



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101103221 B

(45) 授权公告日 2011. 10. 05

(21) 申请号 200680002027. 8

代理人 陈平

(22) 申请日 2006. 01. 11

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

F16L 15/04 (2006. 01)

006338/2005 2005. 01. 13 JP

G23C 24/04 (2006. 01)

F16B 33/06 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2007. 07. 10

(56) 对比文件

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2006/300661 2006. 01. 11

JP 特开 2003-42353 A, 2003. 02. 13, 全文 .

CN 86106732 A, 1988. 04. 20, 全文 .

CN 1509387 A, 2004. 06. 30, 说明书第 8 页第

15 行 - 第 30 页倒数第 1 行、表 1-4、图 1-4.

CN 1526006 A, 2004. 09. 01, 全文 .

(87) PCT申请的公布数据

W02006/075774 EN 2006. 07. 20

审查员 刘军

(73) 专利权人 住友金属工业株式会社

地址 日本大阪府

专利权人 法国瓦卢莱克曼内斯曼石油天然气公司

(72) 发明人 今井龙一 后藤邦夫 高梨薰

小川康裕

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

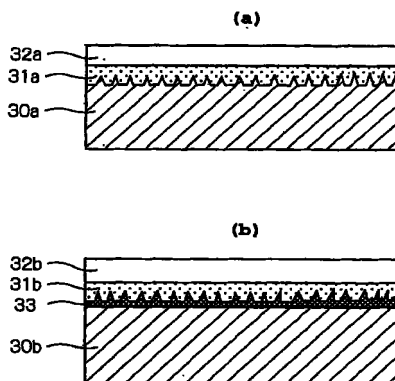
权利要求书 2 页 说明书 18 页 附图 2 页

(54) 发明名称

钢管用螺纹接头

(57) 摘要

一种钢管用螺纹接头, 该螺纹接头包括 : 公螺纹 (1) 和母螺纹 (2), 所述的公螺纹 (1) 和母螺纹 (2) 各自具有螺纹部分 (3a 或 3b), 和没有螺纹的金属与金属接触部分 (4a 或 4b), 所述的螺纹部分和没有螺纹的金属与金属接触部分作为接触表面在紧固所述接头时相互接触。该公螺纹 (1) 和母螺纹 (2) 中的至少一个的接触表面 (3a 和 4a 和 / 或 3b 和 4b) 涂布有包含固体润滑粉末 (例如, 二硫化钼、二硫化钨或石墨) 和粘合剂 (例如, 环氧树脂或其它有机树脂) 的固体润滑涂层的下层, 和由不包含固体粒子的有机树脂形成的固体防腐蚀涂层的上层。



1. 一种油井管用螺纹接头,其包含具有各自的接触表面的公螺纹和母螺纹,所述接触表面在紧固所述接头时相互接触,其特征在于:所述公螺纹和所述母螺纹中的至少一个的接触表面涂布有包含固体润滑粉末和粘合剂的固体润滑涂层,并且涂布有在所述固体润滑涂层上形成的、不包含固体粒子的固体防腐蚀涂层。

2. 按照权利要求 1 所述的油井管用螺纹接头,其中所述固体润滑涂层形成在进行了预表面处理的接触表面上,所述预表面处理选自:酸浸、喷砂、金属镀覆、软氮化、磷酸盐处理、草酸盐处理和硼酸盐处理。

3. 按照权利要求 1 所述的油井管用螺纹接头,其中所述固体润滑涂层形成在进行了预表面处理的接触表面上,所述预表面处理是用锌或锌合金冲击镀覆。

4. 按照权利要求 1 所述的油井管用螺纹接头,其中所述固体润滑涂层形成在进行了预表面处理的接触表面上,所述预表面处理是复合金属镀覆。

5. 按照权利要求 1 或 2 所述的油井管用螺纹接头,其中所述母螺纹的接触表面涂布有所述的固体润滑涂层和固体防腐蚀涂层。

6. 按照权利要求 1 或 2 所述的油井管用螺纹接头,其中所述公螺纹和母螺纹中的一个构件的接触表面涂布有所述固体润滑涂层和所述固体防腐蚀涂层,并且另一个构件的接触表面涂布有至少一层选自以下涂层中的涂层:锌或锌合金涂层、金属镀覆涂层、磷酸盐涂层、草酸盐涂层、硼酸盐涂层,和所述固体润滑涂层或所述固体防腐蚀涂层。

7. 按照权利要求 1 或 2 所述的油井管用螺纹接头,其中所述公螺纹和母螺纹的一个构件的接触表面涂布有所述固体润滑涂层和所述固体防腐蚀涂层,并且所述另一构件的接触表面进行了预表面处理,所述预表面处理选自酸浸、喷砂、金属镀覆、软氮化、磷酸盐处理、草酸盐处理和硼酸盐处理,然后涂布有所述的固体润滑涂层或所述固体防腐蚀涂层。

8. 按照权利要求 1 或 2 所述的油井管用螺纹接头,其中所述公螺纹和母螺纹的一个构件的接触表面涂布有所述固体润滑涂层和所述固体防腐蚀涂层,并且所述另一构件的接触表面进行了预表面处理,所述预表面处理是用锌或锌合金冲击镀覆,然后涂布有所述的固体润滑涂层或所述固体防腐蚀涂层。

9. 按照权利要求 1 或 2 所述的油井管用螺纹接头,其中所述公螺纹和母螺纹的一个构件的接触表面涂布有所述固体润滑涂层和所述固体防腐蚀涂层,并且所述另一构件的接触表面进行了预表面处理,所述预表面处理是复合金属镀覆,然后涂布有所述的固体润滑涂层或所述固体防腐蚀涂层。

10. 按照权利要求 1-9 中任何一项所述的油井管用螺纹接头,其中所述固体防腐蚀涂层基本上由有机树脂构成。

11. 按照权利要求 1-10 中任何一项所述的油井管用螺纹接头,其中所述固体润滑涂层的粘合剂包括有机树脂,并且所述固体防腐蚀涂层包括与所述粘合剂所包括的有机树脂相同的有机树脂。

12. 按照权利要求 1-11 中任何一项所述的油井管用螺纹接头,其中所述固体润滑涂层的厚度为 5-40 μm 。

13. 按照权利要求 1-11 中任何一项所述的油井管用螺纹接头,其中所述固体防腐蚀涂层的厚度为 5-40 μm 。

14. 按照权利要求 1-11 中任何一项所述的油井管用螺纹接头,其中所述固体润滑涂层

和所述固体防腐蚀涂层的总涂层厚度最大为 $60\ \mu\text{m}$ 。

钢管用螺纹接头

技术领域

[0001] 本发明涉及一种钢管用螺纹接头,该螺纹接头可以表现出优异耐磨损性,而在连接 OCTG(石油工业用管材)时明确没有涂布已经涂覆于螺纹接头的复合润滑脂。根据本发明的钢管用螺纹接头可以避免由于复合润滑脂造成的对全球环境和人类的有害影响。

背景技术

[0002] 用于气井和油井采掘的 OCTG,例如管和套,通常通过螺纹接头来相互连接。在过去,油井的深度一般为 2,000-3,000 米,但是在深油井例如近来的海上油田中,油井的深度达到了 8,000-10,000 米。在应用的环境中,用于连接这样的 OCTG 的螺纹接头受到了不同的力,例如由 OCTG 和螺纹接头本身的重量所造成的轴向拉力、内部和外部压力的结合以及地热。因此,用于 OCTG 的螺纹接头即使在这样的环境中,也需要能够维持气密性而不遭受损害。

[0003] 用于连接 OCTG 的典型螺纹接头具有公螺纹-母螺纹结构(pin-box structure),该结构是分开的连接构件,具有形成在钢管的末端部分上的外螺纹部分(公螺纹),和形成在管接头(coupling)的内表面上的内螺纹部分(母螺纹)。没有螺纹的金属与金属接触部分形成在了公螺纹的外螺纹部分的顶端,并且相对地,它还形成在了母螺纹的内螺纹部分的基部。将该钢管的一端插入管接头中,然后将公螺纹的外螺纹部分和母螺纹的内螺纹部分紧固,直至使这两个构件的没有螺纹的金属与金属接触部分相互接触,由此形成了金属密封以保证气密性。

[0004] 在降下管或套进入气或油井中的过程中,由于各种问题,存在必须松开以前已经紧固以连接两个管的螺纹接头的情况,将管和螺纹接头从井中提出来,用接头重新紧固管,然后再降下它们。API(美国石油学会)需要一种接头,该接头即使对用于管的接头重复十次紧固(装配)和松开(打开),或对用于套的接头重复三次,也可以维持气密性,而没有称为磨损的严重擦伤的发生。

[0005] 在紧固的时候,为了增加对磨损和气密性的抵抗力,通常将包含重金属粉末且称为复合润滑脂的粘性液体润滑剂涂覆于螺纹接头的接触表面(即,螺纹部分和没有螺纹的金属与金属接触部分)。API Bulletin 5A2 详细说明了这样的复合润滑脂。

[0006] 在过去,提出了通过表面处理例如氮化、包括镀锌和分散镀覆的各种类型的镀覆(plating),以及磷酸盐处理,在螺纹接头的接触表面形成一层或多层,以增强复合润滑脂在接触表面上的保留,从而改善滑动性质。但是,如下所述,复合润滑脂的涂覆存在对环境和人类的有害影响的威胁。

[0007] 复合润滑脂包含了大量的重金属粉末,所述的重金属例如锌、铅和铜。当紧固螺纹接头时,已经涂覆的润滑脂被洗去或溢流至外表面,并且存在润滑脂对环境,特别是对海洋生物造成有害影响的可能性,尤其由有害重金属例如铅造成。此外,涂覆复合润滑脂的方法恶化了工作环境,并且存在对人类有害影响的问题。

