。适当的螺纹形式的一个实例是在授予 Klementich 并在此引入作为参考的美国专利 No. 5, 360, 239 中公开的半鸠尾螺纹形式。另一螺纹形式包括在授予 Church 并在此引入作为参考的美国专利 No. 6, 722, 706 中公开的多面载荷齿侧面或入扣齿侧面。在授予 Watts 的美国专利 No. 6, 578, 880 中公开了具有大体上矩形形状的开口螺纹形式。上述每种螺纹形式都是可以用于具有楔形螺纹或自由运动螺纹 (free running thread) 的实施方式的示例性螺纹形式。本领域普通技术人员将会认识到, 在此包含的教导并非局限于这些具体螺纹形式。

[0011] 对于楔形螺纹, 通过在组装连接件时产生的由销钉载荷齿侧面 226 与套管载荷齿侧面 225 之间以及销钉入扣齿侧面 232 与套管入扣齿侧面 231 之间的连接件的至少一部分上的干涉引起的接触压力实现螺纹密封。齿根 292, 221 与牙顶 222, 291 之间的紧密接近或干涉在其发生在产生齿侧面干涉的位置的至少一部分上时相应实现螺纹密封。随着销钉元件 101 和套管元件 102 上的齿根与牙顶之间的干涉 (“齿根 / 牙顶干涉”) 的增大并通过增大齿侧面干涉可以包含更高压力。这种特定连接件还包括通过分别位于销钉元件 101 和套管元件 102 上的相应密封表面 103 和 104 之间的接触实现的金属对金属的密封。

[0012] 通常在连接件上不具有正止动转矩肩部的楔形螺纹的特性在于组装是“不确定的”, 因而销钉元件和套管元件的相对位置在所施加的给定转矩范围内比具有正止动转矩肩部的连接件变化更大。在此采用的“组装”指的是通过螺纹将销钉元件和套管元件连接在一起。“选定的组装”指的是利用所需量值的转矩或根据销钉元件与套管元件的相对位置 (轴向或圆周) 通过螺纹将销钉元件和套管元件连接在一起。对于被设计成在选定组装下具有齿侧面干涉和齿根 / 牙顶干涉的楔形螺纹, 齿侧面干涉和齿根 / 牙顶干涉随着连接件的组装而增大 (也就是转矩的增大使齿侧面干涉和齿根 / 牙顶干涉增大)。对于被设计成具有齿根 / 牙顶间隙的楔形螺纹, 间隙随着连接件的组装而减小。无论楔形螺纹是何种设计, 相应的齿侧面和相应的齿根与牙顶在组装过程中相互靠近 (也就是间隙减小或干涉增大)。不确定组装允许通过增大连接件上的转矩增大齿侧面干涉和齿根 / 牙顶干涉。因而, 能够通过将连接件设计成具有更大的齿侧面干涉和 / 或齿根 / 牙顶干涉或通过增大连接件上的转矩使楔形螺纹对更高压力的气体和 / 或液体进行螺纹密封, 然而, 这样在组装过程中也增大了连接件上的应力, 从而会导致在使用过程中发生失效。

[0013] 被用于油田管状连接件的自由运动螺纹通常在连接件组装时不会形成螺纹密封。图 2 表示具有自由运动螺纹的现有技术的连接件。自由运动螺纹包括载荷齿侧面 154 和 155、入扣齿侧面 157 和 158、牙顶 159 和 162、以及齿根 160 和 161。作为具有自由运动螺纹的连接件的典型, 所述连接件取决于分别布置在销钉元件 101 和套管元件 102 上的接触表面 151 和 152 形成的正止动转矩肩部。图 2 所示的正止动转矩肩部共同 被称为“销钉前端肩部”。在其它连接件中, 作为替代, 正止动转矩肩部可以由套管面 163 和销钉元件 101 上的配合肩部 (未示出) 形成。正止动肩部可以提供密封。与通过楔入销钉螺纹和套管螺纹进行组装的楔形螺纹不同, 自由运动螺纹取决于组装过程中对连接件加载的正止动转矩肩部。为了对图 2 所示的连接件进行组装, 销钉元件 101 和套管元件 102 通过螺钉连接在一起, 直至表面 151 和 152 形成邻接, 在该位置销钉载荷齿侧面 154 和套管载荷齿侧面 155 也处于邻接。向销钉元件 101 和套管元件 102 施加附加转矩以对表面 151 和 152 以及销钉载荷齿侧面 154 和套管载荷齿侧面 155 进行加载, 直至已经向连接件施加了所需量值的组装

转矩。

[0014] 图 2 所示的连接件不能实现螺纹密封,因为在销钉入扣齿侧面 157 与套管入扣齿侧面 158 之间存在较大间隙 153。出于具有正止动转矩肩部的自由运动螺纹得到加载的方式而形成间隙 153。在组装过程中靠着正止动转矩肩部向连接件施加转矩促使销钉元件 101 得到压缩,同时套管元件 102 承受拉力得到拉伸。注意到当采用套管面肩部时,套管元件 102 得到压缩,同时销钉元件 101 承受拉力得到拉伸。通过销钉载荷齿侧面 154 和套管载荷齿侧面 155 在销钉元件 101 与套管元件 102 之间施加力。销钉入扣齿侧面 157 和套管入扣齿侧面 158 在组装过程中不承受载荷。这样在载荷齿侧面 154 和 155 之间形成接触压力并在入扣齿侧面 157 和 158 之间形成间隙。如上所述,由于在载荷齿侧面 225 和 226 与入扣齿侧面 232 和 231 之间存在干涉,因此楔形螺纹(如图 1 所示)能够部分地形成螺纹密封。对于楔形螺纹,出于销钉螺纹和套管螺纹宽度的变化,上述情况发生在连接件组装端部附近。为了在圆柱形(也就是非锥形)自由运动螺纹上的载荷齿侧面 154 和 155 与入扣齿侧面 157 和 158 之间具有相同的干涉,干涉基本上存在于连接件组装的整个过程中,因为销钉螺纹和套管螺纹具有连续宽度。此外,齿根/牙顶干涉(如果存在)基本上存在于连接件组装的整个过程中。这会导致螺纹粘结以及难以组装连接件。

[0015] 因载荷齿侧面具有不同于入扣齿侧面的导程而导致楔形螺纹的螺纹宽度存在变化。螺纹导程可以通过每转的英寸数进行量化。注意到它是通常采用的术语“螺距”的倒数,螺距通常通过每英寸的螺纹数进行量化。在图 3A 中示出了用于现有技术的楔形螺纹的导程的曲线图。对于这种连接件,载荷导程 14 在连接件长度上恒定并且比同样恒定的入扣导程 12 更大。公称导程如附图标记 10 所示。在此采用的“公称导程”指的是载荷导程 14 和入扣导程 12 的平均值。螺纹每转因载荷导程 14 和入扣导程 12 的差值而加宽。载荷导程 14 和入扣导程 12 的差值有时被称为“楔形比”。对于自由运动螺纹(也就是非楔形螺纹),载荷导程 14 和入扣导程 12 基本上相等,从而促使自由运动螺纹具有基本上恒定的螺纹宽度(也就是零楔形比)。

[0016] 通常,采用基本上恒定的螺纹导程(包括载荷导程和入扣导程)在管件上切出螺纹,然而,在制造过程中形成螺纹导程的一定变化,所述制造过程通常包括利用磨床和车床进行机械加工。在机械加工过程中,螺纹导程的变化表示用于螺纹导程的所需值之上和之下的螺纹导程微小周期变化。这种现象通常被称为“螺纹窜动”。所发生的螺纹窜动的量极大地取决于所采用的机器。螺纹窜动由切割螺纹的机床上发生的倾斜或偏移引起。所加工的材料和加工部件的尺寸也是影响螺纹窜动量的变量。电子控制装置使机床位置“摆动”也会产生螺纹窜动。通常,螺纹窜动在距公称 0.00005 英寸到 0.0005 英寸的量级并且肉眼不可见。螺纹窜动的周期通常为每螺纹转至少一次。比公称更大的螺纹窜动作为螺纹表面上的“抖动”是可见的并且会导致连接件报废。通常,制造者试图消除与公称存在的任何差异,例如在螺纹窜动方面。

[0017] 在现有技术中已经公开了为了实现载荷分布而有意设置螺纹导程差异,然而,本发明的发明人没有意识到螺纹导程的差异形成用于楔形螺纹或自由运动螺纹的螺纹密封。在授予 Dearden 等人并在此全部引入作为参考的美国专利 No. 4, 582, 348 中公开了为了实现应力分布而设置可变螺纹导程的一个实例。Dearden 公开了具有自由运动螺纹的连接件,其具有被分成带不同导程的三个部分的销钉螺纹和套管螺纹(注意到 Dearden 指的是被量

化为每英寸的螺纹数的螺距)。在图 3B 中,示出了用于套管元件和销钉元件的螺纹导程的曲线图。如曲线图中所示,在连接件的一端,销钉螺纹导程 21 比套管螺纹导程 22 更大。在中间部分 23,销钉螺纹导程 21 和套管螺纹导程 22 基本上相等。在连接件的另一端,套管螺纹导程 22 比销钉螺纹导程 21 更大。在 Dearden 公开的内容中,销钉螺纹导程 21 和套管螺纹导程 22 的变化是阶跃变化(也就是在导程上基本上瞬时的变化)。由 Dearden 公开的可变螺纹导程被用于沿连接件的更大部分分布载荷,并且不会对自由运动螺纹不能形成螺纹密封产生任何影响。Dearden 没有公开改变相互独立的载荷导程或入扣导程。

