(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 113167203 B
(45)授权公告日 2022.08.12

(21)申请号 201980077809.5

(22)申请日 2019.10.01

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113167203 A

(43)申请公布日 2021.07.23

(30)优先权数据
2018-222657 2018.11.28 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2021.05.26

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2019/038673 2019.10.01

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2020/110456 JA 2020.06.04

(73)专利权人 株式会社电装
地址 日本爱知县

(72)发明人 渡边祐树 望月孝一 冈本敦哉

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司 72002
专利代理师 朴勇

(51)Int.Cl.
F02M 61/18(2006.01)
F02M 51/06(2006.01)
F02M 61/10(2006.01)

(56)对比文件
CN 104956067 A,2015.09.30
CN 102906414 A,2013.01.30
CN 107407245 A,2017.11.28
CN 104819082 A,2015.08.05
US 2019331076 A1,2019.10.31
JP 2007231771 A,2007.09.13
US 2018066620 A1,2018.03.08
WO 2017145560 A1,2017.08.31
JP S56141052 A,1981.11.04
JP 2016098702 A,2016.05.30
US 2007040053 A1,2007.02.22
CN 102369350 A,2012.03.07
JP 2017210890 A,2017.11.30
US 6695230 B1,2004.02.24

审查员 郑伟

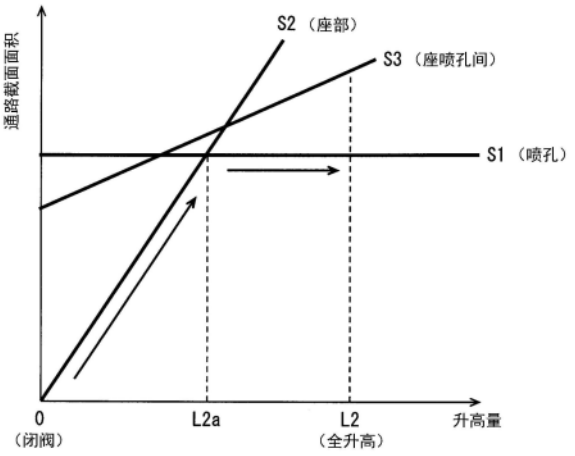
权利要求书2页 说明书20页 附图23页

(54)发明名称

燃料喷射阀

(57)摘要

燃料喷射阀具备:形成有喷射燃料的喷孔(11a)的喷孔体(11);形成有相对于喷孔体的落座面(11s)离开、落座的座面(20s)的阀芯(20);以及燃料通路(11b),形成于喷孔体与阀芯之间,连通于喷孔的流入口(11in),通过阀芯的离开、落座而开闭。座面以向落座面一侧鼓起的朝向弯曲。将从喷孔喷射的燃料的流量被限制为由座面与落座面的间隙节流的流量的状态设为座部节流状态,将被限制为由喷孔节流的流量的状态设为喷孔节流状态。在阀芯从闭阀位置至全升高位置进行开阀工作时,从闭阀位置到规定的中间位置成为座部节流状态,从中间位置到全升高位置成为喷孔节流状态。



CN 113167203 B

1.一种燃料喷射阀,其特征在于,具备:

喷孔体(11),形成有喷射燃料的喷孔(11a);

阀芯(20),形成有相对于所述喷孔体的落座面(11s)离开、落座的座面(20s);以及

燃料通路(11b),形成于所述喷孔体与所述阀芯之间,连通于所述喷孔的流入口(11in),通过所述阀芯的离开、落座而开闭,

所述座面以向所述落座面一侧鼓起的朝向弯曲,

在将从所述喷孔喷射的燃料的流量被限制为由所述座面与所述落座面的间隙节流的流量的状态设为座部节流状态,将从所述喷孔喷射的燃料的流量被限制为由所述喷孔节流的流量的状态设为喷孔节流状态的情况下,

在所述阀芯从闭阀位置至全升高位置进行开阀工作时,从所述闭阀位置到规定的中间位置成为所述座部节流状态,从所述中间位置到所述全升高位置成为所述喷孔节流状态,

在将所述燃料通路中的比所述落座面靠下游侧的部分即座喷孔间间隙的通路截面面积设为座喷孔间通路截面面积(S3),将所述喷孔的通路截面面积设为喷孔通路截面面积(S1)的情况下,

在所述阀芯落座于所述喷孔体的闭阀状态下,所述座喷孔间通路截面面积比所述喷孔通路截面面积小。

2.一种燃料喷射阀,其特征在于,具备:

喷孔体(11),形成有喷射在内燃机的燃烧中所使用的燃料的喷孔(11a);

阀芯(20),形成有相对于所述喷孔体的落座面(11s)离开、落座的座面(20s);以及

燃料通路(11b),形成于所述喷孔体与所述阀芯之间,连通于所述喷孔的流入口(11in),通过所述阀芯的离开、落座而开闭,

所述座面以向所述落座面一侧鼓起的朝向弯曲,

在将从所述喷孔喷射的燃料的流量被限制为由所述座面与所述落座面的间隙节流的流量的状态设为座部节流状态,将从所述喷孔喷射的燃料的流量被限制为由所述燃料通路中的比所述落座面靠下游侧的部分即座喷孔间间隙节流的流量的状态设为座喷孔间节流状态的情况下,

在所述阀芯从闭阀位置至全升高位置进行开阀工作时,从所述闭阀位置到规定的中间位置成为所述座部节流状态,从所述中间位置到所述全升高位置成为所述座喷孔间节流状态。

3.根据权利要求2所述的燃料喷射阀,其特征在于,

在将所述燃料通路中的比所述落座面靠下游侧的部分即座喷孔间间隙的通路截面面积设为座喷孔间通路截面面积(S3),将所述喷孔的通路截面面积设为喷孔通路截面面积(S1)的情况下,

在所述阀芯落座于所述喷孔体的闭阀状态下,所述座喷孔间通路截面面积比所述喷孔通路截面面积小。

4.根据权利要求1至3中任一项所述的燃料喷射阀,其特征在于,

所述喷孔体具有:

锥面(111),包含所述落座面,在包含所述阀芯的中心轴线的剖面上形成为直线形状;以及

阀身底面(112),包含所述流入口,形成为从所述锥面凹陷的形状。

5.根据权利要求1至3中任一项所述的燃料喷射阀,其特征在于,

在所述阀芯中的位于比所述座面靠下游侧的前端部,形成有相对于所述阀芯的中心轴线的方向垂直地扩展的平坦面(22a)。

6.根据权利要求1至3中任一项所述的燃料喷射阀,其特征在于,

将所述阀芯的外表面中的比所述座面靠燃料流动下游侧的部分的整体设为阀芯前端面(22),将所述阀芯的中心轴线的方向上的所述阀芯前端面与所述喷孔体的距离设为阀芯分离距离(Ha),将通过所述流入口的中心且以所述中心轴线为中心的圆设为流入中心虚拟圆(R2),

所述阀芯分离距离沿着从所述流入中心虚拟圆的周缘在径向上朝向所述中心轴线的方向连续地变小。

燃料喷射阀

[0001] 相关申请的相互参照

[0002] 本申请基于2018年11月28日提出申请的日本申请号2018－222657号，此处引用其记载内容。

技术领域

[0003] 本公开涉及燃料喷射阀。

背景技术

[0004] 在专利文献1中公开有一种从喷孔喷射燃料的燃料喷射阀。该燃料喷射阀具备形成有喷孔的喷孔体、使喷孔开闭的阀芯以及使阀芯进行开阀工作的电动促动器。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1：日本特开2016－98702号公报

[0008] 一般来说，通过一次的开阀从喷孔喷射的燃料的喷射量由向电动促动器的通电时间控制。因此，期望的是减小喷射量相对于通电时间的机械误差偏差而能够高精度地控制喷射量。

发明内容

[0009] 本公开的目的在于提供能够抑制喷射量的机械误差偏差的燃料喷射阀。

[0010] 本公开的第一方式中的燃料喷射阀具备：喷孔体，形成有喷射燃料的喷孔；阀芯，形成有相对于喷孔体的落座面离开、落座的座面；以及燃料通路，形成于喷孔体与阀芯之间，连通于喷孔的流入口，通过阀芯的离开、落座而开闭。座面以向落座面一侧鼓起的朝向弯曲。在将从喷孔喷射的燃料的流量被限制为由座面与落座面的间隙节流的流量的状态设为座部节流状态、将被限制为由喷孔节流的流量的状态设为喷孔节流状态的情况下，在阀芯从闭阀位置至全升高位置进行开阀工作时，从闭阀位置到规定的中间位置成为座部节流状态，从中间位置到全升高位置成为喷孔节流状态。

[0011] 本公开的第二方式中的燃料喷射阀具备：喷孔体，形成有喷射在内燃机的燃烧中使用的燃料的喷孔；阀芯，形成有相对于喷孔体的落座面离开、落座的座面；以及燃料通路，形成于喷孔体与阀芯之间，连通于喷孔的流入口，通过所述阀芯的离开、落座而开闭。座面以向落座面一侧鼓起的朝向弯曲。在将从喷孔喷射的燃料的流量被限制为由座面与落座面的间隙节流的流量的状态设为座部节流状态、将被限制为由燃料通路中的比落座面靠下游侧的部分的座喷孔间间隙节流的流量的状态设为座喷孔间节流状态的情况下，在阀芯从闭阀位置至全升高位置进行开阀工作时，从闭阀位置到规定的中间位置成为座部节流状态，从中间位置到全升高位置成为座喷孔间节流状态。

[0012] 即使使阀芯落座在落座面上(闭阀)，也会在刚进行该闭阀之后，从喷孔泄漏出在燃料通路中的比落座面靠下游侧的部分(座下游通路)残留的燃料。如此漏出的燃料有时附

着于喷孔体的外表面、喷孔内表面，变质而作为沉积物堆积。而且，若沉积物堆积于喷孔的流出口周围，则从喷孔喷射的燃料的喷雾形状、喷射量成为与意图不同的状态。考虑到这一点，上述第一方式以及第二方式的座面以向落座面一侧鼓起的朝向弯曲。由此，座下游通路的体积变小，能够减少上述漏出的量。

[0013] 然而，若如此减小座下游通路的体积，则担心新产生以下的问题。即，担心在阀芯从闭阀位置至全升高位置进行开阀工作时，限制从喷孔喷射的燃料的流量的节流部位根据阀芯的升高位置按照以下的三个阶段变化(参照图11)。

[0014] 首先，在第一阶段，在从闭阀位置到规定的第一中间位置的升高区域中，成为被限制为由座面与落座面的间隙节流的流量的“座部节流状态”。在接下来的第二阶段，在从第一中间位置到规定的第二中间位置的升高区域中，成为被限制为由燃料通路中的比落座面靠下游侧的部分即座下游通路的通路截面面积节流的流量的“座喷孔间节流状态”。在接下来的第三阶段，在从第二中间位置到全升高位置的升高区域中，成为被限制为由喷孔的通路截面面积节流的流量的“喷孔节流状态”。

[0015] 而且，在像这样节流部位以三个阶段变化的构造的情况下，各部位的机械误差偏差反映于喷射量相对于通电时间的机械误差偏差，导致喷射量的机械误差偏差变大。

[0016] 考虑到这一点，上述第一方式的燃料喷射阀构成为，从闭阀位置到中间位置成为“座部节流状态”，从中间位置到全升高位置成为“喷孔节流状态”。即，节流部位以“座部节流状态”与“喷孔节流状态”的两个阶段变化。另外，在上述第二方式的燃料喷射阀中构成为，从闭阀位置到中间位置成为“座部节流状态”，从中间位置到全升高位置成为“座喷孔间节流状态”。即，节流部位以“座部节流状态”与“座喷孔间节流状态”的两个阶段变化。

[0017] 通过以上，根据上述第一方式以及第二方式，节流部位以两个阶段变化，因此与之前所述的以三个阶段变化的情况相比，能够抑制喷射量相对于通电时间的机械误差偏差。

附图说明

[0018] 图1是第一实施方式的燃料喷射阀的剖面图。

[0019] 图2是图1的喷孔部分的放大图。

[0020] 图3是图1的可动芯部分的放大图。

[0021] 图4是表示第一实施方式的燃料喷射阀的工作的示意图，图中的(a)示出闭阀状态，(b)示出通过磁吸引力移动的可动芯碰撞于阀芯的状态，(c)示出通过磁吸引力进一步移动的可动芯碰撞于引导部件的状态。

[0022] 图5是表示阀针开阀的状态的图2的放大图。

[0023] 图6是从喷孔的流入口侧观察第一实施方式的喷孔体的俯视图。

[0024] 图7是表示在第一实施方式中阀针位于全升高位置的状态的剖面图。

[0025] 图8是表示在第一实施方式中阀针为闭阀的状态的剖面图。

[0026] 图9是表示在第一实施方式中阀针为闭阀的状态的剖面图，并且是说明座角度的图。

[0027] 图10是第一实施方式的喷孔体以及阀针的剖面图，并且是说明喷孔正上方体积的图。

[0028] 图11是表示在第一实施方式的比较例中，升高量伴随着开阀工作增大时的座面、

座喷孔间、喷孔各自的通路截面面积的变化的图。

[0029] 图12是表示在第一实施方式中，升高量伴随着开阀工作增大时的、座面、座喷孔间、喷孔各自的通路截面面积的变化示的图。

[0030] 图13是表示在第一实施方式中通过使闭阀时的座喷孔间的通路截面面积增大而使节流部位以两个阶段变化的图。

[0031] 图14是表示在第一实施方式中通过减小伴随着升起而座部的通路截面面积增大的倾斜度、使得节流部位以两个阶段变化的图。

[0032] 图15是表示在第一实施方式中通过减小喷孔的通路截面面积而使节流部位以两个阶段变化的图。

[0033] 图16是表示在第二实施方式中通过减小全升高位置处的升高量而使节流部位以两个阶段变化的图。

[0034] 图17是表示在第三实施方式中阀针开阀的状态的剖面图。

[0035] 图18是第四实施方式的喷孔体以及阀针的剖面图，并且是说明喷孔形状的图。

[0036] 图19是第五实施方式的喷孔体以及阀针的剖面图，并且是说明喷孔形状的图。

[0037] 图20是第六实施方式的喷孔体以及阀针的剖面图，并且是说明喷孔形状的图。

[0038] 图21是第七实施方式的燃料喷射阀的剖面图。

[0039] 图22是第八实施方式的燃料喷射阀的剖面图。

[0040] 图23是表示第四实施方式的变形例的喷孔的剖面图。

具体实施方式

[0041] 以下，基于附图对本公开的多个实施方式进行说明。另外，有通过对各实施方式中对应的构成要素标注相同的附图标记而省略重复的说明的情况。在各实施方式中仅说明构成的一部分的情况下，能够对于该构成的其他部分应用在先说明过的其他实施方式的构成。

[0042] (第一实施方式)

[0043] 图1所示的燃料喷射阀1是安装于搭载于车辆的点燃式内燃机的气缸盖并向内燃机的燃烧室2直接喷射燃料的直喷式。存储于车载燃料箱的液体的汽油燃料被未图示的燃料泵加压而向燃料喷射阀1供给，所供给的高压燃料从形成于燃料喷射阀1的喷孔11a向燃烧室2喷射。

[0044] 另外，燃料喷射阀1是配置于燃烧室2的中央的中心配置式。详细地说，在从内燃机的活塞的轴线方向观察时，喷孔11a位于进气端口与排气端口之间。燃料喷射阀1以燃料喷射阀1的轴线方向(图1的上下方向)与活塞的轴线方向平行的方式安装于气缸盖。燃料喷射阀1位于活塞的轴线上、或者活塞的轴线上所在的火花塞的附近。

[0045] 燃料喷射阀1的工作由搭载于车辆的控制装置90控制。控制装置90具有至少一个运算处理装置(处理器90a)、作为存储由处理器90a执行的程序以及数据的存储介质的至少一个存储装置(存储器90b)。燃料喷射阀1以及控制装置90提供燃料喷射系统。

[0046] “控制装置”的一个例子是至少具备储存有程序的存储器、和执行该程序的至少一个处理器在内的计算机。在该情况下，计算机具备被称作CPU等的至少一个处理器核心。存储器也被称作存储介质。存储器是非暂时地储存可由处理器读取的“程序以及/或者数据”

的非迁移并且实体的存储介质。存储介质由半导体存储器、磁盘、或者光盘等提供。程序有单独或作为储存有程序的存储介质而流通的情况。

[0047] “控制装置”的一个例子是包含多个逻辑单元的数字电路或者包含模拟电路的计算机。在该情况下，计算机被称作逻辑电路阵列等。数字电路有具备储存有“程序以及/或者数据”的存储器的情况。

[0048] 燃料喷射阀1具备喷孔体11、主体阀身12、固定芯13、非磁性部件14、线圈17、支承部件18、过滤器19、第一弹簧部件SP1(弹性部件)、杯状体50、引导部件60以及可动部M(参照图3)等。可动部M是组装有阀针20(阀芯)、可动芯30、第二弹簧部件SP2、套筒40以及杯状体50的组装体。喷孔体11、主体阀身12、固定芯13、支承部件18、阀针20、可动芯30、套筒40、杯状体50以及引导部件60为金属制。

[0049] 如图2所示，喷孔体11具有喷射燃料的多个喷孔11a。喷孔11a通过对喷孔体11实施激光加工而形成。阀针20位于喷孔体11的内部。在阀针20的外表面与喷孔体11的内表面之间形成有连通于喷孔11a的流入口11in的燃料通路11b。燃料通路11b是形成于喷孔体11与阀针20之间且连通于喷孔11a的流入口11in的通路。

[0050] 在喷孔体11的内周面形成有供形成于阀针20的座面20s分离或落座的落座面11s。座面20s以及落座面11s为绕阀针20的中心轴线(轴线C1)以环状延伸的形状。阀针20相对于落座面11s分离或落座，使得燃料通路11b被开闭进而喷孔11a被开闭。具体而言，若阀针20与落座面11s接触并落座，则燃料通路11b与喷孔11a不再连通。然后，若阀针20离开落座面11s而分离，则燃料通路11b与喷孔11a连通。此时，从喷孔11a喷射燃料。

[0051] 在使阀针20闭阀工作进而座面20s与落座面11s接触的时刻，座面20s与落座面11s在图7以及图8的单点划线所示的座位置R1线接触。之后，若座面20s通过第一弹簧部件SP1的弹力按压于落座面11s，则阀针20以及喷孔体11在该按压力下弹性变形而面接触。该面接触的面积除以按压力而得的值为座面压，设定了第一弹簧部件SP1以确保规定以上的座面压。

[0052] 返回图1的说明，主体阀身12以及非磁性部件14为圆筒形状。主体阀身12中的接近喷孔11a的一侧(喷孔侧)的部分即圆筒端部被焊接固定于喷孔体11。具体而言，在主体阀身12的内周面安装喷孔体11的外周面。而且，主体阀身12与喷孔体11被焊接。在本实施方式中，在主体阀身12的内周面压入有喷孔体11的外周面。主体阀身12中的远离喷孔11a的一侧(反喷孔侧)的圆筒端部被焊接固定于非磁性部件14的圆筒端部。非磁性部件14中的反喷孔侧的圆筒端部被焊接固定于固定芯13。

[0053] 螺母部件15在卡定于主体阀身12的卡定部12c的状态下被紧固于固定芯13的螺纹部13N。通过该紧固而产生的轴力对于螺母部件15、主体阀身12、非磁性部件14以及固定芯13产生在轴线C1方向(图1的上下方向)上相互推压的面压。另外，也可以取代通过螺纹紧固产生这种面压，而是通过压入产生这种面压。

