

[19]中华人民共和国专利局

[51]Int.Cl⁶

F16J 15/08



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 93120834.3

[45]授权公告日 1997 年 8 月 13 日

[11] 授权公告号 CN 1035638C

[22]申请日 93.12.15 [24]颁证日 97.5.28

[21]申请号 93120834.3

[30]优先权

[32]93.1.14 [33]JP[31]5-021,877

[32]93.7.15 [33]JP[31]5-175,401

[73]专利权人 日本金属密封片株式会社

地址 日本奇玉县

[72]发明人 植田耕作

[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 刘志平

[56]参考文献

JP特开平4347065 1992.12. 2 F16J15/08

US4721315065 1988. 1.26 F16J15/08

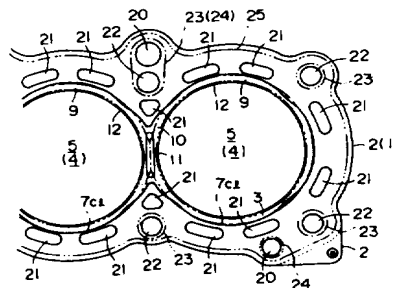
审查员 张荣彦

权利要求书 2 页 说明书 21 页 附图页数 7 页

[54]发明名称 金属密封垫

[57]摘要

一种具有薄层结构的金属密封垫，此密封垫具有两个彼此叠置用的金属材料制成的弹性基板和一个厚度较所述基板为小而置于所述基板内侧之间的辅助板，其中：在所述辅助板上汽缸内孔之间形成的凸圆边应使在凸起外部的凸起量小于在上面固定有辅助板的基板的基板上汽缸内孔之间形成的凸圆边凹下内部的凹下深度。该密封垫可提高内燃机中汽缸的密封性能，供汽缸内孔周围的表面压力分布均匀。



权 利 要 求 书

1. 一种具有薄层结构的金属密封垫，此密封垫具有两个彼此叠置的用金属材料制成的弹性基板和—个厚度较所述基板为小而置于所述基板内侧之间的辅助板，其中：

在处于叠置状态下的所述各基板和所述辅助板上至少开有两个汽缸内孔，

一个凸圆边在各基板上的各汽缸内孔周边上通过—平直区并沿其外周边从各基板的外侧向外凸起，

在各基板上所述相邻汽缸内孔之间形成一个连接相邻两个汽缸内孔凸圆边并垂直于两个汽缸内孔中心连线的直线形凸圆边，

所述辅助板具有一个只是在所述各汽缸内孔周边上形成的基本上呈圆形的周边部分和一个在相邻汽缸内孔之间使所述辅助板的一个部分呈连续形的连续部分，

所述辅助板沿整个周边固定在其中一个所述基板的内侧所述基板接近汽缸内孔的平直区的一个部分上，并使所述辅助板汽缸内孔的内周边与所述基板汽缸内孔的内周边对齐，

所述辅助板周边部分上的外周边端部在所述基板上形成的凸圆边的宽度内是变化的，从而变化各周边部分的宽度，

只是在所述辅助板的连续部分上形成一个可装在所述基板直

线形凸圆边内的直线形凸圆边，其特征在于：在所述辅助板上汽缸内孔之间形成的凸圆边应使在凸起外部的凸起量小于在上面固定有辅助板的基板上汽缸内孔之间形成的凸圆边凹下内部的凹下深度。

说明书

金属密封垫

本发明涉及一种装在内燃机汽缸体和汽缸盖的接合面之间的金属密封垫,用来防止燃气、冷却水和润滑剂等漏失。

在一内燃机内,密封垫是装在汽缸体和汽缸盖之间并用螺栓一类夹紧件夹紧以便在其间形成密封的。

在密封垫的密封中,燃烧室或汽缸内孔周边的密封是很重要的,如果在这一部分密封不良,燃烧室内的燃烧气体就不能有效地利用,从而使燃气压力下降。

因此,在金属密封垫的一个弹性基板上设置一个与汽缸内孔同心而平行于汽缸内孔的凸圆边,以便在金属密封垫和汽缸体或汽缸盖(也称为内燃机部件)的接合面之间由上述螺栓所产生的表面压力利用在汽缸体和汽缸盖之间夹紧金属密封垫时所产生的凸圆边反作用力,改善汽缸内孔周边上的密封。

另外,在汽缸内孔和在其周边上形成的凸圆边之间形成一个与基板其他部分相同的平直区。平直区是用来调整和补偿用于汽缸内孔的冲压机和用于凸圆边的模压机之间定位上的偏差的。但在将金属密封垫置于汽缸体和汽缸盖之间并将其夹紧时,由于凸圆边的反

作用力在其邻近产生很高的表面压力，汽缸体或汽缸盖与凸圆边接触的部分和接近汽缸内孔的部位，也就是对着平直区或与平直区接触的部分会产生变形而彼此脱开。

由于这种脱开变形，尽管在汽缸体或汽缸盖和金属密封垫之间各接合面上的平直区内尚能保证具有表面压力，但汽缸体和汽缸盖对金属密封垫的夹紧力减小了。有时会在其间产生间隙。当内燃机在这种状态下工作时，在金属密封垫内，先是在夹紧力减小的平直区上，随即在凸圆边上，会产生振动。同时，对金属密封垫所加的夹紧力随着在内燃机燃烧过程中汽缸内孔中压力的增减而变化，从而引起凸圆边的振动。此外，对金属密封垫所作夹紧力也还随着各内燃机部件内由其温度变化引起的质量波动或体积变化而变化，以致夹紧力的波动或变化会使凸圆边特别是凸圆边上运动受到限制的部分受到疲劳破坏。

因此，如在日本实用新型专利申请 Hei 3 - 56277 中所述，建议将一填隙板（辅助板）装在平直区上以减小从平直区到凸圆边的振幅。在所建议的金属密封垫中，如图 12 所示，在两个基板 30、31 上形成的凸圆边 32 是彼此朝内对置的，而将一个具有一定厚度的辅助板 36 装在其中一个基板（图中为下基板）汽缸内孔 33 周边上的平直区 35 上，用来缩小各基板 30、31 凸圆边 32 和一个汽缸内孔 33 之间一个平直区 35 处的间隙，对其整个周边可通过焊接进行固定而使汽缸内孔 33 和 34 各各对齐。

