

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200780036693.8

[51] Int. Cl.

B24B 33/02 (2006.01)

B23B 41/12 (2006.01)

B23Q 3/00 (2006.01)

F02F 1/00 (2006.01)

[43] 公开日 2009年9月2日

[11] 公开号 CN 101522369A

[22] 申请日 2007.10.3

[21] 申请号 200780036693.8

[30] 优先权

[32] 2006.10.6 [33] JP [31] 275458/2006

[86] 国际申请 PCT/JP2007/069794 2007.10.3

[87] 国际公布 WO2008/044719 日 2008.4.17

[85] 进入国家阶段日期 2009.3.31

[71] 申请人 丰田自动车株式会社

地址 日本爱知县

[72] 发明人 真贝知志 原田高宏 浅山和博

渡边一树

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责
任公司

代理人 谢丽娜 关兆辉

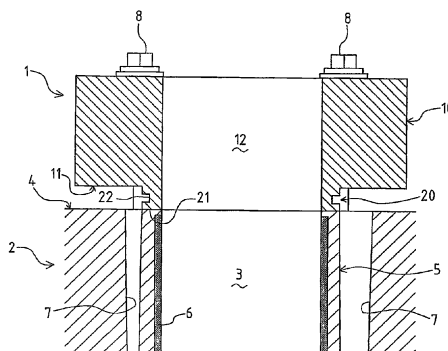
权利要求书2页 说明书21页 附图5页

[54] 发明名称

汽缸体的加工用夹具及加工方法

[57] 摘要

本发明的仿真头(1)(汽缸体的加工用夹具),具有仿真头主体(10),该仿真头主体在对汽缸内径(3)进行精加工时,通过螺栓连接而组装到汽缸体(2)的头部安装面(4)上,从而使汽缸内径(3)变形,其中,在仿真头主体(10)的相对于汽缸体(2)的安装面(11)侧设置突起(20),该突起具有与头部安装面(4)中的汽缸内径(3)的周边部接触的接触面(21),至少使仿真头主体(10)为刚性比汽缸体(2)高的构成。



1. 一种汽缸体的加工用夹具，具有仿真头主体，该仿真头主体在对汽缸体具有的汽缸内径进行精加工时，通过螺栓连接而组装到汽缸体的汽缸头安装面上，从而使上述汽缸内径变形，该汽缸体的加工用夹具的特征在于，

在上述仿真头主体的相对于汽缸体的安装面侧设置突起，该突起具有与上述汽缸头安装面中的上述汽缸内径的周边部接触的接触面，至少使上述仿真头主体为刚性比汽缸体高的构成。

2. 根据权利要求 1 所述的汽缸体的加工用夹具，其特征在于，上述突起经由上述接触面与上述汽缸内径的周边部全面接触。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的汽缸体的加工用夹具，其特征在于，上述突起具有收缩部，该收缩部是相对于上述接触面在上述汽缸内径的径向上收缩的部分，通过调整该收缩的部分的尺寸来调整该突起的刚性。

4. 根据权利要求 1~3 的任一项所述的汽缸体的加工用夹具，其特征在于，上述突起作为与上述仿真头主体不同的部件构成。

5. 一种汽缸体的加工方法，通过螺栓连接将仿真头主体组装到汽缸体的汽缸头安装面上，从而使汽缸体具有的汽缸内径变形，在该状态下对上述汽缸内径进行精加工，该汽缸体的加工方法的特征在于，使上述仿真头主体为刚性比汽缸体高的构成，

在上述汽缸头安装面和上述仿真头主体的相对于汽缸体的安装面之间设置突起部件，该突起部件具有与上述汽缸头安装面中的上述汽缸内径的周边部接触的接触面。

6. 根据权利要求 5 所述的汽缸体的加工方法，其特征在于，使上述突起部件经由上述接触面与上述汽缸内径的周边部全面接触。

7. 根据权利要求 5 或 6 所述的汽缸体的加工方法，其特征在于，在上述突起部件上设置收缩部，该收缩部为相对于上述接触面在上述汽缸内径的径向上收缩的部分，通过调整该收缩部的尺寸来调整该突起部件的刚性。

8. 根据权利要求 5~7 的任一项所述的汽缸体的加工方法，其特征在于，与上述仿真头主体一体地构成上述突起部件。

汽缸体的加工用夹具及加工方法

技术领域

本发明涉及一种在对汽缸体中的汽缸内径进行精加工时使用的汽缸体的加工用夹具（所谓仿真头）及汽缸体的加工方法。

背景技术

以往在对汽缸体的汽缸内径进行精加工时，作为其加工用夹具使用作为仿真头。具体如下。

即，对汽缸体的汽缸内径为了形成预定的正圆度而进行搪磨加工等精加工。在对汽缸内径进行精加工后，在汽缸体上组装汽缸头。在将汽缸头组装到汽缸体上时，使用螺栓等连接件（缸盖螺栓）。缸盖螺栓贯通汽缸头并且螺合插入到设置于汽缸体上的螺栓孔中，从而将汽缸头连接固定到汽缸体上。由该缸盖螺栓作用于汽缸体上的紧固力会使汽缸体产生变形，从而导致汽缸内径变形、即汽缸内径的正圆度下降。

因此在进行汽缸内径的精加工时，为了使与组装汽缸头的状态下作用的紧固力同等的紧固力作用于汽缸体，作为加工用夹具使用具有容许对汽缸内径进行精加工的贯通孔的仿真头。

即，与作为实际产品组装的汽缸头不同的加工用夹具的仿真头，由螺栓等连接件（例如缸盖螺栓）与汽缸头同样地组装到汽缸体上，从而汽缸体成为与组装有汽缸头的状态相同的状态。对这种状态的汽缸体，进行对其汽缸内径的精加工。

从而在对汽缸体施加了规定的紧固力的状态、即对汽缸内径施加

了因紧固力引起的变形的状态下，对汽缸内径进行精加工，在该精加工后组装汽缸头。其结果，防止了因组装汽缸头时的紧固力产生的内径变形。

关于这种使用了仿真头的汽缸体中的汽缸内径的精加工，例如公开了如下技术。

在日本特开 2004-243514 号公报中公开了如下结构：在仿真头中与汽缸体的汽缸内径周边对应的部分上设置向汽缸体突出的焊珠部，并且在该焊珠部的外周侧设置凹部。在该构成中，仿真头通过螺栓连接而安装到汽缸体上时，仿真头在上述焊珠部及凹部的作用下而弹性变形，从而吸收其安装时的力。从而不使用垫圈等就可以容易地获得汽缸内径的变形，可以低成本且高精度地进行汽缸内径的精加工。该内容在上述公报中已经公开。

此外在日本特开 2000-52228 号公报中，进行了一体安装在仿真头的与汽缸体的匹配面上的垫片的形状的研究等。通过这种垫片形状的研究等，使仿真头组装到汽缸体上时的变形和汽缸头组装到汽缸体上时的变形成为更为近似的状态，实现了组装汽缸头时汽缸内径精度的提高。

而关于汽缸体中的内径变形，除了因组装上述汽缸头时的紧固力产生的变形以外，还有因使用该汽缸体构成的引擎实际运转时的热膨胀及热应变等热负载（热应力）产生的变形。换言之，引擎实际运转时的内径变形分为：组装汽缸头时产生的变形（以下称为“组装变形”）和因引擎实际运转时的热负载产生的变形（以下称为“热变形”）。