[0008] 在近些年中,作为在 1998 年制定的关于在东北大西洋中防止海洋污染的 OSPAR 条

约（奥斯陆 - 巴黎条约）的结果，涉及全球环境的限制正变得更加严格，并且在一些国家，已经限制了复合润滑脂的使用。因此，在气井和油井的开掘中，为了避免对环境和人类的有害影响，形成了对在没有采用复合润滑脂的情况下可以表现优异耐磨损性的螺纹接头的需求。

[0009] 迄今，已经有了一些可以以非润滑状态用于 OCTG 连接而没有涂覆复合润滑脂的螺纹接头的建议。

[0010] 例如，JP-A 08-233163、JP-A 08-233164 和 JP-A 09-72467 公开了在螺纹接头的接触表面上具有低磷酸盐（化学转化）涂层和上部固体润滑涂层的螺纹接头，该固体润滑涂层包含在树脂中的选自二硫化钼 (MoS_2) 和二硫化钨 (WS_2) 的固体润滑剂。在磷酸盐涂层形成以前，可以对接触表面进行用于增加表面粗糙度的处理，或进行氮化处理。

[0011] WO 2004/033951 公开了一种螺纹接头，所述的螺纹接头在接头的接触表面上具有防腐蚀涂层的下层和固体润滑涂层的上层。该防腐蚀涂层包含在环氧树脂中的锌粉末，并且该固体润滑涂层包含在无机粘合剂中的二硫化钼 (MoS_2) 或其它固体润滑剂。

[0012] 然而，在现有技术中设计用于非润滑状态的每种螺纹接头中，作为最外层的固体润滑涂层是包含在树脂中的固体润滑剂粒子的涂层，如下所述，该涂层在它的实际应用中会导致一些问题。

[0013] OCTG 通常是通过海运来运输，并且储存在室外的。为了防止在使用以前，在装运和贮存过程中腐蚀，通常将防锈油（或其它为防锈而设计的液体）涂覆于管的内表面和外表面。另外，在装运和贮存的过程中，为了保护螺纹表面和没有螺纹的金属与金属接触部分，常常将保护装置安装在螺纹接头上，以保护该接头的公螺纹和母螺纹的每个暴露的接触表面。当用于 OCTG 的钢管以如图 1 中表示的管接头与管的一端相连接的状态装运时，就将保护装置安装在该管的另一端上和该管接头的另一端上。

[0014] 即使将保护装置以此方式安装，在装运以前涂覆于钢管内表面和外表面的防锈油也在运输或贮存的过程中渗入到该保护装置的内部。另外，在运输或贮存的过程中，钢管的内表面和外表面由湿气的冷凝或降雨所供给的水而变湿，并且此水还渗入在该保护装置的内部。已经渗入到保护装置内部的防锈油和水都与作为最外层在螺纹接头的接触表面上形成的固体润滑涂层接触。如果没有进行保护装置的安装，这样的接触更容易发生。

[0015] 固体润滑涂层是通过分散于粘合剂中的固体润滑剂例如二硫化钼或二硫化钨的粒子形成的，因此该涂层天然是多孔的。

[0016] 因此，如果防锈油接触固体润滑涂层，它容易渗透进入到此多孔的涂层中。结果，该固体润滑涂层不能充分地表现它的功能，并且存在显著降低该螺纹接头的耐磨损性的可能性。据推测，这归因于由于防锈油和该固体润滑剂或粘合剂之间的化学反应而造成的润滑性能的降低，或者归因于在该防锈油中产生的极压，该防锈油通过在紧固螺纹接头时所产生的压力而被限制在润滑涂层中，由此导致了该润滑涂层粘结的破裂。

[0017] 同样地，渗入到保护装置的内部并且与固体润滑涂层接触的冷凝水和雨水，可以容易地渗透进入到此涂层中。结果，存在着归因于水与固体润滑剂的反应而导致的涂层润滑性质的降低，或特别是当该涂层包含铜时，表面外观恶化的可能性。

[0018] 由防锈油或水所导致的这些问题是由于没有有效地保护最外面的多孔固体润滑涂层的事实而产生的。如在 WO 2004/033951 中所公开的，在用于保护钢管本身的固体润滑

涂层下面形成的防腐蚀涂层不能解决这些问题。

发明内容

[0019] 本发明提供了一种钢管用螺纹接头,该螺纹接头具有优异的耐磨损性并且能够避免表面外观的恶化。可以采用的该螺纹接头没有涂覆对全球环境例如海洋生物以及对人类具有有害影响的复合润滑脂。该螺纹接头即使将防锈油涂覆于管的内表面和外表面以在装运和储存过程中防止腐蚀,也不表现出耐磨损性的显著降低;并且即使在装运和储存的过程中将管的这些表面暴露于冷凝水或雨水,也不表现出耐磨损性的显著降低或外观的恶化。

[0020] 根据本发明,通过在螺纹接头的接触表面上形成的固体润滑涂层的顶上,形成不包含固体粒子的无孔固体防腐蚀涂层,可以提供一种钢管用螺纹接头,该螺纹接头在非润滑状态(没有涂覆复合润滑脂)下具有优异的耐磨损性,并且在装运或储存的过程中,性能没有显著降低。

[0021] 根据本发明的钢管用螺纹接头包括具有各自的接触表面的公螺纹和母螺纹,所述接触表面在紧固所述接头时相互接触,其中所述公螺纹和所述母螺纹中的至少一个的接触表面涂布有包含固体润滑粉末和粘合剂的固体润滑涂层,并且涂布有在所述固体润滑涂层上形成的、不包含固体粒子的固体防腐蚀涂层。

[0022] 在本说明书中,公螺纹是指具有外螺纹部分的螺纹接头的构件,而母螺纹是指具有与该公螺纹的外螺纹部分相匹配的内螺纹部分的螺纹接头的另一构件。典型地,钢管的两个末端在它们的外表面上形成了公螺纹,而作为分开的连接构件的管接头的两侧在它们的内表面上形成母螺纹。相反地,在理论上同样有可能的是,钢管的两个末端的内表面为母螺纹,而管接头被制成公螺纹。此外,还存在整体螺纹接头,该螺纹接头可以直接互相连接而不采用管接头,其中钢管的一个末端形成公螺纹,而它的另一个末端形成母螺纹。本发明可以应用于这些螺纹接头中的任何一种。

[0023] 在根据本发明的钢管用螺纹接头中,形成作为最外层的无孔固体防腐蚀涂层。结果,即使在装运以前,该钢管的内表面和外表面涂布有防锈油或其它防锈液体,或者在装运和储存的过程中,将它们暴露于冷凝水或雨水,也可以通过最外面的固体防腐蚀涂层将该防腐蚀液体或水阻塞,因此防止了在装运和储存的过程中渗透进入形成于该螺纹接头表面上的固体润滑涂层中,由此避免了降低润滑性能和恶化表面外观。

[0024] 在紧固螺纹接头时,归因于紧固过程中发生的摩擦,接触部分中的防腐蚀涂层逐渐磨耗,下面的固体润滑涂层暴露出并且可以显示它的润滑作用。因此,在非润滑状态中,在不采用复合润滑脂的情况下,可以获得在重复紧固和松开的过程中可以防止磨损发生的优异耐磨损性。因而,可以防止与复合润滑脂的涂覆相伴随的工作环境的恶化和环境的污染,尤其是海洋环境,该复合润滑脂在其涂覆时或在紧固时具有流出到环境中的可能性。另外,在该领域涂覆复合润滑脂的方法变得没有必要,因此缩短了用于 OCTG 的紧固所需要的时间。

[0025] 在根据本发明的钢管用螺纹接头中,固体防腐蚀涂层形式的上层可以完全由有机树脂组成。这样的固体防腐蚀涂层具有增强的防腐蚀性质。

[0026] 在作为下层的固体润滑涂层中使用的粘合剂可以是无机粘合剂(无机聚合化合

物),或者是有机粘合剂(有机树脂)。当该固体润滑涂层的粘合剂是有机树脂时,该固体防腐蚀涂层可以全部地或部分地由与用于下层的粘合剂相同的有机树脂形成。这使得可以增强下面的固体润滑涂层和上面的固体防腐蚀涂层之间的粘合力,并且可以进一步增强钢管用螺纹接头的耐磨损性。

[0027] 在一个优选实施方案中,将固体润滑涂层和固体防腐蚀涂层形成在螺纹接头的母螺纹的接触表面上。母螺纹通常形成在短的管接头上,因此在母螺纹上形成涂层的过程比在公螺纹上可以更容易地进行。另外,与在公螺纹和母螺纹上都形成固体润滑涂层和固体防腐蚀涂层相比,此实施方案是更经济的。

[0028] 当将固体润滑涂层和固体防腐蚀涂层形成在公螺纹和母螺纹中的仅一个构件的接触表面上时,可以对另一构件进行处理,使得在它的接触表面上形成选自以下层的一层或多层:锌或锌合金涂层、金属镀覆涂层、磷酸盐涂层、草酸盐涂层、硼酸盐涂层和固体防腐蚀涂层。通过以此方式将防腐蚀性质赋予另一构件,可以增强钢管用螺纹接头的防腐蚀性。备选地,可以将固体润滑涂层形成在另一构件的接触表面上,以进一步增强该螺纹接头的耐磨损性。

