



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104081021 B

(45)授权公告日 2016.11.23

(21)申请号 201380006353.6

(22)申请日 2013.01.17

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104081021 A

(43)申请公布日 2014.10.01

(30)优先权数据
13/357108 2012.01.24 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2014.07.23

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2013/021875 2013.01.17

(87)PCT国际申请的公布数据
W02013/112347 EN 2013.08.01

(73)专利权人 威斯康星旧生研究基金会
地址 美国威斯康星州麦迪逊胡桃街614号

(72)发明人 R.D.雷茨 S.L.科克约翰

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

代理人 张昱 严志军

(51)Int.Cl.

F02B 53/00(2006.01)

F02B 55/02(2006.01)

F02B 55/08(2006.01)

F02B 53/10(2006.01)

F02B 53/04(2006.01)

(56)对比文件

WO 2011/092365 A1,2011.08.04,说明书第40页第20行—第41页第2行及附图22-28.

WO 2011/092365 A1,2011.08.04,说明书第40页第20行—第41页第2行及22-28.

US 2011/0192367 A1,2011.08.11,说明书第0022段及附图1A-1D.

US 3310042 A,1967.03.21,全文.

JP 平1-216026 A,1989.08.30,全文.

JP 昭和54-32602 U,1979.03.03,全文.

US 6516774 B2,2003.02.11,全文.

审查员 汪玉杰

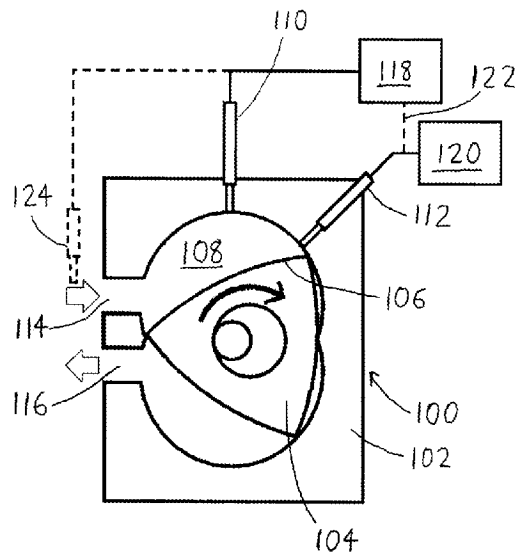
权利要求书4页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

在旋转柴油发动机中的燃料反应性分层

(57)摘要

具有低反应性(低十六烷值)的第一燃料填充物在进气冲程期间被足够早地喷射入旋转发动机,例如汪克尔发动机,随后的较高反应性喷射的燃料填充物形成了在发动机腔室内的一个或多个分层的高反应性区域。然后压缩点火在高反应性区域处开始,并且传播至较低反应性区域。喷射的时间、量和其它参数的适当选择可允许控制燃烧的时间和速率,使得功输出被可最大化,未燃烧的燃料可被最小化,并且腔室温度可受控制以减少热损失和NO_x排放。因此,可提高旋转发动机效率,同时减少排放。由于本发明可在重量轻且紧凑的旋转发动机中实施,故其颇适于用在混合动力和紧凑型车辆中。



1. 一种用于旋转发动机的压缩点火燃烧方法,所述旋转发动机具有:
 - I. 壳体,
 - II. 转子:
 - A. 在所述壳体内旋转,
 - B. 具有周边,所述周边带有在其上的两个或多个转子面,其中在所述转子的旋转期间,腔室被限定在每一个转子面与所述壳体之间;所述方法包括以下步骤:
 - a. 在第一时间将第一燃料填充物提供至所述腔室中的一个腔室,其中所述第一燃料填充物具有第一反应性;
 - b. 随后将第二燃料填充物提供至该腔室,同时该腔室包含所述第一燃料填充物,其中所述第二燃料填充物具有不同于所述第一反应性的第二反应性,所述第二燃料填充物被供应至该腔室以获得在该腔室内的燃料反应性的分层分布,最高燃料反应性的区域与最低燃料反应性的区域被分隔开,在点火开始时存在所述分层分布。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中,通过所述第一燃料填充物和所述第二燃料填充物中具有较高反应性的一个在该腔室内开始燃烧。
3. 根据权利要求2所述的方法,其中,这些燃料填充物被提供至该腔室,使得在该腔室具有最小尺寸时或此后获得峰值汽缸压力。
4. 根据权利要求3所述的方法,其中,这些燃料填充物被提供至该腔室,使得获得峰值汽缸压力:
 - a. 当该腔室具有最小尺寸时,或者
 - b. 在此后转子旋转的30度内。
5. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述第一燃料填充物具有低于所述第二燃料填充物的反应性。
6. 根据权利要求1所述的方法,其中:
 - a. 所述第一燃料填充物在以下之间的时间期间被提供至该腔室:
 - (1)进气端口对该腔室打开,以及
 - (2)在所述进气端口对该腔室闭合之后的转子旋转的90度内;并且
 - b. 所述第二燃料填充物在以下之间的时间期间被提供至该腔室:
 - (1)进气端口对该腔室闭合,以及
 - (2)在该腔室具有最小尺寸之前的转子旋转的90度内。
7. 根据权利要求6所述的方法,其中,所述第一燃料填充物具有低于所述第二燃料填充物的反应性。
8. 根据权利要求1所述的方法,其中:
 - a. 所述第一燃料通过所述壳体中的第一喷射器被提供至该腔室,并且
 - b. 所述第二燃料填充物通过与所述第一喷射器分隔开的第二喷射器被提供至该腔室。
9. 根据权利要求1所述的方法,其中:
 - a. 所述第一燃料填充物经由通向该腔室的进气端口被提供至该腔室,并且

