



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03815303.3

[45] 授权公告日 2009年4月29日

[11] 授权公告号 CN 100482998C

[22] 申请日 2003.6.11 [21] 申请号 03815303.3
[30] 优先权

[32] 2002.6.28 [33] FR [31] 02/08080

[86] 国际申请 PCT/FR2003/001744 2003.6.11

[87] 国际公布 WO2004/003416 法 2004.1.8

[85] 进入国家阶段日期 2004.12.28

[73] 专利权人 瓦卢莱克曼内斯曼油气法国公司
地址 法国欧努瓦艾姆里[72] 发明人 埃里克·韦尔热 阿尔贝·布吕诺
安托万·迪朗

[56] 参考文献

WO0008301A2 2000.2.17

US4611838A 1986.9.16

WO0201102A1 2002.1.3

审查员 李丹丹

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所
代理人 余全平

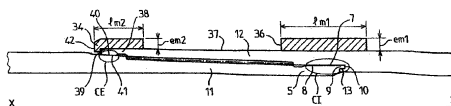
权利要求书3页 说明书19页 附图4页

[54] 发明名称

塑性膨胀后改善密封性的强化螺纹管接头

[57] 摘要

本发明涉及一种高性能螺纹管接头，这种接头包括一个第一阳式管形零件(11)和一个第二阴式管形零件(12)，这二个零件能够通过旋拧互相组装。其中一个管形零件(11; 12)包括一个延伸在它的螺纹部分和它的自由端之间并且具有一个密封表面(40; 7)的无螺纹凸缘(38; 5)，这个密封表面(40; 7)在旋拧、直径膨胀以及然后产生第一和第二管形零件的弹性恢复力后与另一个零件的相对表面(41; 8)密封接触。该接头包括一个管形套筒(34; 36)，管形套筒(34; 36)在旋拧前套在第二零件(12)上，并定位，以便基本轴向延伸，与所述凸缘(3; 5)相对，并且在直径膨胀后产生一个弹性恢复力，这个弹性恢复力加在第二零件的弹性恢复力上，以便抵抗第一零件的弹性恢复力，因此通过管形套筒至少实现第二零件的紧箍。



1. 高性能螺纹管接头，其包括一第一阳式管形零件（11）和一第二阴式管形零件（12），它们能够通过各自带有的螺纹部分的旋拧互相组装，所述第一阳式和第二阴式管形零件（11；12）中的至少一个包括一无螺纹凸缘（38；5），所述凸缘延伸在它的螺纹部分和它的自由端之间，并且具有一密封表面（40；7），所述密封表面在旋拧、直径膨胀以及随后所述第一阳式和第二阴式管形零件的弹性恢复力产生后能够与另一零件的相对表面（41；8）密封接触，

所述接头的特征在于，所述接头包括一管形套筒（34；36），所述管形套筒（34；36）能够在旋拧前套在所述第二阴式管形零件（12）上，并能够被定位，以便与所述凸缘（38；5）相对地基本轴向延伸，并且能够在直径膨胀后，产生一弹性恢复力，所述弹性恢复力迭加在第二阴式管形零件的弹性恢复力上，以便抵抗所述第一阳式管形零件的弹性恢复力，因此通过所述管形套筒实现对至少第二阴式管形零件的紧箍。

2. 如权利要求1所述的管接头，其特征在于，所述第一阳式管形零件的无螺纹凸缘（5）包括一端部舌片，所述舌片在旋拧后和膨胀前能够轴向止挡地接合在所述第二阴式管形零件的一相应凹槽中，在直径膨胀的过程中，所述无螺纹凸缘能够通过所述舌片保持在所述凹槽中。

3. 如上述权利要求中任一项所述的管接头，其特征在于，所述凸缘的密封表面和所述相对表面为柱形，并且在旋拧后和直径膨胀前互相之间有一小间隙。

4. 如权利要求1所述的管接头，其特征在于，所述凸缘的密封表面和所述相对表面在旋拧后和直径膨胀前能够互相径向作用。

5. 如权利要求1-2及4中任一项所述的管接头，其特征在于，所述第一阳式和第二阴式管形零件（11、12）中的每一个包括一延伸在它的螺纹部分与它的自由端之间的无螺纹凸缘（38、5），并且所述无螺纹凸缘（38、5）有一密封表面（40、7），所述密封表面在旋拧、直径膨胀以及随后所述第一阳式和第二阴式管形零件的弹性恢复力产生后能够与另一零件的相

对表面(41、8)密封接触;并且,所述接头包括两个管形套筒(34、36),所述管形套筒(34、36)在旋拧前能够套在所述第二阴式管形零件(12)上,并被定位以便相对于所述相应的凸缘(38、5)基本轴向延伸,并且产生一弹性恢复力,所述弹性恢复力迭加在所述第二阴式管形零件的弹性恢复力上,以便抵抗所述第一阳式管形零件的弹性恢复力,因此通过所述管形套筒实现对至少所述第二阴式管形零件的紧箍。

6. 如权利要求5所述的管接头,其特征在于,所述两个套筒(34、36)通过一个分隔体(46)互相连接,所述分隔体(46)的横截面小于所述套筒的横截面,所述套筒和所述分隔体制成一个单一零件。

7. 如权利要求6所述的管接头,其特征在于,所述管形的分隔体(46)的径向厚度小于所述套筒的径向厚度。

8. 如权利要求1-2及4中任一项所述的管接头,其特征在于,每个管形套筒(34;36)的覆盖长度(lm1;lm2)等于所述相对凸缘的长度,或者等于所述相对凸缘的长度加上所述螺纹部分的最大八个螺距。

9. 如权利要求8所述的管接头,其特征在于,每个套筒(34;36)在所述相对凸缘(38;5)上对中。

10. 如权利要求1-2及4中任一项所述的管接头,其特征在于,与所述第二阴式管形零件的凸缘(38)相对延伸的管形套筒(34)包括一径向突起(42),所述径向突起(42)能够与一位于所述第二阴式管形零件(12)端部的径向表面(39)接触并且可便于所述管形套筒(34)的就位。

11. 如权利要求1-2及4中任一项所述的管接头,其特征在于,所述管形套筒(34;36)通过粘接所述第二阴式管形零件(12)和所述套筒的一部分表面相对于所述第二阴式管形零件(12)保持就位。

12. 如权利要求1-2及4中任一项所述的管接头,其特征在于,所述管形套筒(34;36)通过紧箍在所述第二阴式管形零件(12)上轴向定位,所述紧箍至少是通过所述第二阴式管形零件(12)的冷却实现。

13. 如权利要求1-2及4中任一项所述的管接头,其特征在于,所述管形套筒(34;36)通过紧箍在所述第二阴式管形零件(12)上轴向定位,所述紧箍至少通过所述管形套筒的加热实现。

14. 如权利要求1-2及4中任一项所述的管接头,其特征在于,所述

第二阴式管形零件(12)包括一位于它的外圆周表面(37)上的标记,并且所述标记能够利于所述管形套筒的就位。

15. 如权利要求14所述的管接头,其特征在于,所述标记是一个在所述第二阴式管形零件(12)上制出的浅槽。

16. 如权利要求1-2及4中任一项所述的管接头,其特征在于,所述管形套筒的径向厚度至少等于1.5mm。

17. 如权利要求1-2及4中任一项所述的管接头,其特征在于,所述管形套筒材料的弹性极限大于所述第一阳式管形和第二阴式管形零件材料的弹性极限。

18. 如权利要求1-2及4中任一项所述的管接头,其特征在于,所述管形套筒的材料的弹性极限通过热处理进行调节。

19. 实现密封螺纹管接头的方法,其特征在于,从一个符合上述权利要求之一的螺纹管接头出发——所述接头叫做“原始螺纹管接头”;并且借助一直径大于所述管形零件内径(DI)的膨胀球状体(30)使所述原始螺纹管接头承受一在塑性变形范围内的直径膨胀,所述球状体(30)在所述螺纹接头内轴向移动,每个套筒膨胀后产生一弹性恢复力,所述弹性恢复力在所述套筒覆盖的区域迭加在所述第二阴式管形零件的弹性恢复力上。

