

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

F04B 53/14

F04B 27/08



# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 01119608.4

[45] 授权公告日 2004 年 7 月 14 日

[11] 授权公告号 CN 1157537C

[22] 申请日 2001.4.2 [21] 申请号 01119608.4

[30] 优先权

[32] 2000. 4. 3 [33] JP [31] 101025/2000

[71] 专利权人 株式会社丰田自动织机制作所

地址 日本爱知县

[72] 发明人 加藤崇行 星田隆宏 片山诚二

审查员 邱启旺

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

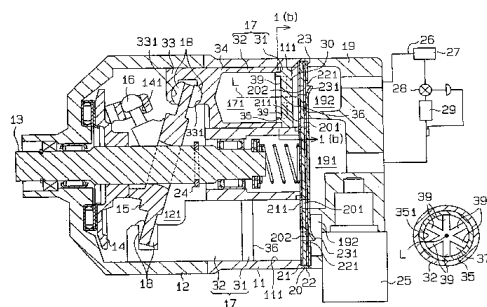
代理人 崔幼平 杨松龄

权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图 10 页

[54] 发明名称 压缩机活塞及其制造方法

[57] 摘要

一个空心活塞，其具有一个用于承受压缩机的缸孔的压力的端壁。若干加强筋形成在端壁的内端面上。这些加强筋从活塞的轴线沿径向伸出。因此，活塞既轻又结实。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

- 1.一种用于压缩机的空心活塞，该活塞装在压缩机的一个缸孔内，所述活塞包括一个承受缸孔的压力的端壁，该端壁具有一个外端面和一个与该外端面相对的内端面，所述活塞的特征在于：
- 5 在内端面上形成加强凸起，该加强凸起在径向上对称并且包括多个在内端面上沿径向延伸的筋。
- 2.如权利要求1所述的活塞，其特征在于，一个圆柱状壁与缸孔壁接触，加强凸起与该圆筒壁分离。
- 10 3.如权利要求2所述的活塞，其特征在于，加强凸起与活塞的轴线相交。
- 4.如权利要求1所述的活塞，其特征在于，一个圆柱状的壁与缸孔壁接触，加强凸起与该圆柱状壁连接。
- 5.如权利要求4所述的活塞，其特征在于，加强凸起与活塞的轴线相交。
- 6.如权利要求1所述的活塞，其特征在于，所述筋以等角间距布置。
- 15 7.如权利要求1所述的活塞，其特征在于，所述筋在活塞的轴线附近彼此连接。
- 8.如权利要求1所述的活塞，其特征在于，一个圆柱状的壁与缸孔壁接触，所述筋与该圆柱状壁连接。
- 9.如权利要求8所述的活塞，其特征在于，各筋基本上为三角形的，并位于
- 20 由内端面和圆柱状壁所形成的角上。
- 10.如权利要求1-9中任一项所述的活塞，其特征在于，端壁是平的和圆形的。
- 11.如权利要求1-9中任一项所述的活塞，其特征在于，内端面的轮廓，从径向上外部向径向上内部，首先接近外端面，然后离开该外端面。
- 25 12.如权利要求11所述的活塞，其特征在于，内端面包括一个绕活塞的轴线定位的环形凹入面和一个凸起面，该凸起面在径向上位于所述凹入面内并与该凹入面连接。
- 13.如权利要求12所述的活塞，其特征在于，所述环形凹入面是一个光滑的曲面，该凹入面的横截面在绕活塞的轴线的整个圆周上都是均匀的，所述凸起面
- 30 是一个光滑曲面，该凸起面的横截面在绕活塞的轴线的整个圆周上是均匀的。

14.如权利要求1-9中任一项所述的活塞，其特征在于，其包括一个活塞头和一个与活塞头连接的活塞体，活塞头包括所述端壁，活塞体包括活塞的其余部分，当将活塞头与活塞体分开时暴露出内端面。

5 15.一种制造一个压缩机使用的空心活塞的方法，所述活塞包括一个活塞头和一个与活塞头连接的活塞体，活塞头具有一个承受压缩机的一个缸孔的压力的端壁，活塞体包括活塞的其余部分，所述端壁具有一个外端和一个与外端面对应的内端面，其特征在于：

制备一个用于成形活塞头的模具，该模具的设计使得在所述内端面上形成一个临时凸起；

10 将熔融金属浇铸到该模具内；

在熔融金属固化之前推动所述临时凸起，以防止收缩腔的形成；以及

在熔融金属固化之后去除部分临时凸起，该临时凸起的剩余部分用作一个加强凸起，该加强凸起在径向上是对称的。

## 压缩机活塞及其制造方法

5 本发明涉及一种空心活塞，其通过一凸轮体的旋转带动作往复运动，该凸轮体与一旋转轴一体旋转，本发明还涉及制造这种活塞的方法。

在日本未审查专利公开平11-107912中公开的活塞是空心的，这样是为了降低其重量。这种空心活塞改善了变容式压缩机的排量控制，这种压缩机通过控制曲轴室中的压力来控制旋转斜盘的倾斜角。

10 通过减小围绕着空心部分的壁的厚度可以减小空心活塞的重量。制冷剂气体的压力施加到在缸孔内作往复运动的活塞的头端。

活塞的头端壁是平的。然而，如果活塞头端太薄，活塞的强度就不足以承受缸孔内的压力。

15 本发明的一个目的是通过减小活塞的头端壁的重量来减小空心活塞的重量。

为了获得上述和其它目的，根据本发明的一个方面，提供了一种用于压缩机的空心活塞。该活塞装于压缩机的一缸孔内。该活塞包括一端壁。该端壁承受缸孔的压力。该端壁具有一外端面和一个与外端面相对的内端面。加强凸起在内端面上形成并在径向上对称，并且加强凸起包括多个在内端面上沿径向延伸的  
20 筋。

根据本发明的另一方面，提供了一种制造使用在压缩机中的空心活塞的方法。该活塞包括一活塞头及一与活塞头连接的活塞体。该活塞头具有一承受压缩机的缸孔的压力的端壁。活塞体包括活塞的其余部分。端壁具有一外端面和一与该外端面相对的内端面。该方法包括制备一个用于成形活塞头的模具，其中该模  
25 具的设计使得在内端面上形成一个临时的凸起，将熔融金属浇入该模具，在熔融金属固化之前推动该临时凸起，以防止收缩腔的形成，在熔融金属固化后去除部分临时凸起，其中剩余的临时凸起用作一个加强凸起，该加强凸起在径向上是对称的。

