

## (12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

7<sub>2</sub>(19) 世界知识产权组织  
国际局

(10) 国际公布号

W O 2012/000307 A I

(43) 国际公布日

2012 年 1 月 5 日 (05.01.2012)

(51) 国际分类号 :

F02B 19/12 (2006.01) F02B 29/04 (2006.01)  
F02B 23/08 (2006.01) F02M 25/025 (2006.01)  
F02D 19/08 (2006.01)

(21) 国际申请号 : PCT/CN20 11/001042

(22) 国际申请日 : 2011 年 6 月 22 日 (2.06.2011)

(25) 申报语言 : 中文

(26) 公布语言 : 中文

(30) 优先权 :

201010215790.7 2010 年 6 月 28 日 (28.06.2010) CN  
201110165098.2 2011 年 6 月 19 日 (19.06.2011) CN

(71) 申请人 (除美国外的所有指定国): 大连理工大学 (DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY)  
[CN/CN]; 中国辽宁省大连市甘井子区凌工路 2 号, Liaoning 116024 (CN)。

( ) 发明人 及

( ) 发明人/申请人 (仅对美国): 隆武强 (LONG, Wuqiang) [CN/CN]; 中国辽宁省大连市甘井子区凌工路 2 号, Liaoning 116024 (CN)。

Jiangping) [CN/CN]; 中国辽宁省大连市甘井子区凌工路 2 号, Liaoning 116024 (CN)。

冷先银 (LENG, Xianyin) [CN/CN]; 中国辽宁省大连市甘井子区凌工路 2 号, Liaoning 116024 (CN)。

齐昆鹏 (QI, Kunpeng) [CN/CN]; 中国辽宁省大连市甘井子区凌工路 2 号, Liaoning 116024 (CN)。

盛凯 (SHENG, Kai) [CN/CN]; 中国辽宁省大连市甘井子区凌工路 2 号, Liaoning 116024 (CN)。

董全 (DONG, Quan) [CN/CN]; 中国辽宁省大连市甘井子区凌工路 2 号, Liaoning 116024 (CN)。

(74) 代理人 : 大连星海专利事务所 (DALIAN XING-HAI PATENT LAW OFFICE); 中国辽宁省大连市西岗区唐山街 24 号春晖大厦 902, Liaoning 116012 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MW, MX, MY, ML, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL,

[见续页]

(54) Title: MULTI-FUEL PRE-MIXED COMBUSTION SYSTEM OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) 发明名称 : 内燃机多燃料预混合燃烧系统

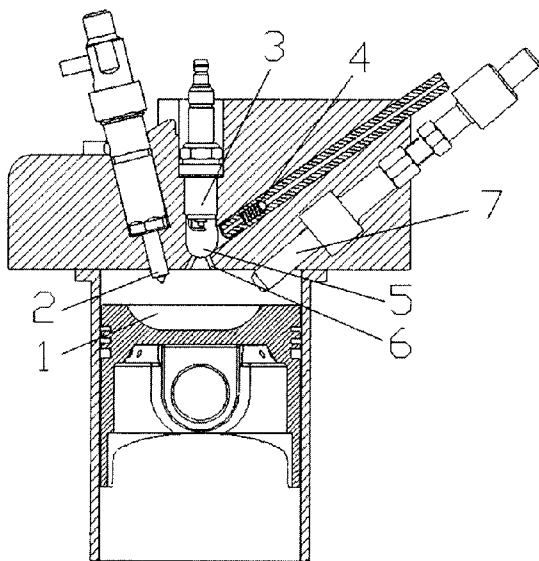


图 3 /Fig.3

(57) Abstract: A multi-fuel pre-mixed combustion system of an internal combustion engine includes a combustion chamber (1), a main fuel spray nozzle (2), a spark plug (3) and an auxiliary spray nozzle (4). The main fuel spray nozzle (2) injects a mixed fuel of two or more than two compression-ignition-suitable fuels, a mixed fuel of a compression-ignition-suitable fuel and an ignition-suitable fuel, or a wide cut fuel to form a homogeneous primary pre-mixed gas. With a low compression ratio, the pre-mixed gas is unable to auto-ignite under a compression temperature. At about the compression top dead center, the auxiliary spray nozzle (4) injects an ignition-suitable fuel or the same fuels as that injected by the main fuel spray nozzle (2) to form a secondary mixed gas. The secondary mixed gas is ignited by the spark plug (3) by means of spray guiding or an ignition chamber (5). The primary pre-mixed gas in the combustion chamber (1) is initiated to be compression ignited and combusts by means of the high temperature and high pressure produced through the combustion of the secondary mixed gas. Consequently, the ignition point of the primary mixed gas is effectively controlled and knock is avoided, and a homogeneous pre-mixed compression ignition is achieved over the whole range of operating conditions. The combustion rate is controlled by exhaust gas recirculation or spray of water into a cylinder or an intake passage, and high thermal efficiency is ensured by a high expansion ratio.

[见续页]

2012/000307 A1



PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护):ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 欧洲 AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF,

根据细则 4.17 的声明:

- 关于申请人有权申请并被授予专利(细则 4.17(ii))
- 发明人资格(细则 4.17(iv))

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

(57) 摘要:

一种内燃机多燃料预混合燃烧系统包括燃烧室 (1)、主喷油嘴 (2)、火花塞 (3) 和副喷嘴 (4)。主喷油嘴 (2) 喷射适于压燃的两种或两种以上的混合燃料、适合压燃的燃料和适合点燃的燃料的混合燃料、或宽馏分的燃料, 形成均质的一次预混合气, 采用低压缩比, 使该预混合气不能依靠压缩温度自燃着火。副喷嘴 (4) 在压缩上止点附近喷射适于点燃的燃料、或和主喷油嘴 (2) 喷射同样的燃料, 形成二次混合气。采用喷雾导向或点火率 (5) 的方式用火花塞 (3) 将二次混合气点燃, 二次混合气燃烧产生的高温高压激发燃烧室 (1) 内的一次预混合气发生压缩着火燃烧, 从而有效地控制一次混合气的着火点, 避免爆震, 实现全工况范围的均质预混压燃。采用废气再循环或者向气缸内或进气管道内喷水淬制燃烧速率, 并采用高膨胀比以保证高的热效率。

## 内燃机多燃料预混合燃烧系统

### 技术领域

本发明涉及一种内燃机多燃料预混合燃烧系统，其属于内燃机燃烧领域。

### 背景技术

众所周知，一方面内燃机燃料的多元化进展在加快，另一方面，为了满足日趋严格的排放法规和对经济性的要求，柴油机和汽油机的技术越来越复杂，成本不断提升，尤其是电动车和混合动力车技术的快速发展，对内燃机形成了严峻的挑战。

