



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111102068 B

(45) 授权公告日 2024. 06. 07

(21) 申请号 201811267607.0

F02M 26/01 (2016.01)

(22) 申请日 2018.10.29

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 111102068 A

CN 102619628 A, 2012.08.01

CN 107939517 A, 2018.04.20

CN 1330745 A, 2002.01.09

(43) 申请公布日 2020.05.05

CN 208907380 U, 2019.05.28

JP 2003172212 A, 2003.06.20

(73) 专利权人 广州汽车集团股份有限公司

地址 510030 广东省广州市越秀区东风中

路448-458号成悦大厦23楼

US 2017145966 A1, 2017.05.25

US 2018223777 A1, 2018.08.09

WO 2018086189 A1, 2018.05.17

(72) 发明人 陈嘉雯 陈泓 李钰怀 杜家坤

审查员 张小慧

(74) 专利代理机构 深圳众鼎专利商标代理事务

所(普通合伙) 44325

专利代理师 谭果林

(51) Int. Cl.

F02B 47/08 (2006.01)

F02M 25/12 (2006.01)

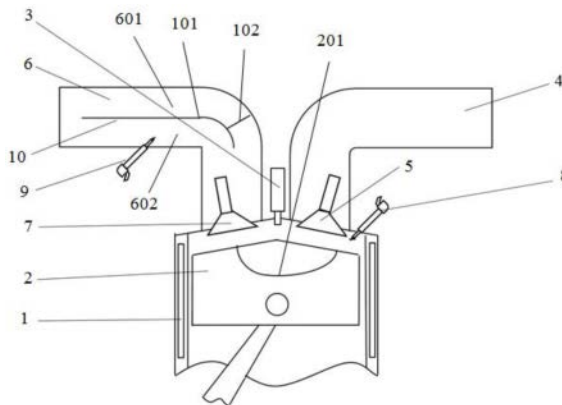
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

发动机稀薄燃烧装置、控制方法、发动机及汽车

(57) 摘要

本发明属于发动机技术领域,涉及一种发动机稀薄燃烧装置、控制方法、发动机及汽车,该发动机稀薄燃烧装置包括缸套、活塞、火花塞、进气道、进气门、排气道、排气门、喷射器、直喷汽油喷射器、废气回流机构及电控单元,所述缸套内形成燃烧室,电控单元用于控制所述排气门的开启时刻和开启时长,所述废气回流机构包括分隔元件及单向流通元件,所述分隔元件将所述排气道分隔成第一流道和第二流道,所述单向流通元件设置在所述第一流道上,所述喷射器用于向所述第二流道内喷射可催化生成氢气的物质。本申请的发动机稀薄燃烧装置,后处理可采用氧化催化器替代三元催化器,不需要添加额外的稀燃废气后处理装置,降低了发动机的结构复杂度及制造成本。



1. 一种发动机稀薄燃烧装置,其特征在于,包括缸套、活塞、火花塞、进气道、进气门、排气道、排气门、喷射器、直喷汽油喷油器、废气回流机构及电控单元;

所述缸套内形成燃烧室,所述进气道与所述燃烧室相接的位置形成进气口,所述进气门可开启或关闭所述进气口,所述排气道与所述燃烧室相接的位置形成排气口,所述排气门可开启或关闭所述排气口,所述电控单元用于控制所述排气门的开启时刻和开启时长;

所述直喷汽油喷油器用于向缸内喷入燃油,喷入的燃油与流经所述进气道的空气混合后被所述火花塞点燃;

所述废气回流机构包括分隔元件及单向流通元件,所述分隔元件将所述排气道分隔成第一流道和第二流道,所述单向流通元件设置在所述第一流道上,所述喷射器用于向所述第二流道内喷射可催化生成氢气的物质;

在发动机的排气行程,所述电控单元控制所述排气门保持整个行程开启,所述单向流通元件允许由所述燃烧室排出的废气通过,所述燃烧室排出的废气经过所述第一流道及第二流道流向尾气排放装置;

