



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115803516 A

(43) 申请公布日 2023.03.14

(21) 申请号 202180049366.6

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

(22) 申请日 2021.07.07

72002

(30) 优先权数据

2020-120814 2020.07.14 JP

专利代理人 高迪

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

(51) Int.CI.

F02M 61/18 (2006.01)

2023.01.10

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2021/025563 2021.07.07

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/014426 JA 2022.01.20

(71) 申请人 株式会社电装

地址 日本爱知县

(72) 发明人 東田英雄 吉丸清考

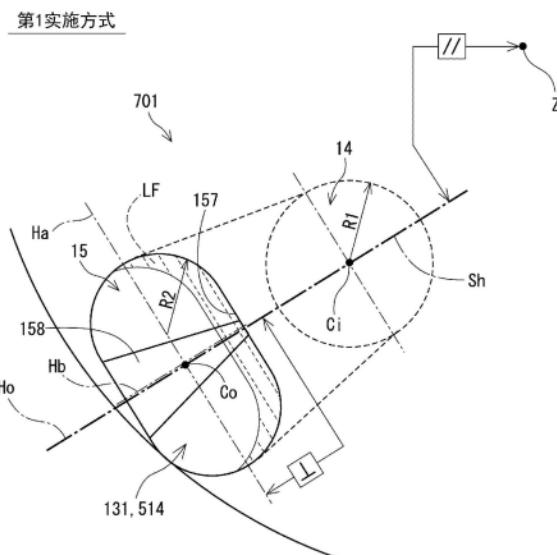
权利要求书2页 说明书12页 附图19页

(54) 发明名称

燃料喷射阀

(57) 摘要

多个喷孔中的1个以上的喷孔是出口开口部(15)具有长轴(Ha)及短轴(Hb)的扁平喷孔，扁平喷孔还包括1个以上的“特定扁平喷孔”，特定扁平喷孔(131)的长轴(Ha)与包含连结入口开口部(14)的中心与出口开口部(15)的中心的喷孔轴(Ho)且平行于阀轴(Z)的平面(Sh)正交，在内壁具有隔着长轴(Ha)而对置的平面部(157、158)，在喷射时燃料相对于长轴(Ha)而沿着的一侧的内壁中，设入口开口部(14)的长轴方向端部的曲率半径为第1曲率半径(R1)，设出口开口部(15)的长轴方向端部的曲率半径为第2曲率半径(R2)，第2曲率半径(R2)相对于第1曲率半径(R1)的比即曲率半径比在40%～100%的范围。



1. 一种燃料喷射阀，

具备：

喷嘴(10)，以阀轴(Z)为中心而设置，具有：喷嘴筒部(11)，在内侧形成燃料通路(100)；喷嘴底部(12)，将上述喷嘴筒部的一端封堵；多个喷孔(13)，将上述喷嘴底部的上述喷嘴筒部侧的面(121)和与上述喷嘴筒部相反侧的面(122)连接，喷射上述燃料通路内的燃料；以及环状的阀座(17)，在上述喷嘴底部的上述喷嘴筒部侧的面中形成在上述喷孔的周围；

针(30)，被设置为在上述喷嘴的内侧能够沿上述阀轴往复移动，当抵接于上述阀座时将上述喷孔关闭，当从上述阀座离开时将上述喷孔打开；以及

驱动部(37、41、45)，能够使上述针向开阀方向或闭阀方向移动，

上述喷孔具有：入口开口部(14)，形成在上述喷嘴底部的上述喷嘴筒部侧的面；以及出口开口部(15)，形成在上述喷嘴底部的与上述喷嘴筒部相反侧的面，其面积比上述入口开口部的面积大，

多个上述喷孔中的1个以上的喷孔是上述出口开口部具有长轴(Ha)及短轴(Hb)的扁平喷孔，上述扁平喷孔还包括1个以上的特定扁平喷孔(131～135)；

上述特定扁平喷孔，

其长轴与包含连结上述入口开口部的中心与上述出口开口部的中心的喷孔轴(Ho)且平行于上述阀轴的平面(Sh)正交；

在内壁具有隔着长轴而对置的平面部(157、158)；

在喷射时燃料相对于长轴而沿着的一侧的内壁中，如果设上述入口开口部的长轴方向端部的曲率半径为第1曲率半径(R1)，设上述出口开口部的长轴方向端部的曲率半径为第2曲率半径(R2)，将上述第2曲率半径相对于上述第1曲率半径的比定义为曲率半径比，则上述曲率半径比在40%～100%的范围。

2. 如权利要求1所述的燃料喷射阀，

上述特定扁平喷孔的上述曲率半径比在50%～90%的范围。

3. 如权利要求1或2所述的燃料喷射阀，

多个上述喷孔相对于包含上述阀轴在内的基准平面(Sy)而对称地配置，

至少喷孔角度(γ)为最大的一对喷孔构成上述特定扁平喷孔，上述喷孔角度(γ)是上述喷孔轴相对于与上述阀轴平行的假想轴的角度。

4. 如权利要求3所述的燃料喷射阀，

全部的喷孔构成上述特定扁平喷孔。

5. 如权利要求1～4中任一项所述的燃料喷射阀，

上述特定扁平喷孔(132)在上述出口开口部的短轴方向的内壁形成有笔直部(159)，上述笔直部(159)在上述喷孔轴方向的投影观察下呈直线状。

6. 如权利要求1～4中任一项所述的燃料喷射阀，

上述特定扁平喷孔(133)，

如果设上述第1曲率半径为R1、上述第2曲率半径为R2，

在喷射时燃料相对于长轴而沿着的一侧的相反侧的内壁中，设作为上述出口开口部的长轴方向端部的曲率半径的第3曲率半径为R3，

则 $R2 < R1 < R3$ 的关系成立。

7. 如权利要求1~4中任一项所述的燃料喷射阀，
上述特定扁平喷孔(134)其喷射时燃料相对于长轴而沿着的一侧的相反侧的内壁的一部分被形成为，从上述入口开口部越是朝向上述出口开口部越接近于上述喷孔轴。

燃料喷射阀

[0001] 关联申请的相互参照

[0002] 本申请基于2020年7月14日提出申请的日本专利申请第2020-120814号，在此援引其记载内容。

技术领域

[0003] 本公开涉及燃料喷射阀。

背景技术

[0004] 以往，已知有通过精心设计燃料喷射阀的喷孔形状来实现喷雾的改善的技术。例如专利文献1中公开的燃料喷射阀通过使喷孔的截面的形状为扁平以使得喷孔内壁中的没有流动燃料的部分的面积变小，从而抑制了喷孔内壁的沉积物的堆积。此外，在专利文献2中，记载了通过使喷孔为扁平形状从而促进液膜的薄膜化，能实现微粒化及低渗透化。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1：日本特开2017-2876号公报

[0008] 专利文献2：日本特开2020-8013号公报

发明内容

[0009] 在车辆用发动机的技术领域中，近年来随着低温时的PM(粒子状物质)限制强化，对燃料喷射系统的要求在被强化。作为冷PM(Cold PM)发生的原因，可知附着于活塞表面的Wet(燃料液膜)不气化，在燃烧时由于发生光焰而产生大粒径的PM。

[0010] 在以往技术中，通过使燃料沿着扁平喷孔的内壁而促进液膜的薄膜化，实现了微粒化及低渗透化。通过微粒化及低渗透化能够使壁面Wet的总量减少，但却完全没有考虑壁面Wet的附着状态与渗透的关系。

[0011] 此外，从与低渗透化带来的壁面Wet的总附着量减少所不同的着眼点来考虑，通过使附着后的燃料迅速地蒸发，由此实现壁面残留燃料的减少所带来的光焰的抑制，能够达成渗透减少。为了迅速地蒸发而使残留燃料减少，要求薄而广的壁面Wet的附着状态。因此，需要提高喷雾的分散性，使燃料浓度及粒径的偏差减小。

[0012] 本公开的目的在于提供一种实现高分散、高均质的喷雾的燃料喷射阀。

[0013] 本公开的燃料喷射阀具备喷嘴、针和驱动部。喷嘴以阀轴为中心而设置，具有：喷嘴筒部，在内侧形成燃料通路；喷嘴底部，将喷嘴筒部的一端封堵；多个喷孔，将“喷嘴底部的喷嘴筒部侧的面”和“与喷嘴筒部相反侧的面”连接，喷射燃料通路内的燃料；以及环状的阀座，在“喷嘴底部的喷嘴筒部侧的面”中形成在喷孔的周围。

[0014] 针被设置为能够在喷嘴的内侧沿阀轴往复移动，当抵接于阀座时将喷孔关闭，当从阀座离开时将喷孔打开。驱动部能够使针向开阀方向或闭阀方向移动。

[0015] 喷孔具有形成于“喷嘴底部的喷嘴筒部侧的面”的入口开口部，以及形成于“喷嘴

底部的与喷嘴筒部相反侧的面”且面积比入口开口部的面积大的出口开口部。多个喷孔中的1个以上的喷孔是出口开口部具有长轴及短轴的“扁平喷孔”。扁平喷孔还包括1个以上的“特定扁平喷孔”。

[0016] 特定扁平喷孔其长轴与包含连结入口开口部的中心与出口开口部的中心的喷孔轴且平行于阀轴的平面正交。此外，特定扁平喷孔在内壁具有夹着长轴而对置的平面部。

[0017] 在喷射时燃料相对于长轴而沿着的一侧的内壁中，设入口开口部的长轴方向端部的曲率半径为第1曲率半径、出口开口部的长轴方向端部的曲率半径为第2曲率半径，将第2曲率半径相对于第1曲率半径的比定义为曲率半径比。曲率半径比在40%～100%的范围，更优选的是在50%～90%的范围。

[0018] 在本公开中，通过在出口开口部为扁平的扁平喷孔中，使出口开口部相对于入口开口部的曲率半径比为40%～100%的范围，由此能够使形成喷雾的喷孔内液膜成为均质。因而，能够实现高分散、高均质的喷雾。

[0019] 例如，多个喷孔相对于包含阀轴的基准平面对称地配置，至少喷孔轴相对于阀轴的角度即喷孔角度为最大的一对喷孔构成特定扁平喷孔。

附图说明

[0020] 关于本公开的上述目的及其他的目的、特征及优点，参照附图通过下述的详细的记述经会变得更加明确。

[0021] 图1是表示本实施方式的燃料喷射阀的整体结构的剖视图。

[0022] 图2是搭载了第1、第6～第9实施方式的燃料喷射阀的侧置式发动机的示意图。

[0023] 图3是从箭头III方向观察图2得到的图。

[0024] 图4是图1的IV部放大剖视图(喷孔的轴向剖视图)。

[0025] 图5是表示比较例的喷孔形状(锥形喷孔)的示意三面图。

[0026] 图6是表示本实施方式的喷孔形状(扁平喷孔)的示意三面图。

[0027] 图7是表示第1实施方式的燃料喷射阀的喷孔配置(5孔)的示意图。

[0028] 图8是图7的VIII部放大图。

[0029] 图9是表示喷射时燃料所沿着的一侧的内壁的喷孔的轴向剖视图。

[0030] 图10是表示第1实施方式的喷孔形状的示意图。

[0031] 图11是说明液膜均质性的图。

[0032] 图12是表示曲率半径比与液膜均质性的关系的图。

[0033] 图13是表示第2实施方式的喷孔形状的示意图。

[0034] 图14是表示第3实施方式的喷孔形状的示意图。

[0035] 图15是表示第4实施方式的喷孔形状的示意图。

[0036] 图16是表示第5实施方式的喷孔形状的示意图。

[0037] 图17是表示第6实施方式的燃料喷射阀的喷孔配置(5孔)的示意图。

[0038] 图18是表示第7实施方式的燃料喷射阀的喷孔配置(6孔)的示意图。

[0039] 图19是表示第8实施方式的燃料喷射阀的喷孔配置(6孔)的示意图。

[0040] 图20是表示第9实施方式的燃料喷射阀的喷孔配置(6孔)的示意图。

[0041] 图21是搭载了第10、第11实施方式的燃料喷射阀的中置发动机的示意图。

[0042] 图22是表示第10实施方式的燃料喷射阀的喷孔配置(5孔)的示意图。

[0043] 图23是表示第11实施方式的燃料喷射阀的喷孔配置(6孔)的示意图。

具体实施方式

[0044] 以下,基于附图说明本公开的有关燃料喷射阀的多个实施方式。在多个实施方式中,对于实质上相同的结构赋予相同的标号而省略说明。此外,包括第1~第11实施方式而称作“本实施方式”。本实施方式的燃料喷射阀被搭载在汽油发动机等发动机中,向发动机的燃烧室喷射燃料。

[0045] [燃料喷射阀的整体结构]

[0046] 首先,参照图1~图4,说明燃料喷射阀的整体结构以及搭载了第1、第6~第9实施方式的燃料喷射阀的侧置式发动机的概略结构。另外,在图21中表示搭载了第10、第11实施方式的燃料喷射阀的中置发动机的结构。这些事项与专利文献1、2等以往技术是共通的,适当省略了详细的说明。

[0047] 图2、图3所示的侧置式发动机801具备汽缸体81、活塞82、汽缸盖90、进气阀95、排气阀96等。在汽缸体81的内壁、汽缸盖90的壁面和活塞82之间,形成有燃烧室83。燃烧室83随着活塞82的往复移动而容积增减。

[0048] 汽缸盖90具有进气歧管91及排气歧管93。在进气歧管91形成有将进气向燃烧室83引导的进气通路92。在排气歧管93形成有将由燃烧室83产生的排气向大气侧引导的排气通路94。进气阀95能够将燃烧室83与进气通路92之间开闭。排气阀96能够将燃烧室83与排气通路94之间开闭。

[0049] 在侧置式发动机801中,燃料喷射阀70倾斜地设置在进气通路92的汽缸体81侧即燃烧室83的侧方。此外,在汽缸盖90的进气阀95与排气阀96之间、即与燃烧室83的中央对应的位置,设置有火花塞97。火花塞97被设置在从燃料喷射阀70喷射的燃料不直接附着且能够对燃料与进气的混合气点火的位置。这样,发动机801是直喷式的汽油发动机。

[0050] 燃料喷射阀70以多个喷孔13在燃烧室83的径向外侧的部分露出的方式而设置。对于燃料喷射阀70,供给由未图示的燃料泵加压后的燃料。从燃料喷射阀70的多个喷孔13将圆锥状的燃料喷雾Fo向燃烧室83内喷射。