[0029] 同样地,当将固体润滑涂层和固体防腐蚀涂层形成在公螺纹和母螺纹中的仅一个的接触表面上时,可以对另一构件进行处理,使得在它的进行了用于表面粗糙化的预表面处理的接触表面上,形成固体润滑涂层或者形成固体防腐蚀涂层,该用于表面粗糙化的预表面处理选自酸浸、喷砂、用锌或锌合金冲击镀覆、金属镀覆、软氮化、复合金属镀覆、磷酸盐处理、草酸盐处理和硼酸盐处理。于是,通过由表面粗糙化所提供的所谓固着效果,可以加强固体润滑涂层或固体防腐蚀涂层对接触表面的粘合力,并且在装运和储存的过程中,难以发生涂层的剥离,导致了钢管用螺纹接头的防腐蚀性质和润滑性质的进一步改善。

[0030] 根据本发明的其上形成有下面的固体润滑涂层和上面的无孔固体防腐蚀涂层的螺纹接头的接触表面,在下面的涂层形成以前,也可以进行预表面处理以粗糙该表面,该预表面处理选自:酸浸、喷砂、用锌或锌合金冲击镀覆、金属镀覆、软氮化、复合金属镀覆、磷酸盐处理、草酸盐处理和硼酸盐处理。同样在此情况下,归因于固着效果,可以加强下面的固体润滑涂层对接触表面的粘合力,并且难以发生固体润滑涂层的剥离,导致了耐磨损性的进一步改善。

[0031] 固体润滑涂层和固体防腐蚀涂层各自的厚度优选为 5-40 μm 。这足以对钢管用螺纹接头赋予足够的防腐蚀效果、优异的耐磨损性和气密性。

[0032] 附图简述

[0033] 图 1 示意性地表示在钢管的装运时,钢管和管接头的装配结构。

[0034] 图 2 示意性地表示钢管用螺纹接头的连接部分。

[0035] 图 3(a) 和 3(b) 是表示接触表面的表面粗糙化的两种方式的说明图。

[0036] 本发明的最佳实施方式

[0037] 以下将说明本发明关于附图中所示的实施方案。

[0038] (螺纹接头的装配结构)

[0039] 图 1 示意性地说明了典型螺纹接头的装配结构,该结构表示了用于 OCTG 的钢管和管接头在装运时的状态。钢管 A 在它的两个末端具有形成在它的外表面上的公螺纹 1,该公螺纹 1 具有外螺纹部分 3a,并且管接头 B 在两端具有形成在它的内表面上的母螺纹 2,该母

螺纹 2 具有内螺纹部分 3b。管接头 B 的一个母螺纹与管 A 的一个公螺纹相连接。尽管在该图中没有表示,在装运以前,通常将保护装置安装在钢管 A 的另一个公螺纹上,并且也安装在管接头 B 的另一个母螺纹上,以保护这些未连接的公螺纹和母螺纹的接触表面。将这些保护装置在该螺纹接头的的使用以前去除。

[0040] 图 2 示意性地表示了代表性的钢管用螺纹接头的结构(以下简称为螺纹接头)。该螺纹接头是由形成在钢管 A 的末端的外表面上的公螺纹 1 和形成在管接头 B 的内表面上的母螺纹 2 构成的。公螺纹 1 具有外螺纹部分 3a,和位于钢管末端的没有螺纹的金属与金属接触部分 4a。相应于此的是,母螺纹 2 具有内螺纹部分 3b,和位于该螺纹部分 3b 内侧的没有螺纹的金属与金属接触部分 4b。

[0041] 公螺纹 1 和母螺纹 2 的螺纹部分 3a 和 3b 和没有螺纹的金属与金属接触部分 4a 和 4b,分别是螺纹接头的接触表面。这些接触表面需要具有耐磨损性、气密性和防腐蚀性。在过去,为此目的,涂覆包含重金属粉末的复合润滑脂,或者在接触表面上形成固体润滑涂层。然而,如上面所述,归因于对人类和环境的有害影响,或者归因于在装运和储存的过程中,包括耐磨损性的性能的降低,这两种现有技术的技术在实际应用中都具有问题。

[0042] 根据本发明,在公螺纹 1 和母螺纹 2 中的至少一个的接触表面上形成有固体润滑涂层形式的下层,和固体防腐蚀涂层形式的上层。该固体润滑涂层可以与现有技术中所采用的相同,并且在树脂中包含一种或多种润滑粉末。该固体防腐蚀涂层是不包含固体粒子的无孔均匀涂层,并且它作为用于保护在下面的固体润滑涂层的阻挡层。

[0043] 如上面所述,在紧固时,上面的防腐蚀涂层由于摩擦而逐渐磨耗,暴露出下面的固体润滑涂层,由此使得该固体润滑涂层充分地表现了它的润滑作用。因此,不管在固体润滑涂层上的上面防腐蚀涂层的存在与否,都可以将优异的耐磨损性赋予在没有涂覆复合润滑脂的情况下,处于非润滑状态中的螺纹接头。另外,归因于该上面的防腐蚀涂层的阻挡层功能,即使在装运时,钢管的内表面和外表面涂布有防锈油或液体,或在装运和储存的过程中,将它们暴露于冷凝水或雨水,该液体或水也不能穿过上面的无孔保护涂层而渗透进入下面的固体润滑涂层,并且避免了由此渗透所导致的在装运或储存的过程中的性能下降。

[0044] (接触表面的粗糙化)

[0045] 根据本发明,对其上形成有固体润滑涂层的下层和固体防腐蚀涂层的上层的公螺纹和母螺纹中的至少一个的接触表面,优选进行用于表面粗糙化的预表面处理(preparatory surface treatment),使得表面粗糙度 R_{max} 大于通过机械研磨所获得的表面粗糙度 ($3-5 \mu m$),以保证形成于其上的固体润滑涂层具有良好的粘合力。然而,即使在没有用于粗糙化该接触表面的预表面处理的情况下形成固体润滑涂层和固体防腐蚀涂层,也可以实现本发明的目的。

[0046] 图 3 表示粗糙化接触表面的两种方式。

[0047] 在表示于图 3(a) 中的表面粗糙化的第一种方式中,将钢 30a 本身的表面通过预表面处理粗糙化,并且将固体润滑涂层 31a 和固体防腐蚀涂层 32a 依次直接形成在它上面。此种方式的表面粗糙化可以通过以下方法来实现:喷砂,其中将喷砂材料例如具有球形形状的丸粒(shot)或具有角形形状的粗砂投射在该表面上;或酸浸,其中将该表面浸渍在强酸例如硫酸、盐酸、硝酸或氢氟酸中。

[0048] 在表示于图 3(b) 中的表面粗糙化的第二种方式中,通过预表面处理将具有粗糙

表面的底涂布初始层 (undercoating primary layer) 33 形成在钢 30b 的表面上, 并且将固体润滑涂层 31b 和固体防腐蚀涂层 32b 依次形成在该初始层上。于是, 该初始层 33 位于钢 30b 的接触表面和固体润滑涂层 31b 之间。用于形成初始层的预表面处理的实例是: 化学转化处理, 例如磷酸盐的处理 (磷酸盐处理)、草酸盐处理和硼酸盐处理 (表面粗糙度随通过化学转化处理形成的晶体的生长而增大); 金属镀覆, 例如镀铜或镀铁 (优先地镀覆突出物, 因而表面变得稍微更加粗糙)、通过形成多孔锌或锌合金涂层的锌或锌合金的冲击镀覆、形成氮化物层的软氮化 (例如软渗氮) 和复合金属镀覆, 该复合金属镀覆形成了包含分散于金属基体中的微小固体粒子的多孔涂层。

[0049] 在粗糙化接触表面的第一和第二方式中的任何一种中, 通过预表面处理而获得的表面粗糙度 R_{max} 优选在 $5-40\ \mu\text{m}$ 的范围内。如果 R_{max} 小于 $5\ \mu\text{m}$, 该固体润滑涂层对表面的粘合力以及该表面保持涂层的能力就变得不足。如果 R_{max} 超过 $40\ \mu\text{m}$, 该表面的摩擦增加, 并且当在紧固的过程中将高压施加于表面时, 该固体润滑涂层不能承受该涂层所受到的剪切力和压缩力, 由此容易导致该固体润滑涂层的破裂或剥离。对于表面粗糙化, 可以进行两种或更多种的预表面处理。

[0050] 考虑到固体润滑涂层的粘合力, 优选多孔涂层, 并且特别优选通过磷酸盐处理 (例如, 通过用磷酸锰、磷酸锌、磷酸铁锰或磷酸锌钙的处理) 形成的涂层, 或通过冲击镀覆形成的锌或锌-铁合金涂层。考虑到粘合力, 最优选的是磷酸锰涂层。考虑到防止腐蚀, 多孔锌或锌-铁合金涂层是最优选的, 因为预期锌可以提供牺牲的防腐蚀能力。

[0051] 通过磷酸盐处理形成的涂层和通过冲击镀覆形成的锌或锌-铁合金涂层都是多孔的。因此, 通过所谓的固着效果, 形成在这样的涂层上的固体润滑涂层具有增强的粘合力。结果, 即使重复紧固和松开, 固体润滑涂层也难以发生剥离, 并且有效地防止了金属表面之间的直接接触, 由此促进了耐磨损性、气密性和防腐蚀性的改善。

[0052] 磷酸盐处理可以采用通常用于镀锌钢材的酸性磷酸盐处理溶液, 通过浸渍或喷雾以常规方式来进行。举例来说, 可以采用包含 $1-150\text{g/L}$ 的磷酸根离子、 $3-70\text{g/L}$ 的锌离子、 $1-100\text{g/L}$ 的硝酸根离子和 $0-30\text{g/L}$ 的镍离子的磷酸锌型磷酸盐处理溶液。可以采用的另一个实例是常规用于螺纹接头的磷酸锰型磷酸盐处理溶液。在处理的过程中, 该溶液的温度可以为室温至 100°C 。处理的持续时间的设置取决于要形成的需要的涂层厚度, 并且它通常最长为 15 分钟。为了促进磷酸盐涂层的形成, 在磷酸盐处理之前, 可以用包含胶体钛的水溶液浸渍要处理的表面, 用于表面修饰。在磷酸盐处理以后, 优选地用水或温水进行漂洗, 随后干燥。

