

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

F16J 1/00

B23K 20/12



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 99106750.9

[43] 授权公告日 2003 年 5 月 14 日

[11] 授权公告号 CN 1108470C

[22] 申请日 1999.5.19 [21] 申请号 99106750.9

[30] 优先权

[32] 1998.5.20 [33] JP [31] 138539/1998

[32] 1998.12.8 [33] JP [31] 348419/1998

[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 关口常久 杉冈隆弘

安藤昌树 高松正人

[56] 参考文献

US4191095 1980.03.04 F15B21/04

审查员 张立泉

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

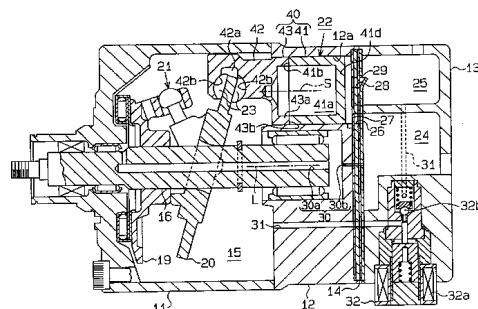
代理人 曾祥凌 黄力行

权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图 9 页

[54] 发明名称 活塞及其制造方法

[57] 摘要

制造改进活塞(22)的方法,此种活塞由压缩机中的斜盘(20)带动作往复运动。各活塞(22)包括头(40)与裙(42)。头(40)具有带开口端的圆筒(41)而裙(42)具备有用来关闭圆筒(41)此开口端的盖(43)。盖(43)是通过摩擦焊接到圆筒(41)上。这种方法使盖(43)牢靠地结合到圆筒(41)上,同时减少了制造费用与时间。



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

1. 用于制造空心活塞(22)的方法, 此活塞与压缩机中的驱动体(20)配合工作, 其中, 所述空心活塞用铝合金制成, 所述空心活塞(22)有裙(42)和头(40), 裙(42)用来将空心活塞(22)连接到驱动体(20)上, 而头(40)所包括的空心圆筒(41)具有至少一个开放端和关闭此开放端的盖(43; 41d), 此方法的特征在于,
- 5 将所述空心圆筒的轴线和所述盖的轴线对准;
- 使所述空心圆筒和所述盖相对转动一段预定时间;
- 使所述空心圆筒的一个表面和所述盖的一个表面接触而同时保持
- 10 所述相对转动;
- 用一个预定的力将所述空心圆筒和所述盖在轴向上相互压合;
- 保持所述空心圆筒和所述盖的相对转动一段预定时间; 以及
- 在所述空心圆筒和所述盖的相对转动停止之前对所述空心圆筒和所述盖施加一个大于所述预定力的力, 并将该力保持到所述相对转动
- 15 停止以后。
2. 权利要求1所述方法, 其特征在于, 使盖(43; 41d)和圆筒(41)相对转动一段预定时间, 同时用预定的力使盖(43, 41d)与圆筒(41)相互压合。
3. 如权利要求2所述的方法, 其特征在于, 沿活塞(22)的轴向
- 20 使盖(43; 41d)与圆筒(41)相互压合, 并围绕活塞(22)的轴线使盖(43; 41d)与圆筒(41)产生相对转动。
4. 如权利要求2所述的方法, 其特征在于, 在盖(43; 41d)与圆筒(41)产生相对转动后, 用大于所述预定力的力使盖(41; 41d)与圆筒(41)相互压合。
- 25 5. 如权利要求1-4中任一项所述的方法, 其特征在于, 该方法是在大气压力下进行。
6. 用于制造空心活塞(22)的方法, 此活塞与压缩机中的驱动体(20)配合工作, 其中, 所述空心活塞用铝合金制成, 所述空心活塞(22)有裙(42)和头(40), 裙(42)用来将空心活塞(22)连接到驱动体(20)上, 而头(40)包括的空心圆筒(41)具有至少一个开放端和关闭件开放端的盖(43; 41d), 此方法的特征在于, 在所述
- 30 盖(43; 41d)与所述空心圆筒(41)之间产生塑性流以将此盖(43;

41d) 连接到所述空心圆筒(41)上。

7. 如权利要求6所述的方法, 其特征在于, 使盖(43; 41d)与圆筒(41)相互压合以在此盖与圆筒间产生塑性流。

8. 如权利要求7所述的方法, 其特征在于, 在盖(43; 41d)上形成圆柱形凸台(43a); 将凸台(43a)配合到圆筒(41)的孔口内; 沿径向将圆筒(41)压向凸台(43a)以在圆筒(41)与凸台(43a)间产生塑性流。

9. 如权利要求8所述的方法, 其特征在于, 在凸台(43a)的外表面上形成环形槽(43c), 其中, 当圆筒(41)沿径向压抵凸台(43a)时, 围绕凸台(43a)定位的部分圆筒(41)借助塑性流进入上述环形槽(43c)内。

10. 如权利要求8所述的方法, 其特征在于, 使圆筒(41)通过模具(201)以便沿径向使圆筒(41)压向凸头(43a), 其中模具(201)的内径略小于圆筒(41)的外径。

11. 如权利要求8所述的方法, 其特征在于, 使圆筒(41)绕其轴线转动, 同时将辊(202)压向圆筒(41)。

12. 如权利要求6-11中任一项所述的方法, 其特征在于, 在盖(43; 41d)与圆筒(41)之间施加粘合剂。

13. 如权利要求7-11中任一项所述的方法, 其特征在于, 在盖(43; 41d)与圆筒(41)之间加焊料。

14. 如权利要求6所述的方法, 其特征在于, 将上述焊料加热到其熔点以上的温度, 同时将盖(43; 41d)与圆筒(41)相互压合。

15. 如权利要求6-11中任一项所述的方法, 其特征在于, 所述方法是在大气压力下进行。

活塞及其制造方法

技术领域

- 5 本发明涉及车辆空调器用压缩机的活塞，同时涉及到制造这种活塞的方法。

背景技术

- 典型的压缩机包括气缸体，气缸体构成压缩机壳体的一部分。气缸体中形成有气缸。各个气缸作往复运动地容纳活塞。各活塞有一个容纳在相关气缸中的金属夹以及一个与驱动体连接的金属裙部（例如斜盘式压缩机中的斜盘）。此活塞头部包括的空心圆筒带有一封闭端以及关闭此圆筒孔口的盖。此盖与上述裙部形成整体。

- 上述活塞称为空心活塞。与有实心头部的实心活塞相比，空心活塞较轻。采用空心活塞于是能减重。实心活塞的头部与裙部例如可由浇铸整体成形。但空心活塞的圆筒和盖则必须分别形成然后焊接到一起。