### 发明内容

#### 书

为了解决内燃机对不同种燃料的适应性问题，提高内燃机的性能，并降低成本，增强内燃机的竞争力，本发明提供一种内燃机多燃料预混合燃烧系统，这种燃烧系统应采用低压缩比，对增压内燃机还要进行增压空气强化冷却、或通过进气管路喷水、或气缸内喷水，使在进气行程或压缩行程喷入的适于压燃的混合燃料、或适于压燃燃料和适于点燃燃料的混合燃料、或宽馏分燃料所形成的缸内一次预混合气不能压缩自燃，然后在压缩上止点附近喷入部分适宜点燃的燃料、或和主喷油嘴喷射同样的燃料，并采用喷雾导向或点火室的方式将之点燃，进而引燃缸内的一次预混合气。从而有效地控制混合燃料预混合燃烧的着火点，并通过废气再循环技术把部分废气重新引入缸内，或者向进气管路、或者燃烧室内喷水，控制预混合燃烧的速率，实现着火相位和燃烧速率可控的混合燃料或宽馏分燃料的预混合燃烧，并保持高效率。

本发明解决其技术问题所采用的技术方案是：一种内燃机多燃料预混合燃烧系统，它包括一个由燃烧室、一个主喷油嘴、一个火花塞和一个副喷嘴，所述主喷油嘴安装在燃烧室或进气管道内，主喷油嘴在进气行程或压缩行程向燃烧室或进气管道内喷射适于压燃的两种或两种以上燃料的混合燃料、或喷射适于压燃和适于点燃燃料的混合燃料、或喷射宽馏分燃料形成一次预混合气。通

过燃料设计、让这种混合燃料或宽馏分燃料比柴油具有更好的雾化性能、更易蒸发，降低压缩终点温度。进气方式采用自然吸气或增压进气，采用自然吸气时，有效压缩比小于或等于 14，在采用增压进气时，有效压缩比小于或等于 11，用增压空气冷却器把增压后的空气进行强制冷却，或采用进气加湿，或喷水降低压缩温度，使燃烧室内的一次预混合气不能依靠压缩温度自燃着火；副喷嘴在压缩上止点前后，喷射适于点燃的燃料、或和主喷油嘴喷射同样的燃料，在火花塞电极周围形成适宜点燃的二次混合气，用火花塞点燃二次混合气，这些二次混合气燃烧产生的高温高压，激发燃烧室内的一次预混合气在燃烧室的所有空间内，发生多点同时着火的预混合压缩着火燃烧。

所述主喷油嘴、火花塞和副喷嘴安装于燃烧室内。

在缸盖上设置一点火室，所述主喷油嘴安装于燃烧室内，火花塞和副喷嘴安装于点火室之内，所述燃烧室与点火室之间由至少一条连接通道联通。

所述燃烧室内安装喷水器。

所述内燃机的进气管道内安装喷水器。

所述火花塞和副喷嘴安装于燃烧室内时，进气管道内安装主喷油嘴和喷水器。

所述火花塞和副喷嘴安装于点火室内时，进气管道内安装主喷油嘴和喷水器。

所述火花塞和副喷嘴安装于点火室内时，进气管道内安装主喷油嘴，喷水器安装于燃烧室内。

所述火花塞、副喷嘴和喷水器安装于燃烧室内时，进气管道内安装主喷油嘴。

所述内燃机采用废气再循环技术。

所述内燃机在用作汽车动力时，怠速工况主喷油嘴和副喷嘴都停止燃料喷射。

上述技术方案的指导思想是：由于预混合压燃着火燃烧方式，很难控制着

火点，采用降低压缩比和进气温度的方法，降低压缩终点的缸内温度，使缸内一次预混合气不能仅依靠压缩温度而自燃，通过副喷嘴喷射适量易于点燃的燃料、或和主喷油嘴喷射同样的燃料，形成二次混合气，由点火装置将二次混合气点燃，其燃烧火焰激发燃烧室内的一次预混合气发生预混合压燃着火燃烧。为保证副喷嘴所喷射的适宜点燃的燃料、或和主喷油嘴喷射同样的燃料能够稳定着火，采用喷雾导向或点火室的点火方式。而采用高膨胀比，有利于提高内燃机的效率，降低油耗；采用废气再循环技术和喷水技术，将部分废气和水引入气缸，降低燃烧温度，从而可以控制混合燃料预混合压缩着火燃烧的速率。

本发明的有益效果是：这种内燃机多燃料预混合燃烧系统，采用低压缩比和高膨胀比，对增压内燃机还要进行增压空气强化冷却，使缸内的一次预混合气不能压缩自燃，然后通过副喷嘴喷射适宜点燃的燃料、或和主喷油嘴喷射同样的燃料，形成二次混合气，用火花塞点燃二次混合气，激发缸内的一次预混合气发生预混合压燃着火燃烧，从而有效地控制了预混合燃烧的着火点；通过废气再循环技术和缸内加水技术，控制预混合燃烧的速率。从而实现了全工况范围内着火点和燃烧速率可控的混合燃料预混合燃烧，可以获得超低的 NO<sub>x</sub> 和碳烟排放，并保持高效率。这种内燃机可以适应多种燃料，尾气后处理系统也较为简单。向缸内喷入柴油和汽油、乙醇等易挥发而不易自燃的燃料所组成的混合燃料，既可以更多地降低缸内温度，又可以降低燃料的自燃性，从而保证有效压缩比不必设置太低，有利于提高发动机的热效率。此外，由于通过点燃二次混合气，引燃一次混合气，因此可以有效解决预混合压燃燃烧的冷启动问题。在一台 135 单缸柴油机上的试验表明，NO<sub>x</sub> 排放下降 96%，碳烟排放降低 92%，热效率提高 3%。特别是，这种多燃料燃烧系统可以使用柴油和汽油的混合燃料，将来炼油时可以不必要把柴油和汽油分开，减少炼油成本。当然，这种多燃料燃烧系统，也可以在缸内喷射适于点燃的单一液体燃料，形成一次预混合气，再通过喷射气体燃料形成二次混合气，通过点燃二次混合气引燃一次混合气，从而获得更好的性能。

