



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101796293 A

(43) 申请公布日 2010. 08. 04

(21) 申请号 200880105589. 4

代理人 于静 秘风华

(22) 申请日 2008. 07. 21

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

F02P 23/04 (2006. 01)

0705437 2007. 07. 25 FR

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 03. 04

(86) PCT申请的申请数据

PCT/FR2008/051373 2008. 07. 21

(87) PCT申请的公布数据

W02009/016310 FR 2009. 02. 05

(71) 申请人 雷诺股份公司

地址 法国布洛涅 - 比扬古

(72) 发明人 M·马卡罗夫 A·阿涅雷

M·贝勒诺 J·索顿 S·拉布达

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

11247

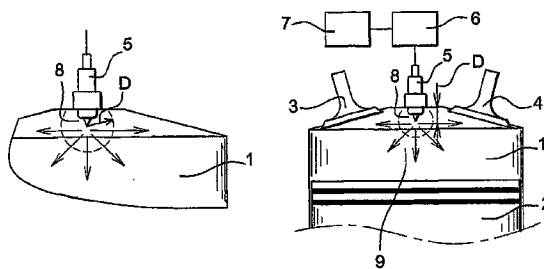
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

内燃发动机及控制内燃发动机的方法

(57) 摘要

内燃发动机包括：脉冲电流发生器 (6)；至少一个电极 (5)，该电极设有至少一个尖头；用于控制通过所述发生器 (6) 向所述电极 (5) 供电的机构 (7)；以及燃烧室 (1)，在该燃烧室中安放所述电极 (5) 的尖头，该尖头与燃烧室 (1) 的内壁隔开一最小分离距离 (D)。该电流发生器 (6) 和电极 (5) 设计成使得向所述电极 (5) 供电时产生的功率密度 (R) 小于 10^5w/cm^3 ，该功率密度 (R) 等于所述电极 (5) 的供电功率 (P_{max}) 除以最小分离距离 (D) 的立方。



1. 一种内燃发动机,包括:
- 脉冲电流发生器 (6);
- 火花塞,该火花塞配备有单个电极 (5),该电极设有至少一个尖头;
- 用于控制通过所述发生器 (6) 给所述电极 (5) 供电的机构 (7);以及
- 燃烧室 (1),所述电极 (5) 的尖头安放在该燃烧室中,该尖头与该燃烧室 (1) 的内壁隔开一最小分离距离 (D),该电极与该内壁电绝缘,其特征在于,电流发生器 (6) 和电极 (5) 设计成使得在给所述电极 (5) 供电期间产生的功率密度 (R) 处于 10^2w/cm^3 至 10^5w/cm^3 之间,该功率密度 (R) 等于所述电极 (5) 的平均供电功率 (Pmax) 除以最小分离距离 (D) 的立方。

2. 如权利要求 1 所述的内燃发动机,其特征在于,电流发生器 (6) 和电极 (5) 设计成使得在给所述电极供电期间产生的功率密度 (R) 低于 10^4w/cm^3 。

3. 如权利要求 2 所述的内燃发动机,其特征在于,电流发生器 (6) 和电极 (5) 设计成使得在给所述电极供电期间产生的功率密度 (R) 处于 10^2w/cm^3 至 10^4w/cm^3 之间,该发生器能产生的最大功率极限限定成使得所述功率密度总是低于 10^4w/cm^3 。

4. 如前述权利要求之一所述的内燃发动机,其特征在于,脉冲电流发生器 (6) 适于产生单脉冲电流。

5. 如权利要求 1-3 之一所述的内燃发动机,其特征在于,脉冲电流发生器 (6) 适于产生交流电流。

6. 如权利要求 5 所述的内燃发动机,其特征在于,所述脉冲电流发生器 (6) 适于产生频率在 1 至 10 兆赫之间且优选在 1 至 5 兆赫之间的交流电流。

7. 一种用于控制内燃发动机的方法,该内燃发动机包括:
- 脉冲电流发生器;
- 火花塞,该火花塞配备有单个电极,该电极设有至少一个尖头;
- 用于控制通过所述发生器给所述电极供电的机构;以及
- 燃烧室,所述电极的尖头安放在该燃烧室中,该尖头与该燃烧室的内壁隔开一最小分离距离 (D),并且该电极与该内壁电绝缘;