通常，空心活塞的圆筒和盖是用电子束熔焊焊接的。在电子束熔焊中，是将加速到很高的电子束发射到在真空焊接室中待焊接的部件上。但是，电子束熔焊具有下述缺点。

- 20 (1) 电子束熔焊设备具有确定焊接室和电子枪室的真空容器、排空机构、电子枪、高压电源和控制器。因此，这种电子束熔焊设备很大，加大了制造费用。
- (2) 电子束必须连续地沿活塞的裙部与圆筒之间的接缝发射。这样就使焊接复杂化和变慢。
- 25 (3) 当把活塞裙部焊接到此圆筒上会在形成此圆筒与盖的金属中产生气泡。这样就将降低圆筒与盖之间接缝的强度、破坏活塞的外观，同时会妨碍活塞光滑地往复运动。

发明内容

- 为此，本发明的目的在于提供一种低成本的活塞，其中的圆筒与盖能很快地相互牢靠固定，同时本发明还提供一种制造这类活塞的方法。

为了实现本发明上述的和其他的目的，提出了用于制造空心活塞

的方法，此活塞与压缩机中的驱动体配合工作，其中，所述空心活塞用铝合金制成，所述空心活塞有裙和头，裙用来将空心活塞连接到驱动体上，而头所包括的空心圆筒具有至少一个开放端和关闭此开放端的盖，此方法的特征在于，用于制造空心活塞的方法，此活塞与压缩机中的驱动体配合工作，其中，所述空心活塞用铝合金制成，所述空心活塞有裙和头，裙用来将空心活塞连接到驱动体上，而头所包括的空心圆筒具有至少一个开放端和关闭此开放端的盖，此方法的特征在于，将所述空心圆筒的轴线和所述盖的轴线对准；使所述空心圆筒和所述盖相对转动一段预定时间；使所述空心圆筒的一个表面和所述盖的一个表面接触而同时保持所述相对转动；用一个预定的力将所述空心圆筒和所述盖在轴向上相互压合；保持所述空心圆筒和所述盖的相对转动一段预定时间；以及在所述空心圆筒和所述盖的相对转动停止之前对所述空心圆筒和所述盖施加一个大于所述预定力的力，并将该力保持到所述相对转动停止以后。

15 本发明还包括另一种用于制造空心活塞的方法，此活塞与压缩机中的驱动体配合工作，其中，所述空心活塞用铝合金制成，所述空心活塞有裙和头，裙用来将空心活塞连接到驱动体上，而头包括的空心圆筒具有至少一个开放端和关闭件开放端的盖，此方法的特征在于，在所述盖与所述空心圆筒之间产生塑性流以将此盖连接到所述空心圆筒上。

20 本发明的其他方面与其他优点则可从结合附图以举例方式阐明本发明的原理的以下描述中获得理解。

据信属新颖的本发明的特点将具体列述于后附权利要求书中。本发明及其目的与优点可以参考下面结合附图对当前所优选出的实施例的描述获得最清楚的了解。

附图说明

图 1 是横剖图，示明具有依据本发明第一实施例的活塞的变容量压缩机。

图 2 是示明图 1 中活塞的部件分解图。

30 图 3 是示明组装图 1 中活塞的圆筒与裙部的时间图。

图 4 是示明本发明第二实施例的活塞的横剖图。

图 4A 是图 4 中虚线圆所围区域的放大图；

- 图 5A 是示明组装图 4 中活塞的圆筒与裙部的方法的横剖图；
图 5B 是图 5A 中虚线圆所围区域的部分放大图；
图 5C 是示明组装图 4 中活塞的圆筒与裙部的方法的横剖图；
图 5D 是图 5C 中虚线圆所围区域的部分放大图；
5 图 6A 是示明组装第三实施例的活塞的圆筒与裙部的方法的横剖图；
图 6B 是图 6A 中箭头部所示区域的放大的局部图；
图 6C 是示明组装第三实施例的活塞的圆筒与裙部的方法的横剖图；
10 图 6D 是图 6C 中箭头部所示区域的放大的局部图；
图 7A 是示明组装第四实施例的活塞的圆筒与裙部的方法的横剖图；
图 7B 与图 7A 不同，是示明一种辊的局部横剖图；
图 7C 是与图 7A 和 7B 不同的示明一种辊的局部横剖图；
15 图 8 是示明第五实施例的活塞的横剖图；
图 9 是示明第六实施例的活塞的横剖图；
图 10 是示明第七实施例的活塞的横剖图；
图 11 是示明第八实施例的活塞的横剖图；
图 12 是示明第九实施例的活塞的横剖图。
20 具体实施方式
现在参考图 1-3 说明第一实施例的活塞。这种活塞用于车辆空调器的变容量压缩机中。
如图 1 中所示，前机壳 11 与后机壳 13 固定于气缸体 12 上。阀板 14 位于气缸体 12 与后壳 13 之间。曲轴箱 15 由前机壳 11 的内壁与气
25 缸体 12 的前端面界定。
传动轴 16 由前机壳 11 和气缸体 12 作可旋转的支承。传动轴 16 通过离合机构如电磁离合器与外驱动源（未示明）或车辆发动机连接。在发动机运转时，此离合器使轴 16 与发动机有效地连接从而使轴 16 转动。
30 转子 19 固定安装在曲轴箱 15 中的传动轴 16 上。曲轴箱 11 还容纳一斜盘 20。斜盘 20 支承传动轴 16 上并沿轴 16 滑动且相对于轴 16 的轴线 L 倾斜。在转子 19 和斜盘 20 之间设有铰链机构 21，使斜盘 20

能与传动轴 16 成整体转动。铰链机构 21 导引斜盘 20 沿传动轴 16 作轴向运动并且斜盘 20 相对于传动轴 16 倾斜。斜盘 20 的斜度随其朝气缸体 12 运动而减小, 随其朝转子 19 运动而加大。

5 在气缸体 12 中形成有气缸 12a。各个气缸 12a 容纳一单头部空心活塞 22。各个活塞 22 通过一对靴形件 23 与斜盘 20 连接。此靴形件 23 将斜盘 20 的转动变换为各活塞 22 在相关气缸 12a 内的往复运动。

在后机壳 13 中限定了吸气室 24 和排气室 25。阀板 14 具有吸气口 26、吸气阀瓣 27、排气口 28 与排气阀瓣 29。口 26, 28 以及阀瓣 27、29 的各个组对应于其中一个气缸 12a。随着各活塞 22 从上止点移动到 10 下止点, 制冷气体从吸气室 24 被抽入相应的吸气口 26 从而打开吸气阀瓣 27, 而进入相关的气缸 12a。随着各活塞 22 在相应的气缸 12a 中由下止点运动到上止点, 气缸 12a 中的气体便被加压到预定压力。此气体然后通过相关的排气口 28 从排气室 28 排出, 同时使相关的阀瓣 29 弯向打开位置。

