

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
F02M 55/02 (2006.01)



## [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03155776.7

[45] 授权公告日 2007年5月16日

[11] 授权公告号 CN 1316159C

[22] 申请日 2003.9.2 [21] 申请号 03155776.7

[30] 优先权

[32] 2002.9.2 [33] JP [31] 256332/2002

[73] 专利权人 白井国际产业株式会社

地址 日本静岡県

[72] 发明人 白井正佳

[56] 参考文献

US4163561A 1979.8.7

CN1193690A 1998.9.23

JP10-306757A 1998.11.17

JP11-318082A 1998.12.2

审查员 郭绪垚

[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 张祖昌

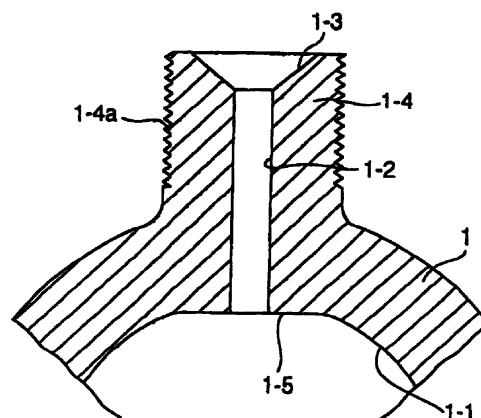
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 6 页

[54] 发明名称

用于柴油机的共轨

[57] 摘要

一种共轨，其中主管轨道内的流道和侧孔部分的耐用度被改善，同时侧孔部分对于内部压力的疲劳强度被提高。一种用于柴油机的共轨包括在主管轨道上制成的侧孔，主管轨道内具有沿轴向的流道，所述侧孔与流道连通，其中侧孔附近的应力集中被减轻，然后，使主管轨道的整个内周面和侧孔承受挤压硬化内表面处理。



1. 一种用于柴油机的共轨，它包括在主管轨道中制成的侧孔，主管轨道中具有沿轴向的一条流道，所述侧孔与流道连通，在侧孔开口的内周缘附近的应力集中被减轻以后，使主管轨道的整个内周面和侧孔承受挤压硬化内表面处理。

2. 如权利要求1所述的用于柴油机的共轨，其特征在于：主管轨道由S45C材料制成的锻件构成。

3. 如权利要求1或2所述的用于柴油机的共轨，其特征在于：侧孔开口的下周缘形成有变平表面。

4. 如权利要求1或2所述的用于柴油机的共轨，其特征在于：具有预定直径的侧孔在与主管轨道整体的凸台部分中制成，与主管轨道内的流道连通。

5. 一种用于柴油机的共轨，它包括在主管轨道中制成的侧孔，主管轨道内具有沿轴向的一条流道，所述侧孔与流道连通，其中至少侧孔开口附近变平以减轻应力集中，然后主管轨道的整个内周面和侧孔承受挤压硬化内表面处理。

6. 如权利要求5所述的用于柴油机的共轨，其特征在于：主管轨道由S45C材料制成的锻件构成。

7. 如权利要求5或6所述的用于柴油机的共轨，其特征在于：至少侧孔开口的周缘形成有变平表面。

8. 如权利要求5或6所述的用于柴油机的共轨，其特征在于：具有预定直径的侧孔在与主管轨道整体的凸台部分中制成，与主管轨道内的流道连通。

9. 一种用于柴油机的共轨，它包括在主管轨道上制成的侧孔，所述主管轨道内具有沿轴向的一条流道，所述侧孔与流道连通，其中在侧孔的通至主管轨道的端部附近实施压制力，在侧孔开口附近留下残余压应力，以便减轻应力集中，然后，主轨轨道的整个内周面和侧

孔承受挤压硬化内表面处理。

10. 如权利要求 9 所述的用于柴油机的共轨，其特征在于：主管轨道由 S45C 材料制成的锻件构成。

11. 如权利要求 9 或 10 所述的用于柴油机的共轨，其特征在于：至少侧孔开口的周缘形成有变平表面。

12. 如权利要求 9 或 10 所述的用于柴油机的共轨，其特征在于：具有预定直径的侧孔在与主管轨道整体的凸台部分中制成，与主管轨道内的流道连通。

13. 一种用于柴油机的共轨，它包括在主管轨道内制成的侧孔，主管轨道内具有沿轴向的流道，所述侧孔与流道连通，其中通过将支管端部插入侧孔，使支管端部超过主管轨道的内周面直至流道内部，并将支管牢固连接于主管轨道，从而使侧孔附近的应力集中被减轻，然后，使主管轨道的整个内周面和所述支管的孔承受挤压硬化内表面处理。