- 活塞 (2),该活塞 (2) 滑动地安装在该燃烧室 (1) 中的上止点位置和下止点位置之间,其特征在于,向该燃烧室 (1) 中发送氧化剂和燃料的混合物,当活塞从它的下止点位置向它的上止点位置移动时,在活塞 (2) 到达上止点之前,产生脉冲电流以供给所述电极 (5),从而使在给所述电极 (5) 供电期间产生的功率密度 (R) 处于 10^2w/cm^3 至 10^5w/cm^3 之间,该功率密度 (R) 是通过将所述电极 (5) 的平均供电功率 (Pmax) 除以最小分离距离 (D) 的立方计算的。

8. 如权利要求 7 所述的方法,其特征在于,通过使活塞朝它的上止点位置移动以增加所述燃烧室 (1) 中的压力来形成用于氧化剂和空气的混合物自动点火的条件,在所述混合物自动点火之前,中断对所述电极 (5) 的脉冲电流的供应。

9. 如权利要求 7 和 8 至少之一所述的方法,其特征在于,对电极 (5) 供应脉冲电流的持续时间在 1 至 20 毫秒之间。

10. 如权利要求 7-9 至少之一所述的方法,其特征在于,对电极 (5) 供应的脉冲电流是单脉冲电流或者是射频电流,该射频电流具有在 1 至 5 兆赫之间的频率。

内燃发动机及控制内燃发动机的方法

技术领域

[0001] 本发明总体上涉及内燃发动机的燃烧室中的燃料 / 氧化剂混合物的点火 (点燃) 的领域。

[0002] 更具体地说, 本发明涉及一种内燃发动机, 该内燃发动机包括:

[0003] - 脉冲电流发生器;

[0004] - 至少一个电极, 该电极设有至少一个尖头 (末梢, 尖端);

[0005] - 用于控制通过所述发生器向所述电极供电的机构;

[0006] - 燃烧室, 所述电极的尖头安放在该燃烧室中, 该尖头与燃烧室的内壁隔开一最小分离距离 (D)。

[0007] 本发明还涉及用于控制内燃发动机的方法, 该内燃发动机包括:

[0008] - 脉冲电流发生器;

[0009] - 至少一个电极, 该电极设有至少一个尖头;

[0010] - 用于通过所述发生器控制向所述电极供电的机构;

[0011] - 燃烧室, 所述尖头安放在该燃烧室中, 该尖头与燃烧室的内壁隔开一最小分离距离 (D);

[0012] - 活塞, 该活塞滑动式安装在燃烧室中上止点位置和下止点位置之间。

背景技术

[0013] 燃烧室中的燃烧经常不是在最合适的时间里定相以便优化发动机的运转。两个循环或两种发动机速度之间的点火时间的分散会降低发动机的效率, 并且可能助长污染物或尚未燃烧物的产生。

发明内容

[0014] 基于此, 本发明的目的是提出一种发动机和方法, 以用于更好地控制燃烧室中氧化剂 / 燃料混合物的点火时间。

[0015] 为此, 除了上述前言中所提供的一般定义以外, 本发明的发动机的本质特征在于, 电流发生器和电极设计成使得在向所述电极供电期间产生的功率密度 (R) 低于 10^5w/cm^3 (瓦特 / 立方厘米), 该功率密度 (R) 等于所述电极的供电功率 (Pmax) 除以最小分离距离 (D) 的立方。

[0016] 出于同样的目的, 除了上述前言中所提供的一般定义以外, 本发明的控制方法的本质特征在于, 将氧化剂和燃料的混合物送到燃烧室中, 当活塞从它的下止点位置朝向它的上止点位置移动时, 在活塞到达上止点之前, 产生脉冲电流以供应给所述电极, 由此使在向所述电极供电期间产生的功率密度低于 10^5w/cm^3 , 该功率密度是通过将所述电极的供电功率除以最小分离距离的立方计算的。