15 排气通道 30 包括沿传动轴 16 轴线形成于其中的通道 30a、形成于气缸体 12 中的通道 30b, 以及阀板 14。排气通道 30 将曲轴室 15 与吸气室 24 连接。供气通道 31 使排气室 25 与曲轴室 15 连接。在各机壳 13 中装有一排量控制阀来控制供气通道 31。

20 排量控制阀 32 包括螺线管 32a 和阀体 32b。螺线管 32a 的激励与去激励促使阀体 32b 打开和关闭供气通道 31。控制阀 32 则与计算机(未示明)连接。此计算机根据制冷负荷使螺线管激励和去激励; 由此来移动阀体 32b。这样, 控制阀 32 便控制从排气室 25 到曲轴室 15 的制冷气体流随之控制了曲轴室 15 的压力和气缸 12a 的压力之间的差。斜盘 20 的斜度则依据此压力差的变化而变化。结果便改变了活塞 22 的 25 行程, 同时改变了压缩机的排量。

当螺线管去激励时, 阀体 32b 打开供气通道 31 而使排气室 25 同曲轴室 15 连通。排气室 25 中的制冷气体于是通过供气通道 31 流入曲轴室 15, 使曲轴室 15 中的压力升高。结果, 斜盘 20 的倾斜度减小, 因而活塞 22 的行程减小。这样就减小了压缩机的排量。

30 当螺线管 32 受激励时, 阀体 32b 即关闭供气通道 31。这样就中止了制冷气体从排气室 25 流向曲轴室 25。曲轴室 15 中的致冷气体通过排气通道 30 流至吸气室 24, 结果降低了曲轴室 15 的压力。这样, 斜

盘 20 的斜度加大, 活塞 22 的行程便增加, 于是提高了压缩机的排量。

在上述方式下, 斜盘 20 的倾斜度随曲轴室 15 中压力的变化而变化。活塞 22 的行程则随斜盘 20 的斜度的改变而改变。空心活塞是较轻的, 因而它在往复运动中只有很小的惯性力。于是当采用空心活塞
5 时, 斜盘 20 就可移至所需的倾斜位置而不受活塞 22 的惯性的显著影响。

下面参考图 1 至 3 描述各活塞 22 的结构。

如图 1 与 2 所示, 各活塞 22 具有容纳在相应气缸 12a 内的头部 40 和由靴形件 23 连接到斜盘 20 上的裙部 42。头部 40 与裙部 42 相互结合形成活塞 22。头部 40 包括圆筒 41 和碟形盖 43。圆筒 41 包括用来
10 封闭面向阀板 14 的端部的端板 41d。在裙部 42 中设有面对斜盘 20 的槽 42a。槽 42a 有一对相对的壁。在各壁之间限定出用来接收靴形件 23 的凹座 42b。此凹座 42b 支承着一对靴形件 23。这对靴形件 23 如图 1 所示, 将斜盘 20 的一部分周边夹于其中。

15 盖 43 与裙部 42 整体成形。从盖 43 上延伸出一凸台 43a。凸台 43a 的外径与圆筒 41 的外径基本上相同。凸台 43a 的内径与圆筒 41 的内径实质上一致。圆筒 41 与裙部 42 则是通过浇铸或锻造金属如铝或铝合金而成。

圆筒 41 与盖 43 相互通过摩擦焊接固定。首先如图 2 所示, 对准
20 圆筒 41 和裙部 42, 使圆筒 41 的端面 41b 面朝凸台 43a 的端面 43b。圆筒 41 或裙部 42 相互相对地绕活塞 22 的轴线 S 转动。然后使圆筒 41 与裙部 42 相互接触, 它们的相对转连以及它们之间的接触压力的变化如图 3 中的曲线图所示。

当端面 41b、43b 间的压力达到第一预定压力 P_1 时, 将此压力保持一段预定时间。由于圆筒 41 与裙部 42, 相互压靠, 上述相对转动便
25 使端面 41b、43b 加热。然后停止此相对转动。之后, 将施加到圆筒 41 和裙部 42 的接触压力提高到大于第一压力 P_1 的第二压力 P_2 。这样就在端面 41b、43b 之间造成粘附结果而使圆筒 41 焊接于裙部 42 上。

圆筒 41 是在大气压力下焊接到裙部 42 上的。于是, 当圆筒 41 与
30 裙部 42 的接缝加热时, 形成此圆筒 41 和裙部 42 的金属不会受到气泡的损害。

图 1 至 3 的实施例具有下述优点。

(1) 圆筒 41 与裙部 42 相互由摩擦熔焊固定。与电子束熔焊相比，摩擦熔焊不需大型焊接设备，这样就降低了活塞 32 的成本。

5 圆筒 41 与裙部 42 相互相对转动，整个端面 41b、43b 同时焊合到一起。与电子束熔焊相比，这就缩短了焊接时间，因为在电子束焊接中，电子束要沿着圆筒 41 和裙部 42 之间的环形接缝导引。

10 (2) 圆筒 41 和裙部 42 是在由第一压力 P1 相互压贴的同时相互相对转动。然后，中止相对转动，用大于第一压力 P1 的第二压力 P2 将圆筒 41 与裙部 42 相互压贴。这样就确保了端面 41b 与 43b 回粘合。圆筒 41 与裙部 42 于是便牢靠地相互固定。

15 图 4 至图 5D 示明了第二实施例的活塞的组装机方法。下面讨论此实施例与图 1-3 所示实施例的差别。凸台 43a 的外径与圆筒 41 的内径基本相同。在凸台 43a 的外表面上形成环形槽 43c，在图 4 至图 5D 所示实施例中其数目为 2。

圆筒 41 与裙部 42 是用塑性流与粘合剂相互固定。粘合剂是涂布到凸台 43a 的周边以及盖 43 的面向圆筒 41 的相邻端面 41b 的这部分上。这种粘合剂例如是树脂型粘合剂，如环氧树脂、聚酰亚胺或聚乙烯树脂。

20 再把裙部 42 依附到圆筒 41 上，使得着 43 封闭圆筒 41 的内部空间 41a。此时，凸台 43a 的外周面接触圆筒 41a 的内壁，而盖 43 接触圆筒 41 的端面 41b。

25 然后如图 5A 与 5C 所示，使圆筒 41 与盖 43 通过一模具 201，此模具的内径略小于圆筒 41 和盖 43 的外径。模具 201 把圆筒 41 强制地压向凸台 43a 促使形成圆筒 41 的金属的塑性流进入槽 43c 中。此外，在安装时，粘合剂增强了圆筒 41 与裙部 42 间的连接。圆筒 41 是在大气压力下固定到裙部 42 上。所以形成气缸 41 和裙部 42 的金属不会受气泡损害。在图 5A 中，是以跨大了的方式示明模具 201 的内径与圆筒 41 和盖 43 的外径之间的差。