[0051] 在发动机801设置有各两个进气阀95及排气阀96。两个进气阀95分别设置在进气歧管91的汽缸体81侧的分支为两个的端部处。两个排气阀96分别设置在排气歧管93的汽缸体81侧的分支为两个的端部处。燃料喷射阀70以阀轴Z沿着包含汽缸体81的轴且经过两个进气阀95之间以及两个排气阀96之间的中央截面Se的方式而搭载。

[0052] 接着,基于图1对燃料喷射阀70的基本结构进行说明。燃料喷射阀70具备喷嘴10、壳体20、针30、可动芯37、固定芯41、线圈45、弹簧42、43等。可动芯37、固定芯41及线圈45作为能够使针30向开阀方向或闭阀方向移动的“驱动部”发挥功能。

[0053] 喷嘴10以阀轴Z为中心而设置,具有喷嘴筒部11、喷嘴底部12、多个喷孔13及阀座17等。大致圆筒状的喷嘴筒部11在内侧形成燃料通路100。喷嘴底部12将喷嘴筒部11的一端封堵。形成在喷嘴底部12的多个喷孔13喷射燃料通路100内的燃料。阀座17在喷嘴底部12的喷嘴筒部11侧的面中以环状形成在喷孔13的周围。关于喷孔13详细在将后面叙述。

[0054] 壳体20具有第1筒部件21、第2筒部件22、第3筒部件23、进口部24等。第1筒部件21、

第2筒部件22及第3筒部件23都是大致圆筒状的部件,以第1筒部件21、第2筒部件22、第3筒部件23的顺序被配置为同轴,且相互连接。进口部24的一端与第3筒部件23的端部连接,在另一端连接着未图示的配管。在进口部24的内侧,设置有捕集燃料中的异物的过滤器25。

[0055] 在壳体20的内侧形成有燃料通路100。从进口部24流入的燃料经由燃料通路100,经过喷嘴筒部11的内侧,被从喷孔13喷射。在本实施方式的燃料喷射阀70的使用时,设想的燃料通路100内的燃料的压力例如是20MPa左右。

[0056] 针30被设置为在喷嘴10的内侧能够沿阀轴Z往复移动。针30具有被形成为棒状的针主体301、座部31、大径部32、突边部34等。座部31形成在针主体301的喷嘴10侧的端部,能够与阀座17抵接。

[0057] 大径部32形成在针主体301的阀座17侧的端部的座部31附近。大径部32其外径被设定为比针主体301的阀座17侧的端部的外径大。大径部32被形成为,其外壁与喷嘴10的喷嘴筒部11的内壁滑动。燃料能够流动通过形成在大径部32的外壁的周向的多处的缺口部33。突边部34被形成为从针主体301的与座部31相反侧的端部向外方向突出。

[0058] 针30在座部31抵接于阀座17时将喷孔13关闭;在座部31从阀座17离开时将喷孔13打开。以下,将针30从阀座17离开的方向称作开阀方向,将针30与阀座17抵接的方向称作闭阀方向。

[0059] 可动芯37由被施以了磁稳定化处理的铁素体类不锈钢等磁性材料形成为大致圆筒状。可动芯37被设置为,能够在壳体20的第一筒部件21及第二筒部件22的内侧相对于针主体301在轴向上相对移动。

[0060] 固定芯41由被施以了磁稳定化处理的铁素体类不锈钢等磁性材料形成为大致圆筒状。固定芯41,相对于可动芯37在进口部24侧被设置在壳体20的第二筒部件22及第三筒部件23的内侧。

[0061] 在固定芯41的内侧被压入了圆筒状的调节管54。弹簧42例如是螺旋弹簧,被设置在固定芯41的内侧的调节管54与针30的突边部34之间。弹簧42与针30一起将可动芯37向闭阀方向施力。

[0062] 线圈45被形成为大致圆筒状,被设置为将壳体20中的特别是第二筒部件22及第三筒部件23的径向外侧包围。此外,在线圈45的径向外侧,以将线圈45覆盖的方式设置有筒状的保持架26。

[0063] 当从外部的控制装置经由连接器部47的端子48向线圈45通电时,避开作为磁节流部的第二筒部件22而在可动芯37、第一筒部件21、保持架26、第三筒部件23及固定芯41形成磁回路。因此,在固定芯41与可动芯37之间产生磁吸引力,可动芯37与针30一起被向固定芯41侧吸引。由此,针30向开阀方向移动,座部31从阀座17离开而开阀。结果,喷孔13被开放,燃料被从喷孔13喷射。这样,线圈45通过通电将可动芯37向固定芯41侧吸引,使针30向开阀方向移动。

[0064] 当在可动芯37被向固定芯41侧吸引的状态下停止向线圈45的通电时,针30及可动芯37通过弹簧42的作用力而被向阀座17侧施力。由此,针30向闭阀方向移动,座部31抵接于阀座17而闭阀。结果,喷孔13被封闭。

[0065] 弹簧43例如是螺旋弹簧,将可动芯37向固定芯41侧即开阀方向施力。弹簧43的作用力比弹簧42的作用力小。因此,在没有对线圈45通电时,针30通过弹簧42而座部31被推压

在阀座17上，成为闭阀状态。

[0066] 从进口部24流入的燃料经由固定芯41及调节管54的内侧、针30与壳体20的内壁及筒部11的内壁之间的燃料通路100而被引导到喷孔13。另外，在燃料喷射阀70工作时，由于成为可动芯37及针30的周围为被燃料充满的状态，所以可动芯37及针30能够在壳体20的内侧沿轴向顺畅地往复移动。

[0067] 在图4中表示相当于图1的IV部放大截面的喷孔13的轴向截面。另外，在图4中省略了针30的图示。喷嘴10在喷孔13的入口侧即“喷嘴底部12的喷嘴筒部11侧的面121”上具有阀座17及袋壁面180。

[0068] 阀座17在袋壁面180的周围形成为环状。阀座17以随着从喷嘴筒部11侧朝向袋壁面180侧而向阀轴Z接近的方式而形成为锥状。袋壁面180从“喷嘴底部12的喷嘴筒部11侧的面121”的中央向与喷嘴筒部11相反侧凹陷，在内侧形成袋室18。袋室18形成在袋壁面180与针30的座部31之间。

[0069] 喷孔13将作为“喷嘴底部12的喷嘴筒部11侧的面121”的一部分的袋壁面180、和“喷嘴底部12的与喷嘴筒部11相反侧的面122”连接，喷射燃料通路100内的燃料。另外，袋壁面180及“喷嘴底部12的与喷嘴筒部11相反侧的面122”形成为曲面状。

[0070] 喷孔13具有形成在作为喷嘴底部12的喷嘴筒部11侧的面的袋壁面180上的入口开口部14、以及形成在喷嘴底部12的与喷嘴筒部11相反侧的面122上的出口开口部15。出口开口部15的面积比入口开口部14的面积大。

[0071] 将连结入口开口部14的中心Ci与出口开口部15的中心Co的直线定义为“喷孔轴Ho”。喷孔轴Ho并不一定与阀轴Z交叉。因此，设想与喷孔轴Ho交叉且与阀轴Z平行的假想轴Zv，将喷孔轴Ho相对于假想轴Zv的角度定义为“喷孔角度γ”。将图4的VII向视(即阀轴Z方向观察)下的入口开口部14的中心Ci与出口开口部15的中心Co的距离设为“中心间投影距离P”。如果喷孔长L大致一定，则中心间投影距离P越大，喷孔角度γ越大。

[0072] 此外，假定入口开口部14是正圆，设其直径为D。将喷孔长L与入口开口部直径D的比(L/D)设定为2.0～3.0。如果(L/D)比2.0小，则喷射方向不稳定。此外，如果(L/D)比3.0大，则由于与喷孔内壁的摩擦而喷射方向速度下降，微粒化性能恶化。

[0073] 以上是关于燃料喷射阀70及喷孔13的概略说明。另外，使成为发动机中的冷PM发生的原因的壁面Wet减少的途径，有(1)减少附着燃料量、和(2)增加附着后的蒸发燃料量。以往，着眼于(1)的减少附着燃料量，为了谋求喷雾的低渗透化而致力于精心设计燃料喷射阀的喷孔形状。相对于此，在本实施方式中，着眼于(2)增加附着后的蒸发燃料量，以高分散、高均质的喷雾的实现所带来的微粒化及广角喷射为目标，提出优选的喷孔形状。

[0074] 从喷雾角度扩大的视点看，增大喷雾的扩散速度是有效的。关于高微粒化，根据在日本特开2002-168163号公报中所公开的Fraser的液膜分裂理论式，由于体积平均粒径与液膜厚度的(1/3)次方成比例，所以着眼于燃料的薄膜化。由此，在本实施方式中，规定燃料喷射阀的喷孔形状，以增大喷雾的扩散速度，使燃料薄膜化。

[0075] 以下，将满足在本实施方式中优选的条件的形状的喷孔定义为“特定扁平喷孔”。 “特定扁平喷孔”是指出口开口部具有长轴及短轴的“扁平喷孔”中的、满足后述的特定的要件的喷孔。本实施方式的燃料喷射阀70中，多个喷孔13中的至少一部分构成特定扁平喷孔，或者全部的喷孔13构成特定扁平喷孔。接着，对于达成上述目的的燃料喷射阀70的结构，按

每个实施方式详细地进行说明。

[0076] 各实施方式的结构由多个喷孔的配置和各个特定扁平喷孔的形状的组合来规定。关于第1～第5实施方式的各种形状的特定扁平喷孔，喷孔的标号是对于“13”之后的第3位赋予了实施方式的号码而得到的。关于第1、第6～第11实施方式的各种的喷孔配置的燃料喷射阀，燃料喷射阀的标号是对于“70”之后的第3位赋予了实施方式的号码而得到的。

[0077] (第1实施方式)

[0078] 参照图5～图12，对第1实施方式的燃料喷射阀701的结构及作用效果进行说明。首先，作为“特定扁平喷孔”的上位概念的“扁平喷孔”，是指出口开口部不是正圆而是具有长轴及短轴的扁平的喷孔。通常，扁平喷孔的出口开口部的形状包括专利文献2所公开的椭圆形、卵形、长圆形等。其中，第1实施方式的扁平喷孔131其出口开口部15是长圆形、即跑道形状，在本说明书中将该形状的喷孔称作“跑道形喷孔”。

[0079] “扁平喷孔”的反义词是出口开口部为正圆的“正圆喷孔”、或是入口开口部和出口开口部呈同轴的圆锥形状的“锥形喷孔”。这里，参照图5、图6，将比较例的锥形喷孔130及第1实施方式的扁平喷孔131的三维形状进行对比而说明。在图5所示的锥形喷孔130中，入口开口部14及出口开口部15是正圆形状，形成在同轴上。包含喷孔轴Ho在内的截面中的喷孔130的内壁的扩张角θ在周向上为一定。

[0080] 在图6中表示扁平喷孔中的特别是出口开口部15为跑道形状的跑道形喷孔。另外，通常扁平喷孔的出口开口部的形状中，除了长圆形的跑道形喷孔以外，还包括椭圆形的椭圆形喷孔或卵形的卵形喷孔等。作为跑道形喷孔的扁平喷孔131的入口开口部14是半径为R1的正圆。扁平喷孔131的出口开口部15具有长轴Ha及短轴Hb，长轴方向两端的半径R2的圆弧部的端点彼此被平行的直线部连接。

[0081] 在沿着长轴Ha的截面中，相互对置的短轴方向的内壁从入口开口部14朝向出口开口部15以扩张角θ扩张。另一方面，在沿着短轴Hb的截面中，相互对置的长轴方向的内壁间的距离为一定。换而言之，相互对置的长轴方向的内壁的扩张角θ被设定为0°。这也是根据喷孔的激光加工性要求的规格。

[0082] 在本说明书中，将入口开口部14的半径R1一般化为正圆以外的曲线的曲率半径而称作“第1曲率半径R1”。同样，将出口开口部15的长轴方向两端的圆弧部的半径R2一般化而称作“第2曲率半径R2”。并且，将第2曲率半径R2相对于第1曲率半径R1的比定义为曲率半径比ρ(=R2/R1)。在图6的下部，示出了(A)ρ=100%，(B)ρ=50%，(C)ρ=0%的形状例作为曲率半径比ρ的例子。

[0083] 接着，参照图7，对图4的VII向视的第1实施方式的燃料喷射阀701的喷孔配置进行说明。如图7所示，第1实施方式的燃料喷射阀701在阀轴Z的周围配置有5个特定扁平喷孔511-515。在侧置规格的燃料喷射阀中，各喷孔轴Ho的方向相对于阀轴Z向一方侧(图的下方)偏倚。

[0084] 以下，在说明喷孔配置的图中，为了将各喷孔根据位置进行区别，使用与第1实施方式的喷孔的总括标号“131”不同的识别标号。例如，标号“511”是指5孔规格的第1样式的1号喷孔。此外，例如图23中的标号“634”是指6孔规格的第3样式的4号喷孔。另外，“1号”“4号”等是在本说明书中为了方便而赋予的号码。

[0085] 在本说明书中，在着眼于一个特定扁平喷孔来记述喷孔各部的形状等的情况下使

用“131”等的总括标号，在记述喷嘴底部12的整体中的多个喷孔的排列方式等的情况下使用“511-515”等的识别标号。另外，在权利要求书的参照标号中仅记载总括标号而不记载识别标号。在图7中，对于5个特定扁平喷孔511-515分别表示喷孔轴Ho及长轴Ha。短轴Hb与喷孔轴Ho重叠。在图8中将其中4号喷孔514的放大图作为第1实施方式的特定扁平喷孔131的代表图进行了显示。

[0086] 在图7的纸面中，将包含阀轴Z并由上下方向的单点划线表示的平面设为基准平面Sy，将包含阀轴Z并由左右方向的单点划线表示的平面设为基准正交平面Sx。5个特定扁平喷孔511-515中，1号喷孔511被配置在基准平面Sy上，2、3号喷孔512、513及4、5号喷孔514、515分别相对于基准平面Sy对称地配置。2、3号喷孔512、513及4、5号喷孔514、515被配置为，长轴Ha从1号喷孔511的相反侧朝向1号喷孔511侧而从基准平面Sy离开。

[0087] 该喷孔配置的目的在于，利用各喷孔511-515的喷雾间所产生的附壁效应(Coanda Effect)而能够使作为目标的筒内空间的喷雾占有率提高。即，在由1、2、3号喷孔511、512、513包围的空间中，在相邻的3个喷雾间形成的闭空间中产生负压，该负压成为喷雾干扰的原因。另一方面，在两个喷雾间，即使喷雾干扰也不形成闭空间。所以，为了避免3个喷雾间的喷雾干扰，设为了利用两个喷雾间的附壁效应、主动使两个喷雾间而非3个喷雾间干扰那样的喷孔配置。