30 从下面结合附图所作的描述中可以很容易看出本发明的其它方面和优点，这些附图以举例的方式示出本发明的原理。

参照下面结合附图对本发明的优选实施例的描述，可以最好地理解本发明的目的及其优点，其中：

- 图1(a)是按照本发明的第一实施例的压缩机的侧剖面图；  
图1(b)是沿着图1 (a) 中的线1 (b) -1 (b) 截取的横剖面图；  
5 图2是图1 (a) 中的活塞的侧剖面图；  
图3是沿着图2中的线3-3截取的侧剖面图；  
图4是沿着图2中的线4-4截取的横剖面图；  
图5是按照本发明的第二实施例的活塞的侧剖面图；  
图6是按照本发明的第三实施例的活塞的侧剖面图；  
10 图7 (a) 是本发明的第四实施例的活塞头的局部横剖面图；  
图7 (b) 是沿着图7 (a) 中的线7 (b) -7(b)截取的横剖面图；  
图8 (a) 是按照本发明的第五实施例的活塞头的局部横剖面图；  
图8 (b) 是沿着图8 (a) 中的线8 (b) -8 (b) 截取的横剖面图；  
图9 (a) 是按照本发明的第六实施例的活塞头的局部侧剖面图；  
15 图9 (b) 是沿着图9 (a) 中的线9 (b) -9 (b) 截取的横剖面图；  
图10 (a) 是按照本发明的第七实施例的活塞头的局部横剖面图；  
图10 (b) 是沿着图10 (a) 中的线10 (b) -10 (b) 截取的横剖面图；  
图11 (a) 是本发明的第八实施例的活塞主体部分的局部侧剖面图；  
图11 (b) 是沿着图11 (a) 中的线11 (b) -11 (b) 截取的横剖面图；  
20 图12 (a) 是按照本发明的第九实施例的活塞头的局部侧剖面图；  
图12 (b) 是沿着图12 (a) 中的线12 (b) -12 (b) 截取的横剖面图；  
图13 (a) 是按照本发明的第十实施例的活塞头的局部侧剖面图；  
图13(b)是沿着图13 (a) 中的线13 (b) -13 (b) 截取的横剖面图；  
图14 (a) 是按照本发明的第十一实施例的活塞头的局部侧剖面图；  
25 图14 (b) 是沿着图14 (a) 中的线14 (b) -14 (b) 截取的横剖面图；  
图15 (a) 是按照本发明的第十二实施例的活塞头的局部侧剖面图；  
图15 (b) 是沿着图15 (a) 中的线15 (b) -15 (b) 截取的横剖面图；  
图16 (a) 是按照本发明的第十三实施例的活塞头的侧剖面图；  
图16 (b) 是沿着图16 (a) 中的线16 (b) -16 (b) 截取的横剖面图；  
30 图17是按照本发明的第十四实施例的活塞的侧剖面图；

图18是沿着图17中的线18-18截取的横剖面图；

图19 (a) 是一侧剖面图，示出一个已经注入焊接液的模具；以及

图19 (b) 是一侧剖面图, 示出一个用于防止收缩腔的凸起54。

现在参照图1 (a) -图4描述本发明的第一实施例。

图1 (a) 示出一变容式压缩机的内部结构。一前壳体12和一缸体11形成一受控压力室或者曲轴室121, 一传动轴13支撑在曲轴室121内。传动轴13由一外部驱动源 (例如一车辆发动机) 驱动。一旋转支撑件14固定在传动轴13上, 一旋转斜盘15支撑在传动轴13上, 以便在传动轴13的轴线方向上滑动, 并相对于传动轴13倾斜。一个导销16固定于旋转斜盘15上, 其枢轴转动地安装到一导孔141内, 该导孔形成在一旋转支撑件14上。旋转斜盘15在传动轴13的轴线方向上可移动, 并和导孔141和导销16一致地可与传动轴13一起旋转。

10 导孔141与导销16之间的枢转关系以及传动轴13与旋转斜盘15之间的滑动关系使得旋转斜盘15能够倾斜。

旋转斜盘15的倾斜角可以根据曲轴室121的压力而变化。当曲轴室121中的压力增大时, 旋转斜盘15的倾斜角降低, 当曲轴室121的压力减小时, 旋转斜盘的倾斜角增加。曲轴室121中的制冷剂通过一个未示出的压力释放通路流入一个抽吸室15 191,而在后壳体19中的一个排放室192中的制冷剂通过一个供压通路(未示出)被引导到曲轴室121。在供压通路中有一个排量控制阀25,从排放室192提供到曲轴室121中的制冷剂的流量受到排量控制阀25的控制。当从排放室192提供到曲轴室121中的制冷剂的流量增加时, 曲轴室121中的压力增大, 当从排放室192提供到曲轴室121中的排放室192的制冷剂的流量下降时, 曲轴室121中的压力下降。换句话说, 20 旋转斜盘15的倾斜角由排量控制阀25控制。

旋转斜盘15的最大倾斜角通过旋转斜盘15与旋转支撑件14之间的直接接触来限定。旋转斜盘15的最小倾斜角通过传动轴13上的卡环24与旋转斜盘15之间的直接接触来限定。

在缸体11内, 围绕着传动轴13设置若干缸孔111 (图中只示出两个)。各缸孔111内装有一个铝制活塞17。旋转斜盘15的旋转经靴状件18转变成活塞17的往复运动。靴状件18与旋转斜盘15接触并相对其滑动。

当相应的活塞从图1 (a) 中的右侧移动到左侧时, 在吸入室191中的制冷剂从一个相应的在阀板20中形成的抽吸孔201流入其中一个缸孔111内, 并打开一个相应的抽吸阀211,该阀通过一个内阀形成板21形成。

30 当相应的活塞17从图1 (a) 中的左侧移动到右侧时, 在相应的缸孔111中的制

冷剂通过一个排放口202排入排放室192,将相应的排放阀221推向一侧,该排放阀221在一个外阀形成板22上形成。各排放阀与一个对应的固位器231接触,该固位器在一个固位器形成板23上形成。固位器231限制排放阀221的最大开启程度。

排放室192与吸入室191通过一个外部制冷剂回路26彼此联通。

- 5 从排放室192流到外部制冷剂回路26的制冷剂经过一个冷凝器27、一个膨胀阀28和一个蒸发器29流到吸入室191。

如图2和3所示,各活塞17的内部包括一个空心空间171。各活塞17通过将一个活塞头31与一个活塞体32连接起来而构成,该活塞头包括一个头端壁30,而该活塞体与靴状件18接触。活塞体32具有一个连接部分33和一个周向壁34,该连接部分包括一对用于保持靴状件18的凹入部分331。活塞头31包括头端壁30和边缘35。

活塞头31的边缘35和活塞体32的周向壁34在其配接面焊接在一起,从而将活塞头31连接于活塞体32。周向壁34的一个内表面341为圆形的,周向壁34的一个外表面342为圆形的。此外,边缘35的一个内表面351和边缘35的一个外周向面352为圆形的。周向壁34的内表面341、外表面342、边缘35的内表面351和外周向表面352具有一个共同的轴线L,该轴线被一个空心空间171所围绕。

活塞头端壁30是平的,活塞头端壁30的面向内阀形成板21的外端面36与内阀形成板21平行。活塞头端壁30的一个内端面37也平行于内阀形成板21。如图4所示,若干加强凸起39(在本实施例中为六块)与内端面37一体形成。加强凸起39或加强筋从轴线L沿径向向内表面351延伸。加强凸起39的内端391位于轴线L处,加强凸起39的外端392与边缘35的内周向面351连接。加强凸起39沿着穿过轴线L的径向线以等角间距间隔开。在本实施例中,加强凸起39绕轴线L以60°的等角间距间隔开。这就是说,这些加强凸起39在径向上是对称的。如图2和3所示,加强凸起39的一个凸起的端面393平行于内端面37,且各加强凸起39的尺寸相同。

