[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
F16L 15/04 (2006.01)
F16L 15/06 (2006.01)
E21B 17/042 (2006.01)
F16J 15/16 (2006.01)

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 01812158.6

[45] 授权公告日 2006 年 12 月 13 日

[11] 授权公告号 CN 1289847C

[22] 申请日 2001.6.25 [21] 申请号 01812158.6

[30] 优先权

[32] 2000.6.30 [33] FR [31] 00/08510

[86] 国际申请 PCT/FR2001/002005 2001.6.25

[87] 国际公布 WO2002/001102 法 2002.1.3

[85] 进入国家阶段日期 2002.12.30

[73] 专利权人 法国瓦罗里克·曼尼斯曼油汽公司

地址 法国欧努瓦艾姆里

[72] 发明人 让－卢克·库龙 蒂里·诺埃尔
加布里尔·鲁西 伊曼纽尔·瓦伦尼

审查员 周晓军

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 肖 鹂 陈小雯

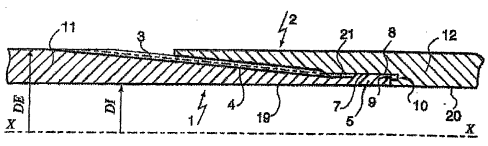
权利要求书 3 页 说明书 14 页 附图 3 页

[54] 发明名称

能够经受直径扩张的管状螺纹连接

[57] 摘要

本发明涉及被扩张的螺纹连接，包括在外螺纹件(1)一端的凸唇(5)和用于所述唇的在内螺纹件(2)上的壳，用以使螺纹连接能够被密封并在经受了大于 10% 的直径扩张后具有最大的内部通路截面。 在扩张前，通过所述面的形状的配合，自由凸端面(9)被插入凹壳的部分横向的凹肩面(10)内，并且凸唇(5)的外周面(7)与凹壳(6)的内周面(8)之间有间隙。 这样的螺纹连接特别适用于在油井中使用的套管或管。



1. 一种用于碳氢化合物井的管状螺纹连接，包括在第一管(11)一端的外螺纹件(1)和在第二管(12)一端的内螺纹件(2)，该外螺纹件包括向所述外螺纹件自由端延伸的外螺纹(3)和凸唇(5)，该凸唇包括以环形的凸端面(9)相对螺纹连接的轴横向终止的外周面(7)，该内螺纹件(2)包括对应于外螺纹(3)的内螺纹(4)和用以容纳凸唇的非螺纹凹壳(6)，所述凹壳包括内周面(8)和环形的凹肩面(10)，该凹壳具有部分横向的定向并具有与凸端面(9)的形状互补的形状，外螺纹(3)和内螺纹(4)配合并到达环形的凸端面(9)和凹肩面(10)通过彼此嵌入而相接合的位置，其特征在于，所述螺纹连接被设计成稍后但是在其处于使用之前在塑性变形区域内经受直径扩张，凸唇(5)的外周面(7)到凹壳(6)的内周面(8)之间设置小的缝隙，而不会径向干涉凹壳，从而凹壳的所述内周面(8)和凸唇的所述外周面(7)在所述螺纹连接在塑性变形区域内经受直径扩张后紧密接触。

2. 根据权利要求 1 所述的管状螺纹连接，其特征在于，凸端面(9)具有槽口形，由螺纹连接的内侧上的横向面(15)和在槽口另一侧的轴向伸出环形舌(13)构成，凹肩面(10)具有槽口形，由指向螺纹连接内部的一侧上的横向面(16)和在另一侧上的环形槽(14)构成，凸槽口的横向面(15)和凹槽口的横向面(16)配合，环形舌(13)和环形槽(14)配合。

3. 根据权利要求 2 所述的管状螺纹连接，其特征在于，环形舌(13)和环形槽(14)的环形壁设置得使槽的环形壁(18，26)在螺纹连接的连接位置内径向地和舌的环形壁(17，25)干涉配合。

4. 根据权利要求 3 所述的管状螺纹连接，其特征在于，环形舌(13)的环形壁(17，25)稍微成锥形并向舌的自由端汇合，并且，环形槽(14)的环形壁(18，26)稍微成锥形并向槽的基部汇合，槽的壁的倾斜度等于舌的壁的倾斜度。

5. 根据权利要求 2 到 4 中的任一项所述的管状螺纹连接，其特征在于，凸凹槽口的横向面(15，16)彼此相对接合。

6. 根据权利要求 2 到 4 中的任一项所述的管状螺纹连接，其特征在于，环形舌(13)的径向厚度(ed)基本等于凸唇(5)的横向面(15)的厚度。

7. 根据权利要求 2 到 4 中的任一项所述的管状螺纹连接，其特征在于，环形舌(13)的轴向测量的长度(hd)基本上等于其径向厚度(ed)。

8. 根据权利要求 1 到 4 中的任一项所述的管状螺纹连接，其特征在于，凸唇的外周面(7)和凹壳的内周面(8)之间的小缝隙小于或等于 0.3mm，所述缝隙是垂直于所述周面测量的。

9. 根据权利要求 1 到 4 中的任一项所述的管状螺纹连接，其特征在于，凸唇的外周面(7)和凹壳的内周面(8)是圆柱状的。

10. 根据权利要求 1 到 4 中的任一项所述的管状螺纹连接，其特征在于，凸唇(5)的厚度(e_l)在第一管(11)的厚度的 1/3 到 2/3 的范围内。

11. 根据权利要求 1 到 4 中的任一项所述的管状螺纹连接，其特征在于，凸唇(5)的长度(l_1)和厚度(e_l)满足唇的长度和厚度的比值在范围 1 到 4 之间。

12. 根据权利要求 1 到 4 中的任一项所述的管状螺纹连接，其特征在于，外螺纹件(1)具有槽(21)，其在螺纹和凸唇(5)之间的外螺纹(3)的端部。

13. 根据权利要求 12 所述的管状螺纹连接，其特征在于，槽(21)的深度(hg)等于外螺纹(3)的高度。

14. 根据权利要求 12 所述的管状螺纹连接，其特征在于，槽(21)的长度(lg)和深度(hg)使得槽的长度在其深度的 2 倍到 8 倍的范围内。

15. 根据权利要求 1 到 4 中的任一项所述的管状螺纹连接，其特征在于，第一管和第二管(11，12)在外螺纹件(1)、内螺纹件(2)和管体处具有相同的内径(DI)。