但是上述两个公报所公开的技术，均是与在经由垫圈在汽缸体上“组装有”汽缸头时用于提高汽缸内径的正圆度的构成相关的技术，即着眼于内径变形中的组装变形，无法体现包含热变形的引擎实际运

转时的内径变形。

关于这一点，在通过螺栓连接将仿真头组装到汽缸体上时，考虑增大螺栓的紧固力而作用在组装实际的汽缸头时通常产生的内径载荷以上的内径载荷，从而针对内径变形可以产生近似热变形的变形。即，内径变形中的热变形与组装实际的汽缸头时的组装变形相比，变形规模较大，通过增大螺栓的紧固力而增大内径载荷，组装仿真头所产生的内径变形可以接近包含热变形的引擎实际运转时的内径变形。

但是，上述两个公报所公开的仿真头均是仿真头自身积极地产生弹性变形的结构。因此，安装仿真头时因螺栓连接产生的螺栓轴力难以有效地作为内径载荷作用。

此外，将螺栓的紧固力增大到必要以上有可能会损伤螺栓连接部中的汽缸体的阴螺纹部分（螺栓孔）。

因此，本发明的目的在于提供一种汽缸体的加工用夹具及加工方法，其可以使组装仿真头时因螺栓连接产生的螺栓轴力有效地作为内径载荷作用，并可以通过组装仿真头来体现包含热变形的引擎实际运转时的内径变形，可以提高引擎运转时汽缸内径的正圆度。

发明内容

本发明要解决的问题如上所述，以下说明用于解决该问题的手段。

即，本发明的汽缸体的加工用夹具，具有仿真头主体，该仿真头主体在对汽缸体具有的汽缸内径进行精加工时，通过螺栓连接而组装到汽缸体的汽缸头安装面上，从而使上述汽缸内径变形，其中，在上述仿真头主体的相对于汽缸体的安装面侧设置突起，该突起具有与上述汽缸头安装面中的上述汽缸内径的周边部接触的接触面，至少使上述仿真头主体为刚性比汽缸体高的构成。

由此，可以使将加工用夹具组装到汽缸体上时因螺栓连接产生的螺栓轴力有效地作为内径负载作用。从而通过将加工用夹具组装到汽缸体上，可以体现包含热变形的引擎实际运转时的内径变形。

在本发明的汽缸体的加工用夹具中，上述突起经由上述接触面与上述汽缸内径的周边部全面接触。

由此，通过将加工用夹具组装到汽缸体上，即使为了体现引擎实际运转时的内径变形而使作用到汽缸内径的周边部（内径周边部）的内径负载增加，也可以防止在内径周边部产生局部的高面压部。从而可以防止在内径周边部残留压痕。

在本发明的汽缸体的加工用夹具中，上述突起具有收缩部，该收缩部是相对于上述接触面在上述汽缸内径的径向上收缩的部分，通过调整该收缩的部分的尺寸来调整该突起的刚性。

由此，可以使通过组装到汽缸体上而作用到内径周边部的内径负载具有分布，不是趋向性地控制而可以有意识地控制其内径负载。从而可以使组装到汽缸体上而产生的内径变形较为忠实地与包含热变形的引擎实际运转时的内径变形对应。

在本发明的汽缸体的加工用夹具中，上述突起作为与上述仿真头主体不同的部件构成。

由此，可以使突起相对于仿真头主体由刚性不同的材料构成，可以从材料方面调整突起的刚性。

此外在对大量汽缸体进行加工时，在因反复进行相对于汽缸体的组装及拆卸而在突起的接触面上产生成为内径周边部的压痕的原因的

因磨损等引起的表面粗糙（凹凸）的情况下，可以更换突起的部分。

本发明的汽缸体的加工方法，通过螺栓连接将仿真头主体组装到汽缸体的汽缸头安装面上，从而使汽缸体具有的汽缸内径变形，在该状态下对上述汽缸内径进行精加工，其中，使上述仿真头主体为刚性比汽缸体高的构成，在上述汽缸头安装面和上述仿真头主体的相对于汽缸体的安装面之间设置突起部件，该突起部件具有与上述汽缸头安装面中的上述汽缸内径的周边部接触的接触面。

由此，可以使组装仿真头主体时因螺栓连接产生的螺栓轴力有效地作为内径负载作用。从而通过组装仿真头主体，可以体现包含热变形的引擎实际运转时的内径变形。

此外，在本发明的汽缸体的加工方法中，使上述突起部件经由上述接触面与上述汽缸内径的周边部全面接触。

由此，通过组装仿真头主体，即使为了体现引擎实际运转时的内径变形而使作用到汽缸内径的周边部（内径周边部）的内径负载增加，也可以防止在内径周边部产生局部的高面压部。从而可以防止在内径周边部残留压痕。

在本发明的汽缸体的加工方法中，在上述突起部件上设置收缩部，该收缩部为相对于上述接触面在上述汽缸内径的径向上收缩的部分，通过调整该收缩部的尺寸来调整该突起部件的刚性。

由此，可以使通过将仿真头主体组装到汽缸体上而作用到内径周边部的内径负载具有分布，不是趋向性地控制而可以有意识地控制其内径负载。从而可以使通过将仿真头主体组装到汽缸体上而产生的内径变形较为忠实地与包含热变形的引擎实际运转时的内径变形对应。

在本发明的汽缸体的加工方法中，与上述仿真头主体一体地构成上述突起部件。

由此，可以提高作业性，实现加工工序的自动化，并且在成本方面及作业性方面均适合。

附图说明

图 1 是表示本发明的一个实施方式的仿真头相对于汽缸体的组装状态的透视图。

图 2 是表示本发明的一个实施方式的仿真头和汽缸体的接合部的剖视图。

图 3 是表示本发明的一个实施方式的仿真头的透视图。

图 4 是其长边方向侧视图。

图 5 是其底面图。

图 6 是其短边方向侧视图。

图 7 是表示本发明的一个实施方式的仿真头和汽缸体的接合部的局部放大剖视图。

图 8 是表示通过改变收缩部的尺寸而引起的内径变形的变化的模拟结果的图。

具体实施方式

本发明的汽缸体的加工方法，如图 1 及图 2 所示，在汽缸体 2 的汽缸头安装面（以下简称为“头部安装面”）4 上，通过螺栓连接来组装具有仿真头主体 10 的作为汽缸体的加工用夹具的仿真头 1，从而在使汽缸体 2 所具有的汽缸内径 3 变形的状态下对汽缸内径 3 进行精加工。

并且，使仿真头主体 10 为刚性比汽缸体 2 高的构成，在头部安装面 4 和仿真头主体 10 相对于汽缸体 2 的安装面 11 之间设置突起部件，该突起部件具有与头部安装面 4 中的汽缸内径 3 的周边部接触的接触

面 21。

关于本实施方式的仿真头 1 的构成，包含汽缸体 2 的构成在内进行说明。

如图 1 及图 2 所示，作为本发明的汽缸体的加工用夹具的仿真头 1 具有仿真头主体 10，该仿真头主体 10 在对汽缸体 2 所具有的汽缸内径 3 进行精加工时，通过螺栓连接而组装到汽缸体 2 的头部安装面 4 上，从而使汽缸内径 3 变形。