30 与图 1-3 中的实施例相同，图 4 至图 5D 的实施例降低了制造费用，缩短了制造时间。此外，图 4 至图 5D 所示实施例还有下述优点。

(1) 圆筒 41 和裙部 42 是由塑性流与粘合剂两种手段相互固定。

这样,圆筒 41 与裙部 42 便能牢靠地相互固定。

(2) 环形槽 43c 形成在盖 43 的凸台 43a 之上。槽 43c 使圆筒 41 与裙部 42 之间的接缝形状复杂化,而能牢靠地将圆筒 41 与裙部 42 牢靠地固定。

5 圆筒 41 与裙部 42 可以不用粘合剂组装好。就是说圆筒 41 与裙部 42 可以只借助于塑性流结合。

图 6A 至 6D 示明用来组装第三实施例的活塞的方法。下面主要讨论与图 4 至图 5D 所示实施例的不同点。图 6A 至 6D 所示实施例的凸台 43a 没有环形槽 43c。如图 6B 所示,焊料 R 充满在圆筒 41 与凸台 43a 10 间的空隙。焊料 R 是熔点比形成圆筒 41 和裙部 42 的金属低的合金。焊料 R 可以在装配之前涂布到圆筒 41 之上或凸台之上。或者可把焊料 R 形成环状件而装到圆筒 41 或凸台 43a 之上。此外,圆筒 14 或盖 43 可以涂敷粉末状焊料 R。

与图 4 至图 5D 的实施例相同,在图 6A 至 6D 的实施例中用到一模具 201。模具 201 将圆筒 41 强制地压向凸台 43a,在圆筒 41 与凸台 43a 15 之间产生塑性流。这样就在形成圆筒 41 与裙部 42 的金属中形成许多晶格缺陷。换句话说,在金属中形成了许多孔。结果,形成圆筒 41 的金属的原子便进入裙部 42 的晶格缺陷中,同时,形成裙部 42 的金属的原子则进入圆筒 41 的晶格缺陷中。

20 使活塞 22 通过模具 201 给圆筒 41 和裙部 42 间的接缝加压,由此而产生热。此压力与热使焊料 R 扩散,促使焊料 R 进入晶格缺陷。此外,活塞 22 在通过模具 201 的同时由外部热源加热。此热源的热与接缝处加压所产生的热合在一起使焊料 R 的温度升高到其熔点以上,这样就使焊料 R 液化。液化的焊料 R 在接缝处扩散。可以省除外热源, 25 这时的焊料 R 即发生固相扩散。

如图 6D 所示,在圆筒 41 与裙部 42 间的接缝处形成了合金层 G。层 G 包括形成圆筒 41 与裙部 42 的金属与焊料 R。圆筒 41 与裙部 42 相互由合金层 G 固定成,使得圆筒 41 与裙部 42 之间无界面。

模具 201 的内径,或者活塞 22 通过模具 201 时给圆筒 41 和裙部 42 30 所施加的压力如此确定,即使圆筒 41 与裙部 42 之间接缝处的应变为 3-15%。例如,要是所加的压力太小,即如果接缝处的应变小于 3%,晶格缺陷数就不会充分,换言之,没有足够的孔并且圆筒 41 与裙部 42

中的金属原小数不足以使它们充分地组合。同时不充分的压力也阻止了 R 满意地扩散,这就减弱了圆筒 41 和裙部 42 之间接缝的强度。由于压力不充分而减慢了焊料 R 的扩散,圆筒 41 就必须较慢地通过模具 41。另一方面,要是所加的压力较大,即要是接缝的应变超过 15%,
5 则活塞 22 就会有很大的变形而需进行机加工。

在使活塞 22 与模具 201 组配后,再次将圆筒 41 和裙部 42 间的接缝加热。温度最好要高于合金层 G 的熔点。加热促进了层 G 的扩散,从而使上述接缝增强。可以采用激光加热器或电子束加热器给圆筒 41 和盖 43 之间的接缝加热。或可将整个活塞置于加热炉内处理。

10 圆筒 41 与裙部 42 是经锻造或浇铸制造,然后进行硬化和回火处理。之后使圆筒 41 通过模具 201。若是将活塞 22 置于加热炉内再加热,则可以省除回火处理。

圆筒 41 和裙部 42 最好由根据日本工业标准 (JIS) A2017、A2014、A4032、A6063、A6061、A7075、ADC12 和 A390 所规定的合金中,选择
15 相同或不同的铝合金制成。适用作焊料 R 的这类材料则有下列的种种合金:

锌为第一主要组分、锡为第二主要组分、铝为第三主要组分,而以铜、铬和铍为添加剂;

20 锡为第一主要组分、锌为第二主要组分,而以铝、铜和铍为添加剂;

锡为第一主要组分、锌为第二主要组分,而以铝、铜、铬和铍为添加剂;

锡为第一主要组分、锌为第二主要组分,而以铜为银为添加剂;

25 锌为第一主要组分、铝为第二主要组分、锡为第三主要组分、而以镉、铜、钛与铍为添加剂;

锌为第一主要组分、锡为第二主要组分,而以铜与镉为添加剂;

锌为第一主要组分、铝为第二主要组分,而以硅、铜与钛为添加剂;

30 锌为第一主要组分、铝为第二主要组分,而以钛、铍与铜为添加剂;

锌为第一主要组分、铝为第二主要组分,而以钛、镉与铜为添加剂;以及

锌为第一主要组分、铝为第二主要组分，而以铬、镁与锡为添加剂。

在上述焊料 R 中，按重量百分比计，第一主要组分的百分比大于或等于第二主要组分的百分比；第二主要组分的百分比大于或等于第三主要组分的（要是第三主要组分时）百分比，而添加剂的与主要组分相比则极其之小。

在图 6A 至 6D 的实施例中，圆筒 41 和裙 42 的接缝是由模具 201 加压。这样就在接缝处产生了塑性流而促进了焊料 R 的扩散。与不加压的简单焊接的接缝相比，图 6A 至 6D 所示实施例加强了圆筒 41 和裙 42 间的接缝。

在图 7A 至 7C 所示的第四实施例中，图 4 至 6D 所示实施例的模具 201 由辊 202 置换。活塞 22 绕其轴线转动。于此同时，辊 202 强制地对圆筒 41 与凸台 43a 间的接缝加压。这样就在此接缝处产生塑性流，图 7A 所示活塞 22 与图 4 中的活塞 22 类似，在凸台 43a 的周边上形成有槽。但这种槽可以省除。与图 4 至图 5D 所示的实施例相同，在图 7A 所示的实施例中可以使用粘合剂。此外，与图 6A-6D 中所示实施例相同，图 7A 所示实施例中也可应用焊料。