[0053] 冲击镀覆通常可以通过使用用于镀覆的粒子冲击要镀覆的材料来进行, 并且它包括机械镀覆, 其中使镀覆粒子和要镀覆的材料在旋转筒中冲击, 并且包括喷砂镀覆, 其中喷砂装置用来将镀覆粒子对着要镀覆的材料吹送。在本发明中, 由于仅镀覆接触表面, 优选的是采用可以局部镀覆的喷砂镀覆。

[0054] 喷砂镀覆的进行可以采用例如, 具有涂布有锌或锌合金的表面层的铁基核的镀覆粒子作为喷砂粒子, 对着要镀覆的公螺纹和 / 或母螺纹的接触表面冲击。在该粒子中, 锌或锌合金的表层的量优选在 $20-60$ 重量% 的范围内, 并且该粒子的直径优选在 $0.2-1.5\text{mm}$ 的范围内。这样的粒子可以通过其中用锌或锌合金 (例如 Zn-Fe-Al 合金) 镀覆形成核的铁或铁合金粉末, 然后进行热处理, 以在核和镀层之间的界面形成铁-锌合金层的方法或通

过机械合金方法制备。这样的粒子的可商购产品的一个实例是由 Dowa IronPowder Co., Ltd 制造的“Z Iron”。可以采用的喷砂装置的实例,包括采用高压流体例如压缩空气来吹动粒子的高压流体喷砂装置,和采用叶轮或其它旋转叶片的机械喷砂装置。

[0055] 当使上述粒子对着要镀覆的基底例如螺纹接头的接触表面喷砂时,仅将该粒子的锌或锌合金的表层各自粘合在该基底上,使得在该基底上形成锌或锌合金的多孔涂层。此喷砂镀覆技术可以形成对钢的表面具有优异粘合力的镀覆涂层,而与钢的组成无关。

[0056] 考虑到防止腐蚀和粘合力,通过冲击镀覆形成的锌或锌合金层的厚度优选为 5-40 μm 。如果它小于 5 μm ,在一些情况下,适当的抗腐蚀性得不到保证。另一方面,如果它超过 40 μm ,对固体润滑涂层的粘合力趋向于减弱。

[0057] 即使将另一种方法用于预表面处理,也进行表面处理,以形成具有表面粗糙度 R_{max} 在 5-40 μm 范围内的初始涂层。

[0058] (固体润滑涂层)

[0059] 在本发明中的固体润滑涂层是包含一种或更多种类型的固体润滑粉末和作为基体的粘合剂的涂层。即,它是包含与粘合剂粘合的固体润滑粉末的不均匀涂层。

[0060] 该固体润滑粉末是表现润滑效果的粉末,并且可以从已经常规地用作固体润滑剂的材料来形成。对环境不具有负面影响的材料优选作为该润滑粉末。

[0061] 优选的润滑粉末的实例包括具有石墨型层状结构的无机粉末材料,例如二硫化钼 (MoS_2)、二硫化钨 (WS_2)、石墨和氮化硼 (BN),以及聚四氟乙烯粉末。该润滑粉末的平均粒子直径优选在 0.5-15 μm 的范围内。

[0062] 优选选择固体润滑涂层中的固体润滑粉末的量(当采用两种或更多种粉末时的总量),使得涂层中固体润滑粉末对粘合剂的质量比在 0.3-0.9 的范围内。如果该润滑粉末的量太小,则耐磨损性降低,而如果它太大,则该固体润滑涂层的粘合力 and 涂层强度降低。在本发明中,与固体润滑涂层是最外层的情形相比,由于固体润滑涂层被固体防腐蚀涂层覆盖,因此可以增加固体润滑涂层中润滑粉末的含量。

[0063] 固体润滑涂层可以包含一种或更多种除了固体润滑粉末以外的另外的粉末。这样的粉末的实例为锌、铜、镍、锡或其它金属材料,和二氧化硅或其各自用于增强抗腐蚀性的其它无机粉末。当包含其它粉末时,其它粉末和润滑粉末的总量与粘合剂的质量比优选至多为 0.9。

[0064] 固体润滑涂层的粘合剂是具有成膜能力的材料。它可以是有机树脂或无机聚合化合物。作为粘合剂,可以采用用于与构成上面的固体防腐蚀涂层的材料相同种类的材料,如下更详尽的描述的。

[0065] 固体润滑涂层的厚度优选至少为 5 μm 。当包含于固体润滑涂层中的润滑粉末受到高压时,它扩展在螺纹接头的整个接触表面上,使得它可以表现出优异的耐磨损性。如果该固体润滑涂层的厚度小于 5 μm ,则存在于接触表面上的润滑粉末的绝对量变得太小,以致不能充分地表现它的润滑效果。如果该固体润滑涂层的厚度超过 40 μm ,则通过阳螺纹和阴螺纹之间的干涉而获得的严密度量变得不足,导致了气密性的下降。如果为了保证气密性而增大在紧固过程中施加的压力,关注的是,例如磨损和涂层剥离的问题更容易发生。然而,取决于螺纹的几何形状,可以使该固体润滑涂层的厚度大于 40 μm 。考虑到经济和耐磨损性点,固体润滑涂层更优选的厚度为至少 10 μm 和至多 40 μm 。

[0066] (固体润滑涂层和固体防腐蚀涂层的粘合剂用的材料)

[0067] 将成膜材料同时用于固体润滑涂层和固体防腐蚀涂层。对于任何一种,都可以采用有机树脂或无机聚合化合物。

[0068] 优选的有机树脂是具有耐热性、适当的硬度和适当的耐磨性的有机树脂。这样的有机树脂的实例包括热固性树脂,例如环氧树脂、聚酰亚胺树脂、聚酰胺-酰亚胺树脂、聚碳化二亚胺树脂、聚醚砜、聚醚醚酮、酚醛树脂和呋喃树脂,以及聚乙烯树脂、有机硅树脂和氟树脂。

[0069] 固体润滑涂层或固体防腐蚀涂层可以通过涂覆树脂涂布组合物(树脂的溶液或分散液,或以液体形式的树脂本身),随后干燥来形成。在固体润滑涂层的情况,在涂覆以前,将润滑粉末加入该树脂涂布组合物中,并且均匀地分散于其中。

[0070] 为了增强固体润滑涂层或固体防腐蚀涂层的粘合力,在涂覆树脂涂布组合物以后,优选进行热定形。该热定形优选在至少 120°C 的温度,并且更优选 150-380°C 进行。加热的持续时间优选为至少 30 分钟,并且更优选 30-60 分钟。该热定形可以在形成固体润滑涂层以后进行,并且在形成固体防腐蚀涂层以后再次进行,或者它可以仅在形成固体防腐蚀涂层以后进行。

[0071] 无机聚合化合物是具有其中金属-氧键例如 Ti-O、Si-O、Zr-O、Mn-O、Ce-O 或 Ba-O 是三维交联的结构化合物。这样的无机聚合化合物可以通过可水解金属化合物例如金属醇盐或金属氯化物的水解和缩合来形成。例如通过硅烷偶联剂和钛酸酯偶联剂所示例的,包含官能团例如胺或环氧基团的金属化合物也可以用于形成无机聚合化合物。

[0072] 当采用无机聚合化合物时,可以通过涂覆可水解金属化合物的溶液,或其部分水解产物,随后,如果必要的话,进行加湿处理和/或加热,来形成固体润滑涂层或固体防腐蚀涂层。自然地,在固体润滑涂层的情况,在涂覆溶液以前,将润滑粉末分散在溶液中。

[0073] 为了促进可水解金属化合物的水解,可以进行加湿处理。它可以通过使涂覆的涂层放置在空气中,优选在具有至少 70% 的相对湿度的加湿空气中一段确定的时期来进行。优选地,加湿处理后接着加热,以促进金属化合物的水解和得到的水解产物缩合,以及通过水解形成的副产物(当金属化合物是金属醇盐时,醇)和冷凝物(水)的排放,由此使得可以在短的时间期间内形成涂层。另外,加强了所产生的涂层的粘合力。该加热优选地在蒸发保留于涂覆的涂层中的溶剂以后进行,并且加热温度优选为在 50-200°C 范围内的温度,该温度接近于醇副产物的沸点。更有效的是在热风炉中加热。

[0074] (固体防腐蚀涂层)

[0075] 固体防腐蚀涂层是不包含任何固体粒子的无孔涂层。如固体防腐蚀涂层的粘合剂一样,它可以由成膜材料形成。

[0076] 固体防腐蚀涂层优选基本上由有机树脂形成。还可以由无机聚合化合物形成固体防腐蚀涂层,但是由无机聚合化合物形成的涂层通常比有机树脂涂层具有更大的形成空隙的趋向,并且防腐蚀性质差。

[0077] 固体防腐蚀涂层可以包含除固体粒子以外的添加物。例如,为了给涂层提供进一步增强的防腐蚀性质,可以将胶体二氧化硅或蜡加入用于形成固体防腐蚀涂层的树脂涂布组合物中。

[0078] 当固体防腐蚀涂层基本上全部或部分由有机树脂形成时,优选的是,固体润滑涂层的至少部分粘合剂是与用于固体防腐蚀涂层相同的树脂,使得相同的树脂存在于下面的固体润滑涂层和上面的固体防腐蚀涂层的粘合剂中。结果,固体防腐蚀涂层对固体润滑涂层的粘合力显著地增强,并且可以最有效实现该固体防腐蚀涂层对在下面的固体润滑涂层保护的效果。