另外，图 2 所示的剖视图是汽缸体 2 的短边方向的汽缸内径 3 直径附近位置的剖视图，表示仿真头 1 和汽缸体 2 的接合部。此外在以下的说明中，针对仿真头 1 将组装到汽缸体 2 的一侧设为“下”、将其相反侧设为“上”。

本实施方式的汽缸体 2 用于构成搭载在汽车等上的串联四缸的引擎。汽缸体 2 具有排列为一系列的状态的四个汽缸内径 3。汽缸内径 3 的内部可滑动地安装活塞。汽缸内径 3 在汽缸体 2 中组装汽缸头的汽缸头安装面 4 上开口。

如图 2 所示，汽缸内径 3 如下形成：在汽缸体 2 中以与各汽缸内径 3 对应的方式形成为大致筒状的汽缸部 5 的内周面侧，通过包心或压入等内装筒状的汽缸衬筒 6。即，汽缸衬筒 6 的内周面形成汽缸内径 3，成为上述活塞的滑动面。另外在本实施方式中，汽缸内径 3 是使用汽缸衬筒 6 而形成的构成，但也可以是相对于汽缸体 2 的构造体直接形成。

在汽缸体 2 中汽缸内径 3 的周围（汽缸部 5 的外周侧）形成有水套 7。水套 7 在头部安装面 4 侧开口。即，本实施方式的汽缸体 2 成为水套 7 在头部安装面 4 侧开放的开式构造。

如图3~图6所示，构成仿真头1的仿真头主体10整体形成为大致矩形板状，其一侧的板面（下表面）成为相对于汽缸体2的安装面11。

仿真头主体10，在仿真头1被组装到汽缸体2上的状态下，在与各汽缸内径3对应的位置上具有孔部12。孔部12成为用于容许对汽缸内径3的精加工的贯通孔。即，在仿真头1被组装到汽缸体2的状态下，成为汽缸内径3和孔部12连通的状态，经由该孔部12进行对汽缸内径3的精加工。

在本实施方式中如上所述，汽缸体2具有排列为一个列的四个汽缸内径3。因此，仿真头主体10在与这些汽缸内径3对应的配置下具有四个孔部12。

仿真头1利用作为螺栓部件（连接件）的缸盖螺栓8通过螺栓连接而组装到汽缸体2上。缸盖螺栓8经由螺栓插通孔13贯通仿真头主体10，并且螺合插入到设置于汽缸体2的头部安装面4上的成为阴螺纹部分的螺栓孔（省略图示）中。螺栓插通孔13在仿真头主体10上在与安装面11大致垂直的方向上形成。

螺栓插通孔13在仿真头主体10中设置于与在汽缸体2的头部安装面4上设置的螺栓孔对应的位置上。在本实施方式中，设置于汽缸体2的头部安装面4上的螺栓孔，在各汽缸内径3的周围大致以相等间隔设置四个，并且在相邻的汽缸内径3之间共用二个螺栓孔，因此总计设置十个。另外，以与这些螺栓孔对应的方式设置仿真头1的螺栓插通孔13（参照图3等）。

此外，在仿真头主体10的长边方向（孔部12的串联方向）的两端部，设置有在将仿真头1组装到汽缸体2时用于传送等的把手部14。

把手部 14 在仿真头主体 10 的上表面侧（安装面 11 侧的相反侧）向长边方向两侧突出设置。把手部 14 具有在仿真头主体 10 的短边方向上较长的长孔状的孔部 15。

具有这种构成的仿真头主体 10 的仿真头 1，在汽缸体 2 的汽缸内径 3 的精加工时利用缸盖螺栓 8 组装到汽缸体 2 上。从而汽缸体 2 成为对其汽缸内径 3 施加了变形的状态。

并且如图 2、图 4~图 6 所示，在仿真头 1 中，在仿真头主体 10 相对于汽缸体 2 的安装面 11 侧设置有突起 20，该突起 20 具有与头部安装面 4 中的汽缸内径 3 的周边部接触的接触面 21。

即，在本实施方式中，如上所述介于头部安装面 4 和仿真头主体 10 的安装面 11 之间的突起部件，作为设置于仿真头主体 10 上的突起 20 而与仿真头主体 10 一体地构成。

突起 20 在仿真头主体 10 的安装面 11 侧以如下状态形成：各孔部 12 的周边部大致筒状地突出，并且该大致筒状的部分中相邻的孔部 12 所对应的部分连续（连接）。

突起 20 的下表面（相对于汽缸体 2 的安装侧的面）成为与头部安装面 4 中的汽缸内径 3 的周边部（以下称为“内径周边部”）接触的接触面 21。

突起 20 所具有的接触面 21 如上所述与内径周边部接触。即，接触面 21 的形状、大小（面积）与内径周边部对应地形成。

在此，关于汽缸体 2 中的内径周边部，其范围（与接触面 21 的接触范围）、形状（与接触面 21 的接触部分的形状）等没有特别限定。内径周边部在本实施方式中是在头部安装面 4 上从汽缸内径 3 的开口

端向径向外侧扩展到大致一定距离的部分，连接在相邻的汽缸内径 3 之间。因此，与内径周边部接触的接触面 21 的形状成为四个环状部分一列地连续（连接）的形状（参照图 5）。并且在本实施方式中，在汽缸体 2 的层面（deck）构造上，内径周边部成为形成汽缸内径 3 的汽缸部 5 的上表面（头部安装面 4 侧的面）部分。

另外在本实施方式中，突起 20 及其接触面 21，相对于串联配置的四个汽缸内径 3，与相邻的汽缸内径 3 对应的部分间连续，但该部分间也可以是不连续的构成。即，也可以通过汽缸体 2 中的汽缸内径 3 的配置间隔等，将突起 20 及其接触面 21 相对于各汽缸内径 3（相对于仿真头主体 10 的各孔部 12）独立（筒状）地设置。

此外在本实施方式的仿真头 1 中，至少仿真头主体 10 为刚性比汽缸体 2 高的构成。即，在仿真头 1 中至少仿真头主体 10 构成为刚性高于汽缸体 2 的构造体。

仿真头 10 的刚性高于汽缸体 2 时，仿真头 10 由刚性高于汽缸体 2 的材料构成。作为刚性高于汽缸体 2 的材料，使用杨氏模量、刚性率等弹性率比构成汽缸体 2 的材料大的材料等。例如，相对于汽缸体 2 的材料为铝合金，作为构成仿真头 10 的材料而使用包括铸铁等铁合金在内的铁。即，相对于铝制的汽缸体 2，仿真头 10 为铁制的。此外，如增厚仿真头主体 10 的板厚等，从其立体形状方面（构造方面）也可以提高其刚性。

即，从材料方面、构造方面来提高仿真头主体 10 的刚性，从而在仿真头 1 中至少仿真头主体 10 成为刚性高于汽缸体 2 的构成。

这样一来，在仿真头 1 中设置具有与汽缸体 2 的内径周边部接触的接触面 21 的突起 20，并且仿真头主体成为刚性高于汽缸体 2 的构成。从而，可以使仿真头 1 组装到汽缸体 2 上时因螺栓连接而产生的螺栓