图 7A 所示各辊 202 沿辊轴线的直径不变。换言之，辊 202 的表面是圆柱面。这样，辊 202 的整个周面都压抵着活塞 22。当采用这种辊 202 于组装中时，活塞 22 即加热到较高的温度而辊 202 是以较小的压紧力对活塞 22 加压的。此外，这种组装需用较长的时间。具体地说，在图 7A 的各个辊 202 中，辊 202 每单位面积上的压紧力较小，故在所述接缝处产生较小的塑性流。另一方面，图 7A 中辊 202 有很大的加压面积同时组装时间长，这就会提高接缝处的温度。这样，当用到焊料时，焊料就会平滑地扩散。辊 202 的轴向长度经确定成能充分地确保所述接缝的强度而在活塞的其他部分不会产生塑性流。

图 7B 示明另一种辊 202。图 7B 中辊的周面呈这样的圆弧形，即辊 202 的轴线中心处下凹。辊 202 轴线端部处的曲率半径 R2 可以极其之小。当采用图 7B 中的辊 202 时，将活塞 22 加热到较低的温度同时用较大的压力将辊 202 压向活塞 22。此外，这一过程所用的时间较短。与采用图 7A 中辊 202 的情形相比，接缝处的塑性流得到显著的促进，而接缝并未加热到高温。辊 202 的形状，具体是在其轴线中心凹下处

的曲率半径 $R1$ 已最佳化以便能在接缝处有效地产生塑性流，由此使圆筒 41 与裙 42 连接时所需的能量最小。

图 7C 又另示明了一种辊 202。图 7C 中辊 202 的周面按一预定角度 θ 取锥形。当采用图 7C 中的辊 202 时，将活塞 22 加热到较低的温度并用较大的压力将辊 202 压抵到活塞 22 上。此外，这一过程是以较短的时间进行。接缝处的塑性流。得到显著的促进，同时接缝未加热到高温。上述角度 θ 被最佳化而在接缝处有效地产生塑性流，由此使圆筒 41 与裙 42 连接时所需能量最小。

在图 8 至 12 所示实施例中，各个活塞 22 的裙 42 与头 41 是整体成形，而端板 41d 则是与圆筒 41 分开形成的。圆筒 41 与端板 41d 是借助如图 1 至 7c 所示的摩擦熔焊或塑性流而相互结合的。

图 8 示明一种用于制造本发明第五实施例的活塞的方法。端板 41d 成形为蝶形。先使圆筒 41 的端面 41c 和端板 41d 的端面 41f 相接触，然后通过摩擦焊接或塑性流使圆筒 41 与端板 41d 相互结合。

图 9 示明第六实施例的活塞 22。端板 41 包括有凸台 41g。凸台 41g 的外径基本上等于圆筒 41 的内径。凸台 41g 装入圆筒 41 内，使得端面 41e 与 41f 相互接触。然后借助摩擦熔焊或塑性流使圆筒 41 和端板 41d 相互结合。

图 10 示明依据第七实施例的一种活塞。圆筒形部 41h 与端板 41 是整体成形的。圆筒形部 41h 的外径与圆筒 41 的相同。圆筒形部 41h 的端面 41m 与圆筒 41 的端面 41e 接触。然后经摩擦焊接或塑性流使圆筒 41 和端板 41d 相互结合。

图 11 示明依据第八实施例的一种活塞 22。图 11 中的活塞 22 是图 10 中活塞的一种改型。具体地说，端板 41d 的圆筒形部 41h 包括一凸台 41i。凸台 41i 的外径小于圆筒形部 41h 其余部分的外径。圆筒 41 具有形成在开放端处的连接部 41j。连接部 41j 的内径与凸台 41i 的外径基本相同。凸台 41i 装在连接部 41j 内，使圆筒 41 的端面 41e 同圆筒形部 41h 的端面 41m 接触。然后借助摩擦焊接或塑性流使圆筒 41 同端板 41d 相互结合。

图 12 示明依据第九实施例的活塞。图 12 的活塞 22 是图 10 中活塞的改型。具体地说，圆筒形部 41h 的内径大于圆筒 41 的内径。圆筒 41h 包括一在开口端处的凸台 41h。凸台 41n 的外径与圆筒形部 41h 的

内径基本相同。凸台 41n 装在圆筒形部 41h 内使圆筒 41 的端面 41e 同圆筒形部 41h 的端面 41m 接触。然后借助摩擦焊接或塑性流使圆筒 41 与端板 41d 结合。

5 内行的人应知，本发明可由许多其他具体形式实施而不偏离其精神与范围。特别应知，本发明可由下述形式具体体现。

在图 1 至图 7c 的各实施例中，圆筒 41 或裙 42 或此两者可以由不同于铝和铝合金的其他金属如铁、铁合金、铜或铜合金制成。同样，在图 8 至图 12 的各实施例中，圆筒 41 或端板 41d 或此两者可以由异于铝和铝合金的其他金属如铁、铁合金、铜或铜合金制成。

10 本发明可以具体体现为不同于图 1 至 12 所示的用于斜盘式压缩机中的活塞。例如本发明可以具体体现为起伏式凸轮盘型压缩机中的活塞、双头活塞型变容量压缩机中的活塞、空压机中的活塞以及往复式内燃机中的活塞。