14. 如权利要求 13 所述的用于柴油机的共轨，其特征在于：主管轨道由 S45C 材料制成的锻件构成。

15. 如权利要求 13 或 14 所述的用于柴油机的共轨，其特征在于：至少侧孔的开口周缘形成有变平的表面。

## 用于柴油机的共轨

### 技术领域

本发明涉及柴油机燃料喷射系统中的共轨（common rail），例如高压燃油总管、块轨（block rail）等，更具体来说，涉及用于柴油机的共轨，其中在主管轨道上的一个侧孔或多个孔的部分和主管轨道的整个内周面的对于内部压力的疲劳强度得到提高。

### 背景技术

大家知道，柴油机的燃料喷射系统中的共轨是一种结构，在这种结构中，例如，如图7所示，一个侧孔11-2设置在圆管构成的主管11的周壁上，与内部流道11-1连通，该侧孔通至一个朝外开口的受压座表面11-3，一个圆筒形套筒接头13在受压座表面附近通过焊接或铜焊安装在主管11的外周壁上，在一个支管12上的连接头部12-2的加压座表面12-3抵靠在受压座表面11-3上并与其接合，通过拧紧套筒接头13和事先组装在支管上的夹紧螺母14之间的螺纹，对连接头部12-2的颈部加压，从而实现连接。在该图中，附图标记12-1表示支管12内的流道。

但是，这种共轨存在下述可能性：由于主管11内的内部压力及按照支管12的连接头部12-2的压力作用在受压座表面11-3上的轴向压力，因而在侧孔11-2的下端的内周缘P上产生大的应力，因此，以内周缘P为起点而产生裂隙，从而引起泄漏。

本申请的发明人提出一种作为上述问题的对策的共轨，其中在支管下端的内周缘P上产生的最大应力值被减小，对于内部压力的疲劳强度得到提高。

例如，（1）一种共轨增加了对于内部压力的疲劳强度，其中在侧孔下端内周缘上产生的应力集中通过形成一个变平的部分而被减轻，该变平的部分是通过挤压法在主管的朝向侧孔的内周面上形成的（请参阅JP-A-10-24618），以及（2）一种共轨增加了对于内部压力的疲劳

强度，其中使侧孔通至主管流道的端部及其周围存在残余压应力，从而抵消在侧孔下端内周缘上由主管内的高的内部压力产生的拉应力（请参阅 JP-A-10-306757、JP-A-10-318081、JP-A-10-318082、JP-A-10-318083、JP-A-10-318086 等）。另外，使侧孔通至主管内的流道的一端及其周围存在残余压应力的方法是：借助加压系统等施加挤压力的方法、在主管内的流道中施加压力的方法、从支管的内部在管的直径方向上机械地施加压力的直径扩张方法等等。另外，还提出（3）一种增加了对于内部压力的疲劳强度的共轨，其中在侧孔下端内周缘上产生的应力集中通过深入地插入侧孔一个支管或一个分支接头并固定该支管或分支接头，使该支管或分支接头的末端从主管轨道的内周面伸入流道的内部中（日本专利申请第 2001-387366 号），以及（4）一种共轨增加了对于内部压力的疲劳强度，其中在侧孔下端内周缘上产生的应力集中通过在侧孔通至主管轨道的流道的一端上提供变平的表面并将支管固定在使支管从该变平的表面伸入流道的状态而被减轻（日本专利申请第 2001-11772 号）。

但是，这些共轨是本申请的发明人过去提出的，在下述方面有待改进。

更具体来说，对于（1）中所述提高了对于内部压力的疲劳强度的共轨来说，其中在侧孔下端内周缘上产生的应力集中通过形成一个变平的部分而被减轻，该变平部分是通过挤压法在主管的朝向侧孔的内周面上形成的，并且对于（2）中所述一种对于内部压力增加了疲劳强度的共轨来说，其中使侧孔通至主管流道的端部及其周围存在残余压应力，从而抵消在侧孔下端内周缘上产生的拉应力，该应对措施在上述变平表面或残留应力的一个部分上起作用，但是，在上述部分以外的其它部分，也就是在主管的流道上或侧孔的流道上，起不到充分的作用。另外，对于（3）和（4）来说，其中使支管超过主管轨道的内周壁表面伸入流道内部，在侧孔中的流道的角部上的应力集中被分解，但是，对于内部压力的疲劳强度的变劣是不可避免的，这是由于实施（3）和（4）的技术方案，铜焊是必须的，受这样的热影响的部分必然会使强度变劣。

