

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 97114179.7

[45] 授权公告日 2002 年 2 月 27 日

[11] 授权公告号 CN 1079893C

[22] 申请日 1997. 12. 9 [24] 颁证日 2002. 2. 27

[21] 申请号 97114179.7

[30] 优先权

[32] 1996. 12. 13 [33] JP [31] 334155/96

[73] 专利权人 三菱自动车工业株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 织田英幸 五岛贤司 宫本政幸

[56] 参考文献

EP355960 1990. 2. 28 F02S27/02

WO96/36808 1996. 11. 21 F02S51/08

审查员 肖光庭

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所

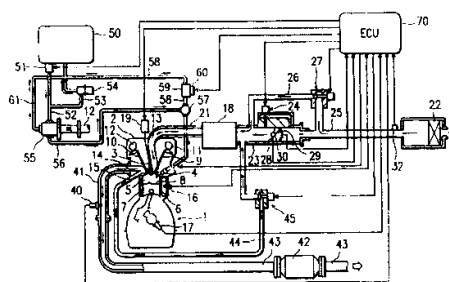
代理人 方晓虹

权利要求书 1 页 说明书 11 页 附图页数 4 页

[54] 发明名称 缸内喷射式内燃机的控制装置

[57] 摘要

一种缸内喷射式内燃机的控制装置,具有电子控制单元和改变发动机进气系统的进气通路有效长度的可变进气装置。电子控制单元根据发动机运转状态选择压缩行程喷射模式和进气行程喷射模式中的一种模式,同时控制可变进气装置,以使发动机在压缩行程喷射模式的低速区域运转时进气通路的有效长度比发动机的其他运转区域时短,而无论用何种燃料喷射模式都能稳定地燃烧且能改善燃料消耗并提高发动机的功率输出。



ISSN 1008-4274

权 利 要 求 书

1.一种缸内喷射式内燃机的控制装置,用于根据发动机运转状态而选择用压缩行程进行燃料喷射的压缩行程喷射模式或者用进气行程进行燃料喷射的进气行程喷射模式中至少1个模式的缸内喷射式内燃机,其特征在于,具有:

改变把空气导入所述内燃机(1)的燃烧室(5)的进气通路(18a、18b、18c;或84)有效长度的可变进气装置(18或80);

以及根据所述所选择的喷射模式而使所述可变进气装置(18或80)动作,以改变所述进气通路(18a、18b、18c;或84)有效长度的进气通路长度控制装置(70),在所述压缩行程喷射模式下,所述可变进气装置(18或80)在所述进气通路长度控制装置(70)的控制下动作,使所述进气通路(18a、18b、18c;或84)的有效长度比所述进气行程喷射模式下的有效长度短。

2.根据权利要求1所述的缸内喷射式内燃机的控制装置,其特征在于,还具有:

对发动机运转状态进行检测的运转状态检测装置(29、32);

且所述可变进气装置(18或80)在所述进气通路长度控制装置(70)的控制下根据所述运转状态检测装置(29、32)检测的发动机运转状态而改变所述进气通路(18a、18b、18c;或84)的有效长度。

3.根据权利要求1所述的缸内喷射式内燃机的控制装置,其特征在于,把所述压缩行程喷射模式下的进气通路长度的变更量设定得小于所述进气行程喷射模式下的变更量或是设定为零。

4.根据权利要求1所述的缸内喷射式内燃机的控制装置,其特征在于,还具有对与发动机负荷有相关关系的负荷相关值(P_e)进行检测的负荷相关值检测装置(29、32、70);

且所述进气行程喷射模式至少具有用比理论空燃比更浓的空燃比运转所述内燃机(1)的浓缩模式、以及用理论空燃比附近的空燃比进行运转的理论空燃比模式;

在选择所述浓缩模式或所述理论空燃比模式时,当发动机旋转速度(N_e)在规定转速以下且负荷相关值(P_e)在规定值以上时,把所述进气通路长度设定得比压缩行程喷射模式下的长度长。

说明书

缸内喷射式内燃机的控制装置

本发明涉及缸内喷射式内燃机的控制装置，尤其涉及利用可变进气装置改善燃料消耗及发动机输出的缸内喷射式内燃机的控制装置。

火花点火式多缸内燃机的进气系统由具有节气阀的进气管、以及把来自进气管的空气分配给各气缸的进气总管构成。而且，随着各气缸内活塞的上下运动及进气阀的开闭，进气系统内的空气压力周期性地变化。

如果气压波动导致的正压力波到达打开着的进气阀，即会促进向气缸内的进气。即，产生进气波动造成的增压效果。另外，当某一气缸的进气阀打开时产生的负压力波到达别的气缸的进气阀时，会使进气受到抑制。即，在气缸之间产生进气干扰。甚至在进入的空气向气缸一侧转移的过程中，进气会产生惯性。由于这种进气惯性，会产生增压效果。进气惯性随着发动机转速的增大及进气管长度的增大而增大。

考虑到上述因素，进气系统的构造应能提高进气效率。为了减轻进气干扰，在进气管和进气总管之间设置均压箱。另外，将进气系统做成能通过进气惯性和进气波动得到增压效果。然而，为得到增压效果所需的最佳进气管长度是根据发动机转速变化的，而且进气管长度通常是固定的。故难以在整个发动机转速区域内得到增压效果。

为此，提出了各种根据发动机运转状态而使进气管长度变化的可变进气装置。譬如有一种可变进气装置是通过开闭进气控制阀而选择设置在进气总管上游部与下游部之间的迂回进气通路的有效长度增大功能，可将进气总管的有效长度作2级切换。这种装置在发动机低转速时关闭进气控制阀，经过迂回进气通路而使空气流入进气总管下游部，而在高转速时则打开进气控制阀，使空气不经过迂回进气通路而直接流入进气总管下游部。这样，根据发动机转速而变化有效管长，可以在整个转速区域内提高进气效率。

不过，在火花点火式内燃机上，为了减少有害气体的排出及改善燃料消耗，提出了用直接向燃烧室喷射燃料的缸内喷射式内燃机来取代传统的进气管喷射式内燃机。典型的缸内喷射式内燃机在进行低负荷运转时，用压缩行程从燃料喷射阀向设在活塞顶部的气室内喷射燃料，点火时在火花塞的周围生成大致理论混合气，并在其周围生成稀薄混合气。一旦通过这种压缩行程喷射模式（后期喷射模式）下的燃料喷射进行层状供气，从缸内整体看，即使是稀薄的混合气也有可能着火，可减少有害气体成分的排出量，同时大大改善燃料消耗。另外，在进行中、高负荷运转时，是用进气行程喷射燃料，在缸内均匀地