附图说明

下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明。

图 1 是一种采用喷雾导向点火的内燃机多燃料预混合燃烧系统示意图。

图 2 是一种采用点火室导向点火的内燃机多燃料预混合燃烧系统示意图。

图 3 是在点火室点火基础上把喷水器安装在燃烧室内的示意图。

图 4 是在喷雾导向点火基础上把喷水器安装在燃烧室内的示意图。

图 5 是在点火室点火基础上把喷水器安装在进气管道内的示意图。

图 6 是在喷雾导向点火基础上把喷水器安装在进气管道内的示意图。

图 7 是在点火室点火基础上把喷水器和主喷油嘴安装到进气管道内的示意图。

图 8 是在喷雾导向点火基础上把主喷油嘴和喷水器安装在进气管道内的示意图。

图 9 是在点火室点火基础上把喷水器安装在燃烧室内，把主喷油嘴安装到进气管道内的示意图。

图 10 是在喷雾导向点火基础上把喷水器安装在燃烧室内，把主喷油嘴安装到进气管道内的示意图。

图中：1、燃烧室，2、主喷油嘴，3、火花塞，4、副喷嘴，5、点火室，6、连接通道，7、喷水器，8、进气管。

#### 具体实施方式

图 1 示出了一种内燃机的主喷油嘴 2、火花塞 3 和副喷嘴 4 安装于燃烧室 1 内。

图 2 示出了一种内燃机的主喷油嘴 2 安装于燃烧室 1 内，火花塞 3 和副喷嘴 4 安装于点火室 5 内，燃烧室 1 与点火室 5 之间由至少一条连接通道 6 联通。

图 3 示出了一种内燃机的主喷油嘴 2 安装于燃烧室 1 内，火花塞 3 和副喷嘴 4 安装于点火室 5 内，燃烧室 1 与点火室 5 之间由至少一条连接通道 6 联通，在燃烧室 1 内还安装有喷水器 7。

图 4 示出了一种内燃机的主喷油嘴 2、火花塞 3 和副喷嘴 4 安装于燃烧室 1 内，在燃烧室 1 内还安装有喷水器 7。

图 5 示出了一种内燃机的主喷油嘴 2 安装于燃烧室 1 内，火花塞 3 和副喷嘴 4 安装于点火室 5 内，燃烧室 1 与点火室 5 之间由至少一条连接通道 6 联通，在进气管道 8 内还安装有喷水器 7。

图 6 示出了一种内燃机的主喷油嘴 2、火花塞 3 和副喷嘴 4 安装于燃烧室 1 内，在进气管道 8 内还安装有喷水器 7。

图 7 示出了一种内燃机的火花塞 3 和副喷嘴 4 安装于点火室 5 内，燃烧室 1 与点火室 5 之间由至少一条连接通道 6 联通，在进气管道 8 内安装有主喷油嘴 2 和喷水器 7。

图 8 示出了一种内燃机的火花塞 3 和副喷嘴 4 安装于燃烧室 1 内，在进气管道 8 内安装有主喷油嘴 2 和喷水器 7。

图 9 示出了一种内燃机的火花塞 3、副喷嘴 4 安装于点火室 5 内，喷水器 7 安装于燃烧室 1 内，在进气管道 8 内安装有主喷油嘴 2。

图 10 示出了一种内燃机的喷水器 7、火花塞 3 和副喷嘴 4 安装于燃烧室 1 内，在进气管道 8 内安装有主喷油嘴 2。

在图 1 所示的内燃机多燃料预混合燃烧系统采用喷雾导向点火：设计燃烧室容积使内燃机的几何压缩比为 12，设计进气门关闭时刻使内燃机的有效压缩比为 9，进气充量为涡轮增压后经过强制冷却的空气，主喷油嘴 2 采用雾化好、贯穿距短的伞喷油嘴，在进气过程中向燃烧室 1 喷射柴油、汽油和乙醇的混合物，其中三者的体积比分别占 60%、20%、20%，在缸内形成均质的一次预混合气；由于缸内压缩初始温度低，有效压缩比低，一次预混合气不能依靠压缩高温自燃着火。在压缩上止点前  $10^\circ$  曲轴转角，副喷嘴 4 向燃烧室喷射适量的由 20% 质量的氢气和 80% 质量的压缩天然气组成的混合燃料，在火花塞 3 和副喷嘴 4 附近形成二次混合气，然后在压缩上止点前  $5^\circ$  曲轴转角驱动火花塞 3 点燃二次混合气，火花塞 3 附近的二次混合气着火燃烧后压力和温度升高，激发燃烧

室 1 内其余部分的一次预混合气发生预混合压燃着火燃烧，从而控制燃烧室 1 内的三种燃料预混合压燃着火燃烧的燃烧始点，其燃烧速率可以通过在进气充量中引入部分冷却过的废气来进行控制，从而实现柴油汽油乙醇均质混合气在较低的温度下快速平稳地燃烧。试验结果表明，NO<sub>x</sub> 排放降低 90%，碳烟排放降低 92%，内燃机的热效率提高 1.5%。

在图 4、6 所示的内燃机多燃料预混合燃烧系统采用喷雾导向点火：设计燃烧室容积使内燃的几何压缩比为 12，设计进气门关闭时刻使内燃机的有效压缩比为 9，进气充量为涡轮增压后经过强制冷却的空气，主喷油嘴 2 采用雾化好、贯穿距短的伞喷油嘴，在进气过程中向燃烧室 1 喷射柴油、汽油和乙醇的混合物，其中三者的体积比分别占 60%、20%、20%，在缸内形成均质的一次预混合气；由于缸内压缩初始温度低，有效压缩比低，一次预混合气不能依靠压缩高温自燃着火。在压缩上止点前 10° 曲轴转角，副喷嘴 4 向燃烧室喷射适量的由 20% 质量的氢气和 80% 质量的压缩天然气组成的混合燃料，在火花塞 3 和副喷嘴 4 附近形成二次混合气，然后在压缩上止点前 5° 曲轴转角驱动火花塞 3 点燃二次混合气，火花塞 3 附近的二次混合气着火燃烧后压力和温度升高，激发燃烧室 1 内其余部分的一次预混合气发生预混合压燃着火燃烧，从而控制燃烧室 1 内的三种燃料预混合压燃着火燃烧的燃烧始点；预混合燃烧的速率在中低负荷下由进气充量中的再循环废气 (EGR) 比例来控制，在较高负荷下除了引入大量 EGR 外，还驱动喷水器 7 向燃烧室 1 或进气道 8 喷射水雾，这些水雾与在进气充量中的 EGR 共同控制预混合燃烧的速率，使预混合压缩着火燃烧的运行工况可以达到满负荷，燃烧平稳，燃烧噪声低，不至于损坏发动机。试验结果表明，NO<sub>x</sub> 排放降低 90%，碳烟排放降低 92%，内燃机的热效率提高 1.5%，发动机最高平均有效压力可达到 2.5MPa。

在图 2 所示的内燃机多燃料预混合燃烧系统采用点火室点火：设计燃烧室容积使内燃机的几何压缩比为 13，设计进气门关闭时刻使内燃机的有效压缩比为 10，进气充量为涡轮增压后经过强制冷却的空气，主喷油嘴 2 采用雾化好、贯穿距可设定的高扰动喷油嘴，在进气过程中向燃烧室 1 喷射柴油、汽油和乙