25 在第一实施例中发生如下效果。

(1-1)具有简单平面形状的活塞头端壁在该活塞头端壁内端面与边缘35的内表面351之间的连接处形成直角状。该直角形状使其易于将作用在其连接部分的应力集中。如果活塞头端壁的厚度增大,则得到了克服作用在直角形状的连接部分上的应力集中的强度,但在头端壁上的增大的压力引起活塞头端壁的重量的增加。因此,当通过在足以能够使活塞头端壁不会有作用在该直角状的连接部分上

的应力集中的情况下将壁厚设计得最小，来尽可能敏感地控制活塞头端壁的重量增加时，活塞头端的中心部分的应力集中变得过大。

内端面37上的加强凸起39增加了内端面37的表面积。内端面37的表面积的增加减小了作用在活塞头端壁30上的应力集中。而且，与简单地增加活塞头端壁30的厚度相比，内端面37上的加强凸起部分39限制了活塞头端壁30的重量。

(1-2) 加强凸起39沿其纵向分散了应力。加强凸起39在径向上延伸，这也在活塞头端壁30的径向上分散了应力。

(1-3) 所有加强凸起39都与边缘35的内表面351连接，这分散了在边缘35与活塞头端壁30的连接处的应力。

(1-4) 所有加强凸起39的内端391均位于轴线L上，这也分散了发生在活塞头端壁30的轴线L附近的应力。

(1-5) 沿周向分散活塞头端壁30的应力是十分重要的，虽然这种分散小于在径向上的分散。加强凸起39围绕着轴线L等间距地间隔开，这有利于使围绕着轴线L应力分散，即在周向上的应力分散均匀。

(1-6) 包括活塞头端壁30的活塞头31通过浇铸、切割或压制形成。活塞头31和活塞体32在活塞17内连接有利于在头端壁30的内端面37上将加强凸起39易于一预定的形状。

下面描述如图5所示的第二实施例。在本实施例中，与第一实施例中相同的部件采用与第一实施例中相同的标记。

与活塞体32A一起构成活塞17A的活塞头31A配装在活塞体32A内，使得该活塞头31A完全被装放在活塞体32A的周向壁34内。

下面描述如图6所示的第三实施例。在本实施例中，与第一实施例中相同的部件采用与第一实施例中相同的标记。

在本实施例中的一个活塞17B中，一个与第一实施例中的周向壁34相对应的边缘35B和活塞头端壁30一体地在活塞头31B内形成。一个基底边缘38形成在一个活塞体32B上。该基底边缘38配装到边缘35B内。

第二实施例和第三实施例具有与第一实施例相同的优点。

下面描述图7 (a) 和7 (b) 所示的第四实施例。与第一实施例相同的部件采用与第一实施例中相同的标记。

在本实施例的一个活塞17c中，若干加强凸起47从轴线L上伸出，加强凸起47

与边缘35的内表面351不连接。加强凸起47围绕着轴线L等间距地沿径向线设置。加强凸起47主要起到在轴线L附近分散应力的作用。

本实施例具有第一实施例中的(1-1)、(1-2)、(1-4) — (1-6)的优点。

下面描述图8(a)和8(b)所示的第五实施例。在本实施例中,与第一实施例中相同的部件采用与第一实施例中相同的标记。

活塞17D包括一个圆柱状加强凸起40,其在轴线L上对中,如图所示。该加强凸起40具有一个径向尺寸,加强凸起40不与边缘35的表面351连接。加强凸起40主要起到在轴线L的附近分散应力的作用。周向上连续的加强凸起40对于围绕轴线L分散应力,即在周向上均匀地分散应力,是最佳的。

本实施例具有(1-1)、(1-2)、(1-4) — (1-6)的优点。

下面描述图9(a)和9(b)所示的第六实施例。在本实施例中,与第一实施例中相同的部件采用与第一实施例中相同的标记。

活塞17E具有在轴线L上对中的加强环状凸起41。该加强环状凸起41在径向上与轴线L间隔一定距离,朝向边缘35的内表面351,但加强环状凸起41不与边缘35的内表面351连接。这种加强环状凸起41对于围绕着轴线L分散应力,即在周向上均匀地分散应力,是最佳的。

本实施例具有第一实施例中的(1-1)、(1-5)、(1-6)的优点。

下面描述图10(a)和10(b)所示的第七实施例。在本实施例中,与第一实施例中相同的部件采用与第一实施例中相同的标记。

一个活塞17F具有一个活塞头31F,其包括一个端面和一个端壁30F。端面36平行于内阀形成板21。活塞头端壁30F的一个内表面37F包括一个与边缘35连续的环状凹入部分371和一个位于环状凹入部分371内侧的中央凸起部分372。在图10(b)中,当环形凹入部分371在包括轴线L的平面S被切出时,其截面的形状为一段弧373。通过使该段弧绕轴线L旋转一圈而形成该环形凹入部分371。这就是说,弧373用作环形凹入部分371的基线。当沿包括轴线L的平面S截取环形凸起部分372时就得到一段弧374。将该段弧374绕轴线L旋转一周得到凸起部分372。这就是说,弧374用作凸起部分372的基线。该凸起部分372是球的一部分。

弧373的径向尺寸小于弧374的径向尺寸,如图10(b)所示。在平面S上,弧373光滑地与形成空心空间171的边缘35的内表面351连接,而弧374光滑地与弧373连接。这就是说,环形凹入部分371光滑地与边缘35接合,凸起部分372光滑地与

环形凹入部分371接合。环形凹入部分371和凸起部分372与活塞17同轴线L。

在图10 (b) 中, 环形凹入部分371的区域位于内表面351与点划线K之间, 凸起部分372的区域位于点划线K以内。

若干加强凸起42 (在本实施例中为四个) 形成为从轴线L径向向内表面351延伸。

各加强凸起42从轴线L向边缘35的内表面351延伸。加强凸起42的一个端面421与外端面36平行。加强凸起42绕轴线L沿径向线等间距间隔开。

第七实施例具有如下优点:

(7-1) 加强凸起42的作用与第一实施例中的加强凸起39的作用相似。

(7-2) 形成环形凹入部分371的弧373接近活塞头端壁30F的外端面36, 然后它离开外端面36从内表面351向轴线L成曲形延伸。形成凸起部分372的弧374在其趋近轴线L的同时成曲形离开活塞头端壁30F的外端面36。活塞头端壁30F的内表面37F的形状有利于应力分散特性。具体地说, 环形凹入部分371减小了边缘35与活塞头端壁30F之间的连接部分的应力集中, 凸起部分372减小了轴线L附近的活塞头端壁30F上的应力集中。与简单平板形的活塞头端壁相比, 内表面37F的形状使其能够减小活塞头端壁30F的材料体积和重量, 同时提供了必要的强度。