轴力有效地作为内径载荷作用。由此，通过将仿真头 1 组装到汽缸体 2 上，可以体现包括热变形的引擎实际运转时的内径变形。

即，引擎实际运转时的内径变形中所包含的热变形，与组装汽缸头时产生的组装变形相比变形规模较大，是因引擎实际运转时的热负载产生的变形。为了在汽缸内径 3 的精加工时体现该引擎实际运转时的内径变形所包含的热变形，需要使通过缸盖螺栓 8 将仿真头 1 组装到汽缸体 2 上而产生的总负载（螺栓轴力的总计）尽可能有效地作为用于使汽缸内径 3 变形的负载（内径负载）作用。

因此，通过使仿真头主体 10 的刚性高于汽缸体 2，可以极力地抑制因螺栓连接产生的仿真头主体 10 自身的变形量，抑制螺栓轴力因仿真头主体 10 的弹性变形而被吸收。进而，在仿真头 1 上设置突起 20，将该仿真头 1 组装到汽缸体 2 上时，通过使上述突起 20 的接触面 21 仅与汽缸体 2 的内径周边部接触，可以使内径负载分担率（施加在内径周边部的负载相对于总负载的比率）为 100%。

即，通过提高仿真头主体 10 的刚性而减少因其螺栓连接产生的变形量，可以将缸盖螺栓 8 产生的螺栓轴力有效地传递到汽缸体 2 侧。因此，仿真头 1 的至少仿真头主体 10 的部分如上所述构成为具有比汽缸体 2 足够高的刚性，以便可以有效地传递缸盖螺栓 8 所产生的螺栓轴力。此外，通过将仿真头 1 中突起 20 的接触面 21 所接触的汽缸体 2 侧的面限定为内径周边部，可以将因组装仿真头 1 而施加在汽缸体 2 上的总负载全部用作内径负载。

对于通过使用具有这种构成的仿真头 1 来提高内径负载的特性，如下所述。

仿真头 1 组装到汽缸体 2 上时由缸盖螺栓 8 所产生的螺栓轴力，与实际的汽缸头及垫圈组装到汽缸体 2 上时（实际头部组装时）的螺

栓轴力同等时，作用到汽缸体 2 上的内径负载为（1/实际头部组装时的内径负载分担率）倍。

换言之，通过使用本发明的仿真头 1，不用使组装仿真头 1 时的螺栓轴力大于用于组装实际的汽缸头及垫圈时的螺栓轴力，通过组装仿真头 1 就可以将作用到汽缸体 2 上的内径负载提高到（1/实际头部组装时的内径负载分担率）倍。

这样一来，在汽缸体 2 的汽缸内径 3 的精加工时，通过通常的螺栓轴力组装仿真头 1，就可以体现包含热变形的引擎实际运转时的内径变形。由此，不会产生汽缸体 2 的螺栓孔（阴螺纹部分）的损伤，就可以提高引擎实际运转时汽缸内径 3 的正圆度。

从而可以降低伴随汽缸内径 3 中的活塞滑动而引起的摩擦力，可以期待使用汽缸体 2 构成的引擎的燃料消耗的提高等。

即，在活塞上安装相对于汽缸内径 3 滑动接触的活塞环。因此关于内径变形，自正圆的应变较大时，在从正圆变形为大径的部分（扩径的部分）中活塞环的密封性下降，因渗出而导致燃油消耗、泄漏气体的增大。这种状况可以如下避免：增大活塞环的张力（扩张的力）（高张力化），即使在汽缸内径变化为大径的部分也可以由活塞环确保最低限的按压力。但是，活塞环的高张力化会导致汽缸内径整体的摩擦力的增大。因此如上所述，通过可以提高汽缸内径 3 的正圆度，可以降低伴随汽缸内径 3 中活塞的滑动引起的摩擦力。

在此，关于设置于仿真头 1 上的突起 20 的接触面相对于内径周边部的接触，考虑局部接触或者全面接触。

接触面 21 相对于内径周边部的接触为局部接触时，可以相对于内径周边部仅在希望的部位局部地作用内径负载。从而，可以应对如包

含热变形的引擎实际运转时的内径变形那样较为复杂的变形。

另一方面，作为担心事项而列举了如上所述伴随组装仿真头 1 引起的对内径周边部的内径负载的增加，在内径周边部因组装仿真头 1 而残留压痕。残留在内径周边部的压痕会导致实际的汽缸头及垫圈组装到汽缸体 2 上时的密封性的下降。

关于这种残留在内径周边部上的压痕，考虑可以在汽缸内径 3 的精加工后通过加工内径周边部的表面来应对，但这会导致加工工序的增加。

因此，在仿真头 1 中，优选突起 20 经由接触面 21 与内径周边部全面接触。

即，例如在汽缸体 2 中内径周边部（汽缸部 5 的上表面部分）形成为同一平面状时，与之对应，突起 20 的接触面 21 形成为同一平面状。并且，在将仿真头 1 组装到汽缸体 2 上的状态下，突起 20 的接触面 21 相对于内径周边部全面接触而不是局部接触。

这样通过使突起 20 经由接触面 21 相对于汽缸内径 3 的周边部全面接触，在将仿真头 1 组装到汽缸体 2 上时即使为了体现引擎实际运转时的内径变形而增加了作用到内径周边部的内径负载，也可以防止在内径周边部产生局部的高面压部分。从而可以防止在内径周边部残留压痕。

此外如图 2、图 4、图 6 及图 7 所示，仿真头 1 的突起 20 具有收缩部 22，该收缩部 22 是相对于接触面 21 在汽缸内径 3 的径向上收缩的部分，通过该收缩的部分的尺寸的调整来调整突起 20 的刚性。

收缩部 22，在仿真头主体 10 的安装面 11 中的各孔部 12 的周边部

大致筒状地突出的部分、即突起 20 中，成为在汽缸内径 3 的径向、即仿真头 1 组装到汽缸体 2 上的状态下的孔部 12 的径向（以下简称为“径向”）上相对于接触面 21 收缩的部分。换言之，收缩部 22 是在仿真头主体 10 的安装面 11 和突起 20 的接触面 21 之间在如上所述大致筒状地突出的突起 20 中缩径的部分。

另外如图所示，在本实施方式中，收缩部 22 的收缩形状是相对于突起 20 的突出方向直线性的形状（相对于突起 20 的其他部分阶梯性的形状）。关于这一点，收缩部 22 的收缩形状也可以是收缩部 22 相对于突起 20 的其他部分圆滑地变细（厚度逐渐变薄）的形状等。

此外在本实施方式中，收缩部 22 在突起 20 中设置在其突出方向（上下方向）的大致中央部，突起 20 在图 2 等所示的剖视图中，通过在突起 20 中形成外周槽而具有横凹部的形状。关于这一点也可以构成为，收缩部 22 直接设置在仿真头主体 10 的安装面 11 上，突起 20 在与上述相同的剖视图下为 L 字形状。

进而在本实施方式中，收缩部 22 被设置为，其内侧面与突起 20 的内周面一起和形成仿真头主体 10 的孔部 12 的壁面形成同一个面。关于这一点也可以构成为，收缩部 22 设置在突起 20 中的径向的中途部，突起 20 在与上述同样的剖视图下成为 π 字形状或倒 T 字形状。

即，关于收缩部 22，在汽缸内径 3 的径向上收缩的部分中，不仅包括从突起 20 的外周侧变薄的情况，还包括例如通过形成内周槽等而从突起 20 的内周侧变薄的情况。