[0018] 在转让给本发明的受让人并在此全部引入作为参考的名为“Threaded Connection Especially for Radially Plastically Expandable Conduit”的美国专利 No. 6,976,711 中公开了另一连接件。Sivley 公开了在销钉元件和套管元件的一个或两个上具有载荷导程和/或入扣导程差异的连接件。在图 3C 中示出了由 Sivley 公开的实施方式的曲线图。Sivley 公开了在销钉螺纹和/或套管螺纹的至少一部分上以选定比率相对于入扣导程 12 改变载荷导程 14。在图 3C 中,连接件如图所示是通过载荷导程 14 与入扣导程 12 之间的差值形成的楔形螺纹。载荷导程 14 和入扣导程 12 以线形比率向螺纹端部会聚。Sivley 公开了具有以线性比率彼此相对改变的载荷导程 14 和入扣导程 12 的多种其它实施方式。螺纹导程的差异在连接长度上对由连接件承受的载荷进行分布。

[0019] 在现有技术中,适用于油田管件的自由运动螺纹不能提供适用于由管件在井底环境中承受的压差的螺纹密封。楔形螺纹提供螺纹密封,但难以密封比流体更难密封的气体。同时,通常需要对螺纹密封进行一定的改进。还需要的是用于自由运动螺纹的螺纹密封以及用于楔形螺纹的改进的螺纹密封。

## 发明内容

[0020] 一方面,在此公开的实施方式涉及一种螺纹连接件,其包括销钉元件和套管元件。销钉元件包括具有销钉螺纹牙顶、销钉螺纹齿根、销钉载荷齿侧面和销钉入扣齿侧面的销钉螺纹。套管元件包括具有套管螺纹牙顶、套管螺纹齿根、套管载荷齿侧面和套管入扣齿侧面的套管螺纹。销钉螺纹牙顶、销钉载荷齿侧面、销钉入扣齿侧面、套管螺纹牙顶、套管载荷齿侧面和套管入扣齿侧面中的至少一个具有在其上形成的至少一个扰动。在对销钉元件与套管元件进行选定组装时,在销钉螺纹与套管螺纹之间的所述至少一个扰动处存在减小的隙距。

[0021] 在另一方面,在此公开的实施方式涉及一种在连接件上形成螺纹密封的方法。所述连接件包括销钉元件和套管元件,其中销钉元件包括具有销钉螺纹牙顶、销钉螺纹齿根、销钉载荷齿侧面和销钉入扣齿侧面的销钉螺纹,并且套管元件包括具有套管螺纹牙顶、套管螺纹齿根、套管载荷齿侧面和套管入扣齿侧面的套管螺纹。所述方法包括在销钉螺纹牙顶、销钉载荷齿侧面、销钉入扣齿侧面、套管螺纹牙顶、套管载荷齿侧面和套管入扣齿侧面中的至少一个上形成至少一个扰动,使得在对销钉元件与套管元件进行选定组装时,在销钉螺纹与套管螺纹之间的所述至少一个扰动处存在减小的隙距。

[0022] 在另一方面,在此公开的实施方式涉及一种制造具有销钉螺纹和套管螺纹的螺纹连接件的方法。所述方法包括 a) 在销钉螺纹牙顶、销钉载荷齿侧面、销钉入扣齿侧面、套管螺纹牙顶、套管载荷齿侧面和套管入扣齿侧面中的至少一个上形成至少一个扰动;以及 b)

使在销钉螺纹与套管螺纹之间的至少一个扰动位置处的隙距减小。

[0023] 从下文描述和附加权利要求中将会清楚地了解到本发明的其它方面和优点。

#### 附图说明

[0024] 图 1A 表示具有楔形螺纹的现有技术的连接件的横截面图。

[0025] 图 1B 表示具有楔形螺纹的现有技术的连接件的放大横截面图。

[0026] 图 2 表示具有自由运动螺纹的现有技术的连接件的横截面图。

[0027] 图 3A, 3B 和 3C 表示用于现有技术的连接件的螺纹导程的曲线图。

[0028] 图 4A 表示根据在此公开的一种实施方式的螺纹导程的曲线图。

[0029] 图 4B 表示与图 4A 中所示的曲线图相对应的展开的螺纹的一部分。

[0030] 图 5A 表示根据在此公开的一种实施方式的螺纹导程的曲线图。

[0031] 图 5B 和 5C 表示与图 5A 中所示的曲线图相对应的展开的螺纹的一部分。

[0032] 图 6A 表示根据在此公开的一种实施方式的螺纹导程的曲线图。

[0033] 图 6B 表示与图 6A 中所示的曲线图相对应的展开的螺纹的一部分。

[0034] 图 7A 表示根据在此公开的一种实施方式的螺纹导程的曲线图。

[0035] 图 7B 表示与图 7A 中所示的曲线图相对应的展开的螺纹的一部分。

[0036] 图 8 表示具有根据在此公开的一种实施方式的螺纹的相应横截面的螺纹导程的曲线图。

[0037] 图 9 表示具有根据在此公开的一种实施方式的螺纹的相应横截面的螺纹导程的曲线图。

[0038] 图 10 表示具有根据在此公开的一种实施方式的螺纹的相应横截面的螺纹导程的曲线图。

#### 具体实施方式

[0039] 在此公开的实施方式涉及用于管件的螺纹。更具体地,这些实施方式涉及在销钉螺纹与套管螺纹的一部分之间具有减小的隙距的螺纹。

[0040] 为了清楚地说明,下文明确定义几个术语。在此采用的“螺纹导程”总体指的是包括载荷导程、入扣导程和公称导程的组。

[0041] 在此采用的“扰动”指的是在螺纹上的载荷齿侧面、入扣齿侧面、齿根或牙顶的原始路径的偏差,使得在其上形成凸起。在扰动之后,路径至少部分地回到扰动之前的原始路径。

[0042] 在此采用的“螺旋长度”指的是布置接触器的螺纹圈数,其可以通过绕管件轴线的度数来表示(也就是 360 度是一个螺距)。

[0043] 在此公开的实施方式在螺纹的至少一部分上具有至少一个螺距的变化,使得配合载荷齿侧面和/或配合入扣齿侧面之间的接触压力发生改变。一些实施方式还可以改变螺纹的高度(从齿根到牙顶所测得的)一形成螺纹密封。接触压力的增大使通过螺纹密封在扰动位置获得的最大密封压力增大。接触压力的减小可以被用于在连接件组装之后提供保持在销钉螺纹与套管螺纹之间的用于增大量的螺纹润滑剂的位置。

[0044] 回到图 4A,示出了根据在此公开的一种实施方式螺纹导程对轴线位置的曲线图。

图 4B 表示与图 4A 中的曲线图相对应的展开的楔形螺 纹。图 4A 中的曲线图表示相对于销钉载荷导程 14A 和销钉入扣导程 12A 的套管载荷导程 14B 和套管入扣导程 12B。在该实施方式中,销钉螺纹在所示部分上具有基本上恒定的载荷导程 14A 和入扣导程 12A,而套管螺纹具有由载荷导程 14B 和入扣导程 12B 的差异引起的扰动。本领域的普通技术人员将会认识到,在另一实施方式中,作为替代,扰动可以位于销钉螺纹上。

[0045] 在图 4A 中,套管螺纹的扰动开始于点 A1 和 A2,其中套管载荷导程 14B 减小和套管入扣导程 12B 增大。在图 4B 中示出了螺纹形状的相应变化。在点 A1 和 A2,套管载荷齿侧面 226 和套管入扣齿侧面 231 开始“夹紧”销钉螺纹。在点 B1 和 B2,套管载荷导程 14B 和套管入扣导程 12B 回到原始值。这一点在选定的螺旋长度上持续,从而导致在组装连接件时套管螺纹和销钉螺纹的一部分存在增大的接触压力。在点 C1 和 C2,套管载荷导程 14B 增大并且套管入扣导程 12B 减小。

[0046] 在点 C1, C2 与点 D1, D2 之间,套管载荷齿侧面 226 和套管入扣齿侧面 231 在扰动开始之前基本上回到原始路径。在一种实施方式中,套管载荷齿侧面 226 和套管入扣齿侧面 231 中的一个或两个可以不完全回到原始路径。此外,在一种实施方式中,螺纹导程变化的最大值和最小值在数量上可以不等。例如,螺纹导程可以在用于螺旋长度“L”的原始螺纹导程上增大“x”。为了回到原始路径,同一螺纹导程可以在用于螺旋长度 2L 的原始螺纹导程下减小  $1/2*x$ 。本领域的普通技术人员将会认识到,在不脱离本发明的范围的前提下可以设计多种扰动变化。在一种实施方式中,扰动可以具有小于大约 360 度的螺旋长度。在另一实施方式中,扰动可以具有小于大约 180 度的螺旋长度。

