



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106979092 A

(43)申请公布日 2017.07.25

(21)申请号 201710041026.4

(22)申请日 2017.01.18

(30)优先权数据

102016101709.4 2016.02.01 DE

(71)申请人 联邦摩高布尔沙伊德公司

地址 德国布尔沙伊德

(72)发明人 沃尔克·舍雷尔

(74)专利代理机构 深圳永慧知识产权代理事务  
所(普通合伙) 44378

代理人 宋鹰武

(51)Int.Cl.

F02F 1/00(2006.01)

F02F 7/00(2006.01)

B23P 11/02(2006.01)

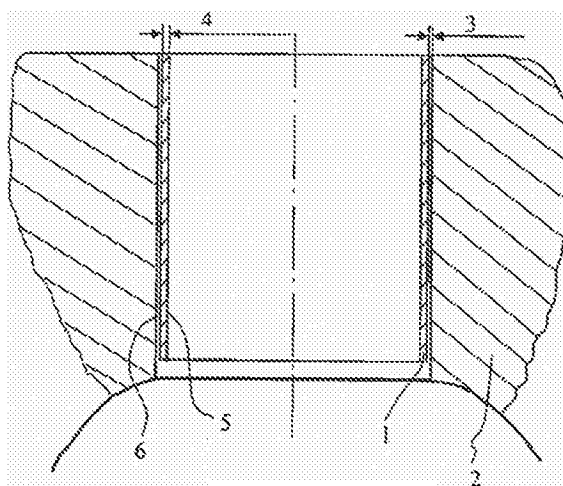
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

制造具有气缸衬套的气缸曲轴箱的方法

(57)摘要

本发明涉及一种制造具有由轻质材料构成的热接合气缸衬套的气缸曲轴箱的方法,其中将气缸衬套冷却并在其收缩后将其插入保持在恒温(即未升温)的气缸曲轴箱的适用于进行压紧配合的钻孔,以便在所述气缸衬套升温后产生压紧配合。



1. 一种制造具有热接合的气缸衬套(1)的气缸曲轴箱(2)的方法,包括:  
提供气缸衬套(1);  
提供气缸曲轴箱(2),所述气缸曲轴箱包含适用于进行压紧配合的用于容置所述气缸衬套(1)的钻孔;  
在保持所述气缸曲轴箱(2)的温度的情况下,将所述气缸衬套(1)冷却,直至所述气缸衬套(1)的外径小于所述钻孔的直径;  
在冷却状态下将所述气缸衬套(1)插入所述钻孔;  
使得所述气缸衬套(1)升温以导致热压紧配合。
2. 根据权利要求1所述的方法,还包括在插入所述气缸曲轴箱(2)的钻孔前,对所述气缸衬套(1)的外表面(6)实施精加工,使得所述外径公差最大为 $50\mu\text{m}$ ,同轴度好于 $50\mu\text{m}$ 。
3. 根据上述权利要求中任一项所述的方法,还包括在插入所述气缸曲轴箱(2)的钻孔前,对所述气缸衬套(1)的内表面(5)实施精加工,使得所述气缸衬套(1)的内表面(5)与所述气缸形状的偏差小于 $50\mu\text{m}$ 。
4. 根据上述权利要求中任一项所述的方法,还包括在将所述气缸衬套(1)插入前,对所述气缸曲轴箱(2)的钻孔实施精加工,使得所述钻孔与所述气缸形状的偏差小于 $50\mu\text{m}$ 。
5. 根据上述权利要求中任一项所述的方法,还包括在所述接合过程完毕后对所述气缸衬套(1)的内表面(5)进行珩磨。
6. 根据上述权利要求中任一项所述的方法,其中通过浸入适宜的冷却剂,优选液氮,来对所述气缸衬套(1)进行冷却。
7. 根据上述权利要求中任一项所述的方法,其中在插入所述气缸曲轴箱(2)的钻孔期间对所述气缸衬套(1)进行冷却,直至所述气缸衬套(1)处于其最终位置中。
8. 根据上述权利要求中任一项所述的方法,其中从所述气缸衬套(1)的气缸头侧末端出发实施升温。
9. 根据上述权利要求中任一项所述的方法,其中所述气缸衬套(1)由轻金属或轻金属复合体构成。
10. 根据上述权利要求中任一项所述的方法,其中所述气缸衬套(1)是经珩磨或完成珩磨准备的。
11. 根据上述权利要求中任一项所述的方法,其中所述气缸衬套(1)的材料的膨胀系数为至少 $15\mu\text{m}/\text{mK}$ ,优选为至少 $20\mu\text{m}/\text{mK}$ 。
12. 根据上述权利要求中任一项所述的方法,其中所述气缸衬套(1)具有最大 $50\mu\text{m}$ 的外径公差。
13. 根据上述权利要求中任一项所述的方法,其中所述气缸曲轴箱(2)的钻孔与所述气缸形状的偏差小于 $50\mu\text{m}$ 。
14. 根据上述权利要求中任一项所述的方法,其中在一或两个轴向末端上,在所述外径上和/或在所述内径上为所述气缸衬套(1)配设斜面。
15. 根据上述权利要求中任一项所述的方法,其中所述气缸衬套(1)由两个层构成,其中所述外层由膨胀系数为至少 $15\mu\text{m}/\text{mK}$ 的任意的第一材料构成,且其中所述内层由任意的第二材料构成。