[0088] 各喷孔511-515的入口开口部14的中心被配置在以阀轴Z为中心的同心圆 ϕ_i 上。虽然在图7中没有直接图示，但各喷孔511-515的喷孔角度 γ 如上述那样与中心间投影距离P(参照图4)相关。因而，1号喷孔511的喷孔角度 γ 最小，其次2、3号喷孔512、513的喷孔角度 γ 较小。并且，4、5号喷孔514、515的喷孔角度 γ 最大。

[0089] 以4号喷孔514为例，参照图8对“特定扁平喷孔”的要件进行说明。特定扁平喷孔131以是具有长轴Ha及短轴Hb的扁平喷孔为前提，此外还具有3个要件。

[0090] 作为第1要件，特定扁平喷孔131的长轴Ha与包含喷孔轴Ho且平行于阀轴的平面Sh正交。平面Sh是与图7、图8的纸面正交的平面。作为第2要件，特定扁平喷孔131在内壁具有隔着长轴Ha而对置的平面部157、158。在图8中，由两条直线夹着的区域表示平面部。另外，在各图中仅在一部分的喷孔上图示了表示平面部的边界的直线。

[0091] 在隔着长轴Ha而平面部157侧的内壁上图示了液膜LF，在隔着长轴Ha而平面部158侧的内壁上没有图示液膜LF。如参照图9后述那样，液膜LF是喷射时沿着内壁的燃料。在图7的喷孔配置中，关于喷孔轴Ho朝向阀轴Z的径外方向而倾斜的1号喷孔511及4、5号喷孔514、515，阀轴Z侧的内壁为“喷射时燃料沿着的一侧的内壁”。此外，关于喷孔轴Ho朝向从基准平面Sy离开的方向而倾斜的2、3号喷孔512、513，基准平面Sy侧的内壁为“喷射时燃料沿着的一侧的内壁”。

[0092] 特定扁平喷孔的第3要件是“曲率半径比 ρ 在40%～100%的范围”。在语义上，“40%～100%”解释为“40%以上100%以下”。图7、图8中表示的特定扁平喷孔131的曲率半径比 ρ 相当于100%。这里，在曲率半径比 ρ 的计算中所使用的第2曲率半径R2，在定义上是指在“喷射时燃料相对于长轴Ha所沿着的一侧的内壁”中的出口开口部15的长轴方向端部的曲率半径。但是，在图7、图8的形状中，由于相对于长轴Ha在两侧的曲率半径都是R2，所以使用哪一侧的曲率半径都可以。

[0093] 参照图9、图10，对第1实施方式的特定扁平喷孔131的喷孔形状进行说明。在图9

中,示出了在图4所示的喷孔轴Ho的轴向截面中、喷射时燃料的液膜LF沿着喷孔13的内壁的状态。纸面进深方向相当于长轴方向。在该例中,燃料沿着距阀轴Z较近一侧的内壁,燃料不沿着距阀轴Z较远一侧的内壁。以下,将燃料相对于长轴所沿着的一侧的内壁的平面部的标号记作“157”,将燃料不沿着的一侧的内壁的平面部的标号记作“158”。此外,关于“喷射时燃料不沿着的一侧”,从确保明确性的观点出发,记作“喷射时燃料沿着的一侧的相反侧”。

[0094] 图10是图9的X方向向视、即喷孔轴Ho方向的投影视图。与在图9中由虚线表示的喷孔轴Ho正交的截面在图10中被表示为入口开口部14及出口开口部15。入口开口部14是正圆,其半径是第1曲率半径R1。出口开口部15其长轴方向端部被形成为半圆状,其半径是第2曲率半径R2。在第1实施方式中,在喷射时燃料相对于长轴Ha所沿着的一侧(即平面部157侧)的内壁形状和与燃料沿着的一侧相反侧(即平面部158侧)的内壁形状是对称的。

[0095] 此外,由于沿着短轴Hb的截面中的内壁的扩张角是 0° ,所以出口开口部15的短轴Hb的长度等于入口开口部14的直径($=2 \times R1$)。因而,在第1实施方式的特定扁平喷孔131中为“ $R1=R2$ ”。通过尽可能使喷射时燃料相对于长轴Ha所沿着的一侧的相反侧的出口开口面积减小,根据专利文献1的认识,使得不完全燃烧生成物(沉积物)难以堆积在内壁上。

[0096] 接着,参照图11、图12对“液膜均质性”进行说明。在图11中示意地表示了沿着特定扁平喷孔131的内壁的液膜LF的厚度根据长轴方向的位置而波动(偏差)的状态。设平均液膜厚度为Lave,设各位置处的液膜厚度与平均液膜厚度Lave的差为 ΔL 。例如,将液膜厚度的标准偏差 σ 除以平均液膜厚度Lave所得的值($\sigma/Lave$)定义为“液膜均质性”。液膜均质性的值越小,喷雾的分散性越高,壁面Wet越被减小。

[0097] 在图12中表示关于扁平喷孔的曲率半径比 ρ 与液膜均质性的关系的解析结果。在曲率半径比 ρ 从0%到约70%的区域中,随着曲率半径比 ρ 变大,液膜均质性的值变小。在曲率半径比 ρ 从约70%到100%的区域中,随着曲率半径比 ρ 变大,液膜均质性的值变大。即,在曲率半径比 ρ 为约70%时,液膜均质性的值成为极小。

[0098] 在如单点划线所示那样设定液膜均质性的目标值tgt1的情况下,当曲率半径比 ρ 为40%以上100%以下时,液膜均质性的值成为目标值tgt1以下。这是作为特定扁平喷孔的第3要件而规定了“曲率半径比 ρ 在40%~100%的范围”的根据。第1实施方式的特定扁平喷孔131由于“ $R1=R2$ ”,曲率半径比 ρ 是100%,所以包含在该范围内。由此,第1实施方式的燃料喷射阀701能够实现高分散、高均质的喷雾。由此,能够使附着后的燃料迅速地蒸发,实现壁面Wet的减小。

[0099] 此外,在如双点划线那样设定液膜均质性的目标值tgt2的情况下,当曲率半径比 ρ 为50%以上90%以下时,液膜均质性的值成为目标值tgt2以下。因而,为了实现更好的液膜均质性,优选的是特定扁平喷孔的曲率半径比 ρ 在50%~90%的范围。在此情况下,由于设为“ $R1>R2$ ”,所以优选的是采用以下举出的第2~第5实施方式等的结构。

[0100] [喷孔形状的变形]

[0101] 接着,参照图13~图17,作为第2~第5实施方式,对特定扁平喷孔的形状相对于第1实施方式不同的变形进行说明。各实施方式的特定扁平喷孔132~135的形状由相当于第1实施方式的图10的、喷孔轴Ho方向的投影视图来表示。在各图中,与图10同样图示了喷射时沿着内壁的燃料的液膜LF。

[0102] 在第2~第4实施方式中,入口开口部14是正圆,其半径是第1曲率半径R1。此外,在

第2～第5实施方式中，共通地，在喷射时燃料相对于长轴Ha所沿着的一侧（即平面部157侧）的内壁中的出口开口部15的长轴方向端部的曲率半径是第2曲率半径R2。在第2、第3实施方式中，出口开口部15的短轴Hb的长度等于入口开口部14的直径（=2×R1）。

[0103] （第2实施方式）

[0104] 图13所示的第2实施方式的特定扁平喷孔132，在相对于长轴Ha的两侧的内壁，同样地将出口开口部15的长轴方向端部的第2曲率半径R2设定得比入口开口部14的第1曲率半径R1小。即，“R2<R1”的关系成立。

[0105] 在出口开口部15的短轴方向的内壁形成有呈直线状的笔直部159。即，出口开口部15被形成为四角是第2曲率半径R2的圆弧状的大致长方形。在第2实施方式中，可以根据曲率半径比ρ的目标值而以简单的形状实现“R2<R1”的关系。

[0106] （第3实施方式）

[0107] 图14所示的第3实施方式的特定扁平喷孔133，在喷射时燃料相对于长轴Ha所沿着的一侧（即平面部157侧）的内壁中，出口开口部15的长轴方向端部的第2曲率半径R2被设定为比入口开口部14的第1曲率半径R1小。此外，在喷射时燃料相对于长轴Ha所沿着的一侧的相反侧（即平面部158侧）的内壁中，作为出口开口部15的长轴方向端部的曲率半径的第3曲率半径R3被设定为比入口开口部14的第1曲率半径R1大。即，“R2<R1<R3”的关系成立。

[0108] 在图14的例子中图示为“R2+R3=2×R1”，在短轴方向的内壁上没有设置笔直部。在“R2+R3<2×R1”的情况下，也可以在短轴方向的内壁设置笔直部。在第3实施方式中，能够使喷射时燃料相对于长轴Ha所沿着的一侧的相反侧的出口开口面积减小。因而，根据专利文献1的认识，使得不完全燃烧生成物（沉积物）难以堆积到内壁上。

[0109] （第4实施方式）

[0110] 图15所示的第4实施方式的特定扁平喷孔134相对于第1实施方式的特定扁平喷孔131，其短轴Hb的长度（2×R2）被设定为比入口开口部14的直径（2×R1）小。即，“R2<R1”的关系成立。这里，在喷射时燃料相对于长轴Ha所沿着的一侧（即平面部157侧），入口开口部14及出口开口部15的内壁相对于喷孔轴Ho的位置一致。

[0111] 另一方面，在喷射时燃料相对于长轴Ha所沿着的一侧的相反侧（即平面部158侧），内壁的一部分被形成为，从入口开口部14越是朝向出口开口部15越接近于喷孔轴Ho。即，形成与通常的锥形喷孔相反倾斜的面。在这样的结构中也能够实现“R2<R1”的关系。

[0112] （第5实施方式）

[0113] 图16所示的第5实施方式的特定扁平喷孔135相对于第1实施方式的特定扁平喷孔131，入口开口部14不是正圆。在喷射时燃料相对于长轴Ha所沿着的一侧（即平面部157侧），入口开口部14的第1曲率半径R1被设定为比出口开口部15的长轴方向端部的第2曲率半径R2大。另一方面，在喷射时燃料相对于长轴Ha所沿着的一侧的相反侧（即平面部158侧），入口开口部14的第4曲率半径R4被设定为比出口开口部15的长轴方向端部的第2曲率半径R2小。即，“R4<R2<R1”的关系成立。

[0114] 这样，入口开口部14也可以不是正圆。例如，通过将以第1实施方式的特定扁平喷孔131的形状加工完成的制品以第5实施方式的特定扁平喷孔135的形状进行追加工，从而能够向使曲率半径比ρ变小的方向修正。

[0115] [喷孔数量、喷孔配置的变形]

[0116] 接着,参照图17~图23,作为第6~第11实施方式,对相对于第1实施方式而多个喷孔的数量或配置不同的变形进行说明。其中,第6~第9实施方式与第1实施方式同样,是搭载在图2、图3所示的侧置式的发动机801中的规格。第10、第11实施方式是搭载在图21所示的中置式发动机802中的规格。

[0117] 第6~第11实施方式的各喷孔配置由相当于第1实施方式的图7的、阀轴Z方向的投影视图来表示。在各实施方式中共通,入口开口部14的中心被配置在以阀轴Z为中心的同心圆 φ_1 上。此外,如上述那样,在阀轴Z方向的投影中,入口开口部14的中心与出口开口部15的中心越远离,意味着图4、图10中参照的喷孔角度 γ 越大。

[0118] 在第9实施方式以外的实施方式中,全部的喷孔构成特定扁平喷孔。即,长轴Ha与包含喷孔轴Ho且平行于阀轴的平面Sh正交,在内壁具有隔着长轴Ha而对置的平面部。如图8所示,由于平面Sh由与喷孔轴Ho相同的线表示,所以省略图中“Sh”的记载。曲率半径比 ρ 在40%~100%的范围。另外,在第9实施方式中,一部分的喷孔构成特定扁平喷孔。

[0119] 进而,在第6~第11实施方式中也引用有关第1实施方式中上述的“利用两个喷雾间的附壁效应,以避免在相邻的3喷雾间形成的闭空间中所产生的负压造成的喷雾干扰”的说明。

[0120] (第6实施方式)

[0121] 图17所示的第6实施方式的燃料喷射阀706与第1实施方式的燃料喷射阀701同样,在阀轴Z的周围配置有5个特定扁平喷孔521~525。与第1实施方式相比,在第6实施方式中,入口开口部14的直径比较大。此外,2~5号喷孔522~525其长轴Ha的长度相对于短轴Hb的长度的比大于1号喷孔521。即,2~5号喷孔522~525被形成为扁平程度更大的扁平喷孔。此外,2、3号喷孔522、523的喷孔角度 γ 为最大。

[0122] 这样,即使是相同的侧置式的5孔规格,也可以适当设计各喷孔的大小及形状、详细的配置等。基本上,不论使用怎样的规格的特定扁平喷孔,都能够实现高分散、高均质的喷雾。

[0123] (第7实施方式)

[0124] 图18所示的第7实施方式的燃料喷射阀707在阀轴Z的周围配置有6个特定扁平喷孔611~616。1号喷孔611及6号喷孔616被配置在基准平面Sy上,2、3号喷孔612、613及4、5号喷孔614、615分别相对于基准平面Sy被对称地配置。2、3号喷孔612、613及4、5号喷孔614、615被配置为,长轴Ha从6号喷孔616侧朝向1号喷孔611侧而远离基准平面Sy。

[0125] 如果着眼于喷孔角度 γ ,则1号喷孔611的喷孔角度 γ 最小,其次2、3号喷孔612、613及6号喷孔616的喷孔角度 γ 较小。并且,4、5号喷孔614、615的喷孔角度 γ 最大。

[0126] 关于喷孔轴Ho朝向阀轴Z的径外方向而倾斜的1号喷孔611、4、5号喷孔614、615及6号喷孔616,阀轴Z侧的内壁为“喷射时燃料沿着的一侧的内壁”。此外,关于喷孔轴Ho朝向离开基准平面Sy的方向而倾斜的2、3号喷孔612、613,基准平面Sy侧的内壁为“喷射时燃料沿着的一侧的内壁”。

[0127] 在6个喷孔全部构成特定扁平喷孔的第7实施方式中,也能够实现高分散、高均质的喷雾。另外,在6孔规格中,除了1、2、3号喷孔611、612、613以外,对于2、4、6号喷孔612、614、616及3、5、6号喷孔613、615、616而言,也在相邻的3喷雾间所形成的闭空间中产生负压,成为喷雾干扰的原因。由此,由两个喷雾间的附壁效应所实现的避免喷雾干扰变得更有

效。

[0128] (第8实施方式)