在发动机的进气行程,所述电控单元控制所述排气门在预设时间段保持开启,以使所需流量的废气向所述燃烧室回流;在废气向所述燃烧室回流的过程中,所述单向流通元件阻挡向所述燃烧室回流的废气,向所述燃烧室回流的废气通过所述第二流道流入燃烧室。

2. 根据权利要求1所述的发动机稀薄燃烧装置,其特征在于,所述喷射器安装在发动机的缸盖上并伸入所述第二流道。

3. 根据权利要求1所述的发动机稀薄燃烧装置,其特征在于,所述分隔元件为隔板,所述隔板与所述排气道的走向一致;

所述单向流通元件为单向阀,所述单向阀仅允许所述第一流道中的废气由燃烧室流向尾气排放装置。

4. 根据权利要求1所述的发动机稀薄燃烧装置,其特征在于,所述活塞的顶部设置有导气面。

5. 根据权利要求1所述的发动机稀薄燃烧装置,其特征在于,所述排气门背离所述活塞的表面涂覆有利于将所述喷射器喷射的物质催化产生氢气的催化剂。

6. 一种权利要求1-5任意一项所述的发动机稀薄燃烧装置的控制方法,其特征在于,包括:

将由进气道引入缸内的新鲜空气与直喷汽油喷油器向缸内喷射的燃油混合,以形成可燃混合气;

在发动机的进气行程,通过电控单元控制排气门在预设时间段开启,以使所需流量的废气向燃烧室回流;

通过喷射器向第二流道内喷射可催化生成氢气的物质,使第二流道内的回流废气与由该物质生成的氢气混合,以生成重整废气;

通过进气道引入缸内的新鲜空气裹挟回流缸内的重整废气,实现内部可燃混合气且外部重整废气的缸内热EGR分层;

活塞运行至上止点,控制火花塞跳火以点燃缸内的可燃混合气。

7. 根据权利要求6所述的控制方法,其特征在于,在发动机的进气行程,通过电控单元控制排气门在预设时间段开启包括:

在发动机的进气行程且发动机处于小负荷工况时,通过电控单元控制排气门在进气行程的后期所对应的时间段保持开启;

在发动机的进气行程且发动机处于大负荷工况时,通过电控单元控制排气门在进气行程的前期所对应的时间段保持开启。

8. 根据权利要求7所述的控制方法,其特征在于,直喷汽油喷油器向缸内喷射燃油包括:

在发动机的进气行程,直喷汽油喷油器根据发动机当前的运行工况向缸内喷射1次或2次燃油;

在发动机的压缩行程的中段,直喷汽油喷油器向缸内喷射1次燃油。

9. 一种发动机,其特征在于,包括权利要求1-5任意一项所述的发动机稀薄燃烧装置。

10. 一种汽车,其特征在于,包括权利要求1-5任意一项所述的发动机稀薄燃烧装置。

## 发动机稀薄燃烧装置、控制方法、发动机及汽车

### 技术领域

[0001] 本发明属于发动机技术领域,特别是涉及一种发动机稀薄燃烧装置、控制方法、发动机及汽车。

### 背景技术

[0002] 稀薄燃烧和EGR(废气再循环)技术以其高热效率和低油耗,低NO<sub>x</sub>排放等优点,已成为目前发动机技术发展的新趋势。

[0003] 现有的稀薄燃烧是一种通过吸入过量空气来实现分层燃烧,并采用多次燃油喷射来形成火花塞附近浓、周围稀的燃料分层的技术,稀薄燃烧技术在保证稳定燃烧的前提下能大幅提高热效率。但是,由于缸内总过量空气系数大于1,无法使用传统的三元催化器对排放尾气进行催化转化,需要添加复杂的后处理设备,增加了发动机的结构复杂度及成本,尾气处理的难度加大。

[0004] 现有的低压EGR是一种将排气冷却后通入压气机前与新鲜空气混合、增压并喷入缸内与燃料进行混合燃烧的技术。低压EGR由于导入EGR的位置为压气机前,冷却后的EGR废气对压气机有腐蚀作用,对压气机的材料和防腐蚀性提出了更高的要求。