(7-3) 围绕着轴线L的凹入部分371和环形凸起部分372提供了最佳的应力分布, 也在减小活塞头端壁30F的材料体积的同时提供了足够的强度。

(7-4) 用作环形凹入部分371的基线的弧373为使环形凹入部分371获得应力分散的合适形状。

(7-5) 用作环形凸起部分372的基线的弧374为使凸起部分372获得应力分散的合适形状。

下面描述图11 (a) 和11 (b) 所示的第八实施例。在本实施例中, 与第七实施例中相同的部件采用与第七实施例中相同的标记。

在一个活塞17G中, 在活塞头31G的一个内表面37F上设置径向加强凸起43。各加强凸起43从轴线L向边缘35的内表面351延伸。加强凸起43绕轴线L沿穿过轴线L的径向线以等角间距间隔开。加强凸起43的一个端面431与凹入和凸起面371、372之间的距离是相等的。加强凸起42具有与在第一实施例中的加强凸起39相同的效果。与第七实施例中的加强凸起42相比, 为改善活塞头端壁30F的强度而形成加强凸起43所需的材料体积减小了。

下面描述图12 (a) 和12 (b) 所示的地九实施例。在本实施例中与第六实施例相同的部件采用与第六实施例中相同的标记。

5 在一个活塞17H中，在活塞头端壁30的内端面37上设置一个环状加强凸起41和几个加强凸起44。加强凸起44连接到环状加强凸起41的外周边表面及边缘35的内表面351。加强凸起44绕轴线L以等角间距沿穿过轴线L的径向线间隔开。环状加强凸起41与第六实施例中的环状加强凸起41的作用相同。加强凸起44具有第一实施例中的优点 (1-2) 和 (1-3)。

下面描述图13 (a) 和13 (b) 所示的第十实施例。在本实施例中，与第一实施例相同的部件采用与第一实施例中相同的标记。

10 在一个活塞17J中，若干加强凸起45设置在活塞头端壁30的内端面37上。各加强凸起45沿径向从轴线L延伸到边缘35的内表面351。这些加强凸起45绕轴线L以等角间距沿径向线间隔开。加强凸起45的一个端面451从轴线L向边缘35的内端面351接近外端面36,然后向离开外端面36的方向弯曲。加强凸起45的一个凹入部分452减小了集中在边缘35与活塞头端壁30之间的应力。加强凸起45的一个凸起部分453  
15 减小了轴线L附近的活塞头端壁30上的应力集中。

下面描述图14 (a) 和14 (b) 所示的第十一实施例。在本实施例中，与第一实施例中相同的部件采用与第一实施例中相同的标记。

20 在一个活塞17K中，若干加强凸起46设置在活塞头端壁30的内表面37上。加强凸起46从轴线L的附近朝着边缘35的内表面351延伸到边缘351的内表面351。加强凸起46的内端461位于轴线L附近。加强凸起46并不位于穿过轴线L的径向线上，但其却等间距地绕轴线L布置。加强凸起46具有与第一实施例中的加强凸起39相同的效果。

下面描述图15 (a) 和15(b)所示的第十二实施例。在本实施例中与第十五实施例中相同的部件采用与第五实施例中相同的标记。

25 在一个活塞17L中，一个中央加强凸起40和若干外加强凸起48设置在活塞头端壁30的内表面37上。加强凸起48连接于边缘35的内表面351,并沿径向向轴线L延伸。加强凸起48绕轴线L以等角间距定位。中央加强凸起40具有与第五实施例中的加强凸起40相同的作用。外加强凸起48具有第一实施例中的优点 (1-2)。

30 下面描述图16 (a) 和16 (b) 所示的第十三实施例。在本实施例中与第十二实施例中相同的部件采用与第十二实施例中相同的标记。

在一个活塞17M中，若干内加强凸起49和若干外加强凸起48设置在活塞头端壁30的内表面37上。内加强凸起49沿着穿过轴线L的线径向延伸，但并不与边缘35的内表面351连接。外加强凸起48具有与第四实施例中的加强凸起47相同的作用。

下面描述图17至19所示的第十四实施例。在本实施例中，与第一实施例中相同的部件采用与第一实施例中相同的标记。

在一个活塞17N中，一个圆柱状加强凸起50设置在活塞头端壁30的内表面上。通过将熔融铝浇铸到模具51和52中制造包括加强凸起50的活塞头31，图19(a)中示出所述模具。一个圆柱状压杆配装入模具51中，使得该压杆可以轴向滑动，在压杆53的远端附近形成一个用于防止收缩腔的凸起54。压杆53的远端在凸起54  
10 中产生一防止收缩腔的凹陷部分541。模具51和52形成凸起54来防止在活塞头31的头端壁的内端面37上形成收缩腔。在浇入模具51和52中的液态铝固化之前，沿图19(a)中的箭头Q的方向推压杆53。压杆53向凸起54的表面施加压力，从而防止收缩腔。

在金属固化之后，将工件310从模具51和52中脱模，该工件包括有防止收缩  
15 腔的凸起54，再用切割工具55（例如一个端面铣刀）除去凸起54，如图19(b)所示。在切掉凸起54以后形成的内表面37上的机加工面变成了凸起端面501。这就是说，凸起54的一部分变成了加强凸起50。

在金属固化之前施加到凸起54的表面上的压力防止了在轴线L附近的活塞头端壁30上，即在凸起端面501附近的活塞头端壁30上形成收缩腔。防止活塞头端壁  
20 30的收缩腔的措施，在提供了材料所需的强度的同时，减小了活塞头端壁30的重量。凸起54用作一个加强凸起。

下面的实施例在所要求保护的发明的范围内。

对于熟悉本领域的人员来说显而易见的是，本发明可以以不超出本发明的概念和范围的任何其它的具体形式实施。特别是，应该理解，本发明可以以如下的  
25 形式实施。

(1) 在第九、第十二、第十三实施例中，加强凸起41、40和49可以省略。

(2) 在第十四实施例中，可以用切割工具55将防止收缩腔的凸起54切下，以致通过使在凸起54上形成的用于防止收缩腔的凹入部分541的一部分与压杆53接触而将其留下。