[0054] 主体阀身12由不锈钢等磁性材料形成，在内部具有使燃料向喷孔11a流通的流路12b。在流路12b中以能够沿轴线C1方向移动的状态收容有阀针20。在可动室12a中，以能够移动的状态收容有作为组装有阀针20、可动芯30、第二弹簧部件SP2、套筒40以及杯状体50的组装体的可动部M(参照图4)。

[0055] 流路12b为连通于可动室12a的下游侧且沿轴线C1方向延伸的形状。流路12b以及

可动室12a的中心线与主体阀身12的圆筒中心线(轴线C1)一致。阀针20中的喷孔侧部分被喷孔体11的内壁面11c滑动支承,阀针20中的反喷孔侧部分被杯状体50的内壁面滑动支承。通过如此使阀针20的上游端部与下游端部的两个部位被滑动支承,限制了阀针20向径向的移动,并限制了阀针20相对于主体阀身12的轴线C1的倾倒。

[0056] 阀针20相当于通过将燃料通路11b开闭而将喷孔11a开闭的“阀芯”,由不锈钢等磁性材料形成,为沿轴线C1方向延伸的形状。在阀针20的下游侧端面形成有上述的座面20s。若阀针20向轴线C1方向的下游侧移动(闭阀工作),则座面20s落座于落座面11s,燃料通路11b以及喷孔11a被闭阀。若阀针20向轴线C1方向的上游侧移动(开阀工作),则座面20s离开落座面11s,燃料通路11b以及喷孔11a被开阀。

[0057] 杯状体50具有圆板形状的圆板部52以及圆筒形状的圆筒部51。圆板部52具有沿轴线C1方向贯通的贯通孔52a。圆板部52的反喷孔侧的面作为与第一弹簧部件SP1抵接的弹簧抵接面发挥功能。圆板部52的喷孔侧的面与阀针20抵接而作为传递第一弹力(闭阀弹力)的闭阀力传递抵接面52c发挥功能。圆筒部51为从圆板部52的外周端向喷孔侧延伸的圆筒形状。圆筒部51的喷孔侧端面作为与可动芯30抵接的芯抵接端面51a发挥功能。圆筒部51的内壁面与阀针20的外周面滑动。

[0058] 固定芯13由不锈钢等磁性材料形成,在内部具有使燃料向喷孔11a流通的流路13a。流路13a为与形成于阀针20的内部的内部通路20a(参照图3)以及可动室12a的上游侧连通且沿轴线C1方向延伸的形状。在流路13a中收容有引导部件60、第一弹簧部件SP1以及支承部件18。

[0059] 支承部件18为圆筒形状,被压入固定固定芯13的内壁面。第一弹簧部件SP1是配置于支承部件18的下游侧的螺旋弹簧,在轴线C1方向上弹性变形。第一弹簧部件SP1的上游侧端面支承于支承部件18,第一弹簧部件SP1的下游侧端面支承于杯状体50。通过由第一弹簧部件SP1的弹性变形产生的力(第一弹力),杯状体50被向下游侧施力。通过调整支承部件18的轴线C1方向上的压入量,调整了将杯状体50施力的弹力的大小(第一设置载荷)。

[0060] 过滤器19捕捉向燃料喷射阀1供给的燃料所含的异物。过滤器19被压入固定于固定芯13的内壁面中的支承部件18的上游侧部分。过滤器19为圆筒形状,如图1中的箭头Y1所示,从过滤器19的圆筒轴线方向流入圆筒内部的燃料沿过滤器19的圆筒径方向流动而通过过滤器19。

[0061] 如图3所示,引导部件60为由不锈钢等磁性材料形成的圆筒形状,压入固定于固定芯13。引导部件60的喷孔侧端面作为与可动芯30抵接的止挡件抵接端面61a发挥功能。引导部件60的内壁面与有关杯状体50的圆筒部51的外周面51d滑动。总之,引导部件60具有使沿轴线C1方向移动的杯状体50的外周面滑动的引导功能、和抵接于沿轴线C1方向移动的可动芯30而限制可动芯30向反喷孔侧的移动的止挡功能。

[0062] 在固定芯13的外周面设有树脂部件16。树脂部件16具有连接器壳体16a,在连接器壳体16a的内部收容有端子16b。端子16b与线圈17电连接。在连接器壳体16a连接有未图示的外部连接器,通过端子16b向线圈17供给电力。线圈17卷绕于具有电绝缘性的线轴17a而呈圆筒形状,配置于固定芯13、非磁性部件14以及可动芯30的径向外侧。固定芯13、螺母部件15、主体阀身12以及可动芯30形成使伴随着向线圈17的电力供给(通电)而产生的磁通流动的磁回路(参照图3中的虚线箭头)。

[0063] 如图3所示，可动芯30相对于固定芯13配置于喷孔侧，以能够沿轴线C1方向移动的状态收容于可动室12a。可动芯30具有外芯31以及内芯32。外芯31为由不锈钢等磁性材料形成的圆筒形状，内芯32为由不锈钢等非磁性材料形成的圆筒形状。外芯31被压入固定于内芯32的外周面。

[0064] 在内芯32的圆筒内部插入配置有阀针20。内芯32以相对于阀针20能够沿轴线C1方向滑动的状态组装于阀针20。内芯32抵接于作为止挡部件的引导部件60、杯状体50以及阀针20。因此，对于内芯32使用与外芯31相比高硬度的材质。外芯31具有与固定芯13对置的芯对置面31c，在芯对置面31c与固定芯13之间形成有间隙。因而，在如上述那样向线圈17通电而流过磁通的状态下，通过形成上述间隙，使得被固定芯13吸引的磁吸引力作用于外芯31。

[0065] 套筒40被压入固定于阀针20，支承第二弹簧部件SP2的喷孔侧端面。第二弹簧部件SP2是在轴线C1方向上弹性变形的螺旋弹簧。第二弹簧部件SP2的反喷孔侧端面支承于外芯31。通过由第二弹簧部件SP2的弹性变形产生的力(第二弹力)，外芯31被向反喷孔侧施力。通过调整套筒40的轴线C1方向上的压入量，调整了在闭阀时将可动芯30施力的第二弹力的大小(第二设置载荷)。另外，关于第二弹簧部件SP2的第二设置载荷比关于第一弹簧部件SP1的第一设置载荷小。

[0066] ＜工作的说明＞

[0067] 接下来，使用图4对燃料喷射阀1的工作进行说明。

[0068] 如图4中的(a)栏所示，在使向线圈17的通电关闭的状态下，不产生磁吸引力，因此在可动芯30上不作用向开阀侧施力的磁吸引力。而且，被第一弹簧部件SP1的第一弹力向闭阀侧施力的杯状体50抵接于阀针20的闭阀时阀芯抵接面21b(参照图3)以及内芯32而传递第一弹力。

[0069] 可动芯30通过从杯状体50传递的第一弹簧部件SP1的第一弹力而被向闭阀侧施力，并且通过第二弹簧部件SP2的第二弹力而被向开阀侧施力。由于第一弹力大于第二弹力，因此可动芯30被杯状体50推压而成为向喷孔侧移动(降下)的状态。阀针20通过从杯状体50传递的第一弹力而被向闭阀侧施力，被杯状体50推压而成为向喷孔侧移动(降下)的状态，换句话说是成为落座于落座面11s而闭阀的状态。在该闭阀状态下，在阀针20的开阀时阀芯抵接面21a(参照图3)与内芯32之间形成有间隙，将闭阀状态下的间隙的轴线C1方向长度设为间隙量L1。

[0070] 如图4中的(b)栏所示，在将向线圈17的通电从关闭切换为开启之后的状态下，被向开阀侧施力的磁吸引力作用于可动芯30，可动芯30开始向开阀侧的移动。而且，可动芯30一边将杯状体50推起一边移动，若其移动量达到间隙量L1，则在阀针20的开阀时内芯32与阀芯抵接面21a碰撞。在该碰撞时刻，在引导部件60与内芯32之间形成有间隙，将该间隙的轴线C1方向长度设为升高量L2。

[0071] 在到该碰撞时刻为止的期间，由于施加于阀针20的燃压所带来的闭阀力未施加于可动芯30，因此相应地能够增大可动芯30的碰撞速度。而且，由于对磁吸引力加上这种碰撞力并用作阀针20的开阀力，因此能够在抑制开阀所需的磁吸引力的增大的同时，即使是高压的燃料也能够使阀针20开阀工作。

[0072] 在上述碰撞之后，可动芯30通过磁吸引力而进一步继续移动，若碰撞后的移动量达到升高量L2，则如图4中的(c)栏所示，内芯32碰撞于引导部件60而移动停止。该移动停止

时刻的落座面11s与座面20s的轴线C1方向上的分离距离相当于阀针20的全升高量，与上述的升高量L2一致。

[0073] 之后，若将向线圈17的通电从开启切换为关闭，则随着驱动电流的降低，磁吸引力也降低，可动芯30与杯状体50一起向闭阀侧开始移动。阀针20被填充于与杯状体50之间的燃料的压力推压，与可动芯30的移动开始同时开始降下(闭阀工作)。

[0074] 之后，在阀针20降下了升高量L2的量的时刻，座面20s落座于落座面11s，流路11b以及喷孔11a被闭阀。之后，可动芯30与杯状体50一起继续向闭阀侧的移动，在杯状体50抵接于阀针20的时刻，杯状体50向闭阀侧的移动停止。之后，可动芯30以惯性力进一步继续向闭阀侧的移动(惯性移动)之后，通过第二弹簧部件SP2的弹力而向开阀侧移动(回弹)。之后，可动芯30碰撞于杯状体50而与杯状体50一起向开阀侧移动(回弹)，但被闭阀弹力迅速地推回，收敛于图4的(a)栏所示的初始状态。

[0075] 因而，越是这种回弹小，收敛所需的时间短，从喷射结束到回到初始状态的时间越短。因此，当执行在内燃机的每一燃烧周期中将燃料喷射多次的多级喷射时，能够缩短喷射间的间隔，能够增多多级喷射所含的喷射次数。另外，通过如上述那样缩短收敛时间，能够高精度地控制执行了以下说明的部分升高喷射的情况下的喷射量。部分升高喷射指的是，通过在开阀工作的阀针20达到全升高位置(最大开阀位置)之前使向线圈17的通电停止而使闭阀工作开始、从而在较短的开阀时间下的微小量的喷射。

[0076] 上述的通电通断通过由处理器90a执行存储于存储器90b的程序来控制。基本上由处理器90a基于内燃机的负载以及转速计算出一个燃烧周期内的燃料喷射量、喷射时期以及多级喷射所涉及的喷射次数。而且，通过由处理器90a执行各种程序，从而执行以下说明的多级喷射控制、部分升高喷射控制(PL喷射控制)、压缩行程喷射控制以及压力控制。执行这些控制时的控制装置90相当于图1所示的多级喷射控制部91、部分升高喷射控制部(PL喷射控制部92)、压缩行程喷射控制部93以及压力控制部94。

[0077] 多级喷射控制部91控制向线圈17的通电通断，以便在内燃机的一次燃烧周期中从喷孔11a使燃料喷射多次。PL喷射控制部92控制向线圈17的通电通断，以便在阀针20离开落座面11s之后、达到全升高位置之前开始闭阀工作。例如多级喷射的次数越多，一次喷射所涉及的喷射量越成为微少量，因此在这种微少量的喷射的情况下，执行PL喷射控制。

[0078] 压缩行程喷射控制部93控制向线圈17的通电通断，以便在包含内燃机的压缩行程期间的一部分的期间内从喷孔11a喷射燃料。如此在压缩行程期间内向燃烧室2喷射燃料的情况下，由于从喷射开始时期至点火时期的时间较短，因此使燃料与空气充分地混合的时间较短。因此，在这种燃料喷射阀1中，为了促进燃料与空气的混合性，要求以穿透力较高的状态从喷孔11a喷射燃料。另外，为了在短时间内使喷雾分裂，要求提高喷射压力。

[0079] 压力控制部94将向燃料喷射阀1供给的燃料的压力(供给燃压)控制为规定范围内的任意的目标压力。具体而言，通过控制基于上述的燃料泵的燃料排出量来控制供给燃压。在通过目标压力被设定为规定范围的最小值的情况下的燃料压力使阀针20被按压于落座面11s的力为最小燃压闭阀力的情况下，基于第一弹簧部件SP1的第一弹力(闭阀弹力)被设定为比最小燃压闭阀力小。

[0080] ＜燃料通路11b的详细说明＞

[0081] 以下，使用图5～图10详细地说明燃料通路11b。燃料通路11b至少含有后述的锥面

111、阀身底面112以及连结面113与阀芯前端面22之间的空间。流经燃料通路11b的燃料如图5中的箭头Y2所示那样流向座面20s之后，通过座面20s与落座面11s的间隙(座间隙)。到达座间隙之前的燃料以接近轴线C1的朝向流动。通过了座间隙的燃料如箭头Y3所示那样向远离轴线C1的朝向转换方向而流动，并流入喷孔11a的流入口11in。从流入口11in流入的燃料在喷孔11a内被整流化，如箭头Y4所示那样从喷孔11a的流出口11out向燃烧室2喷射。另外，除了向远离轴线C1的朝向转换方向而流入流入口11in(参照箭头Y3)的情况之外，也存在如图8中的箭头Y5所示那样从袋状室Q22流入流入口11in的燃料。

[0082] 如图6所示，多个喷孔11a的流入口11in在以轴线C1为中心的虚拟圆(流入中心虚拟圆R2)上等间隔地配置。多个喷孔11a的形状以及大小全部相同。具体而言，喷孔11a从流入口11in至流出口11out是通路剖面形状为正圆并且正圆的直径不变化而相同的笔直形状。这里所说的通路剖面指的是相对于通过喷孔11a的中心的轴线C2垂直地剖切的剖面。

[0083] 流入口11in以及流出口11out的形状为使以轴线C1为中心的径向的朝向为长轴的椭圆形状。如图7所示，将喷孔11a所形成的袋状面(阀身底面112)与喷孔轴(轴线C2)的交点设为流入口中心点A。将通过流入口中心点A的与轴线C1平行的线与阀针20的外表面相交的点设为流入中心对置点B。如图6所示，通过多个喷孔11a的流入口中心点A的圆相当于上述的流入中心虚拟圆R2。将多个流入中心对置点B连结的圆是对置虚拟圆R3。在沿轴线C1方向观察时，流入中心虚拟圆R2与对置虚拟圆R3一致。

[0084] 如图6所示，将绕轴线C1排列的多个喷孔11a中的相邻的喷孔11a的流入口11in的间隔的大小设为喷孔间距离L。该喷孔间距离L是沿着流入中心虚拟圆R2的长度。

[0085] 如图7以及图8所示，将阀针20所离开、落座的方向、换句话说是轴线C1方向上的阀针20与喷孔体11的距离设为阀芯分离距离Ha。若更详细地说明，将阀针20的外表面中的包含座面20s以及比座面20s靠下游侧的部分的面设为阀芯前端面22。而且，将阀身底面112与阀芯前端面22的轴线C1方向距离设为阀芯分离距离Ha。

[0086] 将轴线C1方向上的阀针20外表面与流入口11in的间隙的大小设为流入口间隙距离H。即，流入口11in的部分的阀芯分离距离Ha、更详细地说是流入口11in中的最远离轴线C1的部分、换句话说是图6以及图7的附图标记A1所示的部分的阀芯分离距离Ha相当于流入口间隙距离H。

[0087] 除了定义为喷孔间的沿着流入中心虚拟圆R2的长度的喷孔间距离L比流入口间隙距离H小之外，对于以下说明的第二喷孔间距离，也比流入口间隙距离H小。第二喷孔间距离被定义为相邻的流入口11in的外周缘的最短直线长度。

[0088] 除了喷孔间距离L比定义为附图标记A1所示的部分的阀芯分离距离Ha的流入口间隙距离H小之外，对于以下说明的第二流入口间隙距离，也是喷孔间距离L比该第二流入口间隙距离小。第二流入口间隙距离被定义为流入口中心点A处的阀芯分离距离Ha。而且，第二喷孔间距离被设定为比第二流入口间隙距离小。

[0089] 喷孔间距离L比流入口间隙距离H小。详细地说，喷孔间距离L小于阀针20离开至最远离落座面11s的位置的状态下、换句话说是全升高位置处的流入口间隙距离H。全升高位置指的是内芯32抵接于止挡件抵接端面61a、并且开阀时阀芯抵接面21a抵接于内芯32的状态下的阀针20的轴线C1方向位置。

[0090] 而且，喷孔间距离L小于阀针20落座于落座面11s的状态下、换句话说是闭阀状态

下的流入口间隙距离H。另外，喷孔间距离L比流入口11in的直径小。在流入口11in为椭圆的情况下，将椭圆的短边视为流入口11in的直径。

[0091] 将在喷孔体11的内表面与阀针20的外表面之间形成的燃料通路11b中的、比落座面11s以及座面20s靠上游侧的部分设为座上游通路Q10，将比落座面11s以及座面20s靠下游侧的部分设为座下游通路Q20。座下游通路Q20具有锥室Q21以及袋状室Q22。

[0092] 如图7所示，将喷孔体11的内表面中的包含落座面11s的部分、并且是形成座上游通路Q10的一部分以及锥室Q21的整体的部分设为锥面111。锥面111在包含轴线C1的剖面上为直线形状、并且是以与轴线C1交叉的朝向延伸的形状，并且在沿轴线C1方向观察时为圆环形状(参照图6)。

[0093] 将喷孔体11的内表面中的包含轴线C1的部分、并且是形成袋状室Q22的部分设为阀身底面112，将连结阀身底面112与锥面111的部分设为连结面113。连结面113在包含轴线C1的剖面上为直线形状、并且是以与轴线C1交叉的朝向延伸的形状，并且在沿轴线C1方向观察时为圆环形状(参照图6)。严格来说，连结面113与锥面111的边界以及连结面113与阀身底面112的边界在包含轴线C1的剖面中为弯曲的形状。

[0094] 阀芯前端面22是以向阀身底面112的一侧鼓起的朝向弯曲的形状。阀芯前端面22的曲率半径R22(参照图9)在整个阀芯前端面22上相同。该曲率半径R22比座面20s的座位置R1处的直径即座径Ds小，并且比座半径大。

[0095] 阀身底面112是以向阀芯前端面22的一侧凹陷的朝向弯曲的形状，换句话说是以与阀芯前端面22相同的朝向弯曲的形状。阀身底面112的曲率半径R112(参照图9)在整个阀身底面112上相同。阀身底面112的曲率半径R112比阀芯前端面22的曲率半径R22大。因而，阀芯分离距离Ha从流入中心虚拟圆R2的周缘在径向上沿朝向轴线C1的方向连续地变小。

[0096] 将作为喷孔体11的外表面的阀身外表面114中的、比流出口11out靠径向内侧的区域设为外表面中央区域114a(参照图10)。外表面中央区域114a为以与阀身底面112相同的朝向弯曲的形状。外表面中央区域114a的曲率半径在整个外表面中央区域114a中相同。在使曲率半径的中心位于相同场所这一条件下，外表面中央区域114a的曲率半径比阀身底面112的曲率半径R112大。阀身外表面114的壁厚尺寸在外表面中央区域114a均匀。即，阀身外表面114的曲率半径方向的长度在外表面中央区域114a均匀。