[0079] 固体防腐蚀涂层的厚度优选至少为 $5\ \mu\text{m}$ 。如果固体防腐蚀涂层具有小于 $5\ \mu\text{m}$ 的厚度,则它不能够提供令人满意的防腐蚀效果。如果它的厚度大于 $40\ \mu\text{m}$,由于关于固体润滑涂层所述的相同原因,关注的是,关于气密性、耐磨损性和涂层粘合力问题发生。然而,取决于螺纹的几何形状,可以使涂层厚度大于 $40\ \mu\text{m}$ 。

[0080] 如果固体润滑涂层和固体防腐蚀涂层的总厚度变得太大,对于负面影响的关注,特别是对气密性和耐磨损性的负面影响的关注,因此这两个涂布层的总厚度优选至多为 $60\ \mu\text{m}$,并且更优选至多为 $50\ \mu\text{m}$ 。

[0081] (其上形成有涂层的部分)

[0082] 上述固体润滑涂层和固体防腐蚀涂层可以在公螺纹和母螺纹中的一个或两个的接触表面上形成。即使这两个涂布层形成在了仅一个构件的接触表面上,也可以充分地实现本发明的目的,因此经济的是仅在公螺纹和母螺纹中的一个构件上形成这些涂布层。在此情况下,在母螺纹上形成涂层的方法比在公螺纹上更容易。

[0083] 当根据本发明,公螺纹和母螺纹的仅一个构件的接触表面涂布有固体润滑涂层和固体防腐蚀涂层涂布时,其上没有形成这两个涂布层的另一构件的接触表面(其优选为公螺纹,并且其在下面称作另一构件)可以是未涂布的(裸露的),或者涂布其它的一层或多层涂层。

[0084] 特别地,如图 1 种所示,当在装运时,将钢管和管接头通过临时连接它们而装配时,即使另一构件例如公螺纹的接触表面是裸露的,连接到母螺纹上的公螺纹的接触表面是与形成在母螺纹的接触表面上的涂层亲密接触的,通过该母螺纹的涂层也可以防止该公螺纹的接触表面的生锈。

[0085] 然而,仅在用于 OCTG 的钢管的一个末端安装管接头,然而在该管的另一个末端的公螺纹和在该管接头的另一侧的母螺纹是暴露的。经常将保护装置安装在暴露的公螺纹和母螺纹上以保护该螺纹部分,但是保护装置没有防止空气和水的通过。

[0086] 因此,当根据本发明,将固体润滑涂层和固体防腐蚀涂层仅形成在母螺纹上时,公螺纹在其上没有安装母螺纹的一个末端暴露于空气中。在此情况下,为了给另一构件(例如公螺纹)的接触表面赋予防止腐蚀性质,或同时赋予防止腐蚀性质和润滑性质,可以通过合适的表面处理,将另一构件的接触表面涂布一层或多层涂布层。此涂层可以是干涂层或非干涂层,只要它对环境对人类无害。

[0087] 形成在另一构件的接触表面上的涂层可以是任何的通过上述预表面处理而形成的初始涂层,根据本发明,该预表面处理可以在固体润滑涂层形成以前进行。明确地,它可以选自通过冲击镀覆形成的多孔锌或锌合金涂层、镀覆的金属涂层、化学转化涂层例如磷酸盐、草酸盐和硼酸盐涂层。备选地,用于另一构件的涂层可以是无机陶瓷涂层。陶瓷涂层的实例是:特种陶瓷和特种金属的复合涂层,例如由 Tomoe Works Co., Ltd. 供给的 Tom 涂层;和由 Raydent Industrial Co., Ltd 供给的 Raydent 涂层,该涂层是具有超细陶瓷粒子

的叠层的涂层。对于这样的涂层的另一个选择是直接在另一构件的接触表面上形成如上所述的固体防腐蚀涂层。在这些涂层中,多孔锌或锌合金涂层、镀覆的金属涂层和固体防腐蚀涂层具有良好的防腐蚀效果,而其它涂层可以高度有效地改善滑动性质。

[0088] 用于防腐蚀的镀覆金属涂层优选地为具有高度的防腐蚀性质的涂层,例如锌、锌合金、镍、铜或铜-镍合金的镀覆涂层。磷酸盐涂层的实例为磷酸锰涂层、磷酸锌涂层、磷酸锌钙涂层和磷酸锌铁涂层。草酸盐涂层可以通过在草酸($C_2H_2O_4$)的水溶液中浸渍而形成的金属草酸盐如草酸亚铁(FeC_2O_4)和/或草酸镍(NiC_2O_4)的涂层。硼酸盐涂层可以是金属硼酸盐如硼酸钾的涂层。这些涂层的涂层重量可以与常规用于这些涂层的涂层重量相同,并且可以如此确定,使得充分而没有过多地赋予防止腐蚀性质和/或润滑性质。可以形成这些涂层的两层或多层,例如在多孔锌或锌合金涂层或镀覆的金属涂层上,形成磷酸盐涂层、草酸盐涂层或硼酸盐涂层。

[0089] 在另一构件的接触表面上,代替形成上述的初始涂层或固体防腐蚀涂,可以单独地形成与在本发明中用作下面的涂布层相同类型的固体润滑涂层(在粘合剂中包含润滑粉末的涂层)层。

[0090] 因为与上述相同的原因,在另一构件上的涂层的厚度优选在 $5-40\mu m$ 的范围内。为了保证在与另一构件(公螺纹)相接触的母螺纹上形成的固体润滑涂层和固体防腐蚀涂层的耐久性,另一构件的表面粗糙度 R_{max} 优选在 $1-10\mu m$ 的范围内。如果另一构件的接触表面的表面粗糙度大于 $10\mu m$,在紧固或松开螺纹接头时,存在形成在母螺纹上的固体防腐蚀涂层和固体润滑涂层被公螺纹破坏并且剥离的可能性。

[0091] 当在另一部件的接触表面上形成固体防腐蚀涂层或固体润滑涂层时,为了改善这些涂层的粘合力,可以采用上述用于表面粗糙化的预表面处理中的任何一种。即,在形成固体防腐蚀涂层或固体润滑涂层以前,在另一构件的接触表面上可以进行任何用于粗糙化本身的接触表面的处理,例如酸浸或喷砂,或用于形成具有粗糙表面的初始涂层的处理,例如用锌或锌合金冲击镀覆、金属镀覆、软氮化处理、复合金属镀覆、磷酸盐处理、草酸盐处理或硼酸盐处理。还可以依次使用两种或更多种预表面处理。

[0092] 如上所述,另一构件的接触表面的表面粗糙度 R_{max} 优选至多为 $10\mu m$ 。优选控制用于另一构件的接触表面的表面粗糙化的预表面处理,使得保证在这些表面上形成固体防腐蚀涂层或固体润滑涂层以后,获得这样的优选表面粗糙度。

[0093] 实施例

[0094] 下列实施例意欲举例说明本发明,而并非意欲以任何方式限制本发明。在实施例中,包括公螺纹的阳螺纹部分和没有螺纹的金属与金属接触部分的接触表面将被称作公螺纹表面,而包括母螺纹的阴螺纹部分和没有螺纹的金属与金属接触部分的接触表面将被称作母螺纹表面。

[0095] 由各自具有表1中所示组成的碳钢A、Cr-Mo钢B、3%Cr钢C、和高合金钢D制备用于OCTG的螺纹接头(外部直径: $17.78cm(=7英寸)$,壁厚: $1.036cm(=0.408英寸)$)。

[0096] 将各个螺纹接头的公螺纹表面和母螺纹表面单独地进行预表面处理,然后对进行一种或两种表面处理,各自形成如表2中所示且如随后对于每个实施例所述的涂层。当仅形成单一涂层时,该涂层在表2中最外层的栏柱中显示。当形成了两种涂层,第一和第二涂层分别在表2中中间层和最外层的栏中显示。在根据本发明的实施例中,该中间层和外层

是固体润滑涂层和固体抗腐蚀层。

[0097] 在所有的实施例中,固体润滑涂层和固体抗腐蚀层中的每个是通过如下方法形成的:空气喷涂,随后热定形,该热定形是通过在超过 100℃ 的温度加热 30 分钟来进行的。

[0098] 在一些实施例中,为了评估当暴露于冷凝水和雨水时的抗腐蚀性,在表面处理完成以后,将母螺纹表面进行在 JIS Z2371 中详细说明了盐雾试验 100 小时。其后,观察该母螺纹表面,然后在螺纹接头上进行紧固和松开试验。

[0099] 在其它实施例中,为了模拟在 OCTG 储存过程中的条件,在表面处理完成以后,将商购防锈油涂覆于每个螺纹接头的公螺纹表面和母螺纹表面,并且将该接头放置一个星期。其后,将该表面上的防锈油擦掉,并且在观察该母螺纹表面以后,在螺纹接头上进行紧固和松开试验。

[0100] 紧固是用 14kN-m 的紧固扭矩在 10rpm 的紧固速率进行的,并且检查了在松开后的公螺纹和母螺纹的接触表面的擦伤和磨损的发生。当由于在紧固过程中发生的擦伤而导致的损坏是轻微的并且在修理以后可以继续紧固时,进行修理,并且继续紧固和松开。当产生无法修理的严重擦伤和磨损时,终止试验。

[0101] 该试验结果示于表 3 中。

[0102] 表 1

[0103] (质量%,余量:Fe 和不可避免的杂质)

[0104]

钢类型	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo
A	0.24	0.3	1.3	0.02	0.01	0.04	0.07	0.17	0.04
B	0.25	0.25	0.8	0.02	0.01	0.04	0.05	0.95	0.18
C	0.19	0.25	0.8	0.02	0.01	0.04	0.1	13	0.04
D	0.02	0.3	0.5	0.02	0.01	0.5	7	25	3.2