- b. 所述第二燃料填充物通过在所述壳体中的第二喷射器被提供至该腔室。
10. 根据权利要求1所述的方法, 其中:
- a. 所述第一燃料填充物和所述第二燃料填充物中的一个含有汽油; 并且
- b. 所述第一燃料填充物和所述第二燃料填充物中的另一个含有柴油燃料。
11. 根据权利要求1所述的方法, 其中:
- a. 所述第一燃料填充物和所述第二燃料填充物中的一个含有第一燃料; 并且
- b. 所述第一燃料填充物和所述第二燃料填充物中的另一个含有所述第一燃料和添加剂的混合物。
12. 根据权利要求1所述的方法, 其中:
- a. 所述第一燃料填充物从第一箱被提供至该腔室; 并且
- b. 所述第二燃料填充物从第二箱被提供至该腔室:
- (1) 单独地, 或者
- (2) 与来自所述第一箱的材料组合。
13. 一种用于旋转发动机的压缩点火燃烧方法, 所述旋转发动机具有:
- I. 带有周边的转子, 所述周边具有在其上的两个或多个转子面,
- II. 壳体, 所述转子在所述壳体中旋转, 由此:
- A. 腔室被限定在每一个转子面与所述壳体之间, 并且
- B. 每一个腔室随着所述转子在所述壳体内旋转而尺寸变化,
- III. 含有具有第一反应性的燃料的第一箱;
- IV. 含有具有第二反应性的材料的第二箱;
- 所述方法包括以下步骤:
- a. 在第一时间将第一燃料填充物提供至所述腔室中的一个腔室, 其中所述第一燃料填充物包括来自所述第一箱的所述燃料;
- b. 在第二时间将第二燃料填充物提供至该腔室, 同时所述第一燃料填充物在该腔室内, 其中所述第二燃料填充物包括单独的或者与来自所述第一箱的所述燃料组合的来自所述第二箱的所述材料,
- 所述第二燃料填充物被供应至该腔室以获得在该腔室内的燃料反应性的分层分布, 最高燃料反应性的区域与最低燃料反应性的区域被分隔开, 在点火开始时存在所述分层分布。
14. 根据权利要求13所述的方法, 其中, 通过所述第一燃料填充物和所述第二燃料填充物中具有较高反应性的一个在该腔室内开始燃烧。
15. 根据权利要求13所述的方法, 其中:
- a. 所述第一燃料填充物和所述第二燃料填充物中的一个含有汽油; 并且
- b. 所述第一燃料填充物和所述第二燃料填充物中的另一个含有柴油燃料。
16. 根据权利要求13所述的方法, 其中:
- a. 所述第一燃料填充物和所述第二燃料填充物中的一个包含第一燃料; 并且
- b. 所述第一燃料填充物和所述第二燃料填充物中的另一个包含所述第一燃料和添加剂的混合物。
17. 根据权利要求13所述的方法, 其中, 接收所述第一燃料填充物和所述第二燃料填充

物的该腔室：

a. 在以下之间的时间期间接收所述第一燃料填充物和所述第二燃料填充物中具有较低反应性的一个：

(1)进气端口对该腔室打开,以及

(2)在所述进气端口对该腔室闭合之后的转子旋转的90度内;并且

b. 在以下之间的时间期间接收所述第一燃料填充物和所述第二燃料填充物中具有较高反应性的一个：

(1)进气端口对所述腔室闭合,以及

(2)在该腔室具有最小尺寸之前的转子旋转的90度内。

18.根据权利要求13所述的方法,其中：

a.所述第一燃料填充物和所述第二燃料填充物中具有较低反应性的一个通过在所述壳体中的第一喷射器被注入该腔室中,并且

b.所述第一燃料填充物和所述第二燃料填充物中具有较高反应性的一个通过在所述壳体中的第二喷射器被喷射入该腔室中,其中所述第二喷射器位于该腔室内,使得随着所述转子在所述壳体内旋转,所述第一喷射器在所述第二喷射器之前被暴露于该腔室。