塑性膨胀后改善密封性的强化螺纹管接头

技术领域

本发明涉及一种管接头，特别是用于油气井或类似井如地热井的管接头。

背景技术

一个这种接头可以在二个大长度的管形零件之间，或者在一个大长度的管形零件与一个套筒之间。这些接头用于连接套管柱或油管柱。由于要求的机械特性，套管和油管一般由经过热处理的钢材制成。

接头应耐拉伸、压缩、弯曲，并有时耐扭曲，以及内、外之间二个方向的强烈的压差。它们甚至至少在有些情况下应对气体密封。螺纹接头在这方面特别有利。

但是现在考虑使管形零件在井下承受一个直径方向的膨胀，并带有永久性塑性变形。这样有不同的优点，后面将讨论这些优点。接头承受和管形零件一样的直径方向的塑性变形后还必须是可操作的。因此希望螺纹接头在直径方向的塑性变形后保持它们的主要特性，特别是带有或没有内外超压的拉伸/压缩机械强度以及密封性。一个接头在一个很大宽度和接触表面的整个圆周上的各部分之间的接触压力越大，它越能保持对液体和/或气体压力的密封。

传统的接头不能完全令人满意：它们或者不满足这些要求，或者以随机的方式满足这些要求，或者满足这些要求，但不是可重复的。

WO 02/01102 中提出一种承受直径方向塑性变形的接头结构。在 FR 02 00055 中，申请人也提出一个承受直径方向塑性变形的改进的接头结构。

发明内容

本发明将改进这种情况，特别是提高螺纹接头的密封性。

本发明涉及一种高性能的螺纹管接头，这种接头包括一个第一阳式管形零件和一个第二阴式管形零件，二个零件可以通过各自互相配合的螺纹部分的旋拧互相组装。第一阳式和第二阴式管形零件中的至少一个包括一个延伸在它的螺纹部分和它的自由端之间的没有螺纹的凸缘，并且该凸缘具有一个密封表面，该密封表面能够在第一阳式和第二阴式管形零件旋拧、直径方向膨胀然后产生弹性恢复力后与另一个零件的相对表面密封接触。

根据一个主要特征，管接头包括一个管形套筒，这个套筒能够在旋拧前套在第二阴式管形零件上，并且定位，以便相对所述凸缘基本轴向延伸，并且在直径方向膨胀后产生一个弹性恢复力，这个弹性恢复力加在第二阴式管形零件的凸缘上，以便对抗第一阳式管形零件的弹性恢复力，因此通过管形套筒至少实现第二阴式管形零件的紧箍。

根据一个实施例，第一阳式管形零件的无螺纹凸缘包括一个端部舌片，这个端部舌片能够在旋拧后和膨胀前阻挡相嵌在第二阴式管形零件的一个对应的槽中。在直径方向的膨胀期间，无螺纹凸缘也可以被舌片保持在槽中。

有利地，凸缘的密封表面和相对表面为柱形，并且在旋拧后和直径方向膨胀前互相之间有很小的间隙。

根据另一个实施例，凸缘的密封表面和相对表面能够在旋拧后和直径膨胀前径向互相作用。

根据第一个实施变型，第一阳式和第二阴式管形零件中的每一个包括一个延伸在它的螺纹部分和它的自由端之间并且具有一个密封表面的无螺纹凸缘，密封表面能够在第一阳式和第二阴式管形零件的旋拧、直径膨胀、然后产生弹性恢复力之后与另一个零件的相对表面密封接触。在这个实施例中，管接头包括二个管形套筒，这二个套筒能够在旋拧前套在第二阴式管形零件上，并且定位，以便分别相对所述凸缘基本轴向延伸，并产生一个弹性恢复力，这个弹性恢复力加在第二阴式管形零件的凸缘上，以便抵抗第一阳式管形零件的弹性恢复力，因此通过管形套筒至少实现第二阴式管形零件的紧箍。

在一个第二实施变型中，二个套筒通过一个横截面小于套筒横截面的分隔体互相连接，套筒和分隔体成为一个单一零件。

优选地，管形的分隔体的径向厚度小于套筒的径向厚度。

根据本发明的一个实施例，每个管形套筒的覆盖长度等于相对凸缘的长度，或者等于相对凸缘的长度加上所述螺纹部分最多 8 个螺距。

优选地，每个套筒在相对凸缘上对中。

在另一个实施例中，相对第二阴式管形零件的凸缘延伸的管形套筒包括一个能够与一个位于第二阴式管形零件端部的径向表面接触并且便于管形套筒就位的径向突起。

管形套筒最好通过第二阴式管形零件的至少一部分表面与套筒的一部分相对表面的粘贴保持相对第二阴式管形零件的位置。

管形套筒通过紧箍在第二阴式管形零件上轴向定位，紧箍至少通过第二阴式管形零件的冷却和/或管形套筒的加热进行。

为了便于管形套筒的定位，第二阴式管形零件包括一个位于它的外周表面的标记。在一个可能的实施例中，该标记是一个在第二阴式管形零件上做出的浅槽。

管形套筒的径向厚度最好至少等于 1.5mm。

管形套筒的材料的弹性极限大于第一阳式管形和第二阴式管形零件材料的弹性极限。另外，管形套筒的弹性极限通过热处理进行调节。

本发明还涉及一种从一个叫做“原始螺纹管接头”的螺纹管接头实现一个密封螺纹管接头的方法。借助一个直径大于所述管形零件内径的膨胀球状体使这个原始螺纹管接头在塑性变形范围内承受一个直径膨胀，膨胀球状体在螺纹接头中轴向移动，每个套筒在膨胀后产生一个弹性恢复力，这个弹性恢复力在套筒覆盖的区域施加在第二阴式管形零件上。

附图说明

下面的图以非限定的方式表示本发明的实施例：

—图 1 表示一个使用本发明的螺纹接头；

—图 2 表示图 1 螺纹接头的阳式零件；

—图 3 表示图 1 螺纹接头的阴式零件，图 4-7 表示在不同膨胀阶段的使用本发明的螺纹接头，

—图 4 表示螺纹接头的膨胀阶段；

- 图 5 表示弯曲阶段;
- 图 6 表示重新伸直的阶段;
- 图 7 表示经受膨胀过程后的螺纹接头的结束阶段;
- 图 8 表示一个包括一个符合本发明的套筒例子的膨胀前的螺纹接头;
- 图 9 表示一个包括一个符合本发明的套筒例子的膨胀后的螺纹接头;

具体实施方式

附图主要包括一些具有一定特征的零件。因此它们不仅可以用于更好地理解描述,还有助于在必要的情况下确定本发明。

附件 1 表示对一个参考接头和符合本发明的螺纹接头的密封性的对比研究的结果。

现在回到钻井上来,例如为了油气或地热进行的钻井。

传统上说,首先用一个大直径的钻头,例如大约 500mm 的钻头在几十米的比较浅的深度上钻一个井的上部,并且用一个这个直径的管柱给这个井加套管。然后钻进的直径逐步减小,直到井底,井底的直径明显更小,在同一个例子中井底直径约为 150mm。然后用多个同心管柱给这个井加套管,在相应直径的钻进结束时将每个管柱下到井中,并且都从地面悬垂;直径最大的管形零件从地面一直延伸到几十米的深度,并且直径更小的管形零件从地面一直延伸到井底,它们的深度可以达到几千米。套管与地层之间的空间例如用水泥封固。

井全部钻成和下套管后,可以下入一个油管管柱,以便使油气上升到地面,即有效开采油井。人们知道,这个油管柱的外径略小于套管柱的内径。

因此装备一个井导致使用大量不同直径的管形零件,这些管形零件常常通过具有这种组装优点的螺纹接头进行组装。人们力求使这些管形零件尽可能薄,以便在地面附近不需要直径太大的套管。但是遵守适用于螺纹接头的应力和技术指标常常导致使它们的厚度大于管形零件的通常部分的厚度;这就必须在下到井的深部时增加同心管柱之间的直径变化。