图中编号 37 所示为一固定线。此固定线减小从平直区 35 开始到凸圆边 32 的振动振幅,而增大辅助板 36 的厚度也会通过辅助板 36 在平直区 35 上产生反作用力,使作用在凸圆边 36 上的夹紧力得以分散,从而消除由于燃烧过程中汽缸内孔中压力增减或由于内燃机部件温度变化引起其体积变化所造成的夹紧力波动,从而消除凸圆边 32 的疲劳破坏。

在设有两个以上汽缸内孔而相邻内孔之间的距离减小的情况下,相邻内孔之间的凸圆边重叠。在这种情况下,建议将内孔之间的凸圆边合并成一个直线形凸圆边,而使其垂直于相邻汽缸内孔中心的连线(参阅美国专利 4815750)。这也保证了汽缸内孔之间的表面压力,而螺栓一类紧固件的夹紧力是难以作出的。

但,随着最近出现的一些显著的技术创新,内燃机要求减小其尺寸,燃烧室之间的距离因此已经缩短而汽缸内径已经加大,以致汽缸内孔之间的距离已大为缩短。此外,在重量要求减轻的同时,功率已日趋增大,内燃机油耗日趋减省,铝材的使用日趋增多,增压器一类辅助装置也已配置起来,而且燃气混合物也已成为贫气。综合这类因素,金属密封垫内产生的振幅呈现出日益增大的趋势。

此外,由于铝材在内燃机部件上的应用已经开展起来,材料的刚性降低。而且,尽管由于尺寸和重量的缩减所引起的材料热容的增大可通过加大冷却水通路之类的方法得到解决,但这进一步降低了内燃机的刚性。此外,由于冷却水通路在设置上更接近汽缸内孔,螺

栓一类夹紧件的紧固位置进一步远离汽缸内孔，在汽缸内孔之间的部分上金属密封垫的夹紧力日益减弱的趋势更为明显。

考虑到这种种因素，作用在靠近螺栓一类夹紧件的金属密封垫上的夹紧力和作用在远离夹紧件，确切地说作用在螺栓之间的部分上的夹紧力两者之间存在着很大的差别。如果夹紧力如上所述相差很大，沿汽缸内孔在金属密封垫的基板之间或在基板和汽缸体或汽缸盖之间就会造成间隙上的差异。如果设置在金属密封垫的基板之间汽缸内孔周边上的辅助板在宽度和厚度上是均匀的，汽缸体或汽缸盖一类内燃机部件在汽缸内孔周边上的变形就不会是均匀的，结果是，汽缸内孔的圆度就会降低而使燃烧效率下降，摩擦损失和燃烧压力波动加大，使用寿命降低。

这个问题在汽缸内孔之间特别值得注意，因为这里辅助板的宽度受汽缸内孔之间空间狭窄的限制，对汽缸内孔之间金属密封垫的反作用力的控制就较难。

本发明的目的在于提供一种能提高内燃机性能的金属密封垫，其能充分增加汽缸内孔周围的表面压力，使其在汽缸内孔周围作均匀分布，保证汽缸内孔的圆度并用来改进汽缸内孔周围的密封性。

为了克服以上这些困难，本发明人经过认真的研究完成了基于以下发现的本发明。

在汽缸内孔周围形成的间隙可通过辅助板使其很均匀，因而在变化辅助板的宽度并调整内燃机的变形的条件下可使该区内夹紧力或表面压力很均匀。在此情况下，如果使两个基板上的凸圆边彼此朝内对置如图 12 所示，辅助板的宽度就受到各凸圆边和各汽缸内孔之间的平直区宽度的限制。为避免这个缺点可使两个基板上的凸圆

边从各基板朝向外面并在凸圆边下凹范围内变化辅助板的宽度。

显然，如夹紧力使具有丘形侧剖面的凸圆边凹陷下去，凹陷下去的是丘形凸圆边的中部，凸圆边变形时丘形体的数量从1个增到2个，再到4个或更多，表面压力在与内燃机部件接触的各顶部较高而在谷形体中渐次降低。如果辅助板的宽度在凸圆边的下凹范围内变化如上所述，对应于辅助板的凸圆边丘形体的数量随着变形程度增减，对应于辅助板的凸圆边丘形体的数量增加时，也就是辅助板的宽度较大时，凸圆边的反作用力增大，而对应于辅助板的凸圆边丘形体的数量减少时，也就是辅助板的宽度较小时，凸圆边的反作用力减小。

从另一方面来说，控制汽缸内孔之间的反作用力是很困难的，因为辅助板的宽度受到限制，但，如果对厚度进行调节，例如通过辅助板的叠置来调节，汽缸的圆度就会降低。因此，将辅助板在相邻汽缸内孔之间的部分内做成连续的，而对金属密封垫的反作用力是通过在连续部分内形成的凸圆边来控制的。如上所述，基板凸圆边是在汽缸内孔之间的狭窄区内做成直线形的。在此情况下，当接近汽缸内孔的连续部分的两个侧端是固定在接近相邻汽缸内孔的平直区上时，如果连续部分仍是平直的，则调节凸圆边变形的力就过大，以致在该部分金属密封垫的反作用力过大而汽缸内孔的不圆度会异乎寻常地高。

从另一方面来说，如果调节凸圆边变形的力较小，在汽缸内孔之间的表面压力就不够大，密封性就会受到破坏，因为通过螺栓一类夹紧件取得的夹紧力处于低限如上所述。经发现，调节基板凸圆边变形的力，也就是在该部分金属密封垫的反作用力可通过在基板

直线形凸圆边内使在辅助板的连续部分上形成一直线形凸圆边并对其进行控制的方法来控制。此外，在如常通过变化凸圆边宽度来改变对夹紧力的凹陷强度时，具体来说，在通过减小凸圆边宽度来改变对夹紧力的凹陷强度时，由于凹陷强度得到加强，在该部分内金属密封垫的反作用力增大，而在增大凸圆边宽度时，由于凹陷强度减弱，金属密封垫的反作用力减小。