19.一种压缩点火燃烧系统,其包括：

a. 具有转子的旋转发动机,所述转子具有由若干转子面所限定的周边,所述转子能在壳体内旋转,由此腔室被限定在每一个转子面与所述壳体之间,每一个腔室随着所述转子在所述壳体内旋转而尺寸变化；

b. 包含了具有第一反应性的燃料的第一箱；

c. 包含了具有第二反应性的材料的第二箱；

所述燃烧系统被构造成将以下两者提供至所述腔室中的一个腔室：

I. 包括来自所述第一箱的所述燃料的第一燃料填充物,以及

II. 包括单独的或者与来自所述第一箱的所述燃料组合的来自所述第二箱的所述材料的第二燃料填充物,

所述第二燃料填充物被供应至该腔室以获得在该腔室内的燃料反应性的分层分布,最高燃料反应性的区域与最低燃料反应性的区域被分隔开,在点火开始时存在所述分层分布。

20.根据权利要求19所述的系统,其中,接收所述第一燃料填充物和所述第二燃料填充物的该腔室缺少火花塞或其它火花源,由此具有较高反应性的燃料填充物在该腔室内开始燃烧。

21.根据权利要求19所述的系统,其中：

a. 所述第一箱和所述第二箱中的一个包含汽油;并且

b. 所述第一箱和所述第二箱中的另一个包含柴油燃料。

22.根据权利要求19所述的系统,其中：

a. 所述第一箱和所述第二箱中的一个含有第一燃料;并且

b. 所述第一箱和所述第二箱中的另一个含有所述第一燃料和添加剂的混合物。

23.根据权利要求19所述的系统,其中：

a. 所述壳体包括在所述转子附近打开的进气端口；

b. 所述燃烧系统被构造成向所述腔室中的一个腔室提供：

(1)在以下之间的时间期间所述第一燃料填充物和所述第二燃料填充物中具有较低反应性的一个：

(a)所述进气端口对该腔室打开,以及

(b)在所述进气端口对该腔室闭合之后的转子旋转的90度内；

(2)在以下之间的时间期间所述第一燃料填充物和所述第二燃料填充物中具有较高反应性的一个：

(a)在所述进气端口对该腔室闭合之后,以及

(b)该腔室具有最小尺寸之前的转子旋转的90度内。

24.根据权利要求19所述的系统,其中：

a. 还包括在所述壳体中的第一喷射器和第二喷射器,这些喷射器沿着所述壳体被分隔开,使得随着所述转子在所述壳体内旋转,所述第一喷射器在所述第二喷射器之前被暴露于所述腔室中的一个腔室,

b. 其中所述燃烧系统被构造成具有：

(1)所述第一喷射器喷射具有较低反应性的燃料填充物,以及

(2)随后使所述第二喷射器喷射具有较高反应性的燃料填充物。

在旋转柴油发动机中的燃料反应性分层

技术领域

[0001] 本文献涉及对旋转发动机(例如,汪克尔旋转发动机(Wankel rotary engine))的效率的改进,并且更具体地涉及使用燃料反应性分层(即,在发动机燃烧腔室内的燃料反应性的空间变化)的旋转发动机的效率改进。

背景技术

[0002] 由于汽车公司和其它公司力求改进发动机效率并且降低发动机排放,故关注已经集中于旋转发动机,即内燃机,其中转子(旋转活塞)在壳体内旋转,一个或多个燃烧腔室在转子与壳体之间形成以在转子旋转时围绕着壳体行进。或许,最熟知类型的旋转发动机是汪克尔发动机,其中略微三角形的转子在具有略微椭圆形的内部的壳体内偏心地旋转(即,使得其旋转轴线不与其几何轴线重合)。(但是其它类型的转子和壳体构造也是可能的,例如,在具有“四叶式”内部的壳体内的大体上正方形转子;例如,见授予Wankel等人的美国专利2,988,065)旋转发动机是受关注的,因为它们相比于具有类似输出的往复活塞发动机相对紧凑且重量轻,使得旋转发动机对于在混合动力车辆(与其它能源(通常是电池)相组合来使用内燃机以提供其原动力的车辆)中使用有吸引人的可能性。尤其,旋转发动机将看起来有期望在电池供能的电动车辆中使用,以在其电池开始要用尽时延伸其行程。然而,旋转发动机具有已经妨碍其广泛采用的燃料效率和污染排放缺陷:来自燃烧腔室的相对较大表面积的高的热损失,以及来自发动机腔室之间不良密封的压力损失引起了妨碍发动机输出;并且由燃烧腔室的伸长形状引起的问题,如火焰熄灭(即,不良燃烧扩散)和延长的发动机持续时间,趋于导致高的烟尘排放(未燃烧或部分燃烧的烃类的排放),也引起其它的效率障碍。