16. 根据权利要求 15 所述的管状螺纹连接，其特征在于，第一管和第二管(11，12)在外螺纹件(1)、内螺纹件(2)和管体处具有相同的外径(DE)。

17. 根据权利要求 1 到 4 中的任一项所述的管状螺纹连接，其特征在于，它是整体型的。

18. 根据权利要求 1 到 4 中的任一项所述的管状螺纹连接，其特征在于，用包括固氮元素的钢制造外螺纹件(1)、内螺纹件(2)，这样，通过加工硬化使钢对时效不敏感，其中，对钢进行热处理，使其均匀的延长特征最大化。

19. 一种用于碳氢化合物井的密封的管状螺纹连接，其特征在于，该螺纹连接是从根据权利要求 1 到 4 中的任一项的管状螺纹连接在使用之前经历最后的操作得到的，所述最后的操作包括在塑性变形区中的直径扩张，接着凹壳的内周面(8)与凸唇的外周面(7)径向干涉，由此获得这两个面之间的紧密接触。

20. 根据权利要求 19 所述的密封的管状螺纹连接，其特征在于，在凸唇

(5)的自由端以及在外螺纹侧上的其另一端处，凸唇(5)相对于第一和第二管的内周面(19,20)不存在内部凸起。

21. 一种生产用于碳氢化合物井的密封管状螺纹连接的方法，其特征在于，在第一步骤中，提供如权利要求 1 到 4 中的任一项所述的管状螺纹连接，称为“可扩张的管状螺纹连接”；在第二步骤中，所述可扩张的管状螺纹连接在塑性变形区域内经受直径扩张，使得在直径扩张步骤结束时，凹壳的内周面(8)与凸唇的外周面(7)干涉，实现这两个周面之间的紧密接触。

22. 根据权利要求 21 所述的生产密封管状螺纹连接的方法，其中直径扩张的步骤是这样进行的：通过将扩张心轴(30)通过管状螺纹连接之内，所述扩张心轴的最大直径大于可扩张的管状螺纹连接的螺纹件的内部直径(DI)。

23. 根据权利要求 21 或 22 所述的生产密封管状螺纹连接的方法，其特征在于，管状螺纹连接所经受的直径扩张大于 10%。

24. 根据权利要求 21 或 22 所述的生产密封管状螺纹连接的方法，其特征在于，可扩张的管状螺纹连接是整体型的，并且其中，扩张心轴(30)从外螺纹件(1)向内螺纹件(2)移位。

能够经受直径扩张的管状螺纹连接

技术领域

本发明涉及一种能够经受直径扩张所引起的塑性变形的管状螺纹连接，并涉及在这样的扩张后所获得的连接。

背景技术

已知的管状螺纹连接形成在两个很长的管之间或很长的管和联接器之间，并尤其适用于生产用于碳氢化合物井等(例如地热井)的管套柱或管套。

通常，钻井时使用不同直径的工具，使用例如直径为 500mm 数量级的大直径的工具钻井的顶部；而使用直径为 150mm 数量级的小直径的工具钻井的底部。然后，使用多个从表面悬挂的同心套柱套在井的内部，直径较大的管从地面延伸到几百米的深度，直径较小的管从地面延伸到井的底部。套管和地之间的空间通常被封死。

当井被完全钻透并套住时，管套被向下放入到直径较小的管套柱的内部，以便允许碳氢化合物升到地面。

因此，装配钻井设备要求使用大量的不同尺寸的管，这些管子应尽量地薄，这样在地面附近就不需要太大的套管直径。

考虑到所需的机械性能，通常用热处理后的钢生产套管和成品管(production pipe)，并通过螺纹连接把这些管子连接起来，螺纹连接的厚度通常大于管的常规部分，并要求同心套柱的直径之间有缝隙。

来自美国石油组织的 API 规范 5CT 定义了很长的管(整体连接管，流线型套管)之间的管状螺纹连接和包括两个通过使用联接器来连接两个长管的螺纹连接的螺纹和联接器连接。

很多专利已经改进了这样的连接和螺纹连接：例如，法国专利 FR1489013，欧洲专利 EP0488912 和美国专利 US4494777 的目的是生产一种管被称为“高级”连接的管状螺纹连接，由于金属-金属密封面和凹、外螺纹件之间的接合，该连接有特别好的密封效果。

最近，人们思考出了在碳氢化合物井中使用管套柱的新方法，包括通过

使用压入柱内侧的心轴来将管的直径扩张 10%到 20%: 参见以下专利或专利申请: WO93/25799, WO98/00626, WO99/06670, WO99/35368, WO00/61951, GB2344606, GB2348657。

这样的扩张，例如，允许放置管套柱时不必封死管的外周面和钻入地面的孔的表面之间的空间，或相对孔向下降低体积很小的套柱。

这样的扩张还使得能够塞住由于腐蚀或钻套的摩擦而在套管或油管内穿透形成的孔，或使得能够下降体积很小的管，该管一旦到位便扩张到希望的直径。

但是，扩张技术应该首先允许待钻的井在其整个长度上具有均匀的直径，并且使用直径恒定的套柱来装套管，未扩张状态下的管被引入，然后扩张以适应井的直径。

因此，通过除去直径最大且最厚的管可以极大地减少装配钻井设备所需的管数，并因而减少了井的开发成本。甚至可以考虑直接使用套管柱钻井，这时套管柱用作钻套。

但是现有技术的管状螺纹连接(例如 US4494777 所描述的)无法实现如上应用。

使用这样的连接，在扩张后:

- 会发现缺少密封，该密封专门防止沿柱液压心轴来进行扩张;
- 从向着连接内部的凸端发现浇口，通过产生进入由工作内径所限定的空间的内部凸起，其很大程度地并不可接受地减小了套柱的工作内径;
- 可能地，由于超过了一定的特定的高压区域的变形范围，观察到唇的断裂，这是因为沿凸内螺纹件的厚度相对管体的厚度发生变化。

鉴于上述原因，以上引用的涉及扩张技术的文献仅仅描述了焊接连接(先前端部焊接的管卷，从表面展开)或摩擦连接(“滑动”)作为管间连接的实施例，尽管螺纹连接的综合机械强度、在所有工作条件下的密封和进行一系列顺序地装配和拆卸过程的可能性是公知的。

应该明白，US5924745 和 WO98/42947 描述了连接被称为“EST”管(可扩张开槽管)的螺纹连接，这种管设置有纵向开槽，通过将扩张心轴穿过这些管，该开槽允许在碳氢化合物井的底部的管直径扩张。这样的螺纹连接的目的不是提供密封，假定管设置有横跨管壁并允许在管外侧的流体(来自油