[0129] 图19所示的第8实施方式的燃料喷射阀708相当于第7实施方式的燃料喷射阀707的关于喷孔配置的变形例,仅1号喷孔621的配置与燃料喷射阀707不同。即,1号喷孔621其喷孔轴Ho从入口开口部14朝向出口开口部15向阀轴Z侧、即相对于阀轴Z向径内方向倾斜。在该结构中,关于1号喷孔621,与其他的喷孔612-616相反,与阀轴Z相反侧即相对于阀轴Z在径向外侧的内壁为“喷射时燃料沿着的一侧的内壁”。

[0130] 这样“喷射时燃料沿着的一侧的内壁”并不一定总是阀轴Z侧的内壁。关于1号喷孔621,在阀轴Z方向的投影中,从出口开口部15观察,入口开口部14侧的内壁为“喷射时燃料沿着的一侧的内壁”。通过该结构,也能够实现高分散、高均质的喷雾。

[0131] (第9实施方式)

[0132] 图20所示的第9实施方式的燃料喷射阀709相当于第7实施方式的燃料喷射阀707的关于喷孔配置的另一变形例。在燃料喷射阀709中,仅4、5号喷孔614、615是与燃料喷射阀707共通的特定扁平喷孔,其他的4个喷孔601、602、603、606是正圆喷孔。4、5号喷孔614、615相当于6个喷孔中的“喷孔角度 γ 为最大的一对喷孔”,可以想到通过采用特定扁平喷孔的形状所带来的高分散、高均质的喷雾的实现效果最大。

[0133] 这样,也可以不是全部的喷孔构成特定扁平喷孔,而是一部分的喷孔构成特定扁平喷孔,其以外的喷孔是正圆喷孔或不为特定扁平喷孔的扁平喷孔。在此情况下,在相对于基准平面Sy对称地配置的多个喷孔中,优选的是至少“喷孔角度 γ 为最大的一对喷孔”构成特定扁平喷孔。例如在5孔规格的第1实施方式的燃料喷射阀701中,优选的是至少4、5号喷孔514、515构成特定扁平喷孔。

[0134] (第10、第11实施方式)

[0135] 接着,参照图21~图23对第10、第11实施方式的燃料喷射阀进行说明。第10、第11实施方式的燃料喷射阀在图21所示的中置发动机802中被搭载在汽缸盖的中央,向燃烧室83内喷射多个圆锥状的燃料喷雾Fo。例如在日本特开2018-31275号公报的图11中公开了中置发动机。图21中的燃料喷射阀的标号使用作为总括标号的“70”。

[0136] 图22所示的第10实施方式的燃料喷射阀710在阀轴Z周围以大致放射状配置有5个特定扁平喷孔531-535。1号喷孔531被配置在基准平面Sy上的与火花塞97相反侧,其他4个喷孔532-535相对于基准平面Sy对称地配置。各喷孔531-535其喷孔轴Ho朝向阀轴Z的径外方向而倾斜,阀轴Z侧的内壁为“喷射时燃料沿着的一侧的内壁”。

[0137] 图23所示的第11实施方式的燃料喷射阀711在阀轴Z的周围相对于基准平面Sy对称地配置有6个特定扁平喷孔631-636。其中,3、4号喷孔633、634的喷孔角度 γ 比1、2号喷孔631、632的喷孔角度 γ 大,而且5、6号喷孔635、636的喷孔角度 γ 被设定得较大。因而,各喷孔631-636不是均等的放射状,而是3、4号喷孔633、634相对于基准正交平面Sx向火花塞97侧偏倚地配置。各喷孔631-636其喷孔轴Ho大致朝向阀轴Z的径外方向而倾斜,阀轴Z侧的内壁成为“喷射时燃料沿着的一侧的内壁”。

[0138] 这样,在搭载于中置发动机802的燃料喷射阀710、711中,通过使1个以上的喷孔为特定扁平喷孔,也能够实现高分散、高均质的喷雾。

[0139] (其他实施方式)

[0140] (a) 也可以不是扁平喷孔中的全部为特定扁平喷孔。即，也可以在一部分中包括“长轴Ha不与包含喷孔轴Ho且平行于阀轴Z的平面Sh正交的扁平喷孔”、或“在内壁不具有平面部的扁平喷孔”、或“曲率半径比小于40%的扁平喷孔”。

[0141] (b) 也可以在喷嘴底部12的与喷嘴筒部11相反侧的面122中，在喷孔13的开口周围形成有例如专利文献2的图22所示那样的凹部。在该结构中，将形成在凹部底面的开口视为出口开口部15，将经过出口开口部15的中心的轴定义为喷孔轴Ho。通过形成凹部，能够将喷孔轴长调整得较短。

[0142] (c) 燃料喷射阀中的各部件的结构并不限于图1所示的结构，也可以进行变更以得到同样的功能。例如，相邻的同材质的部件既可以分体地形成，也可以一体地形成。

[0143] (d) 本公开的燃料喷射阀并不限于直喷式的汽油发动机，也可以适用于柴油发动机或进气道燃油喷射式的汽油发动机等。

[0144] 以上，本公开并不限于这样的实施方式，在不脱离其主旨的范围内能够以各种形态实施。

[0145] 对本公开依据实施方式进行了记述。但是，本公开并不限于该实施方式及构造。本公开也包含各种变形例及等同范围内的变形。此外，各种组合及形态，进而在它们中仅包含一要素、包含其以上或其以下的其他的组合及形态也落入在本公开的范畴及思想范围内。