## 制造具有气缸衬套的气缸曲轴箱的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种制造具有由轻质材料构成的热接合气缸衬套的气缸曲轴箱的方法。

### 背景技术

[0002] 就不设气缸衬套的发动机而言,必须将以下材料应用于发动机组:其满足因与摩擦对象活塞或活塞环发生直接接触而产生的主要要求。特别是需要具备较高的耐磨性及较小的摩擦。作为次要方面,还存在较小的重量、较低的材料成本、较低的制造成本和较高的热导率等更多要求。这些要求在不设衬套的发动机中很难或者完全无法彼此协调。

[0003] 在内燃机中使用气缸衬套后,就能将仅满足相关要求的另一材料应用于发动机组。而可以专门针对耐磨性和较小的摩擦等要求对气缸衬套进行优化。在处理技术方面,特别是通过用珩磨工艺来完成气缸衬套的工作面的精加工,从而达到该工作面的在摩擦学方面有利的特性。通常情况下,应用于汽车领域的气缸衬套的直径为约60mm至约100mm,壁厚为约0.5mm至约5mm。

[0004] 将气缸衬套牢固地插入气缸曲轴箱的专用钻孔。基于接合工艺中的机械或热负荷,可能在气缸曲轴箱中产生应力/变形,这些应力/变形随后会传递至气缸衬套并使其变形。为此,需要(例如)通过精密钻孔、精密车削或研磨来进行精加工,以便在接合工艺完毕后对在气缸衬套的工作面的形状和位置方面的偏差进行补偿。无法在热接合完毕后立即进行珩磨,因为气缸衬套的工作面与气缸形状的偏差通常取决于不均匀的移除。

### 发明内容

[0005] 有鉴于此,本发明的目的是提供一种制造具有热接合的气缸衬套的气缸曲轴箱的方法,根据所述方法,在使用经珩磨或完成珩磨准备(honfertigt)的气缸衬套的前提下,可以在接合工艺后尽可能立即对所述气缸衬套的工作面进行珩磨,而不必为修正气缸形状而对所述工作面实施另一精加工。为此,在接合工艺完毕后,所述气缸衬套的工作面与理想气缸形状的偏差应小于 $50\mu\text{m}$ ,优选小于 $30\mu\text{m}$ 。

[0006] 根据本发明的第一实施方式,提供一种方法,其具有:提供气缸衬套;提供气缸曲轴箱,所述气缸曲轴箱包含适用于进行压紧配合的用于容置所述气缸衬套的钻孔;在保持所述气缸曲轴箱的温度的情况下,将所述气缸衬套冷却,直至所述气缸衬套的外径小于所述钻孔的直径;在冷却状态下将所述气缸衬套插入所述钻孔;使得所述气缸衬套升温以导致所述气缸衬套因热膨胀而相对所述钻孔发生压紧配合。

[0007] 该方案中不对气缸曲轴箱进行加热,因而在气缸曲轴箱的金属块中不会产生任何热变形,故在接合过程完毕后,气缸衬套的气缸形状也不会因气缸曲轴箱的施加于位于钻孔中的气缸衬套的与热变形相关的不均衡压力,而发生变化。