同时，虽然在柴油机燃油系统中的共轨所设定的压力传统上约为135Mpa，但是，目前高达160Mpa的压力成为主流，并且180Mpa的共轨现在正在研制以备未来的需要。因此，共轨所需的强度必须能够包括脉动并适应于+20Mpa，可以预期，未来不久将需要可在200Mpa（180Mpa+20Mpa）下使用的共轨。

为了解决上述问题，以及为了适应具有200Mpa左右的高的设定压力的系统，做出了本发明。本发明的目的是提供一种共轨，其中主管中的流道和侧孔的部分的耐用度得到改善，同时，侧孔的部分对于内部压力的疲劳强度得到提高。

### 发明内容

为了实现上述目的，按照本发明提出一种用于柴油机的共轨，其中在主管轨道中制成一个侧孔，主管轨道中有一轴向流道，侧孔与流道连通，该共轨具有以下特征：在侧孔开口的内周缘附近的应力集中被减轻，然后，主管轨道的整个内周面和侧孔承受挤压硬化内表面处理；至少侧孔的开口附近被变平以减轻应力集中，然后，主管轨道的整个内周面和侧孔承受挤压硬化内表面处理；在侧孔的通至主管轨道的端部附近施加压力，以便在侧孔的开口附近留下残余压应力，从而减轻应力集中，然后，使主管轨道的整个内周面和侧孔承受挤压硬化内表面处理；以及通过深入地将支管的末端超过主管轨道的内周面插入侧孔，直至流道内部，并使支管牢固地连接于主管轨道，从而减轻侧孔附近的应力集中，然后，使主管轨道的整个内周面和侧孔的连接部内部承受挤压硬化内表面处理。这里，挤压硬化内表面处理的意思是，借助内部压力系统在管上作用压制力而施加应力。

大家知道，当在厚壁管上施加挤压硬化内表面处理时，产生残余压应力，因而可改善对于内部压力的疲劳强度。但是，在用于柴油机的共轨中，在实施挤压硬化内表面处理而对原料管的不实施传统的（1）至（4）所述的处理时，会产生以下缺陷。

例如，在外径为24m/m、内径为7m/m、管的抗拉强度为 $T_s=650\text{Mpa}$ 、屈服点为 $Y_p=450\text{Mpa}$ 的主管上制成0.3mm的侧孔的情形

中，当施加 100Mpa 的内部压力时，内表面上的周向应力达 240Mpa，在侧孔的开口的周缘上沿内表面的周向的最大拉应力导致 531Mpa（2.6 乘 240Mpa）的应力集中。

同时，在所实施的挤压硬化内表面处理的压力达到主管的远达壁厚中心的部分承受的塑性变形的压力的情形中，按照应力计算公式（Tresca 公式）需要 350Mpa 的内部压力。当施加挤压硬化内表面处理的压力时，在侧孔的开口周缘上的应力集中位置被施加其它部分上的压力的 2.6 倍的相同负荷。更具体来说，能够容易地估计出，侧孔的开口周缘上的应力集中位置将处于与施加 910Mpa，即， $2.6 \times 240\text{Mpa}$  的压力时的状态相同的状态中，因而会产生裂隙。

另一方面，在压力被选择成使应力集中位置上留下残余压应力的情形中，所产生的压力变为 2.6 乘 350Mpa，因而可以选择 350Mpa 除以 2.6 所得到的值，即，134.6Mpa。已经表明，该值低于 160Mpa 的需要工作压力，不能使用高于 134.6Mpa 的压力。

从上面的描述可以推导出，在针对主管中的流道的情形中，以及在针对应力集中位置的情形中，都不存在可取得适当残留应力的压力。从上面的描述可以看出，为了使用挤压硬化内表面处理在主管和侧孔的所有流道的内表面上留下残余压应力，需要使应力集中减轻。