[0005] 现有的高压EGR是一种将排气通入压气机后与新鲜空气一起喷入缸内与燃料进行混合燃烧的技术。高压EGR由于导入EGR的位置为压气机后,虽然可以避免低压EGR的缺点,但其运行工况大为收窄,不利于大范围推广。

### 发明内容

[0006] 本发明所要解决的技术问题是:针对现有的发动机稀薄燃烧技术,无法使用传统的三元催化器对排放尾气进行催化转化,需要添加复杂的后处理设备,增加了发动机的结构复杂度及成本的问题,为此,提供一种发动机稀薄燃烧装置、控制方法、发动机及汽车。

[0007] 为解决上述技术问题,一方面,本发明实施例提供一种发动机稀薄燃烧装置,包括缸套、活塞、进气道、进气门、排气道、排气门、喷射器、直喷汽油喷油器、火花塞、废气回流机构及电控单元;

[0008] 所述缸套内形成燃烧室,所述进气道与所述燃烧室相接的位置形成进气口,所述进气门可开启或关闭所述进气口,所述排气道与所述燃烧室相接的位置形成排气口,所述排气门可开启或关闭所述排气口,所述电控单元用于控制所述排气门的开启时刻和开启时长;

[0009] 所述直喷汽油喷油器用于向缸内喷入燃油,喷入的燃油与流经所述进气道的空气混合后被所述火花塞点燃;

[0010] 所述废气回流机构包括分隔元件及单向流通元件,所述分隔元件将所述排气道分隔成第一流道和第二流道,所述单向流通元件设置在所述第一流道上,所述喷射器用于向所述第二流道内喷射可催化生成氢气的物质;

[0011] 在发动机的排气行程,所述电控单元控制所述排气门保持整个行程开启,所述单

向流通元件允许由所述燃烧室排出的废气通过,所述燃烧室排出的废气经过所述第一流道及第二流道流向尾气排放装置;

[0012] 在发动机的进气行程,所述电控单元控制所述排气门在预设时间段保持开启,以使所需流量的废气向所述燃烧室回流;在废气向所述燃烧室回流的过程中,所述单向流通元件阻挡向所述燃烧室回流的废气,向所述燃烧室回流的废气通过所述第二流道流入燃烧室。

[0013] 可选地,所述喷射器安装在发动机的缸盖上并伸入所述第二流道。

[0014] 可选地,所述分隔元件为隔板,所述隔板与所述排气道的走向一致;

[0015] 所述单向流通元件为单向阀,所述单向阀仅允许所述第一流道中的废气由燃烧室流向尾气排放装置。

[0016] 可选地,所述活塞的顶部设置有导气面。

[0017] 可选地,所述排气门背离所述活塞的表面涂覆有利于将所述喷射器喷射的物质催化产生氢气的催化剂。

[0018] 根据本发明实施例的发动机稀薄燃烧装置,在发动机的进气行程,电控单元控制排气门在预设时间段保持开启,以使所需流量的废气向燃烧室回流。在废气向燃烧室回流的过程中,单向流通元件阻挡向燃烧室回流的废气,废气通过第二流道流入燃烧室。因而,在发动机的进气行程,通过电控单元控制排气门的开启时刻和开启时长,可以自由调节由排气道的第二流道引入缸内的废气回流量,以匹配不同的发动机工况。通过喷射器向第二流道内喷射可催化生成氢气的物质,第二流道内的回流废气与由该物质生成的氢气混合生成重整废气并流入缸内。重整废气中的氢气有助于加快燃烧反应的速率,重整废气中的回流废气有助于降低燃烧过程的最高温度以降低NO<sub>x</sub>排放。这样,排气中HC及CO等易氧化产物含量较高,NO<sub>x</sub>大幅降低,后处理可直接采用氧化催化器替代三元催化器,并且不需要添加额外的稀燃废气后处理装置,降低了发动机的结构复杂度及制造成本。