[0008] 根据本发明的另一方面,也可以在插入所述气缸曲轴箱的钻孔前,对所述气缸衬套的外表面实施精加工,使得所述外径公差最大为 $50\mu\text{m}$ ,同轴度好于 $50\mu\text{m}$ 。

[0009] 根据另一方面,本发明包括在插入所述气缸曲轴箱的钻孔前,对所述气缸衬套的内表面实施精加工,使得所述气缸衬套的内表面与所述气缸形状的偏差小于 $50\mu\text{m}$ 。

[0010] 根据本发明的一个方面,在接合过程前,例如通过精密钻孔、精密车削或研磨来对所述气缸曲轴箱的钻孔实施精加工,使得所述钻孔与所述气缸形状的偏差小于 $50\mu\text{m}$ 。这样就基本上消除了不平度以及与气缸形状的偏差,使得只有相应较小的不平度/偏差才能被传递至薄壁式气缸衬套。

[0011] 根据本发明的一个方面,所述方法还包括在所述接合过程完毕后对所述气缸衬套的内表面进行珩磨。这样就能使用完成珩磨准备但未经珩磨的气缸衬套。同时还能校正正在实施该方法过程中所出现的不平度/偏差。

[0012] 根据本发明的一个方面,通过浸入适宜的冷却剂(优选液氮)来对所述气缸衬套进行冷却。

[0013] 根据本发明的一个方面,在插入所述气缸曲轴箱的钻孔期间对所述气缸衬套进行冷却,直至所述气缸衬套处于其最终位置中。

[0014] 根据本发明的一个方面,从所述气缸衬套的气缸头侧末端出发实施升温。

[0015] 根据本发明的一个方面,所使用的气缸衬套由轻金属或轻金属复合体构成。除重量较小外,应用于发动机制造的轻金属(例如铝)的热膨胀系数通常也处于适用于热接合工艺的约 $20\mu\text{m}/\text{mK}$ 至 $25\mu\text{m}/\text{mK}$ 的范围内。

[0016] 根据本发明的一个方面,所述气缸衬套是经珩磨或完成珩磨准备的。

[0017] 根据本发明的另一方面,所述气缸衬套具有热膨胀系数为至少 $15\mu\text{m}/\text{mK}$ ,优选为至少 $20\mu\text{m}/\text{mK}$ 的材料。这一点确保了气缸衬套的充分收缩,以便将其插入钻孔。

[0018] 根据本发明的一个方面,所述气缸衬套具有最大 $50\mu\text{m}$ 的外径公差。通过在气缸衬套的外表面上遵守这种公差来防止出现以下情形:基于压紧接合所施加的压力,外径的偏差传递至气缸衬套的工作面的气缸形状。

[0019] 根据本发明的一个方面,所述气缸曲轴箱的钻孔与所述气缸形状的偏差小于 $50\mu\text{m}$ 。这一点较为有利,因为这些钻孔在压紧接合状态下与气缸形状的偏差可能对气缸衬套的气缸形状造成负面影响。这样就需要进行再加工。

[0020] 根据本发明的一个方面,在一或两个轴向末端上,在所述外径上和/或在所述内径上为所述气缸衬套配设斜面。这样既能简化衬套的接合操作,又有助于定位珩磨工具,从而有利于必要的内部加工。

[0021] 根据本发明的一个方面,所述气缸衬套由两个层构成,其中所述外层由热膨胀系数为至少 $15\mu\text{m}/\text{mK}$ 的任意的第一材料构成,且其中所述内层由任意的第二材料构成。

[0022] 下面结合附图所示实施例对本发明进行详细说明。

## 附图说明

[0023] 图1为所述气缸衬套和所述气缸曲轴箱在接合工艺中的横截面图。

## 具体实施方式

[0024] 本发明提出一种制造具有热接合的气缸衬套的气缸曲轴箱的方法。

[0025] 图1在横截面图中示例性地示出在接合步骤中的气缸衬套1和气缸曲轴箱2。下文

中结合附图对整个方法进行详细说明。

[0026] 在本发明的方法中,首先提供气缸衬套1。通常情况下,所用气缸衬套的直径为约60mm至约100mm,壁厚4为约0.4mm至约5mm,优选为0.5mm至2mm。外径公差通常为 $30\mu\text{m}$ 。内表面5(即未来的工作面)的直径公差为最大0.3mm,视处理技术而定。气缸衬套1的内表面5也可以例如通过精密钻孔、精密车削或研磨而经过精加工。亦即,气缸衬套1的工作面可以已经处于经珩磨或完成珩磨准备的状态下。例如将铁、轻金属(如铝)或者合金用作材料。通常也使用能够将不同材料的有利特性相结合的复合结构。举例而言,可以将铁碳合金作为耐磨层涂敷至由轻金属构成的载体层。