醇的混合物，其中三者的体积比分别占 50%、40%、10%，在缸内形成均质的一次预混合气；由于缸内压缩初始温度低，有效压缩比低，一次预混合气不能依靠压缩高温自燃着火。在压缩上止点前 70° 曲轴转角，副喷嘴 4 向点火室 5 内喷射适量压缩天然气，由于压缩过程中燃烧室 1 内的压力比点火室 5 的压力高，压缩上止点前燃烧室 1 内的气体向点火室 5 流动，所以绝大部分天然气被封在点火室 5 内，使点火室 5 内形成适宜点燃的天然气混合气；在压缩上止点前 5° 曲轴转角驱动火花塞 3 点燃点火室 5 内的混合气，点火室 5 内的工质着火燃烧后压力和温度升高，火焰经连接通道 6 喷入燃烧室 1，激发燃烧室 1 内的一次预混合气发生预混合燃烧，从而控制燃烧室 1 内的三种燃料预混合气的燃烧始点，实现着火点可控的柴油、汽油和乙醇的预混合压燃着火燃烧，其燃烧速率可以通过在进气充量中引入部分冷却过的废气来进行控制，从而实现柴油汽油乙醇均质混合气在较低的温度下快速平稳地燃烧。试验结果表明，NO<sub>x</sub> 排放降低 95%，碳烟排放降低 95%，内燃机的热效率提高 2.3%。

在图 3、5 所示的内燃机多燃料预混合燃烧系统采用点火室点火：设计燃烧室容积使内燃的几何压缩比为 13，设计进气门关闭时刻使内燃机的有效压缩比为 10，进气充量为涡轮增压后经过强制冷却的空气，主喷油嘴 2 采用雾化好、贯穿距短的伞喷油嘴，在进气过程中向燃烧室 1 喷射柴油、汽油和乙醇的混合物，其中三者的体积比分别占 30%、50%、20%，在缸内形成均质的一次预混合气；由于缸内压缩初始温度低，有效压缩比低，一次预混合气不能依靠压缩高温自燃着火。在压缩上止点前 70° 曲轴转角，副喷嘴 4 向点火室 5 内喷射适量压缩天然气，由于压缩过程中燃烧室 1 内的压力比点火室 5 的压力高，压缩上止点前燃烧室 1 内的气体向点火室 5 流动，所以绝大部分天然气被封在点火室 5 内，使点火室 5 内形成适宜点燃的天然气混合气；在压缩上止点前 5° 曲轴转角驱动火花塞 3 点燃点火室 5 内的混合气，点火室 5 内的工质着火燃烧后压力和温度升高，火焰经连接通道 6 喷入燃烧室 1，激发燃烧室 1 内的一次预混合气发生预混合燃烧，从而控制燃烧室 1 内的三种燃料预混合气的燃烧始点，实现着火点可控的柴油、汽油和乙醇的预混合压燃着火燃烧；预混合燃烧的速率

在中低负荷下由进气充量中的再循环废气 (EGR) 比例来控制，在较高负荷下除了引入大量 EGR 外，还驱动喷水器 7 向燃烧室 1 或进气道 8 喷射水雾，这些水雾与在进气充量中的 EGR 共同控制预混合燃烧的速率，使预混合压缩着火燃烧的运行工况可以达到满负荷，燃烧平稳，燃烧噪声低，不至于损坏发动机。试验结果表明，NO<sub>x</sub> 排放降低 96%，碳烟排放降低 95%，内燃机的热效率提高 2.8%，发动机最高平均有效压力可达到 2.4MPa。

在图 7、8、9、10 所示的内燃机多燃料预混合燃烧系统采用向进气管内喷射混合燃料：设计燃烧室容积使内燃机的几何压缩比为 12，设计进气门关闭时刻使内燃机的有效压缩比为 9，进气充量为涡轮增压后经过强制冷却的空气，主喷油嘴 2 采用雾化好、贯穿距短的伞喷油嘴，在进气过程中向进气管道 8 喷射柴油、汽油和乙醇的混合物，其中三者的体积比分别占 30%、50%、20%，在缸内形成均质的一次预混合气；由于缸内压缩初始温度低，有效压缩比低，一次预混合气不能依靠压缩高温自燃着火。在压缩上止点前 10° 曲轴转角，副喷嘴 4 向燃烧室 1（图 8、10）或点火室 5（图 7、9）内喷射适量的压缩天然气，在火花塞 3 附近形成二次混合气，然后在压缩上止点前 5° 曲轴转角驱动火花塞 3 点燃二次混合气，火花塞 3 附近的二次混合气着火燃烧后压力和温度升高，激发燃烧室 1 内其余部分的一次预混合气发生预混合压燃着火燃烧，从而控制燃烧室 1 内的三种燃料预混合压燃着火燃烧的燃烧始点，其燃烧速率可以通过在进气充量中引入部分冷却过的废气来进行控制。喷水器 7 向进气道 8（图 7、8）燃烧室 1（图 9、10）内喷射水雾，这些水雾与在进气充量中的 EGR 共同控制预混合燃烧的速率，从而实现柴油汽油乙醇均质混合气在较低的温度下快速平稳地燃烧。由于混合燃料的喷射时间较早，因此通过采用进气管道内喷射混合燃料的方法可以实现与缸内直喷一样的较好的混合气准备，同时还可以有效地降低系统要求，其中包括喷射压力和系统密封性等。

另外，以上的燃烧系统不仅可以喷射多燃料，也可以直接通过主喷油嘴 2 喷射单一的柴油、或汽油燃料、或宽馏分燃料。

从上述实施例可见，内燃机工作时，以低压缩比高膨胀比的循环方式工作。

内燃机的有效压缩比不大于可以使混合燃料的混合气自燃着火的最小压缩比，以确保缸内的混合气不能自燃着火；对于增压内燃机，采用增压空气冷却系统将增压后的空气进行强制冷却，降低进气管路内气体的温度。在进气行程或压缩行程向燃烧室内喷射柴油基混合燃料，形成一次预混合气；而副喷嘴喷射少量易点燃的燃料，利用火花塞点燃后，火焰激发缸内的一次预混合气发生预混合燃烧，从而控制燃烧室内混合气发生预混合燃烧的着火点。通过 EGR 阀门、EGR 冷却器及相关管路，可以将部分内燃机尾气重新引入气缸内，以及在高负荷下采用喷水器向燃烧室喷射水雾，从而可以在全负荷范围控制燃烧室混合气的燃烧速率。在怠速运转时，主喷油嘴和副喷嘴喷射燃料燃烧运行。因为燃烧速率快，内燃机具有较高的热效率。