[0097] 喷孔体11中的形成燃料通路11b的部分的表面粗糙度比形成喷孔11a的部分的表面粗糙度粗。详细地说，阀身底面112的表面粗糙度比喷孔11a的内壁面的表面粗糙度粗。另外，相对于喷孔11a通过激光加工而形成，喷孔体11的内表面通过切削加工而形成。

[0098] 将如下虚拟圆从阀身底面112沿轴线C1方向笔直地延伸到阀芯前端面22而成的圆筒设为虚拟圆筒，该虚拟圆与多个流入口11in各自的周缘中的在径向上离轴线C1最近的部分相切，并且以轴线C1为中心。而且，将燃料通路11b中的由虚拟圆筒、阀身底面112以及阀芯前端面22包围的部分的体积设为中心圆柱体积V1a(参照图6)。另外，将连结多个流入口11in各自的周缘中的在径向上离轴线C1最近的部分的直线所包围的区域设为虚拟区域，将虚拟区域从喷孔体11沿轴线C1的方向延伸至阀针20而得的体积设为中心棱柱体积V1。中心圆柱体积V1a以及中心棱柱体积V1中不包含喷孔11a的体积V2a。

[0099] 本实施方式的上述虚拟圆指的是与多个流入口11in内切的虚拟内切圆R4。另外，将燃料通路11b中的比落座面11s靠下游侧的所有部分的体积、换句话说是座下游通路Q20

的体积设为座下游体积V3(参照图7)。如上所述的,座下游通路Q20具有锥室Q21以及袋状室Q22。因而,燃料通路11b中的比落座面11s靠下游侧的所有部分的体积为将锥室Q21的体积与袋状室Q22的体积合起来的体积。中心棱柱体积V1、中心圆柱体积V1a以及座下游体积V3根据阀针20的升高量L2而变化,在升高量L2最大时变为最大。

[0100] 将多个喷孔11a的体积V2a的合计设为总喷孔体积V2。在本实施方式中,喷孔11a形成有10个,由于所有喷孔11a的体积V2a相同,因此一个喷孔11a的体积V2a的10倍的值相当于总喷孔体积V2。喷孔11a的体积V2a相当于喷孔11a中的流入口11in与流出口11out之间的区域的体积。喷孔11a的体积V2a例如可根据照射X射线而得的喷孔体11的断层图像来计算。同样,对于在本实施方式中定义的其他体积,也可以根据断层图像计算得出。

[0101] 总喷孔体积V2比阀针20落座于落座面11s的状态下的中心棱柱体积V1大,并且比阀针20最远离落座面11s的状态(换句话说是全升高状态)下的中心棱柱体积V1大。而且,总喷孔体积V2比落座状态下的座下游体积V3大,并且比全升高状态下的座下游体积V3大。对于中心圆柱体积V1a,也与中心棱柱体积V1同样,无论是全升高状态还是落座状态,都比总喷孔体积V2小。

[0102] 图10中的标注了点的部分相当于燃料通路11b中的从流入口11in沿轴线C1方向笔直地延伸的柱状空间(喷孔正上方区域)。将燃料通路11b中的喷孔正上方区域的体积设为喷孔正上方体积V4a,将多个喷孔11a的喷孔正上方体积V4a的合计设为喷孔正上方总体积V4。喷孔正上方总体积V4比中心棱柱体积V1大。对于中心圆柱体积V1a,也与中心棱柱体积V1同样,比喷孔正上方总体积V4小。

[0103] 将多个喷孔11a的流入口11in的周缘长L5a(参照图6)的合计设为总周缘长L5。在本实施方式中,喷孔11a形成有10个,所有喷孔11a的周缘长L5a大致相同,因此一个喷孔11a的周缘长L5a的10倍的值相当于总周缘长L5。将与多个流入口11in各自的周缘中的在径向上离轴线C1最近的部分相切的虚拟圆、并且是以轴线C1为中心的虚拟圆、换句话说是上述的虚拟内切圆R4的周长设为虚拟周长L6。总周缘长L5比虚拟周长L6长。

[0104] 阀芯前端面22中的座位置R1处的切线方向与锥面111中的座位置R1处的切线方向相同。阀芯前端面22在包含轴线C1的剖面中为弯曲的形状,相对于此,锥面111在包含轴线C1的剖面中为直线形状。将锥面111的延长线相交的顶点处的顶角设为座角度θ(参照图9)。即,落座面11s在上述剖面中为由两条直线表示的圆锥面,这两条直线所成的角度为座角度θ。座角度θ被设定为90度以下的角度,更具体而言是比90度小的角度。在包含轴线C1的剖面中,锥面111与轴线C1的交叉角度是座角度θ的一半(θ/2),该交叉角度在包含轴线C1的剖面中比连结面113与轴线C1的交叉角度大。

[0105] ＜关于沉积物对策＞

[0106] 另外,在阀针20降下而落座于落座面11s时刻,座下游通路Q20中还残留有燃料,该残留燃料在刚落座之后从喷孔11a流出。详细地说,落座时刻的喷孔11a内的燃料流速并非立刻变为零,而是由于惯性,在刚闭阀之后也持续流动,座下游通路Q20的燃料被由于惯性而在喷孔11a内流动的燃料吸引。更详细地说,袋状室Q22中的存在于喷孔正上方体积V4a的部分的燃料的流速较快,该燃料的流动(主流)吸引存在于喷孔正上方体积V4a的部分的周围的燃料。这样被吸引的燃料以较快的流速从喷孔11a强势喷出,因此如此喷出的燃料难以附着于阀身外表面114。

[0107] 但是，随着从落座时刻起的时间经过而喷出的势头变弱，因自重而从流出口11out漏出那样的燃料容易附着于阀身外表面114中的流出口11out的周围的部分。如此附着于阀身外表面114的漏出燃料容易因燃烧室的热量而变质并作为沉积物而粘着。而且，若这种沉积物堆积而增大，则从喷孔11a喷射的燃料的喷雾形状、喷射量成为与意图不同的状态。

[0108] 着眼于这一点，在本实施方式中，作为轴线C1方向上的阀芯前端面22与喷孔体11的距离的阀芯分离距离Ha从流入中心虚拟圆R2的周缘在径向上沿朝向轴线C1的方向连续地变小。因此，相比于与该构成相反、阀芯分离距离Ha无论径向位置如何都为均匀的情况、或随着接近轴线C1而变大的情况，座下游通路Q20中的径向内侧部分的燃料容易被向喷孔11a的流入口11in吸引。由此，能够减少未能与主流一起以较快的流速从喷孔11a强势喷出而是残留的燃料，因此能够减少附着于阀身外表面114、喷孔11a的内表面的燃料，能够实现对沉积物堆积于喷孔体11的抑制。

[0109] 而且，在本实施方式中，将喷孔体11中的与阀芯前端面22对置的面、并且是至少包含轴线C1的部分设为阀身底面112，阀身底面112以与阀芯前端面22弯曲的朝向相同的朝向弯曲。

[0110] 而且，在本实施方式中，阀身底面112的曲率半径R112比阀芯前端面22的曲率半径R22大。因此，在连续地减小阀芯分离距离Ha时，能够抑制阀芯分离距离Ha急剧地变小，能够促使其逐渐变小。由此，能够促使座下游通路Q20中的靠近轴线C1的部分、换句话说是径向内侧部分的燃料容易被向流入口11in吸引。

[0111] 而且，在本实施方式中，将喷孔体11的外表面中的至少含有流出口11out与轴线C1之间的部分的区域设为外表面中央区域114a，外表面中央区域114a以与阀芯前端面22弯曲的朝向相同的朝向弯曲。而且，在使曲率半径的中心位于相同场所这一条件下，外表面中央区域114a的曲率半径比阀身底面112的曲率半径大。若与该构造相反地使两方的曲率半径相同，则阀身外表面114中的喷孔体11的壁厚越在远离轴线C1的位置越薄。与此相对，在本实施方式中，由于如上述那样使外表面中央区域114a弯曲，因此能够抑制喷孔体11的壁厚变得不均匀。

[0112] 另外，如上所述，存在关于座下游通路Q20的燃料在刚闭阀之后因惯性而从流出口11out流出、之后进一步由于自重而从流出口11out漏出、且该漏出的燃料附着于阀身外表面114而作为沉积物堆积的隐患。对于该隐患，只要减小流入口间隙距离H而减小座下游通路Q20的体积，就能够减少成为漏出对象的燃料的量，能够减少漏出量，因此能够抑制沉积物堆积。

[0113] 另一方面，由于座上游通路Q10以及锥室Q21中的燃料的流动方向、与喷孔11a中的燃料的流动方向大不相同，因此在从袋状室Q22向流入口11in流入燃料时，燃料的流动方向将会急剧地变化(弯折)。而且，若为了实现上述的漏出量的减少而减小流入口间隙距离H，则流动方向的急剧的变化(弯折)将会被促进，压力损失的增大将会被促进。即，为了实现燃料漏出量的减少而减小流入口间隙距离H的情况违背实现压力损失的减少的情况。

[0114] 这里，如上所述，通过座位置R1而向座下游通路Q20流入的燃料如图5中的箭头Y3所示那样转换方向而向流入口11in流入。如此向座下游通路Q20流入的燃料能够大致分为图6所示的纵向流入燃料Y3a以及横向流入燃料Y3b。纵向流入燃料Y3a是从落座面11s向流入口11in以最短距离流动的燃料。横向流入燃料Y3b是从落座面11s向相邻的两个喷孔11a

的流入口11in之间的部分(喷孔间部分112a)流动、之后从喷孔间部分112a向流入口11in改变朝向而流动的燃料。

[0115] 对于纵向流入燃料Y3a以及横向流入燃料Y3b中的任意一个,都是越是为了减小座下游通路Q20的体积而减小流入口间隙距离H,压力损失越是增大。但是,对于横向流入燃料Y3b,通过减小喷孔间距离L,能够缓和压力损失的增大。由此,能够通过减小喷孔间距离L来缓和因减小流入口间隙距离H而引起的压力损失增大。

[0116] 鉴于这一点,在本实施方式中,由于喷孔间距离L比流入口间隙距离H小,因此与喷孔间距离L比流入口间隙距离H大的情况相比,能够缓和横向流入燃料Y3b的压力损失。由此,能够在减小流入口间隙距离H而减小座下游通路Q20的体积的同时,缓和因减小流入口间隙距离H所引起的压力损失的增大。即,根据本实施方式,能够同时实现通过减小座下游通路Q20的体积而减少燃料漏出量、与减少因减小喷孔间距离L而引起的压力损失。

[0117] 并且,伴随着如上述那样压力损失被减少,从袋状室Q22向喷孔11a流入的燃料的流速变快。因此,能够抑制混入燃料的异物滞留于袋状室Q22,能够提高来自喷孔11a的异物排出性。另外,通过减小座下游通路Q20的体积还能够实现残留燃料的减少,另外,通过减小喷孔间距离L所引起的压力损失的减少,还能够提高残留燃料的排出性。

[0118] 而且,在本实施方式中,将使与多个流入口11in各自的周缘中的离轴线C1最近的部分相切的虚拟圆、并且是以轴线C1为中心的虚拟圆沿轴线C1方向从流入口11in笔直地延至阀针20的圆筒设为虚拟圆筒。将燃料通路11b中的由虚拟圆筒包围的空间的体积设为中心棱柱体积V1。将多个喷孔11a的体积的合计设为总喷孔体积V2。而且,使总喷孔体积V2比中心棱柱体积V1大。

[0119] 因此,与使总喷孔体积V2比中心棱柱体积V1小的情况相比,能够增大上述主流的流量,并且与使总喷孔体积V2比中心棱柱体积V1小的情况相比,能够减少难以被上述主流吸引的燃料。由此,能够减少未能与主流一起以快的流速从喷孔11a强势喷出而是残留的燃料,因此能够减少附着于阀身外表面114、喷孔11a内表面的燃料,能够实现对沉积物堆积于阀身外表面114的抑制。

[0120] 而且,在本实施方式中,使总喷孔体积V2大于阀针20在阀针20的可动范围内最远离落座面11s的位置、换句话说是离开到全升高位置的状态下的中心棱柱体积V1。因此,与使总喷孔体积V2小于全升高状态下的中心棱柱体积V1的情况相比,能够进一步增大上述主流的流量,并且能够进一步减少难以被主流吸引的燃料,能够促进残留燃料的排出性提高。

[0121] 而且,在本实施方式中,使总喷孔体积V2大于闭阀状态下的座下游体积V3。因此,与使总喷孔体积V2比座下游体积V3小的情况相比,能够进一步增大上述主流的流量,并且能够进一步减少难以被主流吸引的燃料,因此能够促进残留燃料的排出性提高。

[0122] 而且,在本实施方式中,使总喷孔体积V2大于阀针20在阀针20的可动范围内最远离落座面11s的位置、换句话说是离开至全升高位置的状态下的座下游体积V3。因此,与使总喷孔体积V2小于全升高状态下的座下游体积V3的情况相比,能够进一步增大上述主流的流量,并且能够进一步减少难以被主流吸引的燃料,因此能够促进残留燃料的排出性提高。

[0123] 而且,在本实施方式中,使作为喷孔正上方体积V4a的总体积的喷孔正上方总体积V4比阀针20落座于落座面11s的状态、换句话说是闭阀状态下的中心棱柱体积V1大。因此,与使喷孔正上方总体积V4小于闭阀状态下的中心棱柱体积V1的情况相比,能够进一步增大

上述主流的流量，并且能够进一步减少难以被主流吸引的燃料，因此能够促进残留燃料的排出性提高。

[0124] 而且，在本实施方式中，将多个流入口11in的周缘长L5a的合计设为总周缘长L5，将与多个流入口11in各自的周缘中的离轴线C1最近的部分相切的虚拟圆、并且是以轴线C1为中心的虚拟圆的周长设为虚拟周长L6。而且，使总周缘长L5比虚拟周长L6长。因此，与使总周缘长L5比虚拟周长L6短的情况相比，能够进一步增大上述主流的流量，并且能够进一步减少难以被主流吸引的燃料，因此能够促进残留燃料的排出性提高。

[0125] 而且，在本实施方式中，具备发挥将阀针20按压于落座面11s的弹力的第一弹簧部件SP1。而且，落座面11s中的在包含轴线C1的剖面上出现的两条直线所成的角度即座角度θ为90度以下。因此，可抑制阀针20向开阀的一侧弹起，能够实现阀针20的弹起减少。

[0126] 而且，在本实施方式中，在从轴线C1方向观察时，多个喷孔11a绕轴线C1在同心圆上等间隔地配置。即，对于所有喷孔11a，喷孔间距离L相等。因此，可促进燃料均等地流入所有喷孔11a，因此能够减少燃料从袋状室Q22向流入口11in流入时的压力损失。

[0127] 而且，在本实施方式中，喷孔体11中的形成燃料通路11b的部分的表面粗糙度比形成喷孔11a的内壁面的部分的表面粗糙度粗。因此，与使两者为相同的表面粗糙度的情况相比，能够减少在喷孔11a内流通的燃料的压力损失而加快流速。其结果，存在于喷孔正上方体积V4a的部分的燃料流动，换句话说是能够加快袋状室Q22中的主流，能够促进将主流周围的燃料向主流吸引的作用。由此，能够促进在刚闭阀之后强势地排出袋状室Q22的燃料这样的残留燃料的排出性提高、及滞留于袋状室Q22的异物的排出性提高。

[0128] ＜关于三段节流所带来的喷射量偏差的对策＞

[0129] 另外，如果座面20s不按压于落座面11s而只是接触，阀针20与喷孔体11为线接触的状态，不会发挥足够的密封功能。与此相对，若座面20s以足够的力被按压于落座面11s，则阀针20因该按压力而弹性变形，座面20s扩大，可发挥足够的密封功能。鉴于这一点，在本实施方式中，座面20s以向落座面11s的一侧鼓起的朝向弯曲。因此，能够增大通过弹性变形而扩大的座面20s的面积，能够提高密封功能。

[0130] 另外，相比于与上述的弯曲形状不同而形成圆锥侧面的形状的情况、换句话说是包含轴线C1的剖面的外形线以相对于轴线C1交叉的朝向以直线状延伸的锥形状的情况，座下游通路Q20的体积变小。由此，能够减少上述漏出的量，能够实现对沉积物堆积于喷孔体11的抑制。然而，若如此减小座下游通路Q20的体积，则有新出现成为以下详细叙述的三段节流的构造的问题的隐患。

[0131] 以下，使用图11～图15，对三段节流的内容和三段节流所引起的隐患进行说明。

[0132] 图11的横轴表示阀针20的升高量、换句话说是距图4(b)所示的状态的升起量。图11的纵轴表示燃料喷射阀1内部的各部位中的通路截面面积的大小。通路截面面积指的是相对于通路延伸的方向垂直地剖切通路的情况下的截面面积，并且是在该截面面积最小的部位剖切的情况下的截面面积。

[0133] 例如在以下的说明中，将喷孔11a的通路截面面积记载为喷孔通路截面面积S1。喷孔通路截面面积S1被定义为在相对于轴线C2垂直地剖切喷孔体11的情况下出现的喷孔11a的面积、并且是在该面积最小的轴线C2方向位置处剖切的情况下的面积。在如本实施方式那样形成有多个喷孔11a的情况下，将所有喷孔11a的通路截面面积累计而得的值相当于喷

孔通路截面面积S1。另外，如图11所示，喷孔通路截面面积S1与阀针20的升高位置(升高量)无关地为一定。

[0134] 例如在以下的说明中，将开阀状态下的燃料通路11b中的座面20s与落座面11s之间的部分(座部)的通路截面面积记载为座部通路截面面积S2。座部通路截面面积S2被定义为将以最短距离连结座面20s上的座位置R1与落座面11s的虚拟线HT1(参照图7)绕轴线C1以环状延伸而形成的圆锥外周面的面积。如图11所示，座部通路截面面积S2伴随着阀针20的升高量增大而增大。

[0135] 例如在以下的说明中，将开阀状态下的燃料通路11b中的比座位置R1靠下游侧的部分、严格来说是锥面111以及锥面111下游侧的部分的通路截面面积记载为座喷孔间通路截面面积S3。座喷孔间通路截面面积S3被定义为连结面113上的通路截面面积即连结面通路截面面积S3b、及阀身底面112上的通路截面面积即阀身底面通路截面面积S3a中较小的一方的面积。

[0136] 连结面通路截面面积S3b被定义为将以最短距离连结连结面113与落座面11s的虚拟线HT2(参照图7)绕轴线C1以环状延伸而形成的圆锥外周面的面积。阀身底面通路截面面积S3a被定义为将以最短距离连结阀身底面112与落座面11s的虚拟线HT3(参照图7)绕轴线C1以环状延伸而形成的圆锥外周面的面积。

[0137] 如图7所示，座部通路截面面积S2所涉及的虚拟线HT1比连结面通路截面面积S3b所涉及的虚拟线HT2短。连结面通路截面面积S3b所涉及的虚拟线HT2比阀身底面通路截面面积S3a所涉及的虚拟线HT3短。另外，座部通路截面面积S2所涉及的圆锥外周面的半径、换句话说是座位置R1与轴线C1的距离比连结面通路截面面积S3b所涉及的圆锥外周面的半径大。连结面通路截面面积S3b所涉及的圆锥外周面的半径比阀身底面通路截面面积S3a所涉及的圆锥外周面的半径大。