形成理论混合气或浓混合气，既可防止浓混合气失火，又可得到所需的发动机功率输出。

为了稳定压缩行程喷射模式下的层状供气进而稳定层状燃烧而作了各种努力。譬如，提出过使活塞顶部的气室内发生进气旋转流（譬如所谓滚转流或涡旋流），通过旋转流的作用在气室内保持理论空燃比附近的混合气。

本发明人为了进一步改善缸内喷射式内燃机的燃料消耗及功率输出，尝试了利用可变进气装置。根据试验，如果把内燃机的燃料喷射模式与可变进气装置的动作模式（进气管的有效长度）结合，显然不能得到稳定的燃烧。譬如，在进行压缩行程喷射模式下的发动机运转时，一旦延长有效管长，便不能得到稳定的燃烧。根据本发明人的知识，要使压缩行程模式下发动机运转时的燃烧稳定化，必须产生强大的旋转流，以提高层状供气的程度（供气的层状程度）。有效管长延长后不能得到稳定燃烧的理由在于，没有发生强度足以得到所需的层状供气程度的旋转流。旋转流的强度可用譬如旋转流比（旋转流转速与发动机转速之比）来表示，旋转流比越大，旋转流的强度就越大。另外，在中、高负荷发动机运转用的进气行程喷射模式（前其喷射模式）时，尽管旋转流可促进进气缸内混合气的均匀化，但旋转流的强度对燃烧稳定性没有太大影响。

本发明的目的在于提供一种利用可变进气装置实现燃烧稳定化、同时改善燃料消耗及发动机输出的缸内喷射式内燃机的控制装置。

本发明提供一种根据发动机运转状态而选择用压缩行程进行燃料喷射的压缩行程喷射模式或者用进气行程进行燃料喷射的进气行程喷射模式中至少1个模式的缸内喷射式内燃机的控制装置。

该控制装置具有可变进气装置和进气通路长度控制装置，前述可变进气装置可以变更把空气导入前述内燃机燃烧室的进气通路的有效长度，前述进气通路长度控制装置根据前述选择的喷射模式而使前述可变进气装置动作，以变更前述进气通路的有效长度。在所述压缩行程喷射模式下，前述可变进气装置在所述进气通路长度控制装置的控制下动作，使前述进气通路的有效长度比所述进气行程喷射模式下的有效长度短。

本发明的优点在于可以利用可变进气装置的进气通路有效长度可变功能，使缸内喷射式内燃机稳定地燃烧，以改善燃料消耗和发动机功率输出。特别是可以在压缩行程模式下发动机运转时缩短进气通路有效长度，以生成强大的旋转流，可以稳定层状供气，进行稳定的层状燃烧。

譬如，当为了形成足以进行管长调节的长度且避免妨碍周围零件而使用具有复杂形状的迂回通路的可变进气装置时，一旦在压缩行程喷射模式下的发动机运转时经过迂回进气通路而进气，有时不能得到强度足以实现所需层状供气程度的旋转流。而本发明可在压缩行程喷射模式下的发动机运转时缩短迂回进气通路，可得到所需强度的旋转流。结果是可使层状供气程度达到所要求，

可实现燃烧稳定化。而且，即使是使用其他形式的可变进气装置也能实现同样的效果。

在本发明中，最好前述控制装置还具有对发动机运转状态进行检测的运转状态检测装置。前述可变进气装置在前述进气通路长度控制装置的控制下根据前述运转状态检测装置检测的发动机运转状态而变更前述进气通路的有效长度。

采用上述较佳装置构造，可以根据发动机运转状态而将进气通路长度变更为最佳长度，可以得到与发动机运转状态相适应的惯性增压效果，提高进气效率。

最好把前述压缩行程喷射模式下的进气通路长度的变更量设定得小于前述进气行程喷射模式下的变更量或是设定为零。

采用上述较佳装置构造，由于压缩行程喷射模式下的进气通路长度的变更量缩小或是为零，可以使进气管内的空气流动更加顺畅，可以在气缸内产生的强大的旋转流。在进气行程喷射模式中，可以使进气通路长度比压缩行程喷射模式时更大地变化，根据发动机运转状态而提高进气效率。其结果是，可在整个发动机运转区域内保持良好的燃烧，同时提高进气效率。

在本发明中，最好前述控制装置还具有负荷相关值检测装置，该检测装置对与发动机负荷有相关关系的负荷相关值进行检测。前述进气行程喷射模式至少具有用比理论空燃比更浓的空燃比进行前述内燃机的运转的浓缩模式、以及用理论空燃比或其附近的空燃比进行运转的理论空燃比模式。在选择前述浓缩模式或前述理论空燃比模式时，当发动机旋转速度在规定转速以下且负荷相关值在规定值以上时，把进气通路长度设定得比压缩行程喷射模式时还长。

采用上述较佳装置构造，在选择浓缩模式或理论空燃比模式时，当进行中转速·高负荷的发动机运转时，可以延长进气通路的长度。其结果是，通过惯性增压效果而提高进气效率，以增大发动机功率输出。

对附图的简单说明

图 1 是装有本发明第 1 实施例控制装置的缸内喷射式内燃机概略图。

图 2 第 1 实施例控制装置中所用的可变进气装置的概略图。

图 3 是图 1 内燃机的燃料喷射控制所用的图形。

图 4 是表示本发明第 2 实施例控制装置的可变进气装置的概略长度方向图。

图 5 是用不同于图 4 的尺寸而沿 V - V 线表示图 4 可变进气管的概略横剖视图。

以下结合附图说明装有本发明一实施例的控制装置的火花点火式缸内喷射式内燃机。

如图 1 所示，在发动机 1 的气缸盖 2 上，各气缸装有火花塞 3 和电磁式燃

料喷射阀 4，由此而向燃烧室 5 内直接喷射燃料。在上下滑动自如地保持在气缸 6 上的活塞 7 的顶面，在压缩行程后期从燃料喷射阀 4 喷射的燃料喷雾到达的位置上形成呈半球状凹部的气室 8。另外，该发动机 1 的压缩比设定得高于进气管喷射式（本实施例为 12 左右）。采用 DOHC4 阀式作为动阀机构，在气缸盖 2 的上部设有对进排气阀 9、10 分别进行驱动的进气侧凸轮轴 11、排气侧凸轮轴 12。