30 (3) 在第七实施例中，可以采用一环形凹入部分，该部分构成除用作基线

的弧之外的光滑凹入曲线。

(4) 在第七实施例中，可以采用一个环形凸起部分，该环形凸起部分构成除作为基线的弧之外凸起的曲线。

5 (5) 在第七实施例中，边缘35的环形凹入部分和内表面351可以通过一个锥形面彼此连接。

(6) 在第七实施例中，环形凹入部分与凸起部分可以通过一个锥形面彼此连接。

(7) 第七实施例中的凸起部分372可以构成一个除球面之外的曲面。

(8) 活塞头和活塞体可以通过粘结连接在一起。

10 (9) 活塞头和活塞体可以通过摩擦焊接彼此连接。

(10) 活塞头和活塞体可以通过压配合彼此连接。

因此，这些例子和实施例用于举例说明，而不是为了限制，本发明并不限于在此所描述的细节，而是可以在权利要求书的范围及等同范围内进行改进。





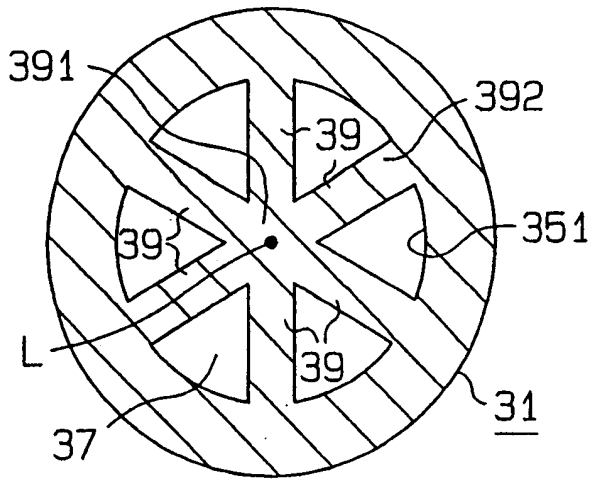


图 4

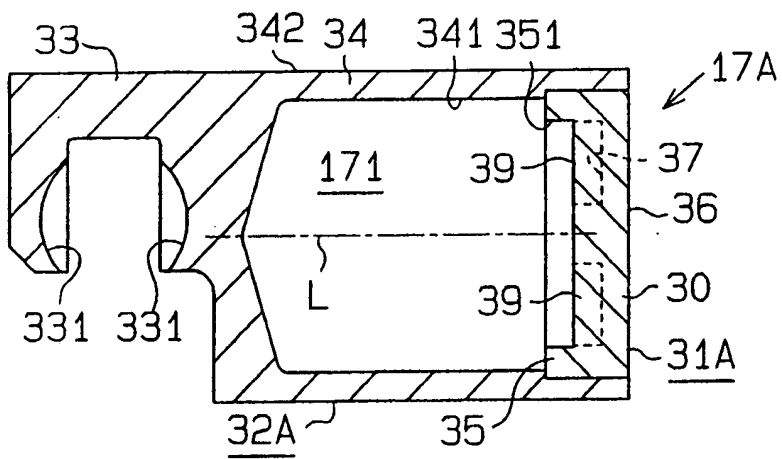


图 5

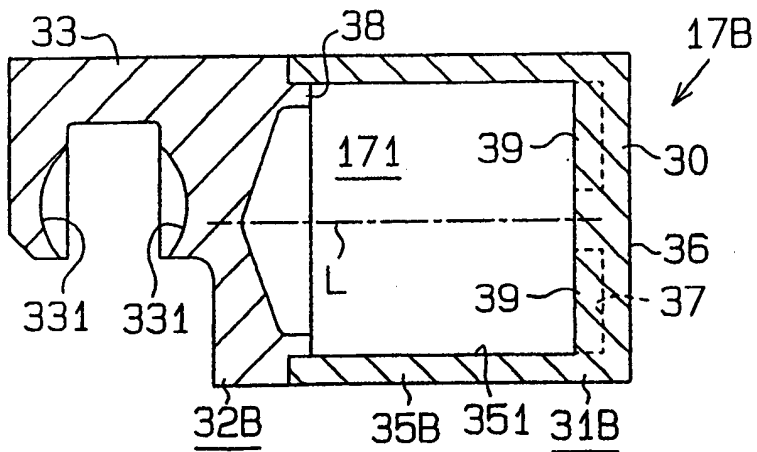


图 6

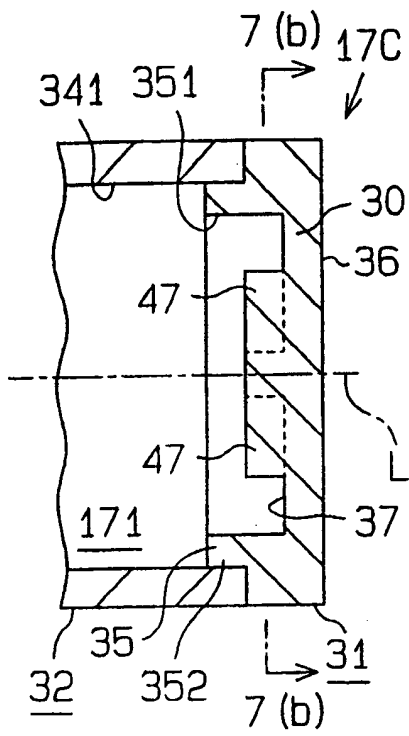


图 7(a)

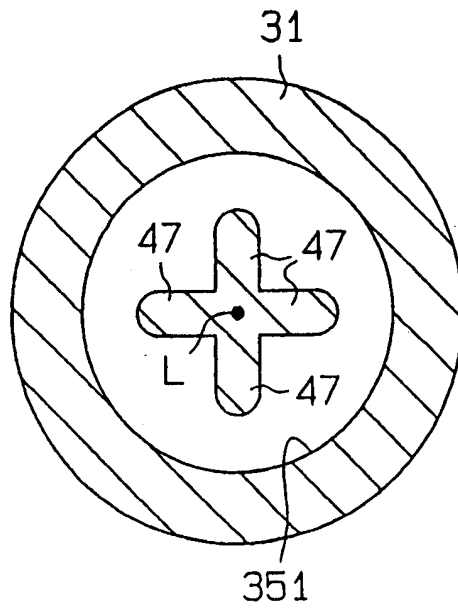


图 7(b)

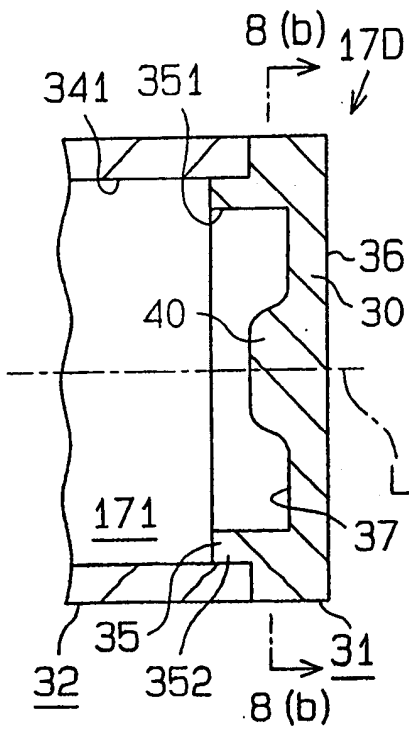


图 8(a)

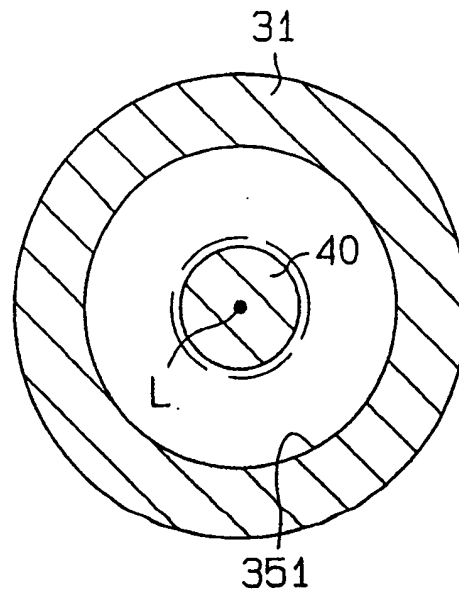


图 8(b)