[0138] 如此，各个圆锥外周面在虚拟线(母线)越长时半径越短。另外，圆锥外周面的面积伴随着升起而增大的量、换句话说是图11中的实线的倾斜度在半径越大的圆锥外周面的情况下越大。因而，越是闭阀时的面积小的圆锥外周面，伴随着升起的面积增大量越大。具体而言，如图11所示，座喷孔间通路截面面积S3的闭阀时的值比座部通路截面面积S2的闭阀时的值(零)大。而且，伴随着升起的座喷孔间通路截面面积S3的增大量比座部通路截面面积S2的增大量小。

[0139] 从喷孔11a喷射的燃料的流量、并且是每单位时间喷射的量(喷射率)由包含喷孔11a的通路内的最小通路截面面积、向燃料喷射阀1供给的燃料的压力、燃料特性等确定。燃料特性例如是燃料的粘性、比重。最小通路截面面积指的是喷孔通路截面面积S1、座部通路截面面积S2以及座喷孔间通路截面面积S3中的最小值的一方。伴随着升起，座部通路截面面积S2以及座喷孔间通路截面面积S3变化，因此最小通路截面面积也变化，其结果，喷射率也变化。

[0140] 总之，向燃料喷射阀1供给的燃料的流量在成为到达喷孔11a的流出口11out为止的最小通路截面面积的部位被节流。在以下的说明中，将从流出口11out喷射的燃料的流量(喷射率)被限制为由座面20s与落座面11s的间隙(座部)节流的流量的状态设为座部节流状态。将上述流量被限制为由喷孔11a节流的流量的状态设为喷孔节流状态。将上述流量被限制为由燃料通路11b中的比落座面11s靠下游侧的部分即座喷孔间间隙节流的流量的状

态设为座喷孔间节流状态。

[0141] 另外，若座面20s的磨损发展，则座位置R1向下游侧移动。因而，视作锥面111的整体能够成为落座面11s，从上述的“燃料通路11b中的比落座面11s靠下游侧的部分”排除锥面111。即，上述“座喷孔间间隙”相当于袋状室Q22。

[0142] 图11对于作为本实施方式所对应的比较例的燃料喷射阀，示出通路截面面积的变化。在该比较例中，在阀针20从闭阀位置开阀工作至全升高位置时，节流部位根据升高位置按照以下的三个阶段变化。

[0143] 首先，在第一阶段，在从闭阀位置到第一中间位置(升高量＝L2a)的升高区域中，成为座部节流状态。在接下来的第二阶段，在从第一中间位置L2a到第二中间位置(升高量＝L2b)的升高区域中，成为座喷孔间节流状态。在接下来的第三阶段，在从第二中间位置到全升高位置(升高量＝L2)的升高区域中，成为喷孔节流状态。

[0144] 这里，阀针20、喷孔体11的各部位的形状、尺寸的机械误差偏差反映于喷射量相对于通电时间的机械误差偏差，成为高精度地控制喷射量的阻碍。而且，在节流部位以三个阶段变化的构造的情况下，形状尺寸偏差所引起的喷射量偏差变大，喷射量的机械误差偏差变大。

[0145] 考虑到这一点，上述第一方式的燃料喷射阀1如图12所示那样构成为，从闭阀位置到中间位置(升高量＝L2a)成为座部节流状态，从中间位置到全升高位置成为喷孔节流状态。即，节流部位在座部节流状态与喷孔节流状态的两个阶段变化。

[0146] 以下，使用图13～图15对用于实现两段节流的方法进行说明。

[0147] 图13所示的第一方法为，使闭阀时的座喷孔间通路截面面积S3从图中的虚线位置向实线位置增大。例如为了使袋状室Q22在轴线C1方向上扩大，只要扩大阀芯分离距离Ha即可。具体而言，只要增大阀芯前端面22的曲率半径R22、减小阀身底面112的曲率半径R112使连结面113的倾斜陡峭即可。

[0148] 图14所示的第二方法为，减小伴随着升起的座部通路截面面积S2的增大速度(倾斜度)。例如通过使座位置R1接近轴线C1而减小以虚拟线HT1为母线的圆锥外周面的直径、使图中的虚线位置向实线位置变更即可。

[0149] 图15所示的第三方法为，减小喷孔通路截面面积S1。例如减少喷孔11a的数量、减小喷孔11a的直径而将图中的虚线位置向实线位置变更即可。

[0150] 通过以上，根据本实施方式，节流部位以两个阶段变化，因此与如上所述那样以三个阶段变化的情况相比，可抑制喷射量相对于通电时间的机械误差偏差。

[0151] 而且，在本实施方式中，如图13～图15所示，在闭阀状态下，座喷孔间通路截面面积S3比喷孔通路截面面积S1小。这意味着，与座喷孔间通路截面面积S3比喷孔通路截面面积S1大的情况相比，闭阀时的袋状室Q22的体积更小。由此，可促进上述漏出量减少的效果。而且，从座部节流状态不向座喷孔间节流状态转移地移至喷孔节流状态，实现了两个阶段的节流。

[0152] 而且，在本实施方式中，喷孔体11具有锥面111以及阀身底面112。锥面111是包含落座面11s的、在阀针20的包含轴线C1的剖面上形成为直线形状的面。阀身底面112是包含流入口11in的、形成为从锥面111凹陷的形状的面。据此，与阀身底面112未形成为从锥面111凹陷的形状的情况相比，座下游通路Q20的体积变小。由此，可促进上述的漏出量减少的

效果，而且，从座部节流状态不向座喷孔间节流状态转移地移至喷孔节流状态，实现了两个阶段的节流。

[0153] (第二实施方式)

[0154] 在上述第一实施方式中，在实现节流部位以两个阶段变化的构造时，从座部节流状态向喷孔节流状态转变。与此相对，在本实施方式中，从座部节流状态向座喷孔间节流转变。例如如图16所示，通过减小全升高位置处的升高量而从座部节流状态向座喷孔间节流转变之后，不向喷孔节流状态转变，从而实现两个阶段节流即可。

[0155] 另外，关于其他构成，在本实施方式中也与上述第一实施方式相同，例如在闭阀状态下，座喷孔间通路截面面积S3被设定为比喷孔通路截面面积S1小。

[0156] 即使是本实施方式的两个阶段节流的构造，也与上述第一实施方式相同，可发挥与三个阶段节流的构造情况相比能够抑制喷射量相对于通电时间的机械误差偏差这样的效果。

[0157] (第三实施方式)

[0158] 在上述第一实施方式中，在将阀芯前端面22设为以向阀身底面112的一侧鼓起的朝向弯曲的形状时，使阀芯前端面22的整体弯曲。与此相对，在本实施方式中，如图17所示，在阀针20中的位于比座面20s靠下游侧的前端部形成有相对于轴线C1方向垂直地扩展的平坦面22a。另外，关于除了平坦面22a以外的部分，与上述第一实施方式相同地进行弯曲。

[0159] 另外，在上述第一实施方式中，在将阀身底面112设为以远离阀芯前端面22的朝向弯曲的形状时，使阀身底面112的整体弯曲。与此相对，在本实施方式中，如图17所示，在阀身底面112中的位于比喷孔11a靠近轴线C1的一侧的中央部形成有相对于轴线C1方向垂直地扩展的平坦面112b。另外，关于除了平坦面112b以外的部分，与上述第一实施方式相同地进行弯曲。

[0160] 据此，与在阀芯前端面22未形成有平坦面22a的整体弯曲的情况相比，闭阀时的袋状室Q22的体积变小。同样，与在阀身底面112未形成有平坦面112b的整体弯曲的情况相比，闭阀时的袋状室Q22的体积变小。由此，可促进上述的漏出量减少的效果，而且，从座部节流状态不向座喷孔间节流状态转移地移至喷孔节流状态，实现了两个阶段的节流。

[0161] (第四实施方式)

[0162] 上述第一实施方式的喷孔11a为通路截面面积从流入口11in到流出口11out均匀的笔直形状。通路截面面积指的是喷孔11a的与轴线C2垂直的方向的面积。轴线C2是将流入口11in的中心与流出口11out的中心连结的线。与此相对，在本实施方式中，如图18所示，在包含轴线C2的剖面上，喷孔11a的形状为从流入口11in到流出口11out逐渐减小直径的锥形状，流入口11in的开口面积比流出口11out的开口面积大。

[0163] 如此，在本实施方式中，流入口11in的开口面积比流出口11out的开口面积大，因此在刚闭阀之后袋状室Q22的燃料向流入口11in流入的情况比笔直形状的情况更得以促进。由此，能够提高上述的残留燃料的排出性。另外，由于流入口11in的开口面积比流出口11out的开口面积大，因此能够增大上述的穿透力。

[0164] 而且，根据本实施方式，能够通过调节喷孔11a的锥角度来实现图12、图16所示的两段节流的构造。另外，在本实施方式中，流出口11out或者其附近部分的通路截面面积相当于对喷孔节流做出贡献的喷孔通路截面面积S1。

[0165] (第五实施方式)

[0166] 在本实施方式中,如图19所示,在包含轴线C2的剖面上,喷孔11a的形状为具有通路截面面积较大部分即喷孔上游部11a1和通路截面面积较小的部分即喷孔下游部11a2的阶梯形状。通路截面面积指的是喷孔11a的与轴线C2垂直的方向的面积的,轴线C2是将流入口11in的中心与流出口11out的中心连结的线。喷孔上游部11a1以及喷孔下游部11a2为在轴线C2方向上以一定的直径延伸的笔直形状,喷孔上游部11a1的直径比喷孔下游部11a2的直径大。由此,流入口11in的开口面积比流出口11out的开口面积大。

[0167] 如此,根据本实施方式,也与上述第四实施方式相同,由于流入口11in的开口面积比流出口11out的开口面积大,因此能够实现残留燃料的排出性提高以及穿透力的增大。

[0168] 而且,根据本实施方式,能够通过调节喷孔下游部11a2的形状来实现图12、图16所示的两段节流的构造。另外,在本实施方式中,喷孔下游部11a2的通路截面面积相当于对喷孔节流做出贡献的喷孔通路截面面积S1。

[0169] (第六实施方式)

[0170] 在图20所示的在本实施方式中,在阀身外表面114形成有凹部11d。凹部11d在从轴线C2方向观察时为圆形,为了将流出口11out包含在内部,使凹部11d的直径比流出口11out的直径大。凹部11d的圆形中心与喷孔11a的轴线C2一致。通过如此形成凹部11d,缩短喷孔11a的长度,减少了从流出口11out喷射的燃料的穿透力。而且,由于能够避免在喷孔体11中的喷孔11a以外的部分处厚度尺寸变短,因此能够避免喷孔体11的强度显著降低。

[0171] 在图20所示的构造的情况下,也与上述各实施方式相同,喷孔11a的体积V2a是从流入口11in至流出口11out的体积,凹部11d的体积不包含在喷孔11a的体积V2a中。存在于凹部11d的燃料为压力开放的状态,压力开放的状态的燃料所存在的部分不被视为喷孔11a的一部分。而且,总喷孔体积V2比落座状态下的中心棱柱体积V1大。

[0172] 另外,在具备图20所示的凹部11d的构造中,喷孔11a的形状可以是图7所示的笔直形状,也可以是图18所示的锥形状,也可以是使锥的朝向与图18相反的倒锥形状。

[0173] (第七实施方式)

[0174] 上述第一实施方式的燃料喷射阀1具备具有一个芯对置面31c的可动芯30(参照图3)。由于该构成,进入可动芯30的磁通(入磁通)和从可动芯30出来的磁通(出磁通)成为不同的朝向(参照图3中的虚线箭头)。即,入磁通以及出磁通的一方是沿轴线C1方向出入而使开阀力作用于可动芯30的磁通,相对于此,入磁通以及出磁通的另一方是沿可动芯30的径向出入而不作为开阀力有贡献的磁通。

[0175] 与此相对,图21所示的本实施方式的燃料喷射阀1A具备具有两个芯对置面、换句话说是第一芯对置面31c1以及第二芯对置面31c2的可动芯30A。而且,燃料喷射阀1A具备具有与第一芯对置面31c1对置的吸引面的第一固定芯131、及具有与第二芯对置面31c2对置的吸引面的第二固定芯132。非磁性部件14配置于第一固定芯131与第二固定芯132之间。通过该构成,入磁通以及出磁通都成为沿轴线C1方向出入而使开阀力作用于可动芯30A的磁通(参照图21中的虚线箭头)。另外,可动芯30A与阀针20利用连结部件70连结,在连结部件70安装有节流部件71。

[0176] 若为了使阀针20进行开阀工作而向线圈17通电,则可动芯30A通过第一芯对置面31c1以及第二芯对置面31c2这两方而向固定芯131、132吸引。由此,阀针20与可动芯30A、连

结部件70以及节流部件71一起进行开阀工作。在阀针20的全升高位置，连结部件70抵接于固定于第一固定芯131的止挡件131a，第一芯对置面31c1以及第二芯对置面31c2不抵接于固定芯131、132。

[0177] 若为了使阀针20进行闭阀工作而使向线圈17的通电停止，则赋予到可动芯30的第二弹簧部件SP2的弹力被赋予给节流部件71。由此，阀针20与可动芯30A、连结部件70以及节流部件71一起进行闭阀工作。

[0178] 滑动部件72安装于可动芯30A而与可动芯30A一起进行开闭工作。滑动部件72相对于固定于第二固定芯132的罩132a沿轴线C1方向滑动。总之，可以说与可动芯30A、滑动部件72、连结部件70以及节流部件71一起进行开闭工作的阀针20由滑动部件72沿径向支承。

[0179] 流入形成于固定芯13的内部的流路13a的燃料依次流过节流部件71的内部通路71a、形成于节流部件71的节流71b以及形成于移动部件73的节流73a而向流路12b流入。移动部件73是沿轴线C1方向移动以将节流71b开闭的部件，通过由移动部件73开闭节流71b，变更流路13a与流路12b之间的流路的节流程度。

[0180] 而且，在本实施方式的燃料喷射阀1A中，也形成为两个阶段节流的构造，实现了对喷射量相对于通电时间的机械误差偏差的抑制。

[0181] (第八实施方式)

[0182] 上述第一实施方式的燃料喷射阀1具备一个具有线圈17、固定芯13以及可动芯30的促动器，该促动器使闭阀力作用于阀针20。与此相对，图22所示的本实施方式的燃料喷射阀1B具备两个使闭阀力作用于阀针20的促动器。即，除了具备与第一实施方式相同的线圈17、固定芯13以及可动芯30之外，还具备第二线圈170、固定芯130以及可动芯30B。

[0183] 具体而言，在主体阀身12中的在轴线C1方向上不同的位置固定有各个固定芯13、130以及线圈17、170。另外，两个可动芯30、30B在与各个固定芯13、130的吸引面对置的位置沿轴线C1方向排列地配置。可动芯30、30B固定于阀针20，并且在主体阀身12的内部能够沿轴线C1方向滑动地配置。

[0184] 在使阀针20进行开阀工作的情况下，向两个线圈17、170通电，使两个可动芯30、30B向固定芯13、130吸引。由此，固定于可动芯30、30B的阀针20克服第一弹簧部件SP1的弹力而进行开阀工作。在使阀针20闭阀工作的情况下，使向两个线圈17、170的通电停止，在赋予给可动芯30的第一弹簧部件SP1的弹力作用下，阀针20进行闭阀工作。

[0185] 而且，在本实施方式的燃料喷射阀1B中，也形成为两阶段节流的构造，实现了对喷射量相对于通电时间的机械误差偏差的抑制。

[0186] (其他实施方式)

[0187] 以上，说明了本公开的多个实施方式，但不仅是在各实施方式的说明中明示的构成的组合，只要在组合中没有特别产生障碍，则即使未明示也能够将多个实施方式的构成彼此局部地组合。而且，在多个实施方式以及变形例中记述的构成彼此的未明示的组合也通过以下的说明而公开。

[0188] 在上述各实施方式中，在闭阀状态下，座喷孔间通路截面面积S3被设定为比喷孔通路截面面积S1小，但在闭阀状态下，座喷孔间通路截面面积S3也可以被设定为比喷孔通路截面面积S1大。

[0189] 在上述第一实施方式中，多个喷孔11a全部为相同的形状。与此相对，也可以是具

有大小不同的多种喷孔11a的燃料喷射阀。另外，在上述第一实施方式中，多个喷孔11a全部配置于同一流入中心虚拟圆R2上。与此相对，也可以是在大小不同的虚拟圆上配置有各个喷孔11a的燃料喷射阀。

[0190] 在图12所示的例子中，从闭阀位置到第一中间位置L2a的升高量即前段升高量、与从第一中间位置L2a到全升高位置的升高量即后段升高量相同。与此相对，也可以是前段升高量比后段升高量小，也可以是前段升高量比后段升高量大。

[0191] 在上述第一实施方式中，流入口间隙距离H被定义为流入口中心点A处的间隙距离。与此相对，也可以定义为流入口11in的周缘中的离轴线C1最远的位置处的间隙距离，也可以定义为流入口11in的周缘中的离轴线C1最近的位置处的间隙距离。另外，也可以定义为流入口11in的周缘中的与流入中心虚拟圆R2交叉的位置处的间隙距离。

[0192] 在上述第一实施方式中，在多个喷孔11a各自的喷孔间距离L以及流入口间隙距离H相同的情况下，喷孔间距离L被设定为比流入口间隙距离H小。与此相对，在存在不同的喷孔间距离以及流入口间隙距离的情况下，只要将至少一个喷孔间距离设定为比至少一个流入口间隙距离小即可。或者，将互为相邻的两个喷孔11a的喷孔间距离设定为比这两个喷孔11a中的某一方的流入口间隙距离小即可。

[0193] 在上述第一实施方式中，作为阀针20外表面与流入口11in的间隙的大小的流入口间隙距离H是流入口11in的中心点A处的与阀针20的分离距离。与此相对，也可以是喷孔11a中的中心点A以外的部分处的与阀针20的分离距离。例如流入口间隙距离H也可以是喷孔11a中的离阀针20最远的位置处的轴线C1方向上的分离距离，也可以是最近位置处的轴线C1方向上的分离距离。

[0194] 在上述第一实施方式中，燃料喷射阀1是安装于气缸盖中的位于燃烧室2的中心的部分而从燃烧室2的上方沿活塞的中心线方向喷射燃料的中心配置式。与此相对，也可以是安装于气缸体中的位于燃烧室2的侧方的部分而从燃烧室2的侧方喷射燃料的侧配置式的燃料喷射阀。

[0195] 在上述第一实施方式中，可动部M在阀针20中的与喷孔体11的内壁面11c对置的部分(阀针前端部)和杯状体50的外周面51d这两个部位沿径向被支承。另外，在上述第七实施方式中，可动部在阀针前端部与滑动部件72这两个部位沿径向被支承。与此相对，可动部M也可以在可动芯30的外周面与阀针前端部这两个部位沿径向被支承。

[0196] 在上述第一实施方式中，内芯32由非磁性材料形成，但也可以由磁性材料形成。另外，在内芯32由磁性材料形成的情况下，也可以由与外芯31相比磁性更弱的弱磁性材料形成。同样，阀针20以及引导部件60也可以由与外芯31相比磁性更弱的弱磁性材料形成。

[0197] 在上述第一实施方式中，在实现当可动芯30移动了规定量的时刻使可动芯30抵接于阀针20而开始开阀工作的芯助推构造时，在第一弹簧部件SP1与可动芯30之间夹设有杯状体50。与此相对，也可以是如下芯助推构造：废除杯状体50，区别于第一弹簧部件SP1地设置另一第三弹簧部件，并利用第三弹簧部件使可动芯30向喷孔侧施力。