[0003] 实现更高的发动机效率的关注已经导致尝试改进柴油(压缩点火)发动机。(对于内燃机熟悉度有限的读者,汽油发动机和柴油发动机之间的主要差异是燃烧启动的方式。通常也被称为火花点火或“SI”发动机的汽油发动机将空气和燃料的相对富燃料的混合物提供到发动机汽缸中,然后火花点火该混合物以从汽缸向外驱动活塞来产生功。在也被称为压缩点火发动机的柴油发动机中,燃料在活塞压缩其中的空气时被引入到发动机汽缸中,然后燃料在压缩的高压/高温状态下点火以向汽缸向外驱动活塞来产生功)。柴油发动机趋于比汽油发动机更有效,提供每单位燃料消耗的极大的功率输出,但是它们令人遗憾地趋于具有高的污染排放,特别是烟尘和氮氧化物(通常表示为NO_x)的排放。烟尘大体上与不完全燃烧相关联,并且因此可通过提升燃烧温度来减少,或者通过提供更多的氧来促进烟尘颗粒的氧化来减少。趋于引起诸如酸雨的不利效应的NO_x大体上与高温发动机状态相关联,并且因此可通过使用诸如排气再循环(EGR)的手段来减少,其中发动机吸入空气以相对惰性的排气(大体上后冷却排气)进行稀释,从而减少了燃烧腔室中的氧气并且降低了最大燃烧温度。令人遗憾地,减少发动机中烟尘产生的手段趋于增加NO_x的产生,并且减少发动机中NO_x产生的手段趋于增加烟尘的产生,导致了通常被称为“烟尘-NO_x权衡”的情况。NO_x和烟尘还可在它们离开发动机(例如,在排气流中)之后处置,但此“后处理”方法趋于对

于安装和维护是昂贵的。作为举例,排气流可以用催化剂和/或尿素或其它还原/反应剂进行处理,以减少NO_x排放,并且/或者可将燃料定期注入排气流中并点火,以烧尽收集在“颗粒集中区域”中的烟尘(其趋于妨碍燃料效率)。由于这些方式需要相当大的复杂性,故使用柴油发动机作为行程延伸器的混合动力车辆趋于昂贵。

发明内容

[0004] 由在本文献结束处阐明的权利要求所限定的本发明针对至少部分地减轻前述问题的发动机和发动机燃烧方法。尤其,本发明涵盖具有高效率 and 低排放的旋转柴油(压缩点火)发动机。尽管旋转柴油发动机已经存在很久,但它们至今为止趋于经受旋转发动机和柴油发动机两者的前述缺点,同时从这些技术的组合中获得了很少优点或者没有优点。因此,旋转柴油发动机被较大地局限于特定的应用,例如在某些飞行器发动机中。然而,本发明允许具有这种高效率 and 低排放的旋转柴油发动机,汽车和其它的普通使用现在是可行的,特别是结合混合动力车辆使用。

[0005] 本发明的示例性版本在图1-4中绘出,其绘出了具有壳体102的旋转发动机10,转子104在壳体102中旋转。转子104具有围绕其周边(在106处,这些中仅一个在附图中标出)的转子面,并且腔室108在转子104旋转时被限定在每一个转子面106与壳体102之间(这些腔室108中仅一个在附图中标出)。在其经历进气冲程(图1中的腔室108所示)、压缩冲程(图2中的腔室108所示)、动力(或膨胀)冲程(图3中的腔室108所示)和排气冲程(图4中的腔室108所示)时,每一个腔室108在旋转期间改变尺寸。第一喷射器110和第二喷射器112被定位成在其进气冲程(图1)和/或压缩冲程(图2)期间将燃料填充物喷射入腔室108中。发动机100以柴油(压缩点火)模式操作,其中在进气冲程(图1)期间被标记的腔室108吸入或者以其它方式供应有来自进气端口114的空气,并且接受在进气冲程(图1)期间喷射的任何燃料填充物;在被标记的腔室108中的空气和喷射燃料然后在其压缩冲程期间被压缩(燃料在之前的进气冲程和/或当前的进气冲程期间被喷射),压缩增加了腔室108内的热和压力,使得空气/燃料混合物自燃(图2);在被标记的腔室108内的燃烧混合物膨胀(图3),提供了功率输出;并且,燃烧过的燃烧副产物然后在排气冲程(图4)期间从排气端口116排出。