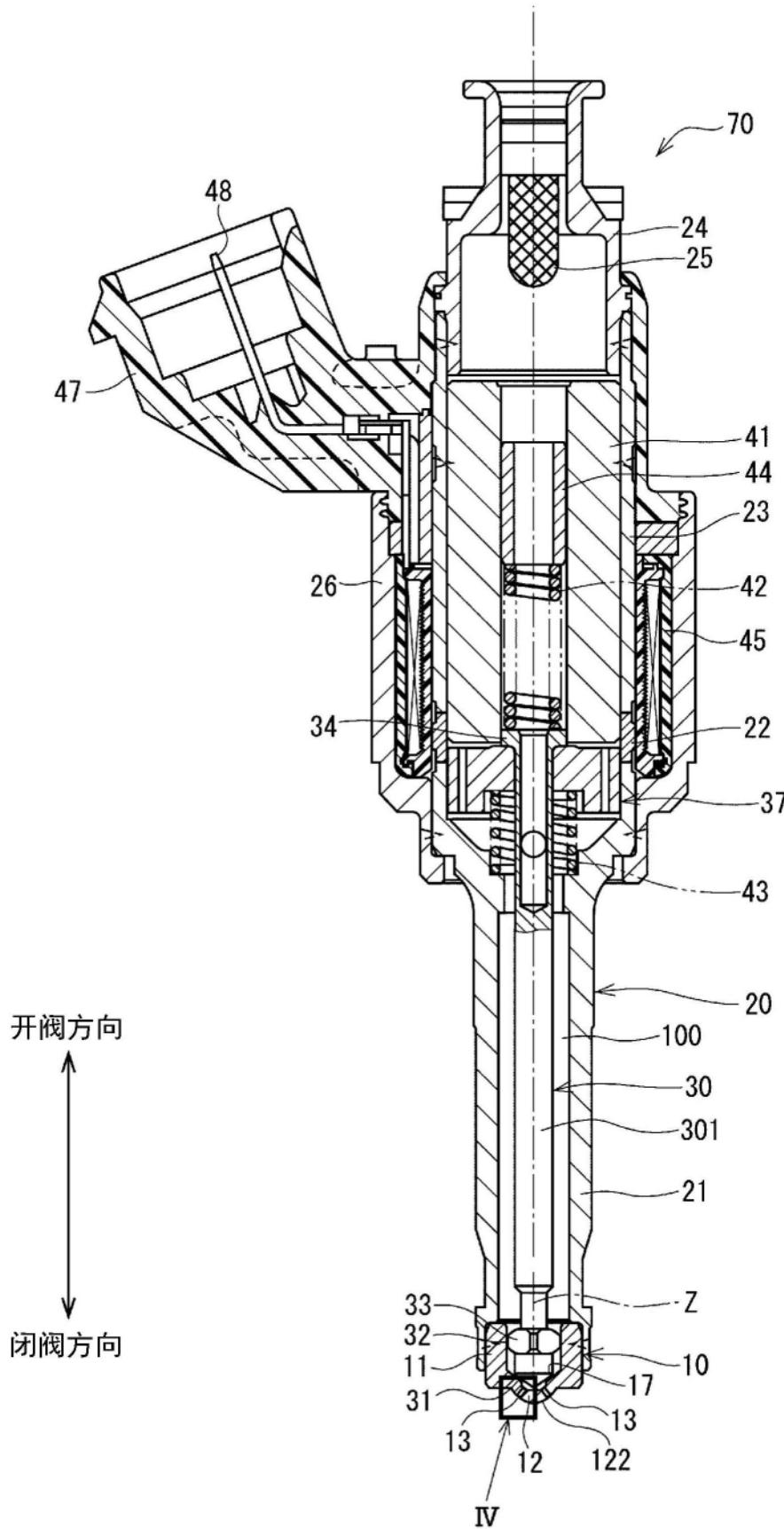


图1

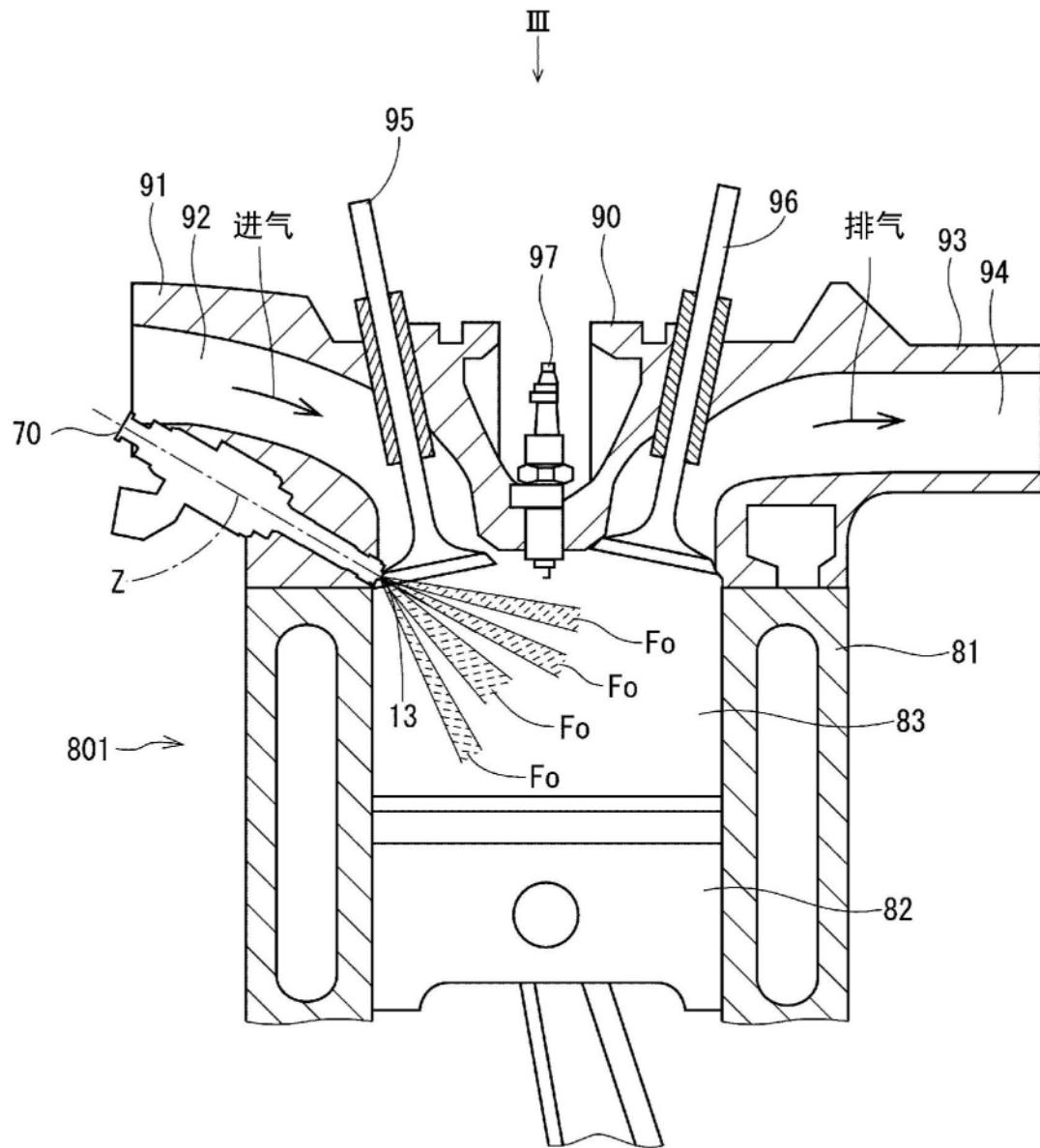


图2

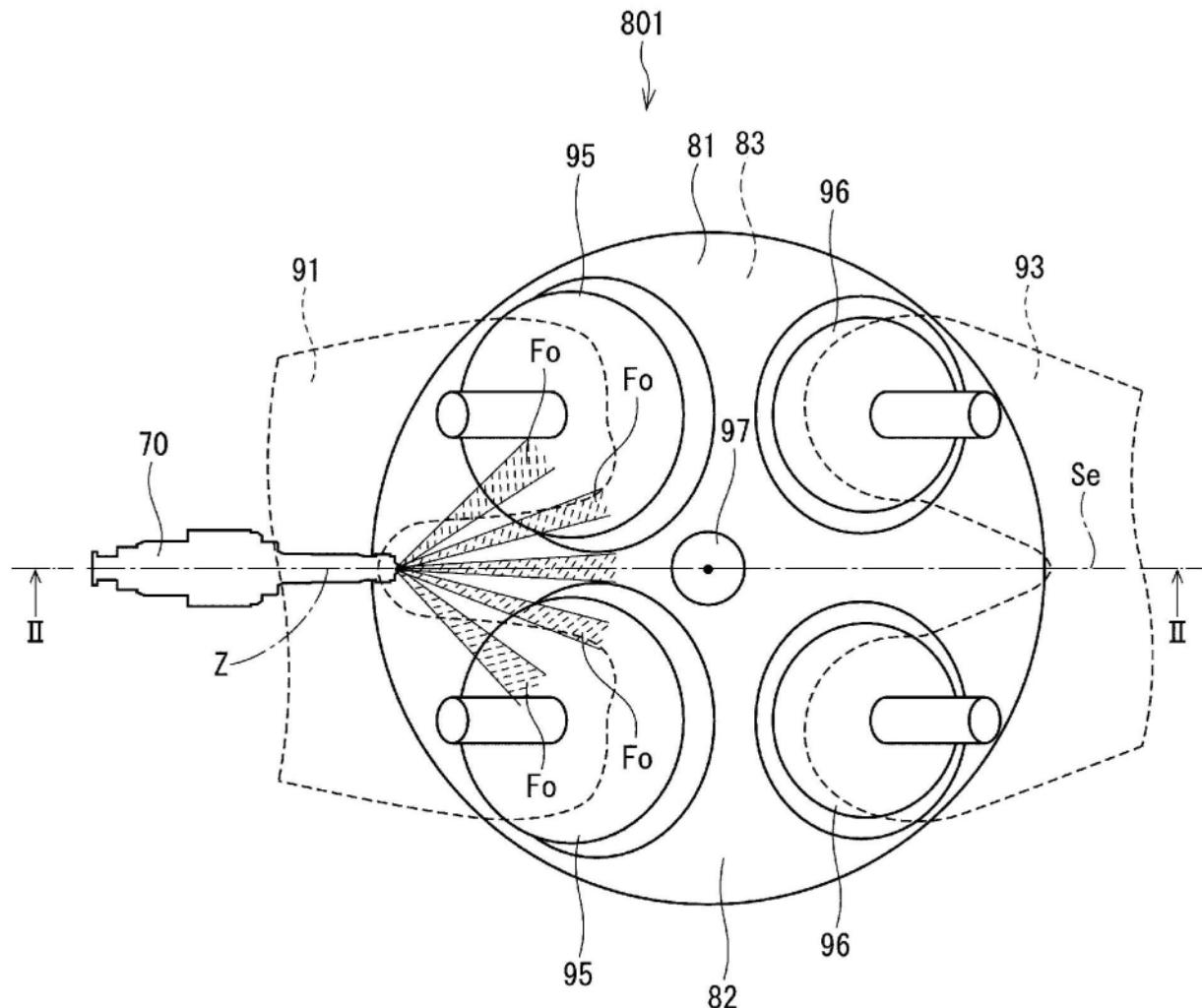


图3

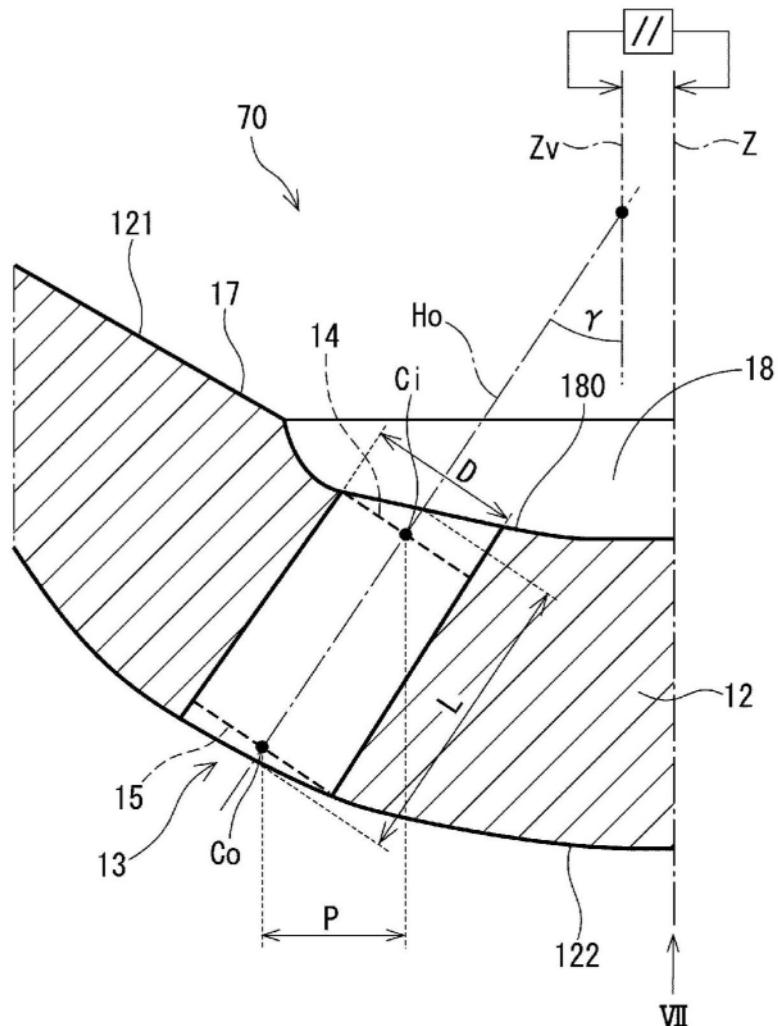


图4

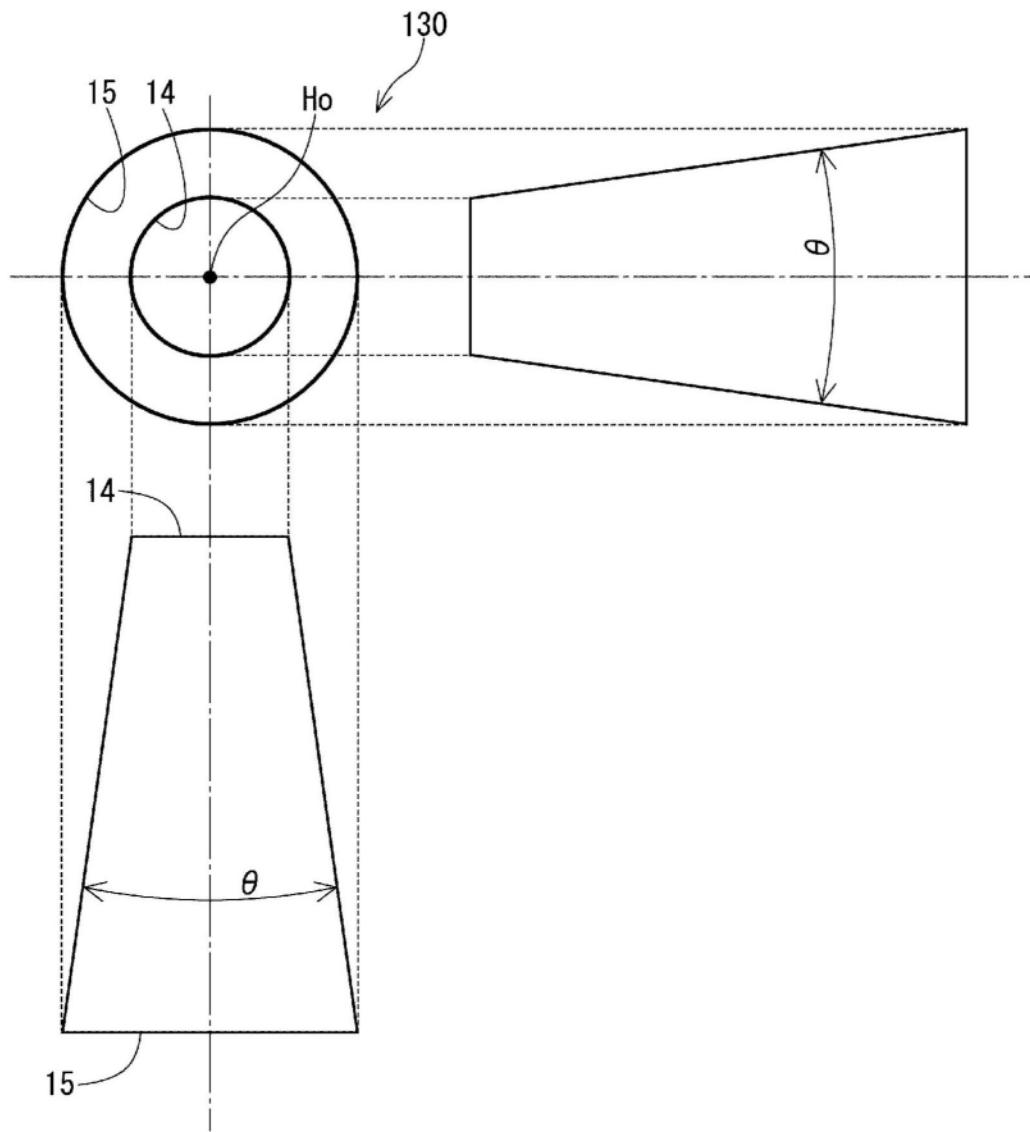
比较例（锥形喷孔）

图5

本实施方式（扁平喷孔—跑道形喷孔）

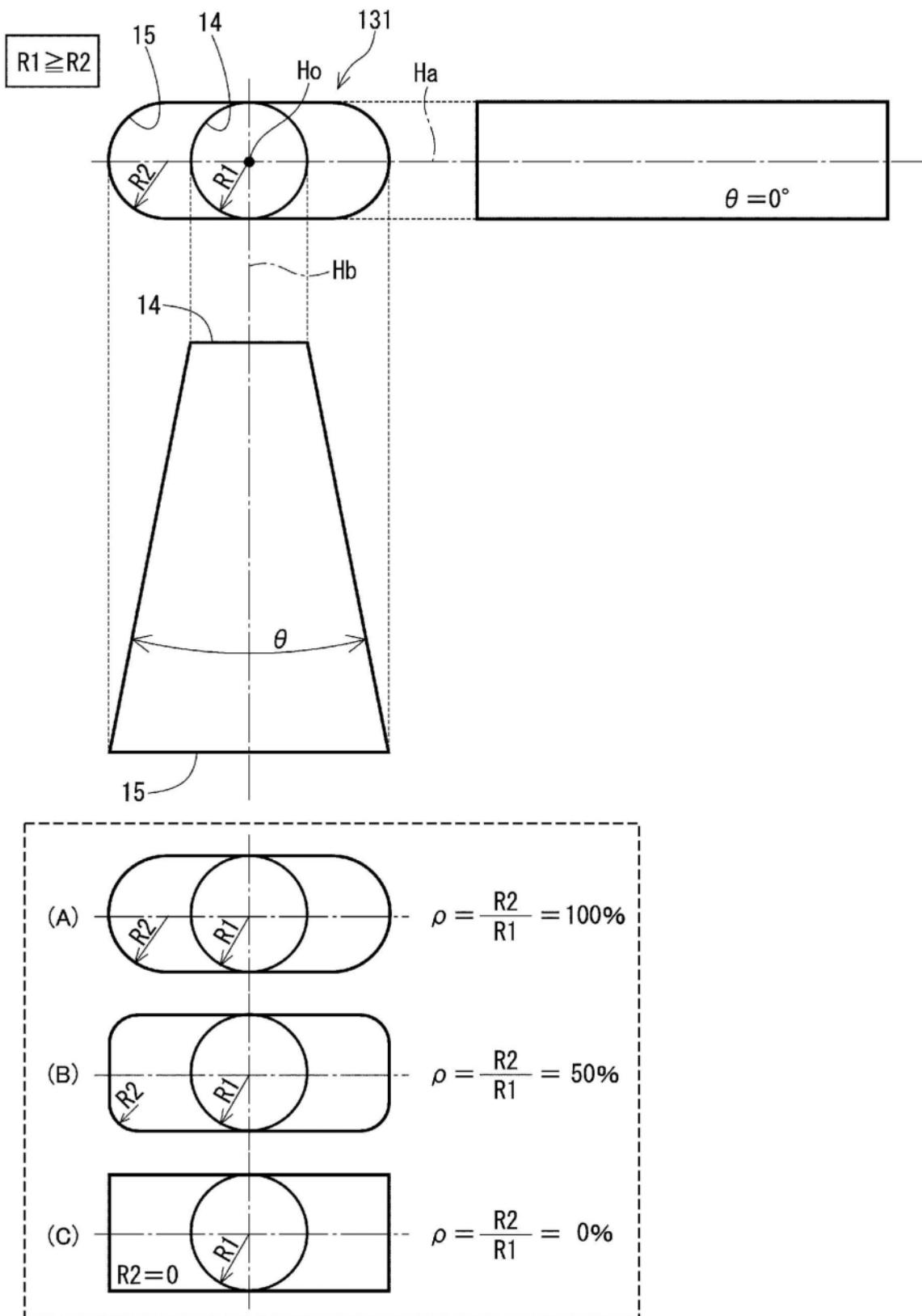