对上述这些现象可适当地加以组合利用来充分增加汽缸内孔周围的表面压力，使其在汽缸内孔周围作均匀分布，保证汽缸内孔的圆度并用来改进汽缸内孔周围的密封性。

本发明提供了一种具有薄层结构的金属密封垫，此密封垫具有两个彼此叠置的用金属材料制成的弹性基板和一个厚度较所述基板为小而置于所述基板内侧之间的辅助板，其中：

在处于叠置状态下的所述各基板和所述辅助板上至少开有两个汽缸内孔，

一个凸圆边在各基板上的各汽缸内周边上通过一平直区并沿其外周边从各基板的外侧向外凸起，

在各基板上所述相邻汽缸内孔之间形成一个连接相邻两个汽缸内孔凸圆边并垂直于两个汽缸内孔中心连线的直线形凸圆边，

所述辅助板具有一个只是在所述各汽缸内孔周边上形成的基本上呈圆形的周边部分和一个在相邻汽缸内孔之间使所述辅助板的一个部分呈连续形的连续部分，

所述辅助板沿整个周边固定在其中一个所述基板的内侧所述基板接近汽缸内孔的平直区的一个部分上，并使所述辅助板汽缸内孔的内周边与所述基板汽缸内孔的内周边对齐，

所述辅助板周边部分上的外周边端部在所述基板上形成的凸圆边的宽度内是变化的，从而变化各周边部分的宽度，

只是在所述辅助板的连续部分上形成一个可装在所述基板直线形凸圆边内的直线形凸圆边，其特征在于：在所述辅助板上汽缸内孔之间形成的凸圆边应使在凸起外部的凸起量小于在上面固定有辅助板的基板上汽缸内孔之间形成的凸圆边凹下内部的凹下深度。

作为本发明金属密封垫的基础是：各具有两个以上汽缸内孔的两个基板彼此叠置，在中间夹置一个具有两个上从汽缸内孔的薄片形的辅助板，在各基板上在各基板的外侧表面上，在以其内侧构成汽缸内孔的平直区的外周边上与现有技术相同形成一个向外凸起的凸圆边，而在两个汽缸内孔之间与现有技术相同形成一个连接为两

个相邻汽缸内孔所设凸圆边并垂直于汽缸内孔中心连线的直线形凸圆边。

因此,通过以上所述结构,在将金属密封垫置于汽缸体和汽缸盖之间并用螺栓一类夹紧件将其夹紧的情况下,可改善在内燃机汽缸内孔周围的表面压力。

从另一方面来说,辅助板具有一个只是在汽缸内孔周边上设置的基本上呈圆形的周边部分和一个相邻汽缸内孔之间的连续部分。此外,辅助板在其整个周边上在接近汽缸内孔的一侧固定在基板的平直区上,其中一个基板上的汽缸内孔内周边与辅助板上汽缸内孔周边对齐。在一个基板是叠置的辅助板也是薄片形的金属密封垫中,辅助板的周边位于基板汽缸内孔周围的平直区和基板凸圆边的背面,也就是基板的内侧,辅助板的连续部分也位于基板汽缸内孔之间直线形凸圆边的背面,也就是内侧。

因此,辅助板周边部分上的外周边端部在基板汽缸内孔周围的凸圆边的宽度内是变化的。增加夹紧力是会对应于辅助板增加或减少丘形体数量的。在凸圆边的丘形体数量增加时,也就是在辅助板宽度较大时,凸圆边的反作用力就与对应于辅助板的凸圆边丘形体数量成比例地增加,而在对应于辅助板的凸圆边丘形体数量减少时,也就是在辅助板的宽度较小时,凸圆边的反作用力就减小。因此,对内燃机部件在汽缸内孔周围所产生的表面压力有可能使之均匀一致,也就是在辅助板上对远离螺栓一类夹紧件夹紧力较小的部分采

用较大的宽度，在接近螺栓一类夹紧件夹紧力较大的部分采用较小的宽度。

在这一实施例中，由于按金属密封垫的结构沿基板汽缸内孔周边部分设置的凸圆边宽度是变化的，反作用力就可在远离螺栓一类夹紧件夹紧力较小的部分通过减小凸圆边宽度增加凹陷强度来加大，而在接近螺栓一类夹紧件夹紧力较大的部分通过加大凸圆边宽度减小其凹陷强度来减小。因此，对位于汽缸内孔周围的表面压力可通过对凸圆边和辅助板宽度的控制使之均匀一致。

另外，由于在一个使相邻汽缸内孔周边连续的部分上设置了一个可装在基板直线形凸圆边内的辅助板直线形凸圆边，即使将连续部分固定在相邻汽缸内孔的平直部分上，也不会由于过分加大用来控制基板凸圆边的变形的作用力而在金属密封垫的连续部分上过分加大反作用力，也不会损害汽缸内孔的圆度。

在金属密封垫的另一实施例中，在辅助板汽缸内孔之间形成的直线形凸圆边外面凸起部分的凸起量小于上面固定有辅助板的基板上汽缸内孔之间形成的直线形凸圆边中空内部的凹下深度，因而有可能对两个凸圆边之间形成的间隙进行控制，从而调节由辅助板的直线形凸圆边施加的用来使基板直线形凸圆边变形的作用力。因此，有可能控制汽缸内孔之间所需的反作用力，这里，使基板变形的夹紧件的夹紧力是由辅助板的凸圆边控制的，这样，对汽缸内孔周围的表面压力就可通过适当组合以上所述诸因素使之均匀一致。

图 1(a)、(b)、(c)所示为本发明金属密封垫的一个优选实施例,其中,(a)为一下基板和一固定在其上面的辅助板的平面图,(b)为一中央纵剖面图,(c)为一底视图。

图 2 为图 1 中沿 Y—Y 线的横剖面图。

图 3 为图 2 中采用宽辅助板的横剖面图。

图 4 所示为图 2 中增大夹紧力时的情况。

图 5 所示为图 3 中增大夹紧力时的情况。

图 6 为图 1 中沿 X—X 线的横剖面图。

图 7 所示为图 2 中表面压力的分布。

图 8 所示为图 6 中表面压力的分布。

图 9 所示为图 8 中采用窄宽度辅助板时表面压力的分布。

图 10 为图 1 中沿 Z—Z 线的横剖面图。

图 11 所示为图 10 中基板凸圆边和辅助板凸圆边之间留有间隙时的情况。

图 12 为一个现有技术中金属密封垫实施例的纵剖面图。

图 1 所示为本发明金属密封垫的一个优选实施例。在此实施例中,金属密封垫采用薄层结构,其由金属制成的两个弹性基板 1 和 2 是叠置的,一辅助板 3 固定在下基板 2 上夹置于基板 1 和 2 之间。