这样在仿真头 1 中，在突起 20 上设置有相对于接触面 21 在汽缸内径 3 的径向上收缩的部分、即收缩部 22。

关于具有收缩部 22 的突起 20，通过调整收缩部 22 的尺寸可以调

整突起 20 的刚性。

即，收缩部 22 在突起 20 中相对于其他部分为较薄的部分，为刚性较低的部分。因此，通过调整上述收缩部 22 的尺寸，可以调整作为突起 20 整体的刚性。

具体地说，如图 7 所示，关于在收缩部 22 中调整的尺寸，包括作为收缩部 22 中的径向厚度的尺寸的厚度尺寸 d_1 、和作为收缩部 22 中的突起 20 的突出方向的长度的尺寸的长度尺寸 d_2 。通过进行包含收缩部 22 中厚度尺寸 d_1 及长度尺寸 d_2 的尺寸的调整，而经由收缩部 22 来调整突起 20 的刚性。

另外，图 7 是与图 2 所示的剖视图相同的方向及位置下的剖视图，表示仿真头 1 和汽缸体 2 的接合部的径向一侧的放大图。

并且，使包括上述厚度尺寸 d_1 及长度尺寸 d_2 的收缩部 22 的尺寸根据突起 20 的部位（接触面 21 相对于内径周边部的接触部位）而变化，从而局部地调整突起 20 的刚性。即，突起 20 构成为其收缩部 22 根据部位而具有不同的尺寸，从而突起 20 具有局部不同的刚性。

这样构成为通过在突起 20 上设置收缩部 22 并调整该收缩部 22 的尺寸来调整突起 20 的刚性，从而可以使将仿真头 1 组装到汽缸体 2 上时作用到内径周边部上的内径负载具有分布，可以不是趋向性地控制而是有意识地控制该内径负载。

从而可以使因将仿真头 1 组装到汽缸体 2 上而产生的内径变形，较为忠实地与包含热变形的引擎实际运转时的变形对应。

即，汽缸体 2 中的内径变形中引擎实际运转时所产生的热变形，与实际头部组装时的组装变形相比变形规模较大，且因与实际头部组

装时产生的负载无关的“热应力”产生。因此，引擎实际运转时的内径变形受到汽缸体 2 中冷却水的流动位置、流量、或汽缸内径 3 间的间隔大小等的影响，而较为复杂。

因此，为了通过组装仿真头 1 而较为忠实地体现内径变形的热变形，需要使仿真头 1 和汽缸体 2 的内径周边部的接触部的面压、仿真头 1 的剪断方向（孔部 12 的径向）的刚性根据部位而不同，不是趋向性地控制而是有意识地控制内径负载（作用到内径周边部的负载）。

但是，现有的仿真头不具备可以根据上述各个部位控制与之对应的面压、剪断方向的刚性的结构性特征，因此难以体现包含热变形的引擎实际运转时的内径变形。

因此如上所述，通过在突起 20 上设置收缩部 22、并使突起 20 的刚性根据部位而变化来进行调整，可以控制内径周边部的面压等。

在突起 20 中使收缩部 22 的尺寸根据各个部位而变化的情况考虑以下方式。

即，例如改变收缩部 22 的尺寸以使作用到与中央部的汽缸内径 3 对应的内径周边部的内径负载增大，该中央部的汽缸内径 3 在引擎实际运转时成为较高的高温，热负载增高且因热变形产生的内径变形量较多，在构成串联四缸的引擎的本实施方式的汽缸体 2 中为中央的两个汽缸内径 3。即此时，改变与汽缸体 2 中的各个汽缸内径 3 对应的部分的收缩部 22 的尺寸而使之不同，来调整突起 20 的刚性。

此外，考虑改变收缩部 22 的尺寸以使作用到各汽缸内径 3 的内径周边部上的内径负载在圆周方向上变化。即此时，在突起 20 中与各汽缸内径 3 对应的部分中在圆周方向上改变收缩部 22 的尺寸而使之不同，来调整突起 20 的刚性。

关于突起 20 中因改变收缩部 22 的尺寸引起的内径变形的变化，利用表示其模拟结果（简易模型）的图 8 来说明。

本模拟表示突起 20 的与各汽缸内径 3 对应的部分中收缩部 22 的尺寸在圆周方向上相同时、且改变收缩部 22 的厚度尺寸 d_1 （参照图 7）时的某一汽缸内径 3 的内径变形的变化。

在图 8 中，上方的图、即图 8 (a) ~ (c) 是与图 7 对应的部分的剖视图，表示本实施方式的收缩部 22 的厚度尺寸 d_1 的变化。图 8(a) ~ (c) 表示收缩部 22 的厚度尺寸 d_1 分别为尺寸值 L_1 、 L_2 、 L_3 ($L_1 < L_2 < L_3$) 的情况。

具体地说，图 8 (a) 所示的厚度尺寸 d_1 的尺寸值 L_1 是收缩部 22 比较薄（为突起 20 的其他部分的 $1/4$ 左右的厚度）的情况。此外，图 8 (c) 所示的厚度尺寸的尺寸值 L_3 为收缩部 22 较厚（为突起 20 的其他部分的 $3/4$ 左右的厚度）的情况。此外，图 8 (b) 所示的厚度尺寸的尺寸值 L_2 为收缩部 22 为尺寸值 L_1 和尺寸值 L_3 的中间程度的厚度（突起 20 的其他部分的大致一半的厚度）的情况。

此外在图 8 中，下方的图、即图 8 (A) ~ (C) 表示组装分别与图 8 (a) ~ (c) 对应的仿真头 1 时汽缸内径 3 的内表面（形成汽缸内径 3 的壁面）的变形，是使用了 CAE 计算的一例。

即，图 8 (A) 表示收缩部 22 的厚度尺寸 d_1 的值为尺寸值 L_1 时的内径变形的 CAE 计算结果示例，图 8 (B) 表示为尺寸值 L_2 时的内径变形的 CAE 计算结果示例，图 8 (C) 表示为尺寸值 L_3 时的内径变形的 CAE 计算结果示例。另外，图 8 (A) ~ (C) 的各图的上下与汽缸内径 3 的上下对应。此外，图 8 (A) ~ (C) 所示的内径变形为了方便说明而进行了夸张表示。此外，图 8 (A) ~ (C) 中的条纹图案

表示汽缸内径 3 的内表面的移位量，从中央部至外侧其移位量增多。

如图 8 (a) 所示，收缩部 22 的厚度尺寸 d_1 为尺寸值 L_1 时，组装仿真头 1 而产生的内径负载局部地作用到汽缸体 2 的内径周边部的内侧部分。

此时如图 8 (A) 所示，汽缸内径 3 产生其上部变窄的变形（汽缸部 5 的上部倒入内侧的变形）（参照图中虚线部分）。此外，汽缸内径 3 的下部产生向外侧膨胀的变形。

此外如图 8 (b) 所示，收缩部 22 的厚度尺寸 d_1 为尺寸值 L_2 时，在内径周边部中内径负载作用的部分向外侧扩展了收缩部 22 的尺寸与上述尺寸值 L_1 时相比向外侧增大的部分。

此时如图 8 (B) 所示，汽缸内径 3 的上部的变形与收缩部 22 的厚度尺寸 d_1 为尺寸值 L_1 时相比较为缓和（参照图中虚线部分）。即此时，汽缸内径 3 的上部的变形较小，汽缸内径 3 仅下部产生与上述情况（参照图 8(A)）同样地向外侧膨胀的变形。