在气缸盖 2 上以穿过两个凸轮轴 11、12 之间的状态在大致直立方向形成进气通道 13，通过该进气通道 13 的进气流在燃烧室 5 内可发生滚转流。另一方面，排气通道 14 则与普通发动机一样，在大致水平方向形成，大口径的 EGR 通道 15 向斜下方分支。在发动机 1 上设有检测冷却水温 T_w 的水温传感器 16，以及以各气缸的规定曲柄位置输出曲柄转角信号 SGT 的曲柄转角传感器 17，该曲柄转角传感器可根据曲柄转角信号 SGT 检测发动机转速 N_e 。在火花塞 3 上还设有输出高电压的点火线圈 19。另外，在以曲柄轴的一半转速旋转的凸轮轴上设有对气缸识别信号 SGC 进行输出的气缸识别传感器（未图示），可以识别曲柄转角信号 SGT 所属的气缸。

在进气通道 13 上，经过进气总管 21 而连接着进气管 25，该进气管 25 具有节流体 23、作为进气量校正装置发挥作用的步进电动机式第 1 空气旁通阀（# 1ABV）24 及空气滤清器 22。在进气管 25 上还并列设有绕过节流体 23 而把空气导入进气总管 21 的大口径空气旁通管 26，在其管路上设有线性螺线管式的大型第 2 空气旁通阀（# 2ABV）27。空气旁通管 26 具有以进气管 25 为准的流路面积，在 # 2ABV 阀 27 全开时可按发动机低中速区域所要求的量进气。另一方面，# 1ABV 阀 24 的流路面积小于 # 2ABV 阀 27，用于对进气量进行微调。

节流体 23 上设有开闭流路的蝶式节流阀 28，同时还设有对节流阀 28 的开度 θ_{th} 进行检测的节流位置传感器 29、以及对节流阀 28 的全闭状态进行检测以对发动机的怠速状态进行检测的怠速开关 30。另外，在空气滤清器 22 的内部装有用于求出进气密度的大气压传感器、进气温度传感器（均未图示），输出与大气压、进气温度对应的信号。在进气管 25 的入口附近还设有对进气量 Q_a 进行检测的卡门涡旋式空气处理器 32，输出与每一进气行程的体积空气流量成比例的涡旋发生信号。另外，也可设置对进气管 25 内的进气压力进行测量的升压传感器来取代空气处理器 32。

见图 2，本实施例的可变进气装置 18 为有效管长度切换式的。可变进气装置 18 具有构成进气管 25 下游部分的第 1 进气管路 18a，管路 18a 的下游端部构成均压箱。在第 1 管路 18a 的下游端连接着第 2 进气管路（迂回管路）的上游端。用符号 18b 表示一个第 2 管路。两个管路 18a、18b 的连接部位称为第 1 连通部。在与第 1 连通部相邻的第 2 连通部，在第 1 管路 18a 的下游端，连

接着与第2管路18b共同构成有效长度可变的进气总管21的第3进气管路的上游端。用符号18c表示一个第3管路。在第2连通部，设有允许或阻止管路18a、18c连通的进气控制阀（其中一个用18d表示）。在与第2连通部相邻的第3连通部，第2管路18b的下游端与第3管路18c的上游端连接。第3管路18c的下游端与发动机1的各气缸进气通道13的上游端连接。

可变进气装置18的管路18a、18b及18c设置成不妨碍发动机1所在车辆发动机室内所设的各种零件或发动机罩的状态。除了这些一般必要条件外，第2管路18b还必须形成其上、下游端与第3管路18c的下游端连接的形状，同时必须具有能增大进气总管21有效长度的足够长度。这样，第2管路18b便具有相当长的长度，具有弯曲的长度方向形状，而且还具有随长度方向位置而变化的剖面形状。因此，第2管路18b中的空气阻力增大。

特别是采用所谓的直立通道式V型发动机时，发动机上部和发动机罩之间的空间狭小，所以是在发动机的左右气缸斜坡之间设置可变进气装置18。在这种场合，为了避免妨碍各种发动机零件，要进一步增大第2管路18b的剖面面积变化。还有，第1及第3管路18a、18c的弯曲度和剖面形状变化较少。

设置在管路18a和管路18c所连接的第2连通部的进气控制阀18d经过未图示的杆等连接构件而与螺线管33的可动杆33a连接。螺线管33具有与电子控制单元（ECU）70的输出端连接的励磁线圈。进气控制阀18d譬如在螺线管33被加力时取允许管路18a、18c连通的接通位置（图2中用虚线表示），而在螺线管33被除力时取阻止两个管路连通的断开位置（图2中用实线表示）。

当进气控制阀18d取接通位置时，第1管路18a经过第2管路18b而与第3管路18c连接，进气总管21的管长（更一般地说是发动机进气系统的进气通路长度）增加。从进气管25供给的空气如图2中实线箭头所示，在管路18a、18b、18c的路径流动。这时，由于第2管路18b的进气阻力，可变进气装置18管路内的空气流动减弱，燃烧室5内形成的滚转流减弱。而当进气控制阀18d取接通位置时，第2管路18b被短路，第1管路18a直接与第3管路18c连接，进气总管21的管长缩短。而且进气总管21的管路弯曲度减少，其剖面面积变化也减少。进入的空气如图2虚线箭头所示，在管路18a、18c的路径流动。这时，没有了第2管路18b的空气阻力，故可变进气装置18的通路内的空气流动变得顺畅，滚转流加强。

在排气通道14上，经过安装有O₂传感器40的排气总管41而连接着具有三元催化剂42及未图示的消音器等的排气管43。另外，上述的EGR通道15经过大口径EGR管44而与节流阀28的下游且与进气总管21的上游连接，在其管路中设有步进电动机式EGR阀45。

燃料箱50的燃料被电动式低压燃料泵51抽取并经过低压供油管52向发动机1一侧输送。低压供料管52内的燃油压力被夹装在回油管53的管路内的第

1 燃料压力调节器 54 调节成较低的压力。输送到发动机 1 一侧的燃料用安装在气缸盖 2 上的高压燃料泵 55 经过高压供油管 56 和输出管 57 而输送到各燃料喷射阀 4。高压燃料泵 55 通过凸轮轴 11 或 12 驱动，在发动机 1 的怠速运转时也能产生 5MPa ~ 7Mpa 以上的排出压力。输出管 57 内的燃油压力被夹装在回油管 58 的管路内的第 2 燃料压力调节器 59 调节成较高的压力。燃料压力切换阀 60 安装在第 2 燃料压力调节器 59 上，可以在接通状态下把燃料降压，以将输出管 57 内的燃料压力降低。回油管 61 使对高压燃料泵 55 进行过润滑和冷却等的一部分燃料流回燃料箱 50 内。