[0198] 如上所述，将连结流入口11in各自的周缘中的离轴线C1最近的部分的直线L10所包围的区域设为虚拟区域。该虚拟区域如图6所示，可以是以轴线C1为对称中心的点对称并且正多边形，也可以是非点对称的形状。

[0199] 在上述各实施方式中，在形成燃料通路11b的锥面111、阀身底面112以及连结面

113中的阀身底面112形成有喷孔11a。与此相对，也可以在锥面111中的落座面11s的下游侧部分、或者连结面113形成有喷孔11a。

[0200] 在上述各实施方式中，阀针20能够相对于可动芯30进行相对移动，但也可以以不能相对移动的方式将可动芯30与阀针20一体地构成。在进行分次喷射所涉及的第二次以后的喷射时，需要使可动芯30返回初期位置。然而，在如上述那样将可动芯30与阀针20一体地构成的情况下，阀针20变重，容易产生闭阀弹起。因此，在上述一体构成的情况下可适当地发挥将座角度θ设为90度以下所带来的抑制弹起的效果。

[0201] 上述第四实施方式的喷孔11a的形状为从流入口11in至流出口11out逐渐减小直径的锥形状(参照图18)。与此相对，如图23所示，也可以是与图18相反朝向的锥形状。即，在包含轴线C2的剖面上，喷孔11a的形状为从流入口11in至流出口11out逐渐增大直径的锥形状，流入口11in的开口面积比流出口11out的开口面积小。另外，在图23的例子中，流入口11in或者其附近部分的通路截面面积相当于对喷孔节流做出贡献的喷孔通路截面面积S1。

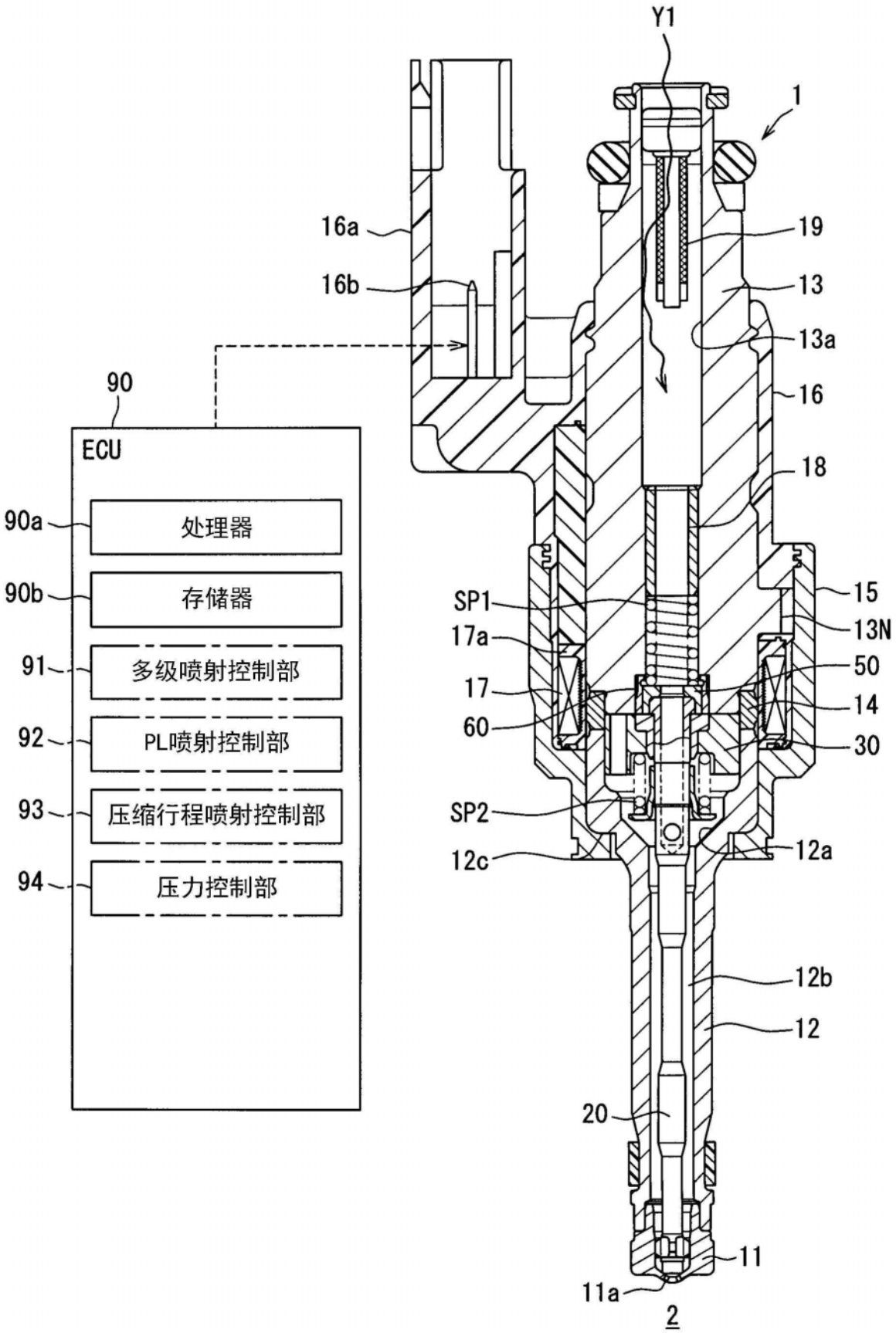

Y1
1
16a
16b
19
13
13a
16
18
90
ECU
90a
处理器
90b
存储器
91
多级喷射控制部
92
PL喷射控制部
93
压缩行程喷射控制部
94
压力控制部
SP1
17a
17
60
15
13N
50
14
30
SP2
12c
12a
12b
12
20
11
11a
2

图1

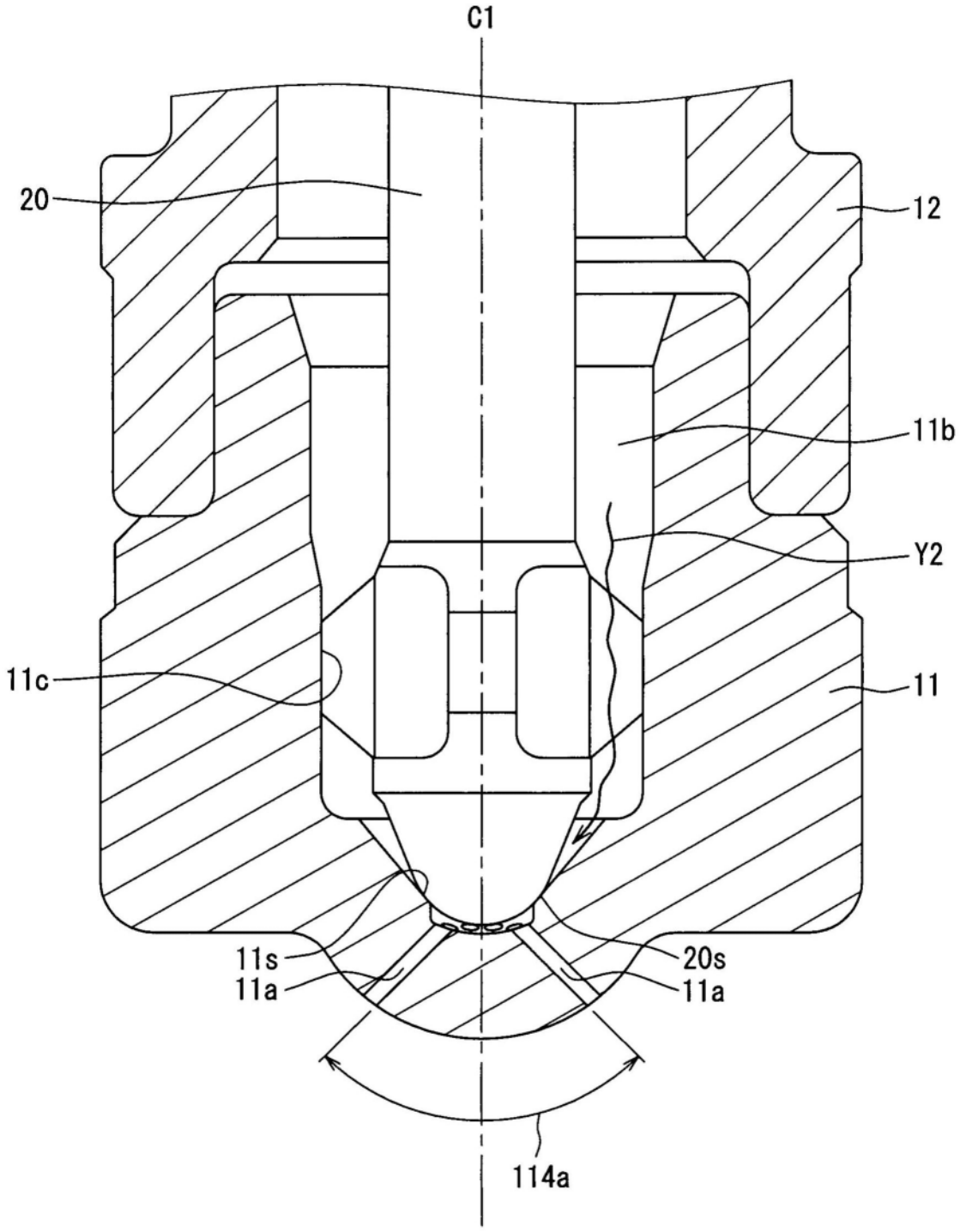


图2

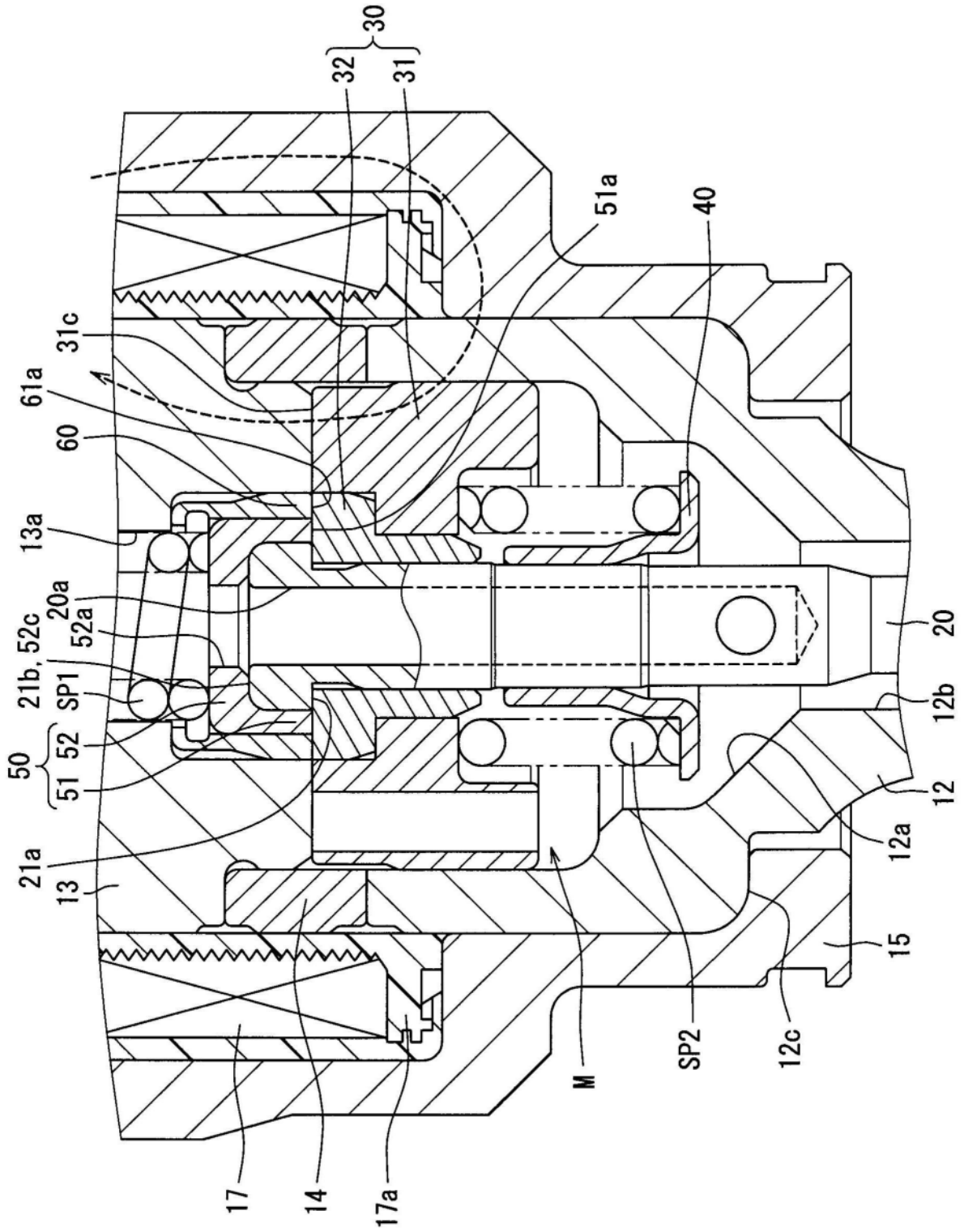

30
32
31
51a
40
31c
61a
60
13a
20a
52a
21b, 52c
SP1
50
52
51
21a
13
20
12b
12
12a
15
M
SP2
12c
17
14
17a

图3

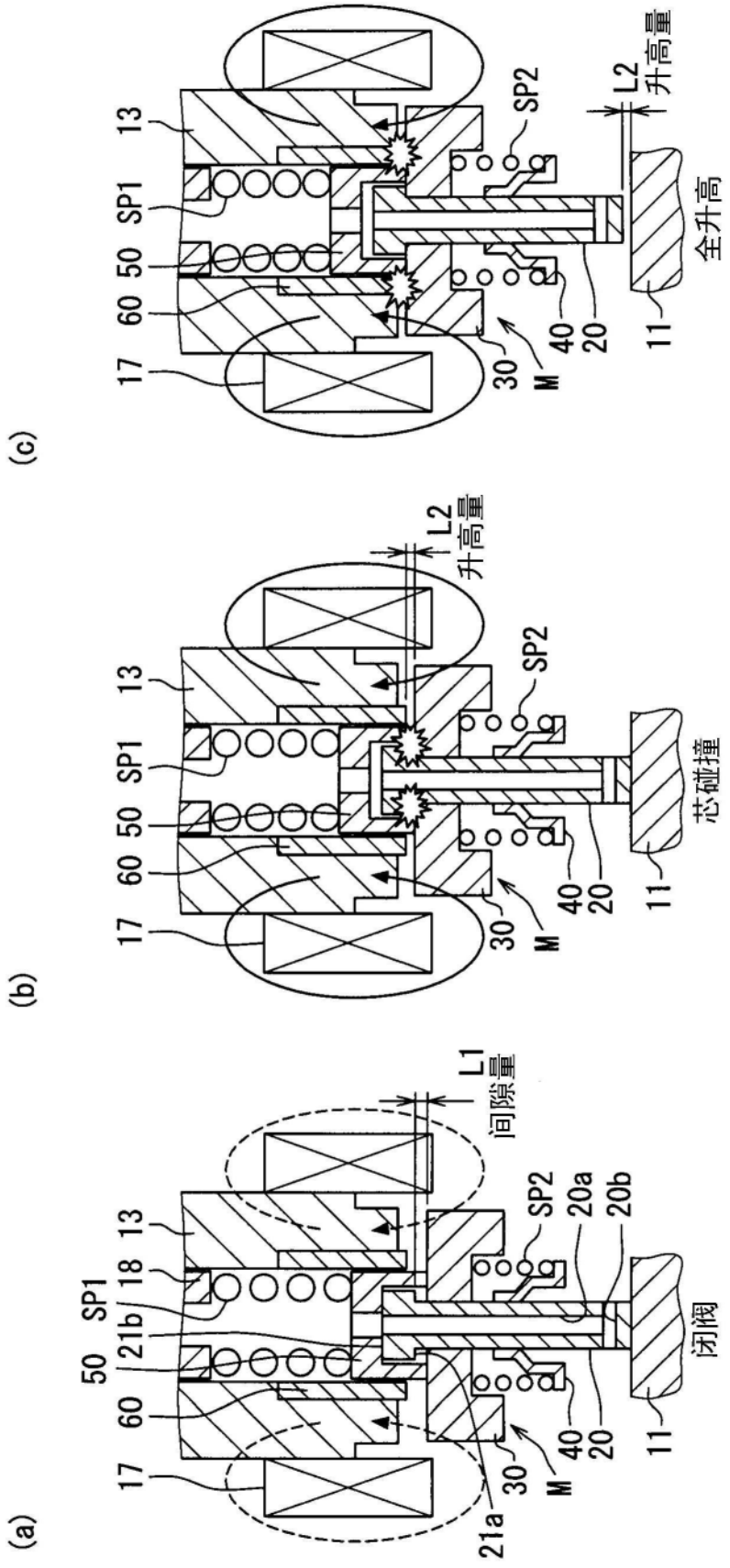

(a)
(b)
(c)
L1
间隙量
L2
升高量
SP1
SP2
13
18
21b
50
60
17
30
M
40
20
11
20a
20b
21a
闭阀
芯碰撞
全升高

图4

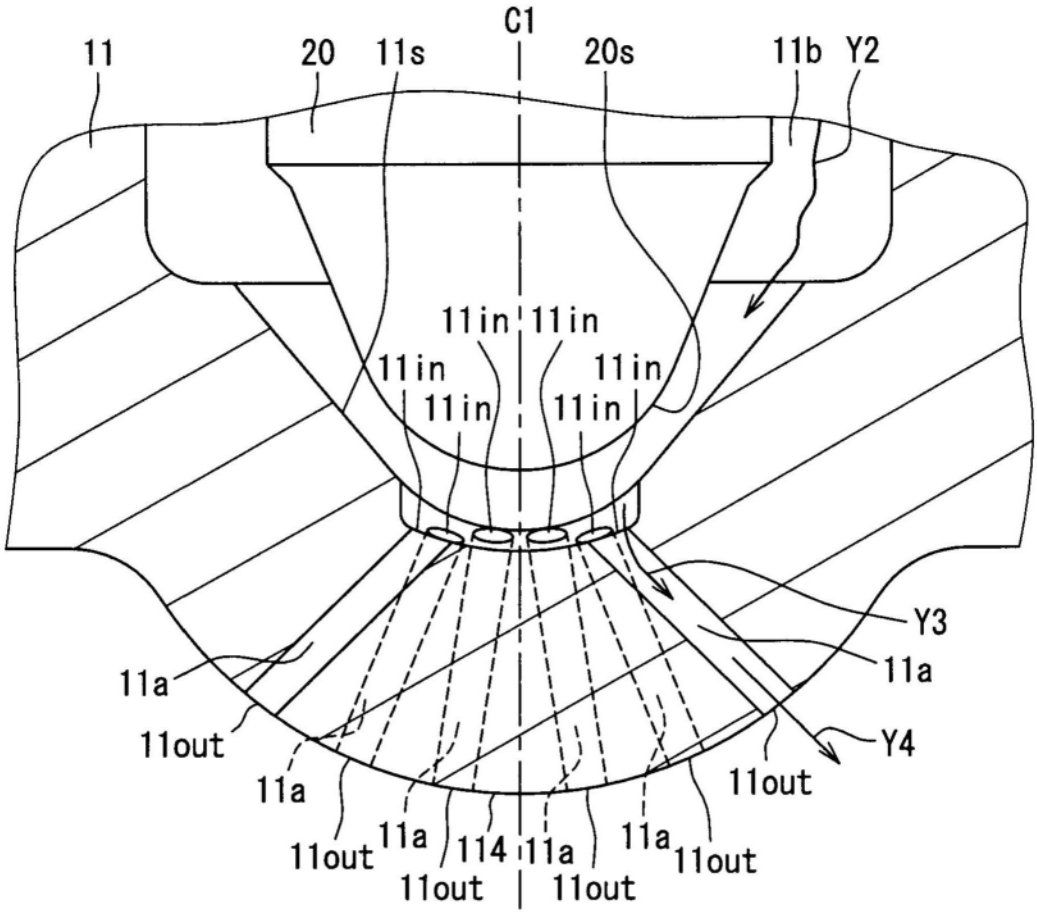

C1
11
20
11s
20s
11b
Y2
11in
11in
11in
11in
11in
11in
Y3
11a
11a
11out
Y4
11a
11out
11out
11a
11a
11a
11out
11out
11out