此外如图 8 (c) 所示，收缩部 22 的厚度尺寸 d_1 为尺寸值 L_3 时，在内径周边部中内径负载作用的部分进一步向外侧扩展了收缩部 22 的尺寸与上述尺寸值 L_1 时相比进一步向外侧增大的部分。

此时如图 8 (C) 所示，汽缸内径 3 产生上部扩大的变形（汽缸部 5 的上部倒向外侧）（参照图中虚线部分）。此外汽缸内径 3 的下部与上述各情况（参照图 8(A)、(B)）同样地产生向外侧膨胀的变形。

根据这些模拟结果可知，关于突起 20 的收缩部 22 的尺寸，通过至少厚度尺寸 d_1 变化，组装仿真头 1 所引起的内径变形变化。即，通过改变收缩部 22 的厚度尺寸 d_1 ，可以调整突起 20 的刚性，不是趋向

性地控制而可以有意识地控制内径负载等。从而可以控制组装仿真头 1 所引起的内径变形。

关于这种通过改变收缩部 22 的尺寸而引起的内径变化的变化，特别是如上述模拟结果所示，汽缸内径 3 的上部的变形是容易受到因改变收缩部 22 的厚度尺寸 d_1 引起的影响的部分。具体地说，随着收缩部 22 的厚度尺寸 d_1 从内侧向外侧增大，可以将汽缸内径 3 上部的变形从变窄侧的变形调整为扩大侧的变形。

此外，汽缸内径 3 的上部因在其上方形成燃烧室而成为比较高温的部分，是在引擎实际运转时容易变形的部分。

因此，通过调整收缩部 22 的厚度尺寸 d_1 ，可以使组装仿真头 1 所引起的内径变形有效地与包含热变形的引擎实际运转时的内径变形对应。

如上所述，在本实施方式的仿真头 1 中，介于汽缸体 2 的头部安装面 4 和仿真头主体 10 的安装面 11 之间的作为突起部件的突起 20，与仿真头主体 10 一体地构成。

具体地说，例如通过铸造的一体成型、切削等而在仿真头 1 上将突起 20 与仿真头主体 10 一体地构成。

这样使介于汽缸体 2 的头部安装面 4 和仿真头主体 10 的安装面 11 之间的突起部件作为相对于仿真头主体 10 的突起 20 一体地构成，从而在使用了仿真头 1 的汽缸内径 3 的精加工时，作业性提高，且实现了加工工序的自动化，在成本方面和作业性方面均适合。

即，例如如现有技术那样为在仿真头和汽缸体的头部安装面之间设置垫圈的构成的情况下，在仿真头相对于头部安装面的组装时，经

过垫圈相对于头部安装面的放置、以及在其上放置仿真头的顺序。

因此，如上所述通过使突起 20 与仿真头主体 10 为一体，仿真头 1 包含突起 20 而成为一体的构造物，因此简化了仿真头 1 相对于头部安装面 4 的放置等作业，提高了作业性。

此外，突起 20 与仿真头主体 10 为一体，从而仿真头 1 的传送、相对于头部安装面 4 的放置变得容易，适于汽缸体 2 的加工工序的自动化。

另一方面，仿真头 1 中的突起 20 也可以相对于仿真头主体 10 为不同的部件。

此时，如图 7 所示的双点划线成为分离位置，突起 20 相对于仿真头主体 10 由不同部件构成。

另外，在突起 20 相对于仿真头主体 10 由不同部件构成的情况下，也使用螺栓等连接件将不同部件的突起 20 固定到仿真头主体 10 上等，从而实现上述突起 20 相对于仿真头主体 10 的一体的构成。

这样通过使突起 20 相对于仿真头主体 10 为不同部件，可以使突起 20 相对于仿真头主体 10 由刚性不同的材料构成，可以从材料方面调整突起 20 的刚性。

此外，通过使突起 20 相对于仿真头主体 10 为不同部件，可以更换突起 20 的部分。从而，在使用仿真头 1 对大量汽缸体 2 进行加工时，因反复进行仿真头 1 相对于汽缸体 2 的组装及拆卸，而在突起 20 的接触面 21 上产生了成为内径周边部的压痕的原因的因磨损等引起的表面粗糙（凹凸）的情况下，可以通过更换突起 20 的部分进行应对。

关于这一点，在突起相对于仿真头主体 10 通过铸造等一体构成的情况下，也可以通过剥离突起 20 的接触面 21 的表面等来应对其磨损界限（粗糙程度的界限）。

即，在突起 20 中影响其刚性的部位、即对内径变形直接影响的部位为收缩部 22。因此，接触面 21 达到磨损界限时，在其表面进行加工而剥离接触面 21 的表面，从而不会因突起 20 的作用而影响到内径变形，可以再度使用仿真头 1。

在以上实施方式中，作为使用仿真头 1 进行的加工的对象的气缸体 2 为开式构造，但不限于此，也可以是所谓的闭式构造。此外，本发明不限于气缸体 2 的材质、铸造法（铝压铸等）均可以应用。

工业利用性

本发明的气缸体的加工用夹具及加工方法，可以使组装仿真头时的螺栓连接产生的螺栓轴力有效地作为内径负载作用，通过组装仿真头可以体现包含热变形的引擎实际运转时的内径变形，可以提高引擎实际运转时气缸内径的正圆度，因此在工业上有用。