按照本发明，由于（1）至（4）中所述任一个的处理或其组合的处理被实施，然后施加例如 350Mpa 的挤压硬化内表面压力，因而（按照 Tresca 公式）在主管内的流道中留下大约 399Mpa 的压应力。同时，由于在侧孔的部分上应力不被集中或减轻，因而能够预期 399Mpa 或 399Mpa 左右的残留应力。

如上所述，由于在侧孔周缘上的应力集中被减轻，然后按照本发明实施挤压硬化内表面处理，因而由于在侧孔周缘上减轻应力集中和在主管轨道的整个流道和侧孔中的流道上实施的挤压硬化内表面的协同效应形成高的残余压应力，以及主管轨道中的流道和侧管开口周缘也可预期极好的耐用度，同时在侧孔下端内周缘处对于内部压力的疲劳强度得到提高。

## 附图说明

图 1 是局部的放大剖视图,表示按照本发明的用于柴油机的共轨的第一实施例;

图 2 是图 1 的纵向放大剖视图;

图 3 是局部的放大剖视图,表示本发明的第二实施例;

图 4 是图 3 的纵向放大剖视图;

图 5 是局部的放大剖视图,表示本发明的第三实施例;

图 6 是局部的放大剖视图,表示本发明的第四实施例;

图 7 是纵向的剖视图,表示用于柴油机的传统的共轨的第一实例;

图 8 是纵向的剖视图,表示用于柴油机的传统的共轨的第二实例;

图 9 是纵向的剖视图,表示用于柴油机的传统的共轨的第三实例;

图 10 是纵向的剖视图,表示用于柴油机的传统的共轨的第四实例;

图 11 是纵向的剖视图,表示用于柴油机的传统的共轨的第五实例;

## 具体实施方式

在本发明中,附图标记 1 表示主管轨道,附图标记 1-1 表示流道,附图标记 1-2 表示侧孔,附图标记 1-3 表示受压座表面,附图标记 1-4 表示凸台部分,附图标记 1-4a 表示阳螺纹,附图标记 1-5 表示变平表面,附图标记 2 表示支管,附图标记 2-1 表示流道,附图标记 2-2 表示凸起部。

图 1-4 所示作为共轨的主管轨道 1 是 S45C 或类似材料的锻件,具有一个管状部分,该管状部分的壁相对较厚,例如,直径为 28mm,壁厚为 9mm,在该管状部分中轴向内部经过机加工如镗孔、深孔钻削等以制成一条流道 1-1,多个凸台部分设置在周壁上,彼此轴向间隔开来。

在图 1 和 2 所示的共轨中,具有预定直径的侧孔 1-2 在与主管轨道整体的凸台部分 1-4 内形成,与主管轨道的流道 1-1 连通,呈圆锥形的、通向外部的受压座表面 1-3 在侧孔 1-2 的向外的开口端部上形成,在凸台部分的外周上制有阳螺纹 1-4a。采用压制方法或类似方法在主管轨道 1 朝向侧孔 1-2 的内周面、最好在整体轴向长度上,以及在侧孔开口的至少周缘上形成变平表面,从而使侧孔 1-2 的下端内周缘上产生的应力



集中减轻，以便在侧孔下端内周缘上提高对于内部压力的强度，然后实施挤压硬化内表面处理，以便在主管轨道1的整个内周面及所有侧孔1-2上产生残留压应力，从而提高对于内部压力的疲劳强度。

作为形成变平表面1-5的方法，可以采用例如借助外部压力系统来施加压制力以便在内周壁表面上形成变平表面的方法、在锻造时在内周壁表面上形成变平表面的方法、在挤压模制时形成变平表面的方法等。顺便讲到，在采用借助外部压力系统施加压制力以便在内周壁表面上形成变平表面的方法时，在某些情形中变平表面包括向内突起的弓形表面。因此，在本发明中所说的变平表面不完全是平面，而是包括各种弯曲形状如弓形表面、椭圆形表面等。

另外，挤压硬化内表面处理是一种方法，在该方法中借助流体力产生的压制力施加在主管轨道1内的流道以便使应力作用在主管轨道1的整个内周面上和侧孔1-2内。

其后，对于图3和4所示的共轨来说，具有预定直径的侧孔1-2在与主管轨道1整体的凸台部分1-4中形成，与主管轨道的流道1-1连通，呈圆锥形的、向外敞开的受压座表面1-3在侧孔1-2的向外开口端部上形成，在凸台部分1-4的内周面上制有阴螺纹1-4b。采用压制或类似方法使主管轨道1的内周面向着侧孔1-2突起，从而只在侧孔附近制成变平表面1-5，因而在侧孔1-2的下端的内周缘上产生残余压应力，以便在侧孔下端内周缘上提高内部压力强度，然后，在主管轨道的整个内周面和所有侧孔1-2上实施挤压硬化内表面处理，从而提高对于内部压力的疲劳强度。