[0017] 为理解本发明, 应该注意, “最小分离距离 D” 是指在火花塞电极的尖头与室壁 (燃烧室的壁) 之间的最短可测量的直线距离, 并且不与该火花塞的元件交叉。因此, 该最小距

离是火花塞电极的尖头与由室壁形成的接地电极之间的最短路线。如果在该电极的尖头和室壁之间发生放电,则由该放电形成的电弧的最小长度等于该最小距离 D。

[0018] 因此,发生放电的危险由该最小距离和对电极的供电决定,或甚至由功率密度决定,该功率密度随供电和该最小距离 D 的变化而变化。

[0019] 关于这个目的,可参见图 1 左侧的细部图,该细部图示出图 1 所示的燃烧室和火花塞的放大的侧视图。上述最小距离 D 在该放大的侧视图中以及在图 1 中是可见的。应该注意,该火花塞包括单个带有尖头的电极,该电极与内室壁电绝缘。优选地,该内壁构成接地电极。

[0020] 为理解本发明,应该注意,下面用 P_{max} 表示的供电是平均功率,也就是在向该电极供电的不中断的时期内输送到该电极的电功率的平均值。

[0021] 换句话说,发生器和火花塞设计成使得下面用 R 表示并用 $R = P_{max}/D^3$ 定义的功率密度满足: $R < 10^5 \text{w/cm}^3$ 。

[0022] 发生器和电极的这种设计保证当向电极供电时电极周围的空气被电离,而该空气的温度不会超过氧化剂 / 燃料混合物的点火阈值。这种局部电离而不将混合物点燃用于产生自由基,例如通过电离产生的臭氧和 / 或中间烃类物质。

[0023] 这造成燃烧室中所含混合物的分层(形成层次结构),其中包括较多或较少富含电离空气和自由基的区域。

[0024] 由于这种化学分层,所以混合物的自动点火时间能更精确地确定,这用来防止自动点火时间的过度分散(离散)。

[0025] 可以看出,当燃烧室中的压力和温度条件满足时,氧化剂 / 燃料混合物的自动点火优选地在含有通过电离产生的自由基和 / 或烃类物质的层的部位开始。

[0026] 优选地,本发明适用于 HCCI 型发动机,也就是其中燃烧不是通过火花塞开始而是只有当燃烧室中的压力、温度条件和混合物组成满足时才自动点火的发动机。对于这种自动点火式发动机来说,通过向电极供电实现的混合物的电离用于通过形成优选自动点火区来准备点火,而不必向起动这种点火的电极供电。实际上,在这种类型的发动机上,即使不再向电极供电,也可以进行自动点火。

[0027] 通过局部改变混合物的化学性而实现的这种优选自动点火区 / 分层的形成可用于避开燃烧室中突然大量燃烧的危险。

[0028] 与用高电平电源向电极供电相比,用低电平电源向电极供电还节省了能量。

[0029] 例如,可以保证在向所述电极供电期间产生的功率密度低于 10^4w/cm^3 。

[0030] 该实施例用来限定功率密度范围,该功率密度范围确保在电离时间内不能通过电离作用开始自动点火,自动点火仅是在燃烧室中的压力已经因活塞朝内发动机的上止点升起而增大以后发生。因此,自动点火不是通过电极起动的,而是通过压力和温度条件起动的,因而改善了燃烧质量。