[0019] 另一方面,本发明实施例提供一种发动机,其包括上述的发动机稀薄燃烧装置。

[0020] 再一方面,本发明实施例提供一种汽车,其包括上述的发动机稀薄燃烧装置。

[0021] 再一方面,本发明实施例提供一种上述的发动机稀薄燃烧装置的控制方法,包括:

[0022] 将由进气道引入缸内的新鲜空气与直喷汽油喷油器向缸内喷射的燃油混合,以形成可燃混合气;

[0023] 在发动机的进气行程,通过电控单元控制排气门在预设时间段开启,以使所需流量的废气向燃烧室回流;

[0024] 通过喷射器向第二流道内喷射可催化生成氢气的物质,使第二流道内的回流废气与由该物质生成的氢气混合,以生成重整废气;

[0025] 通过进气道引入缸内的新鲜空气裹挟回流缸内的重整废气,实现内部可燃混合气且外部重整废气的缸内热EGR分层;

[0026] 活塞运行至上止点,控制火花塞跳火以点燃缸内的可燃混合气。

[0027] 可选地,在发动机的进气行程,通过电控单元控制排气门在预设时间段开启包括:

[0028] 在发动机的进气行程且发动机处于小负荷工况时,通过电控单元控制排气门在进气行程的后期所对应的时间段保持开启;

[0029] 在发动机的进气行程且发动机处于大负荷工况时,通过电控单元控制排气门在进

气行程的前期所对应的时间段保持开启。

[0030] 可选地,直喷汽油喷油器向缸内喷射燃油包括:

[0031] 在发动机的进气行程,直喷汽油喷油器根据发动机当前的运行工况向缸内喷射1次或2次燃油;

[0032] 在发动机的压缩行程的中段,直喷汽油喷油器向缸内喷射1次燃油。

### 附图说明

[0033] 图1是本发明一实施例提供的发动机稀薄燃烧装置的示意图;

[0034] 图2是本发明一实施例提供的发动机稀薄燃烧装置的控制方法的流程图。

[0035] 说明书中的附图标记如下:

[0036] 1、缸套;2、活塞;201、导气面;3、火花塞;4、进气道;5、进气门;6、排气道;601、第一流道;602、第二流道;7、排气门;8、直喷汽油喷油器;9、喷射器;10、废气回流机构;101、分隔元件;102、单向流通元件。

### 具体实施方式

[0037] 为了使本发明所解决的技术问题、技术方案及有益效果更加清楚明白,以下接合附图及实施例,对本发明进行进一步的详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0038] 如图1所示,本发明实施例提供的发动机稀薄燃烧装置,包括缸套1、活塞2、火花塞3、进气道4、进气门5、排气道6、排气门7、直喷汽油喷油器8、喷射器9、废气回流机构10及电控单元。

[0039] 所述活塞2可在所述缸套1内往复运动,所述缸套1内形成燃烧室。所述排气道6与所述燃烧室相接的位置形成排气口。所述排气门7可开启或关闭所述排气口。所述电控单元用于控制所述排气门7的开启时刻和开启时长。

[0040] 所述进气道4与所述燃烧室相接的位置形成进气口。所述进气门5可开启或关闭所述进气口。所述进气道4为高滚流进气道。

[0041] 所述直喷汽油喷油器8用于向缸内喷入燃油,喷入的燃油与流经所述进气道4的空气混合后被所述火花塞3点燃。

[0042] 所述废气回流机构10包括分隔元件101及单向流通元件102。所述分隔元件101将所述排气道分隔成第一流道601和第二流道602,所述单向流通元件102设置在所述第一流道601上。

[0043] 所述喷射器9安装在发动机的缸盖上并伸入所述第二流道602,所述喷射器9用于向所述第二流道602内喷射可催化生成氢气的物质。该类物质,例如可以是水或醇类燃料。

[0044] 在发动机的排气行程,所述电控单元控制所述排气门7保持整个行程开启,所述单向流通元件102允许由所述燃烧室排出的废气通过,所述燃烧室排出的废气经过所述第一流道601及第二流道流602向尾气排放装置。