作为只使侧孔1-2附近突起，从而在图3和4所示的共轨内制成变平表面1-5的方法，可以采取下述方法：使用带有例如冲头、杆或类似物的压制系统以便在直径方向上向内压制主管轨道的厚壁部分，使流道1-1侧突起，从而使该侧基本呈圆形及至少呈平面形状。另外，通过突起法引起向内突起的该表面不仅包括平面，而且也包括各种弯曲形状，如弓形表面、椭圆形表面等，以及球形形状。

另外，对于图5所示的共轨来说，在侧孔下端内周缘上产生的应力

集中被减轻，并且通过深入地将支管 2（或分支接头）插入侧孔 1-2，使支管的末端从主管轨道 1 的内周面伸入流道 1-1，借助铜焊固定支管，从而提高对于内部压力的疲劳强度，进一步使主管轨道 1 的整个内周面和支管 2 的孔 2-1 承受挤压硬化内表面处理，以便产生残余压应力，从而提高对于内部压力的疲劳强度。

另外，对于图 6 所示的共轨来说，在侧孔的通至主管轨道 1 的流道的端部上设置变平表面 1-5，并且使支管 2（或分支接头）从变平表面 1-5 伸入流道 1-1 以便进行铜焊，因而在侧孔 1-2 的下端的内周缘上产生的应力集中被减轻，然后，按照与上面描述的不同方式实施挤压硬化内表面处理，以便在主管轨道 1 的整个内周面和全部侧孔 1-2 上产生残余压应力，从而提高对于内部压力的疲劳强度。

表格 2 表示使用表格 1 中所示的共轨（钢的种类 S45C）进行的耐久试验的结果。在本实施例中进行了耐久试验，其中对各共轨施加了基础压力为 18Mpa、峰值压力为 140 至 230Mpa 的试验压力。

另外，图 8 表示一个共轨，该共轨的种类与图 1 和 2 所示的相同，其中主管轨道 1 的流道 1-1 的横截面为完好的圆形，图 9 表示一个共轨，该共轨的种类与图 3 和 4 所示的相同，其中主管轨道（1）的流道 1-1 的横截面按照与图 8 所示共轨相同的方式为完好的圆形，图 10 表示一个共轨，该共轨相应于图 5 所示的共轨，其中进行了铜焊而没有伸入主管轨道 1 的流道 1-1 的支管 2 的末端，图 11 表示一个共轨，该共轨相应于图 6 所示的共轨，其中进行铜焊而没有从变平表面 1-5 突出的支管 2 的末端，上述变平表面设置在侧孔 1-2 的通至主管轨道 1 的流道 1-1 的端部上。

从表格 2 可以看出，所有按照本发明的共轨表现出对于内部压力的极好的疲劳强度。

表格 1

类型	尺寸			
	主管轨道		侧孔	
A (图 1, 图 8)	直径 内径	24mm 10m	直径	3mm
B (图 3, 图 9)	直径 内径	24mm 10m	直径	3mm
C (图 5, 图 10)	直径 内径	24mm 10m	直径	3mm
D (图 6, 图 11)	直径 内径	24mm 10m	直径	3mm

表格 2

类型	试验材料	应力集中 减轻处理的 是或否	挤压硬化 内表面处理 压力	压力疲劳 压力	试验结果
A	发明 1 (图 1)	是	350	18 至 230	10 <sup>7</sup> Pass
	对比实例 1 (图 8)	否	350	18 至 160	Rupture
	对比实例 2 (图 3)	否	否	18 至 160	Rupture
B	发明 2 (图 3)	是	350	18 至 230	10 <sup>7</sup> Pass
	对比实例 3 (图 9)	否	350	18 至 160	Rupture
	对比实例 4 (图 9)	否	否	18 至 160	Rupture
C	发明 3 (图 5)	是	300	18 至 190	10 <sup>7</sup> Pass
	对比实例 5 (图 5)	是	否	18 至 190	Rupture
	对比实例 6 (图 10)	否	否	18 至 140	Rupture
D	发明 4 (图 6)	是	300	18 至 200	10 <sup>7</sup> Pass
	对比实例 7 (图 6)	是	否	18 至 190	Rupture
	对比实例 8 (图 11)	是	否	18 至 150	Rupture