[0006] 具体参看图1,示例性发动机100然后与常规的旋转柴油发动机更显著不同在于其具有第一箱(tank)118和第二箱120,第一箱118包含了具有第一反应性的第一材料(例如,汽油),第二箱120包含了具有不同于第一反应性的第二反应性的第二材料(例如,柴油燃料或反应性改性添加剂)。这些箱在图1中被示意性地绘出,并且为了简单而从其余的附图中省略。(反应性是对应于燃料趋于在柴油工作状态下自发地点火的性质,即在高压和高温下:具有高反应性的燃料比具有低反应性的燃料更可能在升高的温度和压力下自燃。因此,反应性大体上对应于燃料的十六烷值,或燃料的辛烷值的相反数)。在进气冲程和/或压缩冲程(分别是图1A和图1B)期间,第一燃料填充物被供应至腔室108,并且然后第二燃料填充物被随后供应至腔室108,这些燃料填充物具有不同的反应性。这些燃料填充物中的一种燃料填充物可简单地包括来自所述箱中的一个箱的材料,例如,第一喷射器110可喷射由来自第一箱118的汽油构成的燃料填充物。然后,这些燃料填充物中的另一种燃料填充物可包括来自另一个箱的材料,例如,第二喷射器112可喷射由来自第二箱120的柴油构成的燃料填充物,或者可替换为包括来自两个箱的材料,例如,其可供应与来自第二箱120的反应性改

性添加剂相混合的来自第一箱118的汽油(如由供应管线122供应,在图1中以虚线/影线示出)。

[0007] 喷射的燃料填充物的时间和量使得在腔室108内获得了燃料反应性的分层分布,在其压缩冲程(图2)期间,最高燃料反应性的区域与最低燃料反应性的区域在腔室108内被分隔开。在压缩冲程(图2)和/或膨胀冲程(图3)期间,当燃料填充物在腔室108内点火时,燃料在高反应性的(多个)区域处开始,并且经由诸如体积能量释放和/或火焰传播的机制传播至(多个)较低反应性区域。当适当地定制燃料填充物的时间、量和反应性的情况下,燃烧可被定制成在期望的时间开始,并且以期望的速率进行(导致受控的热释放的时间和速率,导致最佳功率输出),同时阻止了快速的压力增大和腔室108的高温(这促进了NO_x产生并且降低了燃料经济性),并且具有低的烟尘产生(由于至少基本上完全消耗了在腔室108内的所有喷射燃料)。简言之,定制在腔室108内的反应性分布可允许定制燃烧过程的性质。在反应性上的较低的分层/等级(燃烧腔室108各处的在反应性上的更大均匀性)趋于导致较高的燃烧速率,因为在腔室108内的每一个位置具有首先点火的大致相等的机会,并且不是首先点火的那些将被其邻近快速点火。相反地,在反应性上的更大的分层/等级趋于导致较低的燃烧速率。

[0008] 优选地,第一燃料填充物具有低于第二燃料填充物的反应性,并且在进气冲程(图1)和/或压缩冲程(图2)期间被足够早地喷射,初始的燃料填充物在压缩冲程(图2)的主要部分期间与腔室108中的空气高度地预混。例如,第一燃料填充物可能在开始图1的进气冲程之后(即,当进气端口114通向腔室108时)被引入腔室108中,并且在进气端口114对腔室108闭合后在转子104旋转的大约90度内。第二较高反应性燃料填充物于是可被喷射入腔室108内的高度混合的低反应性空气燃料基质中,生成燃烧将开始的(多个)高反应区域。第二燃料填充物可能在压缩冲程的大约第一半期间被喷射,诸如在进气端口114对腔室108闭合与“上死中心”之前的转子104旋转的大约90之间,即在腔室108具有最小尺寸时的压缩冲程(图2)的结束处和动力冲程(图3)的开始处的时间。最优选地,这些燃料填充物被提供至腔室108,使得在上死中心处或者在其后的转子104旋转的30度内获得峰值腔室压力,由于这趋于提供最大的功输出。