在驾驶室内设置 ECU (电子控制单元) 70，该 ECU70 具有输入输出装置、用于存储控制程序和控制图形等的存储装置 (ROM、RAM、非易失 RAM 等)、中央处理器 (CPU)、定时计数器等，用该 ECU70 对发动机 1 进行综合控制。

在 ECU70 的输入端，连接着以上述各种传感器以及对动作时成为发动机 1 的负荷的空调装置、动力转向装置、自动变速装置等的动作状况进行检测的开关类 (均未图示)，并把各种检测信号提供给 ECU70。ECU70 上除了上述各种传感器和开关外，还在输入端连接着未图示的多个开关和传感器，在输出端也连接着各种报警灯和仪器等。

ECU70 根据来自上述各种传感器及开关的检测信号，决定燃料喷射模式以及燃料喷射量、燃料喷射结束时期、点火时期、EGR 气体的导入量等，并对燃料喷射阀 4、点火线圈 19、EGR 阀 45 等进行驱动控制。

以下简单说明前述发动机 1 的控制。

当驾驶员把点火开关拨到接通位置时，ECU70 便将低压燃料泵 51 和燃料压力切换阀 60 接通，以向燃料喷射阀 4 供给低压力的燃料。这是由于在发动机 1 起动时高压燃料泵 55 只作不完全动作。

接着，当驾驶员把点火开关拨到起动位置时，发动机 1 被未图示的起动机发动，同时开始用 ECU70 进行燃料喷射控制。这时，ECU70 选择进气行程喷射模式 (前期喷射模式)，同时增加燃料进行喷射，以形成较浓的空燃比。这是因为冷机时燃料的气化率低。即，通过对燃料增量而充分确保燃烧所需的燃料。另外，ECU70 在这样的起动时将 # 2ABV 阀 27 关闭，故向燃烧室 25 的供气是通过节流阀 28 与进气管 25 周壁之间的间隙和设有 # 1ABV 阀 24 的旁通通路进行的。

当起动结束、发动机 1 开始怠速运转时，高压燃料泵 55 开始额定的排出动作。相应地，ECU70 把燃料压力切换阀 60 切断，向燃料喷射阀 4 供给高压燃料。而且在冷却水温 T_w 上升到规定值之前，ECU70 与起动时一样，选择进气行程喷射模式进行燃料喷射以确保较浓的空燃比，同时 # 2ABV 阀 27 也继续关闭。附带说一句，与空调器等辅机负荷的增减相应的怠速转速控制与传统的

进气管喷射式发动机相同，是通过 # 1ABV 阀 24 进行的。而一旦 O_2 传感器 40 被激活，ECU70 即根据 O_2 传感器 40 的输出电压开始空燃比反馈控制，通过三元催化剂 42 将有害排出气体加以净化。这样，在冷机时，进行与进气管喷射式发动机大致相同的燃料喷射控制。由于缸内喷射式发动机的进气总管 21 的壁面上无燃料滴附着，故可提高控制的响应性和精度。

一旦发动机 1 的预热结束，ECU70 即根据从进气量 Q_a 或节流阀开度 θ_{th} 等得到的目标平均有效压（目标负荷） P_e 和发动机转速（旋转速度） N_e ，从图 3 的燃料喷射控制图上检索当前的燃料喷射控制区域，并决定燃料喷射模式、燃料喷射量及燃料喷射时期，以驱动燃料喷射阀 4，此外还对 # 1、# 2ABV 阀 24、27 和 EGR 阀 45 的开阀进行控制。

在怠速运转等低负荷·低转速运转时，如图 3 的图形所示，形成压缩行程喷射稀薄区域（后期喷射稀薄区域），故 ECU70 选择压缩行程喷射模式（后期喷射模式），同时根据运转状态将 # 2ABV 阀 27 及 EGR 阀 45 打开并进行燃料喷射，以形成稀薄的空燃比（例如 30 到 40 的程度）。

从进气通道 13 流入燃烧室 5 的空气形成滚转流，由于滚转流的作用，燃料喷雾保存在活塞 7 的气室 8 内。其结果，点火时理论空燃比附近的混合气在火花塞 3 的周围形成层状，从整体来说，即使用稀薄的空燃比也能点火。这样，可以将 CO 和 HC 的排出量控制得极小，同时不仅减少了泵损耗，还大大改善了燃料消耗。根据辅机负荷等的增减而进行的怠速转速控制是通过增减燃料喷射量来进行的，故与传统的控制进气的方法相比，控制响应性非常高。另外，ECU70 在该控制区域把 EGR 阀 45 打开，且向燃烧室 5 内输入大量（譬如 30% 以上）的 EGR 气体，由此而使 NO_x 也大幅度减少。

另外，在定速行驶等中负荷区域，是根据发动机负荷和发动机转速 N_e 而形成图 3 中的进气行程喷射稀薄区域（前期喷射稀薄区域）、或理论空燃比反馈区域（理想配比反馈区域）或开路区域，因此 ECU70 选择进气行程喷射模式（前期喷射模式），同时进行燃料喷射，以便形成适应各个运转区域的规定的空燃比。即，在进气行程喷射稀薄区域，控制 # 1、# 2ABV 阀 24、27 的开阀量和燃料喷射量并关闭 EGR 阀，以形成较稀薄的空燃比（譬如 20 ~ 23 的程度）。而在理论空燃比反馈区域，对 # 2ABV 阀 27 和 EGR 阀 45 进行开闭控制，同时根据 O_2 传感器 40 的输出电压而进行空燃比反馈控制，以便使空燃比达到理论空燃比附近。

在进气行程稀薄喷射区域，从进气通道 13 流入的进气流形成滚转流，由于滚转流造成的湍流效果，即使在稀薄的空燃比时也能点火。而且在理论空燃比反馈区域，通过较高的压缩比可得到较大的功率输出，同时用三元催化剂 42 将有害排出气体成分加以净化，同时控制 EGR 阀 45 并将适量的 EGR 气体导入燃烧室 5 内，这样可减少 NO_x 的发生。

在急加速时和高速行驶时等高负荷区域, 形成图 3 中的开路区域, 故 ECU70 选择进气行程喷射模式 (浓缩模式), 同时将 # 2ABV 阀 27 关闭, 并根据进气量 Q_a 或节流阀开度 θ_{th} 和发动机转速 N_e 等进行燃料喷射, 以形成较浓的空燃比 (比理论空燃比还要浓的空燃比)。另外, 在中高速行驶过程中的惯性运转时形成燃料切断区域, 故 ECU70 停止燃料喷射。这样, 既可改善燃料消耗, 又可减少有害气体成分的排出量。该燃料的切断在发动机转速 N_e 低于回复转速时, 或驾驶员脚踩加速踏板时立即中止。