15 于是，上面给出的例子和实施例应视作为阐述性的而不是限制，同时本发明不限于这里提出的各种细节而是可以在后附权利要求书的范围与等效内容上作出变动。

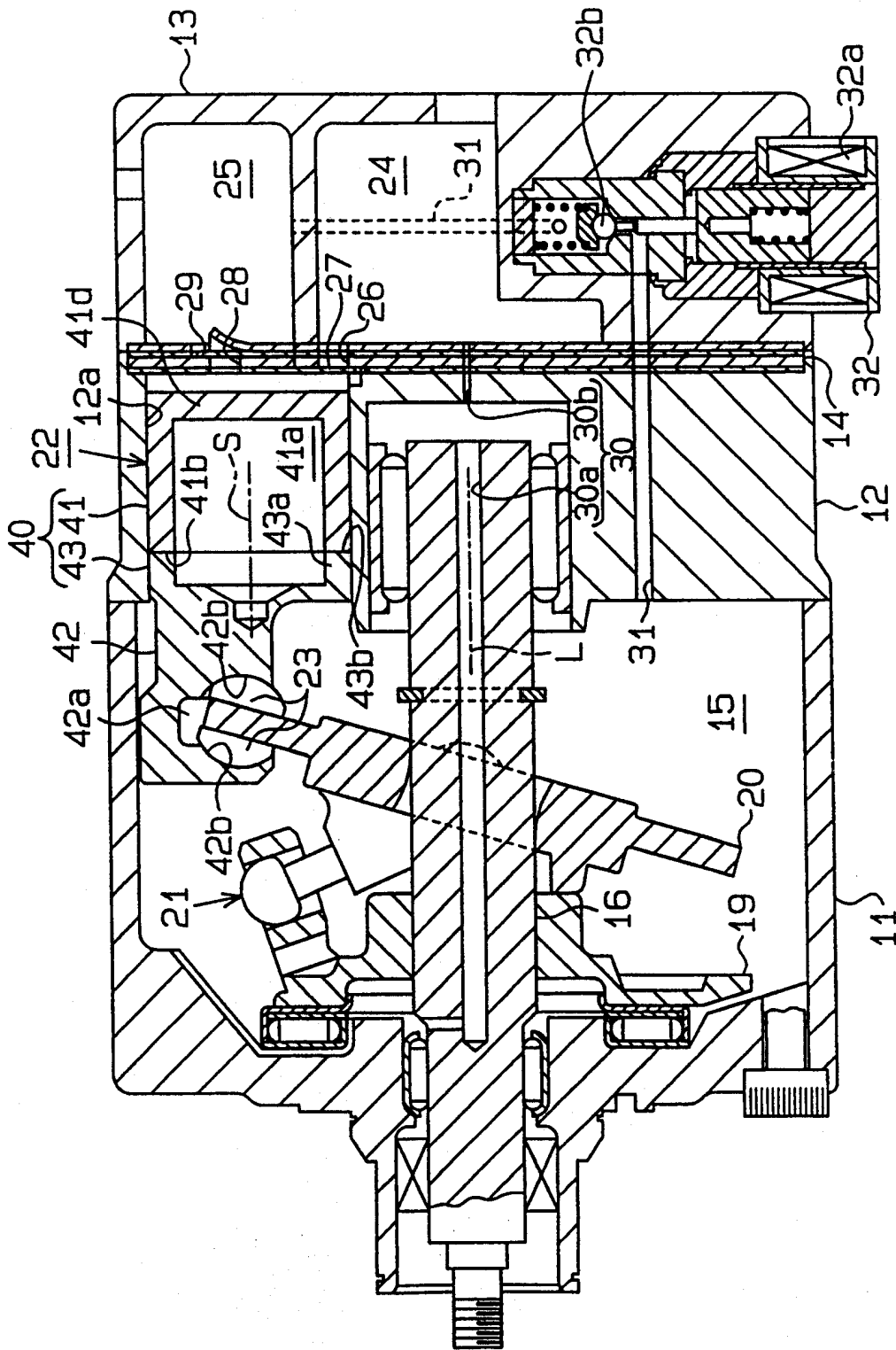


图 1

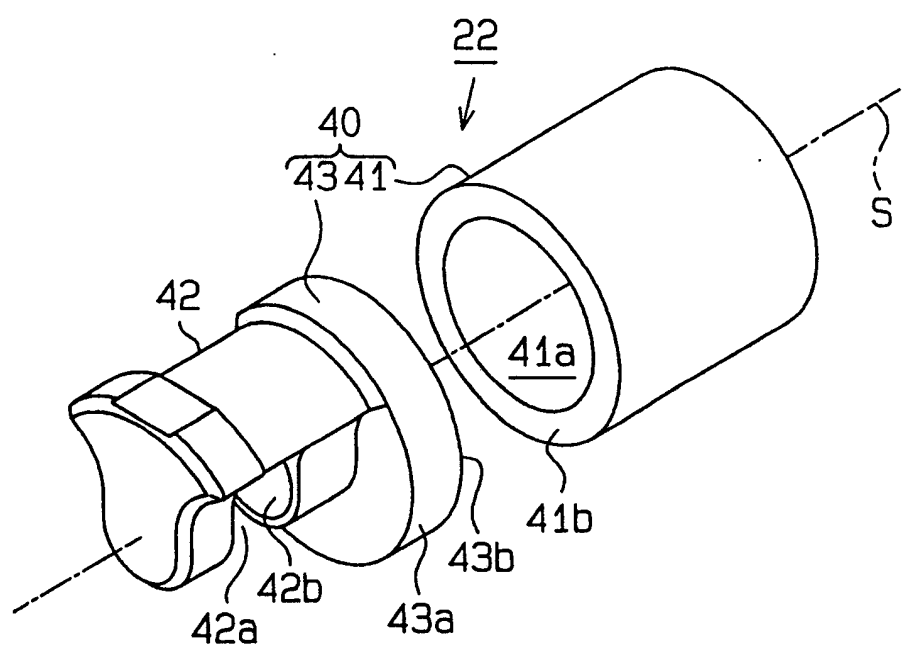


图 2

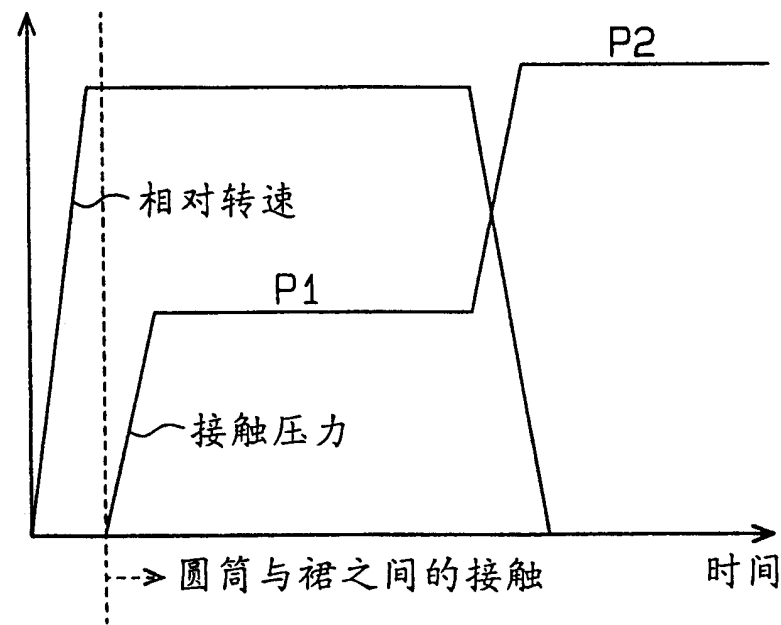


图 3