管形零件之间的组装或者通过一个管形零件的螺纹端拧入到另一个管形零件的螺纹端中进行（叫做整体接头），或者借助一些覆盖管形零件端部的螺纹套筒进行。管形零件在拧到管形零件端部或上述套筒端部中后相继下到井中。

因此美国石油学会（API）技术标准 API 5 CT 规定了二个大长度管形零件之间的螺纹管接头（“整体接头油管”、“流线型套管”），以及包括二个螺纹接头的螺纹套接组装，这种方法可以借助一个套筒组装二个大长度管形零件。这些 API 接头只有通过添加一种充填螺纹之间间隙的带有金属颗粒的油脂才能密封。

当然无论当管形零件下到井中时经受的震动如何，管形零件之间（或管形零件与套筒之间）的连接应该在一个很大的支撑重量的限度内保持密封，因为每个接头至少部分承受位于它下面的管形零件。螺纹接头的机械性能也与它们的几何特征密切相关。

一个螺纹接头首先由管形零件在螺纹处的横截面与管形零件长度中的横截面之间的比确定的拉伸“效率”进行定义。

另外，当施加在管形零件上的内部或外部流体压力过大时，螺纹部分可能脱开，特别是在圆形三角螺纹的情况下。这就是为什么一般更愿意使用梯形螺纹。

无论使用何种类型的螺纹，尽管使用带有颗粒的油脂，由于在不接触的表面之间存在间隙，因此总是存在一个一种高压流体可以在其中流动的渗漏通道。对于一定的拉伸负荷，存在一个流体压力限，超过这个压力限，拉伸与压力结合的力在 API 螺纹接头上导致互相接触的公螺纹部分和母螺纹部分脱离。

为了避免这一点，接头和螺纹组装是不同改进的目标：例如专利 FR 1489013、EP 0488912、US 4494777 都致力于通过金属对金属的密封轴颈和合理布置的阳式零件和阴式零件之间的阻挡实现叫做超级或者“高级”密封的螺纹管接头。

这种密封可以通过二个互相接触的锥形密封轴颈得到，阳式密封轴颈位于阳式螺纹以外，阴式密封轴颈相应位于阴式零件上。同时使用横向阻挡，使密封轴颈定位，并强化它们的效能。

正如已经指出的，一个管柱下一个井中后，考虑使管柱经受一个带有永久塑性变形的直径膨胀。例如通过一个球状体做到这一点，迫使球状体在管柱内通过：见专利或专利申请 WO 93/25799、WO 98/00626、WO 99/06670、WO 99/35368、WO 00/61915、GB 2344606、GB 2348657。这就提供了非常有意义的可能性：

—下入一个小尺寸的管柱，然后使其用力膨胀；

—用这个方法使一个套管柱就位；

—同样，在井下堵塞一个套管或油管被腐蚀或钻杆的摩擦产生的孔眼，或者把小尺寸的管形零件下到井中，这些小尺寸的管形零件一旦就位后膨胀到需要的直径。

—最后可以钻在整个长度上直径一致的井，它们的套管通过一个相同直径的管柱实现，管形零件在没有膨胀的状态下下到井中，然后在井下膨胀到井的直径。

因此可以大大减少装备一个井所需管形零件的数量，取消直径和壁厚更大的管形零件。因此井的成本降低。甚至可以考虑直接用套管柱钻井，套管柱起钻杆列的作用。

已经发现，实现膨胀后保持其性能的螺纹接头非常麻烦，特别是这一点应该在运行条件下可靠（所有接头都应满足）和稳定。

已经发现，传统的螺纹管接头，如专利 US 4494777 提出的接头，不能承受塑性直径变形。膨胀后在接头上看到：

—缺乏密封性（其次妨碍通过在管柱中液压推动球状体实现膨胀）；

—阳式端向接头内突进，这明显地并且是不可接受地减小了管柱的操作内径，在操作内径形成的空间中形成一个内突起；

—由于沿阳式零件和阴式零件的厚度比管体的厚度发生变化，超过了某些特殊应力区域的变形能力，阳式端的凸缘可能断裂。

因此人们力求实现一种能够耐受井下膨胀作业，并且在所述膨胀作业后对液体和气体密封的螺纹管接头。人们还力求使螺纹管接头的生产简单、经济。因此人们另外还力求使螺纹接头在膨胀后的使用中具有良好的金属学特征，特别是在这种状态下具有足够的弹性极限，消除脆性、并且对二氧化硫应力下的裂缝有良好的特性。

人们知道具有一个与阴式槽对应的阳式凸缘的螺纹接头（US 4611838、US 3870351、WO 99/08034、US 6047997）。已经证明，这些已知的安装在塑性变形后不保持密封性，另外在这些接头中完全没有考虑密封性。

在 US 4611838 中，阳式凸缘有一个包括一个环形齿的阳式端部环形表面；并且设有一个包括一个环形槽的阴式突肩的环形表面。为了进行阻挡，阳式凸缘有一个环形外周表面，阴式槽有一个锥形内周表面。这些圆周表面在旋拧结束时径向互相作用，以便形成密封轴颈。US 4611838 的目的是通过这些周边表面的形状和槽的下表面对齿的下表面的支撑作用使旋拧结束时阳式凸缘的环形外周表面与阴式槽的锥形内周表面的相互作用最大化（并通过相互作用使螺纹接头达到最大密封）。但是根据 US 4611838，阳式端的表面没有在螺纹接头的阴式突肩的表面中很好地保持就位，因此由于阳式凸缘自由端舌片上壁与它的底部槽的上壁之间的自由空间，不能把一个弯曲力矩传递给阳式凸缘的自由端。因此不能保证膨胀后的密封性。

US 3870351 提出一种与专利 US 4611838 的设置接近的凸缘、阳式端和阴式槽的设置，阳式自由端的表面是隆起的，并且贴靠一个凹陷的阴式突肩，以便实现二组金属对金属的密封轴颈，一组在隆起表面处，另一组位于阳式凸缘的外周表面和阴式槽的内周表面上。这种设置可以增加旋拧后接头的圆周密封轴颈之间的径向相互作用，但是这种设置对所考虑的应用（膨胀后的密封）是不能令人满意的。

WO 99/08034 描述了一种带有方形螺纹的螺纹接头，这种螺纹接头具有一个与一个阴式槽对应的阳式凸缘，并且具有一些半槽形状的阳式端和阴式突肩的环形表面，这些表面互相阻挡和相嵌。阳式端的外周表面和阴式槽的内周表面具有一些柱形部分，这些部分在旋拧结束阳式和阴式半槽相嵌时互相作用，以便形成一组圆周密封轴颈。这些表面设置的实现很复杂，也很昂贵，并且不能对塑性膨胀后的密封性提供任何保证。另外，油脂的封闭有导致螺纹零件错误就位的危险。

最后 US 6047997 描述了一种用于没有特殊密封要求的地下管道的钻杆结构。根据这个专利，阳式端的表面嵌在阴式突肩的一个表面中，但是图中在阳式端的外周表面与阴式槽的内周表面之间出现一个很大的间隙。

这也不能满足所考虑的应用。

在通过膨胀进行组装的技术中，每个管形零件在它前面的管形零件内通过后连接在已经组装的管形零件上。为了能够通过，每个已经组装的管形零件的直径经受一个大约 10-25%的膨胀，从第一个管形零件开始，使一个整体形状为锥形的球状体从井的表面开始通过。管形零件的这种膨胀也可以改善接头接触表面处的密封性。

上面提到的 WO 02/01102 中描述了一个适用于这种技术的棘爪形金属对金属密封接头的一个实施例。还未发表的法国专利申请 FR 02 00055 中介绍了另一个实施例。这些实施例中的每一个描述了一种能够膨胀的密封接头，并且一旦膨胀后这种接头具有一些保证对流体、甚至气体密封的密封区。

一个密封区由二个承受接触压力的接触表面构成。一个密封区在液体甚至气体压力下保持密封，在这些表面上的接触压力越大，密封性越强。另外，这些密封表面的尺寸（宽度和长度）对密封性也有影响。本发明提出通过增加密封区处的接触压力来提高这些接头在液体和气体压力下的密封性。