田的碳氢化合物)进入管内并上升到地面的开槽。

发明内容

因此，我们寻求开发出一种能够抵抗井内的扩张操作、并在所述扩张操作后对流体及对气体(如果可能的话)密封的管状螺纹连接。

我们还寻求一种生产简单、便宜的管状螺纹连接。

我们还寻求一种在工作条件下具有良好的冶金特征的螺纹连接，并因而在扩张后具有在该条件下的足够的屈服强度，并且不具有脆性，具有良好的应力裂纹特征。

本发明提供了一种用于碳氢化合物井的管状螺纹连接，包括在第一管一端的外螺纹件和在第二管一端的内螺纹件，该外螺纹件包括向所述外螺纹件自由端延伸的外螺纹和凸唇，该凸唇包括以环形的凸端面相对螺纹连接的轴横向终止的外周面，该内螺纹件包括对应于外螺纹的内螺纹和用以容纳凸唇的非螺纹凹壳部分，所述凹壳包括内周面和环形的凹肩面，该凹壳具有部分横向的定向并具有与凸端面的形状互补的形状，外螺纹和内螺纹配合并到达环形凸端面和凹肩面通过彼此嵌入而相接合的位置，所述螺纹连接被设计成稍后但是在其处于使用之前在塑性变形区域内经受直径扩张，凸唇的外周面到凹壳的内周面之间设置小的缝隙，而不会径向干涉凹壳，从而凹壳的所述内周面和凸唇的所述外周面在所述螺纹连接在塑性变形区域内经受直径扩张后紧密接触。

本发明提供了一种用于碳氢化合物井的密封的管状螺纹连接，该螺纹连接是从根据上述管状螺纹连接在使用之前经历最后的操作得到的，所述最后的操作包括在塑性变形区中的直径扩张，接着凹壳的内周面与凸唇的外周面径向干涉，由此获得这两个面之间的紧密接触。

本发明提供了一种生产用于碳氢化合物井的密封管状螺纹连接的方法，在第一步骤中，提供如上述管状螺纹连接，称为“可扩张的管状螺纹连接”；在第二步骤中，所述可扩张的管状螺纹连接在塑性变形区域内经受直径扩张，使得在直径扩张步骤结束时，凹壳的内周面与凸唇的外周面干涉，实现这两个周面之间的紧密接触。

根据本发明，用于扩张的管状螺纹连接包括外螺纹件和内螺纹件，外螺纹件带有在第一管的端部的外螺纹，内螺纹件带有在第二管的端部的内螺

纹。

在外螺纹之外并向元件的自由端移动，外螺纹件包括不带螺纹的凸唇，其具有外周面，外螺纹件中止在凸端面，该凸端面是环形的并带有部分横向定位。

内螺纹件包括和外螺纹配合的内螺纹和用于凸唇的不带螺纹的凹壳。该壳包括内周面和环形的凹肩面，该凹肩面带有和第二管的内周面相连的部分横向定向部分。

外螺纹和内螺纹配合并进入凸端的表面对着凹肩的表面结合的位置。

根据本发明的一般特征，使得管状螺纹连接能够被密封，并且，在经受塑性变形区域内的直径扩张之后，该管状螺纹连接具有最大的内部截面，在扩张前，凸端和凹肩的表面的形状互补，将凹端面嵌入凹肩面内。

此外，凸唇的外周面距凹壳的内周面设置小缝隙。

将凸端面嵌入凹肩面内意味着：当位于凹端外的第二管的全厚度区域在扩张过程中相对连接轴倾斜时，会出现弯曲力矩。

嵌入使得在直径扩张的条件下，能够通过凸唇的外周面的一部分和凹壳的内周面的对应部分之间的金属/金属接触压力在螺纹连接上组成环形密封区域。

嵌入还可以防止在扩张过程中所述自由端向套柱内部的任何自然趋势，并在缺少这样的嵌入的条件下产生内部突出。

将在说明书的详细部分说明在扩张过程中的这种性能，发明人意外地发现了该特性。

术语“凸唇的外周面和凹壳的内周面之间的小缝隙”是指垂直这些面的、测量值为 0.3mm 或更小的缝隙。

在凸唇的外周面和凹壳的内周面之间不存在明显的径向干涉意味着，在非扩张连接中，这些周面不用作密封面。发明人指出，在扩张螺纹连接之前，这些表面之间的径向干涉对于扩张后生成密封的连接是不必要的。

他们还指出，这些面之间的过大空间不允许它们在扩张后进行获取密封的螺纹连接所必需的干涉配合。

现有技术文献 US4611838 描述了一种螺纹连接，其带有与凹壳对应的凸唇，还带有包括环形齿的凸端的环形面和包括环形槽的凹肩的环形面，这两个面彼此靠着，具有环形外周边端面的凸唇和具有锥形内周面的凹壳。

在配合的末尾，这些周面径向地干涉，从而构成密封面；US4611838 的目的是：由于这些周面的形状和用于齿的下表面的槽的下表面的支持效果，在配合的末尾，可以最大化凸唇的外环形周面和凹壳的内锥形周面之间的径向干涉(并且因而为螺纹连接提供密封)。

但是，该专利中的凸端面没有全部地嵌入螺纹连接的凹肩面内，所以在凸唇自由端的舌处的侧壁和在凸唇自由端的基处的凹槽的上壁之间的自由空间导致不能向凸唇的自由端传送弯曲力矩。

在该文献中没有对带有塑性变形的直径扩张的表面密封的效果提出暗示，也没有对螺纹连接能够成功地经受这样的扩张做出暗示。依发明人的经验，根据美国专利 4611838 的螺纹连接的密封在这样的扩张后难以保证。

美国专利 3870351 描述了一种凸唇和凸凹壳的结构，该结构接近美国专利 4611838 的结构，自由凸端的表面外突地弯曲，并与内凹地弯曲的凹肩的表面配合，以便产生两组金属-金属密封面，一个在弯曲表面的高度，另一个在凸唇的外周面并且在凹壳的内周面上。这样的结构可以增加周边密封面之间的径向干涉。

国际专利申请 WO99/08034 描述了方形螺纹的螺纹连接，其具有对应于凹壳的凸唇，还具有以槽口形状出现的环形凸端面和凹肩面，这两个面彼此接合并相对嵌入。凸唇的外周面和凹壳的内周面具有圆柱形的部分，当凸凹槽口被嵌入时，该部分径向地彼此干涉，以便在配合的末端形成一组周边密封面。

最后，美国专利 6047997 描述了一种用于对密封没有特殊要求的地下输送管的钻套结构。该专利中的凸端面嵌入凹肩面内，但是数字显示凸唇的外周面和凹壳的内周面之间有大的空间。