图5

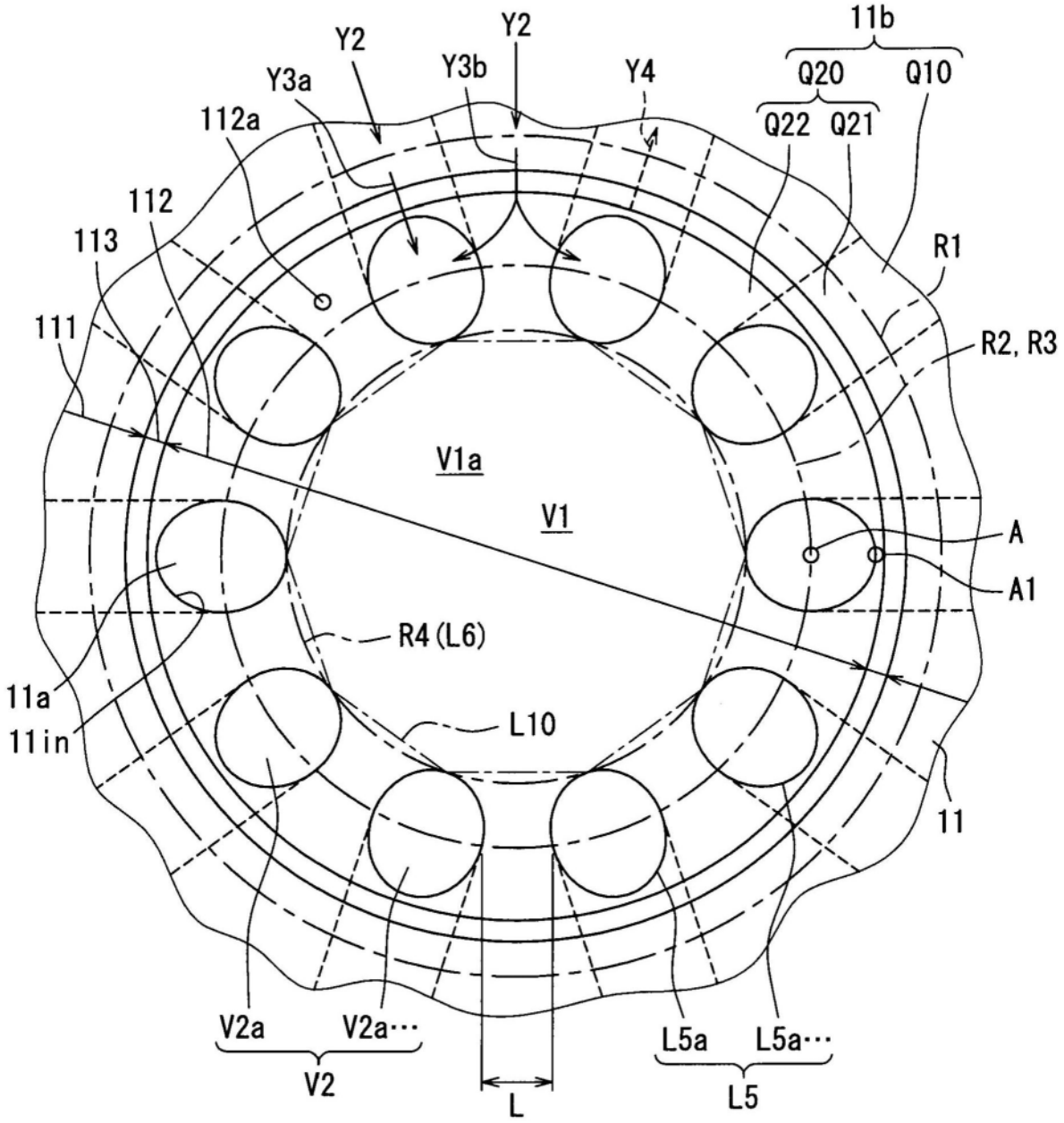

Y2
Y2
Y3a
Y3b
Y4
11b
Q20
Q10
Q22
Q21
112a
112
113
111
R1
R2, R3
V1a
V1
A
A1
R4 (L6)
11a
11in
L10
11
V2a
V2a…
V2
L
L5a
L5a…
L5

图6

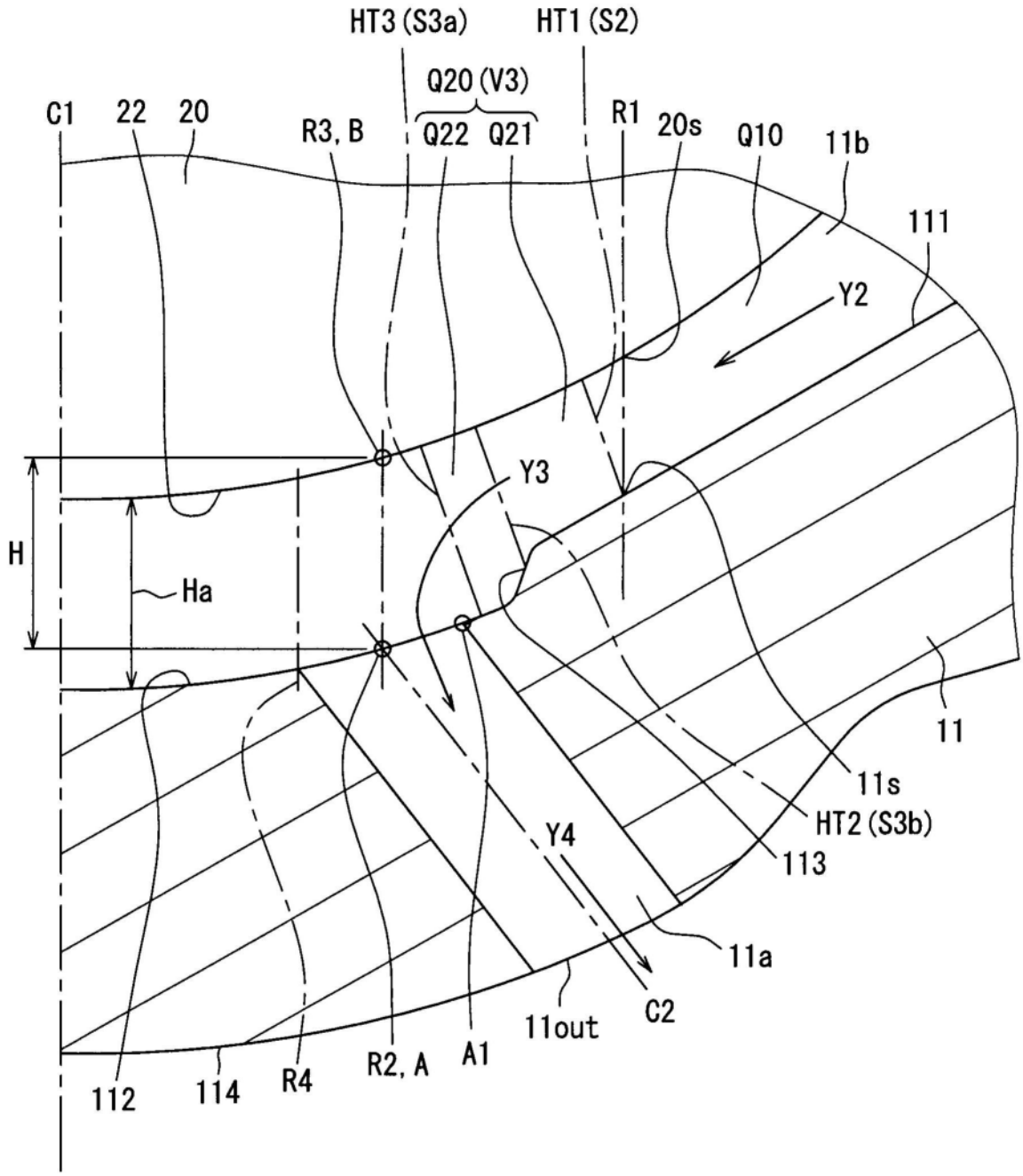

HT3 (S3a)
HT1 (S2)
Q20 (V3)
Q22 Q21
C1
22
20
R3, B
R1
20s
Q10
11b
111
Y2
Y3
H
Ha
11
11s
HT2 (S3b)
Y4
113
11a
C2
11out
A1
R2, A
R4
114
112