[0009] 用于喷射第一填充物和第二填充物的第一喷射器110和第二喷射器112可以以围绕着如图1中所示的腔室108的内周边分隔开的关系来设置,其中当转子104在壳体102内旋转时,第一喷射器110在第二喷射器112之前暴露于腔室108。但是,第一喷射器110不必位于腔室108中,并且例如可设置为位于进气端口114上游的端口喷射器124(例如,在端口114、进气歧管内和/或进入从其延伸的进气通路中)。备选地,第一喷射器110和第二喷射器112可为相同的喷射器,即第一燃料填充物和第二燃料填充物可由相同喷射器供应。有可能还喷射附加的燃料填充物,其具有与第一燃料填充物相同或不同的反应性(且这些附加的燃料填充物来自于相同或不同的喷射器),只要它们实现分层反应性和受控燃烧的相同目标。这样的附加的燃料填充物可通过第一喷射器110和第二喷射器112中的一个或两者、并且/或者通过一个或多个附加的喷射器(未示出)进行喷射。

[0010] 燃料填充物可以是来自单独的箱供应的常规燃料,例如,来自第一箱118(图1)的汽油(其具有较低的反应性)和来自第二箱120的柴油燃料(其具有较高的反应性)。备选地或额外地,通过添加适合的反应性改性剂(modifier),来自一个箱的燃料可使其反应性在较

高水平与较低水平之间改变。作为举例,第一喷射器110可将最初较低反应性的填充物提供至仅包含来自第一箱118的汽油或柴油燃料的腔室108中,并且第二喷射器112可将随后较高反应性的燃料填充物提供至腔室108中,腔室108含有来自第一箱118(经由供应管线122)的汽油或柴油燃料,加上来自第二箱120的少量反应性增强添加剂,例如,二叔丁基过氧化物(DTBP)、2-硝酸乙基己基酯、或另一十六烷值增进剂。这样的布置是有用的,因为许多反应性改性剂仅需要很少的量,并且因此含有反应性改性剂的小的箱可连同常规燃料箱一起提供,并且具有计量装置,该计量装置将期望量的反应性改性剂提供到燃料管线中(或者到与低反应性燃料管线分隔开的高反应性燃料管线中)。可使用的另一个布置在于提供箱118和120,其填充有相同的燃料,并且其中一种或多种反应性改性剂人工地或自动地加到一个或多个箱中来实现期望的反应性。

[0011] 从本文献的其余部分连同相关联的附图,本发明的其它优点、特征和目的将是清楚的。

附图说明

[0012] 图1为在其进气冲程期间的示例性旋转发动机100的截面的示意图,其中转子104正在旋转以将空气从打开的进气端口114吸入腔室108中。在本发明的优选版本中,喷射器124和/或110中的一个已被优选为在进气冲程期间将一种或多种低反应性燃料填充物足够早地喷射入腔室108中,这些填充物在腔室108内良好地分散,并且高反应性燃料填充物随后在进气冲程的后续部分期间或者在压缩冲程(图2)期间由喷射器112进行喷射,以提供燃烧将在其处开始的腔室108内一个或多个区域。

[0013] 图2是显示为没有图1的喷射器124,110和112及其相关联的箱118和120以及供应管线的图1的发动机100的示意图,其中发动机100处于其压缩冲程中,其中在腔室108内的空气和燃料被压缩,从而引起用于燃烧的条件。

[0014] 图3是显示为在其动力(膨胀)冲程期间的图1的发动机100的示意图,其中腔室108的内含物在其中的空气和燃料燃烧时正在膨胀,从而将动力输出至转子104。

[0015] 图4是显示为在其排气冲程期间的图1的发动机100的示意图,其中腔室108的燃烧过的内含物经由打开的排气端口116排出。

具体实施方式

[0016] 对以上论述进行扩展,本发明允许旋转发动机的优点——例如,紧凑、重量轻的发动机,其以低振动输送高rpm动力——同时至少部分地减少其缺点,诸如,低效率和高排放。由于可用于本发明中的旋转发动机的紧凑尺寸、低噪音和简单性,故本发明很适合用于在混合动力车辆中使用,例如,在其电池低时对车辆供能,并且/或者对这些电池再充电。本发明还适合用于在使用内燃机的任何其它环境中使用,例如,在常规车辆中作为其动力的主要来源,并且/或者在例如发电机、割草机、链锯等由内燃机供能的工具和器具中。

[0017] 如以上所论述的,本发明主要依靠以一定时间、量和其它性质(例如,喷流型式和渗透度)向腔室108提供燃料填充物,腔室108包含至少基本上均一基质的低反应性混合物,并且使得一种或多种随后的高反应性填充物引起受控的燃烧,该受控的燃烧具有对于最佳功率输出而定时的功释放,并且还具有较低的温度和完全燃烧,以便控制非期望的排放并