图 1 表示一个接头，该接头包括一个位于第一管形零件 11 端部的带螺纹的阳式零件 1。这个阳式零件旋拧并阻挡在一个位于第二管形零件 12 端部的带螺纹的阴式零件 2 中。这里所述带螺纹的阳式零件的内径等于管形零件 11、12 的内径 DI。在图 1 的实施例中，阴式螺纹零件的外径等于只是作为一个例子的管形零件 11、12 的外径 DE。

接头示于图 1，处于直径膨胀作业前简单拧到头的状态。如图所示的第二管形零件 12 是一个大长度的管形零件。这个第二管形零件可以是一个图中未示的一头带有阴式零件 2 并且另一头带有一个第二阴式零件的套筒，第二阴式零件与阴式零件 2 对称或不对称，并且拧在一个位于另一个大长度管形零件端部的阳式零件上。

图 2 只表示阳式零件 1。

阳式零件 1 包括一个具有梯形螺纹的呈锥形的阳式螺纹部分 3，并且被一个没有螺纹的端部部分向它的自由端延长，这个没有螺纹的端部部分由一个凹槽 21 和一个凸缘 5 构成，并且它的末端是一个环形的阳式端面 9。

凹槽 21 的形状为一个浅的 U 形。

凹槽紧随螺纹之后,并且它的深度 h_g 小于阳式螺纹部分 3 的螺纹高度。因此凹槽的底部到达螺纹部分第一螺纹的底部。

凹槽的宽度 l_g 基本等于它的深度 h_g 的四倍。

凸缘 5 具有:

a) 一个柱形外周表面 7;

b) 一个与第一管形零件 11 的柱形内周表面的端部区域一致的内周表面 19。

因此凸缘 5 具有一个基本等于管形零件 11 的厚度 e_t 的一半的基本均匀的厚度 e_1 。它从凹槽端部到表面 15 (下面定义) 垂线的测量长度 l_1 基本等于凸缘厚度 e_1 的三倍。

阳式端面 9 形成一个半槽。这个半槽由一个阳式环形的横向表面 15 和一个与横向表面 15 相邻的轴向突出的环形舌片 13 构成。阳式的横向表面 15 位于半槽朝向螺纹接头内部的一侧。

舌片 13 的外周表面在凸缘表面 7 的延长线上,而它的内周表面 17 例如是柱形的。

舌片 13 的径向厚度与横向表面 15 的厚度基本相同,而舌片的高度(或它的轴向投影)基本等于这个舌片本身的径向厚度。它也可以等于这个径向厚度的 1.5 倍,以便膨胀时更好地保持舌片的自由端。

图 3 只表示阴式零件 2。

阴式零件从它的自由端起包括一个带有与阳式螺纹部分 3 对应的梯形螺纹的阴式螺纹部分 4,然后是一个没有螺纹的部分 6。这个没有螺纹的部分 6 形成一个与阳式零件 1 的凸缘 5 对应和配合的槽。

阴式槽 6 有一个向内的柱形周边表面 8,这个表面 8 的一侧与阴式螺纹部分 4 连接,另一侧通过一个阴式突肩 10 与第二管形零件 12 的柱形内周表面 20 连接。

槽的圆周表面 8 的直径一般非常轻微地大于阳式凸缘 5 的外圆周表面 7 的直径。因此,当阳式零件拧在阴式零件中时,表面 7、8 可以以较小的间隙互相滑动,例如间隙为 0.2mm。下面将表明这种滑动的优点。

阴式突肩有一个环形突肩表面,它的位置和形状基本与阳式端面 9 一

致。所述阴式突肩 10 的表面形成一个由一个阴式环形的横向表面 16 和一个与横向表面 16 相邻的环形凹槽 14 构成的半槽。

阴式的横向表面 16 位于半槽朝向螺纹接头内部的一侧。

例如凹槽 14 与横向表面 16 相邻的壁 18 为柱形,并且可以通过一个倒角或圆角与横向表面 16 连接。凹槽相对的壁在圆周表面 8 的延长线中。当旋拧螺纹接头时,舌片的表面 17 “爬到”凹槽的壁 18 上,直到舌片的横向自由端贴靠凹槽 14 的底部。舌片的轴向高度 h_r 和深度 P_r 使得横向表面 15 和 16 只有在补充旋拧后才互相接触。柱形表面 7 和 8 之间以及舌片表面与延长这些表面的凹槽表面之间的小间隙可以在旋拧结束时排出油脂,因此凸缘 5 相对槽 6 正确就位。

图 4-7 表示通过一个球状体在通过刚才描述的螺纹接头组装的管形零件上产生大约 15% 的直径膨胀时发生的变形现象,这些现象可以最终得到一个密封的膨胀接头。

这种在金属材料上进行的变形导致金属的塑性变形。

因此,例如,从一个在第二管形零件 12 上在膨胀部上游且继而在仍未变形部分中的、为 139.7mm (5.5 英寸) 的外径过渡至一个在已膨胀的第一管形零件 11 上(在球状体的出口锥形的下方或下游)的为 157.5mm (6.2 英寸) 的外径。由此,对于管形零件,必须使用一种承受这种塑性变形的金属。

产生的塑性变形提高了产品的弹性极限:一个原来的弹性极限为 310MPa (45KSI) 的管形零件变形后弹性极限增加到 380MPa (55KSI)。

借助一个具有足够最大直径的球状体 (boulet) 30 (图 4) 以已知的方式实现直径膨胀。迫使这个球状体在管形零件中通过,或者用一个钻杆拉这个球状体,或者例如通过液压推这个球状体。

例如球状体的形状为双锥形,带有一个在上面进行膨胀的入口锥形 31、一个柱形的中间部分 32、和一个锥形出口部分 33。球状体的所有部分的表面通过适当的连接半径互相连接。

WO 93/25800 提出了特别适用于油气井开采的名为 EST (可膨胀有缝油管) 的有缝管的直径膨胀入口锥形的角度。

由于管形零件 11、12 的截面基本恒定,只要制造这些管形零件的金属

有足够的变形能力，球状体通过时它们的端部不会产生特别的问题。

螺纹接头的膨胀过程可以分解为图 4-7 所示的四个阶段。

尽管膨胀作业完全可以在相反的方向进行，并导致足够的结果，在已经出示的变型实施例中，球状体从第一管形零件 11 的阳式零件 1 向第二管形零件 12 的阴式零件 2 移动。

a) 在球状体的锥形上膨胀的阶段

图 4 表示在这个膨胀阶段的螺纹接头。

膨胀通过球状体 30 的入口锥形 31 实现，并且图 4 表示直径膨胀过程中的阳式螺纹部分 3 和阴式螺纹部分 4。

图 4 中，球状体 30 的入口锥形 31 启动阳式凸缘和相应阴式槽区域的变形，使它们弯曲，以便使它们相对组装轴倾斜。

在这个膨胀阶段，对球状体 30 通过的反作用力逐渐从第一管形零件 11 传递给第二管形零件 12。

由于这些反作用力。阳式凸缘 5 在这个膨胀阶段被阴式突肩的环形表面轴向压缩。

膨胀阶段的结束相当于阳式零件的自由端到达球状体的入口锥形 31 的末端。

b) 弯曲阶段

在这个阶段，阳式凸缘位于球状体的中间部分 32 处，见图 5。

i) 阳式凸缘

阳式凸缘 5 的二端中的每一端承受一个相反方向的弯曲力矩。

由于半槽相互贴靠和舌片 13/凹槽 14 的锁闭系统，阳式端面 9 实际上保持在阴式突肩表面中的位置中。

半槽的锁闭迫使阳式凸缘 5 的自由端区域跟随突肩以外具有阴式零件全厚度区域 22 的倾斜。区域 22 还处于在球状体的入口锥形 31 上膨胀的过程中，因此在此处产生一个弯曲力矩。