图6

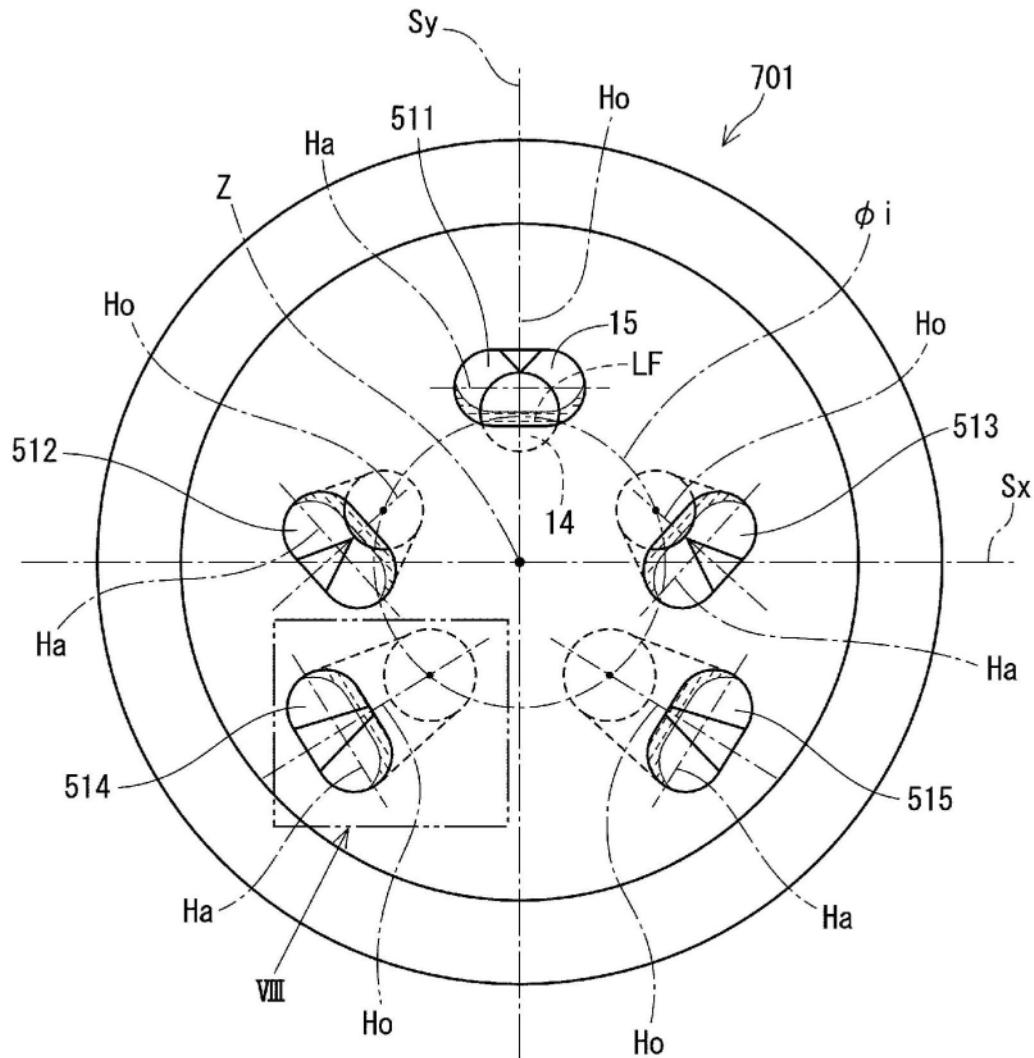
第1实施方式

图7

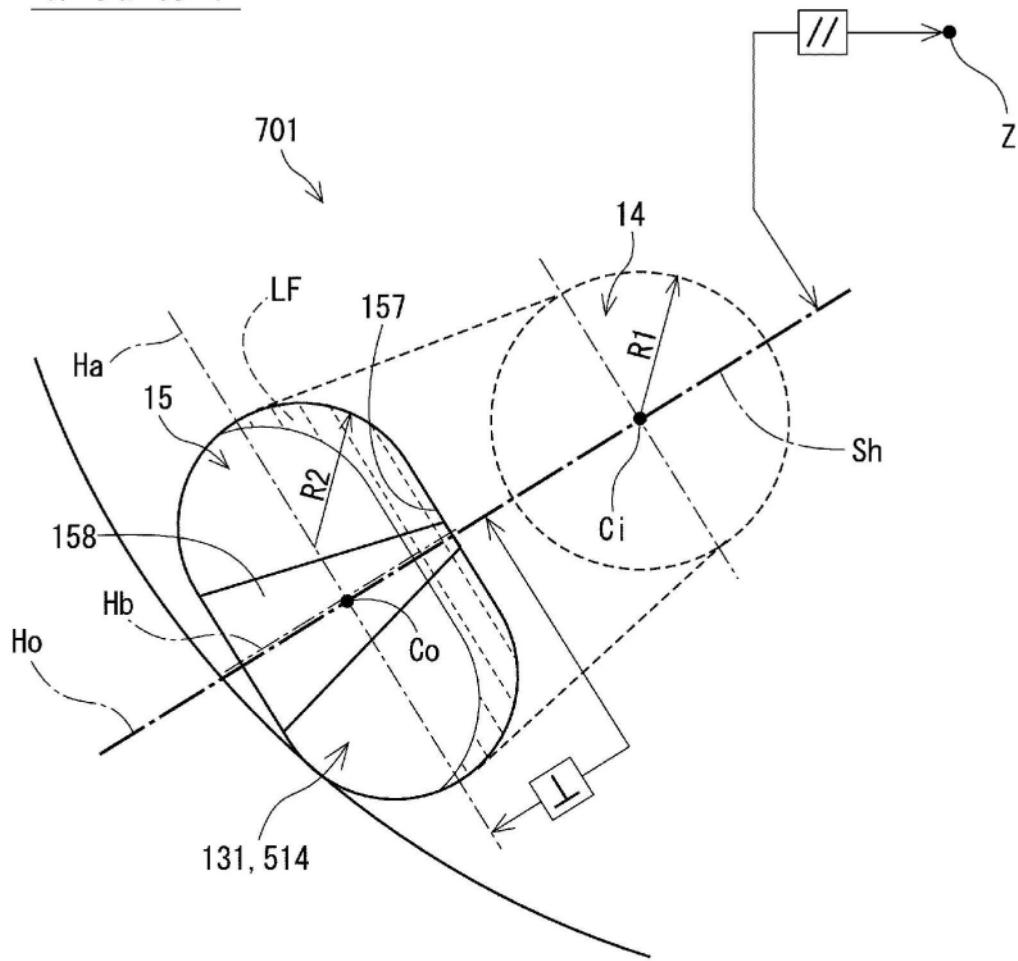
第1实施方式

图8

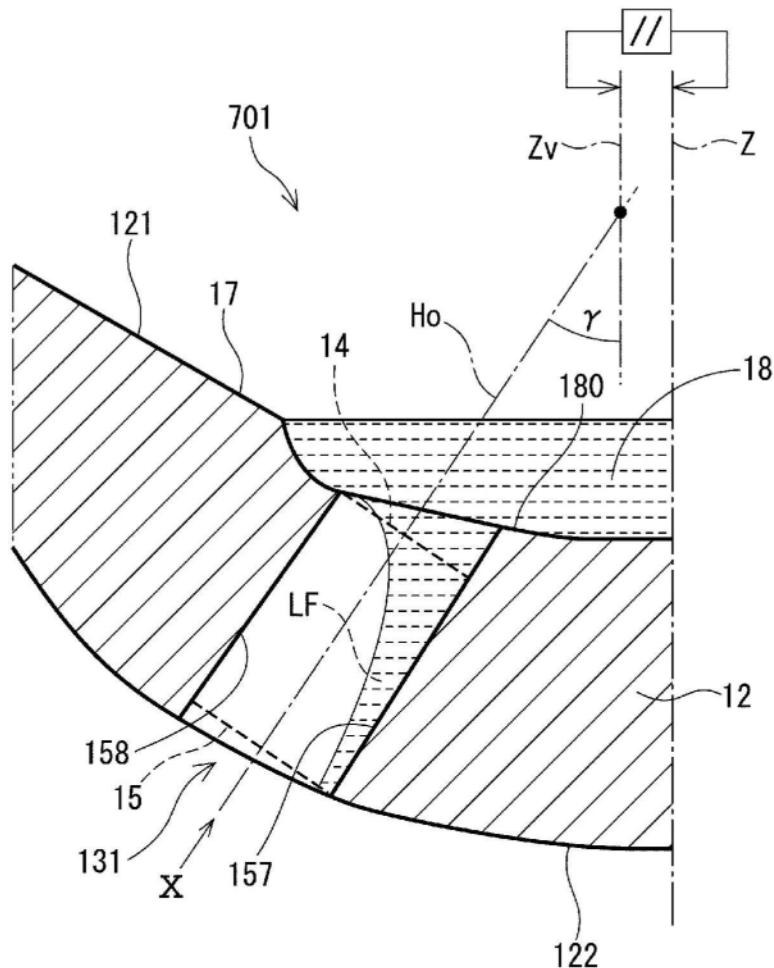


图9

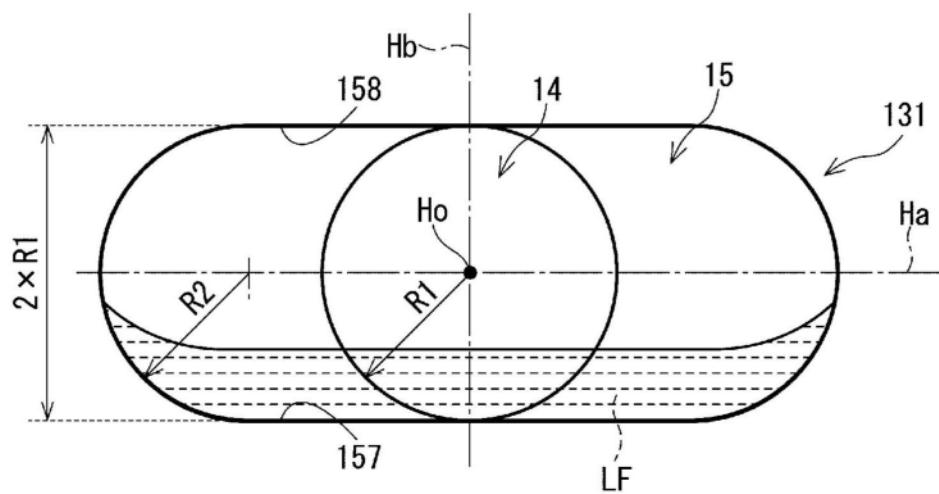
第1实施方式

图10

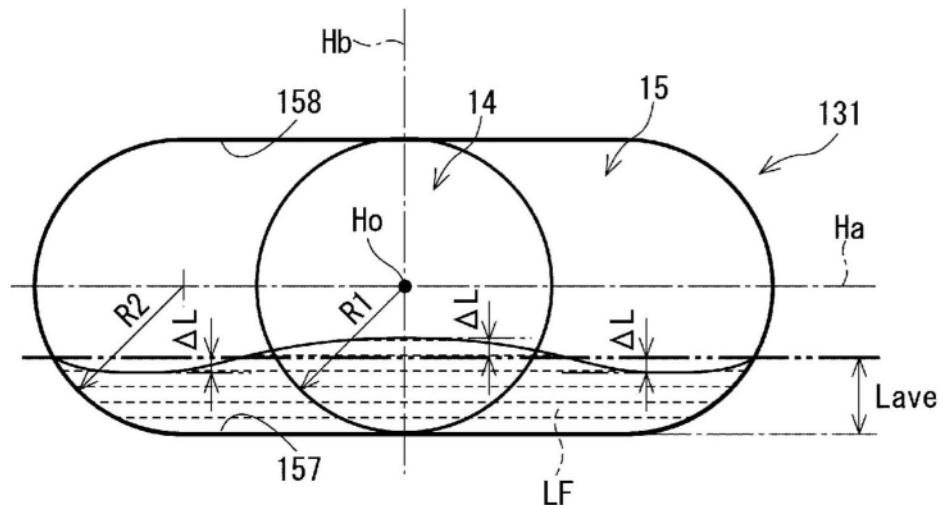


图11

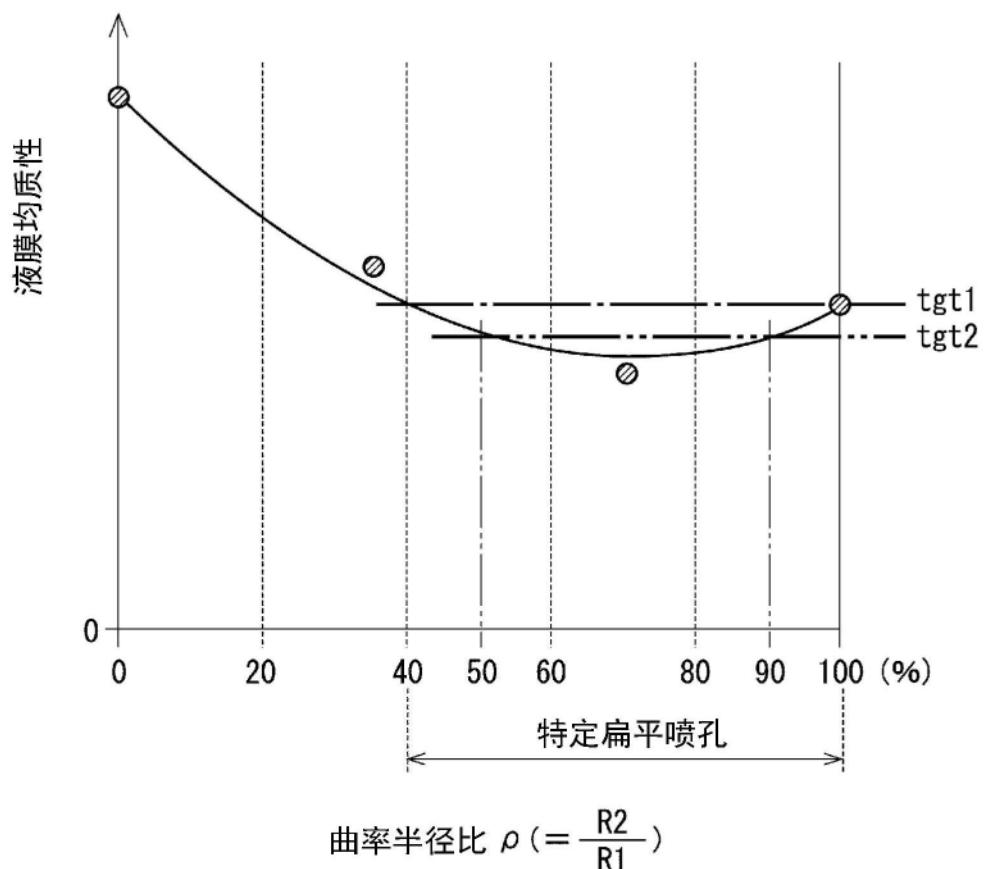