且提高发动机效率。已知为反应性受控的压缩点火(RCCI)的此类方法由发明人在在先专利申请中描述为用于常规柴油发动机(美国专利申请12/793,808和13/077,378,其通过引用并入本文中,使得其内容应被视为本文献的一部分),并且来自这些在先申请的构想也可被发扬到本发明。对于最佳的功输出,燃料填充物被优选为供应至燃烧腔室,以在上死中心处或者在上死中心之后达到峰值汽缸压力,最优选地为略微在上死中心之后(例如,在上死中心之后的转子旋转的3度与30度之间)。类似地,为了阻止NO_x形成以及削弱效率的热损失,其优选的是使CA50(即,总燃料质量的50%已燃烧)出现在上死中心之后的转子旋转的大约0度至15度之间。

[0018] 燃料喷射也被优选地构造和定时成使得喷射的燃料不会冲击(或最小地冲击)在转子面106上和/或在腔室108的其它壁上,特别是在转子104抵接壳体102处的腔室108的边缘处的“顶点”上。理想的是,在发动机100被如附图中那样构造时,喷射器110和112每一个围绕着壳体102进行构造和定位,使得其可在其与转子面106的中心至少基本上对准时喷射它的(多个)填充物,喷流型式被设计成延伸贯穿腔室108,而不会冲击在转子104上,并且延伸不超过转子半径的大约90%,使得燃料不被引导到腔室108的顶点中。

[0019] 要强调的是,以上论述的本发明的版本仅是示例性的,并且本发明可在许多方面进行改变。首先,尽管前面的论述大体上集中于在本发明中使用汪克尔型旋转发动机,但其它类型的旋转发动机的使用也是可能的,例如,授予Saint-Hilaire等人的美国专利6,164,263、授予Renegar的美国专利6,659,065、授予Kim的美国专利6,722,321、授予Schapiro等人的美国专利6,983,729、授予Okulov的美国专利7,178,502、授予Cobbs的美国专利7,913,663,以及在这些专利中被引用和对这些专利进行引用的专利中的旋转发动机。本发明因此可与在附图中所示出的示例性形式显著不同。

[0020] 此外,燃料填充物不限于使用汽油和柴油燃料,或者不限于使用具有反应性改性添加剂的汽油或柴油燃料,并且可能替换为使用品种繁多的其它燃料(具有或没有添加剂),例如,乙醇、甲醇、甲烷、丙烷或其它物质。燃料的反应性还可通过除增加添加剂(或另一燃料)之外的手段来进行改性,如,通过改变燃料的成分,并且/或者通过使用用于沿着车辆的燃料管线进行裂化、加热、蒸馏和/或催化的车辆车载装置来将燃料分成低反应性成分和高反应性成分。反应性还可通过改变腔室内的空气的反应性来进行有效地改变,如通过使用EGR(排气再循环)或类似的手段,因为再循环的排气可妨碍燃烧。

[0021] 此外,正如本发明不限于仅使用两种燃料填充物那样,本发明也不限于仅使用两个级别的反应性。作为举例,三种或更多种燃料填充物中的每一种燃料填充物可具有不同于其他填充物的反应性。

[0022] 本发明还与排气后处理的使用以及其它燃烧操纵和排放减少策略相包容。这些策略可能甚至进一步减小排放,并且由于自本发明引起的排放从现有系统中的排放减少,故用于实施这些策略的设备可能具有更长的工作寿命,并且/或者可为了更少的费用而进行改变。

[0023] 总之,本发明不旨在限于以上所述的本发明的这些优选版本,而是旨在仅由以下阐明的权利要求进行限制。因此,本发明涵盖字面上或者等同地落入这些权利要求的范围内的所有不同版本。