凸缘在阳式螺纹部分 3 旁边的另一端不再被支撑，因此与凸缘相反施加一个与凸缘的自由端相反的弯曲力矩。

在阳式凸缘的二端的符号相反的弯曲力矩导致阳式凸缘 5 产生图 5 所

示的香蕉形弯曲，凸缘 5 的外周表面 7 呈隆起的形状。

膨胀结束时阳式凸缘 5 的轴向压缩状态有利于它在弯曲力矩作用下的弯曲。

位于阳式凸缘 5 与阳式螺纹部分 3 之间的凹槽 21 起一个加重阳式凸缘的弯曲的塑性球形联轴节的作用，限制可以发生这个弯曲的宽度。

但是在这种情况下需要注意使阳式凸缘处的轴向压缩应力不会导致凹槽下的金属 23 纵向弯曲。这种纵向弯曲表现为凹槽下金属的一个比内周表面 19 突出的突起。

ii) 阴式槽

在阴式槽上发生同样的弯曲现象。

比较薄的凸缘区域硬的全厚度区域 22 在中间部分处通过时承受一个补充的膨胀，使区域 22 的内径变得大于球状体的中间部分 32 的内径。文件 WO 93/25800 中描述了补充膨胀的现象。

c) 重新伸直的阶段

图 6 表示的这个阶段相当于阴式全厚度区 22 在球状体 30 的中间部分 32 上通过。

i) 阴式槽

前面一个阶段产生的弯曲在张力和圆周应力的作用下有归零的趋势，这就产生一个与弯曲相反的弯曲轴向应力状态，因此产生重新伸直。

这些应力产生的弯曲力矩与重新伸直部分上游的材料厚度成正比。在到达全厚度的管形零件 12 (区域 22) 时，弯曲力矩不足以使阴式槽的内圆周区域重新伸直，而这个区域有向着产品的轴延长的趋势。这种状态表现为管形零件 12 的外径局部减小。

ii) 阳式凸缘

随着阴式部分重新伸直，弯曲产生的轴向阻塞差减小。因此阳式凸缘 5 逐渐失去它的压缩状态。这一点伴随着原来贴靠的表面 15、16 分离。产生阻挡开放作用的阴式槽内周表面 8 的“延长”加重了这个现象。

上一个阶段产生的橡胶形变形被保留。

d) 结束阶段

图 7 表示球状体通过后的螺纹接头的结束阶段。

膨胀产生的圆周应力状态导致阳式凸缘的外周表面 7 被阴式槽的内表面 8 紧箍。因此可以说是螺纹接头的表面 7、8 在膨胀状态下的紧箍，这样可以保证密封性。阳式凸缘 5 不向轴向延长，因为半槽的闭锁施加的径向偏移已经足以产生塑性变形。

螺纹接头的零件在球状体通过后的弹性恢复在发生塑性变形前面可以忽略。

径向紧箍产生一个几十 MPa 甚至 100MPa 以上的接触压力，这个压力足以保证对螺纹接头的内压或外压的密封性。在接触表面的整个圆周上的紧箍长度足以保证这些表面之间的稳定密封。

当通过在一个 10-30MPa 压力下的液压推动球状体 30 实现膨胀时，另外需要一个密封，在已经膨胀的接头处的任何泄漏都会妨碍球状体在管柱中进一步前进，因此使膨胀过程停止。

膨胀前螺纹接头上的阳式凸缘 5 的圆周表面 7 与阴式槽的圆周表面 8 之间的间隙太大不能在膨胀作业结束时产生这些表面的紧箍。

这些表面之间在膨胀前的初始状态的径向相互作用可能妨碍膨胀作业时这些表面之间的不同变形（弯曲、重新伸直），不同变形可以在膨胀结束时实现这些表面的紧箍。这种相互作用还具有旋拧时导致这些表面起皱和零件错误就位的危险，并且使这些表面不正确地锁闭，由此导致膨胀后表面 7、8 的紧箍较差。

在一个推荐实施例中，带有横向表面 15、16 和舌片 13/凹槽 14 系统的环形半槽的形状可以阻止膨胀时阳式自由端延长。为了得到同样的结果，相嵌表面的其它实施例也是可以的。

一个厚度小于管形零件 11、12 厚度三分之一的太薄的阳式凸缘 5 不能在横向表面 15、16 处实现一个有效的阻挡。

如果相反，一个阳式凸缘 5 的厚度 e_1 大于管形零件 11、12 厚度的三分之二，管形零件 12 在阴式槽区域处的厚度导致一个阴式螺纹部分 4 的临界截面太弱，因此螺纹部分的抗拉伸强度不够。

阳式凸缘 5 的长度/厚度比决定凸缘 5 的压缩和弯曲性能。

一个长度 l_1 小于它的厚度的阳式凸缘 5 不能使阳式凸缘 5 的圆周表面 7 有足够的弯曲以及/或者使阴式槽的圆周表面 8 重新伸直。

一个长度 l_1 大于它的厚度 e_1 四倍的阳式凸缘 5 可能导致阳式凸缘纵向弯曲和螺纹部分旁边的一个内突起。

阳式螺纹部分 3 与阳式凸缘 5 之间存在一个凹槽 21 加重了这个作用。

这就是为什么凹槽最好有一个限制在螺纹高度上的深度和一个与它的深度相比有限的长度。

一个径向厚度不够并且轴向高度小于径向厚度的舌片 13 膨胀时不足以被保持。

参照图 8, 该图表示一个管形零件的螺纹部分旋拧后的管形接头, 用于按照本发明进行直径膨胀。

这个接头包括如图 1 所示的阳式管形零件 11 和阴式管形零件 12。阳式管形零件的端部包括凸缘 5, 当接头膨胀时, 它的圆周表面 8 可以进入阴式管形零件 12 的阴式槽 8, 与阴式槽 8 的圆周表面 7 接触。膨胀后表面 7 和 8 之间带有融合接触的接触区叫做内密封区 CI, 因为它朝向接头内。膨胀后还存在一个阳式凸缘舌片的表面与阴式管形零件凹槽的一个相对表面之间的接触区。

一个管形套筒 36 以同心的方式位于阴式管形零件 12 上。这个管形套筒 36 的内径使操作者可以在旋拧管形零件 11 和 12 以前把这个管形套筒套在阴式管形零件 12 上, 并且与管形零件 12 的外表面 37 接触。这个管形套筒延伸在它的整个长度 l_{m1} 上, 以便轴向覆盖凸缘 5, 并超过凸缘 5 的二侧, 即超过螺纹部分和舌片 13。管形套筒 36 最好在凸缘上对中。

旋拧结束和膨胀前, 舌片 13 轴向阻挡在凹槽 14 的底部, 密封表面 7 和 8 为柱形, 并且旋拧结束时互相的间隙很小。膨胀期间, 凸缘 5 被舌片 13/凹槽 14 锁闭系统保持。

该例中, 管形套筒 36 由一种与管形零件相同的材料构成, 例如它的弹性极限与这些管形零件的弹性极限相同。直径膨胀后, 管形套筒产生一个弹性恢复力, 这个弹性恢复力加在阴式零件的弹性恢复力上, 并且抵抗阳式零件的弹性恢复。因此通过管形套筒实现阴式零件的紧箍。另外, 阳式零件与套筒和阴式零件构成的整体之间的弹性恢复的差别导致阴式零件压

缩。由于管形套筒 36 覆盖表面 7 和 8，并稍微超过表面 7 和 8，因此压缩表现为阳式零件和阴式零件的表面 7 和 8 之间的接触压力增加。还实现了阴式零件对阳式零件的紧箍。管形套筒 36 的存在只比没有管形套筒需要多一点的能量（约 10%），但大大增强了膨胀后内密封区 CI 处的接触压力（对一个厚度为 4-5mm 的套筒约为 200%）。

在所示的实施例中，膨胀前，管形套筒 36 的形成如下：

—覆盖长度 l_{m1} 大约至少等于凸缘长度 l_1 加上螺纹部分一个螺纹宽度的最多 2-8 倍；

—限制在接头的最大体积厚度给出的一个最大径向厚度与套筒在螺纹零件的弹性恢复上的太小作用给出的最小径向厚度之间的径向厚度 e_{m1} ：对于外径约为 150mm、厚度为 7-8mm 的管形零件，径向厚度最好大约为几毫米，例如至少为 1.5mm，并最好为 4-5mm。套筒的推荐厚度基本接近阳式凸缘的厚度。膨胀后径向厚度至少等于 1mm。