如上所述，按照本发明的用于柴油机的共轨具有显著的效果，主管轨道中的流道和侧孔部分可有极好的耐用度，同时，在侧孔下端内周缘上对于内部压力的疲劳强度得到提高，其原因是在侧孔周缘上的应力集中被减轻，然后，由于在侧孔周缘上实施的减轻应力集中及在主管轨道中的整个流道和侧孔中的流道上实施的挤压硬化内表面处理的协同效果，使高的残余压应力存在于整个共轨上。

图1

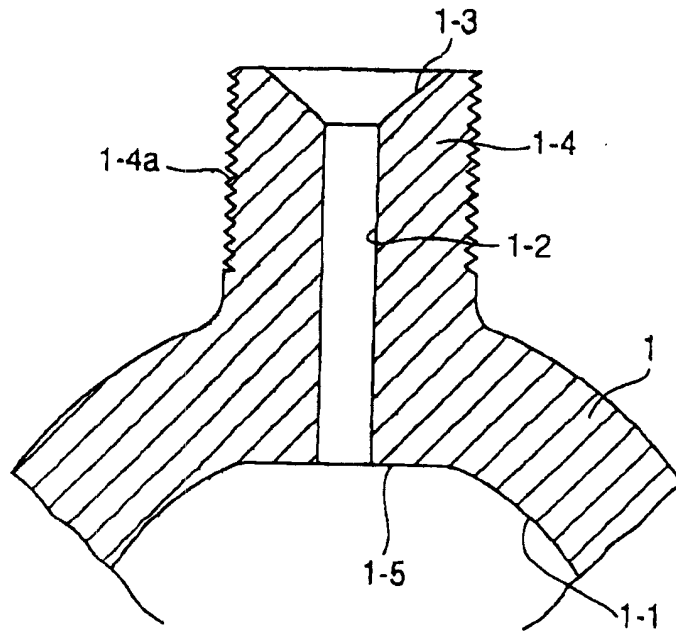


图2