图7

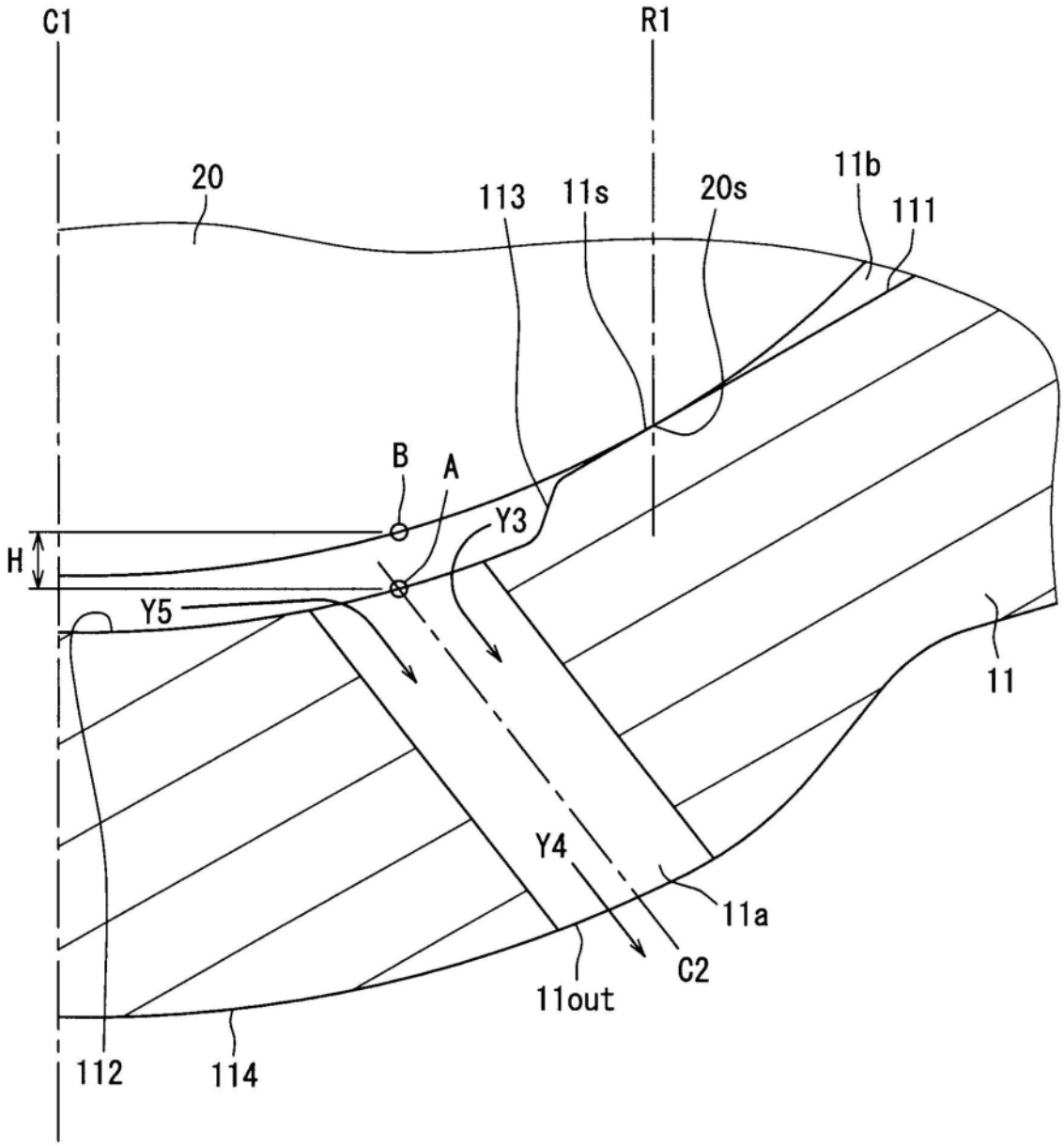


图8

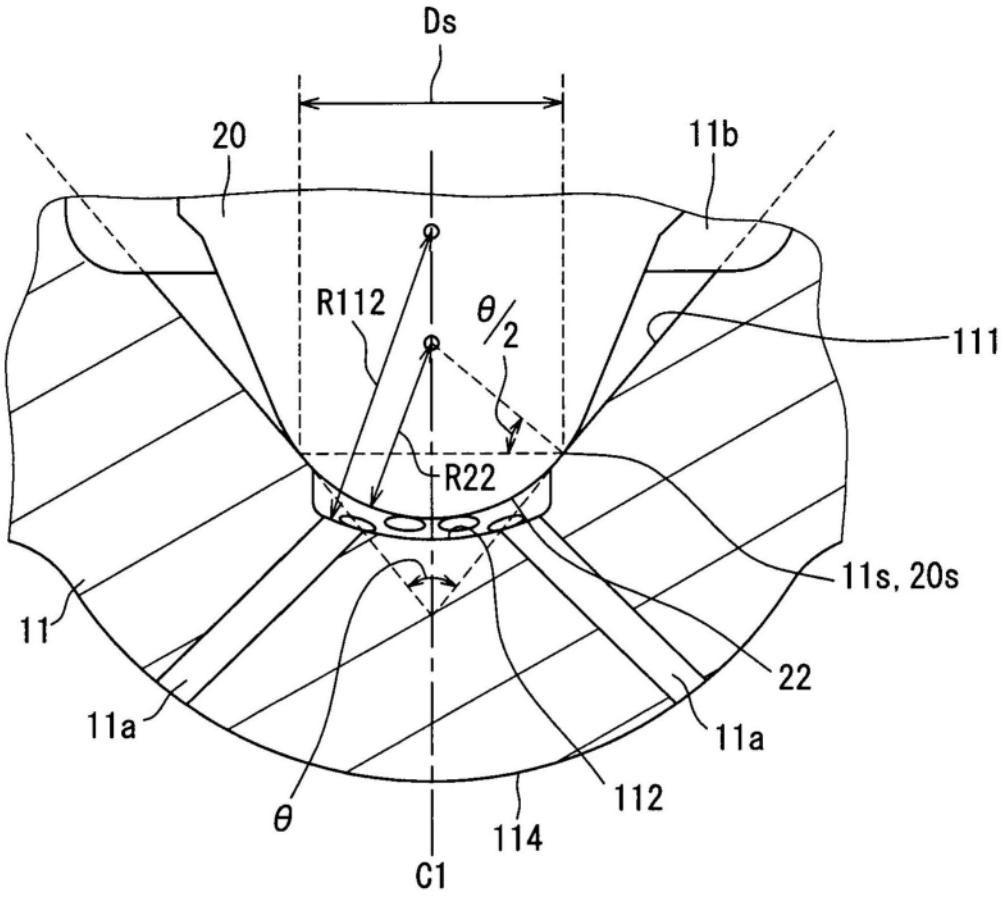


图9

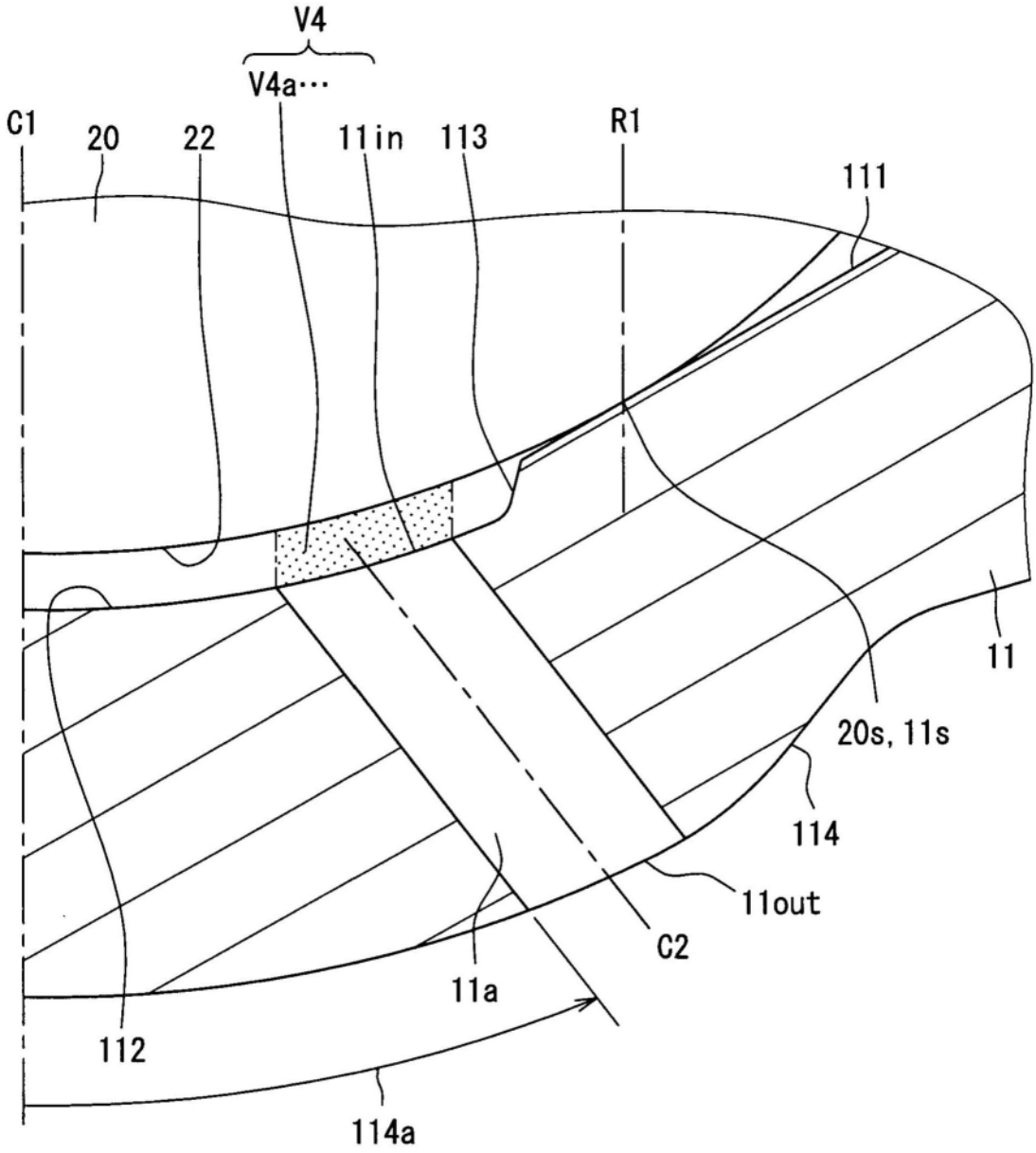

V4
V4a···
C1
20
22
11in
113
R1
111
11
20s, 11s
114
11out
C2
11a
112
114a

图10

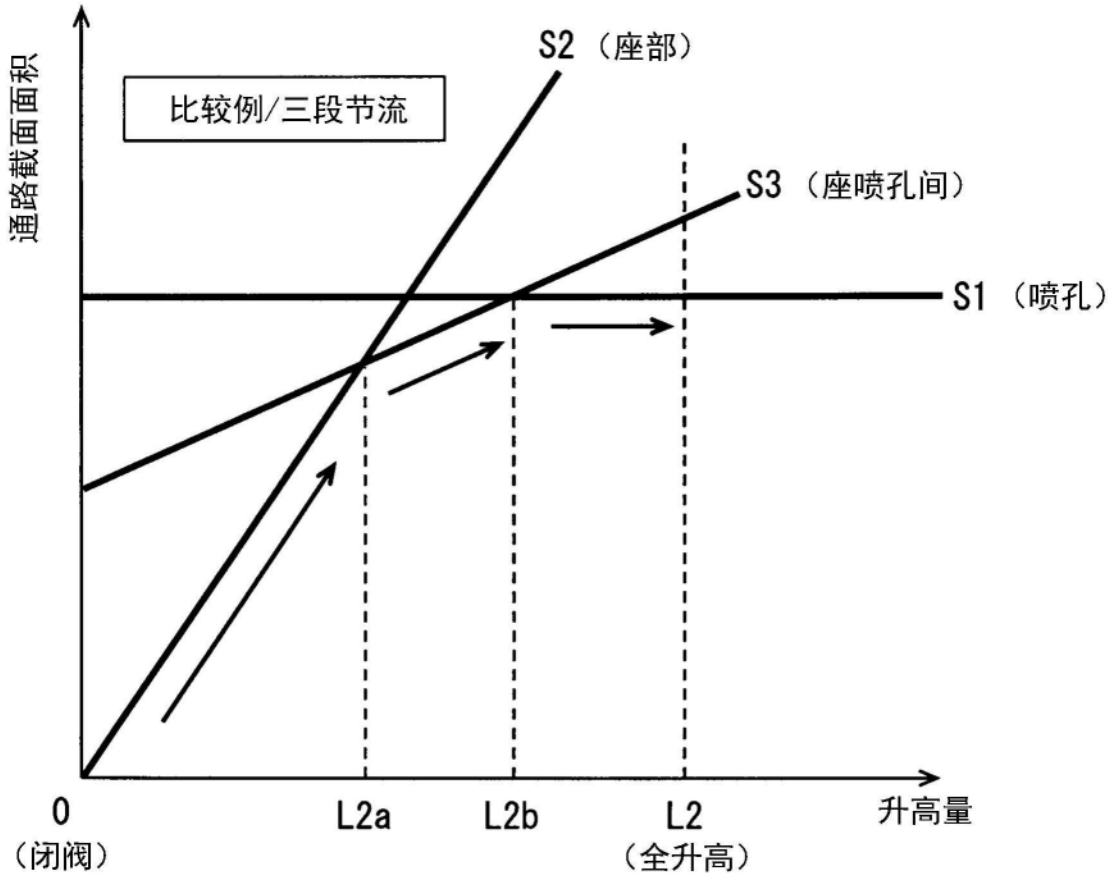


图11

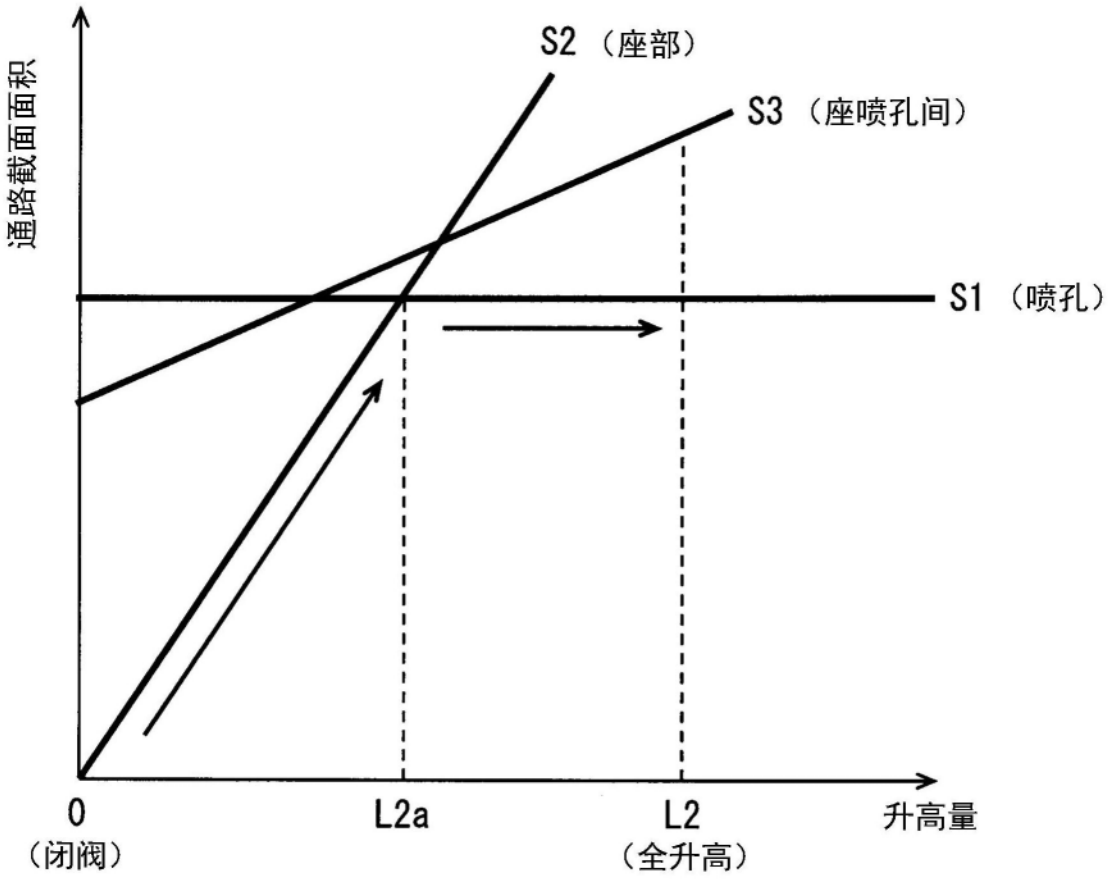


图12

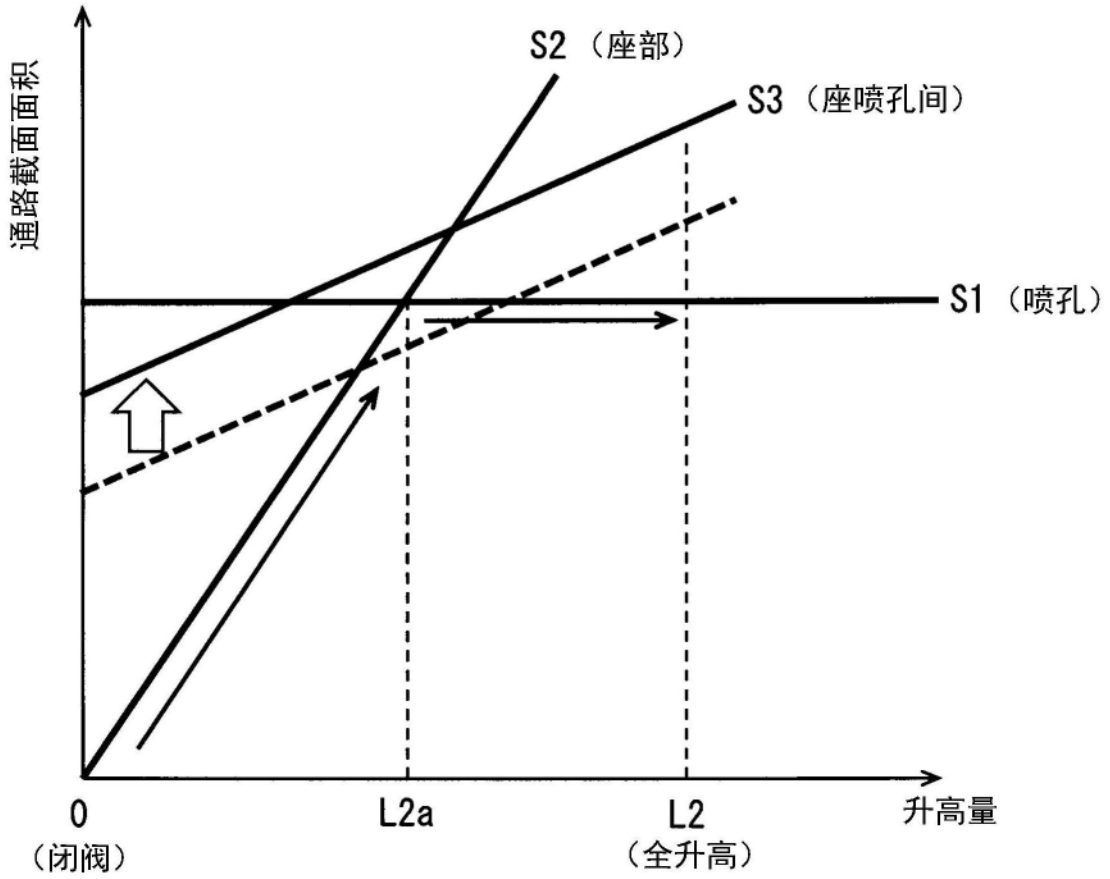


图13

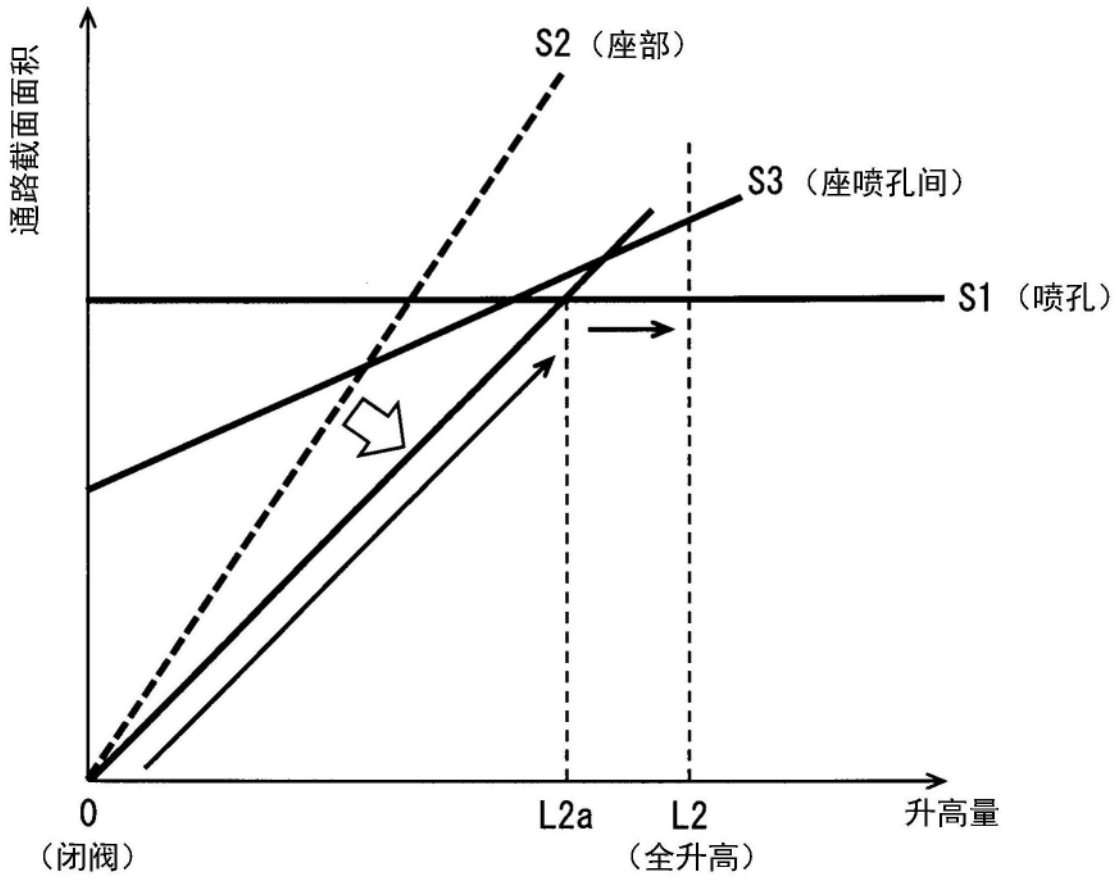


图14

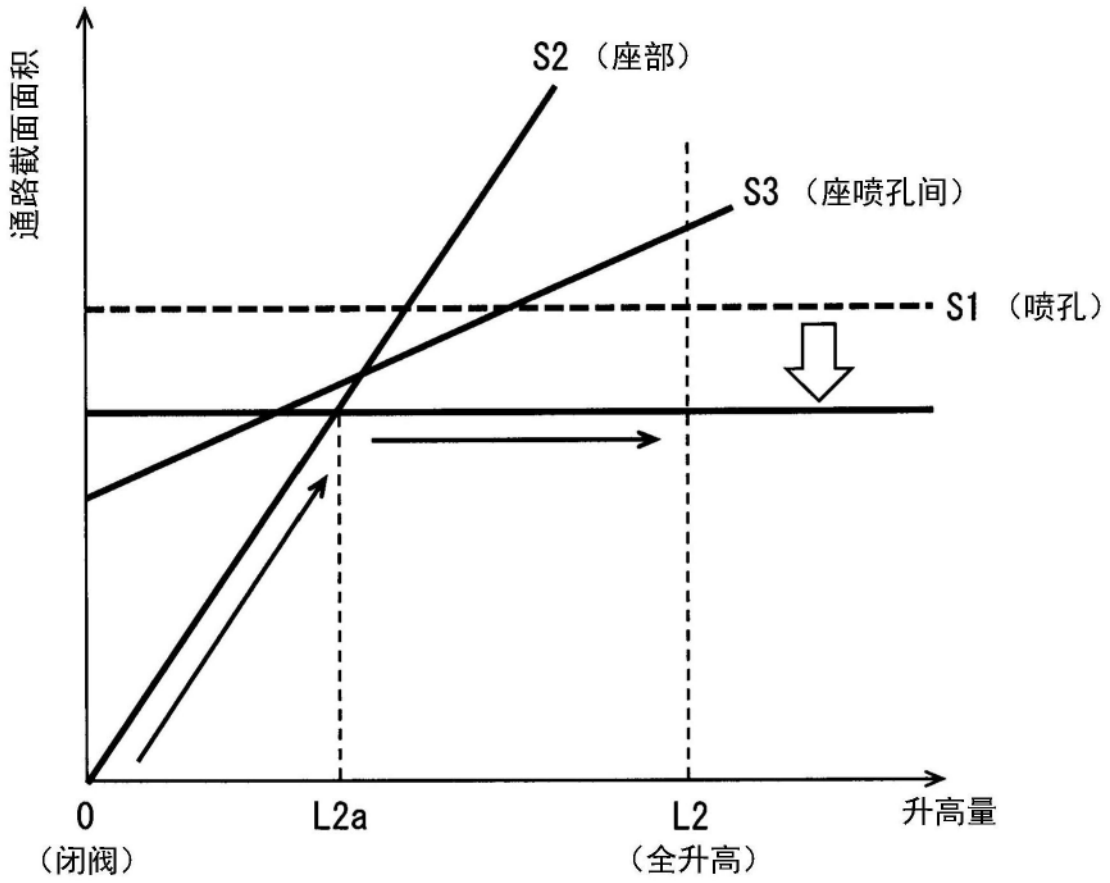


图15