[0105]

表 2

编号	公螺纹			母螺纹			采用的条件*	
	预处理	中间层	最外层	预处理	中间层			最外层
					环氧树脂	石墨 (M=0.6) Cu 粉末 (N=0.2) (t=30)		
实施 例 1	1. 精磨 (R=3) 2. 磷酸锌 (R=10) (t=15)	无	CP 环氧树脂 (t=20)	1. 精磨 (R=3) 2. 磷酸锰 (R=10) (t=15)	LU	CP 环氧树脂 (t=20)	A 防锈油	
实施 例 2	1. 精磨 (R=3) 2. 磷酸锌 (R=10) (t=15)	无	CP 环氧树脂 (t=20)	1. 精磨 (R=3) 2. 磷酸锰 (R=10) (t=15)	LU	CP 环氧树脂 (t=20)	A 盐雾	
实施 例 3	1. 精磨 (R=3) 2. 酸浸 (R=10)	无	LU 呋喃树脂 二硫化钼 (M=0.3) (t=20)	1. 精磨 (R=3) 2. 酸浸 (R=10)	LU	CP 环氧树脂 二硫化钼 (M=0.7) (t=30)	B 防锈油	
实施 例 4	喷砂 (R=10)	无	LU 呋喃树脂 二硫化钼 (M=0.3) (t=20)	1. 精磨 (R=3) 2. Zn 冲击镀覆 (t=7)	LU	CP 环氧树脂 二硫化钼 (M=0.7) (t=30)	D 防锈油	
实施 例 5	硼砂 (R=10)	无	CP 环氧树脂 (t=20)	1. 精磨 (R=3) 2. Zn 冲击镀覆 (t=7)	LU	CP 环氧树脂 (t=20)	C 防锈油	
实施 例 6	喷砂 (R=10)	无	LU 呋喃树脂 二硫化钼 (M=0.3) (t=20)	1. 精磨 (R=3) 2. Zn 冲击镀覆 (t=7)	LU	CP 环氧树脂 (t=20)	C 防锈油	

CP=抗腐蚀涂层; LU=润滑涂层; *在紧固和松开以前所采用的条件。

(待续)

[0106]

表 2 (继续)

编号	公螺纹			母螺纹			采用的条件*
	预处理	中间层	最外层	预处理	中间层	最外层	
比较例 1	精磨 (R=3)	无	无	1. 精磨 (R=3) 2. 磷酸锰 (R=10) (t=15)	无	API Bulletin 5A2 详细说明的复合润滑脂**	A 防锈油
比较例 2	1. 精磨 (R=3) 2. 磷酸锌 (R=10) (t=15)	无	环氧树脂 (t=20) CP	1. 精磨 (R=3) 2. 磷酸锰 (R=10) (t=15)	环氧树脂 (t=20) CP	环氧树脂 石墨 (M=0.6) Cu 粉末 (N=0.2) (t=30)	A 盐雾
比较例 3	精磨 (R=3)	无	无	1. 精磨 (R=3) 2. 磷酸锰 (R=10) (t=15)	无	聚酰胺-酰亚胺树脂 二硫化钼 (M=1) (t=25)	B 防锈油
比较例 4	1. 精磨 (R=3) 2. 磷酸锌 (R=10) (t=15)	无	无	1. 精磨 (R=3) 2. 磷酸锰 (R=10) (t=15)	无	环氧树脂 石墨 (M=1) (t=15)	B 防锈油
比较例 5	1. 精磨 (R=3) 2. 磷酸锌 (R=10) (t=15)	无	无	1. 精磨 g (R=3) 2. 磷酸锰 (R=10) (t=15)	环氧树脂 (t=20) CP	聚酰胺-酰亚胺树脂 二硫化钼 (M=1) (t=25)	B 防锈油

(注) R = 表面粗糙度 Rmax (μm); t = 涂层厚度 (μm); CP = 抗腐蚀涂层; LU = 润滑涂层;

M = 润滑粉末与树脂粘合剂的质量比; N = 铜粉末与润滑粉末的质量比。

*在紧固和松开试验以前所采用的条件;

**复合润滑脂包含重金属如铅, 并且对人类或环境是有害的。

[0107]

表 3

[0108]

编号	在紧固以前母螺纹的表面外观	紧固和松开试验的每个周期中的结果*									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
实施例 1	无变化	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
实施例 2	无变化	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
实施例 3	无变化	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
实施例 4	无变化	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△
实施例 5	无变化	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△
实施例 6	无变化	○	○	○	○	○	○	○	△	△	△
比较例 1		○	○	○	○	○	○	○	○	△	△
比较例 2	在表面上形成带色薄锈	○	○	○	○	○	△	△	×	-	-
比较例 3	无变化	○	○	○	△	△	×	-	-	-	-
比较例 4	无变化	○	△	×	-	-	-	-	-	-	-
比较例 5	无变化	○	○	○	△	△	×	-	-	-	-

[0109] *○:没有擦伤和磨损的发生;

[0110] △:发生轻微擦伤,但是在修理以后有可能再紧固;

[0111] ×:发生磨损,并且不可能修理。

[0112] 实施例 1

[0113] 将具有表 1 中所示的组成 A 的碳钢螺纹接头的公螺纹表面和母螺纹表面分别进行以下表面处理。

[0114] 将通过机械研磨(3 μm 的表面粗糙度)而抛光的母螺纹表面在 80-95°C 锰磷酸盐处理溶液(磷酸锰型磷酸盐处理溶液)中浸渍 10 分钟用于预表面处理,以形成初始涂层,所述的初始涂层为具有 15 μm 厚度的磷酸锰涂层。在该初始涂层上,由包含具有 10 μm 平均粒子直径的石墨粉末和具有 15 μm 最大长度的铜片状粉末的环氧树脂形成具有 30 μm 厚度的固体润滑涂层。在该固体润滑涂层中,石墨与环氧树脂的质量比(表 2 中的 M)为 0.6 : 1,并且其中的铜粉末与石墨的质量比(表 2 中的 N)为 0.2 : 1。在固体润滑涂层上形成单独由环氧树脂形成的固体防腐蚀涂层,至 20 μm 的厚度。

[0115] 将通过机械研磨(3 μm 的表面粗糙度)而抛光的公螺纹表面,在 75-85°C 的锌磷酸盐处理溶液(磷酸锌型磷酸盐处理溶液)中浸渍 10 分钟用于预表面处理,以形成初始涂层,所述的初始涂层为具有 15 μm 厚度的磷酸锌涂层。然后将具有 20 μm 的厚度并且单独由环氧树脂构成的固体防腐蚀涂层直接形成在该初始涂层上。

[0116] 通过对涂覆了防锈油,然后擦掉该防锈油的母螺纹表面的观察,发现表面外观没有变化。在紧固和松开试验中,如表 3 中所示,在 10 个周期的紧固和松开的过程中,没有擦

伤和磨损的发生,并且结果极好。

[0117] 实施例 2

[0118] 完全以与实施例 1 中所述的相同的方式,将具有表 1 中所示的组成 A 的碳钢螺纹接头的公螺纹表面和母螺纹表面分别进行表面处理。

[0119] 因而,该母螺纹表面具有最内的磷酸锰涂层,包含在环氧树脂中的石墨和铜粉末的中间固体润滑涂层,和最外的环氧树脂的固体防腐蚀涂层。该公螺纹表面具有下面的磷酸锌涂层和上面的环氧树脂的固体防腐蚀涂层。

[0120] 将该母螺纹表面暴露于盐雾试验。通过对在盐雾试验 100 小时以后的母螺纹表面的观察,发现表面外观没有变化。在紧固和松开试验中,如表 3 中所示,在 10 个周期的紧固和松开的过程中,没有擦伤和磨损的发生,并且结果极好。

[0121] 实施例 3

[0122] 将由具有表 1 中组成 B 的 Cr-Mo 钢所制造的螺纹接头的公螺纹表面和母螺纹表面分别进行以下表面处理。

[0123] 将通过机械研磨 ($3\mu\text{m}$ 的表面粗糙度) 而抛光的母螺纹表面,进行用于预表面处理的酸浸,以获得 $10\mu\text{m}$ 的表面粗糙度。在已经以此方式处理的母螺纹表面上,由包含具有 $5\mu\text{m}$ 平均粒子直径的二硫化钼粉末的环氧树脂形成具有 $30\mu\text{m}$ 厚度的固体润滑涂层。在该固体润滑涂层中,二硫化钼与环氧树脂的质量比 M 为 0.7 : 1。在此固体润滑涂层上形成单独由环氧树脂形成的固体防腐蚀涂层,至 $20\mu\text{m}$ 的厚度。

[0124] 将通过机械研磨 ($3\mu\text{m}$ 的表面粗糙度) 而抛光的公螺纹表面,进行用于预表面处理的酸浸,以获得 $10\mu\text{m}$ 的表面粗糙度。在已经以此方式处理的公螺纹表面上,由具有 $5\mu\text{m}$ 平均粒子直径的二硫化钼粉末的呋喃树脂形成具有 $20\mu\text{m}$ 的厚度的固体润滑涂层。在该固体润滑涂层中,二硫化钼与呋喃树脂的质量比 M 为 0.3 : 1。在其上没有形成单独由环氧树脂形成的固体防腐蚀涂层。

[0125] 通过对涂覆了防锈油,然后擦掉该防锈油的母螺纹表面的观察,发现表面外观没有变化。在紧固和松开试验中,如表 3 中所示,在 10 个周期的紧固和松开的过程中,没有擦伤和磨损的发生,并且结果极好。