在基板 1 和 2 和辅助板 3 上分别开有两个以上的汽缸内孔 4 和 5,在其叠置成金属密封垫时,相应各内孔彼此重合。汽缸内孔 4 和 5 的布置应使其在将金属密封垫装在汽缸体和汽缸盖之间组成内燃机

时与内燃机的汽缸内孔连通。因此,在基板 1 和 2 上的油孔 20 与内燃机油路相通,基板 1 和 2 上的冷却水孔 21 与内燃机水套连通,基板上的螺栓孔 22 也应与内燃机的螺栓孔连通。

两个基板 1 和 2 是做成彼此对称的。如图 1 所示,在螺栓孔 22 周边上的螺栓孔凸圆边线 23,在油孔 20 周边上的油孔凸圆边线 24,沿基板外缘设置的外缘凸圆边线 25 分别用来表示其中心线。

此外,在基板 1 和 2 上各汽缸内孔 4 的周边上通过与其他部分一样平直的平直区 6 并沿其周边形成一个基本上是环形的内孔凸圆边 7。如图 1b 所示,内孔凸圆边 7 为一分别从基板 1 和 2 外侧 1a 和 2a 向外凸起的条状弧形丘体,主要通过压制一类方法成形,在其内侧具有一凹槽。

在图 1a 中,单点点划线 7CL 所示为内孔凸圆边 7 的中心线,而两个内孔凸圆边 7 在相邻内孔 4 之间合并成一个直线形内孔凸圆边 8 如图 1c 所示,此凸圆边垂直于相邻两汽缸内孔 4 中心连线。这是由于内燃机尺寸减小,汽缸内孔直径增大,致使汽缸内孔之间的空间变窄。在沿汽缸内孔 4 周边形成平直区 6 以便调整和补偿由冲压机加工引起的位置偏差如上所述和在内孔凸圆边 7 在其外周边上形成时内孔凸圆边线 7CL 在汽缸内孔 4 之间的一个部分上重合如图 1a 所示。因此,由两个凸圆边彼此合并构成的直线形凸圆边 8 是在重合部分形成的。换言之,由于相邻内孔凸圆边 7 是在汽缸内孔 4 之间合并又分岔的,在汽缸内孔 4 之间内孔凸圆边 7 是做成直线形

的。

内孔凸圆边 7 和 8 的宽度除汽缸内孔 4 之间的直线形内孔凸圆边 8 外是变化的。确切地说,在接近螺栓孔 22 的部分上的内孔凸圆边 7 的宽度做得较大,而在与其远离的部分上,也就是在螺栓孔 22 之间的部分上做得较小。这种宽度变化是用来通过改变内孔凸圆边 7 的宽度来改变凹陷强度,从而改变和控制各部分上的反作用力,其功能和效果将在下面详述之。

从另一方面来说,辅助板 3 具有一个只是在各汽缸内孔 5 周边上形成的基本上是圆的周边部分 9 和一个用来使辅助板 3 上相邻汽缸内孔 5 之间的一个部分成为连续的部分 10。辅助板 3 是用厚度小于基板 1 和 2 的金属板制成的,在本实施例中是用厚度均匀的平板通过冲压一类方法制成的。辅助板 3 用来减小在内燃机部件汽缸体和汽缸盖与基板 1 和 2 的接合面之间或在基板 1 和 2 彼此之间的间隙,此间隙是由内孔凸圆边 7 引起的内燃机部件变形造成的(也就是由于变形,内燃机部件接近汽缸内孔的部分彼此分离),这样,平直区 6 和内孔凸圆边 7 的振动振幅就减小了,从而消除其疲劳破坏,辅助板还在内燃机汽缸内孔周边上作为夹置于两个基板 1 和 2 之间的一个楔子提供表面压力。

因此,辅助板 3 在汽缸内孔 4 边缘上的整个周边用电子束焊接一类方法在接近汽缸内孔 4 一侧的平直区 6 内加以固定,其汽缸内孔 5 的内周边与下基板 2 汽缸内孔 4 的内周边对齐。在图 1a 中,固

定线用一双点点划线 12 表示。

因此,在辅助板 3 上相邻汽缸内孔 5 之间形成的连续部分 10 两侧端部是固定在下基板 2 接近内孔 4 的平直区 6 的一个部分上。在将基板 1 和 2 上相邻汽缸内孔 4 之间形成的直线形凸圆边 8 夹紧在汽缸体和汽缸盖之间时,如连续部分 10 仍是平直的,这将影响随之产生的直线形内孔凸圆边 8 的凹陷变形。也就是,在基板 1 和 2 的直线形内孔凸圆边 8 凹陷时,在其上固定有辅助板 3 的平直区 6 之间会产生延伸,延伸对此材料来说造成一种应力,而对辅助板 3 的连续部分 10 造成纯拉伸。由于辅助板 3 的拉伸力显然较应力为大,这对引起直线形内孔凸圆边 8 凹陷的变形,也就是夹紧力产生一种很大的遏制力。

由于这会使金属密封垫上汽缸内孔 4 之间的反作用力明显增大并在内燃机部件汽缸体和汽缸盖的汽缸内孔之间造成很大的变形力,汽缸内孔的圆度就会降低。作为一个防范措施,在本发明中,在辅助板 3 上也形成一个直线形凸圆边 11,此凸圆边可设置于下基板 2 的直线形凸圆边 8 内,从而可调节遏制下基板 2 直线形内孔凸圆边 8 变形的作用力。如以后将对其功能进行细述的那样,由于压陷下基板 2 的直线形内孔凸圆边 8 所造成的延伸为辅助板 3 的直线形凸圆边 11 的延伸所抵偿,遏制变形的作用力,也就是反作用力减小了,延伸量,也就是两个凸圆边 8 和 11 的高度也改变了,这样,就可控制和减小反作用力。

从另一方面来说,在本发明中,辅助板 3 的周边部分 9 的外周边端部位于基板 1 和 2 内孔凸圆边 7 的宽度内,外周边端部的位置还可在内孔凸圆边 7 的宽度内和辅助板 3 的周边部分 9 的宽度内变化。如以后将作细述的那样,当夹紧力施加在丘形内孔凸圆边 7 的凸起部分时,在内孔凸圆边 7 的中部就产生凹陷,丘形体的数量会增加成 2 个、4 个或更多。内燃机部件上的表面压力在一个与很多顶端接触的部分上较高,而在谷形体内则降低。如上所述,如果使辅助板 3 外周边的位置在内孔凸圆边 7 的宽度内变化和改变辅助板 3 周边部分 9 的宽度,除在基板上内孔凸圆边 7 的丘形体数量随夹紧力而增加外,横过辅助板 3 的丘形体数量也改变了。因此,由于横过辅助板 3 的各丘形体受到变形限制,也就是受到相当大的夹紧力,反作用力当然也增大了。这样,由于辅助板 3 的宽度改变了反作用力,在内燃机部件汽缸内孔周围的表面压力也就可加以改变和控制。