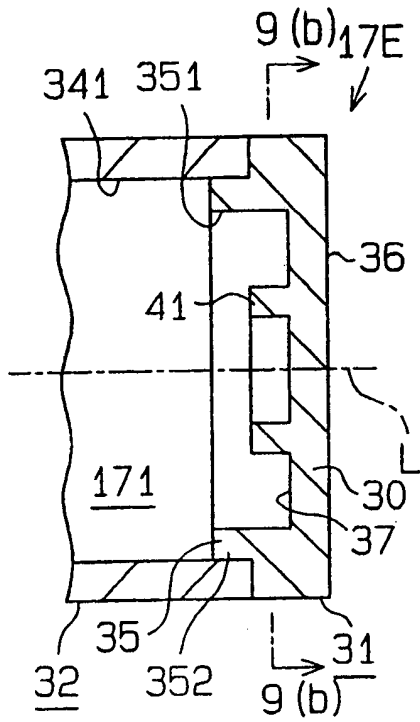


图 9(a)

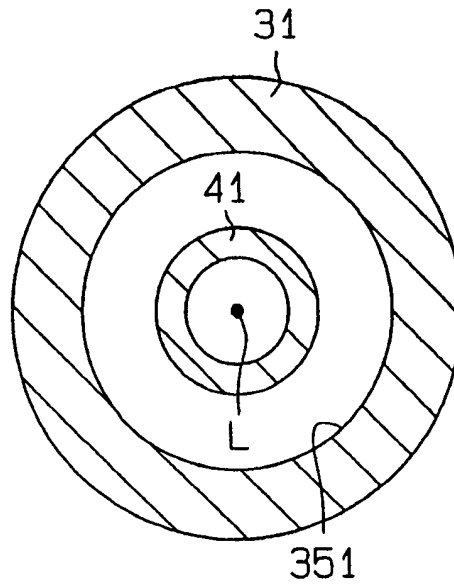


图 9(b)

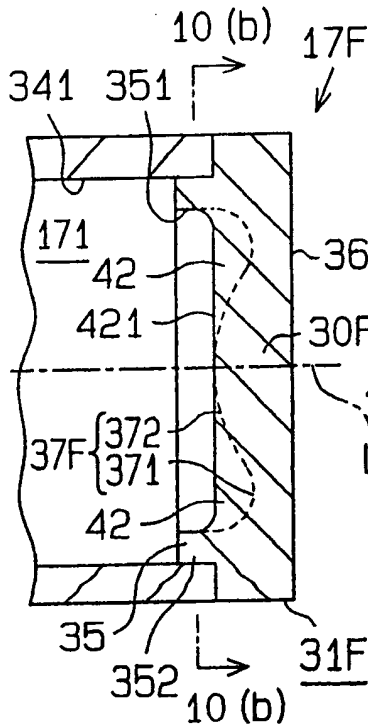


图 10(a)

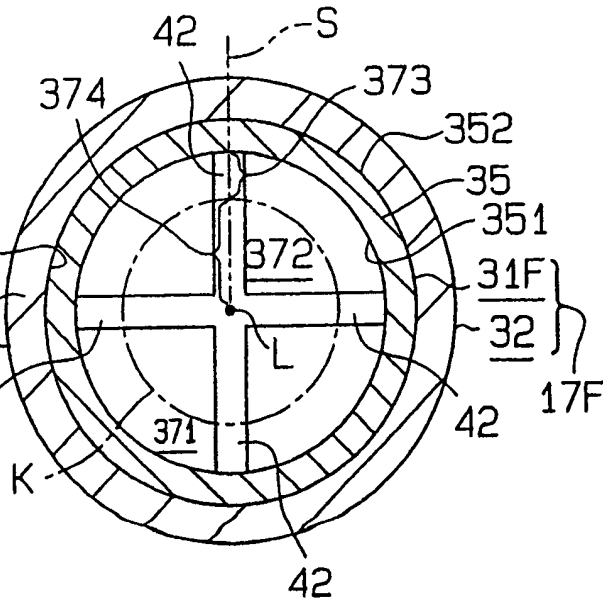


图 10(b)

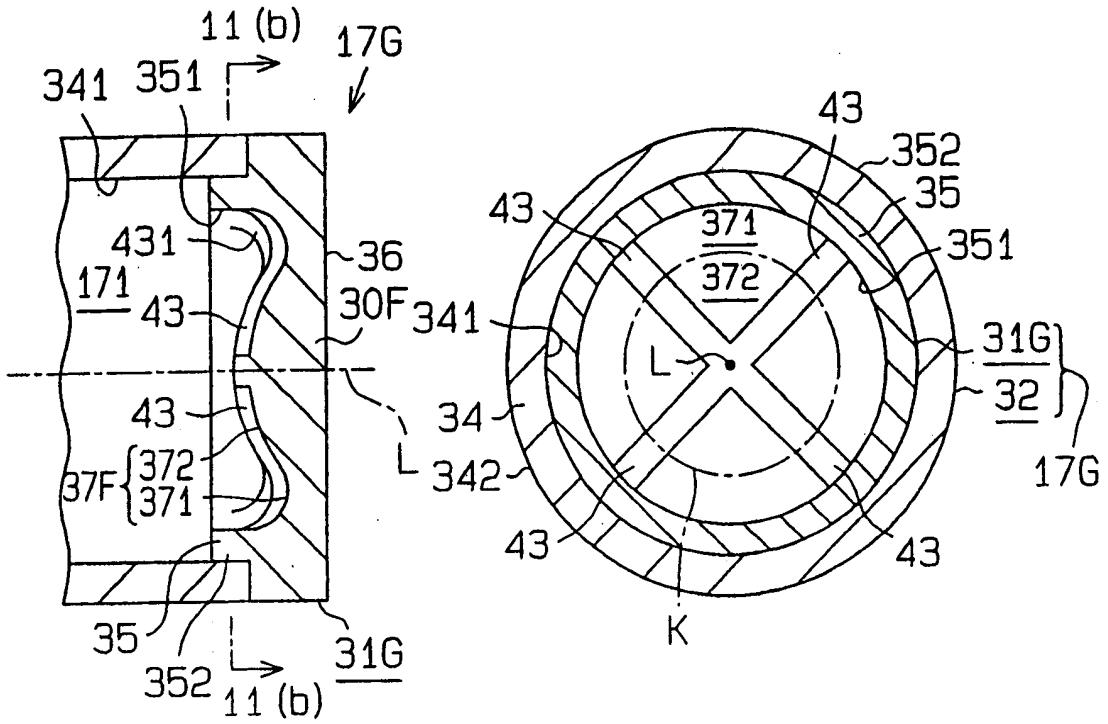


图 11(a)

图 11(b)