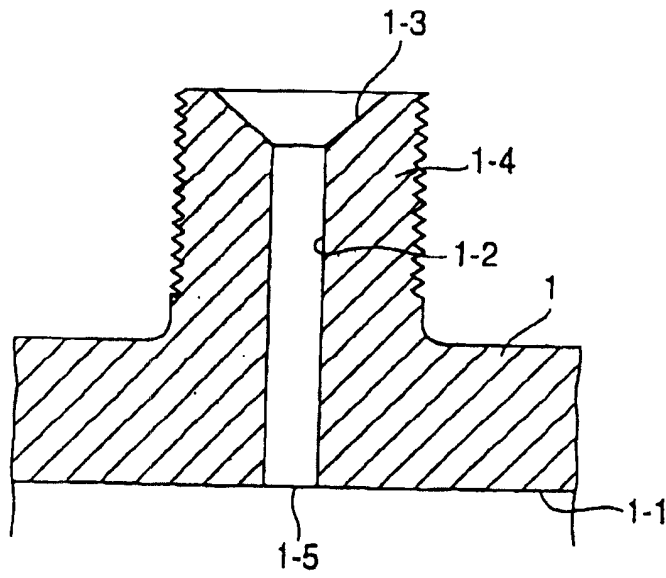


图3

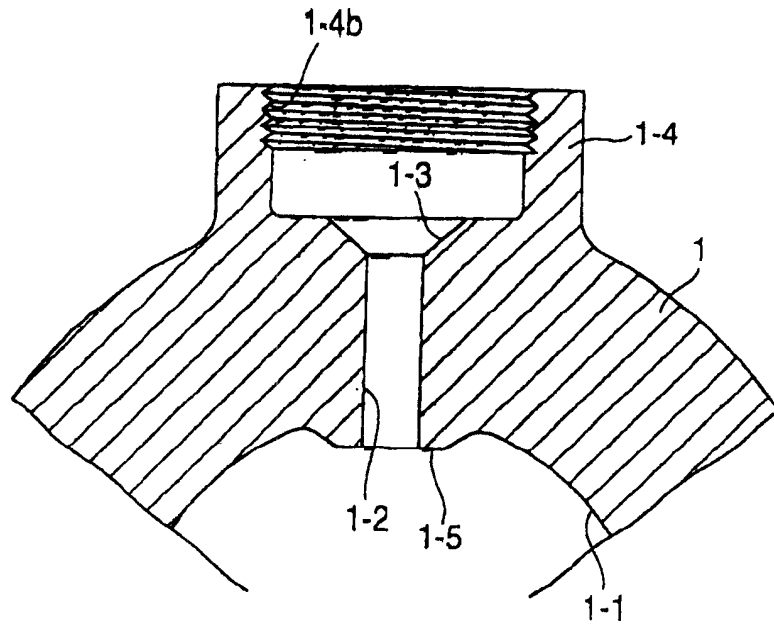


图4

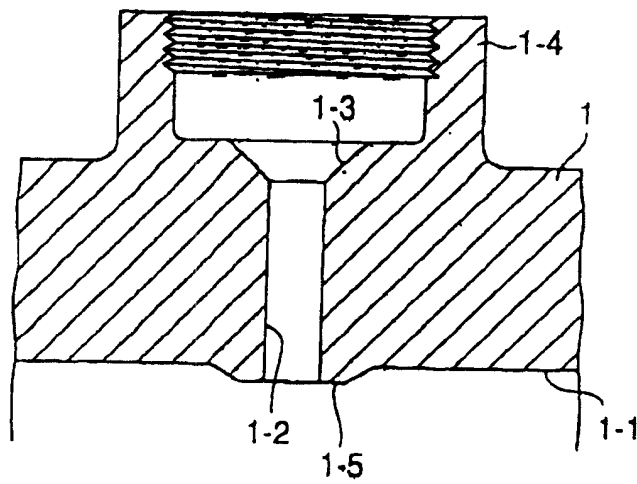


图5

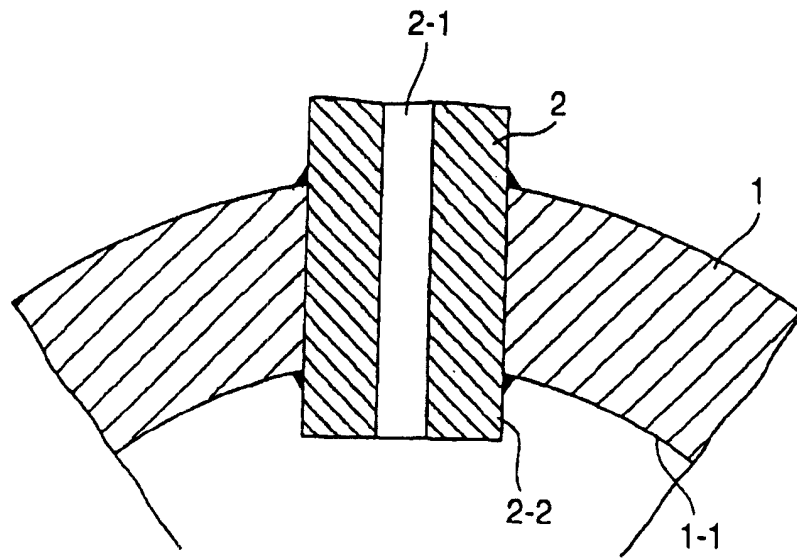


图6

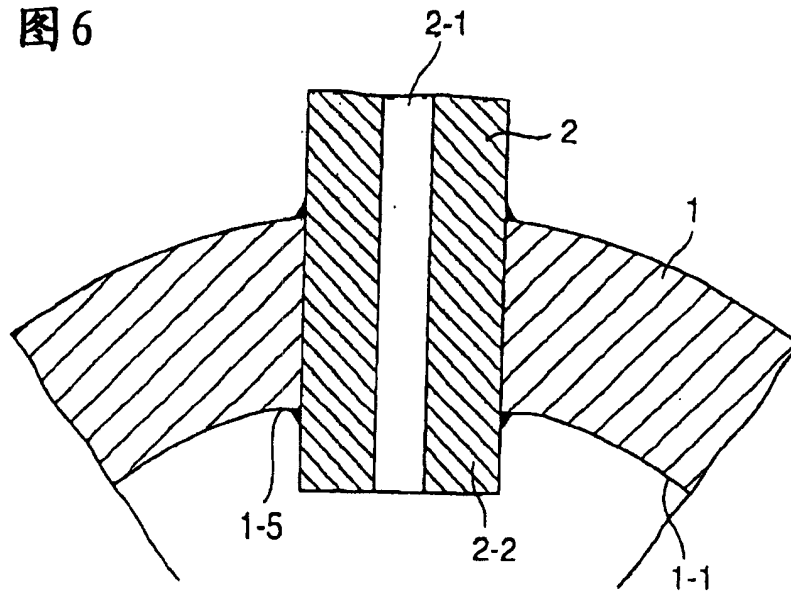