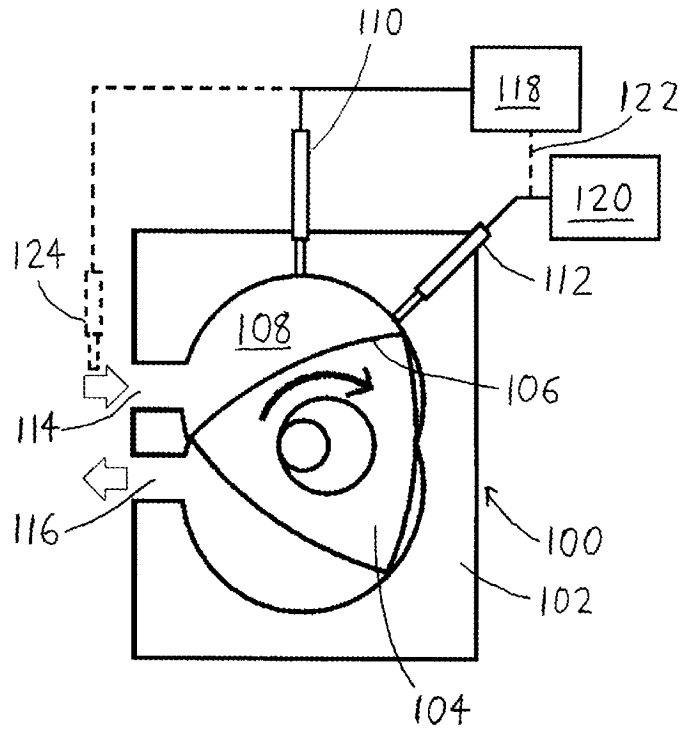


图 1

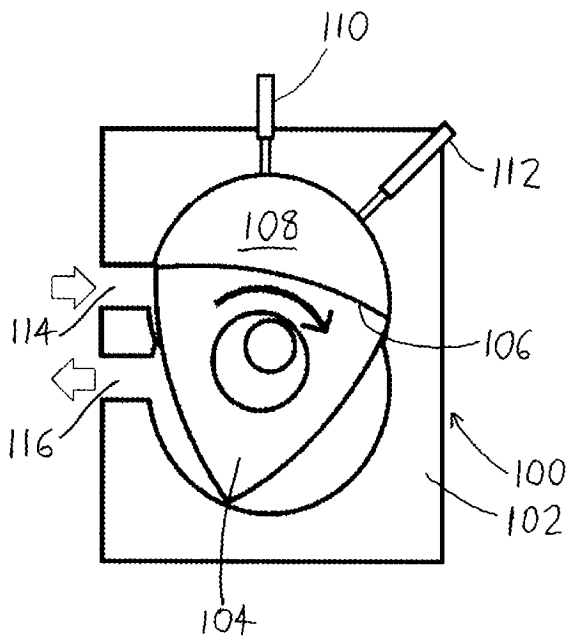


图 2

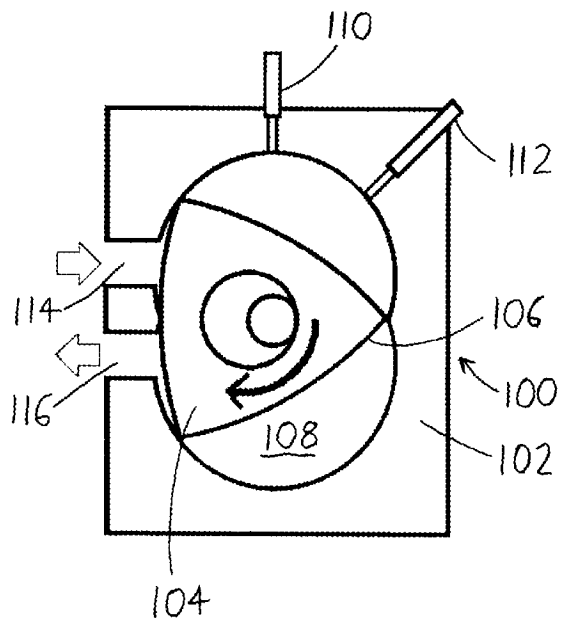


图 3

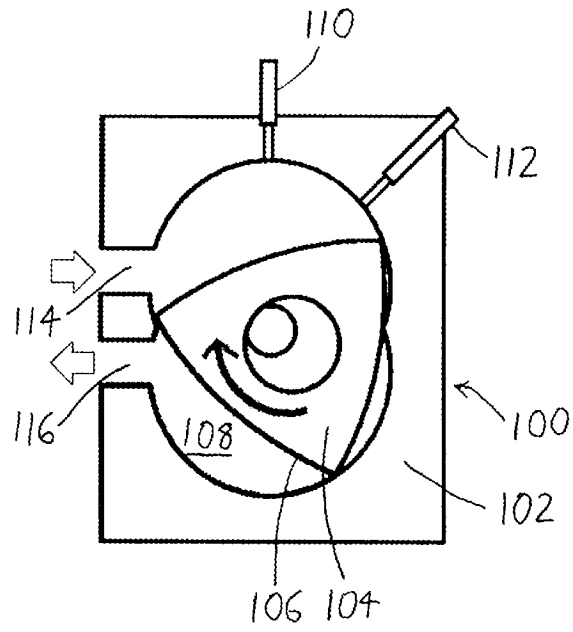


图 4