[0045] 在发动机的进气行程,所述电控单元控制所述排气门7在预设时间段保持开启,以使所需流量的废气向所述燃烧室回流;在废气向所述燃烧室回流的过程中,所述单向流通元件102阻挡向所述燃烧室回流的废气(回流的废气不能通过第一流道601),向所述燃烧室

回流的废气通过所述第二流道602流入燃烧室。

[0046] 根据本发明实施例的发动机稀薄燃烧装置,在发动机的进气行程,通过电控单元控制排气门7的开启时刻和开启时长,可以自由调节由排气道6的第二流道602引入缸内的废气回流量,以匹配不同的发动机工况。通过喷射器9向第二流道602内喷射可催化生成氢气的物质,第二流道602内的回流废气与由该物质生成的氢气混合生成重整废气并流入缸内。在发动机处于小负荷工况时,电控单元控制排气门7在进气行程的后期所对应的时间段保持开启,以控制重整废气在点火时刻刚好运动到活塞2表面形成隔热层,减小燃烧气体对发动机本体的传热。在发动机处于大负荷工况时,电控单元控制排气门7在在进气行程的前期所对应的时间段保持开启。重整废气中的氢气有助于加快燃烧反应的速率,重整废气中的回流废气有助于降低燃烧过程的最高温度以降低NO<sub>x</sub>排放。这样,排气中HC及CO等易氧化产物含量较高,NO<sub>x</sub>大幅降低,后处理可直接采用氧化催化器替代三元催化器,并且不需要添加额外的稀燃废气后处理装置,降低了发动机的结构复杂度及制造成本。

[0047] 此外,本发明实施例采用回流的重整废气,不但可以拥有EGR技术抑制爆震、减小NO<sub>x</sub>排放及减小传热损失等优点,同时弥补了EGR技术的不足之处。不存在低压EGR对压气机的特殊要求,也不像高压EGR一样试验工况受限。通过电控单元控制排气门7的开启时刻和开启时长来控制进入缸内的重整废气量和位置,以匹配不同的发动机工况,理论上可以适用于发动机全MAP运行。

[0048] 此外,相比EGR技术的闭环调节带来的迟滞,本发明实施例可立刻在下一循环根据工况的改变对回流废气的流量进行调节,在瞬态工况性能和排放方面更有优势。

[0049] 此外,回流废气创新性结合废气重整技术,水或醇类燃料在排气门表面涂覆的催化剂催化分解得到的氢气,有助于加快缸内初始燃烧速率,废气的存在有助于降低燃烧过程最高温度以减小NO<sub>x</sub>排放,两者相辅相成。

[0050] 在一实施例中,如图1所示,所述分隔元件101为隔板,所述隔板与所述排气道6的走向一致。更为优选地,所述隔板沿所述排气道6的中心线延伸的,所述单向流通元件102为单向阀,所述隔板将所述排气道6分隔成所述第一流道601和所述第二流道602,所述单向阀固定设置在所述第一流道601的内壁上。所述单向阀仅允许第一流道601中的废气由燃烧室流向尾气排放装置。单向阀的设置,使得废气能顺畅地在排气行程中通过第一流道601及第二流道602排出,但在回流过程中第一流道601内的废气回流受到单向阀的阻挡,回流的废气只能通过第二流道602流入缸内,初步实现了缸内废气分层。

[0051] 在一实施例中,如图1所示,所述活塞2的顶部设置有导气面201。利用带导气面201的活塞2引导缸内工质在压缩过程中保持较强的滚流状态,实现缸内的热EGR分层。

[0052] 在废气回流阶段,喷射器9向第二流道602内喷射可生催化生成氢气的物质(例如水或醇类燃料),该物质在经过排气门7背面涂抹的催化剂的作用下被分解成包含氢气的气体,包含氢气的气体与回流废气混合形成重整废气进入缸内,初步形成重整废气分层。