图12

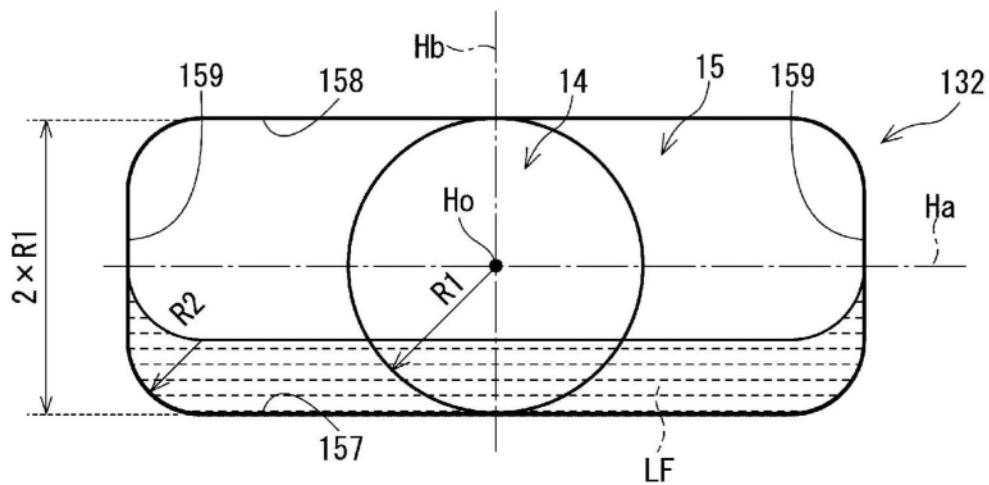
第2实施方式

图13

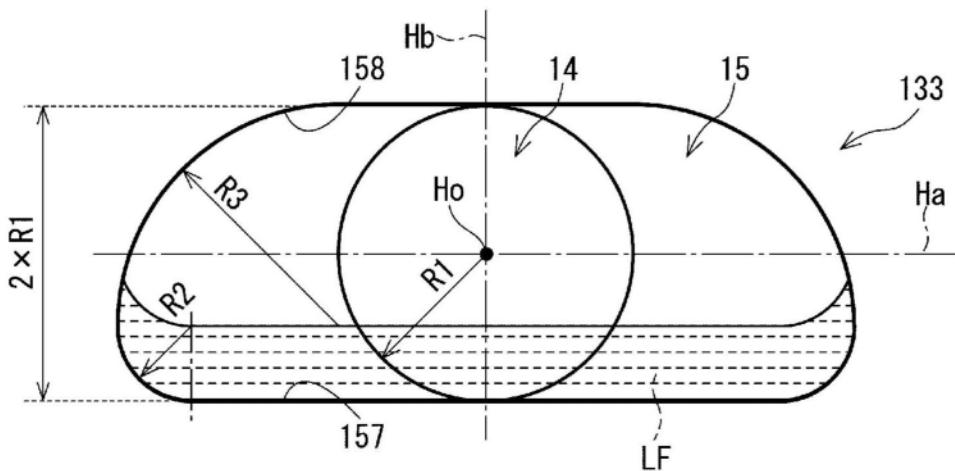
第3实施方式

图14

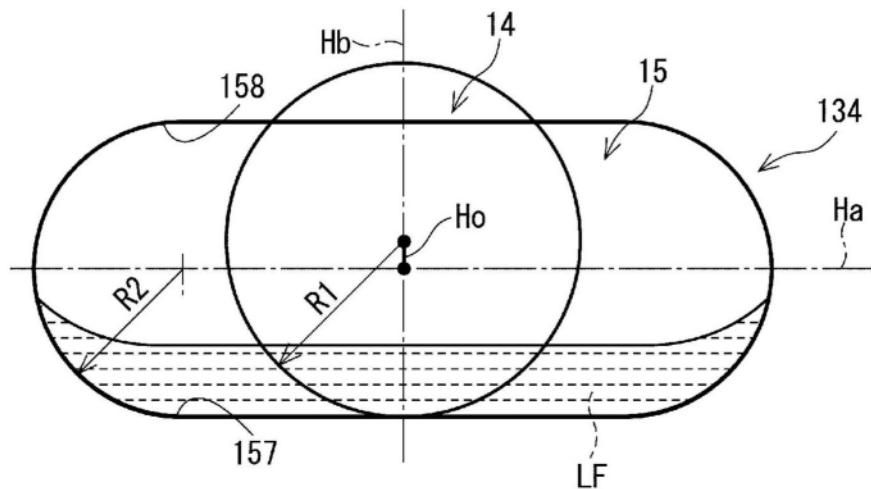
第4实施方式

图15

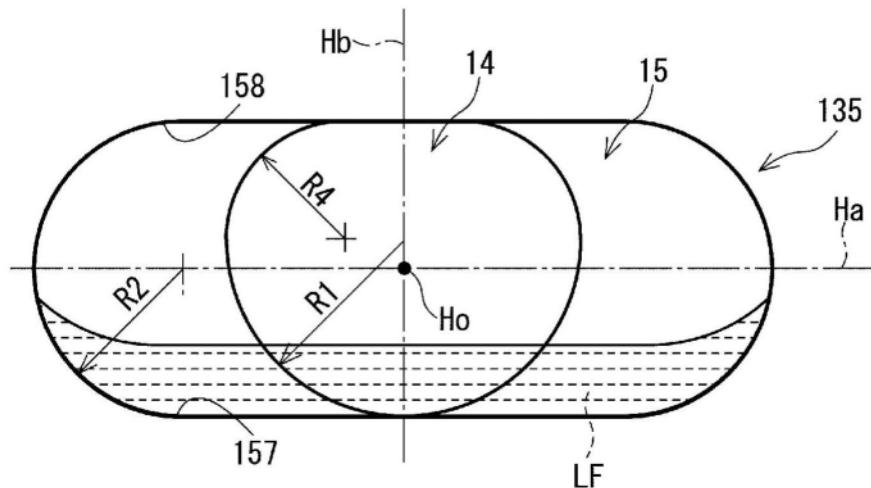
第5实施方式

图16

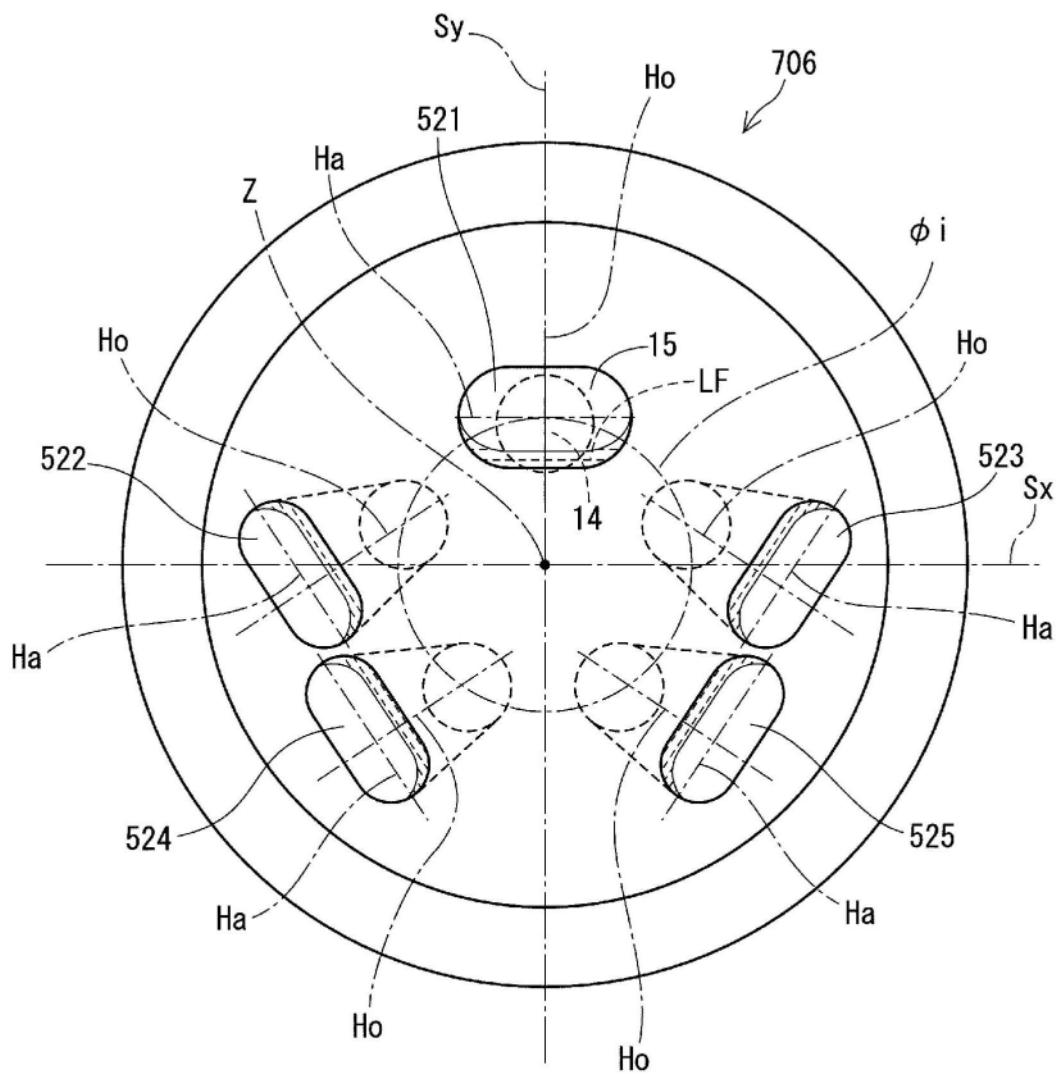
第6实施方式

图17