这些被引用的文档没有一个描述了和本发明的结构相同的结构。此外，它们中没有一个考虑到螺纹连接的直径扩张，也没有描述在这样的扩张后产生密封的螺纹连接的可能。

优选地，根据本发明，为了使凸端面能够嵌入凹肩内，凸端面具有槽口的形状，它是由指向螺纹连接内部的一侧上的横向面和在相对侧上的轴向伸出的环形舌构成的。为了和凸端面配合，凹肩面具有槽口的形状，并由指向螺纹连接内部一侧上的横向面和相对侧上的环形槽构成的，凸端面的横向面和凹肩面的横向面配合，环形舌与环形槽配合。

在本发明中，极为优选地，槽的环形壁和舌的壁进行干涉配合。

优选地，在配合位置，槽口内侧的横向面彼此接合。或者，它们能简单地准接触。

优选地，凸槽口上的舌的径向厚度基本上等于同一槽口的横向面的厚度。

优选地，凸槽口的舌的轴向长度基本上等于其径向厚度。

优选地，凸唇的外周面和凹壳的内周面是圆柱形的表面：因而，机械加工这些非干涉面非常简单和便宜。

优选地，凸唇的厚度在第一管厚度的 1/3 到 2/3 的范围内。

凸唇厚度的这个范围可以保证在螺纹基部的严格的截面，该截面足以在螺纹连接的轴向拉伸上提供足够的强度。

优选地，凸唇的长度和厚度之间的比例在范围 1 到 4 之间，凸唇的长度从凸槽口的横向面开始测量。

该比例的最大值允许凸唇和凹壳在扩张期间的塑性变形；这些塑性变形产生了在很高的接触压力下彼此配合的表面，并因而为扩张后的螺纹连接提供了密封。

该比例的最大值使得能够避免凸唇不受控制的扣结，该扣结将会导致所述唇伸入管套柱的内侧。

极为优选地，外螺纹具有在螺纹和凸唇之间的螺纹端部处的槽。在螺纹连接的扩张过程中，该槽促进塑性变形。

优选地，槽的深度基本上等于外螺纹的高度，这样，外螺纹的基部向槽的基部开口。

优选地，槽的长度是其深度的 2 到 8 倍。如果长度/深度的比例小于 2，那么该槽将不再促进唇的塑性变形。如果长度/深度的比例大于 8，在扩张期间会导致材料向柱的内部扣结的高风险。

本发明还可以有利地应用于具有锥形螺纹的螺纹连接和具有单/或多级的直螺纹的螺纹连接。

优选地，在螺纹件和在管体度处第一管和第二管具有相同内径，从而促进了扩张操作。

优选地，对于外径也是相同的。

极为优选地，螺纹连接本质上是整体形的，即，每个管都是很长的管，

包括位于其一端的外螺纹和位于另一端的内螺纹，一个管的外螺纹配合在另一个管的内螺纹内，并延续下去构成一个套柱。

本发明的目的是保护螺纹连接的塑性变形区域内的直径扩张所导致的密封的螺纹连接，如上所定义的。

优选地，所进行的直径扩张大于 10%。

本发明的目的是保护如上所述的处于非扩张和扩张条件下的螺纹连接，其中，通过加工硬化，用包括使得钢对时效不敏感的固氮元件的钢生产螺纹件。还要热处理这种钢，使其均匀的延伸特征最大化。这也导致工作中的良好性能。

本发明的目的是保护用以生产密封的管状螺纹连接的方法。

根据该过程，从上述的本发明的管状螺纹连接开始，其被称为“初始管状螺纹连接”，不需要密封性能，通过使用直径比初始螺纹连接的管的内径大的扩张心轴，使该初始螺纹连接在塑性变形区经受直径扩张，该扩张心轴轴向地位于初始螺纹连接内。凸唇和凹壳的尺寸使得在心轴通过的过程中，凸唇和凹壳一起首先经受塑性弯曲变形，同时仅有凹壳随后经受相反的校直方向的塑性变形，该变形最终使凸唇和凹壳干涉配合。

优选地，由于在外螺纹一侧上的凸唇的端部存在槽，可以对凸唇弯曲进行限制。

优选地，所采用的管状螺纹连接本质上是整体的，并且扩张心轴从外螺纹件向内螺纹件移位。

附图说明

附图展示了本发明非限定性的实施例。

图 1 示出了直径扩张前的本发明的螺纹连接;

图 2 示出了图 1 中的螺纹连接的外螺纹件;

图 3 示出了图 1 中的螺纹连接的内螺纹件;

图 4 到图 7 示出了处于扩张过程的不同阶段的本发明的螺纹连接;

图 4 示出了螺纹连接的扩张阶段;

图 5 示出了弯曲阶段;

图 6 示出校直阶段;

图 7 示出了经受扩张过程的螺纹连接的最终阶段;

图 8 示出了图 2 在凸自由端的细节;

图 9 示出了图 3 在凹壳端的细节;

图 10 示出了图 1 的细节。

具体实施方式

图 1 示出了本发明的螺纹连接，包括位于第一管 11 一端的外螺纹件，该外螺纹件进入位于第二管 12 一端的内螺纹件 2 并与之接合。外螺纹件的内径等于管 11，12 的内径 DI。此外，在本发明中内螺纹件的外径等于管 11，12 的外径 DE，但是也可以不等。

图 1 所示的螺纹连接处于任何直径扩张操作前的简单相接配合状态。

所示的第二管 12 是很长的管，但也可以是装配有内螺纹件 2 和对称设置的第二内螺纹件的联接器(未示出)，该第二内螺纹件和位于另一长管端部的外螺纹件配合。

图 2 单独示出了外螺纹件。

它包括带有梯形螺齿的锥形外螺纹 3，并通过由槽 21 和凸唇 5 构成的非螺纹部分向其自由端延伸，并中止于环形的凸端面 9。

槽 21 是浅 U 形的形状。

它紧接着螺纹的考试，且其深度 hg 等于外螺纹 3 的螺齿的高度。所以，槽的基部到达螺纹的第一螺齿的根部。

槽的宽度 lg 基本上等于其深度 hg 的四倍。

唇 5 包括:

a) 圆柱状的外周面 7;

b) 内周面 19，其对应于第一管 11 的圆柱状内周面的端部区域。

所以，凸唇 5 具有均匀的厚度 e_1，该厚度基本上等于第一管 11 的厚度 e_t 的一半。从槽的端部到横向面 15(以下对其限定)所测量的唇的长度 l_1 基本上等于唇的厚度 e_1 的三倍。

凸端面 9 形成了图 8 中详细示出的槽口。凸环形的横向面 15 和轴向伸出的环形舌 13 构成了该槽口。凸的横向面 15 位于槽口的一侧上，指向螺纹连接的内部。