以下结合图 2 说明用可变进气装置 18 控制进气总管 21 的管长。

在图 2 所示的可变进气装置 18 上, 一旦进气控制阀 18d 关闭, 即形成由进气通路 18a、18b 及 18c 构成的、有效长度长的低速型通道, 而一旦进气控制阀 18d 打开, 则形成由进气通路 18a、18c 构成的、有效长度短的高速型通道。低速型通道比高速型通道多了一个进气通路 18b, 故其有效长度长且剖面形状变化大。而且, 经过低速型通道而向燃烧室 5 供给的空气所形成的滚转流强度 (层状供气程度) 弱。而经过高速型通道供给的滚转流强度强。可见滚转流的强度是随着进气总管 21 (可变进气装置 18 的进气通路) 的有效长度而变化的。如前所述, 滚转流的强度影响到缸内喷射式内燃机中的燃烧状态。

在本实施例中, 是根据发动机 1 的运转状态而用 ECU70 (进气通路长度控制装置) 对进气控制阀 18d 进行开闭控制, 使进气通路的有效长度适应根据发动机运转状态选择的燃料喷射模式, 以得到强度适应于喷射模式的滚转流。

进气控制阀 18d 的开闭控制也可根据发动机转速 N_e 和发动机负荷 P_e 来进行。或者, 也可以与燃料喷射模式的选择相关连而对进气控制阀 18d 进行开闭控制。这样, 当阀控制与喷射模式的选择相关连时, 选择喷射模式用的图形 (图 3) 也可作为控制进气控制阀开闭用的图形使用, 可以降低对 ECU70 运算能力和存储器容量的要求。也可以把根据参数 N_e 、 P_e 进行的阀控制和与喷射模式选择相关连的阀控制结合起来。

具体地说, 对各个燃料喷射模式下发动机运转时的进气控制阀 18 如下进行开闭控制。

当发动机 1 处于与图 3 斜线区域 A 对应的特定低速高负荷运转区域 (开路区域的低区域部分及理想配比反馈区域的低区域部分), 在进气行程浓缩喷射模式或进气行程理想配比喷射模式下进行运转时, 把进气控制阀 18d 打开, 以延长进气总管 21 (可变进气装置 18 的进气通路) 的有效长度, 构成低速型通道。结果, 促进了惯性增压效果, 改善了进气效率, 增大了发动机输出扭矩。

另一方面, 当发动机 1 在图 3 的斜线区域 A 以外的运转区域运转时, 把进气控制阀 18d 打开, 以缩短进气总管 21 的有效长度, 形成高速型通道。结果, 在各个发动机运转区域, 发动机 1 及可变进气装置 18 发挥以下作用。

在压缩行程喷射模式下的发动机运转时一旦打开进气控制阀 18d 以缩短进

气总管 21 的有效长度，便使来自进气管 25 的空气经过缩短的进气总管 21 而顺利地进入燃烧室 5，在燃烧室 5 内，在活塞 7 顶面的气室 8 内形成强大的滚转流。在压缩行程后期喷射的燃料由于强大的滚转流作用而可靠地保持在气室 8 内，并在点火时期在火花塞 3 附近稳定地形成较浓的混合气。从而由于燃烧稳定，减少了有害气体成分的排出量，改善了燃料消耗。

在进气行程喷射稀薄模式下的发动机运转时一旦打开进气控制阀 18d，进入燃烧室 5 的空气量便增加。这样即可进行燃烧室内燃料的急速燃烧，使均匀的稀薄混合气燃烧稳定。

另外，在进气行程喷射理想配比模式下的发动机运转时一旦打开进气控制阀 18d，燃烧速度即提高，抗爆燃性提高，可以使点火时期超前，改善燃料消耗。

另外，在发动机 1 处于开路区域的高速区域，并在进气行程浓缩喷射模式下运转时一旦打开进气控制阀 18d，即可提高进气效率并增大扭矩。

以下说明本发明第 2 实施例的控制装置。

本实施例的可变进气装置与可将进气总管的有效长度作 2 级切换的第 1 实施例相比，具有可连接变化进气总管有效长度的特征。因此本实施例采用与图 2 的可变进气装置不同的图 4 及图 5 所示的可变装置 80。两个实施例的其他构造相同。

如图 4 和图 5 所示，可变进气装置 80 由整体上形成半圆筒状的固定管 81、可在固定管 81 内转动且气密性地容纳于其中的圆筒状可动管 82、使可动管 82 转动的驱动部 86、87、88 及 90 构成。

固定管 81 由形成贯通孔 811a 的第 1 侧壁 811、形成贯通孔 812a 的第 2 侧壁 812、从横向剖面（图 5）看呈半圆形延伸的外周壁 813、设置在固定管 81 下游侧的内壁 814 构成。在周壁 813 的内周面，在固定管 81 的圆周方向沿固定管 81 的长度方向间隔地设置与气缸数（譬如 4 个）相应的譬如 3 个隔壁 815。在隔壁 815 上，具有半圆状横断面的中央孔 815a 沿固定管 81 的长度方向轴线形成。

可动管 82 由在固定管 81 的侧壁和隔壁上形成的孔 811a、812a 及 815a 的对应部位分别嵌合的 5 个圆筒部 821、沿着固定管 81 的隔壁 815 的两侧面及侧壁 811、812 的内端而从圆筒部 821 向可动管的半径方向外侧延伸的 8 个环状分隔板 822、以及具有涡旋状横剖面（图 5）的 4 个周壁 823 构成。各周壁 823 的两端面与相邻的分隔板 822 的半径方向外侧边缘结合，相邻的分隔板 822 之间经过周壁 823 而连接。

可动管 82 的圆筒部 821 及周壁 823 的内周面划分成起均压箱作用的进气通路 85。进气通路 85 的与周壁 823 对应的长度方向部分的内径大于同一通路 85 的与圆筒部 821 对应的长度方向部分的内径。在图 4 和图 5 中，参考符号 85a

表示进气通路 85 的大径部，85b 则表示进气通路大径部 85a 的开口。

固定管 81 的第 1 侧壁 811 一侧的圆筒部 821 具有开口端面，进气通路 85 与发动机 1 的进气管 25 内部连通。第 2 侧壁 812 一侧的圆筒部 821 则具有封闭端面。两个圆筒部分别与固定管 81 的侧壁贯通孔 811a、812a 嵌合，从而使可动管 82 旋转自如地支撑在固定管 81 上。