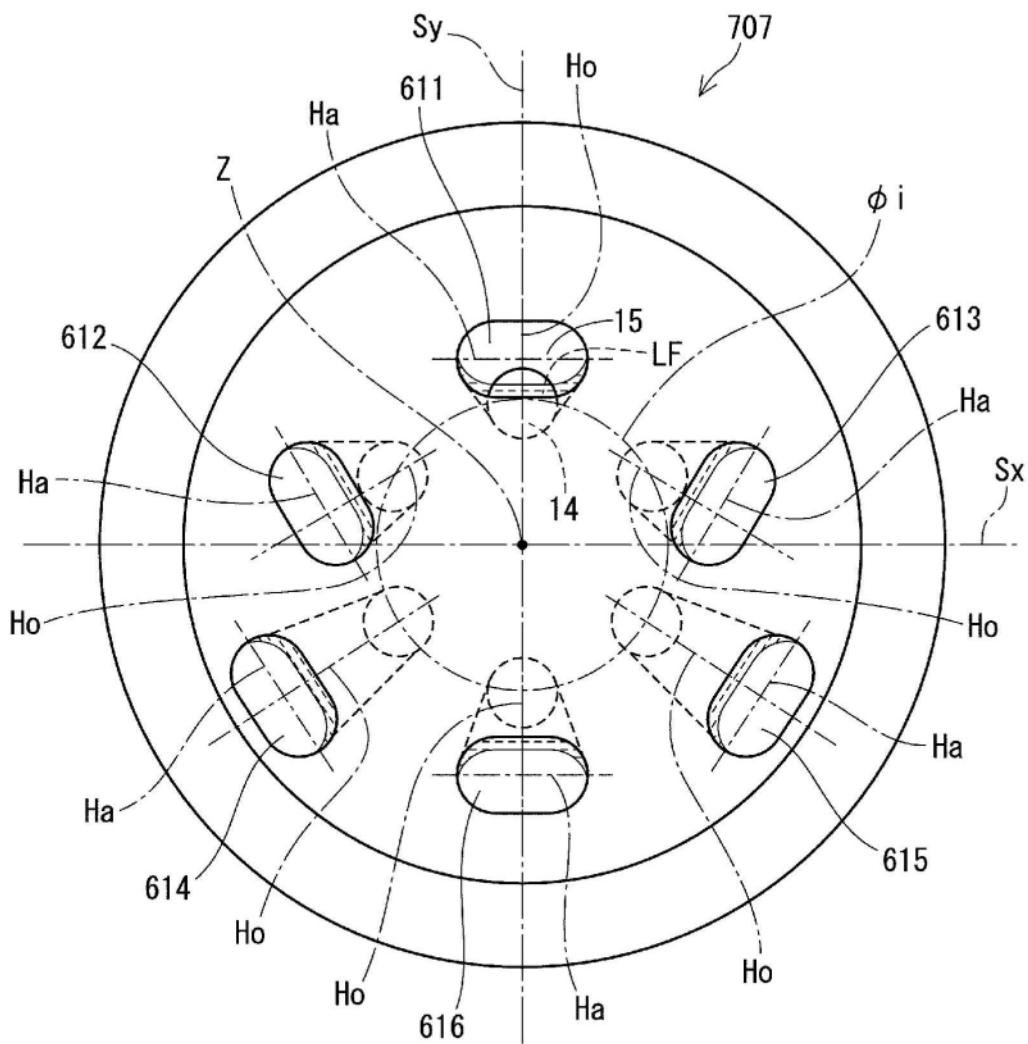
第7实施方式

图18

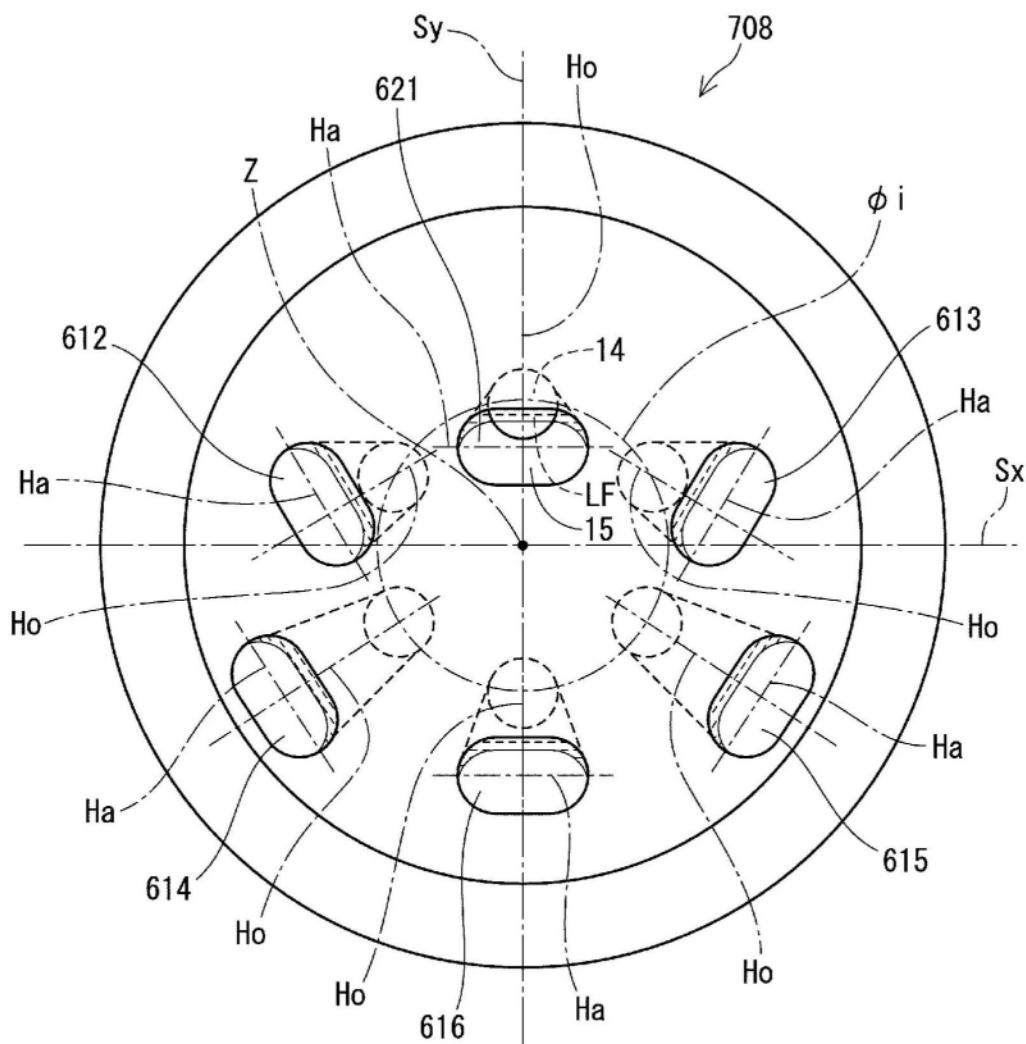
第8实施方式

图19

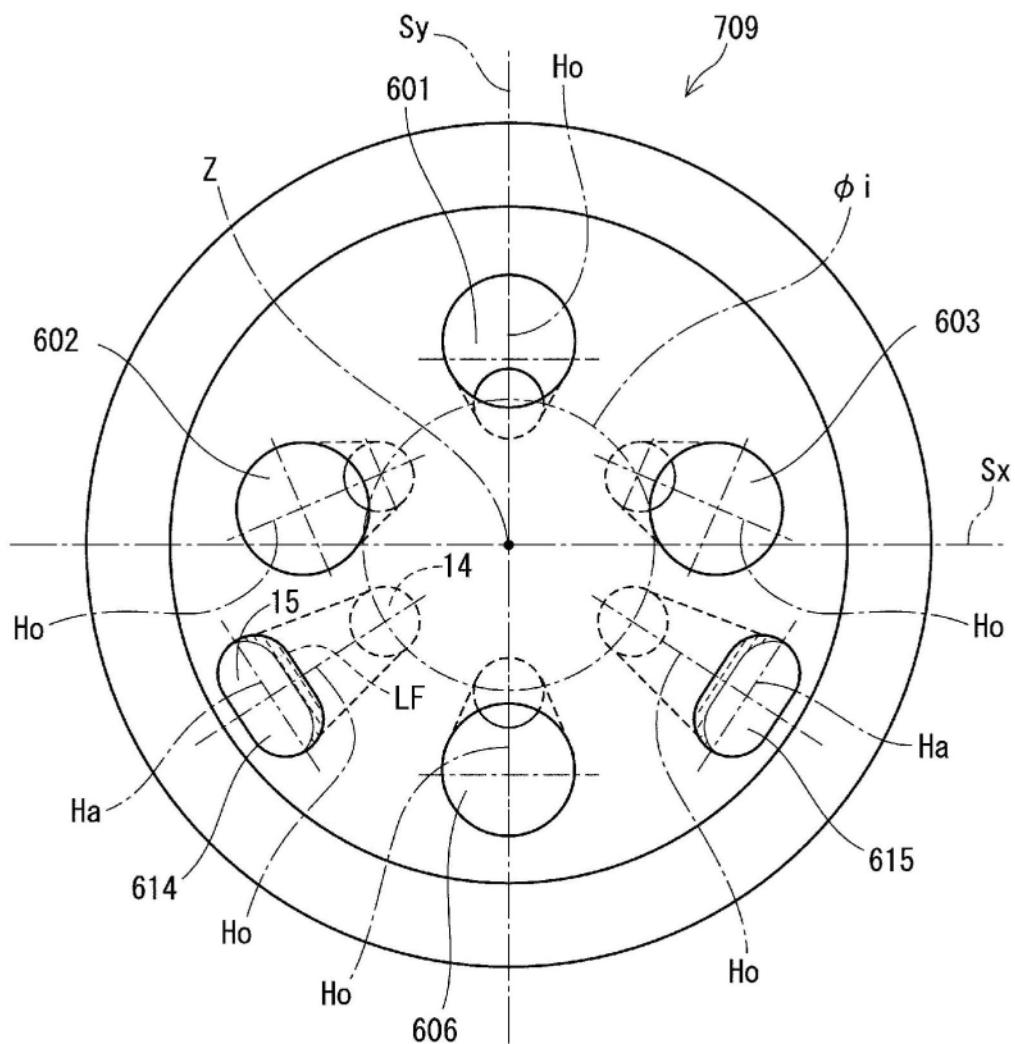
第9实施方式

图20

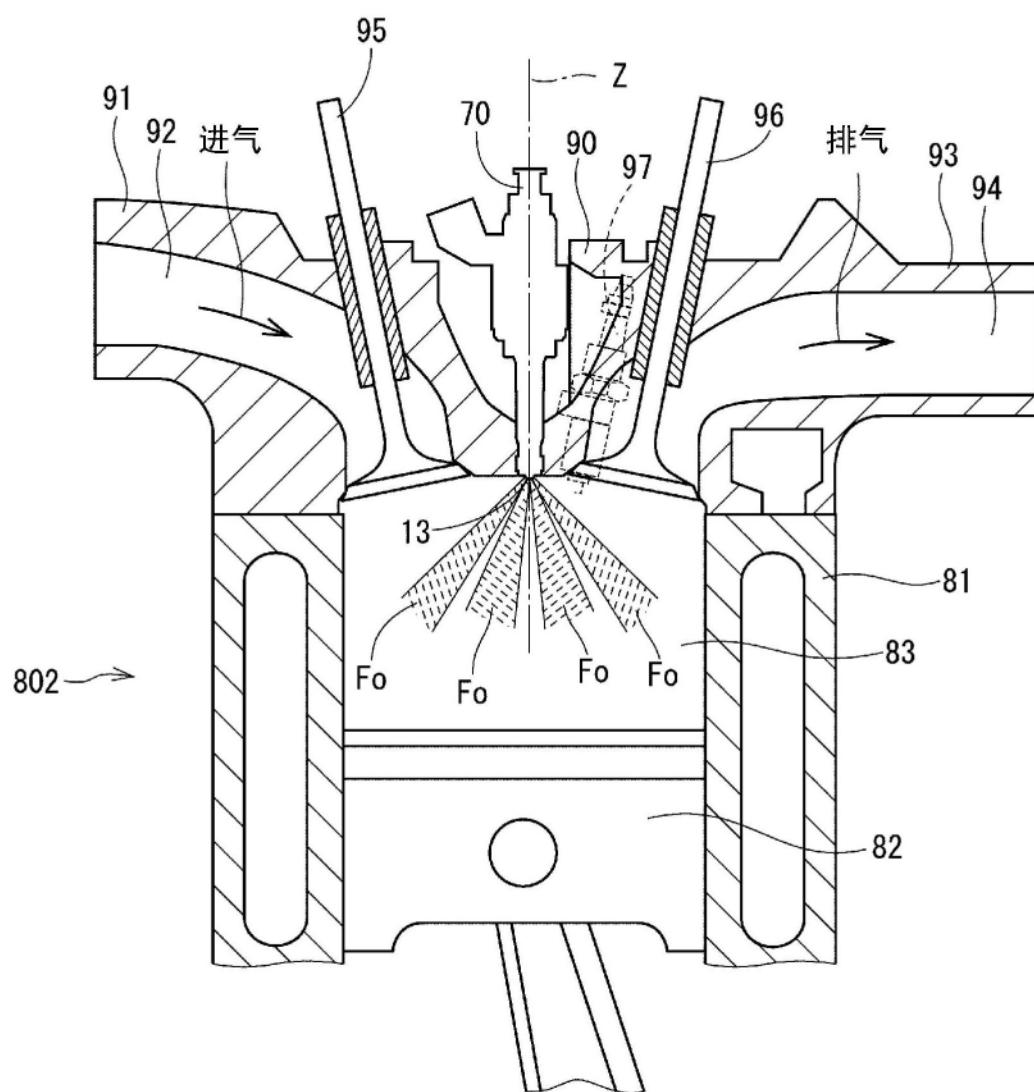


图21

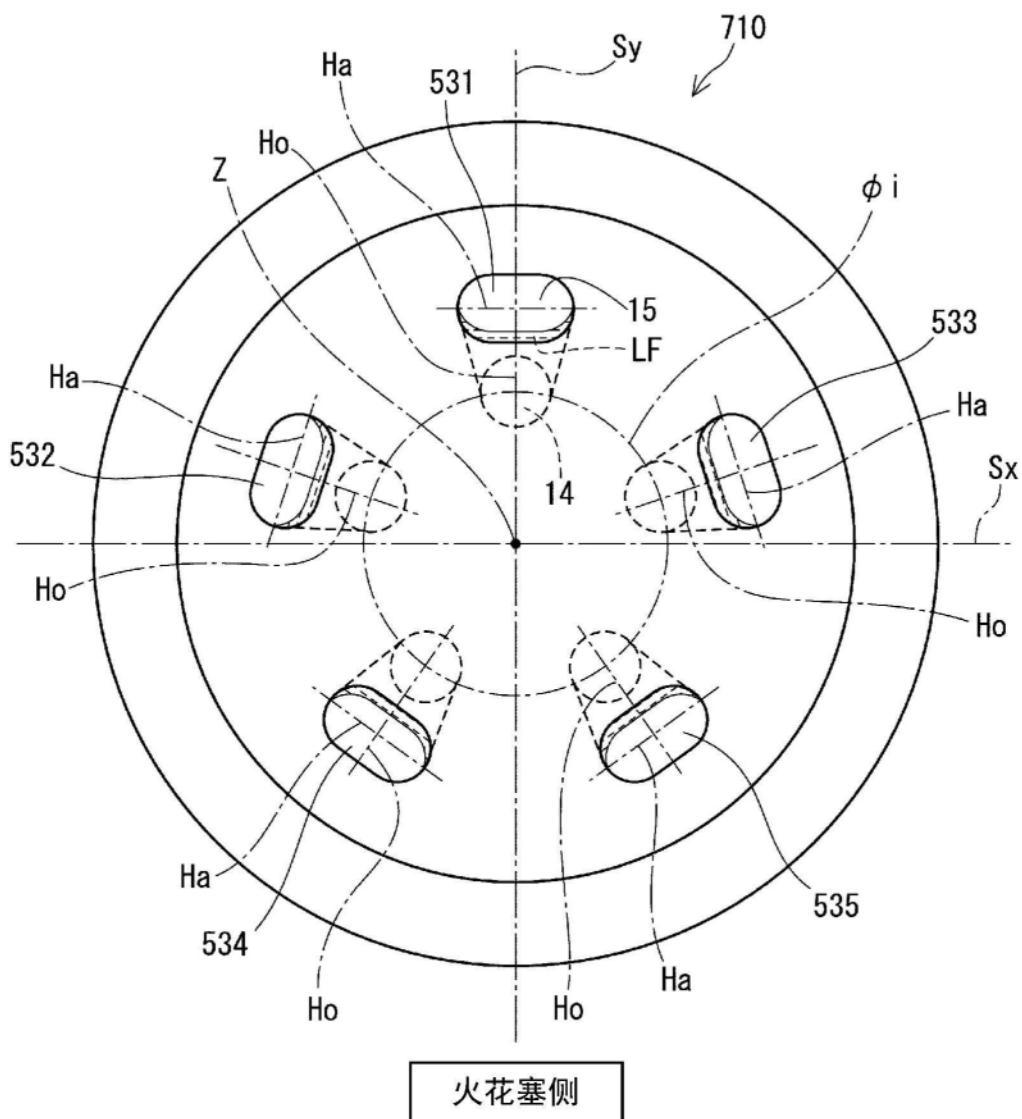
第10实施方式

图22

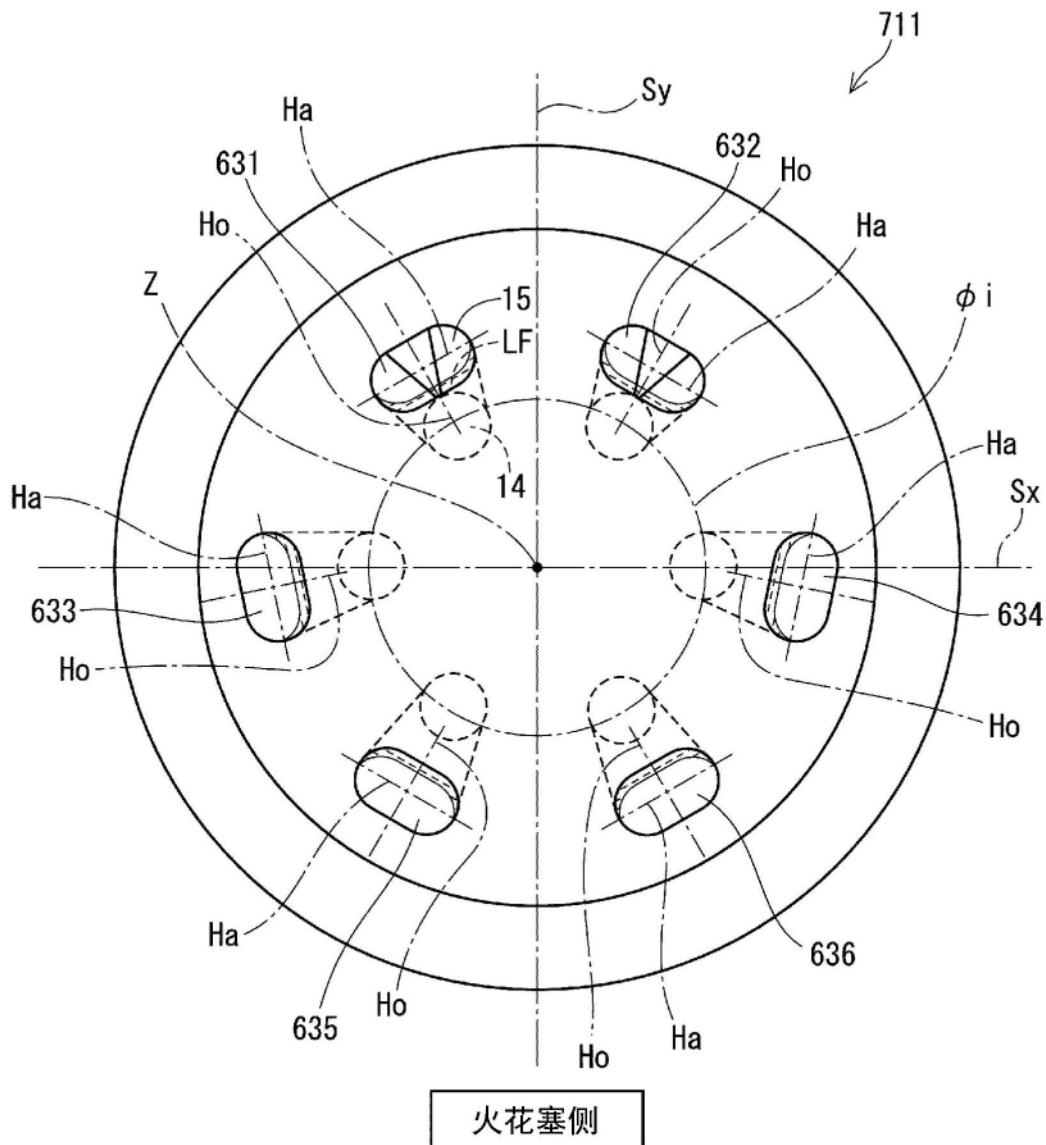
第11实施方式

图23