图7 现有技术

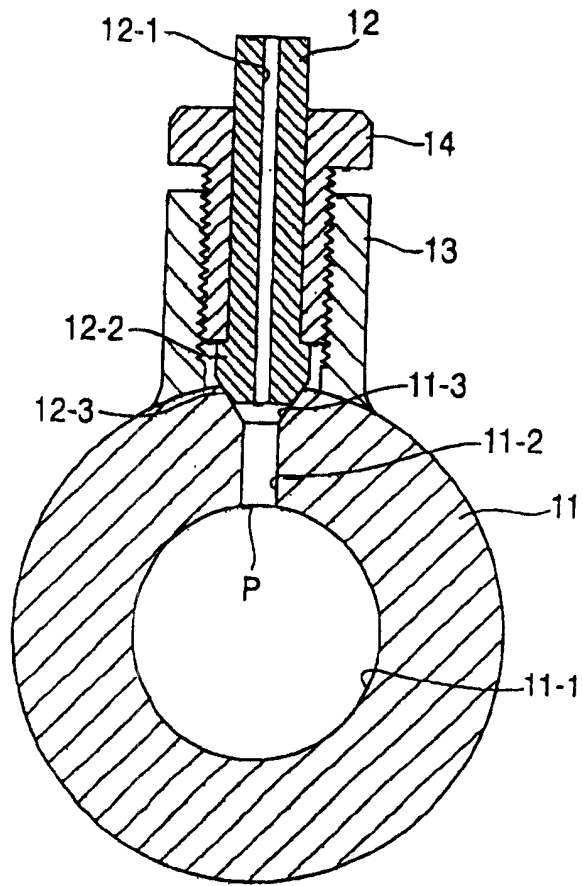




图8 现有技术

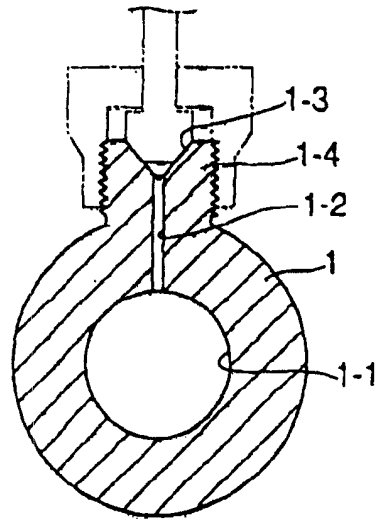


图9 现有技术

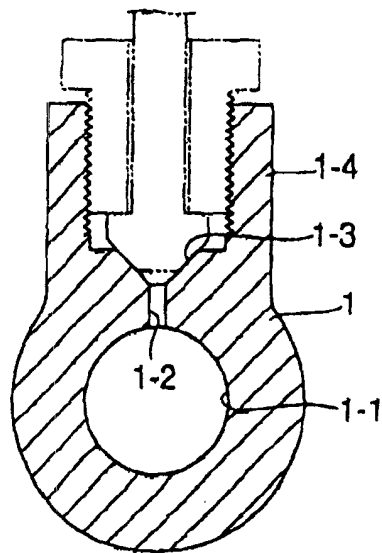


图10 现有技术

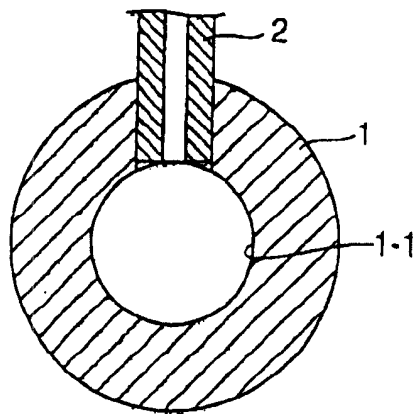


图11 现有技术