[0047] 图 4A 和 4B 为了示意性的目的提供螺纹扰动的放大实例。图 4B 中的楔形螺纹得到部分组装,使得仅载荷齿侧面 225 和 226 与入扣齿侧面 231 和 232 之间的接触点在点 B1, B2 与点 C1, C2 之间处于扰动。载荷齿侧面 225 和 226 与入扣齿侧面 231 和 232 之间的间隙被放大为在图 4B 中可见。在一种实施方式中,螺纹导程的变化和其持续的螺旋长度可以被选定为使得扰动在尺寸上处于大约 0.0005 英寸到大约 0.005 英寸 之间。在另一实施方式中,扰动在尺寸上可以处于大约 0.001 英寸到大约 0.002 英寸之间。当图 4B 中的连接件在扰动下组装经过初始接触时,载荷齿侧面 225 和 226 与入扣齿侧面 231 和 232 之间的间隙随着扰动处接触压力使螺纹局部变形而消失。在连接件已经组装达到销钉元件和套管元件的所需转矩或相对位置之后,在图 4B 点 A1, A2 与点 D1, D2 之间的扰动下的载荷齿侧面 225 和 226 与入扣齿侧面 231 和 232 之间存在比螺纹其余部分更大的接触压力。

[0048] 每个扰动的螺旋长度可以按照需要变化,然而,制造方法会限制螺旋长度的可变性。例如,在一种实施方式中,可以采用计算机数字控制 (“CNC”) 机床。CNC 机器可以由 CNC 程序控制。通常,CNC 程序包括用于每个控制轴线的轴位置。例如,如果 CNC 车床具有轴线位置和旋转位置,则程序将具有与每个旋转位置相对应的轴线位置值。由于 CNC 车床通常在以转数每分钟 (“RPM”) 测得的设定速度下旋转,因此随着部件在机器上的旋转,CNC 程序通常具有按次序并以设定增量的旋转位置。旋转位置间隔的增量通常被称为车床的“分辨率”。

[0049] 例如,如果分辨率是大约 90 度,则存在用于大约 90 度的每个顺序增量的数据点。选定用于每个增量的轴向位置。通常,CNC 车床将使轴向位置在点之间以基本上恒定的速度移动。该速度按照要求被选定为在与相应旋转位置基本上相同的时间内达到下一轴向位

置。可以通过计算增量值选定螺纹导程,使得对于每一转数,轴向位置前进的距离基本上等于螺纹导程。例如,每转 1 英寸的导程每 90 度前进 1/4 英寸。本领域普通技术人员能够将上述教导用于其它制造方法。例如,可以采用具有 4 个控制轴(X, Y, Z 和旋转)的 CNC 磨床。

[0050] 所述采用的机器的分辨率可以限制扰动的最小螺旋长度。继续以 90 度作为实例,最小扰动为大约 180 度(增大导程 90 度,减小导程 90 度)。如果在延伸长度上要求最大接触压力(与图 4A 和 4B 类似),则扰动的最小螺旋长度为大约 270 度(增大导程 90 度,原始导程 90 度,减小导程 90 度)。更高的分辨率(也就是更小的旋转增量)允许扰动的螺旋长度具有更大的可变性。本领域普通技术人员将会认识到,在不脱离本发明范围的前提下可以采用具有更高或更低分辨率的机器形成扰动。

[0051] 所采用的形成具有扰动的螺纹的制造方法,尤其是特定机器将会影响扰动的实际形状和尺寸。图 5A 表示根据在此公开的一种实施方式相对于轴向位置的销钉载荷导程 14A 的曲线图。图 5B 表示与图 5A 中的曲线图相对应的扰动的理想形状,而图 5C 表示因所采用的机器而形成的扰动的实际形状。在图 5A 中,销钉载荷导程 14A 在点 A 增大选定量以在销钉载荷齿侧面 225 与套管载荷齿侧面 226 之间获得增大的接触压力。而后,销钉载荷导程 14A 在点 B 回到原始销钉载荷导程 14A。在点 C,销钉载荷导程 14A 减小与在前的增大大致相等的量以使销钉载荷齿侧面 225 在点 D 回到其初始路径。理想地,与图 5A 中的销钉载荷导程 14A 的曲线图相对应的销钉载荷齿侧面 225 基本上如图 5B 所示。在图 5B 中,销钉载荷齿侧面 225 在点 A 以恒定线性斜率瞬时变化(大致等于图 5A 中所示的销钉载荷导程 14A 的变化),直至点 B。而后在点 C,销钉载荷齿侧面 225 开始回到其原始路径,直至点 D。移动部件的动量以及控制上的响应时间会导致图 5C 中所示的更平滑的扰动。尽管扰动的精确形状可以根据制造方法而改变,但仍然可以实现增大接触压力的优势。

[0052] 在一种实施方式中,可以在螺纹的精轧孔型(“刮削(skim cut)”)的过程中形成扰动。在此采用的“刮削”指的是第一切削之后在螺纹上的切削。通常,刮削切割去除 0.020 英寸或更少的材料。由于在刮削切割过程中去除更少的材料,因此可以获得具有更高加工误差的扰动尺寸。然而,应该注意到,加工扰动在尺寸上比编码成 CNC 程序的尺寸更小。这一点在很大程度上出于机床从螺纹出发同时进行切削的原因。因此,如果 0.002 英寸的扰动被编码成 CNC 程序,则实际的扰动仅为 0.00075 英寸。本领域普通技术人员将会认识到,具体机器的特性会导致在输入的扰动与最终扰动尺寸之间存在差异。这种差异对于选定机器可以通过在已知选定机器的精度时增大输入扰动的尺寸以达到所需扰动尺寸的方式来得到校正。

[0053] 回到图 6A,示出了根据在此公开的一种实施方式相对应轴向位置的套管载荷导程 14B 的曲线图。图 6B 表示相应的套管载荷齿侧面 226。在图 6B 中,扰动的形状因所采用的形成螺纹的机器而略微弯曲。为了在销钉载荷齿侧面 225 与套管载荷齿侧面 226 之间获得增大的接触压力,套管载荷导程 14B 在点 A 处减小。注意到这是图 5A 改变销钉载荷导程 14A 以形成扰动的倒置。彼此相对观察图 5A 和 6A 表明,销钉螺纹或套管螺纹可以在螺纹上的选定位置具有扰动和增大的接触压力。减小套管载荷导程 14B 获得与增大销钉载荷导程 14A 基本上相同的结果。如图 4A 所示,入扣导程 12A 和 12B 的变化是载荷导程 14A 和 14B 的倒置。例如,在一种实施方式中为了在销钉载荷齿侧面 225 和销钉入扣齿侧面 232 上具

有扰动,销钉载荷导程 14A 可以增大并且销钉入扣导程 12A 可以在大致相同的轴向位置减小。大体上,销钉螺纹会加宽,从而在相邻套管螺纹之间产生增大的接触压力。为了通过在套管元件上具有扰动而产生基本上相同的效果,套管载荷导程 14B 可以减小并且套管入扣导程 12 可以减小,如图 4A 所示。

[0054] 在图 7A 和 7B 中,示出了根据在此公开的一种实施方式的扰动。图 7A 表示销钉载荷导程 14A 的曲线图,并且图 7B 表示在销钉载荷齿侧面 225 上相应的扰动。在该实施方式中,销钉载荷导程 14A 在点 A 增大选定量。在点 B,销钉载荷导程 14A 在原始销钉载荷导程 14A 下方减小大约相同的选定量。扰动在销钉载荷齿侧面 225 回到大约其原始路径的点 C 结束。在图 7B 中示出的相应扰动类似于圆形凸起。

[0055] 回到图 8,示出了根据在此公开的一种实施方式的多个扰动。图 8 包括销钉载荷导程 14A 和销钉入扣导程 12A 的曲线图。图 8 中所示的实施方式可以被称为“引发的螺纹窜动”,因为其与上述加工摆动校正类似。可以通过将螺纹导程变化编成 CNC 程序来“引发”螺纹窜动。在图 8 中,引发的螺纹窜动开始于销钉载荷导程 14A(在该实施方式中被称为“瞬时销钉载荷导程”)和销钉入扣导程 12A(在该实施方式中被称为“瞬时套管载荷导程”)开始向上和向下变化的点 801A 和 801B,从而导致波动销钉载荷齿侧面 225 和销钉入扣齿侧面 232。为具有均匀的正和负窜动,销钉载荷导程 14A 和销钉入扣导程 12A 的初始增大可以具有螺旋长度 L,而后销钉载荷导程 14A 和销钉入扣导程 12A 随后的减小可以具有螺旋长度 2L,使得销钉载荷齿侧面 225 和销钉入扣齿侧面 232 与它们的原始路径交叉。为了在点 802A 和 802B 回到原始路径,销钉载荷导程 14A 和销钉入扣导程 12A 的总增长乘以增高的螺纹导程的螺旋长度应该基本上等于销钉载荷导程 14A 和销钉入扣导程 12A 的总减小乘以螺旋长度。