[0126] 实施例 4

[0127] 将由具有表 1 中组成 D 的高合金所制造的钢螺纹接头的公螺纹表面和母螺纹表面分别进行以下表面处理。

[0128] 将通过机械研磨 ($3\mu\text{m}$ 的表面粗糙度) 而抛光的母螺纹表面,采用具有用锌涂布的铁核的粒子,进行用于预表面处理的喷砂镀覆,以形成具有 $7\mu\text{m}$ 厚度的多孔锌涂层。在所得到的初始涂层上,由包含具有 $5\mu\text{m}$ 平均粒子直径的二硫化钼粉末的环氧树脂形成具有 $30\mu\text{m}$ 厚度的固体润滑涂层。在该固体润滑涂层中,二硫化钼与环氧树脂的质量比 M 为 0.7 : 1。在此固体润滑涂层上形成单独由环氧树脂形成并且具有 $20\mu\text{m}$ 厚度的固体防腐蚀涂层。

[0129] 通过用 #80 砂的砂喷处理,使公螺纹表面具有 $10\mu\text{m}$ 的表面粗糙度,并且在这些表面上,由包含具有 $5\mu\text{m}$ 平均粒子直径的二硫化钼粉末的呋喃树脂形成具有 $20\mu\text{m}$ 厚度的固体润滑涂层。在该固体润滑涂层中,二硫化钼与呋喃树脂的质量比 M 为 0.3 : 1。

[0130] 通过对涂覆了防锈油,然后擦掉该防锈油的母螺纹表面的观察,发现表面外观没

有变化。在紧固和松开试验中,如表 3 中所示,在 10 个周期的紧固和松开的过程中,在 10 个周期的完成时发生了轻微的擦伤,但是通过进行修理,可以继续它的使用。对于耐磨损性,此结果根本没有引起任何问题。

[0131] 实施例 5

[0132] 将由具有表 1 中所示的组成 C 的 13Cr 钢所制造的螺纹接头的公螺纹表面和母螺纹表面分别进行以下表面处理。

[0133] 将通过机械研磨 ($3\ \mu\text{m}$ 的表面粗糙度) 而抛光的母螺纹表面,完全以如实施例 4 中所述的方式进行表面处理。因而,在该母螺纹表面依次形成了:通过喷砂镀覆形成的多孔锌涂层、包含在环氧树脂中的二硫化钼粉末的固体润滑涂层,和环氧树脂的固体防腐蚀涂层。

[0134] 通过用 #80 砂的砂喷处理,使公螺纹表面具有 $10\ \mu\text{m}$ 的表面粗糙度,并且在这些表面上,形成具有 $20\ \mu\text{m}$ 厚度并且单独由环氧树脂构成的固体防腐蚀涂层。

[0135] 通过对涂覆了防锈油,然后擦掉该防锈油的母螺纹表面的观察,发现表面外观没有变化。在紧固和松开试验中,如表 3 中所示,在 10 个周期的紧固和松开的过程中,在 10 个周期的完成时发生了轻微的擦伤,但是通过进行修理,可以继续它的使用。考虑到耐磨损性,此结果绝对没有引起任何问题。

[0136] 实施例 6

[0137] 将由具有表 1 中所示的组成 C 的 13Cr 钢所制造的螺纹接头的公螺纹表面和母螺纹表面分别进行以下表面处理。

[0138] 将通过机械研磨 ($3\ \mu\text{m}$ 的表面粗糙度) 而抛光的母螺纹表面,采用具有用锌涂布的铁核的粒子,进行用于预表面处理的喷砂镀覆,以形成具有 $7\ \mu\text{m}$ 厚度的多孔锌涂层。在所得到的初始涂层上,形成固体润滑涂层,所述的固体润滑涂层具有 $30\ \mu\text{m}$ 的厚度,并且包含在环氧树脂中的具有 $10\ \mu\text{m}$ 平均粒子直径的石墨粉末和具有 $15\ \mu\text{m}$ 最大长度的铜片状粉末。在该固体润滑涂层中,石墨与环氧树脂的质量比 M 为 0.6 : 1,并且在其中的铜粉末与石墨的质量比为 0.2 : 1。在此固体润滑涂层上形成具有 $20\ \mu\text{m}$ 厚度并且单独由环氧树脂形成的固体防腐蚀涂层。

[0139] 通过用 #80 砂的砂喷处理,使公螺纹表面具有 $10\ \mu\text{m}$ 的表面粗糙度,然后在这些表面上形成具有 $20\ \mu\text{m}$ 的厚度并且包含在环氧树脂中的具有 $5\ \mu\text{m}$ 平均粒子直径的二硫化钼粉末的固体润滑涂层。在该固体润滑涂层中,二硫化钼与环氧树脂的质量比 M 为 0.3 : 1。

[0140] 通过对于涂覆了防锈油,然后擦掉该防锈油的母螺纹表面的观察,发现表面外观没有变化。在紧固和松开试验中,如表 3 中所示,在 10 个周期的紧固和松开的过程中,从第 8 个周期发生了轻微的擦伤,但是通过修理,紧固和松开可以进行至多 10 个周期。关于耐磨损性,此结果没有显示出问题。

[0141] 比较例 1

[0142] 将由具有表 1 中所示的组成 A 的碳钢螺纹接头的公螺纹表面和母螺纹表面分别进行以下表面处理。

[0143] 将通过机械研磨 ($3\ \mu\text{m}$ 的表面粗糙度) 而抛光的母螺纹表面在 $80\text{--}95^\circ\text{C}$ 的锰磷酸盐处理溶液中浸渍 10 分钟用于预表面处理,以形成具有 $15\ \mu\text{m}$ 厚度的磷酸锰涂层。然后将符合 API 标准的复合润滑脂作为润滑剂涂覆。

[0144] 将通过机械研磨 ($3\ \mu\text{m}$ 的表面粗糙度) 而抛光的公螺纹表面保持原样, 而不进一步处理。

[0145] 在紧固和松开试验中, 如表 3 中所示, 在 10 个周期的紧固和松开的过程中, 一直到第 8 个周期也没有擦伤或磨损的发生。虽然在第 9 个周期发生了轻微擦伤, 但是进行修复, 并且紧固和松开可以一直进行至多 10 个周期。因而, 在此实施例 1 中, 获得了相当良好的耐磨损性, 但是应当理解的是, 包含大量包括铅的重金属的复合润滑脂的使用对人类和环境是有害的。

[0146] 比较例 2

[0147] 将具有表 1 中所示的组成 A 的碳钢螺纹接头的公螺纹表面和母螺纹表面分别进行与实施例 1 中所述相同的表面处理, 不同之处在于如以下所述, 将用于母螺纹表面的固体润滑涂层和固体防腐蚀涂层的形成顺序颠倒。

[0148] 因而, 将通过机械研磨 ($3\ \mu\text{m}$ 的表面粗糙度) 而抛光的母螺纹表面, 在 $80\text{--}95^\circ\text{C}$ 的锰磷酸盐处理溶液中浸渍 10 分钟用于预表面处理, 以形成具有 $15\ \mu\text{m}$ 厚度的磷酸锰涂层。在所得到的初始涂层上, 形成单独由环氧树脂形成的固体防腐蚀涂层, 至 $20\ \mu\text{m}$ 的厚度, 作为中间层。在此层上, 由包含具有 $10\ \mu\text{m}$ 平均粒子直径的石墨粉末和具有 $15\ \mu\text{m}$ 最大长度的铜片状粉末的环氧树脂, 形成具有 $30\ \mu\text{m}$ 厚度的固体润滑涂层。在该固体润滑涂层中, 石墨与环氧树脂的质量比 M 为 $0.6 : 1$, 而在其中的铜粉末与石墨的质量比 N 为 $0.2 : 1$ 。这些涂层的结构与在 WO 2004/033951 中提出的结构类似, 即它具有下面的固体防腐蚀涂层和上面的固体润滑涂层。

[0149] 将通过机械研磨 ($3\ \mu\text{m}$ 的表面粗糙度) 而抛光的公螺纹表面, 以完全与在实施例 1 中所述相同的方式进行表面处理, 并且它们具有: 厚度为 $15\ \mu\text{m}$ 下面的磷酸锌涂层, 和具有 $20\ \mu\text{m}$ 厚度并且单独由环氧树脂构成的上面的固体防腐蚀涂层。

[0150] 将母螺纹表面暴露于盐雾试验 100 个小时。通过对盐雾试验以后的母螺纹表面的观察, 在该母螺纹表面上发现了带色薄锈 (铜绿) 的出现。相信, 该带色薄锈是通过包含于固体润滑涂层中的铜粉末, 与盐雾试验所提供的湿润气氛中的空气中的氧气反应而形成的, 在此实施例 1 中, 该固体润滑涂层为最外层。

[0151] 在紧固和松开试验中, 如表 3 中所示, 在 10 个周期的紧固和松开的过程中, 一直到第 5 个周期也没有擦伤或磨损的发生, 但是在第 6 个周期上, 发生了轻微的擦伤。在进行修理以后, 紧固和松开继续一直到第 7 个周期, 但是在第 8 个周期发生了严重的擦伤或磨损。

[0152] 比较例 3

[0153] 将具有由表 1 中的组成 B 的 Cr-Mo 钢所制造的螺纹接头的公螺纹表面和母螺纹表面分别进行以下表面处理。

[0154] 将通过机械研磨 ($3\ \mu\text{m}$ 的表面粗糙度) 而抛光的母螺纹表面, 在 $80\text{--}95^\circ\text{C}$ 的锰磷酸盐处理溶液中浸渍 10 分钟用于预表面处理, 以形成具有 $15\ \mu\text{m}$ 厚度的磷酸锰涂层。在所得到的初始涂层上, 形成固体润滑涂层, 该固体润滑涂层具有 $25\ \mu\text{m}$ 厚度并且包含在聚酰胺-酰亚胺树脂中的具有 $5\ \mu\text{m}$ 平均粒子直径的二硫化钼粉末。在该固体润滑涂层中, 二硫化钼与聚酰胺-酰亚胺树脂的质量比 M 为 $1 : 1$ 。在其上没有形成固体防腐蚀涂层。