环形舌 13 的环形壁 17，25 不是严格平行的，而是稍微地向舌的自由端汇聚；这些壁因而呈稍微锥形的表面承载，这些表面和配件的轴共心，且其

顶点半角为 1 到 2 度。

环形舌 13 的径向厚度(ed)基本上与横向面 15 的相同，而舌的长度(hd)(或其轴向投影)基本上等于舌的径向厚度(ed)。

图 3 单独示出了内螺纹件 2。

内螺纹件包括带有和外螺纹 3 配合的梯形螺齿的内螺纹 4 和相对内螺纹 4 位于内螺纹件的自由端的相对一侧上的非螺纹部分。该非螺纹部分形成了和外螺纹件 1 上的凸唇 5 对应和配合的凹壳 6。

凹壳 6 具有内周面 8，该面是圆柱状的，在一侧上和内螺纹 4 连接，在另一端上经过凹肩面 10 和第二管 12 的圆柱状内周面 20 连接。

内周面 8 的直径稍微大于凸唇 5 的外周面 7 的直径，这样，在外螺纹件配合进入内螺纹件的过程中外周面 7 和内周 8 可以以很小的间隙彼此相对滑动，例如 0.2mm 的间隙。

凹肩(参见图 9)具有环形的凹肩面 10，该面以基本对应的方式设置，且其形状基本对应于凸端面 9 的形状。环形的凹肩面 10 形成由凹横向面 16 和环形槽 14 构成的槽口。

凹横向面 16 位于槽口的一侧上，朝向螺纹连接的内部。

环形槽 14 的轴向深度(Pr)稍微大于环形舌 13 的轴向长度，这样，在连接位置，凹和凸环形的横向面 15，16 彼此接合，同时环形舌 13 的端部不会抵到环形槽 14 的基部(参见图 10)。

环形槽 14 的环形壁 18，26 不是严格平行的，而是向槽的底部稍微汇合；这些壁因而呈稍微锥形的面，这些面和连接的轴共心，并且其顶点半角是 1 到 2 度，和环形舌 13 的环形壁 17，25 的顶点半角相同。

所以，槽的径向宽度(lr)在槽的整个长度上不是严格恒定的；对其进行适应性修改，使得环形舌 13 的周边壁在配合位置稍微靠前处接触环形槽 14 的对应壁。

这样使得可以在凸唇的圆柱状外周面 7、凹壳的圆柱状内周面 8 之间提供所需的小间隙，还可以通过环形槽 14 提供环形舌 13 的干涉配合。横向面 15，16 的干涉配合和接合构成了用以确保凸端面 9 嵌入凹肩面 10 的优选模式。

图 4 到图 7 说明了当通过心轴将管的直径扩张 15%时所发生的变形现象，该管使用已经描述的能够最终生产密封扩张联接的螺纹连接。

在金属材料上进行的这样的变形导致金属的塑性变形。

所以，例如，位于扩张的上游的第二管 12 扩张前的外径为 139.7mm(5 1/2”)，并且，结果，在还未变形部分，该值变为第一管 11 的外径 157.5mm(6.2”)。鉴于这个原因，用于管的金属必须能够接受塑性变形。

所产生的塑性变形增加了产品的屈服强度：变形后，初始屈服强度为 310MPa(45KSI)的管的屈服强度增加到 380 MPa。

使用带有合适的最大直径的心轴 30(图 4)以已知的方式扩张直径，通过使用钻套拉心轴或在例如液压下推心轴来使心轴通过。

该心轴，例如，是双锥形的，包括其上进行扩张的进入锥体 31，圆柱状中间部分 32 和锥形退出部分 33。心轴部分的所有表面利用合适的曲率半径连接在一起。

国际专利申请 WO93/25800 公开了进入锥体的角度，该锥体尤其适用于用于开采碳氢化合物井的 EST 管的直径扩张。

在用以制管的金属的变形能力足够的前提下，端部截面恒定的第一管 11，第二管 12 不会在心轴通过的过程中出现任何特殊问题。

出现需要克服的问题的原因在于管的端部的螺纹件比管体的薄，且凸部分和对应的凹部分以不同的方式变形。

如果用本发明的螺纹连接进行控制，这些不同的变形使得能够生产出在直径扩张后密封的螺纹连接，而不需要在管的内周面上布置不利的局部轮廓。

如图 4 到图 7 所示，螺纹连接的扩张过程可被分为 4 个阶段。

尽管可以在相反的方向进行扩张操作并能产生满意的结果，但是在所示的变形的优选实施模式中，心轴从第一管 11 的外螺纹件 1 向第二管 12 的内螺纹件 2 移位。

a)心轴锥体的扩张阶段

图 4 示出了该阶段的螺纹连接。

利用心轴 30 的进入锥体 31 进行扩张，图 4 示出了直径扩张过程中的外螺纹 3 和内螺纹 4。

在图 4 中，心轴 30 的进入锥体 31 使凸唇和对应的凹壳区域开始变形，这是通过弯曲它们使它们相对连接的轴倾斜来实现的。

在该扩张阶段，在心轴 30 通过时作用的反作用载荷被逐渐从第一管 11

传递到第二管 12。

由于这些反作用载荷，凸唇 5 在该扩张过程中受到环形的凹肩面 10 的轴向压缩。

扩张阶段的结束对应着外螺纹件抵达心轴 30 的进入锥体 31 的末端。

b)弯曲阶段

在该阶段，凸唇被位于心轴的中间部分 32 的高度：参见图 5。

i)凸唇

凸唇 5 的每一端受到相反方向的弯曲力矩的作用。

由于配合槽口形状的凸端面 9/凹肩面 10 和环形舌 13/环形槽 14 的干涉配合系统，凸端面 9 嵌入凹肩面 10。

槽口的嵌入迫使凸唇 5 的自由端区域超越凹肩跟随内螺纹件的全厚度区域 22 倾斜，该全厚度区域 22 仍然经受心轴的进入锥体 31 的扩张，并因而在该位置产生弯曲力矩。