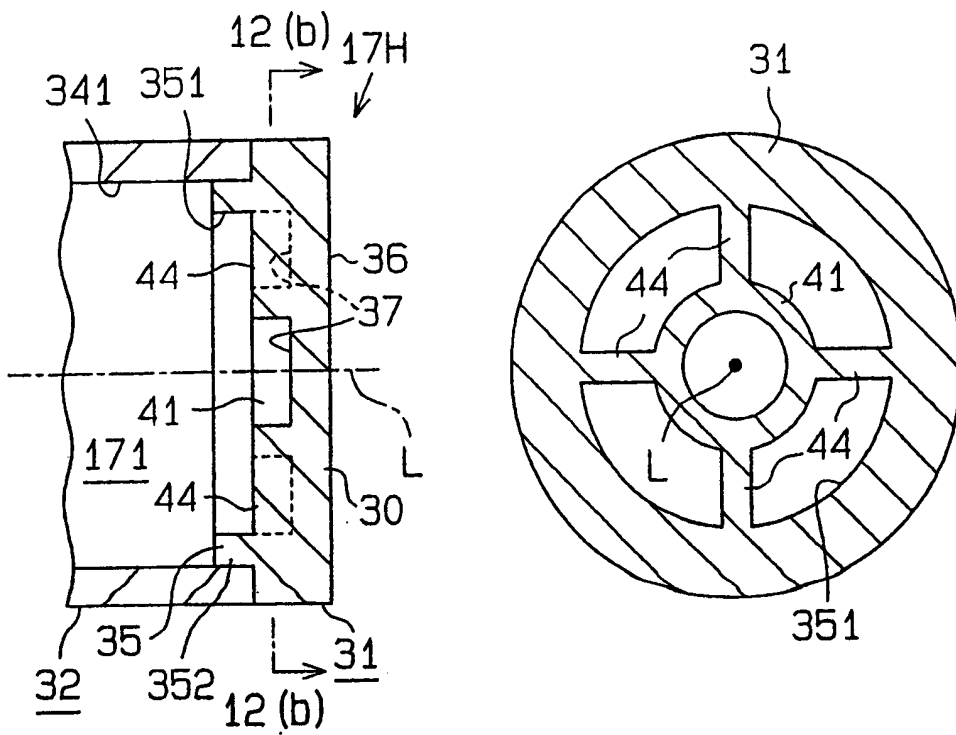


图 12(a)

图 12(b)

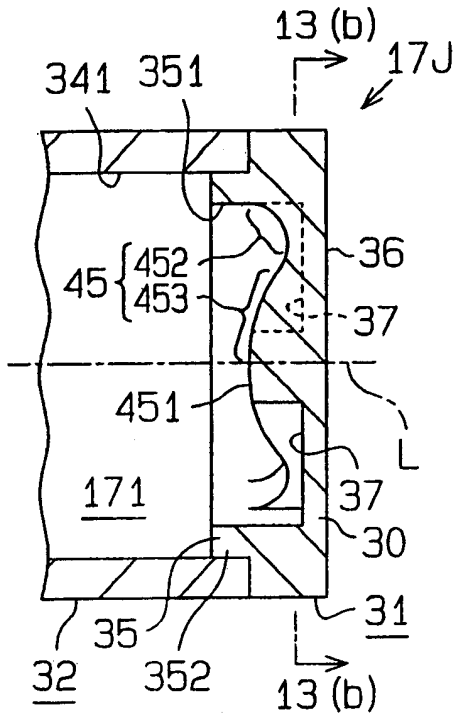


图 13(a)

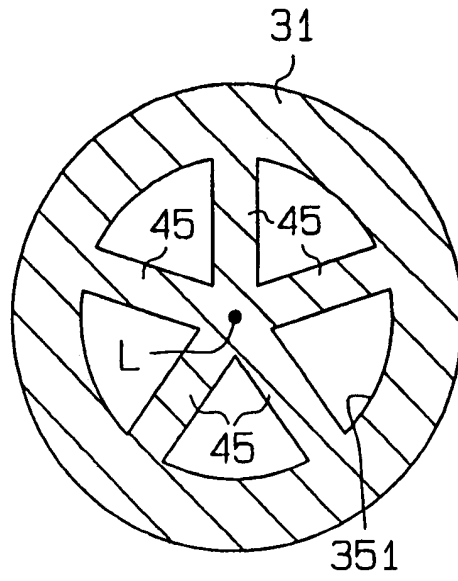


图 13(b)

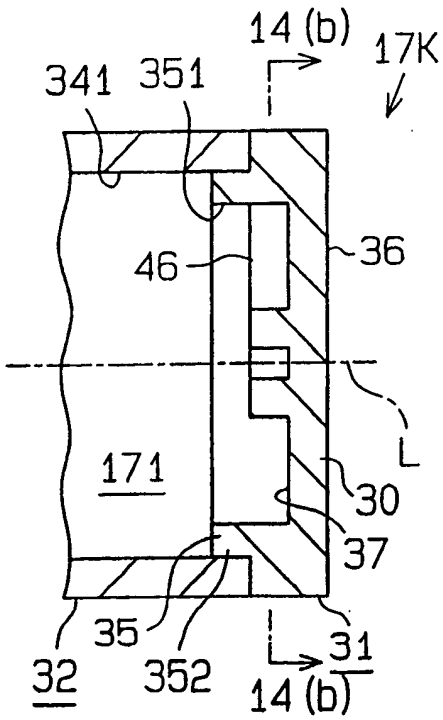


图 14(a)

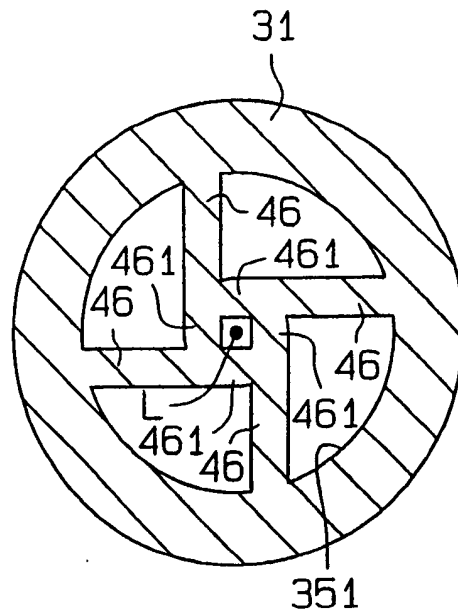


图 14(b)