1. 一种内燃机多燃料预混合燃烧系统，它包括一个由燃烧室 (1)、一个主喷油嘴 (2)、一个火花塞 (3) 和一个副喷嘴 (4)，其特征是：所述主喷油嘴 (2) 安装在燃烧室 (1) 或进气管道 (8) 内，主喷油嘴 (2) 在进气行程或压缩行程向燃烧室 (1) 或进气管道 (8) 内喷射适于压燃的两种或两种以上燃料的混合燃料、或喷射适于压燃和适于点燃燃料的混合燃料、或喷射宽馏分燃料形成一次预混合气；进气方式采用自然吸气或增压进气，采用自然吸气时，有效压缩比小于或等于 14，采用增压进气时，有效压缩比小于或等于 11，用增压空气冷却器把增压后的空气进行强制冷却，或采用进气加湿，或喷水降低压缩温度，使燃烧室 (1) 内的一次预混合气不能依靠压缩温度自燃着火；副喷嘴 (4) 在压缩上止点前后，喷射适于点燃的燃料、或和主喷油嘴喷射同样的燃料，在火花塞电极周围形成适宜点燃的二次混合气，用火花塞 (3) 点燃二次混合气，这些二次混合气燃烧产生的高温高压，激发燃烧室 (1) 内的一次预混合气在燃烧室 (1) 的所有空间内，发生多点同时着火的预混合压缩着火燃烧。

2. 根据权利要求 1 所述的内燃机多燃料预混合燃烧系统，其特征是：所述主喷油嘴 (2)、火花塞 (3) 和副喷嘴 (4) 安装于燃烧室 (1) 内。

3. 根据权利要求 1 所述的内燃机多燃料预混合燃烧系统，其特征是：在缸盖上设置一点火室 (5)，所述主喷油嘴 (2) 安装于燃烧室 (1) 内，火花塞 (3) 和副喷嘴 (4) 安装于点火室 (5) 之内，所述燃烧室 (1) 与点火室 (5) 之间由至少一条连接通道 (6) 联通。

4. 根据权利要求 2 或 3 所述的内燃机多燃料预混合燃烧系统，其特征是：所述燃烧室 (1) 内安装喷水器 (7)。

5. 根据权利要求 2 或 3 所述的内燃机多燃料预混合燃烧系统，其特征是：所述内燃机的进气管道 (8) 内安装喷水器 (7)。

6. 根据权利要求 1 所述的内燃机多燃料预混合燃烧系统，其特征是：所述火花塞 (3) 和副喷嘴 (4) 安装于燃烧室 (1) 内时，进气管道 (8) 内安装主喷油

嘴 (2) 和喷水器 (7) 。

7. 根据权利要求 1 所述的内燃机多燃料预混合燃烧系统，其特征是：所述火花塞 (3) 和副喷嘴 (4) 安装于点火室 (5) 内时，进气管道 (8) 内安装主喷油嘴 (2) 和喷水器 (7) 。

8. 根据权利要求 1 所述的内燃机多燃料预混合燃烧系统，其特征是：所述火花塞 (3) 和副喷嘴 (4) 安装于点火室 (5) 内时，进气管道 (8) 内安装主喷油嘴 (2)，喷水器 (7) 安装于燃烧室 (1) 内。

9. 根据权利要求 1 所述的内燃机多燃料预混合燃烧系统，其特征是：所述火花塞 (3)、副喷嘴 (4) 和喷水器 (7) 安装于燃烧室 (1) 内时，进气管道 (8) 内安装主喷油嘴 (2) 。