固定管 81 的侧壁 811、812 的内端面、隔臂 815 的两侧面及周壁 813 的内周面与可动管 82 的周壁 823 的外周面协同划分成与气缸数对应的譬如 4 个进气通路 84。进气通路 85 的大径部 85a 经过开口 85b 而与进气通路 84 连通。进气通路 84 在固定管 81 的下游侧分别与由固定管 81 的周壁、内壁、侧壁及隔壁中对应的 2 个各自划分成的 4 个出口通道 81a 连通。出口通道 81a 与发动机 1 的进气通道 13 连接。

可变进气装置 80 的对可动管 82 进行旋转驱动的驱动部包括在 ECU70（进气通路长度控制装置）的控制下受驱动的步进电动机 90。可动管 82 经过安装在固定管 81 的第 2 侧壁 812 一侧的圆筒部 821 上的齿轮 86 及与之啮合的齿轮 87 和电动机输出轴上安装的齿轮 88 而与电动机输出轴连接。可动管 82 根据电动机 90 的正反旋转而在图 5 中限定的转动角度范围内作逆时针或顺时针转动。当可动管 82 转动到逆时针方向极限位置时，处于图 5 中实线所示的转动位置，当转动到顺时针方向极限位置时处于图 5 中虚线所示的转动位置。

在可变进气装置 80 上，固定管 81 的进气通路 84 构成进气总管 21 的一部分。进气通路 84（更一般地说是进气系统的进气通路 21、25 的有效长度）的有效长度随着可动管 82 的转动位置而变化。

也就是说，当可动管 82 位于逆时针方向转动极限位置时，可动管 82 的进气通路 85 的开口 85b 如图 5 实线所示，面对固定管 81 的进气通路 84 的最上游部分。从而进气通路 84 的有效长度最长。这时从进气管 25 向可动管 82 的进气通路（均压箱）85 供给的空气流入固定管的进气通路 84，并如图 5 中实线箭头所示，在进气通路 84 内向出口通道 81a 流动。

另一方面，当可动管 82 处于顺时针方向转动极限位置时，可动管 82 的进气通路 85 的开口 85b 如图 5 中双点划线所示，面对固定管 81 的进气通路 84 的最下游部分，进气通路 84 的有效长度最短。进入的空气如图 5 中双点划线箭头所示，从进气通路 85 经最短的进气通路 84 向出口通道 81a 流动。

可动管 82 在 2 个转动极限位置之间取任意的转动位置。而且进气通路 84 的有效长度根据可动管 82 的转动位置而连续变化。进气通路 84 的有效长度越短，滚转流的强度越大。在需要强大的滚转流的燃料喷射模式时，最好是缩短进气通路 84 的长度。

采用具有上述构造和作用的可变进气装置 18 时，发动机在压缩行程喷射模式下运转时，可以把进气通路 84 的有效长度（更一般地说是进气系统的整个

进气通路的有效长度) 缩短到足以得到所需强度的滚转流。换言之, 即使在压缩行程喷射模式时, 也可在不会导致燃烧恶化的最低限强度的滚转流范围内延长进气通路 84 的有效长度。因此, 可在不影响燃烧稳定性的条件下通过惯性增压效果进一步提高容积效率(更一般地说是进气效率)。随着进气量的增加而提高热效率, 进而通过降低排出气体的温度而减少热损耗。结果, 可以提高发动机输出扭矩。

另外, 在进气行程喷射稀薄模式下, 对于滚转流的强度要求低于压缩行程喷射模式, 可以比压缩行程喷射模式时增大进气通路 84 有效长度变化。可以在不影响燃烧稳定性的条件下通过惯性增压效果提高容积效率, 随着空气量的增加而提高热效率, 进而通过降低排出气体的温度减少热损耗, 结果是可提高扭矩。

而在理论空燃比模式下, 对于滚转流的要求低于进气行程喷射稀薄模式, 故可以比进气行程喷射稀薄模式时增大通路 84 的长度变化, 通过根据发动机运转状态而设定最佳进气通路 84 的长度, 可以在整个理论空燃比模式区域, 特别是在全负荷区域增大扭矩。

还有, 在浓缩模式下, 对于滚转流的要求低于理论空燃比模式, 故可以比理论空燃比模式时增大通路 84 的长度变化, 可以整个在浓缩模式区域, 特别是在全负荷时提高扭矩。