[0053] 新鲜空气通过高滚流进气道4进入缸内,裹挟回流的重整废气,在带导气面201的活塞2引导下在压缩过程中维持较强的滚流状态,实现内部可燃混合气(新鲜空气与燃油的混合物)、外部重整废气的缸内热EGR分层(废气分层)。

[0054] 在发动机的进气行程,缸内直喷为主喷射,旨在喷入输出功率扭矩所需要的燃油量,此处,直喷汽油喷油器8根据发动机不同的运行工况向缸内喷射1次或2次燃油。在发动

机的压缩行程的中段,直喷汽油喷油器8向缸内喷射1次燃油(少量燃油)。由于缸内压力逐渐增加,喷雾贯穿距缩短,油气更多集中在火花塞3附近区域,有助于后续火核形成与燃烧稳定。

[0055] 当活塞2运行到上止点附近时,火花塞3跳火,可燃混合气开始燃烧。

[0056] 发动机处于小负荷工况时,通过电控单元控制排气门7在进气行程的后期所对应的时段保持开启,控制重整废气在点火时刻聚集在活塞2表面形成隔热层,以降低燃烧混合气对发动机本体的传热,提高热效率。

[0057] 发动机处于大负荷工况时,通过电控单元控制排气门7在进气行程的前期所对应的时段保持开启,控制重整废气在点火时刻聚集在火花塞3附近,重整废气中的氢气有助于加快混合气的化学反应,重整废气中的废气部分有助降低燃烧过程的最高温度以降低NO<sub>x</sub>排放。

[0058] 另外,本发明实施例还提供一种发动机,其包括上述实施例的发动机稀薄燃烧装置。

[0059] 另外,本发明实施例还提供一种汽车,其包括上述实施例的发动机稀薄燃烧装置。

[0060] 另外,如图2所示,本发明实施例还提供了一种发动机稀薄燃烧控制方法,该方法包括:

[0061] a、将由进气道4引入缸内的新鲜空气与直喷汽油喷油器8向缸内喷射的燃油混合,以形成可燃混合气。

[0062] 直喷汽油喷油器向缸内喷射燃油包括两个阶段:第一阶段,在发动机的进气行程,直喷汽油喷油器8根据发动机不同的运行工况向缸内喷射1次或2次燃油,此阶段,缸内直喷为主喷射,旨在喷入输出功率扭矩所需要的燃油量。第二阶段,在发动机的压缩行程的中段,直喷汽油喷油器8向缸内喷射1次燃油(少量燃油)。由于缸内压力逐渐增加,喷雾贯穿距缩短,油气更多集中在火花塞3附近区域,第二阶段的喷油,有利于在火花塞3附近形成较浓可燃混合气,有助于后续火核形成与燃烧稳定。

[0063] b、在发动机的进气行程,通过电控单元控制排气门7在预设时段开启,以使所需流量的废气向燃烧室回流。

[0064] 优选地,在发动机的进气行程,通过电控单元控制排气门7在预设时段开启包括:

[0065] 在发动机的进气行程且发动机处于小负荷工况时,通过电控单元控制排气门7在进气行程的后期所对应的时段保持开启。以此,控制重整废气在点火时刻聚集在活塞2表面形成隔热层,以降低燃烧混合气对发动机本体的传热,提高热效率。

[0066] 在发动机的进气行程且发动机处于大负荷工况时,通过电控单元控制排气门7在进气行程的前期所对应的时段保持开启。以此,控制重整废气在点火时刻聚集在火花塞3附近,重整废气中的氢气有助于加快混合气的化学反应,重整废气中的废气部分有助降低燃烧过程的最高温度以降低NO<sub>x</sub>排放。

[0067] c、通过喷射器9向第二流道602内喷射可催化生成氢气的物质,使第二流道602内的回流废气与由该物质生成的氢气混合,以生成重整废气。

[0068] 例如,在废气回流阶段,喷射器9向第二流道602内喷射水或醇类燃料,水或醇类燃料在经过排气门7背离活塞2的表面涂覆的催化剂的作用下被分解成氢气,氢气与回流废气