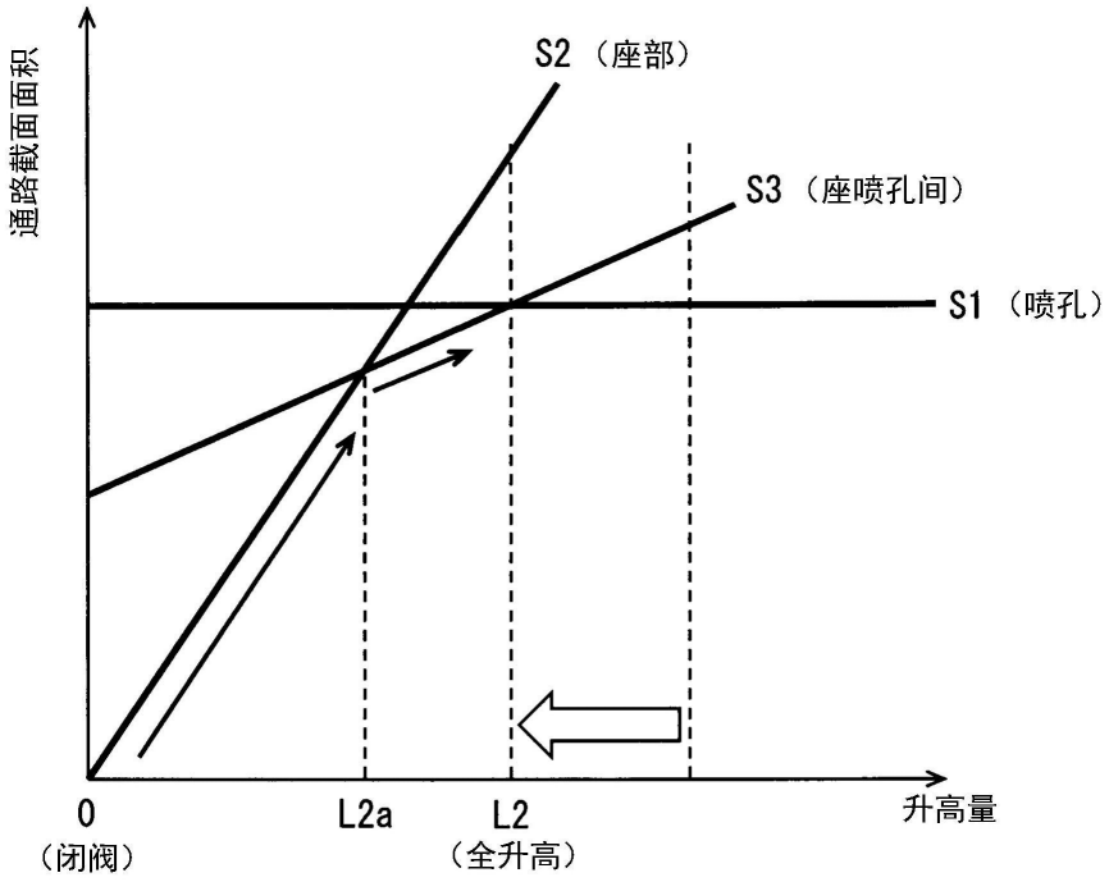


图16

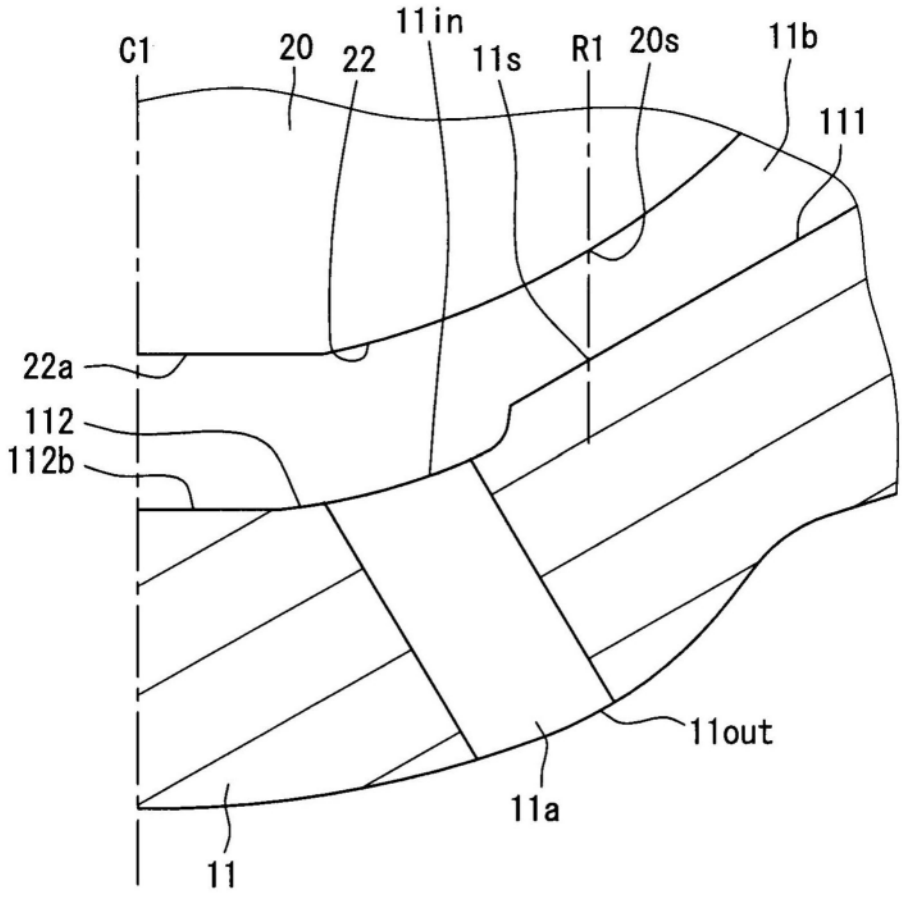


图17

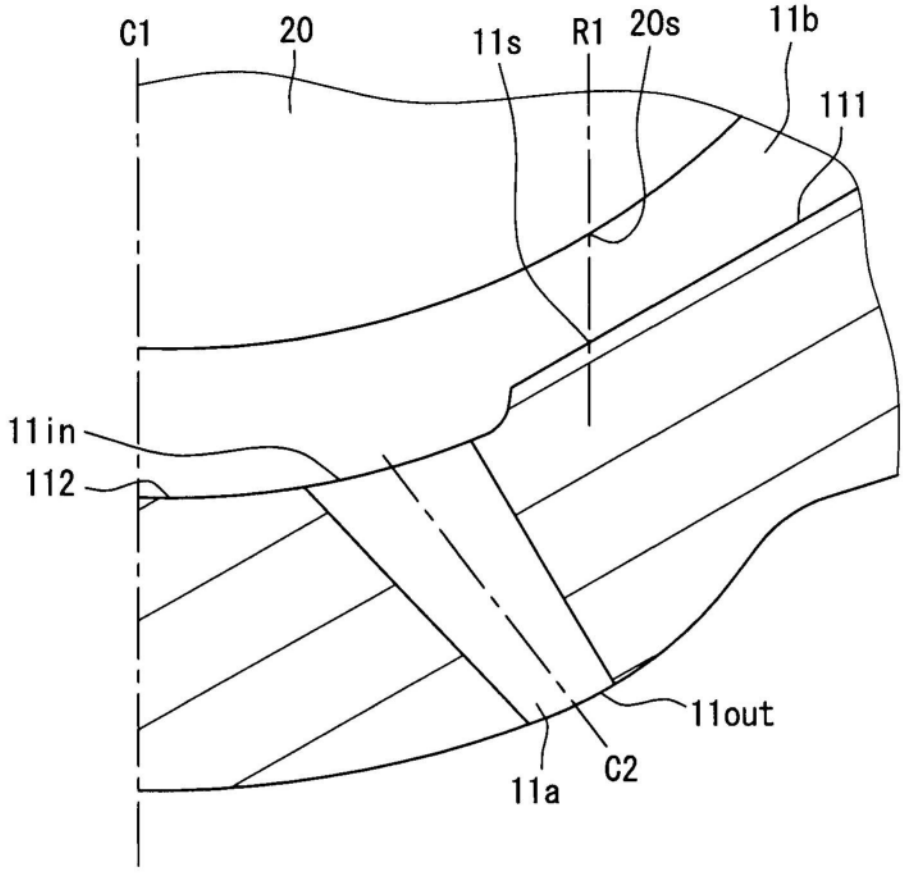


图18

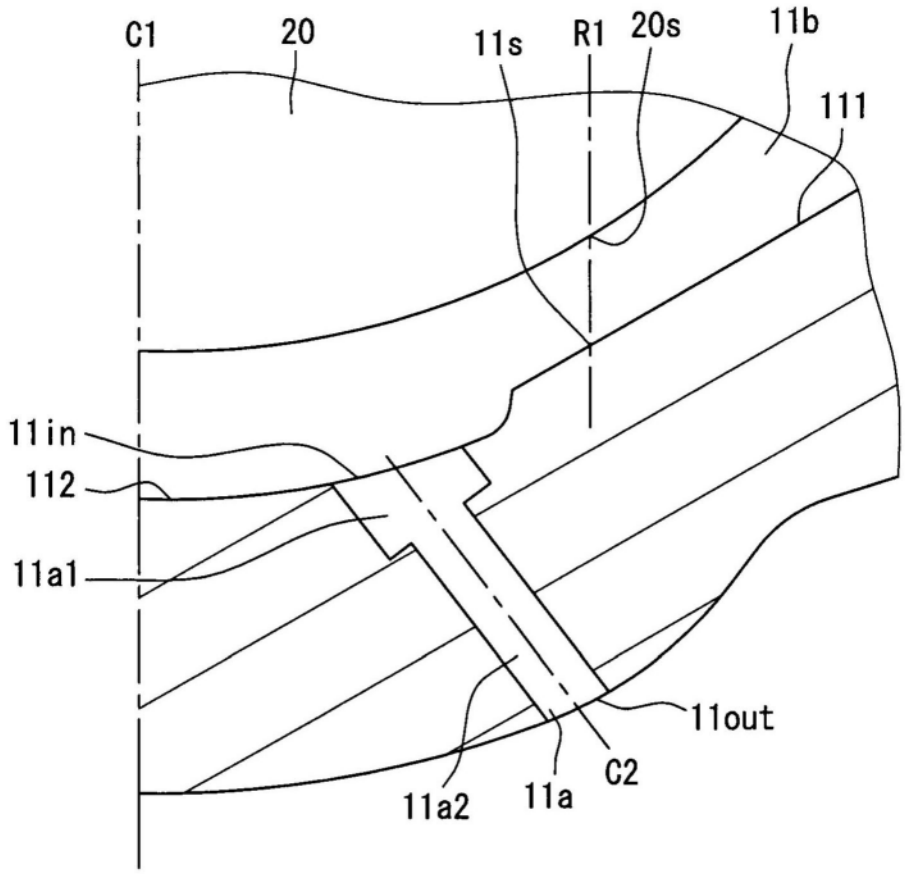


图19

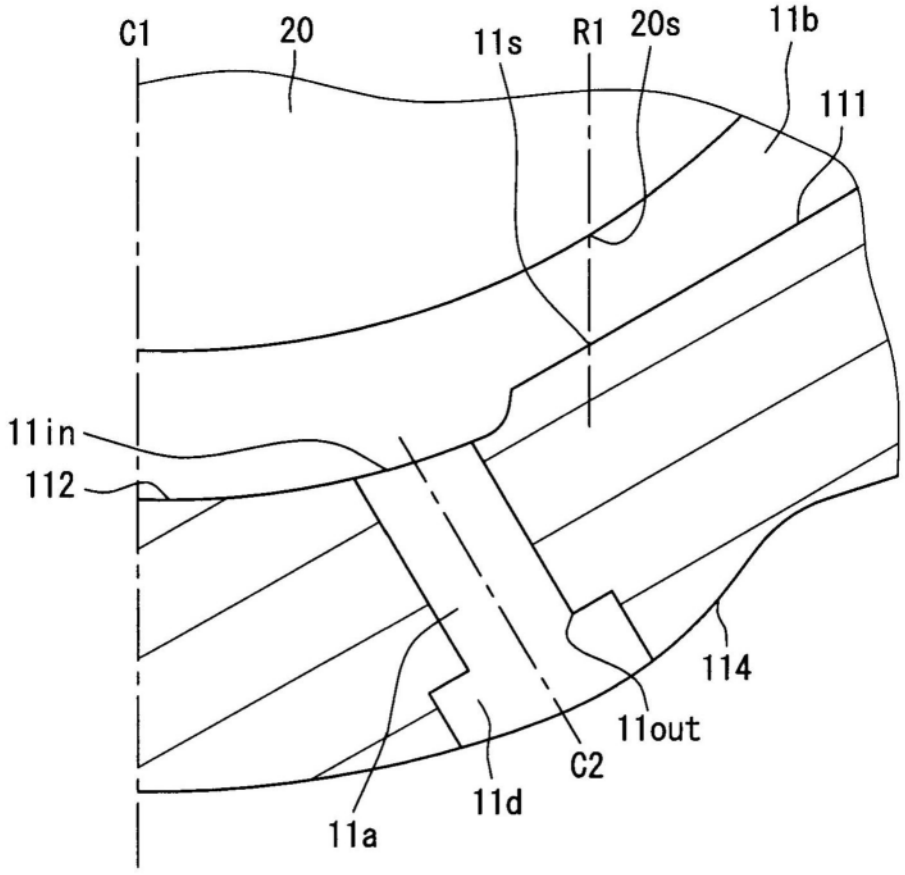


图20

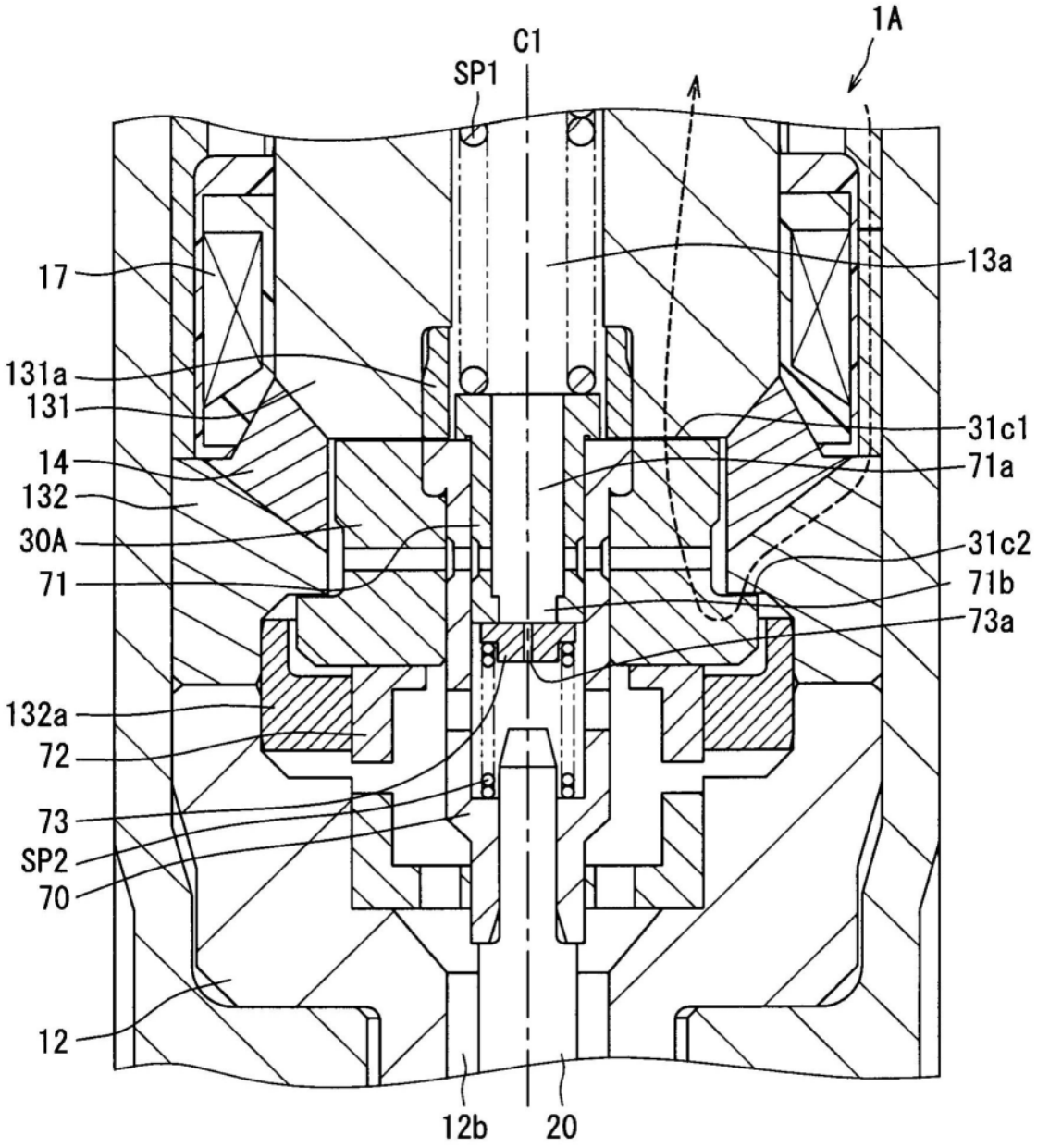

1A
C1
SP1
17
131a
131
14
132
30A
71
132a
72
73
SP2
70
12
12b
20
13a
31c1
71a
31c2
71b
73a

图21

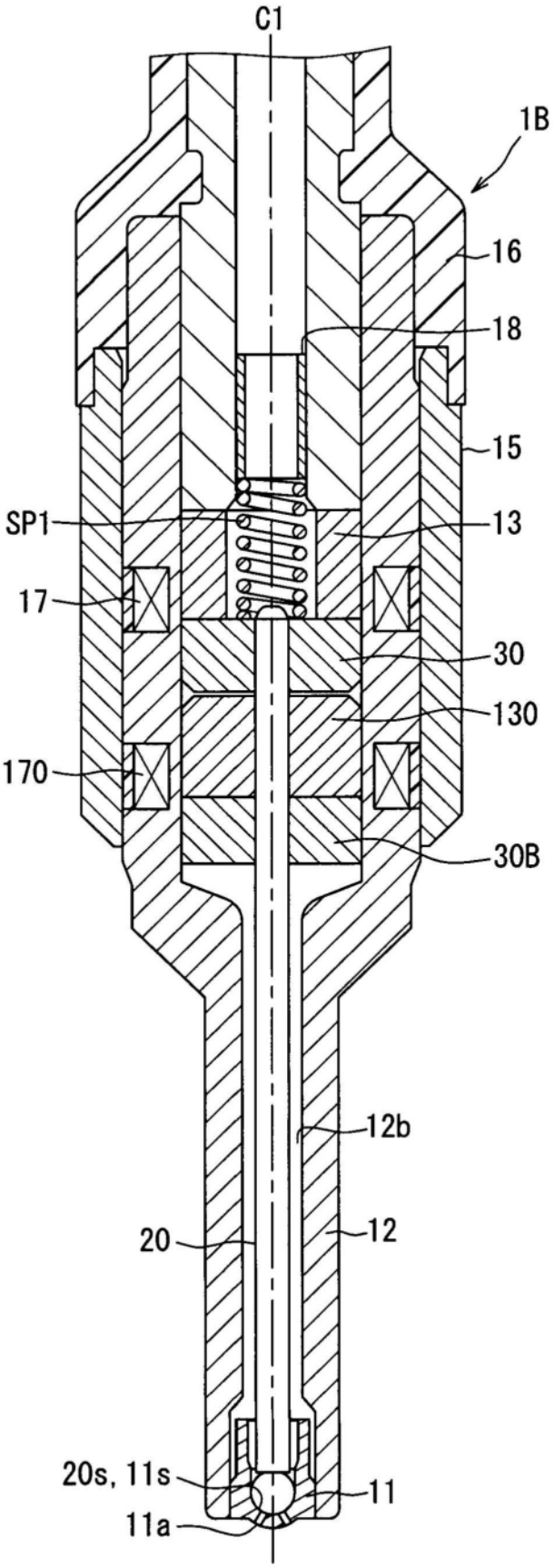


图22

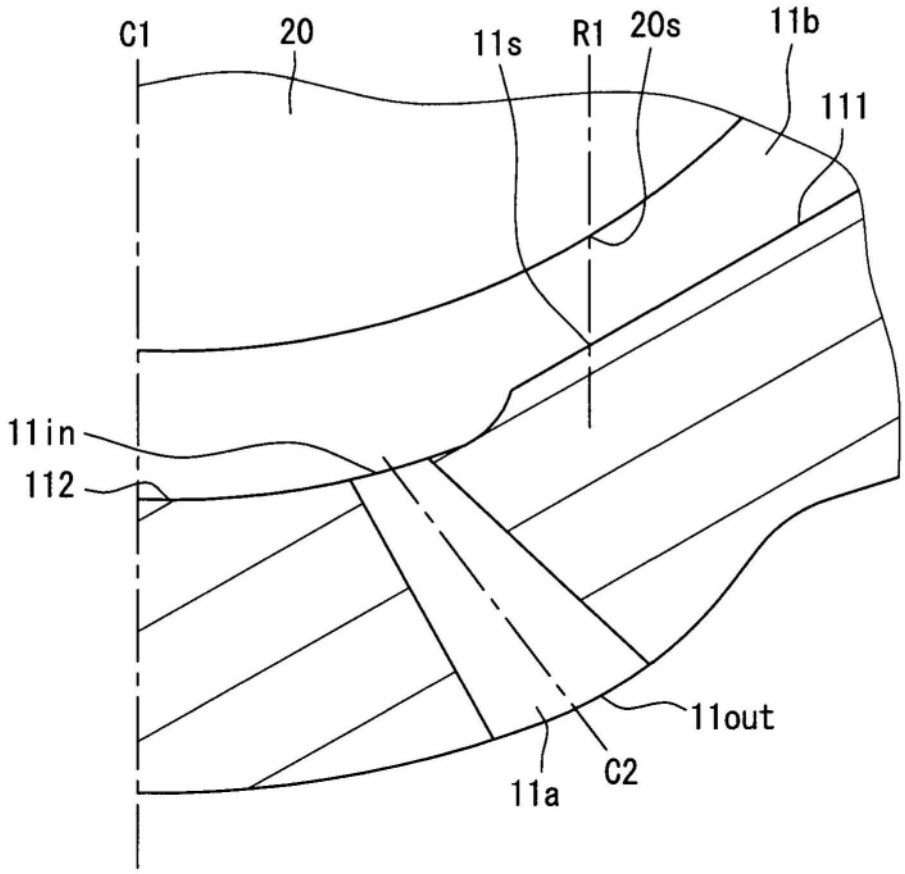


图23