10. 根据权利要求 1 所述的内燃机多燃料预混合燃烧系统，其特征是：利用废气再循环控制燃烧速率。

11. 根据权利要求 1 所述的内燃机多燃料预混合燃烧系统，其特征是：所述内燃机在用作汽车动力时，怠速工况主喷油嘴 (2) 和副喷嘴 (4) 都停止燃料喷射。

说明书附图

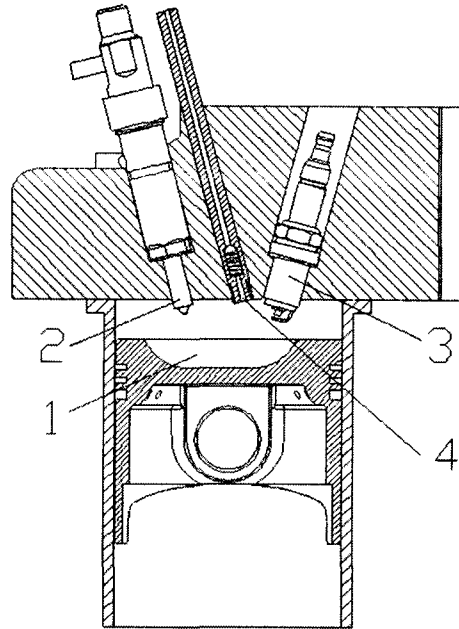


图 1

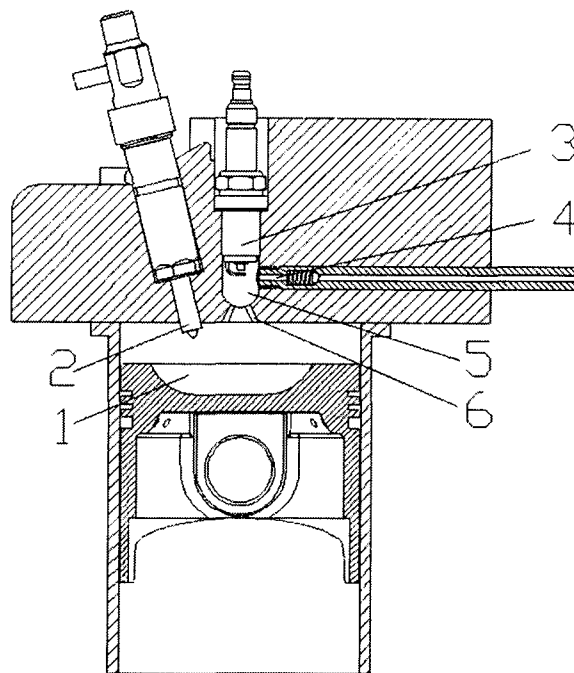


图 2

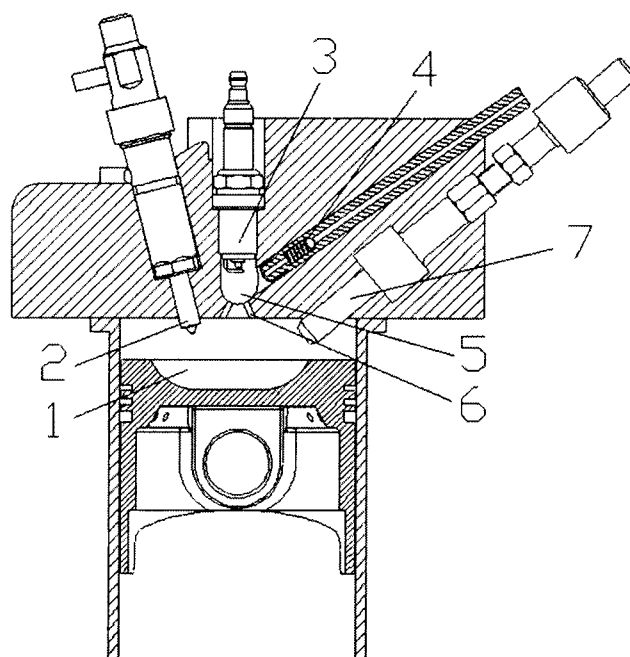


图 3

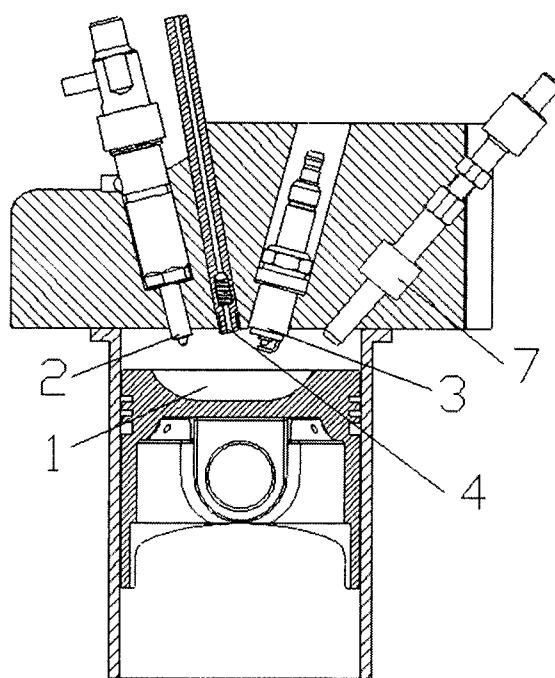


图 4

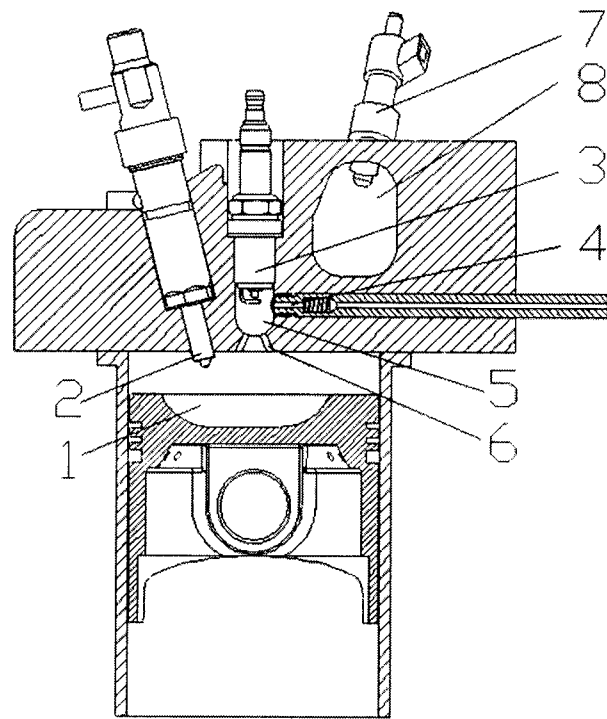


图 5

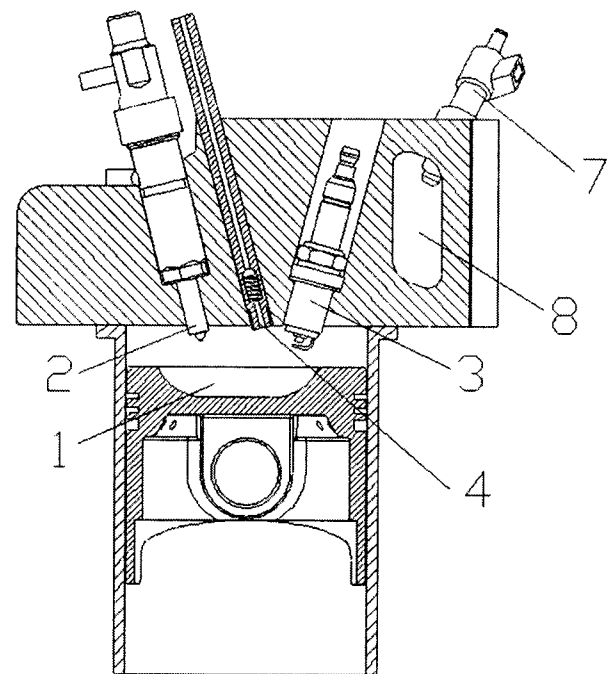


图 6

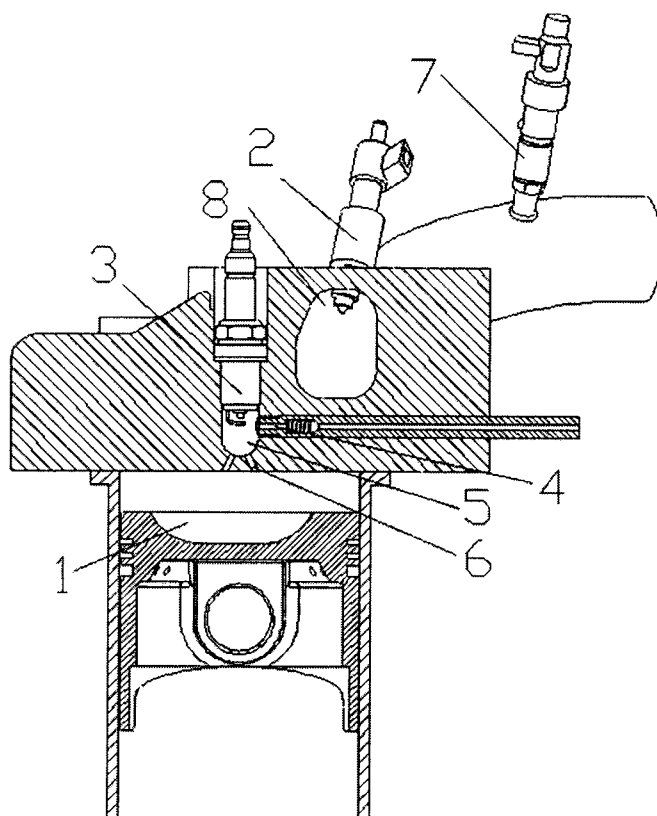


图 7

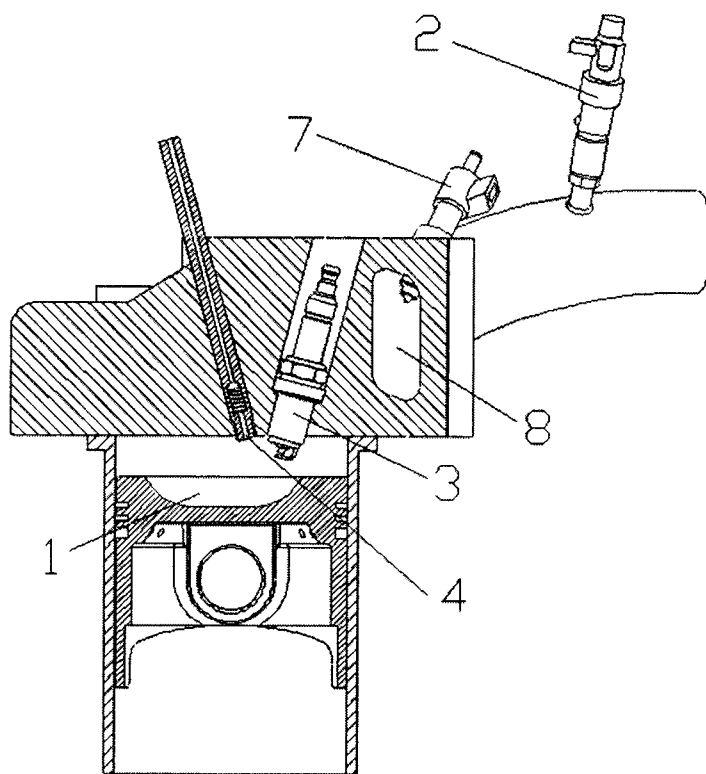


图 8

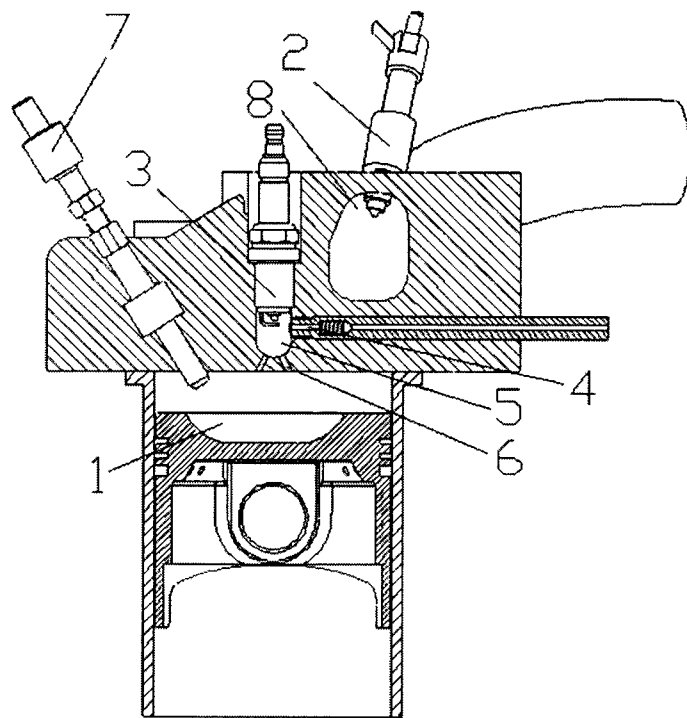


图 9

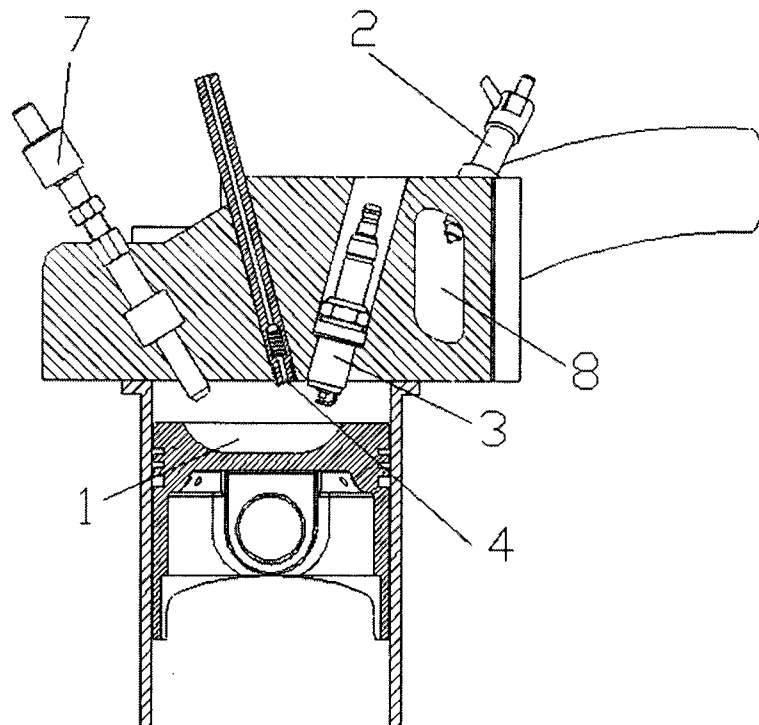


图 10

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN20 11/00 1042

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

See extra sheet

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: F02B, F02D, F02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC, main, auxiliary, nozzle, injector, spray+, combustion, pilot, compression, ignit+, water, premix

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                     | Relevant to claim No. |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| P,Y       | CN101907025A(UNIV DALIAN TECHNOLOGY)08 Dec.2010 (08.12.2010)<br>See paragraphs [0003]-[0013] of the description, claims 1-3 and fig. 1 | 1-11                  |
| Y         | CN101571069A(UNIV DALIAN TECHNOLOGY)04 Nov.2009 (04.11.2009)<br>See pages 2 to 4 of the description, claim 1 and fig. 1                | 1-11                  |
| Y         | CN101619670A(UNIV QINGHUA)06 Jan.2010(06.01.2010)<br>See lines 29 to 35 of page 2 of the description, claim 1                          | 1-11                  |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

|                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| * Special categories of cited documents:                                                                                                                                 | "I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention                                              |
| "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance                                                                 | "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone                                                                     |
| "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date                                                                                | "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art |
| "L" document which may throw doubts on priority claim (S) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) | "&" document member of the same patent family                                                                                                                                                                                                    |
| "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                  |
| "p" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                  |

|                                                                                                                                                                                                              |                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Date of the actual completion of the international search<br>09 Sep.2011(09.09.2011)                                                                                                                         | Date of mailing of the international search report<br>13 Oct. 2011 (13.10.2011) |
| Name and mailing address of the ISA/CN<br>The State Intellectual Property Office, the P.R.China<br>6 Xitucheng Rd., Jimen Bridge, Haidian District, Beijing, China<br>100088<br>Facsimile No. 86-10-62019451 | Authorized officer<br><br>LI Caifen<br><br>Telephone No. (86-10 )62085336       |