[0155] 将通过机械研磨 ($3\ \mu\text{m}$ 的表面粗糙度) 而抛光的公螺纹表面保持原样, 而不进一步处理。

[0156] 通过对涂覆了防锈油,然后擦掉防锈油的母螺纹表面的观察,发现表面外观没有变化。在紧固和松开试验中,如表 3 中所示,在 10 个周期的紧固和松开的过程中,一直到第 3 个周期也没有擦伤或磨损的发生,但是在第 4 个周期发生了轻微的擦伤。在进行修理以后,紧固和松开继续一直到第 5 个周期,但是在第 6 个周期上发生了严重的擦伤或磨损。

[0157] 比较例 4

[0158] 将由具有表 1 中组成 B 的 Cr-Mo 钢所制造的螺纹接头的公螺纹表面和母螺纹表面分别进行以下表面处理。

[0159] 将通过机械研磨(3 μm 的表面粗糙度)而抛光的母螺纹表面在 80-95℃的锰磷酸盐处理溶液中浸渍 10 分钟用于预表面处理,以形成具有 15 μm 厚度的磷酸锰涂层。在所得到的初始涂层上,形成固体润滑涂层,该固体润滑层具有 15 μm 的厚度并且包含在环氧树脂中的具有 10 μm 平均粒子直径的石墨粉末。在该固体润滑涂层中,石墨与环氧树脂的质量比 M 为 1 : 1。在其上没有形成固体防腐蚀涂层。

[0160] 将通过机械研磨(3 μm 的表面粗糙度)而抛光的公螺纹表面,在 75-85℃的锌磷酸盐处理溶液中浸渍 10 分钟用于预表面处理,以形成具有 15 μm 厚度的磷酸锌涂层。

[0161] 通过对涂覆了防锈油,然后擦掉该防锈油的母螺纹表面的观察,发现表面外观没有变化。在紧固和松开试验中,如表 3 中所示,在 10 个周期的紧固和松开的过程中,在第 1 个周期上没有擦伤或磨损的发生,但是在第 2 个周期上发生了轻微的擦伤。在进行修理以后,继续紧固和松开,但是在第 3 个周期上发生了严重的擦伤或磨损。

[0162] 比较例 5

[0163] 将由具有表 1 中的组成 B 的 Cr-Mo 钢所制造的螺纹接头的公螺纹表面和母螺纹表面分别进行以下表面处理。

[0164] 将通过机械研磨(3 μm 的表面粗糙度)而抛光的母螺纹表面,在 80-95℃的锰磷酸盐处理溶液中浸渍 10 分钟用于预表面处理,以形成具有 15 μm 厚度的磷酸锰涂层。在所得到的初始涂层上,形成了具有 20 μm 厚度并且单独由环氧树脂构成的固体防腐蚀涂层。在该固体抗腐蚀涂层上,形成具有 25 μm 的厚度并且由聚酰胺-酰亚胺树脂构成的固体润滑涂层,该聚酰胺-酰亚胺树脂包含具有 5 μm 平均粒子直径的二硫化钼粉末。在该固体润滑涂层中,二硫化钼与聚酰胺-酰亚胺树脂的质量比为 1 : 1。这些具有下面的固体防腐蚀涂层和上面的固体润滑涂层的涂层结构与在 W02004/033951 中所提出的结构相同。

[0165] 将通过机械研磨(3 μm 的表面粗糙度)而抛光的公螺纹表面,在 75-85℃的锌磷酸盐处理溶液中 10 分钟用于预表面处理,以形成具有 15 μm 厚度的磷酸锌涂层。

[0166] 通过对涂覆了防锈油,然后擦掉该防锈油的母螺纹表面的观察,发现表面外观没有变化。在紧固和松开试验中,如表 3 中所示,在 10 个周期的紧固和松开的过程中,一直到第 3 个周期上也没有擦伤或磨损的发生,但是在第 4 个周期上发生了轻微的擦伤。在进行修理以后,继续紧固和松开直到第 5 个周期,但是在第 6 个周期上发生了严重的擦伤或磨损。

[0167] 本发明关于目前认为是优选的实施方案进行了解释,但是本发明并不限于上述实施方案。应当理解的是,在不与本发明可以由后附的权利要求和整个说明书所包含的技术概念相反的范围,可以进行更改和变化,并且应当理解的是,包括这样的更改或变化的钢管用螺纹接头落入本发明的技术范围之内。

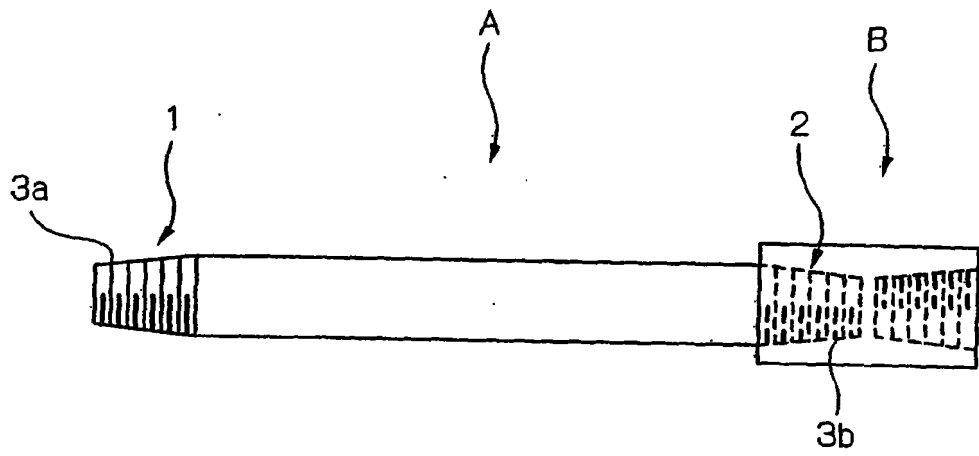


图 1

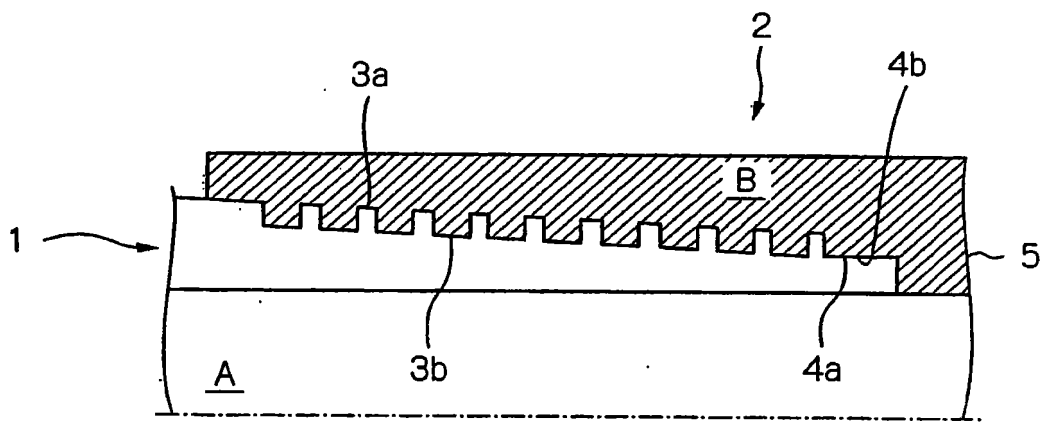


图 2

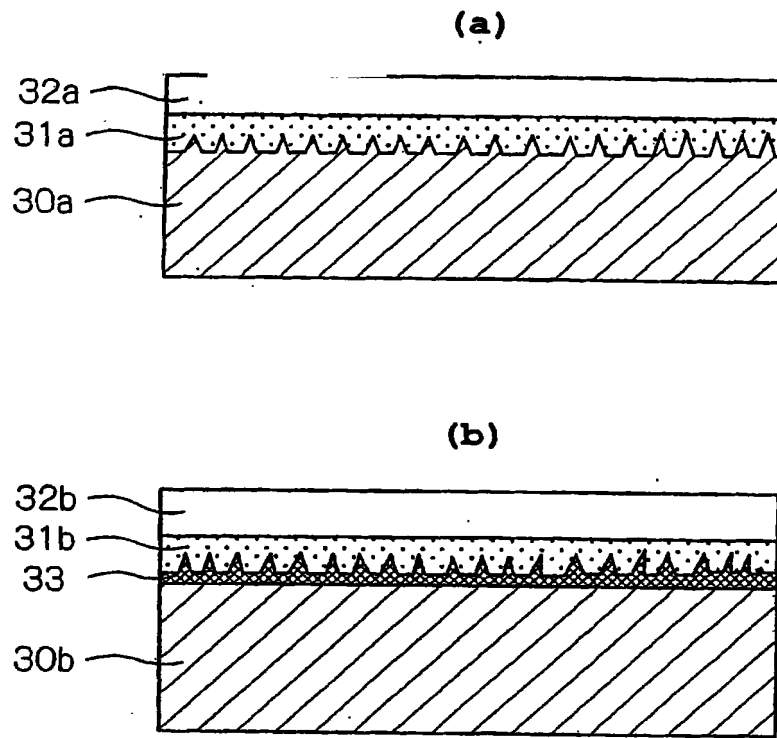


图 3