本发明不限于上述第 1 及第 2 实施例, 可作种种变形。譬如构成本发明控制装置的可变进气装置也可以是发动机进气系统的进气通路有效长度为可变的。

说明书附图

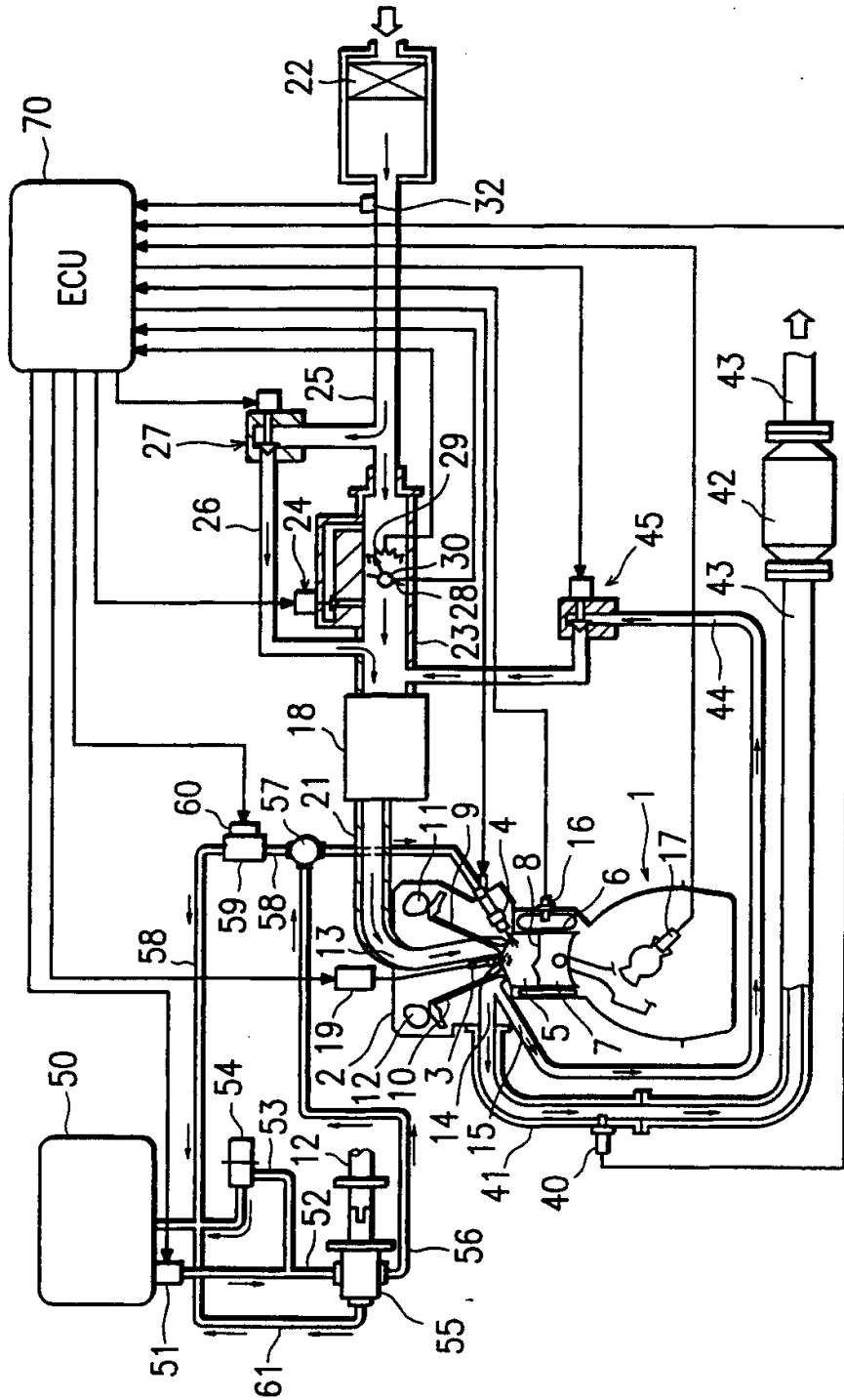


图 1

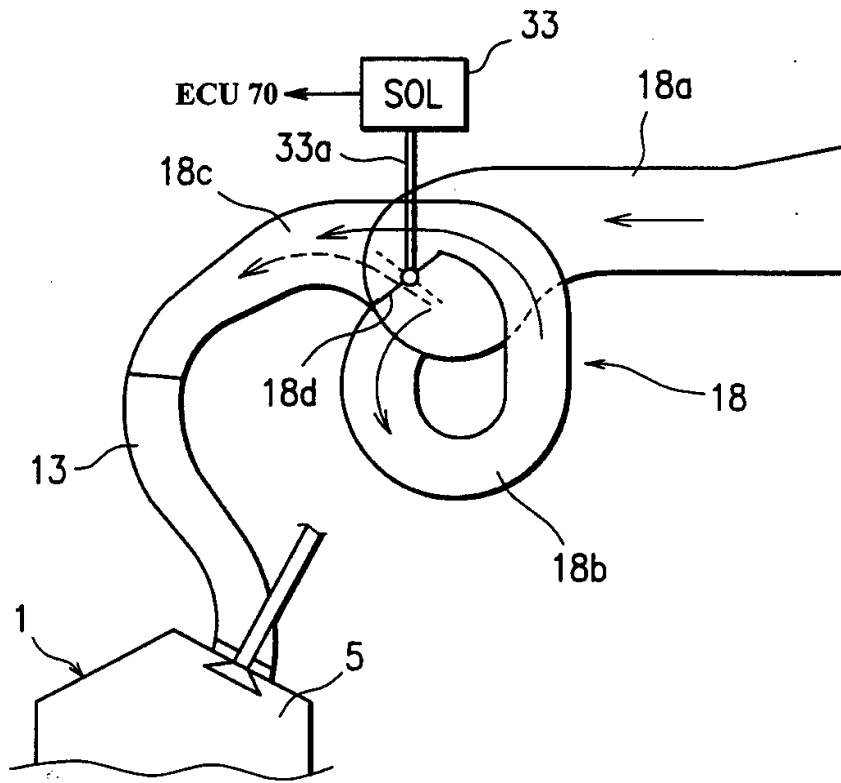