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN20 11/00 1042

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                   | Relevant to claim No. |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y          | JP7-63076A(DAIHATSU MOTOR CO LTD)07 Mar. 1995(07.03. 1995)<br><br>See paragraph [0023] of the description and fig. 2 | 2,4-6,9               |
| Y          | JP2007-113461A(FUJI SERATEKKU K K et al.)10 May 2007(10.05.2007)<br><br>See abstract and figs. 1-2                   | 4-9                   |
| Y          | CN1644886A(JI Xiaochu)27 Jul.2005(27.07.2005)<br><br>See the last paragraph of page 4 of the description             | 4-9                   |
| A          | CN101215987A(CHERY AUTOMOBILE CO LT)09 Jul.2008(09.07.2008)<br><br>See the whole document                            | 1-11                  |
| A          | US20080196690A1(NISSAN MOTOR)21 Aug.2008(21. 08.2008) See the whole document                                         | 1-11                  |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT  
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN201 1/001042

| Patent Documents referred<br>in the Report | Publication Date | Patent Family  | Publication Date |
|--------------------------------------------|------------------|----------------|------------------|
| CN101907025A                               | 08.12.2010       | NONE           |                  |
| CN101571069A                               | 04.11.2009       | CN101571069B   | 18.08.2010       |
| CN101619670A                               | 06.01 .2010      | NONE           |                  |
| JP7-63076A                                 | 07.03.1995       | JP2972064B2    | 08.11.1999       |
| JP2007-113461A                             | 10.05.2007       | NONE           |                  |
| CN1644886A                                 | 27.07.2005       | CN100419231C   | 17.09.2008       |
| CN101215987A                               | 09.07.2008       | NONE           |                  |
| US20080196690A1                            | 21.08.2008       | EP1927738A2    | 04.06.2008       |
|                                            |                  | JP2008133759A  | 12.06.2008       |
|                                            |                  | US2009134632A1 | 28.05.2009       |
|                                            |                  | JP4380691B2B2  | 09.12.2009       |
|                                            |                  | US7814883B2    | 19.10.2010       |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN20 11/00 1042

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02B19/12(2006.01)i

F02B23/08(2006.01)i

F02D19/08(2006.01)i

F02B29/04(2006.01)i

F02M25/025(2006.01)i

## A. 主题的分类

参见附加页

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

## B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC: F02B, F02D, F02M

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称,和使用的检索词(如使用))

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC, 主, 副, 辅助, 引燃, 喷射器, 喷嘴, 喷油嘴, 压燃, 点燃, 点火, 水, 预混合, main, auxiliary, nozzle, injector, spray+, combustion, pilot, compression, ignite+, water, premix

## C. 相关文件

| 类 型 * | 引用文件, 必要时, 指明相关段落                                                                                  | 相关的权利要求 |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| p,y   | 0 <sup>a</sup> 101907025 入(大连理工大学)08.12月2010 (08.12.2010)<br><br>参见说明书第 [0003H0013] 段、权利要求 1-3、图 1 | 1-1 1   |
| Y     | 0 <sup>a</sup> 101571069 入(大连理工大学)04.11月2009 (04.11.2009)<br><br>参见说明书第 2-4 页、权利要求 1、图 1           | 1-1 1   |
| Y     | CN101619670A (清华大学)06.1月2010(06.01.2010)<br><br>参见说明书第 2 页第 29-35 行、权利要求 1                         | 1-1 1   |
| Y     | JP7-63076A(DAIHATSU MOTOR CO LTD)07.3月1995(07.03.1995)<br><br>参见说明书第 [0023] 段、图 2                  | 2,4-6,9 |

☐ 其余文件在 C 栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

## \* 引用文件的具体类型:

"A" 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

"E" 在国际申请日的当4或3/4后公布的在先申请或专利

"L" 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

"O" 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

"P" 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

"T" 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

"X" 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

"Y" 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

"&amp;" 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

09.9月2011(09.09.2011)

国际检索报告邮寄日期

13.10月2011 (13.10.2011)

ISA/CN 的名称和邮寄地址:

中华人民共和国国家知识产权局

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号100085

传真号: (86-10)62019451

受权官员

李彩芬

电话号码: (86-10) 62085336

C(续). 相关文件

| 类 型 | 引用文件，必要时，指明相关段落                                                                 | 相关的权利要求 |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------|---------|
| γ   | JP2007-1 13461 A(FUJI SERATEKKU KK 等) 10.5 月 2007(10.05.2007)<br><br>参见摘要、图 1-2 | 4-9     |
| γ   | CN1644886A (季晓初) 27.7 月 2005(27.07.2005)<br><br>参见说明书第 4 页最后 1 段                | 4-9     |
| A   | CN101215987A (奇瑞汽车有限公司) 09.7 月 2008(09.07.2008) 参见全文                            | 1-1 1   |
| A   | US20080196690A1(NISSAN MOTOR) 21 .8 月 2008(21.08.2008) 参见全文                     | 1-1 1   |

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号  
PCT/CN2011/001042

| 检索报告中引用的<br>专利文件 | 公布日期       | 同族专利           | 公布日期       |
|------------------|------------|----------------|------------|
| CN101907025A     | 08.12.2010 | 无              |            |
| CN101571069A     | 04.11.2009 | CN101571069B   | 18.08.2010 |
| CN101619670A     | 06.01.2010 | 无              |            |
| JF7-63076A       | 07.03.1995 | JP2972064B2    | 08.11.1999 |
| JP2007-113461A   | 10.05.2007 | 无              |            |
| CN1644886A       | 27.07.2005 | CN100419231C   | 17.09.2008 |
| CN101215987A     | 09.07.2008 | 无              |            |
| US20080196690A1  | 21.08.2008 | EP1927738A2    | 04.06.2008 |
|                  |            | JP2008133759A  | 12.06.2008 |
|                  |            | US2009134632A1 | 28.05.2009 |
|                  |            | JP4380691B2B2  | 09.12.2009 |
|                  |            | US7814883B2    | 19.10.2010 |

A. 主题的分类

F02B 19/12(2006-01)  
F02B 23/08 (2006-01)  
F0 K 19/08(2006-01)  
F0 Ⅲ 9/(4(2006-01)  
F02M25/025(2006.01)