在外螺纹 3 一侧上的凸唇的另一端不再受支承，并且，相反地，在凸唇上施加弯曲力矩，该力矩相对凸唇的自由端上的力矩是相反的。

在凸唇两端的带有相反符号的弯曲力矩使凸唇 5 如图 5 所示的弯曲成香蕉形，并且凸唇 5 的外周面成为外凸的弓形。

在扩张阶段的末尾，凸唇 5 内的轴向压缩促进其在弯曲运动的效果下的弯折。

位于凸唇 5 和外螺纹 3 之间的槽 21 起塑性支点的作用，其通过限定弯曲所能影响到的宽度加强了凸唇的弯曲。

但是，在此处必须小心，使凸唇处的轴向压应力不会引起槽下金属 23 的扣结(bulkling)，这导致槽下的金属相对内周面 19 突出。

ii)凹壳

在凹壳内也会发生相同的弯曲现象。

在心轴的中间部分通过的过程中，与凸唇的相对较薄区域相比相对较硬的全厚度区域 22 经受额外的扩张，这样全厚度区域 22 的内径变得比心轴 30 的中间部分 32 的大。在 WO93/25800 中描述了额外扩张的现象。

c)校直阶段

图 6 示出了该阶段，该阶段对应于凹的全厚度区域 22 的在心轴 30 的中

间部分 32 上通过。

i)凹壳

在拉伸应力和圆周应力的作用下，前一阶段产生的弯曲趋于减小到0，产生和弯折相反的轴向弯曲应力，并因而进行校直。

这些应力所产生的弯曲力矩和校直部分上游的材料的厚度成比例。当到达全厚度管 12(区域 22)的时刻，弯曲力矩不足以将凹壳的内周边区域校直，该内周边区域随后趋于向产品的轴倾斜(dip)。该行为显示为管 12 外径的局部减小。

ii)凸唇

由于凹部被校直，弯曲所导致的轴向尺寸的差异被减小。因而凸唇 5 逐渐地失去其受压状态。随后，最初接合的横向面 15，16 分开。该现象通过凹壳内周面 8 的倾斜(dip)而产生打开接合的横向面 15，16 的效果而加强。

b)最终阶段

图 7 示出了心轴通过后，螺纹连接的最终阶段。

由扩张产生的圆周应力导致凸唇的外周面 7 和凹壳的内周面 8 的干涉配合。外周面 7 和内周面 8 在扩张阶段显示出了自动干涉配合，确保了密封。由于凸端面 9、凹肩面 10 的嵌入产生了足够的塑性变形，凸唇 5 没有向轴倾斜。

心轴通过后，考虑塑性变形，螺纹联接件的回弹可以被忽略。

径向的干涉配合引起了几十个 MPa 的接触压力，在螺纹连接上施加的内部压力或外部压力的条件下，足够确保密封。

当在 10 到 30MPa 的压力下，液压地推动心轴 30 来进行扩张时，密封也是必须的；已经扩张了的联接的任何程度的泄漏会阻碍心轴进一步地沿套柱进入并因而阻碍了扩张过程。

应该明白，在最终阶段，可能出现环形舌 13 不再在环形槽 14 内并尤其不再在槽内的环形壁 18 上。

本发明的特征可以获取希望的结果。

由于凸端面 9 不与凹肩面 10 配合，所以导致在校直过程中，该端倾斜并导致初始接合的横向面 15 和 16 分开，还导致凸唇的下端伸入套柱内部，这是无法接受的。套柱不再允许给定尺寸的装置或工具被向下移动。

扩张前，螺纹连接的凸唇 5 的外周面 7 和凹壳 8 的内周面之间的间隙过大将不能在扩张的末尾提供这些面之间的干涉配合。

扩张前的初始状态下的这些面之间的径向干涉配合易于受到扩张阶段这些面之间的变形差异(弯曲度，校直)的负面影响，该变形差异在扩张操作的末尾产生了这些面之间的干涉配合。

带有横向面 15，16 的环形槽口和环形舌 13/环形槽 14 系统的优选形状可以防止在扩张过程中凸自由端的倾斜，但是这仅是凸端面 9，凹肩面 10 的可能的实施例的一个示例；能产生相同效果的其他实施例也是可以的。

凸唇 5 的厚度 e_l 如果小于第一管 11，第二管 12 的厚度 e_t 的三分之一，那么过薄的凸唇不能使横向面 15，16 之间产生有效的接合。

相比之下，如果凸唇 5 的厚度 e_l 大于第一管 11，第二管 12 的厚度 e_t 的三分之二，在凹壳区域的第二管 12 的厚度只能和内螺纹 4 的极小的一部分有效截面配合，结果，螺纹没有足够的抵抗拉伸的能力。

凸唇 5 的长度/厚度比例控制着凸唇 5 的压缩和弯曲行为。

长度 l_l 小于其厚度 e_l 的凸唇 5 不能提供凸唇 5 的外周面 7 的足够的弯曲和/或凹壳的内周面 8 的校直。

长度 l_l 大于其厚度 e_l 四倍的凸唇 5 将会导致凸唇的扣结并在螺纹一侧突出到螺纹内。

外螺纹 3 和凸唇 5 之间的槽 21 的存在加强了该效果。

出于这个原因，槽的深度最好能限定在螺纹高度，并且长度最好相对其深度进行限定。

示例

管的外径 ED 为 139.7mm、标称厚度 e_t 为 7.72mm(5 1/2" x 17.00lb/ft)，由热处理到最小屈服强度为 290MPa(42KSI)的碳钢材料制成。

适当地调整钢的组分及其热处理，以便在拉伸测试的过程中，A_R 面积减小之前(例如，A_R 为 15%或更大)，形成可能的最高的延展性和更高的均匀延长特征。

例如，在我们选择的钢中，碳含量足够小，接近 0.14%(重量)；而镁含量相对较高，为 1%的级数；并加入铝来固定残留在钢中的氮。

如果通过退火或淬火并随后用回火来热处理钢，则加入的铝的固氮效果很明显，带有用以固定 0.010%的氮的 0.035%的铝的钢尤其适合。其他已知

的固氮的化学元素也可以和铝一起使用。

这样的化学组分的目的是消除自由填隙原子，例如氮，并且还能使钢在加工硬化后不易受有害的老化现象的影响，该老化现象还会影响延展性。

钢可以处于退火状态(例如，在冷加工后的正常回火或应力释放退火)或在结构上等效的条件下。

本发明的整体螺纹连接:

- 锥形螺纹 3，4(直径上的锥度 = 12.5％)，带有径向高度为 1mm、轴向间距为 4mm 的梯形螺齿;
- 圆柱状的凸唇 5;
- 厚度 e_1 为 3.2mm(管厚度的 41%)的凸唇;
- 凸唇长度 l_1=11.5mm;
- 外螺纹 3 和凸唇 5 之间的槽 21，其深度 hg 为 1mm，长度 lg 为 4mm;
- 凸端面 9，带有轴向长度为 1.8mm、径向厚度为 1.8mm 的舌 13;
- 螺纹连接的拉伸强度≥管体 11，12 的每一个的拉伸强度的 50%。

管套柱扩张后的结果:

- 管 11，12 的外径=157.5mm(6.2”);
- 管厚度：7.2mm;
- 管的屈服强度≥415MPa;
- 硬度≤22HRc(最大值，NACE 规格 MR0175);
- 在扩张状态及扩张+时效状态下经受下面的测试:

→内部压力断裂测试;

→在外部压力测试下塌陷;

→V 形摆锤冲击测试;