[0027] 所述方法的下一步是提供气缸曲轴箱2,其包含适用于进行压紧配合的用于容置气缸衬套1的钻孔。适用于进行压紧配合尤指以下情形:这些钻孔的直径略小于气缸衬套1的外径。具体是指在室温下,该气缸衬套的外径大于钻孔的直径 $50\mu\text{m}$ 至 $200\mu\text{m}$ ,优选 $70\mu\text{m}$ 至 $150\mu\text{m}$ 。进一步地,钻孔与理想气缸形状的偏差应不大于 $50\mu\text{m}$ ,亦即,钻孔表面应包含在某个气缸的壁部中,其中壁厚为 $50\mu\text{m}$ 。

[0028] 下一处理步骤是在保持气缸曲轴箱2的温度(如将其保持在室温水平上)的同时,将气缸衬套1冷却。从而使得气缸衬套1在假设热膨胀系数为正的情况下发生收缩。在适宜的材料选择且在室温下以足够大的温度幅度(即以约 $100^{\circ}\text{C}$ 至 $250^{\circ}\text{C}$ 的幅度)进行冷却的情况下,气缸衬套的外径变得小于钻孔的直径。随后在这个更冷的状态下,将气缸衬套1插入气缸曲轴箱2的钻孔,这一点因在气缸衬套1的外表面6与气缸曲轴箱2的钻孔之间存在间隙3而实现。图1示例性地示出此种情况。在图1中,在升温期间将气缸衬套1固定住,直至气缸衬套1与气缸曲轴箱2间建立牢固连接。

[0029] 产生这种牢固连接的原因在于,气缸衬套1因热膨胀而发生膨胀并因初始的过盈而导致压紧配合。应如此地将气缸衬套1插入钻孔并固定住,使其末端沿轴向在钻孔的末端上定向,即尽可能不伸出这些末端。特别是气缸衬套1应在气缸头侧上齐平,或者以在升温后齐平的方式定位。可以简单地通过以下方式来实现升温:等待一段时间,直至气缸衬套1因较热的周围环境而升温,升温时间因薄壁式气缸衬套1的相对较小的热容而不会过长。也可以采用另一热材料作为辅助,例如可以使得热空气穿过气缸衬套1。

[0030] 根据所述方法的另一示例性实施方式,在插入气缸曲轴箱2的钻孔前,对气缸衬套1的外表面6实施精加工,如精密钻孔、精密车削或研磨,使得外径公差最大为 $50\mu\text{m}$ ,同轴度好于 $50\mu\text{m}$ 。这样就基本上消除了外表面6的不平度以及外表面6与气缸形状的偏差,从而防止出现以下情形:基于压紧接合所施加的压力,不平度/偏差将薄壁式气缸衬套1的内表面5压穿。此种情况因气缸衬套的壁厚4小于0.5mm而成为可能。因此,大小为0.1-0.3mm的不平度/偏差可能在接合状态下对气缸衬套1的形状产生影响。

[0031] 根据另一示例性方面,所述方法还包括在插入气缸曲轴箱2的钻孔前,对气缸衬套1的内表面5实施精加工,使得气缸衬套1的内表面5与气缸形状的偏差小于 $50\mu\text{m}$ 。这个精加工例如可以包括精密钻孔、精密车削或研磨。如果气缸衬套1在插入前尚未处于完成珩磨准备的状态下,则可以使其达到完成珩磨准备的状态。这个精加工视需要也可以包括珩磨,使得只需将所述气缸衬套插入钻孔即可,而不必在接合工艺完毕后实施再加工。

[0032] 根据另一示例性方面,所述方法还包括在将气缸衬套1插入前,对气缸曲轴箱2的钻孔实施精加工,如精密钻孔、精密车削或研磨,使得这些钻孔与气缸形状的偏差小于 $50\mu\text{m}$

m。这样就消除了这些钻孔与气缸形状的偏差,这类偏差在与薄壁式气缸衬套1的壁厚4(即约为0.5mm)相同的数量级内波动(0.1-0.3mm),因此,这类偏差在接合状态下不会对气缸衬套1的气缸形状造成负面影响。