现对本发明基于以上所述基本原理的工作情况参照一些对本实施例的各部分详加图示的剖面图进行说明,在本实施例中对以上这些技术作了适当的组合和应用。

首先,就金属密封垫的一个螺栓孔 22 近处部分进行说明,也就是对图 1c 中沿 Y—Y 线的横剖面图参照图 2、3、4 和 5 进行说明。

如上所述,辅助板 3 的周边部分 9 在其整个周边上沿固定线 12 固定在基板 2 接近汽缸内孔 4 的平直区 6 的一个部分上,辅助板 3 汽缸内孔 5 的内周边与下基板 2 汽缸内孔 4 的内周边对齐如图 2 所

示。

从另一方面来说,辅助板 3 周边部分 9 的外周边端部在叠置的基板 1 和 2 内孔凸圆边 7 的凹体 25 内呈自由状态,外周边端部的位置是在内孔凸圆边 7 的宽度内变化的,因而辅助板 3 的周边部分 9 的宽度也是变化的。在此情况下,辅助板 3 周边部分 9 的宽度在接近密封垫螺栓孔 22 处相对较小。与此相反,如图 3 所示,辅助板 3 的周边部分 9 具有相对较大的宽度。为便于说明,假设内孔凸圆边 7 的宽度固定不变而为 B_1 ,图 2 所示窄辅助板 3 的宽度为 b_1 ,宽辅助板 3 的宽度为 b_0 。

首先,参照图 4 进行说明,将图 2 所示的具有夹置在基板之间的窄宽度辅助板 3 的金属密封垫夹在内燃机部件汽缸体和汽缸盖之间,并在其内孔凸圆边 7 上加上一个夹紧力。如图 4a 所示,当在基板 1 和 2 上的丘形内孔凸圆边 7 的顶端上加上一夹紧力时,丘形体中部凹陷而呈凹形,内孔凸圆边 7 的丘形体数量由一个增加到两个如图 4b 所示。在继续施加夹紧力时,内孔凸圆边 7 的丘形体数量渐次倍增为 4 个、8 个或更多如图 4c 所示。各丘形体的高度和宽度当然随丘形体数量的增加而减小。在此情况下,如辅助板 3 并不存在,在变形而增加着的内孔凸圆边 7 丘形体顶端与各内燃机部件接触面相接触的点上表面压力较大,表面压力沿谷形体渐次减小。

另外,在将辅助板 3 夹置于两个基板 1 和 2 的内孔凸圆边 7 之间时,在增加着的内孔凸圆边 7 丘形体中,跨在辅助板 3 上的丘形

体变形而受到整平如图 4c 所示,就在增长着的夹紧力来说,与凸圆边的其他部分相比这里会产生更大的反作用力而增大表面压力。这样,在对应于辅助板 3 外周边端部的基板 1 和 2 内孔凸圆边 7 的部分会产生局部应力集中而导致表面压力的局部增大。在此情况下,在辅助板 3 所在部分,内燃机部件的变形会局部增大,但倾斜角(即变形倾向,假设作为弹性件的内燃机部件具有一定的刚性)总的来说是较小的。内燃机的局部变形在此情况下是处于所谓的弹性变形范围内,因而不会形成缺口。

这可通过一个如图 3 所示夹置在基板 1 和 2 之间具有一宽辅助板 3 的金属密封垫来证实。与图 4 所示情况不同,在随着内孔凸圆边 7 的变形而增加的丘形体数量中,跨在辅助板 3 上的丘形体数量增加了如图 5 所示,整个表面压力也就增加了。此外,假设作用的夹紧力是与图 4 内的是相同的,由于在对应于辅助板 3 外周边的基板 1 和 2 内孔凸圆边 7 的部分上产生了更大的局部应力集中,在这一部分上的局部表面压力明显增大。而且,内燃机部件的变形在此情况下会增大整个倾斜角。

将以上所述的情况一同考虑进去,就可得出一个总的趋向,随着内燃机部件的弹性变形,夹紧力在接近螺栓孔处较大而在螺栓孔之间较小,这种趋向近期变得特别明显,因为内燃机部件的刚性由于内燃机部件日趋采用铝材和冷却水通路日趋加大而逐渐降低。因此,辅助板 3 周边部分 9 的外周边端部在内孔凸圆边 7 的宽度内是变化

的,为此,对接近螺栓孔 22 夹紧力较大的部分减小辅助板 3 的宽度,而对螺栓孔 22 之间夹紧力较小的部分加大辅助板 3 的宽度,这样才能使汽缸内孔周围所产生的表面压力均匀一致。

现参照图 6 对金属密封垫螺栓孔 22 之间的部分,也就是图 1c 中沿 X—X 线的横剖面图进行说明。在螺栓孔 22 之间的部分,基板 1 和 2 内孔凸圆边 7 的宽度 B_0 做得较接近螺栓孔 22 的内孔凸圆边 7 的宽度 B_1 为小如图 2 所示。

如上所述,基板 1 和 2 的内孔凸圆边 7 经受着凹陷变形,因而凸圆边的丘形体数量由于内燃机部件的夹紧力而增加。由于凹陷变形是在弹性极限以内进展的,内孔凸圆边 7 的凹陷强度也可当作凸圆边的弹簧常数。在此情况下,如减小内孔凸圆边 7 的宽度,凸圆边的凹陷强度在加工硬化一类效应下就会增大,这自然会加大凸圆边的弹簧常数,因此,如夹紧力保持一定不变,在宽度较小的凸圆边 7 内的反作用力较宽度较大的内孔凸圆边 7 内的为大。此外,在螺栓孔 22 之间的金属密封垫内,由于夹置了图 3 所示宽度 b_0 大于图 2 所示辅助板 3 的宽度 b_1 的辅助板 3,整个反作用力在夹紧力保持不变的条件下就显著增大。