[0056] 例如,在图 8 中,销钉载荷导程 14A 和销钉入扣导程 12A 在总计 5L 的螺旋长度上分别小于平均销钉载荷导程 810 和平均销钉入扣导程 811。在销钉载荷导程 14A 和销钉入扣导程 12A 在总计 5L 的螺旋长度上已经分别处于平均销钉载荷导程 810 和平均销钉入扣导程 811 之上之后,销钉载荷齿侧面 225 和销钉入扣齿侧面 232 在点 802A 和 802B 回到它们的原始路径。本领域普通技术人员将会认识到,如果在任何点销钉载荷导程 14A 和销钉入扣导程 12A 的减小或增大的绝对值不等,则螺旋长度无需相等。例如,在一种实施方式中,销钉载荷导程 14A 的增大可以为平均销钉载荷导程 810 之上大约每转 0.002 英寸,并且销钉载荷导程 14A 的减小可以为平均销钉载荷导程 810 之下大约每转 0.001 英寸。在该实施方式中,销钉载荷导程 14A 减小的螺旋长度可以是销钉载荷导程 14A 增大以回到销钉载荷齿侧面 225 的原始路径的螺旋长度的二倍。换句话说,一些实施方式可以与公称非对称地变化。本领域普通技术人员将会认识到,在不脱离本发明范围的前提下,螺纹导程以及它们相应的螺旋长度的增大和减小可以改变。此外,一些实施方式可以具有不完全回到它们原始路径的扰动。

[0057] 继续参照图 8,示出了与曲线图相对应的螺纹的横截面。这些横截面被标记为与曲线图上的点 A,B,C 相对应的 A,B,C。图 4B 中的楔形螺纹得到部分组装,使得仅载荷齿侧面 225 和 226 与入扣齿侧面 231 和 232 之间的接触点处于扰动下。在这一特定实施方式中,正和负扰动在绝对值上相等,使得在基本上同一组装位置的每个最大和最小扰动下发生接触。这种接触被表示为横截面 A 和 C,它们分别处于局部最小和局部最大。在局部最小的扰

动（横截面 A）处，入扣齿侧面 231 和 231' 处于接触。在局部最大的扰动（横截面 C）处，载荷齿侧面 225 和 226 处于接触。在平均销钉载荷导程 810 和平均销钉载荷导程 811（也就是原始路径）处，载荷齿侧面 225 和 226 与入扣齿侧面 231 和 232 之间的间隙可以基本上相等，如图横截面 B 所示。

[0058] 当图 8 中的连接件组装经过扰动处的初始接触时，载荷齿侧面 225 和 226 与入扣齿侧面 231 和 232 之间的间隙将随着扰动处接触压力使螺纹的局部变形而消失。在连接件已经得到组装达到销钉元件和套管元件的所需转矩或相对位置之后，在最大和最小扰动处的载荷齿侧面 225 和 226 与入扣齿侧面 231 和 232 之间存在比螺纹其余部分更大的接触压力。同样，如上所述，分别在齿根 292 和 221 与牙顶 291 和 222 之间的间隙在组装连接件时也减小或完全闭合。

[0059] 回到图 9，示出了根据在此公开的一种实施方式的多个扰动。图 9 包括销钉载荷导程 14A 和销钉入扣导程 12A 的曲线图。图 9 中所示的实施方式与图 8 中所示的“引发螺纹窜动”类似，除了销钉载荷导程 14A 和销钉入扣导程 12A 不会一致地增大和减小。作为替代，销钉载荷导程 14A 和销钉入扣导程 12A 在相对位置增大和减小，使得销钉螺纹利用每个扰动加宽和变窄。换句话说，在该实施方式中，销钉载荷导程 14A 在与销钉入扣导程 12A 小于平均入扣导程 811 基本上相同的位置大于平均载荷导程 810。销钉载荷导程 14A 的增大与销钉入扣导程 12A 的减小的组合使螺纹加宽（参照横截面 A），而销钉载荷导程 14A 的减小与销钉入扣导程 12A 的增大的组合使螺纹变窄（参照横截面 B）。在连接件的组装过程中，在横截面 A 所示的宽度增大部分发生齿侧面之间的接触。当在更宽部分发生接触时，在横截面 B 所示的更窄部分的齿侧面之间存在间隙。在对连接件进行选定组装时，基本上所有齿侧面之间的间隙都消失，并且连接件将在更宽部分的齿侧面之间具有增大的接触压力。

[0060] 现在参照图 10，在自由运动螺纹上示出了根据在此公开的实施方式的多个扰动。图 10 示意性表示组装时的套管螺纹 310 和销钉螺纹 311。因而，销钉螺纹 311 包括入扣齿侧面 306、载荷齿侧面 304 和销钉前端 300。同样，套管螺纹 310 包括入扣齿侧面 305、载荷齿侧面 303 和套管端面 301。注意到套管螺纹 310 在销钉螺纹 311 任意一侧被示出两次以更清楚地示出销钉螺纹 311 和套管螺纹 310 的入扣和载荷齿侧面 (305 & 306 ; 303 & 304) 之间的间隙。

[0061] 自由运动螺纹可以具有不同的螺纹形式，包括 V 字形螺纹、锯齿螺纹、和钩形螺纹。在此公开的实施方式可以用在所有类型的自由运动螺纹上，但在用在具有至少一个径向金属对金属的密封的钩形螺纹连接件上时尤其有利。径向金属对金属的密封通常位于连接件的远端，也就是位于前端（以密封内部压力）（例如图 2 所示以及上文相对于接触表面 151, 152 的描述），或者位于套管面（以密封外部压力）（例如图 2 所示以及如上所述，在套管面 163 与配合肩部（未示出）之间）。在压缩轴向加载下，钩形螺纹连接件可以形成径向力分量（因钩形螺纹的负齿侧面角），其减小径向金属对金属的密封上的预加载，从而导致密封泄露。因此，要求减小因径向金属对金属的密封区域上的压缩载荷而产生的径向力分量。

[0062] 还要求减小入扣齿侧面间隙（如图 2 中的间隙 153 以及如上所述），以使连接件可以在承载压缩载荷，而不会在销钉与套管之间发生过度的相对轴向移动，因为这也对金

属对金属的密封进行卸载。然而,减小径向密封区域上的入扣齿侧面间隙往往加重在压缩载荷下发生径向密封泄露的问题,尤其出于元件(套管或销钉)中的一个总是在径向密封通常定位的远端最薄并且在径向力分量下易于变形的原因。因此,尤其要求在具有径向金属对金属的密封的钩形螺纹连接件的远端具有更大的齿侧面间隙,同时减小螺纹螺旋中间的入扣齿侧面间隙。

[0063] 仍然参照图 10, 组装连接件包括在销钉入扣齿侧面 306 上的点 B 与套管入扣齿侧面 305 上的点 C 之间的中间螺纹部分 302。尽管中间螺纹部分 302 被示出大致定位成与销钉前端 300 和套管端面 301 等距, 并且从销钉前端 300 到套管端面 301 的通常长度为螺纹螺旋长度的大致三分之一到二分之一, 但普通技术人员将会认识到, 其它构造也落入本发明公开内容的范围内。

[0064] 如图所示, 载荷齿侧面 303 和 304 具有恒定导程, 而入扣齿侧面 305 和 306 包含扰动 312 和 313。此外, 图 10 以图解形式表示销钉入扣齿侧面导程 12A 和套管入扣齿侧面导程 12B 的轴向位置。在该实施方式中, 销钉入扣齿侧面扰动 313 位于中间螺纹部分 302 的销钉前端, 而套管入扣齿侧面扰动 312 位于中间螺纹部分 302 的套管端面。

[0065] 在如图所示的组装状态中, 套管载荷齿侧面 303 和销钉载荷齿侧面 304 在载荷齿侧面接触面 321 处达到接触, 这对于具有至少一个正止动转矩肩部的自由运动螺纹是典型的, 注意到为了清楚说明仅示出了在载荷齿侧面接触面 321 处的间隙。

[0066] 相比之下, 组装时常规自由运动螺纹在入扣齿侧面之间具有隙距。这一入扣隙距通常在 0.005 英寸到 0.015 英寸宽的范围内, 并且可以在螺纹整个长度上延伸。在公开的实施方式中, 在 307、308 和 309 处存在三个明显的入扣齿侧面隙距。组装时, 在销钉螺纹 311 与销钉前端 300 附近的套管螺纹 310 之间形成销钉前端隙距 307。组装时在套管螺纹 310 与套管面 301 附近的销钉螺纹 311 之间形成套管面隙距 309。组装时在扰动 312、313 之间形成中间螺纹隙距 308, 并且该隙距 308 比隙距 307 和 309 更小。如图所示, 隙距 307 和 309 可以是常规的 0.012 英寸的入扣齿侧面隙距, 而中间螺纹入扣齿侧面隙距 308 可以为大约 0.003 英寸。备选地, 隙距 308 可以为大约 0.002 英寸。本领域普通技术人员将会认识到, 隙距 307 和 309 根据扰动 312 和 313 的构造可以相互不同。

[0067] 根据本发明公开内容的实施方式具有的优点是, 在组装过程中, 仅在接近组装过程结束时形成减小的中间螺纹入扣齿侧面间隙, 由此使螺纹在组装过程中粘结的危险降到最小。此外, 在一些实施方式中, 在螺纹的载荷齿侧面、入扣齿侧面或齿根和牙顶之间的减小隙距会有助于螺纹密封的形成。