[0033] 所述方法的另一方面涉及的是在接合过程完毕后对气缸衬套1的内表面5进行珩磨的步骤。为在耐磨性和较小的摩擦方面对气缸衬套1的最终会与活塞环发生接触的内表面5(即工作面)进行优化,可以借助珩磨来实施最后的加工。这样就既能使用完成珩磨准备但未经珩磨的气缸衬套,又能视需要校正正在实施该方法过程中所出现的与气缸形状的偏差。可以采用常见的珩磨法例如以两个珩磨阶段低成本地实施珩磨。

[0034] 可以通过浸入适宜的冷却剂(优选液氮)来对气缸衬套1进行冷却。在此情况下,在气缸衬套1重新升温且膨胀前,将其足够快地插入气缸曲轴箱2的钻孔。

[0035] 根据本发明的另一方面,在插入气缸曲轴箱2的钻孔期间对气缸衬套1进行冷却,直至气缸衬套1处于其最终位置中。为此,例如可以将适宜的冷却装置卡入气缸衬套1并通过与气缸衬套1的内表面5发生接触来冷却该气缸衬套。也可以如此地构建这个装置,使其将气缸衬套1固定住并插入该钻孔并进一步在升温期间固设住,在此过程中当然可以中断冷却并视情况甚至由该装置进行供热。

[0036] 优选地,从气缸衬套1的气缸头侧末端出发实施升温。这样就首先将这个末端固设住,使其不会因热膨胀而被压出钻孔的气缸头侧末端。

[0037] 根据另一方面,气缸衬套1由轻金属或轻金属复合体构成。通常采用的是铝、由Al与Si或Al与Mn或Al与Mg构成的铝合金,或者将铝用作载体层的衬套。除能减重外,上述材料的另一优点是,其热膨胀系数通常处于在处理技术方面有利的20-25 $\mu\text{m}/\text{mK}$ 的范围内。

[0038] 优选地,提供气缸衬套1,其工作面是经珩磨或完成珩磨准备的。在第一种情形下,无需在接合工艺完毕后实施再加工,在第二种情形下,在接合工艺完毕后通过珩磨实施再加工即可,其中采用常见的珩磨法例如以两个珩磨阶段低成本地实施珩磨。

[0039] 根据本发明的另一方面,气缸衬套1由热膨胀系数为至少15 $\mu\text{m}/\text{mK}$ ,优选为至少20 $\mu\text{m}/\text{mK}$ 的材料构成。在汽车发动机上的常用气缸衬套的直径为60mm至100mm,且气缸衬套1的相对气缸曲轴箱2的钻孔的过盈为50 $\mu\text{m}$ 至200 $\mu\text{m}$ ,优选为70 $\mu\text{m}$ 至150 $\mu\text{m}$ 的情况下,通过上述方案就能在室温下以约100 $^{\circ}\text{C}$ 至250 $^{\circ}\text{C}$ 的幅度进行冷却时,确保气缸衬套1的足以实现插入的收缩。应用于发动机制造的轻金属和轻金属复合体,例如铝、铝合金或者将铝用作载体层的衬套,通常满足了热膨胀系数方面的这些条件。当然也可以选择具有适宜的热膨胀系数的其他材料。

[0040] 根据另一方面,气缸衬套1具有最大50 $\mu\text{m}$ 的外径公差。基于压紧接合所施加的压力,外表面6的不平度或外表面6与气缸形状的偏差,不平度/偏差可能将薄壁式气缸衬套1的内表面5压穿。气缸衬套可以具有小于0.5mm的壁厚;因此,在气缸衬套1处于压紧配合时,外表面6上的处于0.1-0.3mm的范围内的不平度/偏差完全可能对内表面5产生影响。这一点整体上可能使得工作面的摩擦学特性变差。视情况还需要对该工作面进行再加工。

[0041] 根据另一方面,气缸曲轴箱2的钻孔与气缸形状的偏差小于50 $\mu\text{m}$ 。与气缸衬套1的外表面6的偏差相同,这些钻孔在压紧配合中与气缸形状的偏差也可能对气缸衬套1的气缸形状间接地造成负面影响。这就需要再对气缸衬套1的内表面5进行再加工。