图 7 和 8 所示为本实施例中金属密封垫内表面压力的分布情况,在此实施例中采用了以上所述的综合技术。图 7a 所示为在汽缸盖内接近螺栓孔 22 处沿汽缸内孔直径方向的表面压力的分布。图 8a 所示为在汽缸盖内螺栓孔 22 之间沿汽缸内孔直径方向的表面压

力的分布。图 9a 所示为在类似于图 7 中采用窄辅助板 3 的情况下在汽缸盖内螺栓孔 22 之间沿汽缸内孔直径方向的表面压力的分布。符号 b 表示内孔凸圆边 7 和在基板中的辅助板 3 的情况。

从各图中可明显地看出,由于夹紧力在接近螺栓孔 22 处较大,在辅助板 3 周边部分 9 的周边端部产生的表面压力必然很高,但内燃机部件的变形,也就是朝向汽缸内孔的倾斜角很小。另一方面,在螺栓孔 22 之间,夹紧力都很小,而内燃机部件的变形,也就是朝向汽缸内孔的倾斜角很大,结果,在辅助板 3 周边部分 9 的外周边端部产生一个与接近螺栓孔 22 处相同的较大的表面压力。与此相反,当将窄辅助板 3 夹置于螺栓孔 22 之间时,在辅助板 3 周边部分 9 的外周边端部产生的表面压力就较低,可以预计在汽缸内孔周围的表面压力会是很不相同,以致降低了汽缸内孔的圆度。

现参阅图 10 和 11 对金属密封垫汽缸内孔 4 之间的一个部分,也就是图 1c 中沿 Z—Z 线的横剖面图进行说明。

对一辅助板 3 也可在汽缸内孔 4 和 5 之间设一可装在下基板 2 的一个直线形内孔凸圆边 8 内的直线形凸圆边 11 如上所述。如图 11 所示, h_0 表示下基板 2 直线形内孔凸圆边 8 中空内部的凹下量(深度), h_1 表示辅助板 3 凸圆边 11 凸起外部的凸起量。这样,在辅助板 3 的连续部分 10 上,接近相邻汽缸内孔 5 的两个侧端部是沿一固定线 12 固定在下基板 2 相邻汽缸内孔 4 的平直区 6 上的。因此,当基板 2 直线形内孔凸圆边 7 中空内部的凹下量 h_0 等于辅助板 3 凸

圆边 11 凸起外部的凸起量 h_1 时,也就是辅助板 3 凸圆边 11 的凸起外部与基板 2 直线形内孔凸圆边 8 的凹下部分 25 相接触如图 10 所示时,对应于下基板 2 直线形凸圆边 8 凹陷强度的反作用力和对应于辅助板 3 凸圆边 11 凹陷强度的反作用力这两者之和就成为金属密封垫下基板 2 在汽缸内孔 4 之间的反作用力作用在从基板 1 和 2 外侧 1a 和 2a 施加的夹紧力上。

在此情况下,对应于基板 2 内孔凸圆边 8 凹陷强度的反作用力和对应于辅助板 3 凸圆边 11 凹陷强度的反作用力是分别形成的,因为加工硬化一类效应由于构成基板 2 的材料和构成辅助板 3 的材料是互不相同的,压下量也就各不相同。另外,由于两者之间必定在随凹陷变形产生的延伸量上存在着些微差别,总的反作用力严格地说不能只是从理论上来得出,因为还存在着一些其他因素。

另外,在辅助板 3 凸圆边 11 凸起外部的凸起量 h_1 小于下基板 2 直线形内孔凸圆边 8 中空内部凹下量 h_0 的情况下,也就是如果在基板 2 直线形内孔凸圆边 8 的内凹部 25 和辅助板 3 凸圆边 11 的凸起外部之间存在着空隙如图 11 所示,就距相邻汽缸内孔 4 的平直区上固定线 12 的长度来说,在基板 2 上比在辅助板 3 上长些。当通过与这样一个基板 2 直线形内孔凸圆边 8 外侧顶端接触的汽缸体或汽缸盖施加一个夹紧力时,基板 2 内孔凸圆边 8 的中部即凹陷下去,这里,基板 2 内孔凸圆边 8 的凹形中部压向辅助板 3 凸圆边 11 的顶端,以致辅助板 3 凸圆边 11 的中部也凹陷下去。

经过连续重复这种变形,基板 2 和辅助板 3 的凸圆边凹陷而使丘形体从 1 个增加到 2 个、4 个或更多。然后,辅助板 3 凸圆边 11 完全凹陷。由于就距相邻汽缸内孔 4 平直区 6 上固定线 12 的长度来说在基板 2 上比在辅助板 3 上长些,基板 2 内孔凸圆边 8 尚未完全凹陷。下基板 2 直线形内孔凸圆边 8 在夹紧力作用下进一步凹陷,辅助板 3 的材料即变形而作出反应,并在拉伸应力的作用下纯拉伸性的搓动。但,由于辅助板 3 的拉伸力大于基板 2 内孔凸圆边 8 的凹陷强度,作用在基板 2 内孔凸圆边 8 上的夹紧力对抑制凸圆边 8 变形的较大反作用力具有影响。这就可通过基板 2 内孔凸圆边 8 加大内燃机部件汽缸体或汽缸盖汽缸内孔之间所产生的表面压力。

换言之,金属密封垫在汽缸内孔 4 之间的反作用力是可以通过控制辅助板 3 的长度,也就是基板 2 直线形内孔凸圆边 8 中空内部的凹下量 h_0 和辅助板 3 凸圆边 11 凸起外部的凸起高度 h_1 之间的间隙来控制的,既然这一长度控制着基板 1 和 2 直线形内孔凸圆边 8 的凹陷情况。

辅助板的宽度和内孔凸圆边的宽度可通过实测组装的汽缸内孔周围的这一间隙并加以控制来控制。但,也可通过一种称作有限单元法(FEM)并根据一个基于应力分布的方程式预先确定内燃机部件内应力分布的情况来取得均匀的对应于夹紧力的表面压力。

如上所述,本发明的金属密封垫至少能使汽缸内孔周围的表面压力均匀一致,从而改善密封性并保证汽缸内孔的圆度,并促使内燃

机性能得到改进。

图1(a)