混合形成重整废气进入缸内,初步形成重整废气分层。

[0069] d、通过进气道4引入缸内的新鲜空气裹挟回流缸内的重整废气,实现内部可燃混合气且外部重整废气的缸内热EGR分层。

[0070] 具体为,新鲜空气通过高滚流进气道4进入缸内,裹挟回流的重整废气,在带导气面201的活塞2引导下在压缩过程中维持较强的滚流状态,实现内部可燃混合气(新鲜空气与燃油的混合物)、外部重整废气的缸内热EGR分层(废气分层)。

[0071] e、活塞2运行至上止点,控制火花塞3跳火以点燃缸内的可燃混合气。

[0072] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

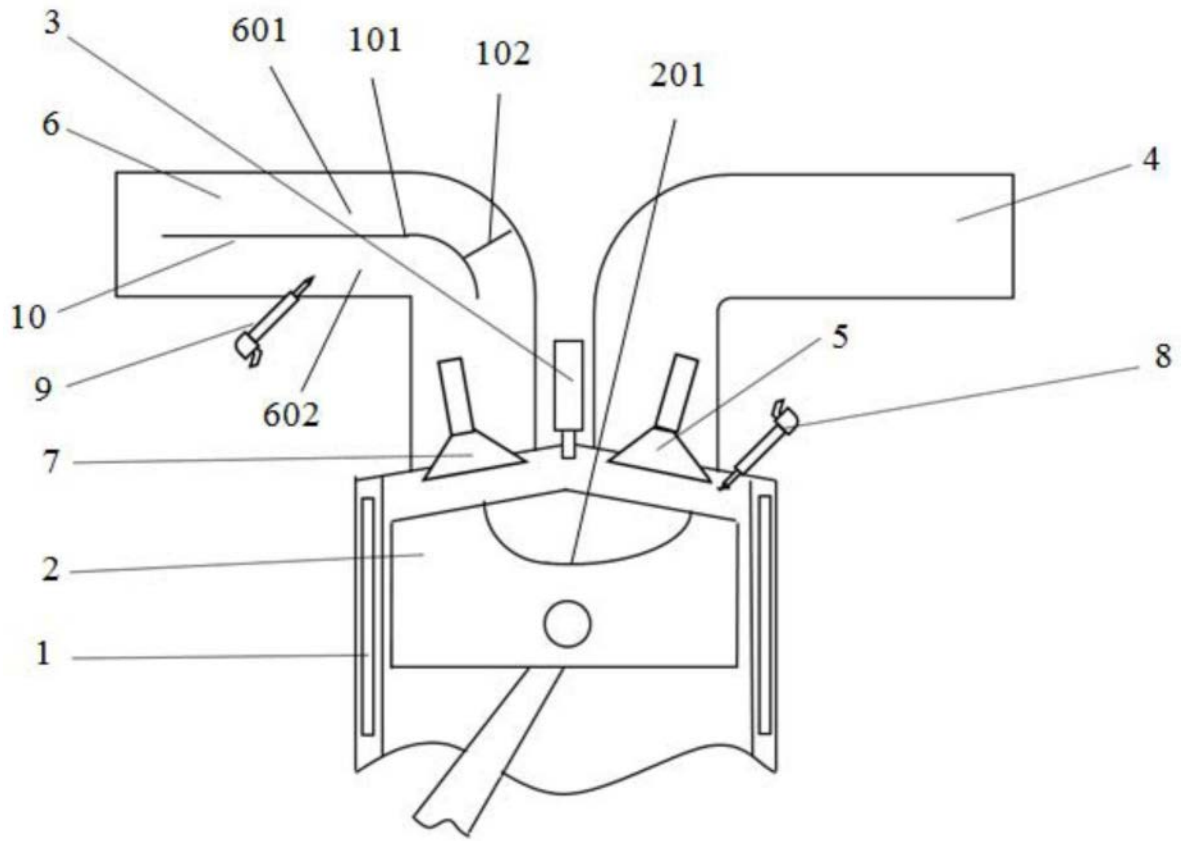


图1

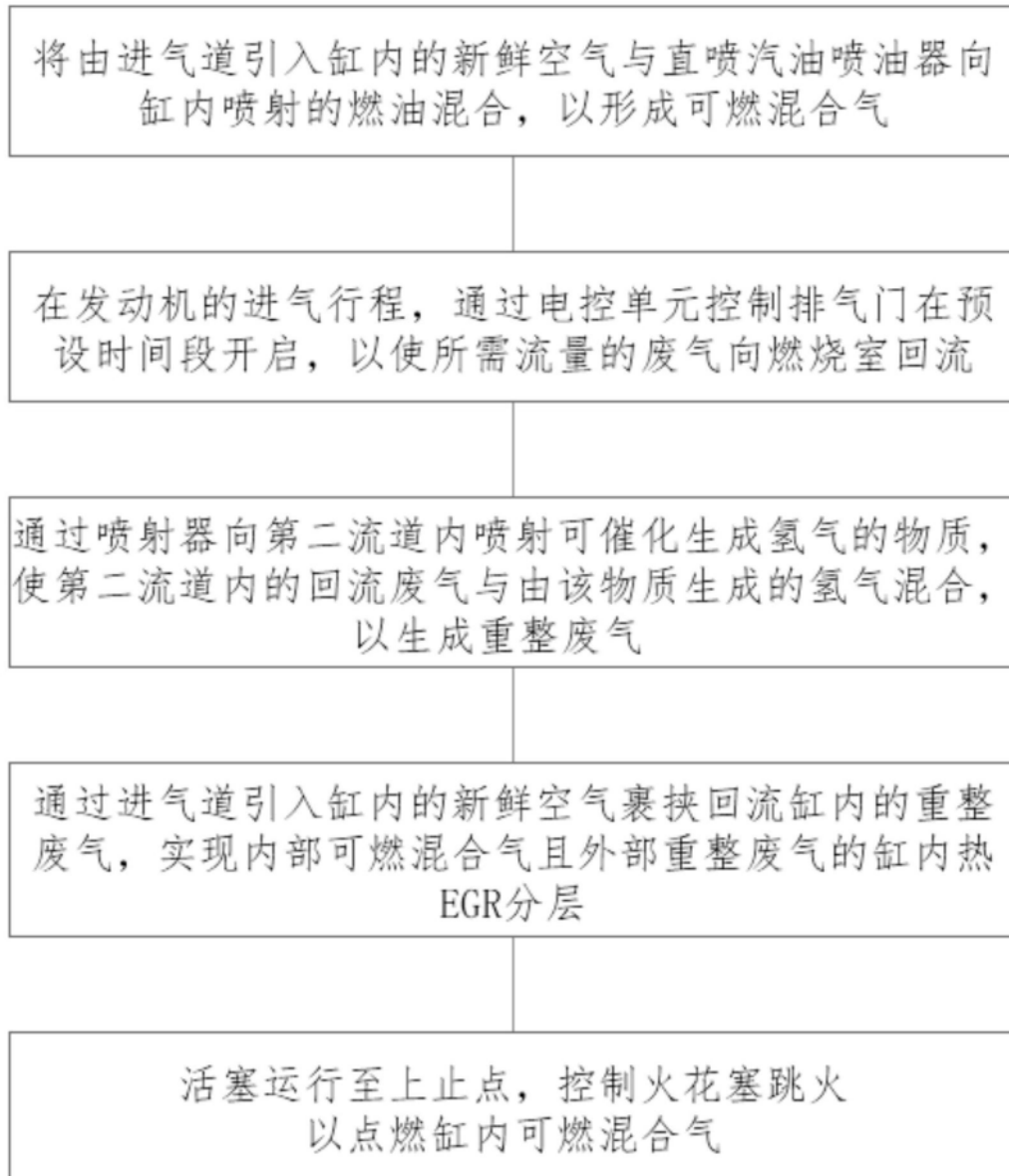


图2