在本发明的一个实施例中，表面 7 和 8 直径膨胀后形成接头的内密封区 CI。但是另一个密封区在图 8 所示密封接头的直径膨胀前、后形成。

因此，阴式管形零件 12 的螺纹部分与自由端之间包括一个没有螺纹的阴式凸缘 38。这个阴式凸缘 38 有一个内圆周表面 41，内圆周表面 41 的末端是一个形成一个环形表面的径向表面 39。阳式管形零件 11 在与它的自由端相对的公螺纹部分的旁边有一个外圆周表面 40。阳式和阴式管形零件完全旋拧后，内圆周表面 41 与阳式管形零件 11 的外圆周表面 40 径向相互作用，以便在膨胀前形成一个密封区。表面 40 和 41 二者都是锥形，并且锥形相似。膨胀时，阴式凸缘没有轴向阻挡在阳式零件上，没有像阳式凸缘轴向阻挡在阴式零件的情况一样产生弯曲和反弯曲的现象。因此，阴式凸缘没有轴向延长。膨胀后只产生一个阴式凸缘 38 比相邻阳式零件稍微大的弹性恢复现象。这导致阴式凸缘的内圆周表面 41 与阳式管形零件 11 的相应圆周表面 40 之间的密封接触。旋拧结束时表面 40 和 41 的相互作用可以保证膨胀后弹性恢复时这二个表面之间的接触。

膨胀后表面 40 和 41 之间的密封接触区叫做外密封区 CE，因为这个密封区朝向接头外。

在任何其他方法以外，在 CE 区域处产生的外密封总是小于区域 CI

处产生的密封。

一个管形套筒 34 以同心的方式位于阴式管形零件 12 上。这个管形套筒 34 的内径使操作者可以在旋拧管形零件 11、12 前把管形套筒 34 套在阴式管形零件 12 上，并且使管形套筒 34 与管形零件 12 的外表面 37 接触。这个第二管形套筒延伸在它的整个长度 l_{m2} 上，以便轴向覆盖能够在膨胀前、后形成密封区的圆周表面 40 和 41，并且超过这些表面的二侧，即在螺纹部分旁边和径向表面 39 处。在该例中，管形套筒 34 由一种与管形零件的材料类似的材料构成，并且例如它的弹性极限等于这些管形零件的弹性极限。直径膨胀后，管形套筒产生一个弹性恢复力，这个弹性恢复力加在阴式零件的恢复力上，以便抵抗阳式零件的弹性恢复力。因此通过管形套筒实现阴式零件的紧箍。另外，套筒与阳式零件的内表面之间的弹性恢复的差别导致阴式零件压缩。由于管形套筒 34 覆盖表面 40 和 41，并稍微超过表面 40 和 41，因此压缩表现为阳式零件和阴式零件的密封表面 40 和 41 之间的接触压力比一个没有套筒 34 的螺纹接头增加。还实现了阴式零件对阳式零件的紧箍。管形套筒 34 的存在只比没有管形套筒需要多一点的能量，并大大增强了膨胀后外密封区 CE 处的接触压力(约为 300%以上)。

在所示的实施例中，膨胀前，管形套筒 34 的形成如下：

—覆盖长度 l_{m2} 大约至少等于阴式凸缘 38 的长度加上螺纹部分一个螺纹的宽度的最多 2-8 倍；

—一个限定在接头的最大体积厚度给出的最大径向厚度与一个螺纹零件的弹性恢复上的太小的套筒作用给出的最小径向厚度之间的径向厚度 e_{m2} ：对于外径约为 150mm、厚度为 7-8mm 的管形零件，该径向厚度最好大约为几毫米，例如至少为 1.5mm，并最好为 4-5mm。套筒 34 的推荐厚度最好与阴式凸缘的厚度为同一数量级。膨胀后的径向厚度至少等于 1mm。

无论是套筒 34 还是套筒 36，一个相对阳式和阴式螺纹零件形成材料间断的短套筒比一个附加的长套筒或在阴式零件上简单加厚材料来代替套筒大大提高了密封性能，特别是外密封性。

也可考虑套筒的其它安装方法。

在一个实施例中，管形套筒 34 的其中一端包括一个径向突起 42。因

此操作者在旋拧管形零件 11 和 12 之前把管形套筒 34 从与包括突起的一端相反的一端套在管形零件 12 上,套筒的内圆周表面与外圆周表面 37 接触。管形套筒 34 一直套入到径向突起 42 与径向表面 39 接触。因此管形套筒 34 轴向定位。径向突起 42 还可以粘贴在径向表面 39 上,以便提高接触压力。可以使用一种可以在厌氧条件下在几分钟内硬化的“油脂-胶”,并且这种“油脂-胶”可以在膨胀时保持管形套筒与阴式零件相对就位。膨胀过程中胶层可能发生剪切或裂缝,这不会有什么妨碍。

在一个实施变型中,操作者在旋拧前把管形套筒 36 或/然后 34 套在管形零件 12 上,然后由于阴式管形零件 12 的外周向表面 37 上存在一个标记使套筒轴向定位,标记可以是一个浅槽。和带有径向突起的套筒的情况一样,可以通过“油脂-胶”使管形套筒 36 和/或 34 保持轴向位置。也可以通过阴式管形零件上的非常轻微的紧箍来保持管形套筒 36 和/或 34 的轴向位置。紧箍可以通过加热套筒和/或冷却阴式零件实现。

一个管形套筒的径向厚度可以减小,代价是套筒产生的加强密封性的效果较差。但是对于薄的套筒,可以通过相对阳式和阴式零件 11、12 的弹性极限增加它们的弹性极限稍微补偿密封效果的损失。套筒的弹性极限比阳式和阴式零件的弹性极限高得越多,在一定厚度上的密封性越好。管形套筒的弹性极限能够通过热处理得到改善。但是增加弹性极限一般会降低材料的延展性。可以在足够的延展性与足够的弹性极限之间找到一种折中,足够的延展性是为了能够产生膨胀,而不使套筒破裂,足够高的弹性极限是为了尽管管形套筒的径向厚度有限而保证足够的密封性能。

如果一个管形零件只包括一个外密封区 CE 或内密封区 CI,这个密封区能够保证流体从内向外和从外向内的密封。在这种情况下,“外密封区”和“内密封区”主要是位于阳式或阴式管形零件自由端处的密封区。

附件 I 列举了螺纹接头在接触宽度上的综合接触压力方面的相对性能。这种研究的目的是相对一个简单的参考螺纹接头(案例 1)对符合本发明的不同实施例和这个简单的螺纹接头进行比较。参考接头是一个外径为 152.4mm(6 英寸)的螺纹接头,比重为 27.8kg/m(18.6 磅/英尺),用美国名称的 AISI420 钢制成(13%铬,相当于欧洲名称 X20Cr13),经过 API L80 处理(API=美国石油学会),相当于最小弹性极限为 551MPa。

表 1、2 分别涉及所考虑的每个案例相对参考案例的内密封性的外、内密封性百分比的结果：

—案例 1：参考螺纹接头；

—案例 2：在阳式螺纹零件上覆盖一个非常长的套筒的参考螺纹接头，并且套筒覆盖阳式和阴式凸缘的螺纹部分，厚度为 4.5mm，由与螺纹接头相同的钢材（13%铬）制成，并经过与接头相同的处理（API L80）；

—案例 3：设有二个符合本发明的短套筒（图 8）的参考螺纹接头，厚度、材料和处理与前面的案例相同；

—案例 4：与案例 3 相同，但是只包括一个位于阴式凸缘处的非常薄的（厚度 1.6mm）套筒，并且套筒在它的径向突起处贴在阴式零件上。

—案例 5：与案例 4 相同，但是包括一个经过 API P 110 级处理（相当于弹性极限 $R_{p0.2} \geq 758\text{MPa}$ ）的套筒。

在案例 1 中，内密封出色，但外密封较差（44%的内密封）。一个长套筒（案例 2）只改善了内密封。使用二个厚度与案例 2 类似的短套筒（案例 3）同时改善了外密封和内密封。大大减小厚度（案例 4）可以保留足够的外密封性（只有一个研究）。提高套筒的级别，因此是提高弹性极限（案例 5）可以提高密封性，密封性几乎达到参考案例的水平。