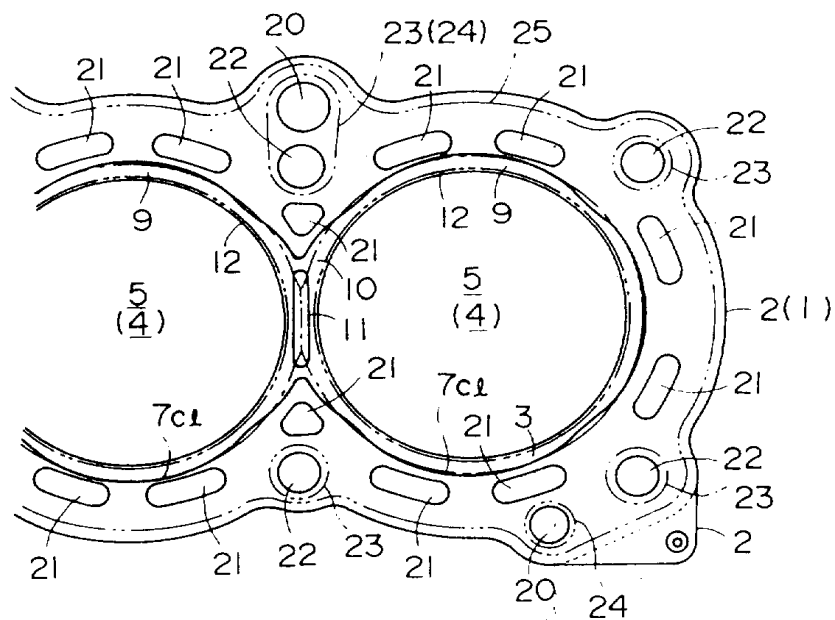


图1(b)

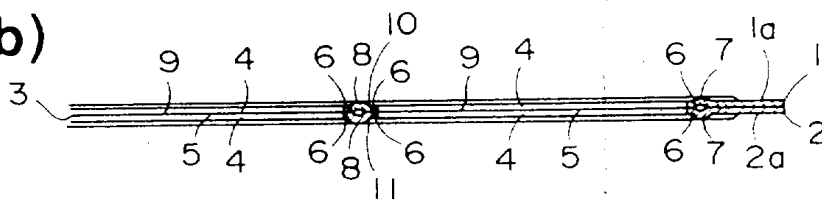


图1(c)

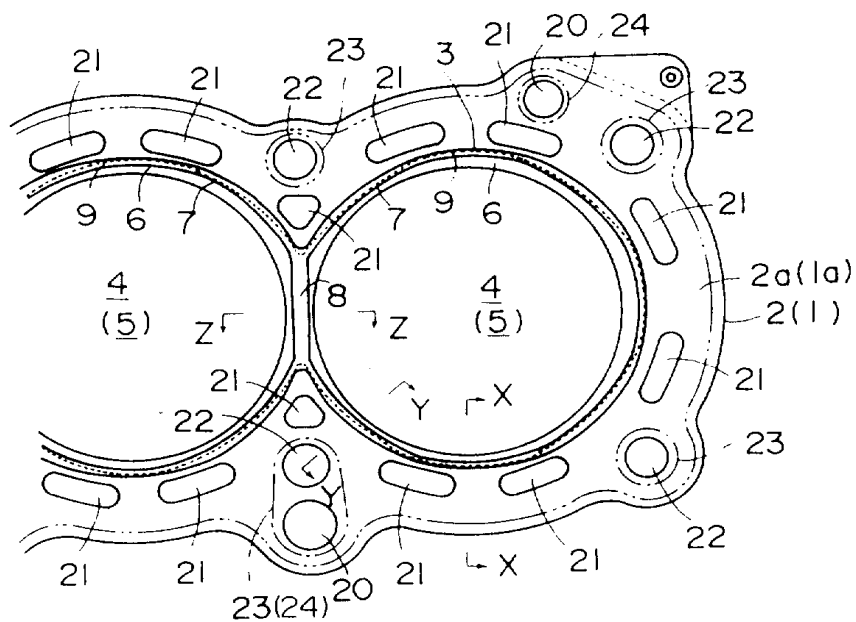


图2

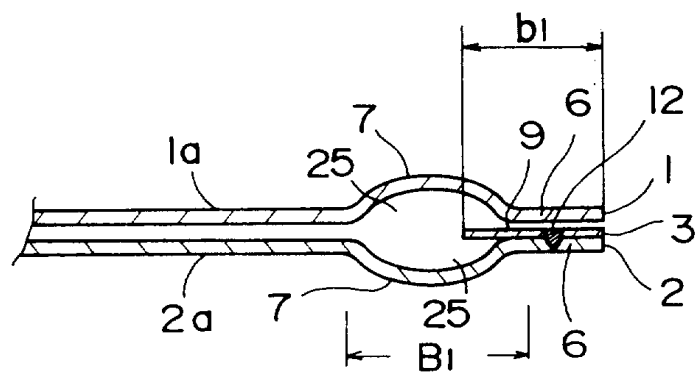


图3

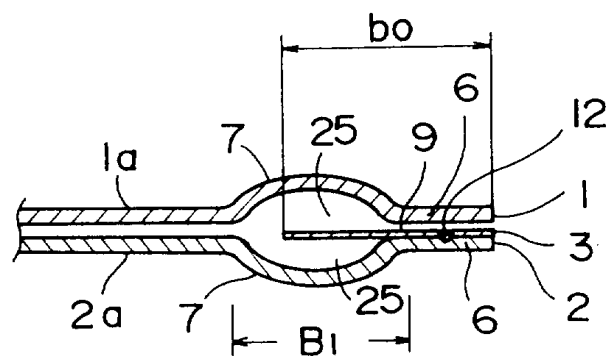


图 4(a)

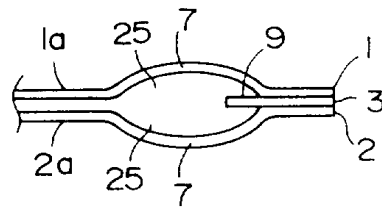


图 4(b)

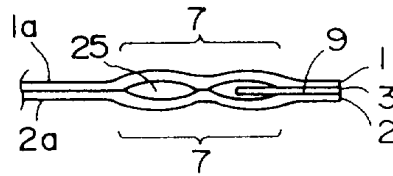


图 4(c)