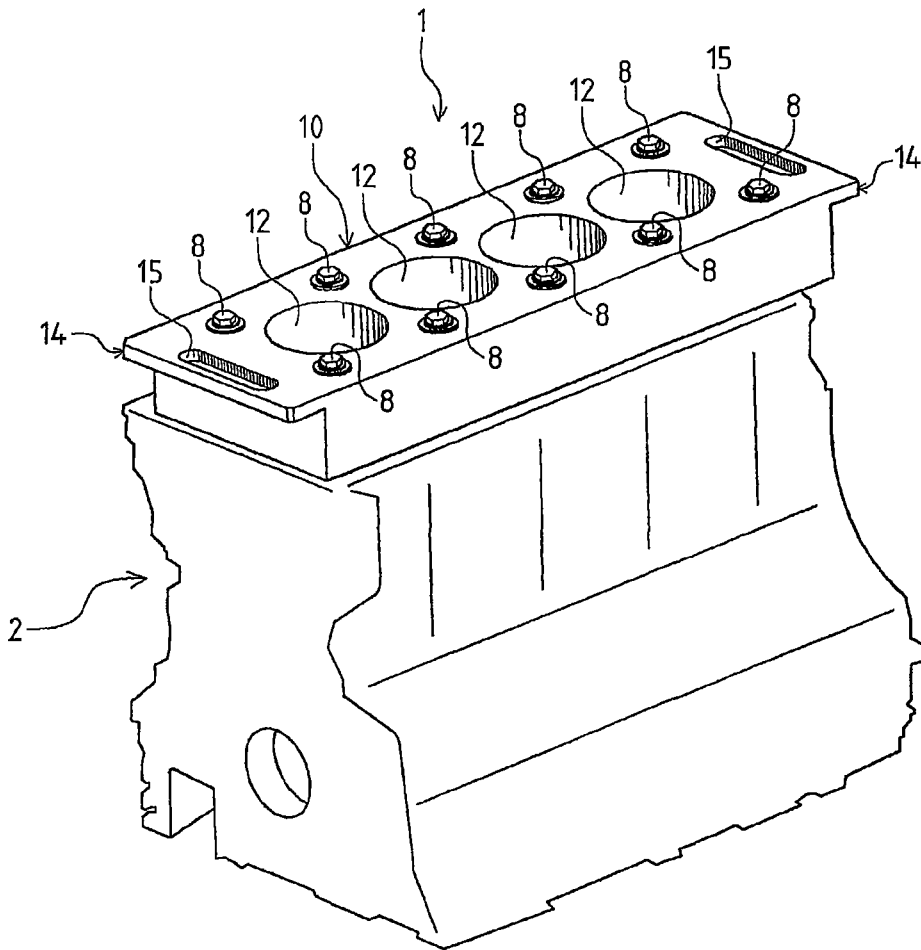


图1

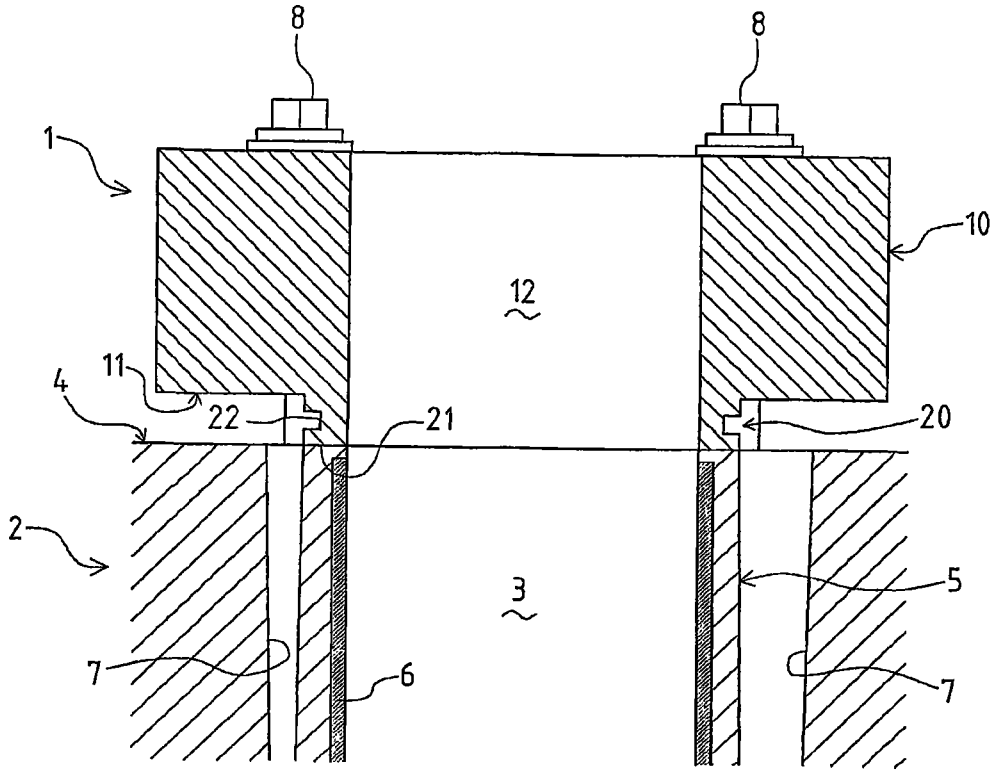


图2

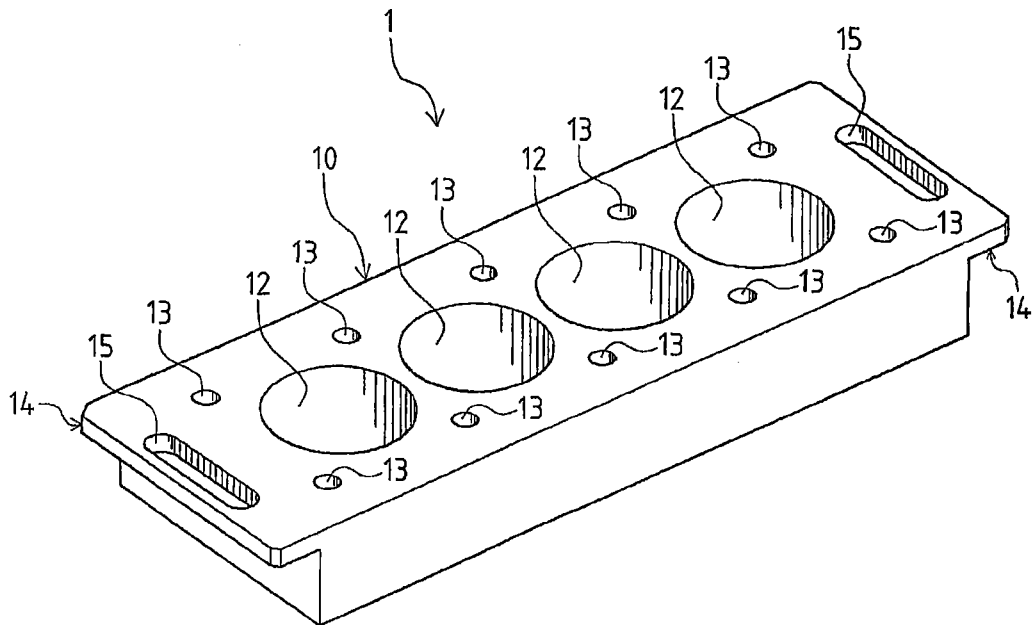


图3

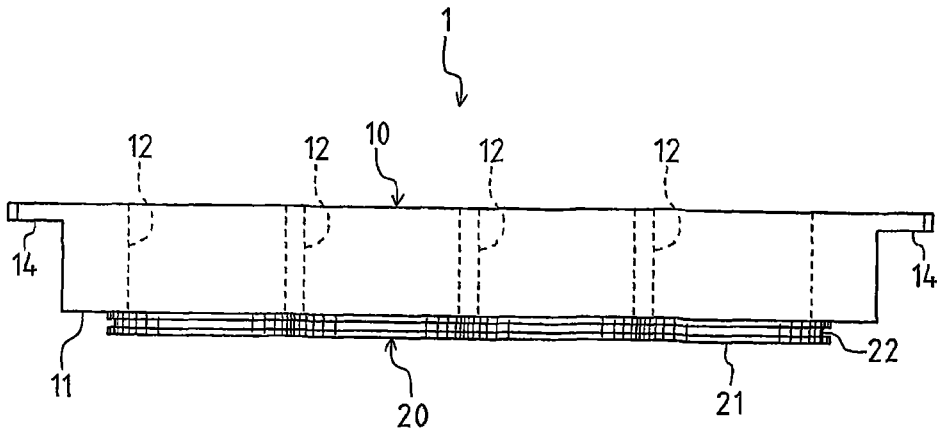


图4