图 2

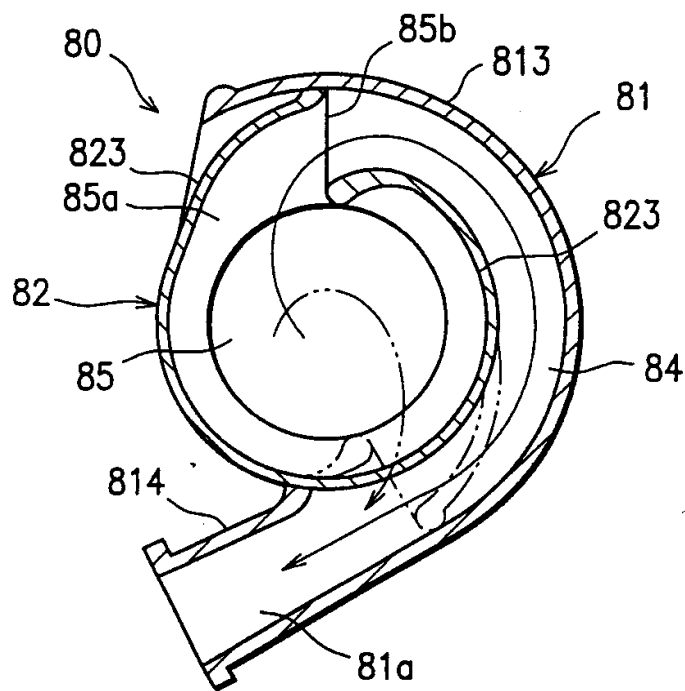


图 5

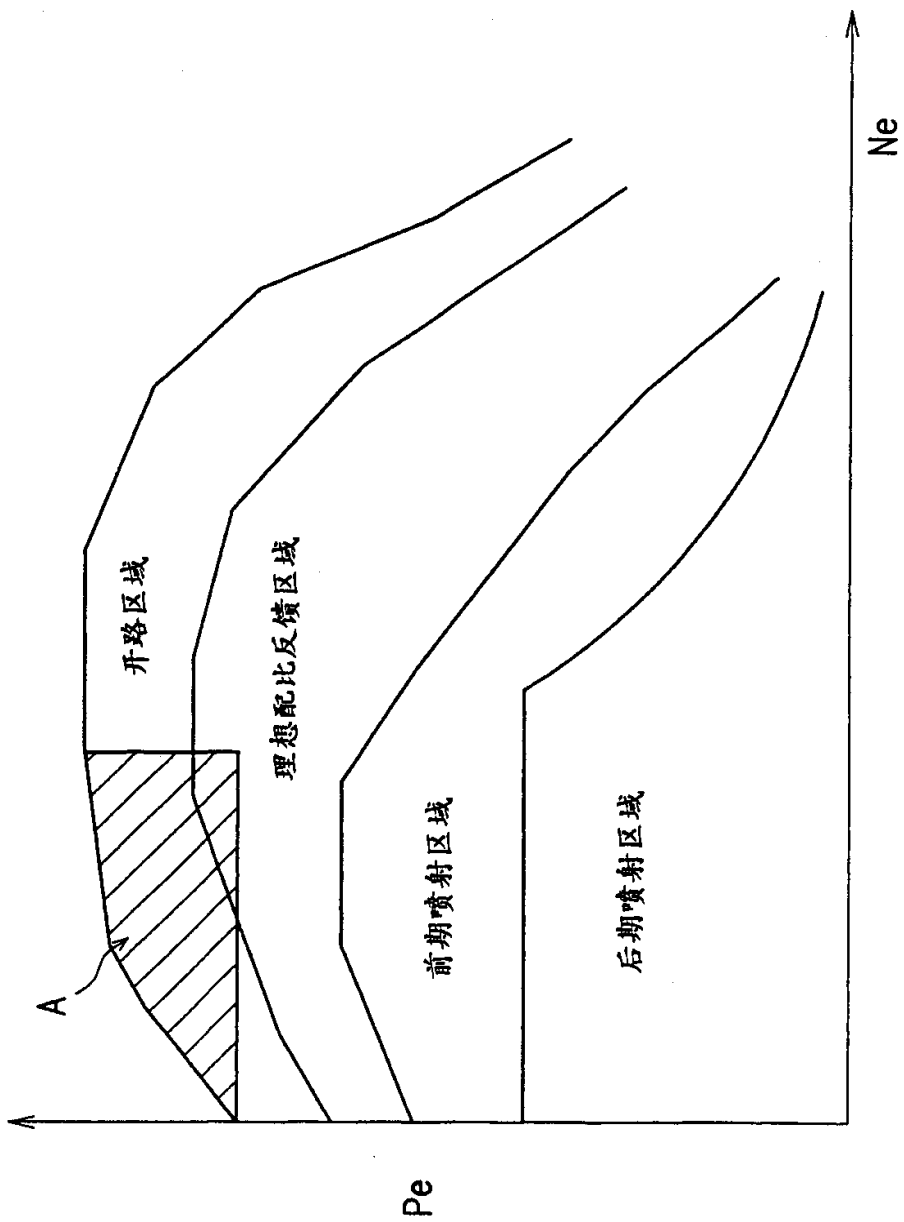


图 3

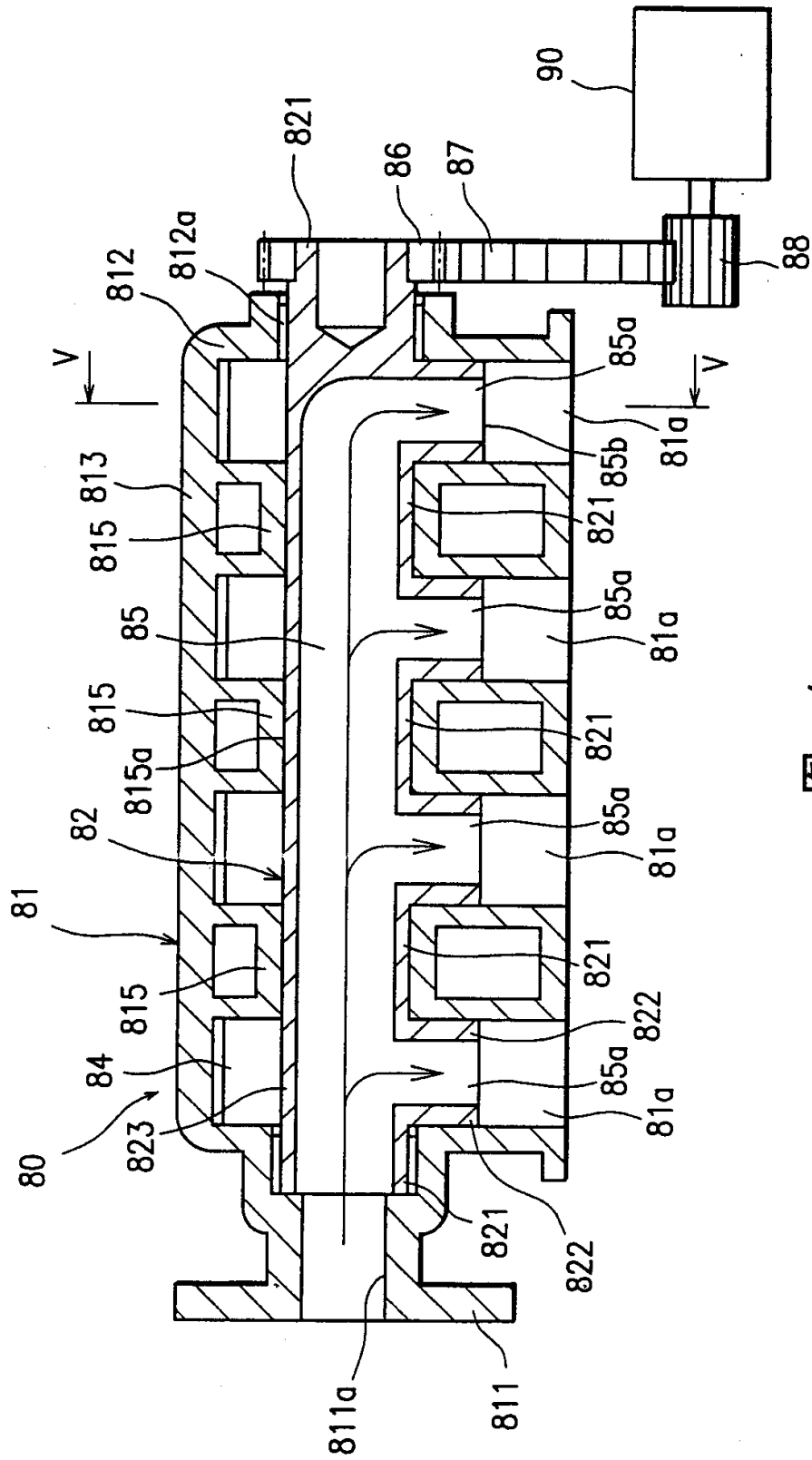


图 4