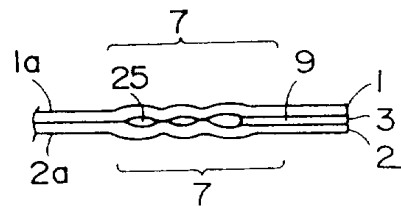
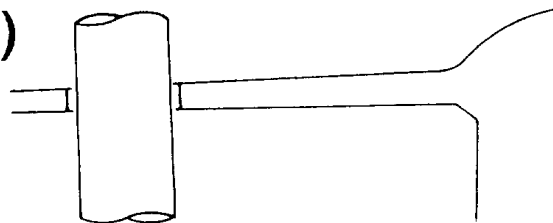


图 4(d)



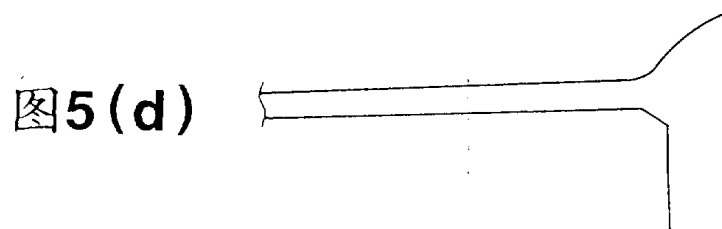
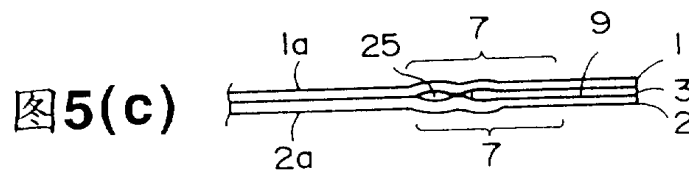
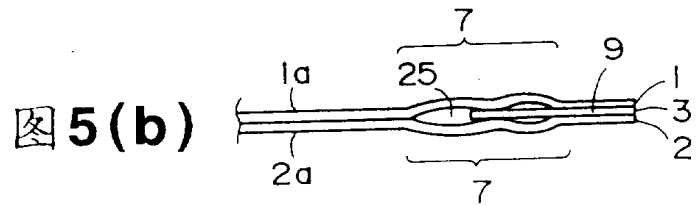
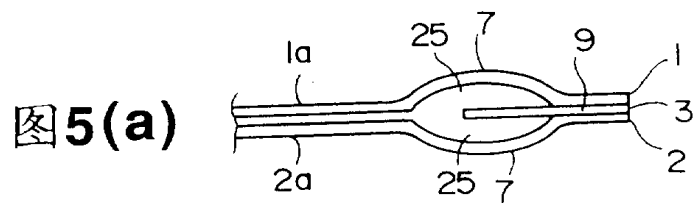


图6

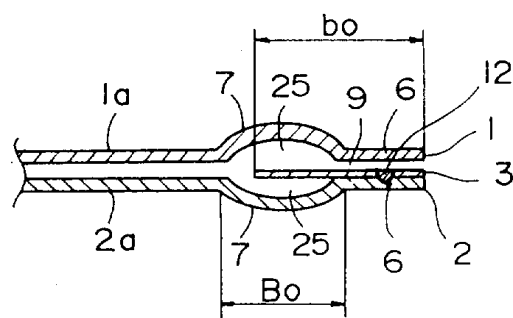


图7(a)

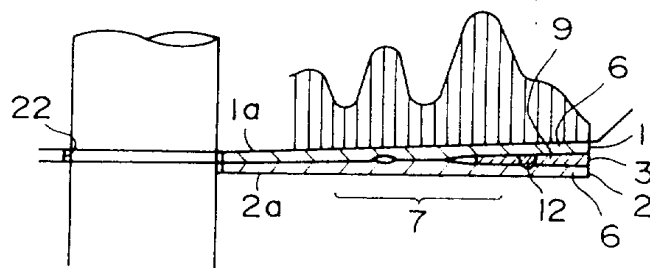


图7(b)

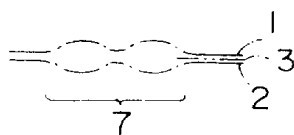


图 8(a)

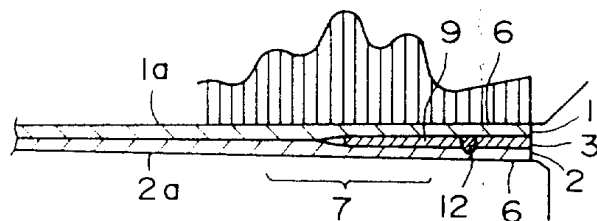


图 8(b)

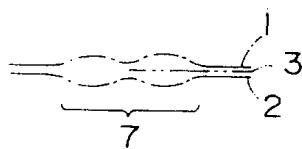


图 9(a)

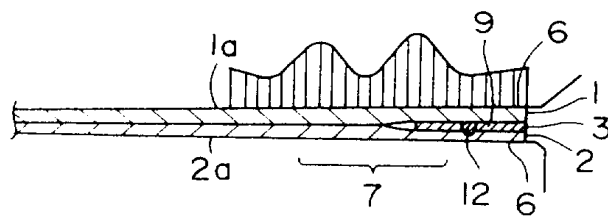
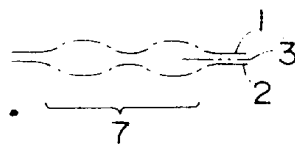


图 9(b)



35

图 10

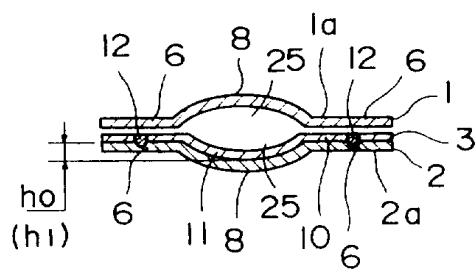


图 11

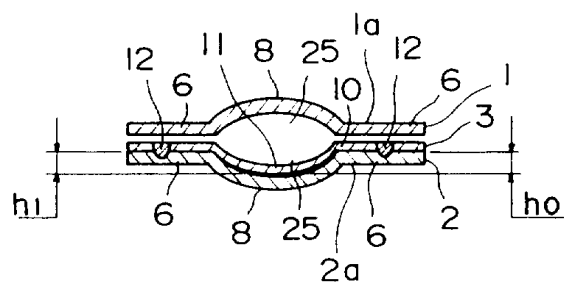


图 12