→根据 NACE 规格的 SSC(硫化物应力裂缝)促使

TM 01-77(NB：NACE=国家腐蚀工程师联合会，美国)。

公开实施例的说明并没有将本发明限定于这些实施例，没有详细公开的实施例也包含在本发明的范围内。

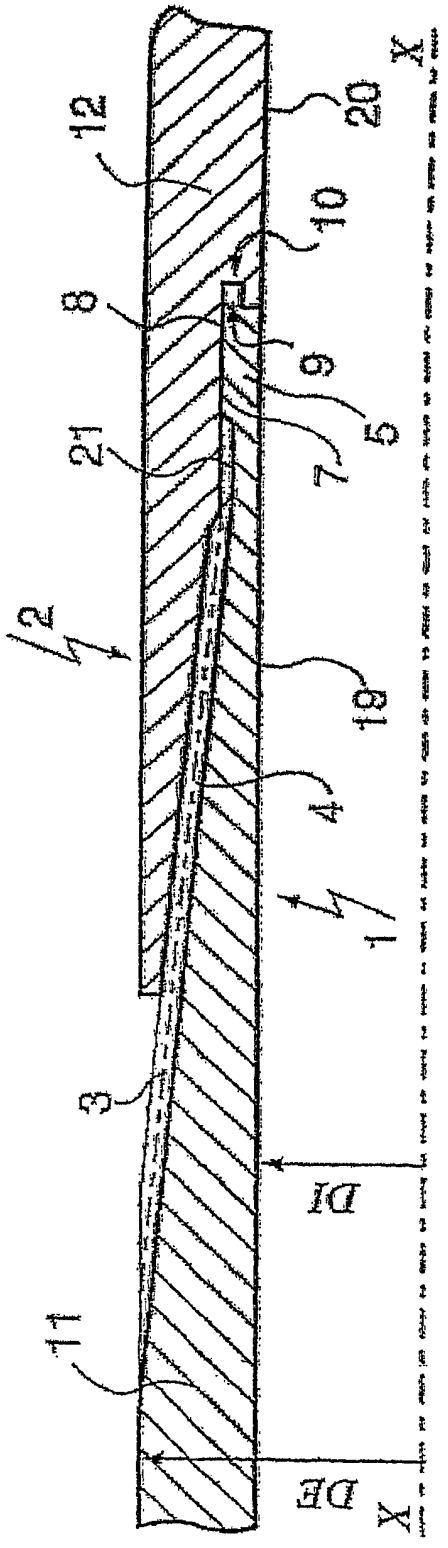

12
20
X
10
8
9
5
7
21
2
19
4
1
3
DI
11
DE
X

图 1

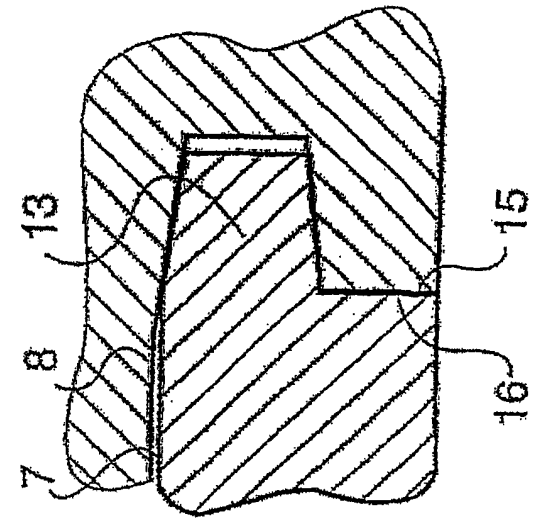

13
15
8
16
7

图 10

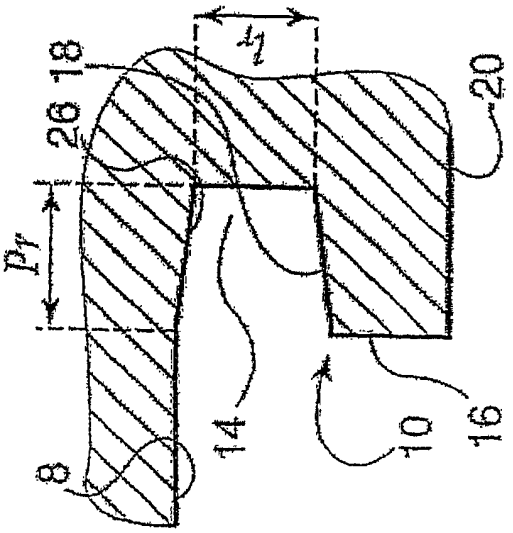

18
26
20
14
10
16
8

图 9

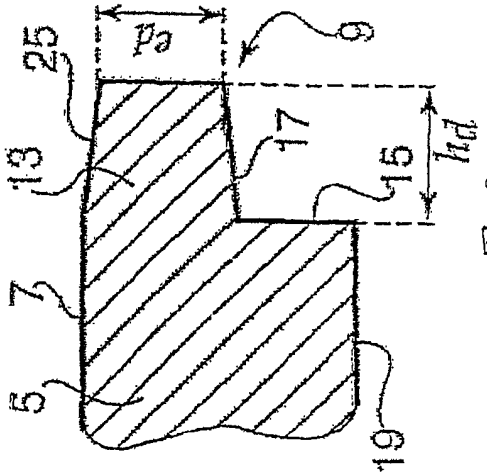

25
9
13
17
15
7
5
19

图 8

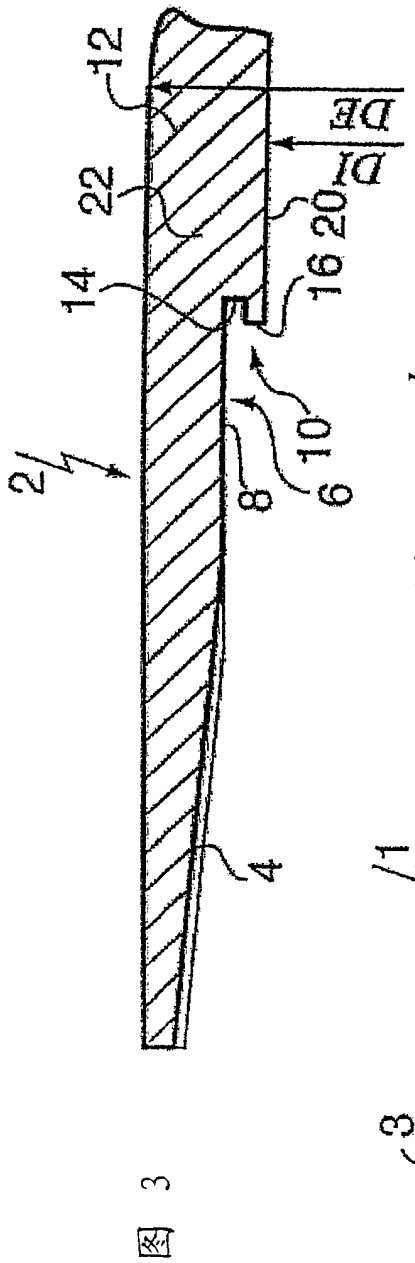

12
DE