[0068] 尽管隙距的存在可以一些高温和高压流体从中经过, 但受扰动的减小隙距使攻丝化合物或密封剂可以更完整地形成密封。特别地, 可以在组装之前向螺纹施加一体或两部分可固化的环氧树脂化合物, 其固化在两个螺纹元件之间形成螺纹密封。因此, 减小的隙距使固化的螺纹化合物承受比更大间隙中的固化化合物明显更小的应力。应该认识到, 螺纹化合物的固化可以发生在管状连接件布置在井底之前或之后。特别地, 在一种实施方式中, 螺纹化合物可以被设计成使得固化仅发生在连接件在特定温度下的井底保持特定时间之后。固化螺纹密封剂和螺纹化合物的实例可以从 Hackensack, N. J. 的 Master Bond, Inc. 以及对本领域普通技术已知的多个其它来源获得。

[0069] 可以通过入扣齿侧面导程 12A 和 12B 的曲线图确定入扣齿侧面隙距的变化。销钉

前端隙距 307 与中间螺纹隙距 308 之间的变化等于销钉入扣齿侧面导程 12B 上的扰动面积。如图所示,扰动面积 316 大体上等于扰动长度 314(通常以螺距测得)乘以导程 315 上的扰动变化(通常以每个节距的英寸数测得)。例如,如果扰动长度 314 是节距的二分之一并且导程上的扰动变化是每个节距 0.018 英寸,则销钉前端隙距 307 与中间螺纹隙距 308 之间的隙距变化是  $0.5 \text{ 节距} \times 0.018 \text{ 英寸} / \text{节距} = 0.009 \text{ 英寸}$ 。

[0070] 本发明的实施方式还可以具有在销钉元件和 / 或套管元件上具有可变螺纹高度(也就是齿根和 / 或牙顶上的扰动)。图 9 中所示的实施方式包括销钉螺纹高度的变化。在该特定实施方式中,销钉螺纹高度在与销钉螺纹宽度增大大致相同的位置增大,从而在套管螺纹齿根 221 与销钉螺纹牙顶 222 之间产生干涉,如与横截面 B 相比的横截面 A 所示。

[0071] 齿根 / 牙顶干涉的变化尤其适用于具有自由运动螺纹的实施方式。如上文参照图 2 所示,对于具有与楔形螺纹类似的螺纹密封的自由运动螺纹,具有圆柱形自由运动螺纹的现有技术的连接件在载荷齿侧面 154 和 155 与入扣齿侧面 157 和 158 之间需要干涉。这种干涉基本上存在于连接件的整个组装过程中,因为销钉螺纹和套管螺纹具有连续宽度。此外,齿根 / 牙顶干涉(如果存在)基本上存在于连接件的整个组装过程中。这会导致螺纹粘结以及难以组装连接件。

[0072] 在一种实施方式中,销钉元件和套管元件中的一个或两个可以具有自由运动螺纹,该螺纹在载荷齿侧面、入扣齿侧面、齿根、和 / 或牙顶上具有扰动。优选地,扰动可以定位成使得在一个或多个位置形成螺纹密封。这一点可以通过选定扰动的尺寸和位置使得载荷齿侧面干涉、入扣齿侧面干涉和齿根 / 牙顶干涉相互靠近来实现。因而,自由运动螺纹可以适用于在一种或多种实施方式中形成螺纹密封。通过仅在自由运动螺纹的一部分上形成螺纹密封,粘结的危险与齿侧面干涉和 / 或齿根 / 牙顶干涉存在于整个连接件上的情形相比得到降低。本领域的普通技术人员将会认识到,在连接件组装过程中得到加载的载荷齿侧面上的扰动可以无需形成螺纹密封,因为在自由运动螺纹的载荷齿侧面中具有固有的高接触压力。

[0073] 由于楔形螺纹的不确定组装,因此更要求在销钉元件或套管元件上具有所有扰动。备选地,销钉元件和套管元件上扰动可以在螺纹不会相互接触的部分上(也就是在使得扰动不会相互作用的足够不同的轴向位置)。对于通常具有正止动转矩肩部的自由运动螺纹,还要求在销钉元件或套管元件上具有扰动,因为销钉元件和套管元件的相对位置稍微不确定,尽管如此比楔形螺纹的不确定程度更小。

[0074] 本领域普通技术人员将会认识到由扰动形成的所需数量的接触压力可以根据密封压力、密封物质以及用于连接件的材料而改变。如上所述,更高的接触压力导致能够密封更大的压力。此物,如果比流体更难以密封的气体由连接件密封,则需要更大的接触压力。用于连接件的材料会限制最大容许接触压力。例如,抗腐蚀合金(CRA)通常比其它高强度钢更容易受到局部应力(例如因扰动而产生的)破坏。本领域普通技术人员能够根据用于连接件的材料选择所需的接触压力。备选地,可以根据所需的接触压力选择材料。

[0075] 在此公开的实施方式可以包括在销钉螺纹和 / 或套管螺纹齿根的一个或多个应力消除凹槽。在授予 Enderle 等人、转让给本发明的受让人并在此全部引入作为参考的美国专利 No. 6,050,610 中教导了所述应力消除凹槽。Enderle 公开的应力消除凹槽在连接件的组装过程中提供用于收集的润滑剂的出口。收集的润滑剂会产生错误的转矩读数,从而

导致连接件组装不正确。此物,如果在连接件内形成压力,收集的润滑剂在组装过程中会破坏连接件。这一问题通常发生在润滑剂更粘并且从连接件中排出以释放所形成的压力的可能性更小的更冷环境中。如果利用高速旋转组装连接件,上述问题还会加重。

[0076] 销钉螺纹和 / 或套管螺纹齿根作为压力释放元件的应力消除凹槽中固有的一个问题是应力消除凹槽降低了在螺纹具有螺纹密封的部分上形成螺纹密封的能力。作为 Enderle 公开的内容,由于可以在螺纹有限部分上采用应力消除凹槽,并且其可以为任何形状或可变深度,因此可以利用螺纹的其余部分形成内部和外部压力密封(例如通过在螺纹上形成一个或多个扰动)。在这一实施方式中,螺纹密封存在于一个或多个扰动适当远离任何应力消除凹槽定位的位置。

[0077] 在一种实施方式中,可以采用图 8 和 9 中所示的扰动代替由 Enderle 公开的应力消除凹槽。如图 8 和 9 所示的周期或引发螺纹窜动导致沿螺纹产生减小的接触压力或间隙的小间隔凹处。由 Enderle 公开的应力消除凹处通过提供用于过量螺纹涂料的出口而发挥极大的作用。作为备选,间隔开的凹处可以提供用于在连接件上进行收集润滑剂而不是使其排出连接件的位置。本发明的发明人相信,对具有增大接触压力的扰动之间的润滑剂进行不确定收集可以提供改进的螺纹密封。此物,具有收集的润滑剂可以确保足够的润滑剂存在于连接件中,从而有助于使用后管件的拆开。

[0078] 如上所述,从公称尺寸的周期偏差(“自然偏差”)自然发生在制造过程中。尽管制造者采取多种措施减小自然偏差,但存在一定的距标准值的偏差,并且如果这种偏差落在所需误差内则是可以接受的。由于自然偏差的准确位置和程度在制造过程中是未知的,但要求扰动的尺寸被选定为使得不管扰动相对于自然的位置如何都是有利的。例如,如果特定加工配置(例如机器、机床、夹具、部件的材料、尺寸)通常发生大约  $\pm 0.001$  英寸量级的自然偏差。为了确保扰动的一些优点存在于连接件中(而不是被自然偏差消除),扰动的尺寸可以被选定为是自然偏差的尺寸的大约两倍(也就是  $\pm 0.002$  英寸)。

[0079] 连接件的特性会影响扰动的所需尺寸。理想地,当形成金属对金属的密封(例如螺纹密封)时,形成接触的表面在较短距离内发生摩擦,从而促使表面“上光”。在此采用的“上光”意思是表面的微小抛光或光滑。如果表面在极长接触压力下接触很长的长度,则会发生粘结。在润滑剂随着滑动接触的持续而在表面之间移动时发生粘结,从而导致摩擦和产生的热提高。为了避免不符合要求的粘结,扰动的尺寸应该被设计成防止在组装过程中存在延长长度的滑动接触。为了形成螺纹密封,配合表面之间的接触压力(例如载荷齿侧面、入扣齿侧面以及齿根和牙顶)通常从材料屈服强度的大约 25% 到大约 100%。闭合螺纹形式(也就是鸠尾形螺纹)通常允许接触压力处于范围的更高端。理想地,通过在较短距离上接触在一起的表面形成螺纹密封,其以急剧升高的接触压力结束,同时接触压力处于形成螺纹密封的有效范围内。

[0080] 楔形螺纹的楔形比是可以影响扰动所需尺寸的参数。大体上,楔形比确定表面“快速”形成接触的程度(也就是在组装过程中表面在多少线性英寸上接触)。通常,更大的楔形比比更小的楔形比容许更大的扰动。在一种实施方式中,扰动的尺寸可以被选定为处于楔形比的大约 0.1 到大约 0.2 倍之间。例如,如果楔形比(载荷导程与入扣导程之间的差值)为大约 0.020 英寸,则扰动的所需尺寸在大约 0.002 英寸到大约 0.004 英寸之间。