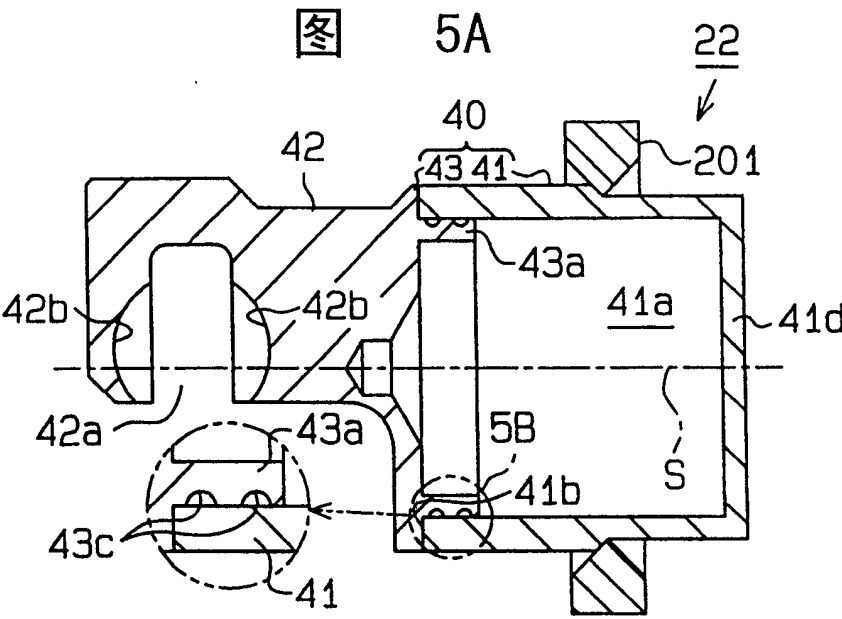


图 5B

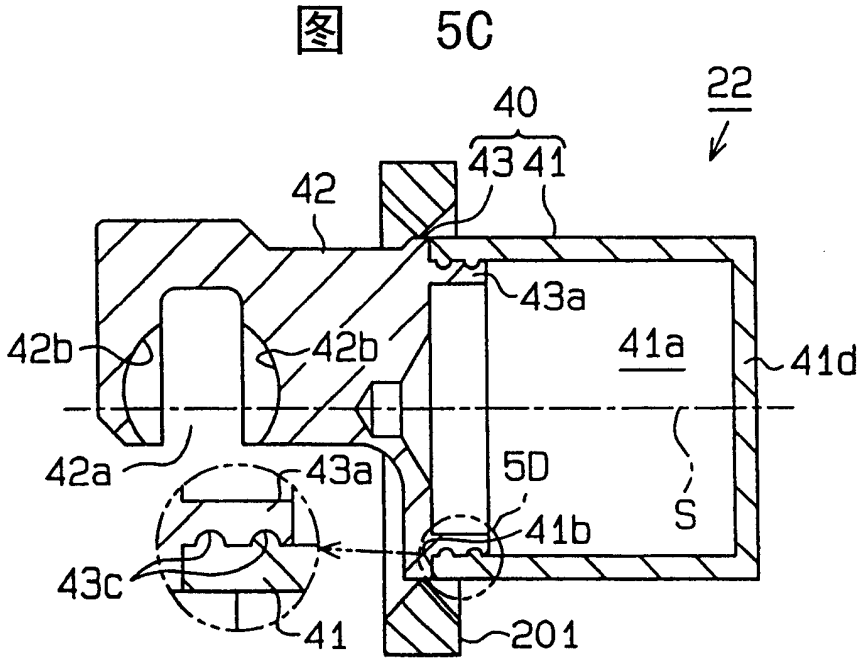


图 5D

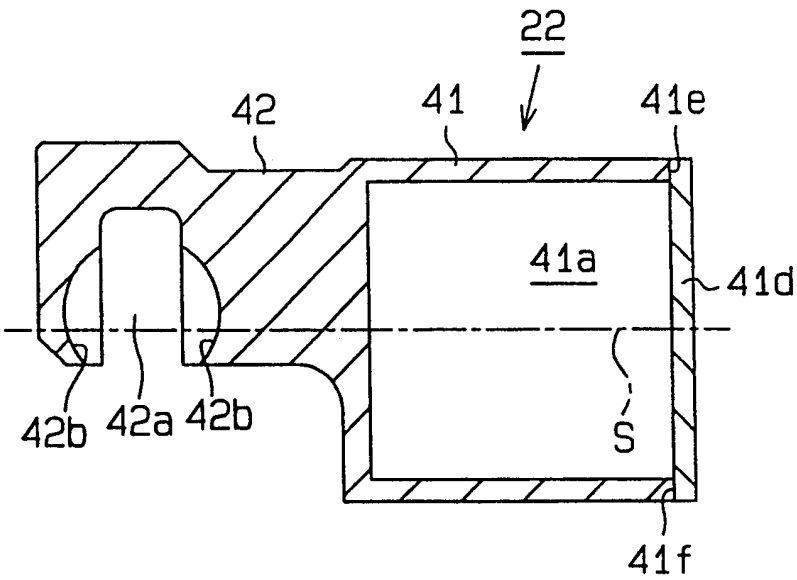


图 8

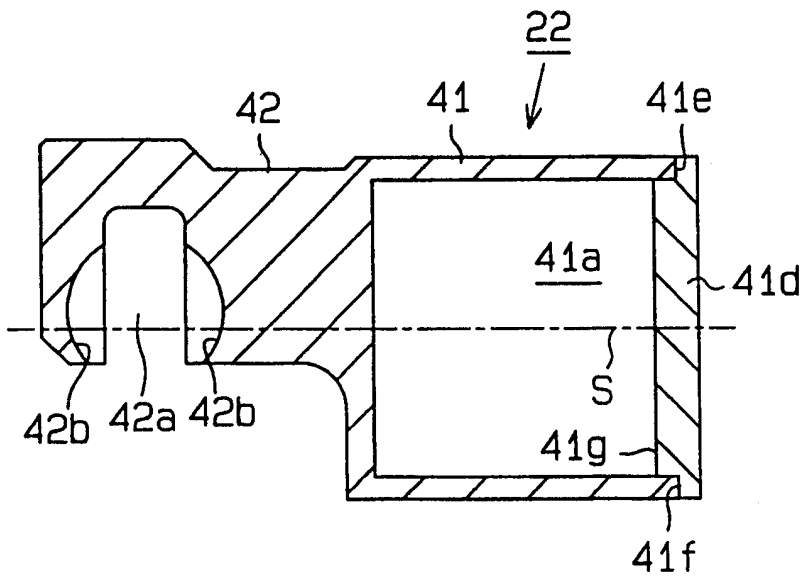


图 9

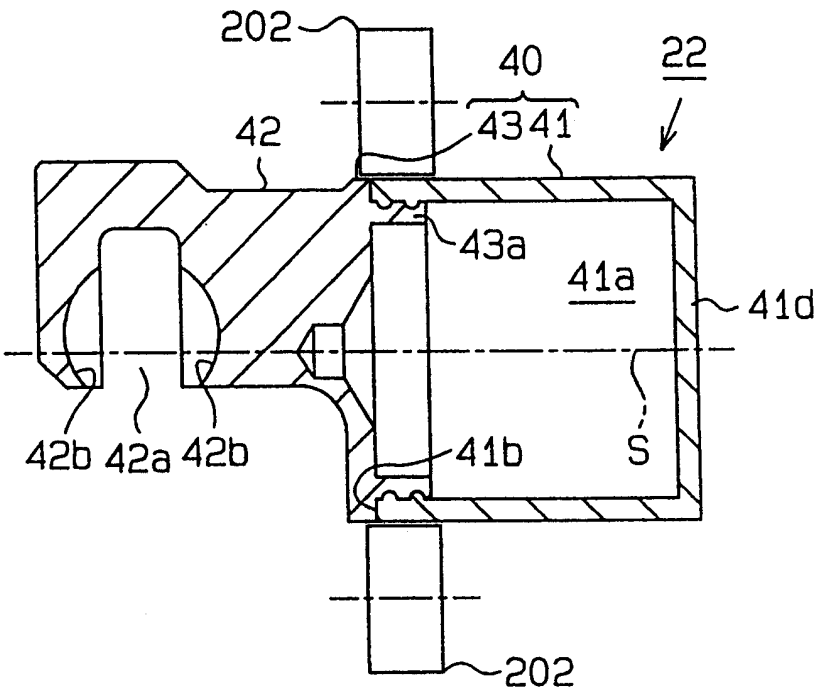


图 7A