DI
22
20
16
14
10
8
6
2
4

图 3

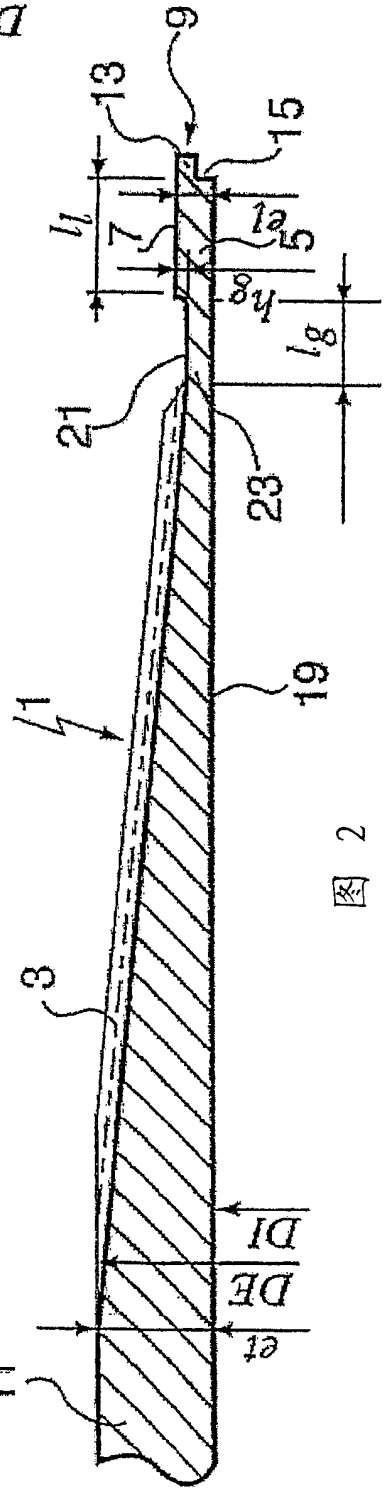

9
13
15
l_l
7
l_a
5
h_g
l_g
21
23
1
19
3
DI
DE
e_t
11

图 2

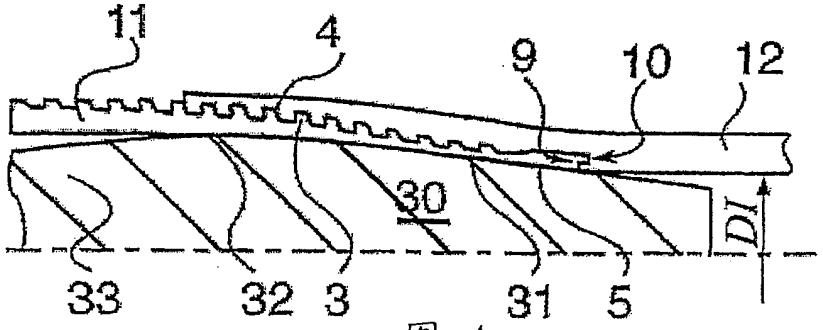

11
4
9
10
12
30
DI
33
32
3
31
5

图 4

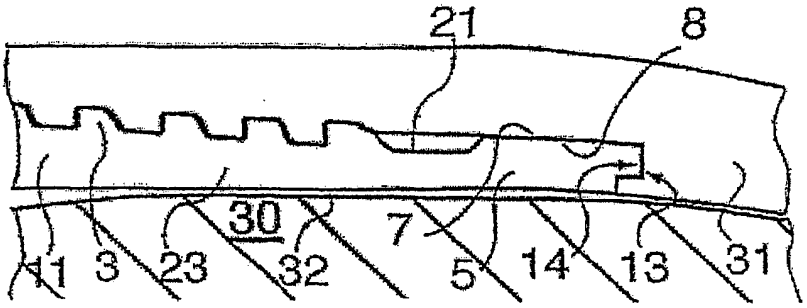

21
8
30
7
11
3
23
32
5
14
13
31

图 5

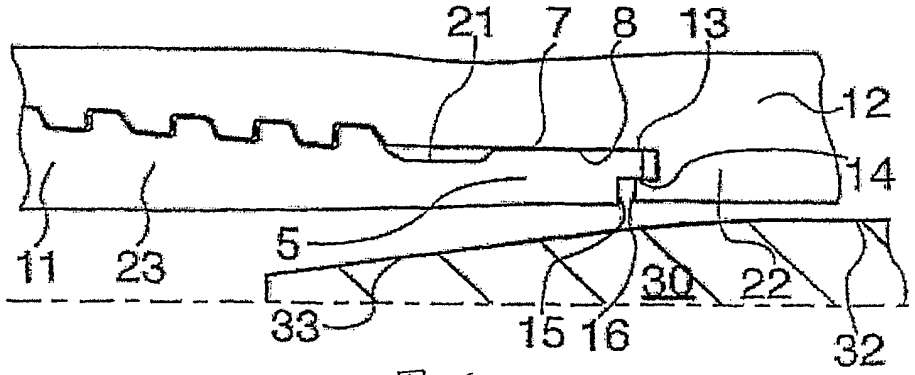

21
7
8
13
12
14
11
23
5
33
15
16
30
22
32

图 6

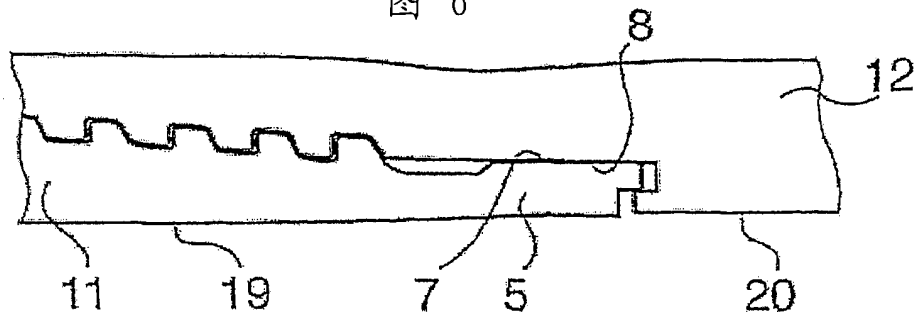

8
12
11
19
7
5
20

图 7