[0081] 在选定扰动尺寸时考虑的另一因素是影响对粘结敏感性的材料。例如,CRA 比碳

钢更易于粘结。因而,由 CRA 制成的连接件比由碳钢制成并具有相同尺寸的扰动的连接件具有螺纹粘结的可能性更大。为了防止粘结,由 CRA 制成的连接件可以具有更小的扰动。

[0082] 尽管已经针对有限数量的实施方式描述了本发明,但从公开内容中获益的本领域技术人员将会认识到,在不脱离在此公开的本发明范围的前提下可以想到其它实施方式。因而,本发明的范围应该仅由附加权利要求来限定。

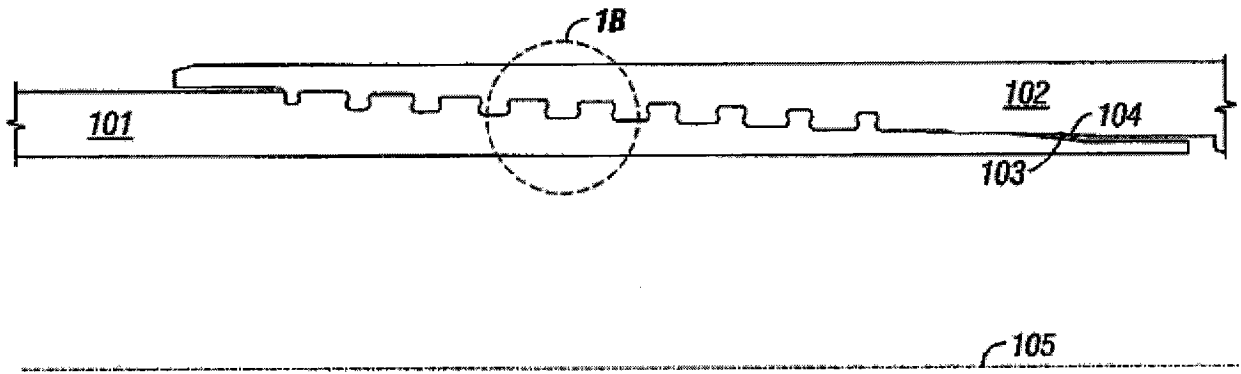


图 1A

(现有技术)

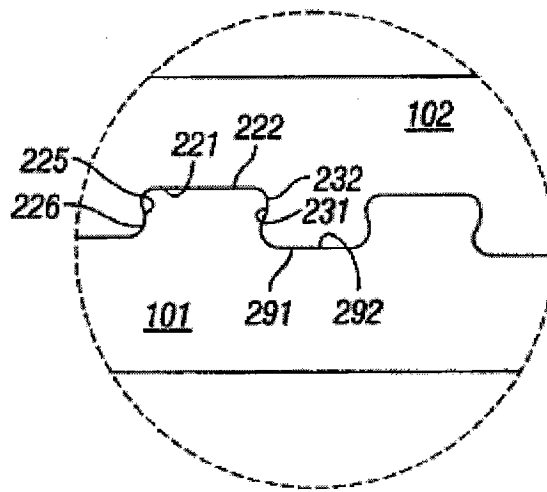


图 1B

(现有技术)

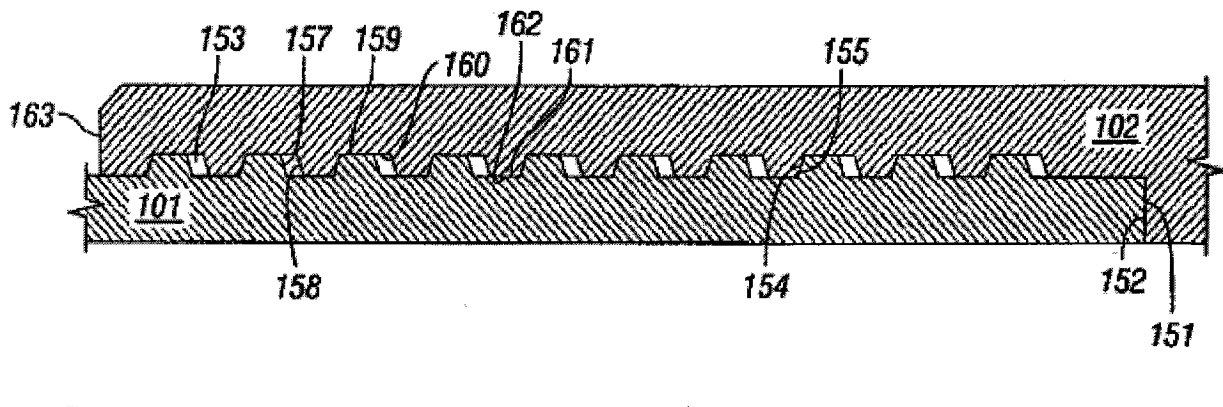


图 2

(现有技术)

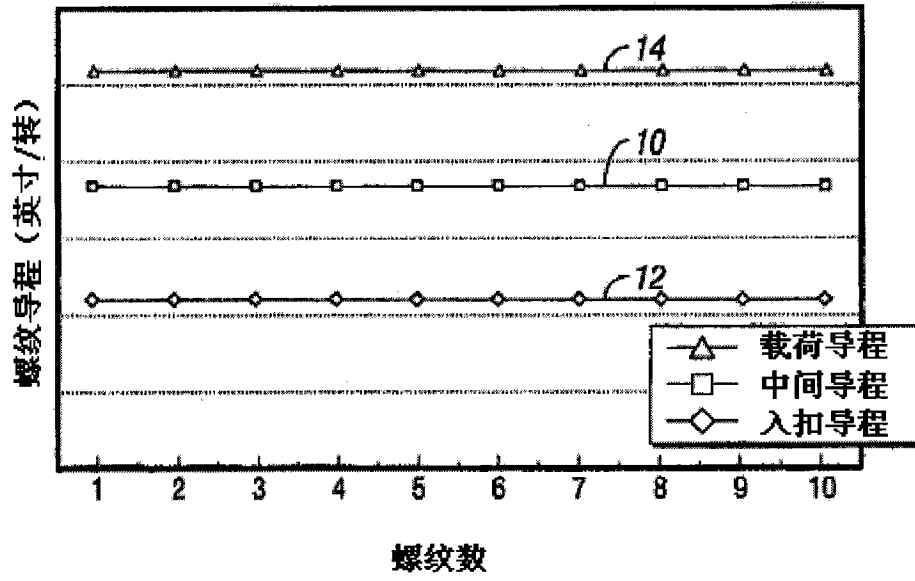


图 3A

(现有技术)

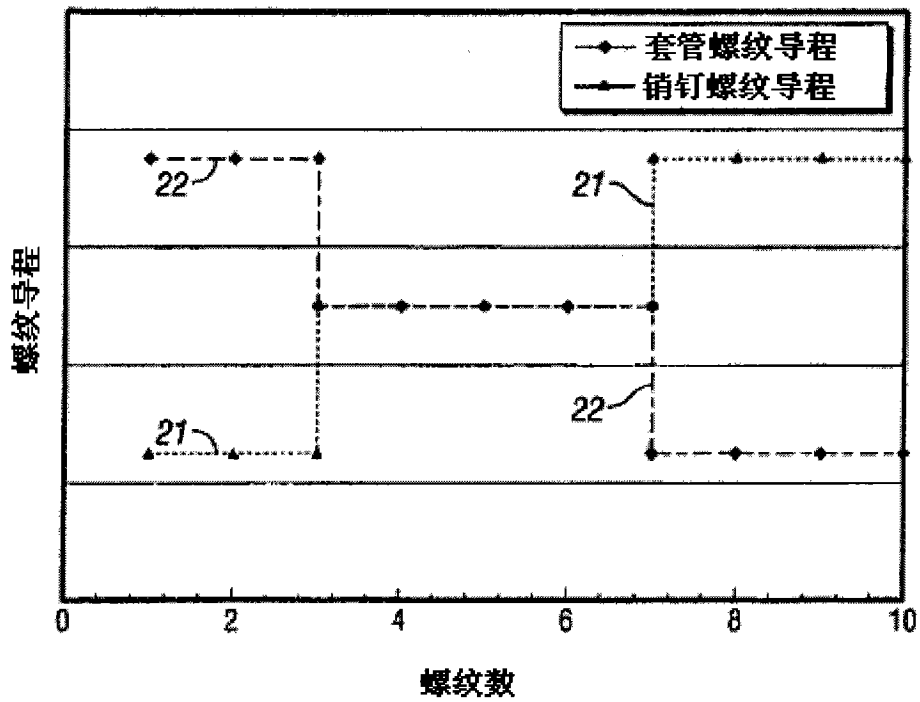


图 3B

(现有技术)