[0042] 根据本发明的另一示例性实施方案,在一或两个轴向末端上,在外径上和/或在内

径上为气缸衬套1配设斜面。在一个末端的外径上配设斜面的情况下,如果首先插入这个末端,则能简化将气缸衬套插入气缸曲轴箱2的钻孔。这一点在以下情况下特别重要:如本发明的一个方面所述,通过浸入某个冷却剂来对气缸衬套1进行冷却且需要尽可能迅速地实施插入钻孔的步骤。在内径上配设斜面的情况下,能简化珩磨工具的定位操作。

[0043] 根据本发明的另一示例性实施方案,气缸衬套1由两个层构成,其中外层由热膨胀系数为至少 $15\mu\text{m}/\text{mK}$ 的任意的第一材料构成,且其中内层由任意的第二材料构成。举例而言,外侧面由轻质材料构成且形成所述气缸衬套的承载结构。内侧面例如由用于保护工作面免受磨损的热喷涂铁碳合金构成。当然也可以采用其他组合。该复合体的热膨胀取决于较厚的外部载体层,该载体层的至少 $15\mu\text{m}/\text{mK}$ 的热膨胀系数处于有利于实施所述方法的范围内。

[0044] 采用本文所描述的制造具有热接合的气缸衬套1的气缸曲轴箱2的方法后,就能以不影响气缸衬套的内表面5的形状和表面的方式,将气缸衬套插入。因而在气缸衬套具备合适品质的情况下,就能对已装入的气缸衬套进行直接的进一步处理,而不必进行精加工或者仅需进行较小程度的精加工。

[0045] 附图标记表

[0046] 1 气缸衬套

[0047] 2 气缸曲轴箱

[0048] 3 间隙

[0049] 4 气缸衬套的壁厚

[0050] 5 气缸衬套的内表面

[0051] 6 气缸衬套的外表面

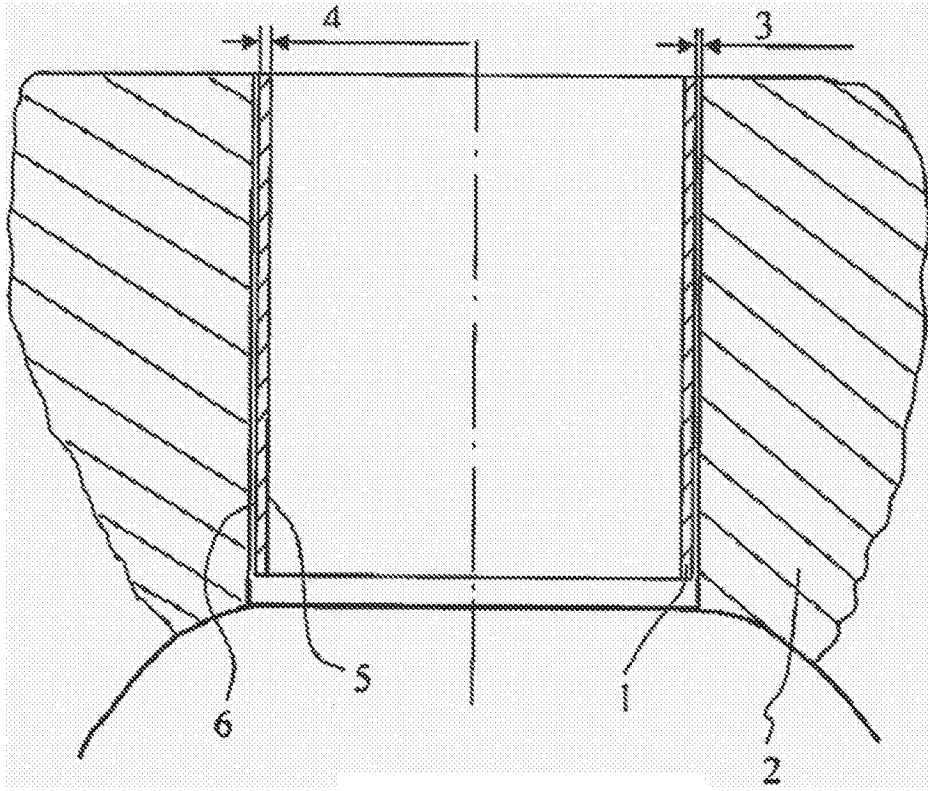


图1