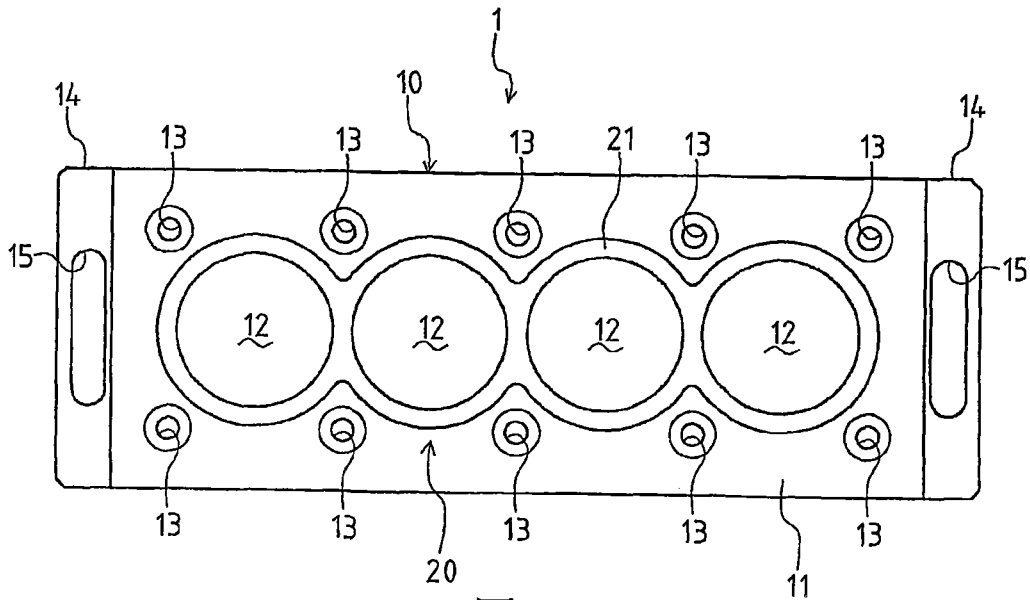


图5

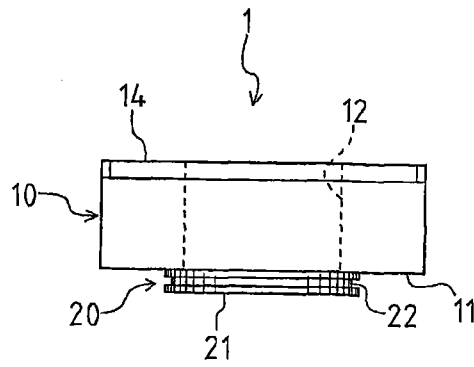


图6

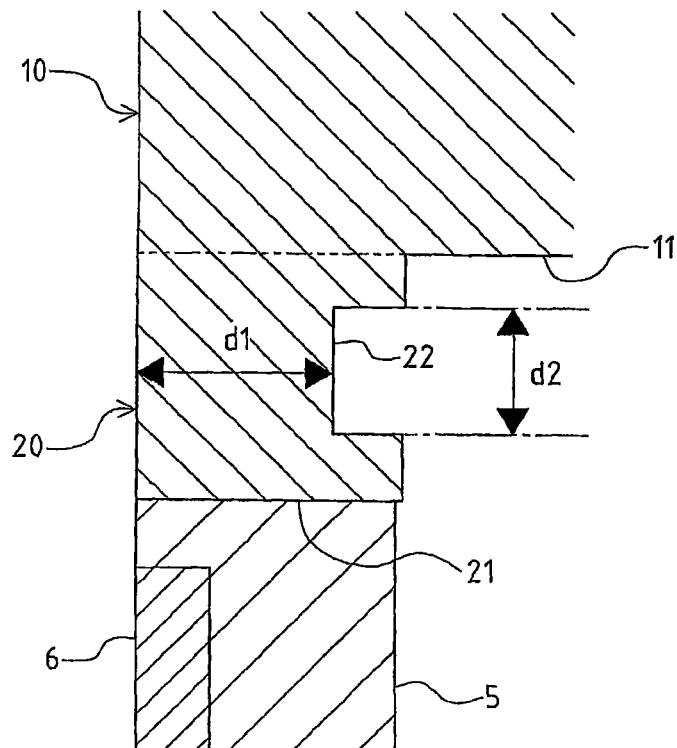


图7

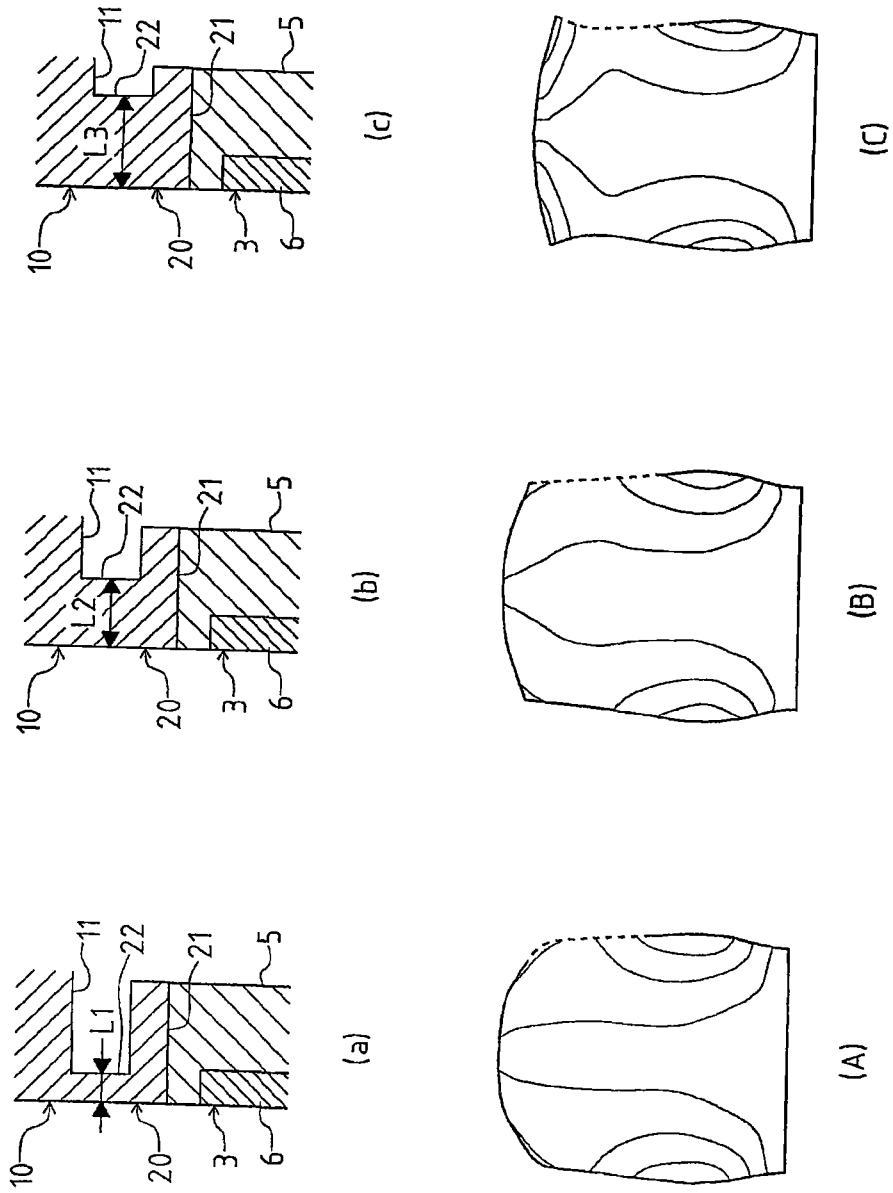


图8