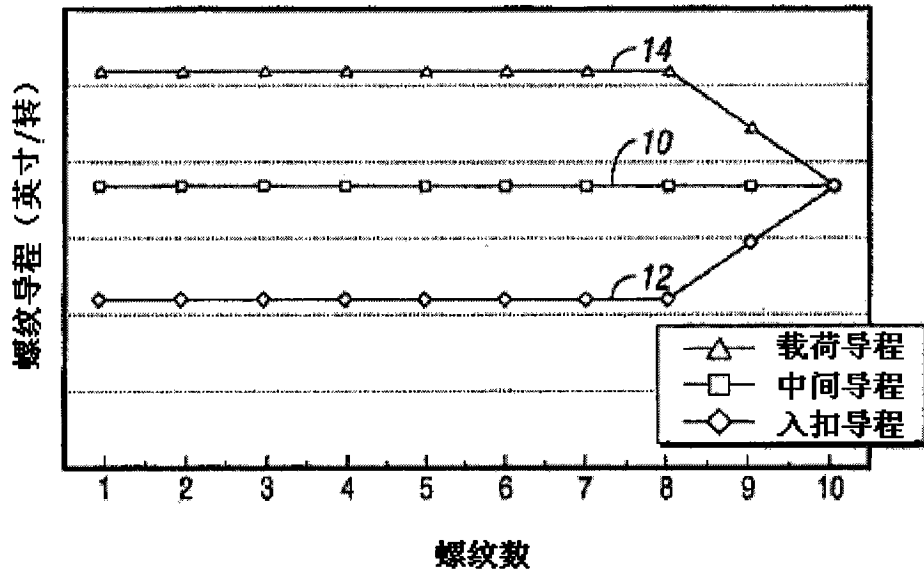


图 3C

(现有技术)