对直径膨胀和膨胀能量，存在套筒产生的尖峰作用非常有限（这里未示）。

对于一个具有二个内密封和外密封区的管形零件，一个管形套筒的实施变型由一个如图 11 所示管形覆盖零件 45 构成，覆盖零件 45 包括图 8 的套筒 34 和 36，套筒 34 和 36 之间通过一个管形的分隔体 46 互相连接。这个分隔体 46 的径向厚度比套筒 34 和 36 的径向厚度小得多，以便在分隔体 46 的整个长度上实际上不抵抗直径膨胀力。

这个覆盖零件的不同安装方法与单独一个管形套筒 34 的方法相同。

本发明不局限于作为例子描述的实施例。

本发明或者用于只有内密封区的接头，或者用于只具有外密封区的接头，或者用于具有密封区中的一个或另一个的接头。本发明可以用于具有其它密封区的接头，例如具有中间密封区的接头。

附件

表 1

案例编号	1	2	3	4	5
外密封性（与案例 1 内密封性的百分比）	44	42	158	89	99

表 2

案例编号	1	2	3
内密封性（与案例 1 内密封性的百分比）	100	220	201

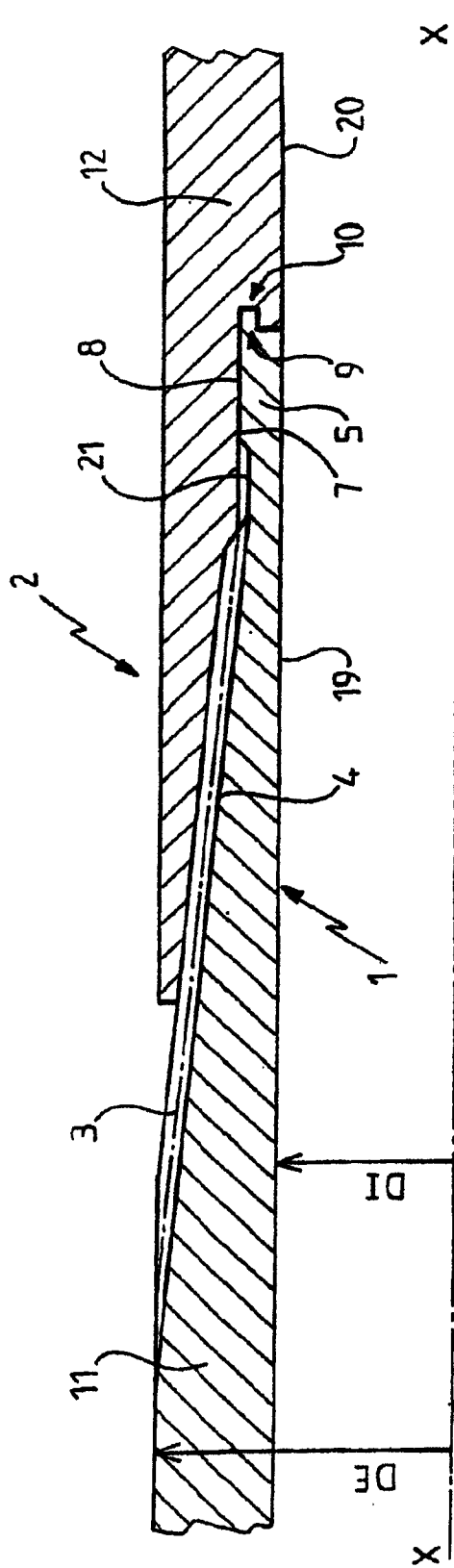


图1

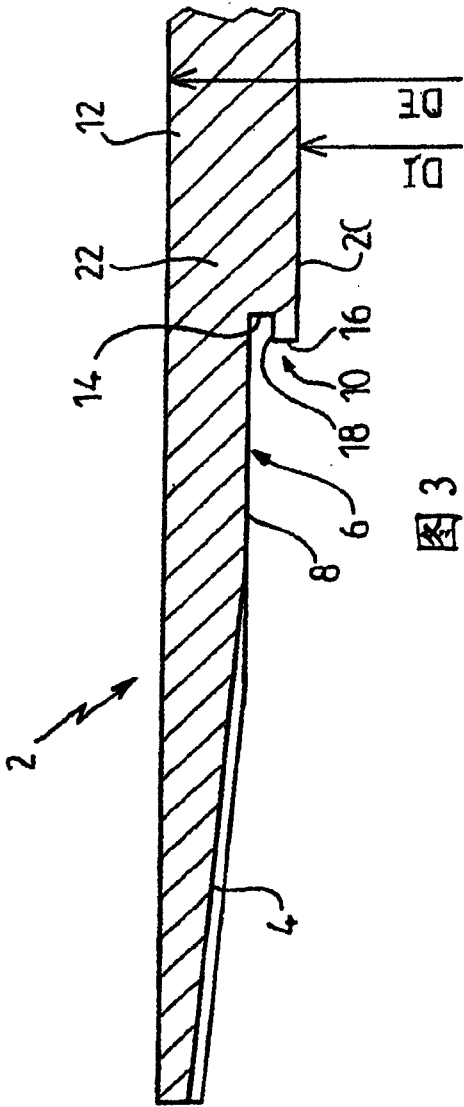


图 3

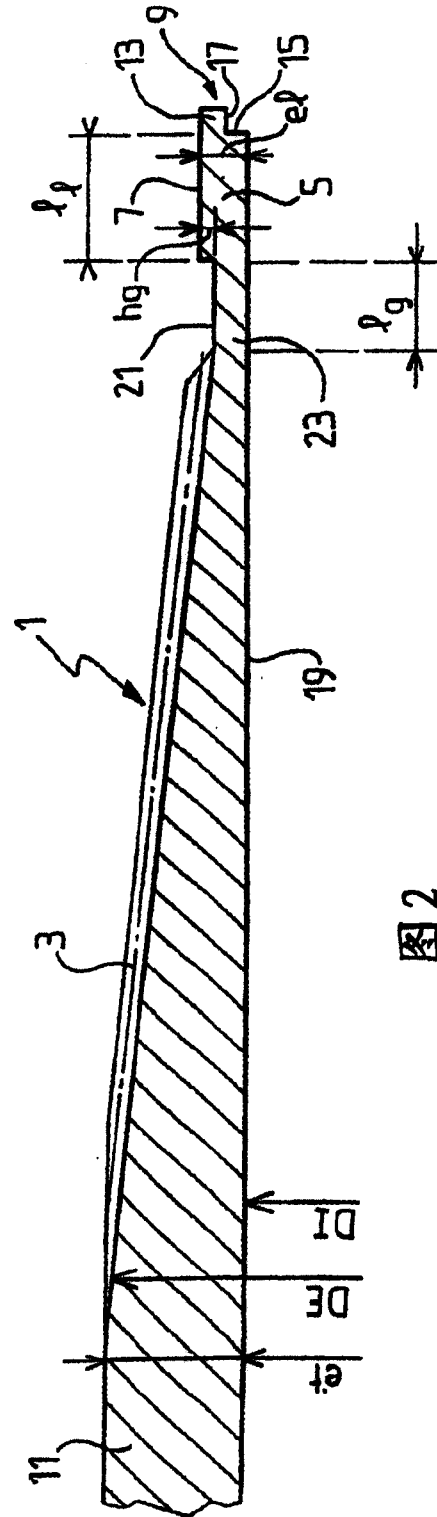


图 2

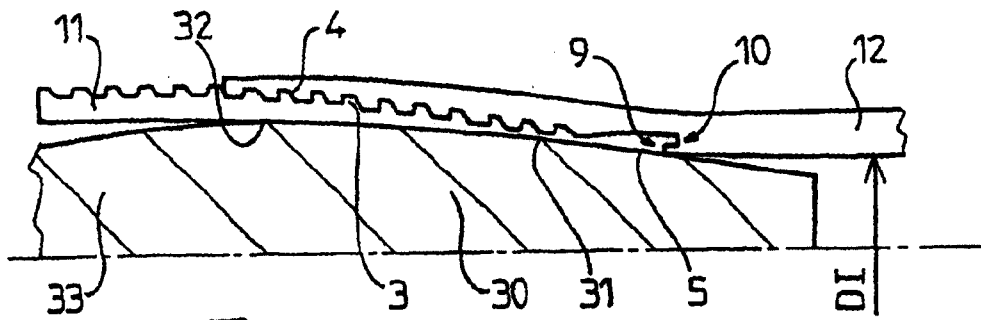


图 4

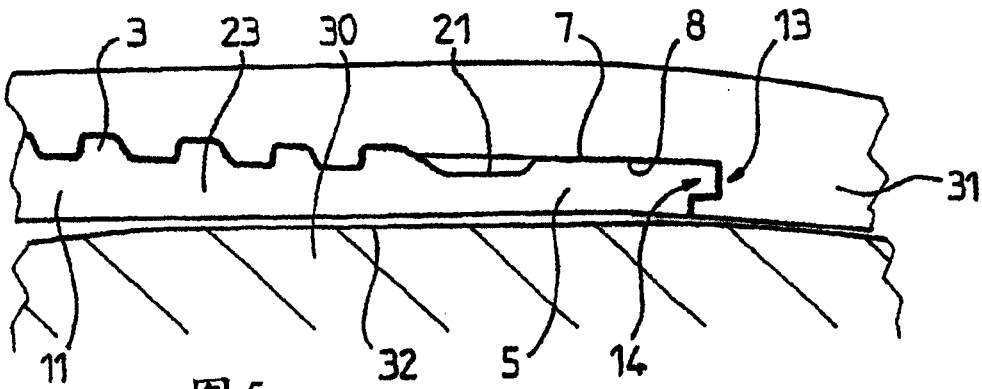


图 5

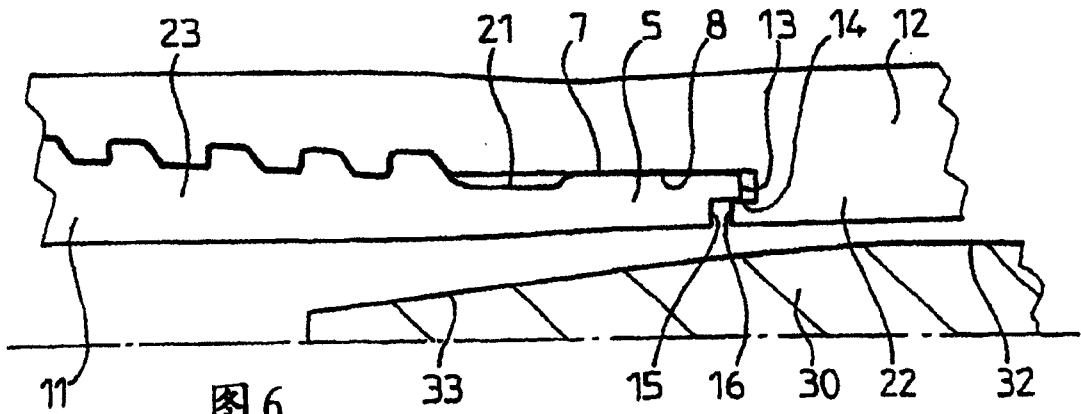


图 6

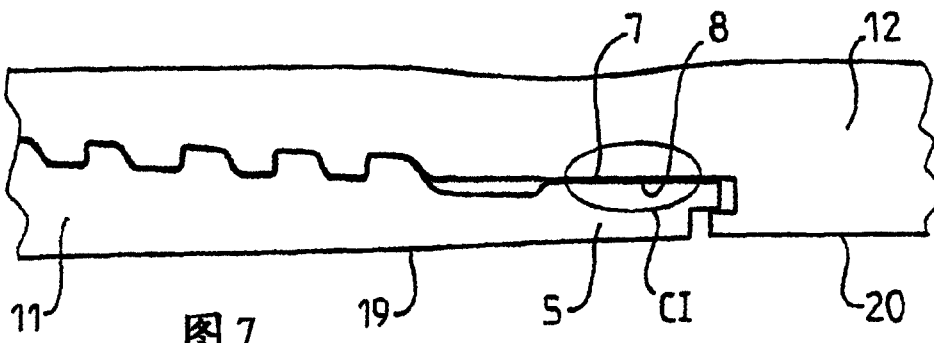


图 7

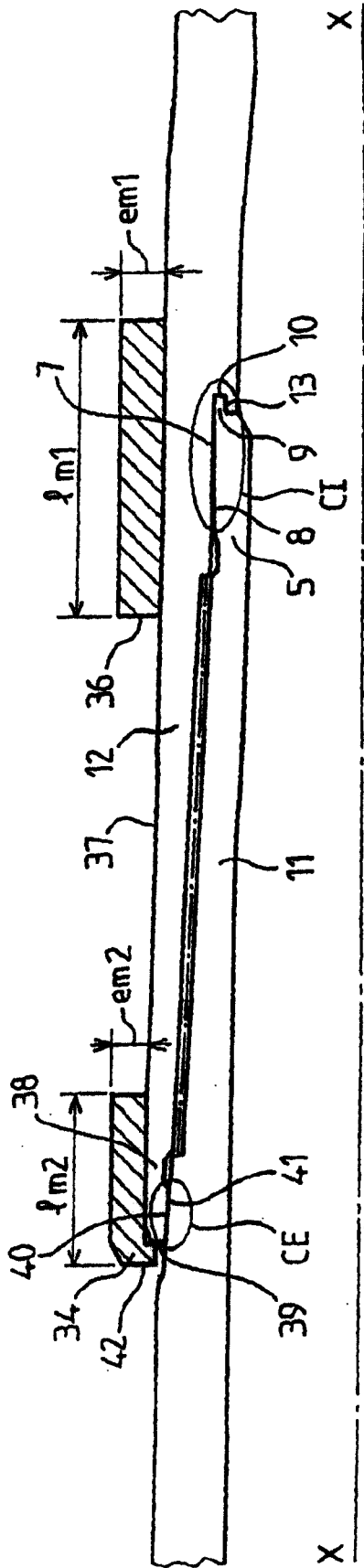


图8

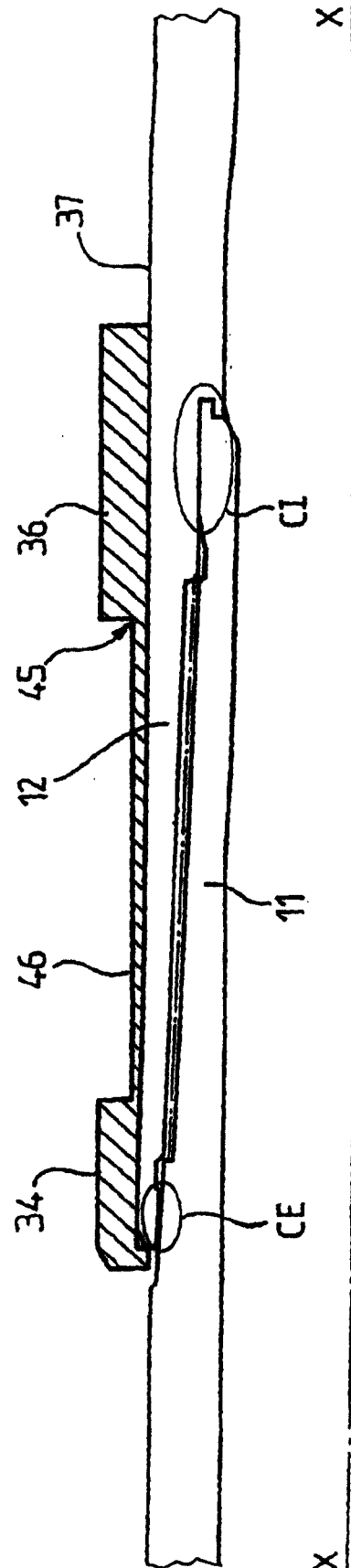


图9