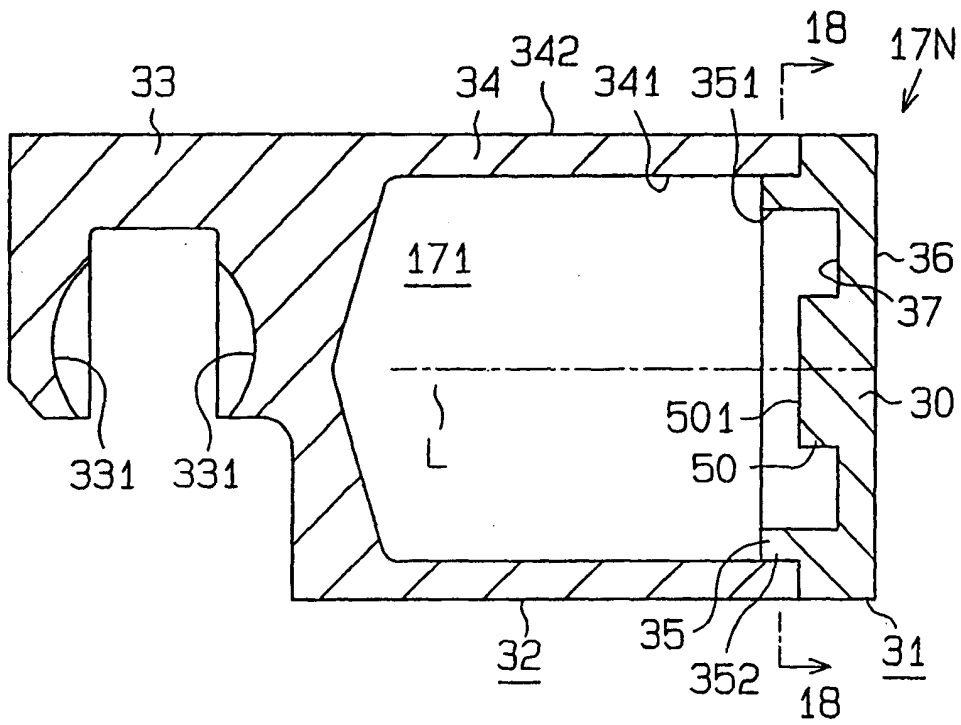


图 17

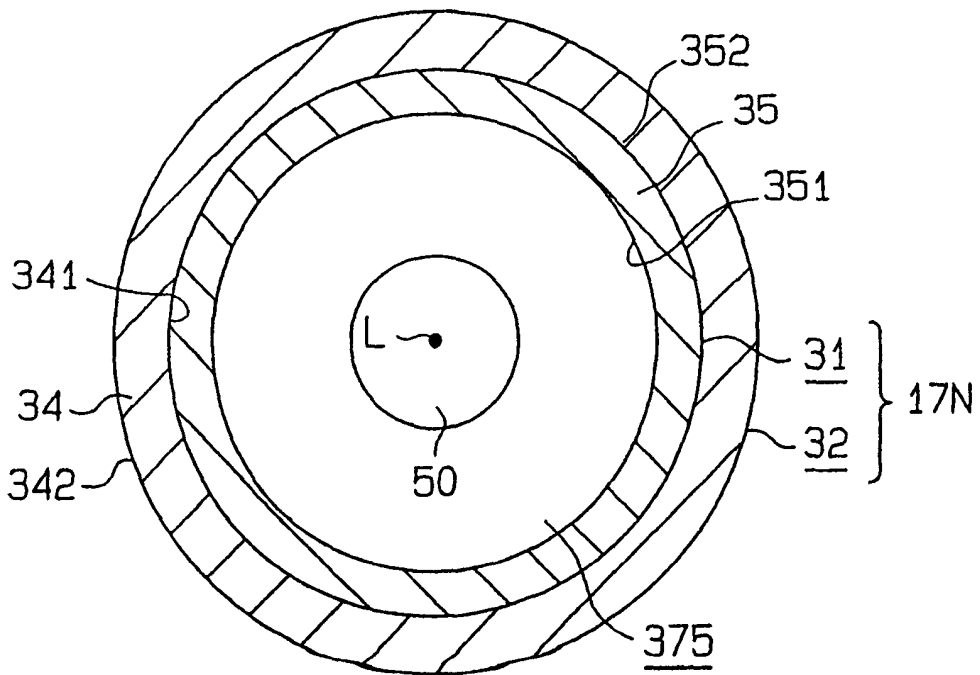


图 18

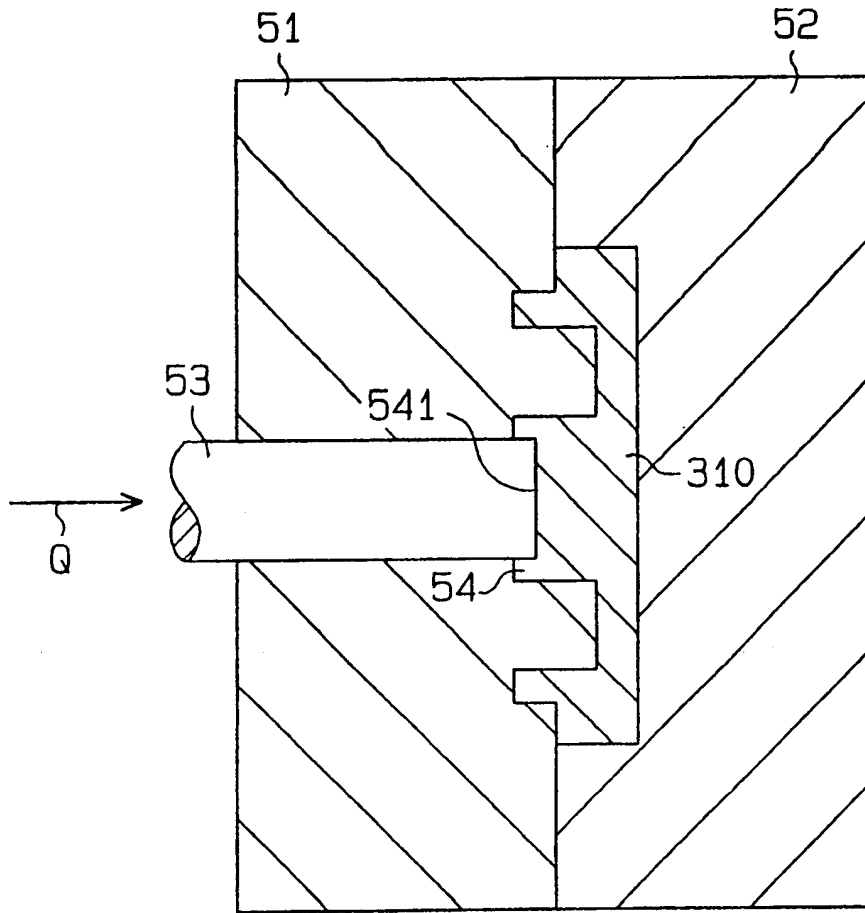


图 19(a)

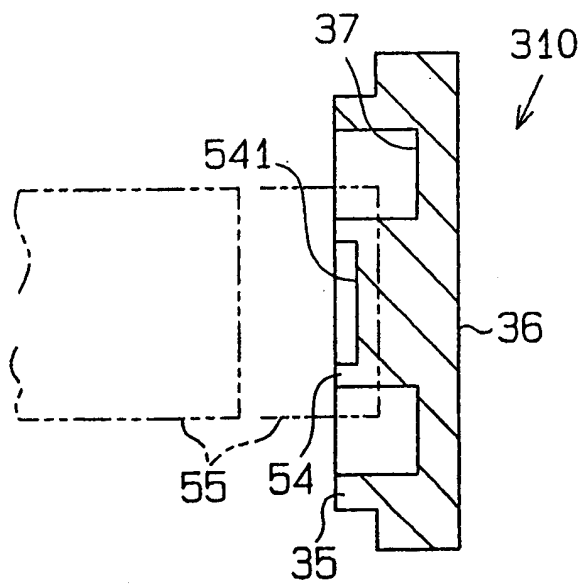


图 19(b)