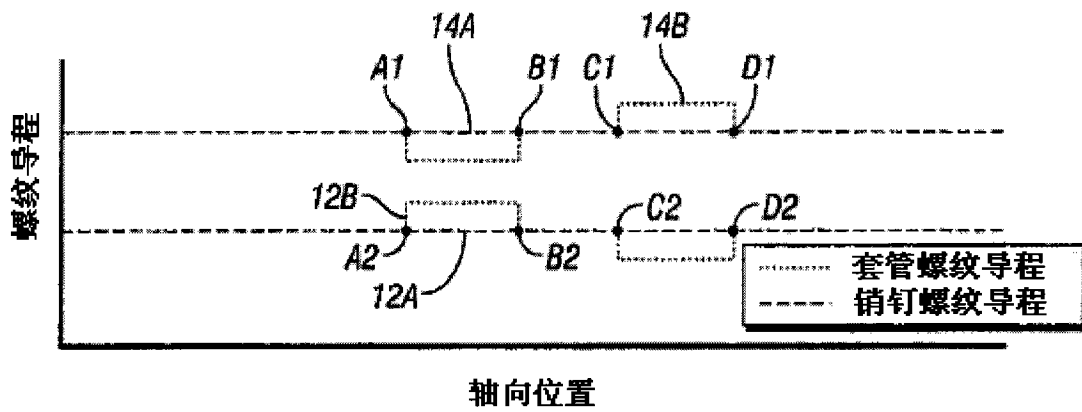


图 4A

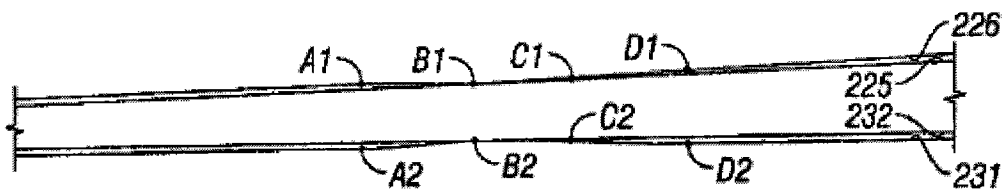


图 4B

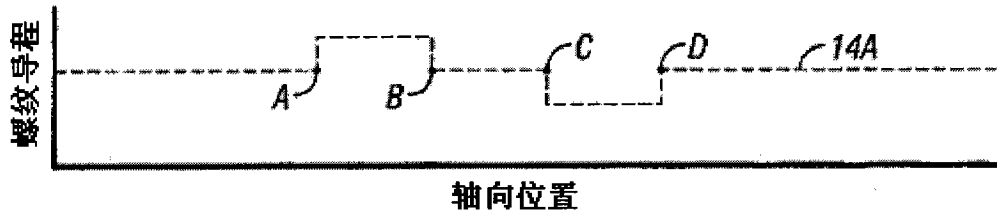


图 5A

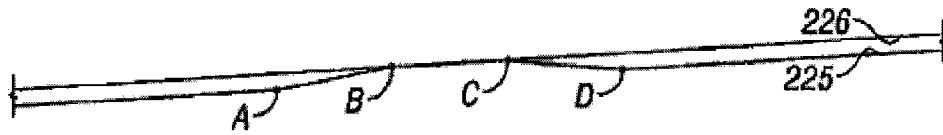


图 5B

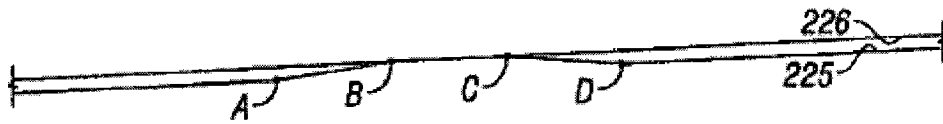


图 5C

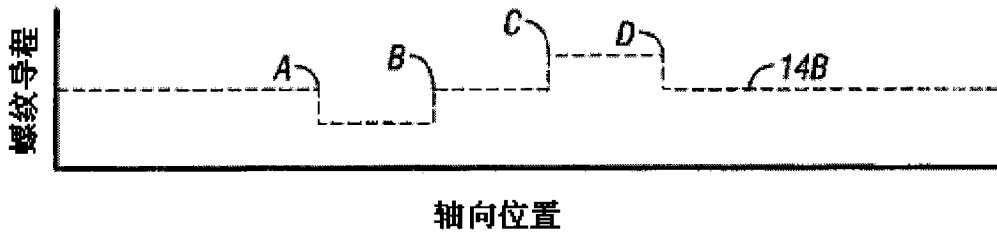


图 6A



图 6B

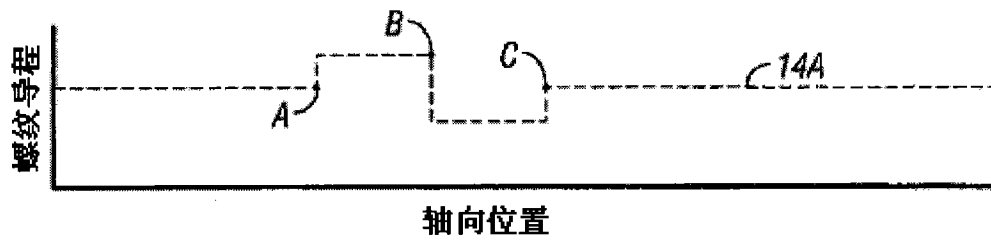


图 7A



图 7B

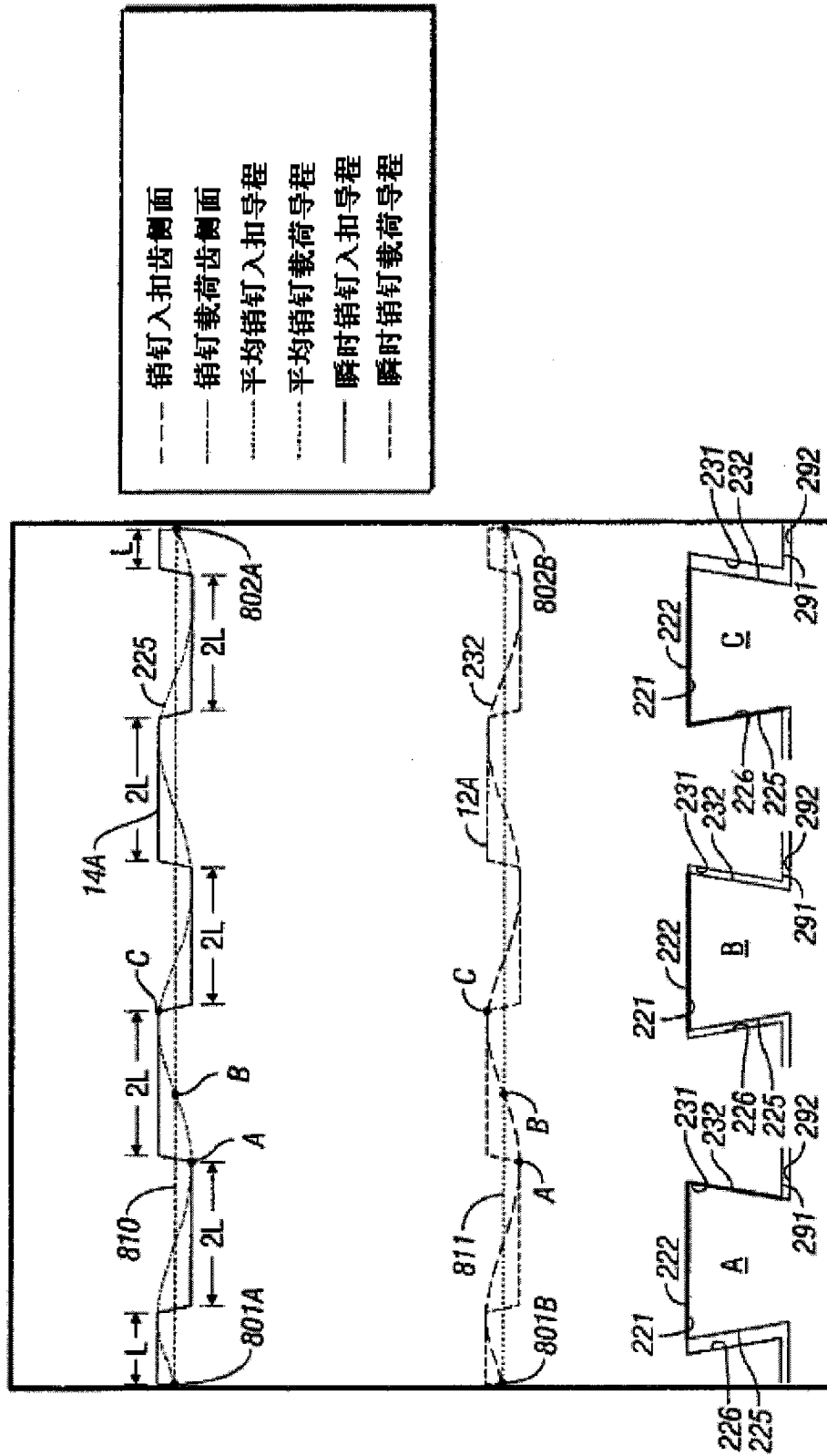


图 8

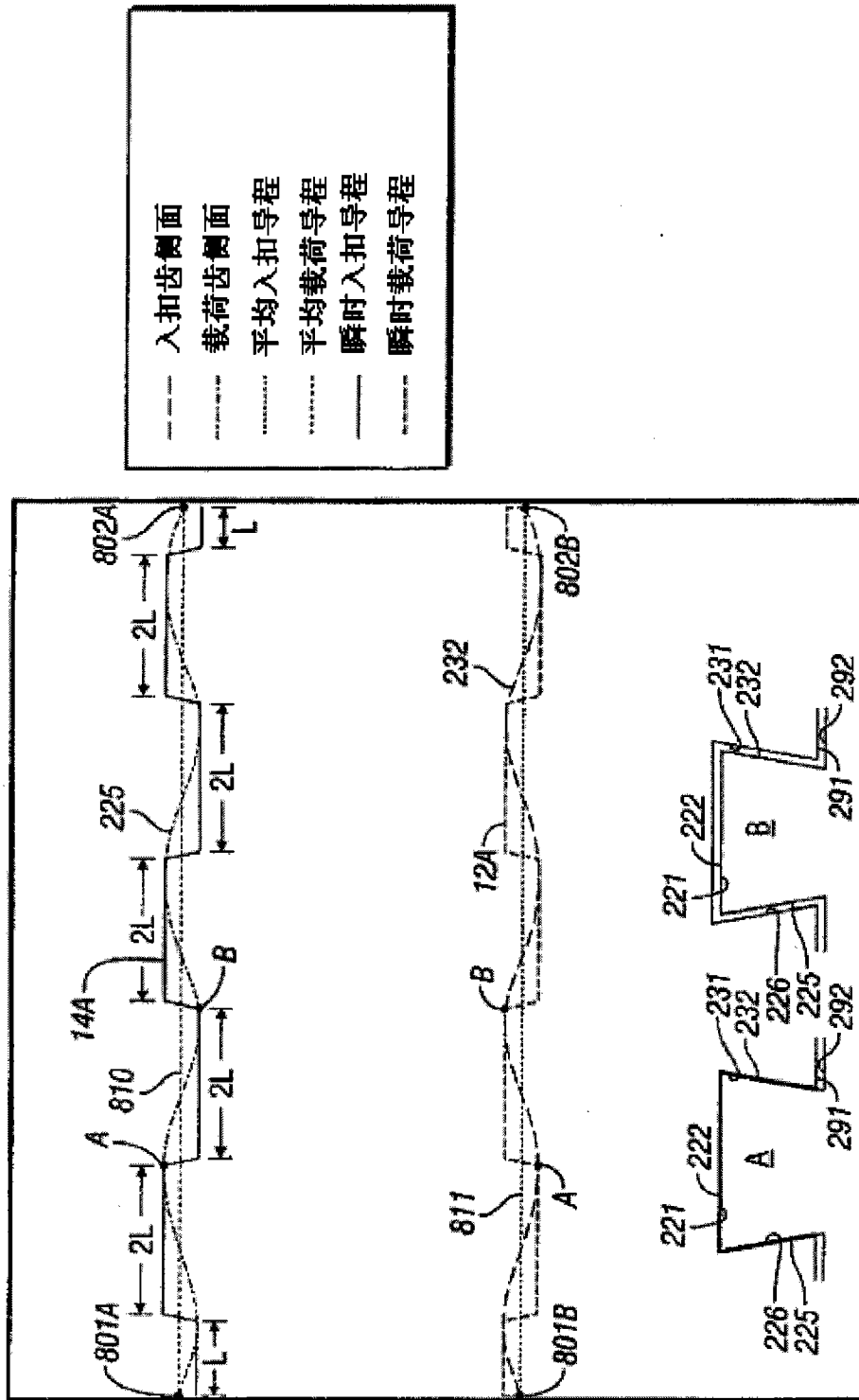


图 9

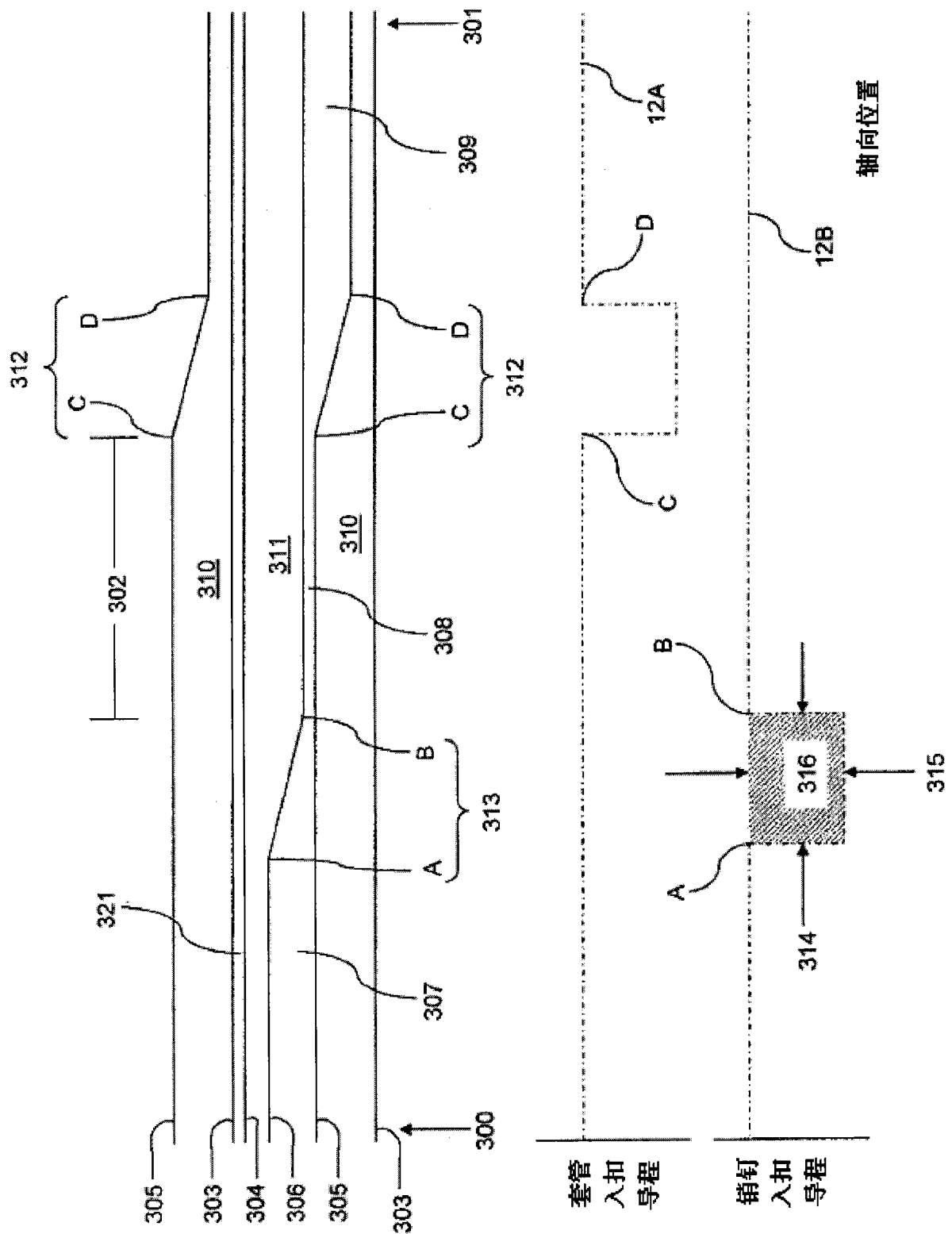


图 10