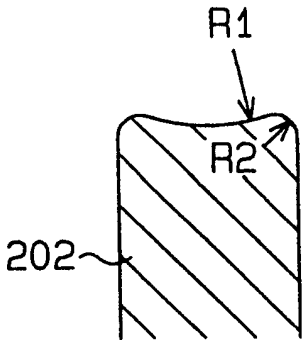


图 7B

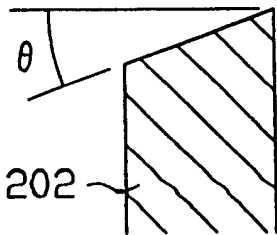


图 7C

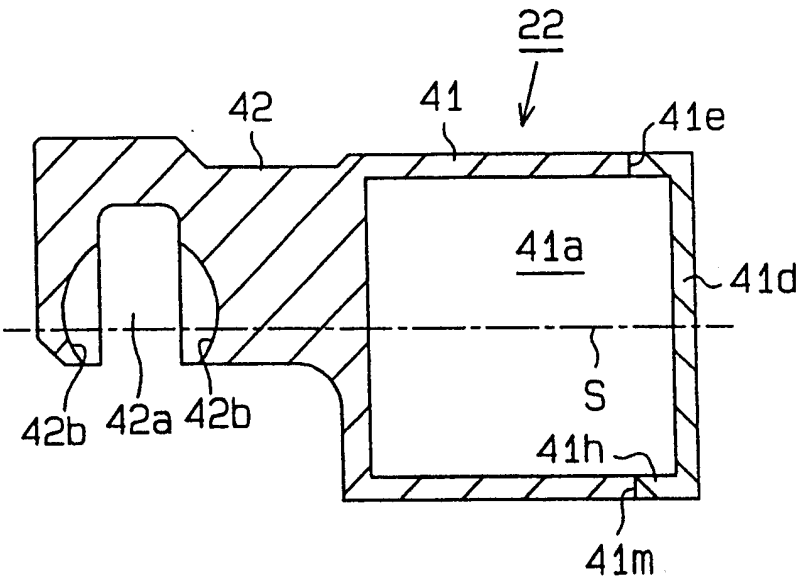


图 10

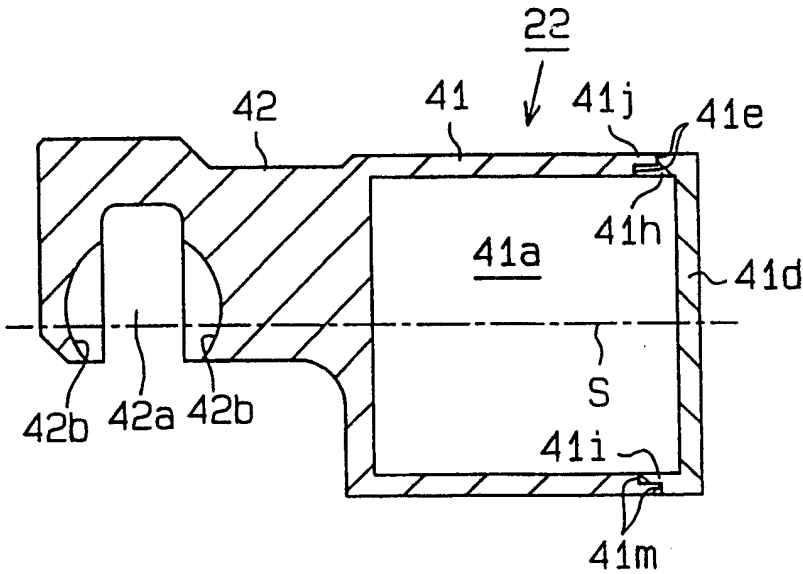


图 11

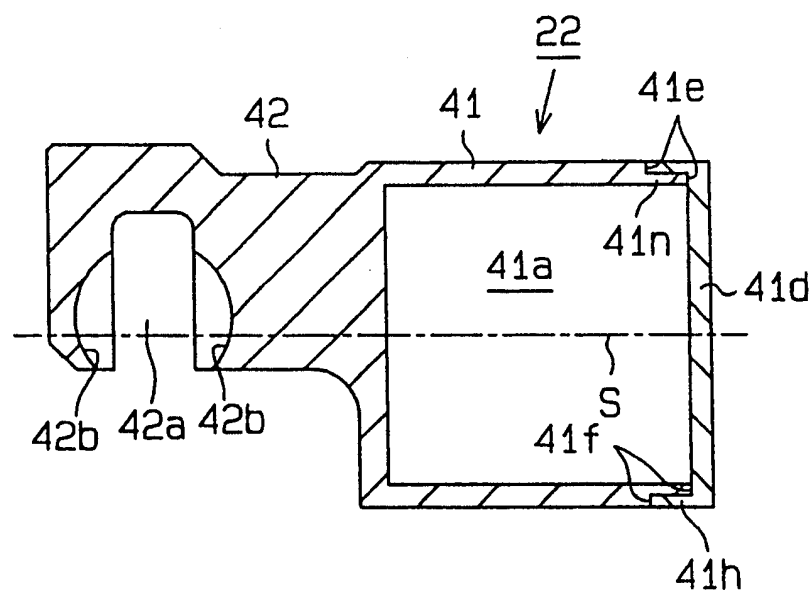


图 12