[0031] 例如,可保证在向电极供电期间产生的功率密度为 10^2-10^4w/cm^3 。

[0032] 该实施例用来限定一范围,其用于确保不能单独通过电离作用开始自动点火,且用于确保电离的水平足以显著降低自动点火的分散。

[0033] 例如,可保证脉冲电流发生器适于产生单脉冲电流。

[0034] 该实施例有助于发动机的供电的发展,因为只需限定所传输的电能和放电速率。

[0035] 例如,可保证脉冲电流发生器适于产生交流电流。

[0036] 前述实施例的该替代实施例用来在比单脉冲实施例更长的时间段上提供混合物的电离,由此促进具有更大体积的电离层的形成。

[0037] 在该实施例中,脉冲电流发生器优选适于产生频率为 1-10 兆赫 (MHz) 且优选为 1-5 兆赫的交流电流。

[0038] 根据上述的本发明的方法,可保证通过将活塞朝它的上止点位置移动以便增加所述燃烧室内的压力来形成用于氧化剂和燃料的混合物的自动点火条件,并且在所述混合物的自动点火之前,保证向所述电极供给的脉冲电流不中断。

[0039] 该实施例用来防止点火被电极起动,只要燃烧室中的压力和温度条件满足,点火就自动起动。

[0040] 按照本发明的方法的优选实施例,向电极供应脉冲电流的持续时间在 1 至 20 毫秒之间。该持续时间对应于产生足够的自由基以及使得自动点火能随时间重现所需的时间。

[0041] 按照本发明的方法,向电极供应的脉冲电流为单脉冲电流或者频率在 1 至 5 兆赫之间的射频电流。

[0042] 为了利用本发明的发动机和方法,在电极周围由发生器产生的功率密度 R 设计成使得在电离时间在电极周围的温度低于 800K 且优选地低于 500K。该特征可防止对电极的供电引起点火。

附图说明

[0043] 本发明的其它特征和优点将从下面参照附图所作的说明中显而易见,该说明仅作为示例而非用于限制,在附图中:

[0044] 图 1 示出本发明的发动机的燃烧室的横截面;

[0045] 图 2 示出适于实施本发明的三种类型的电极;

[0046] 图 3 示出适于向本发明的发动机的电极供电的两种类型的电源电流;

[0047] 图 4 示出现有技术的发动机燃烧室中的压力变化的曲线,该图中的每条曲线都对应于一特定的发动机循环,这些曲线在同一曲线图上的叠加示出在不同发动机循环之间自动点火时间随时间推移的分散;

[0048] 图 5 示出与图 4 类似的曲线图,但其中的压力变化测量结果取自本发明的发动机,该曲线图示出自动点火的分散减少。

具体实施方式

[0049] 如上所述,本发明涉及如图 1 中所示的那样的内燃发动机。该发动机包括燃烧室 1,在所述燃烧室中移动式活塞在上止点和下止点之间滑动,在所述上止点中燃烧室的体积最小,而在所述下止点中燃烧室的体积最大。该发动机包括单个带有尖头的电极,该电极的尖头在燃烧室内安放在距该室的内壁一定距离 D 处。该距离 D 是尖头与壁之间的最小距离(以直线而无障碍时测得),该距离是确定电极所允许的并且不在室壁上放电的最大功率的因素。

[0050] 电极 5 按照控制机构 7 发出的指令由脉冲电流发生器 6 选择性地供电。

[0051] 金属电极 5 带有尖头,并通过陶瓷体与燃烧室 1 的壁 - 也称为气缸盖 - 电绝缘。当

通过电流发生器以 20-30KV 的电压供电时,电极会引起形成电晕的放电,该放电可以与称为辉光放电 8 的均匀放电相关联或不相关。当供电功率密度低于 10^5w/cm^3 时,这种类型的放电出现。应该注意,该功率密度 R 等于所述电极 5 的平均供电功率 P_{max} 除以最小分离距离 D 的立方。这种放电通过在限于尖头周围数毫米或甚至 1 或 2 厘米的区域中使气体局部裂化而改变该气体的化学组成。

[0052] 优选地,对于本发明的发动机以及方法来说,为这种局部裂化而向电极供电是在发动机的阀 3 或 4 关闭之后以及即将开始压缩之前或在压缩期间发生的。

[0053] 向电极供应能量或功率通过控制机构 7 进行选择,该控制机构是计算机,该功率可根据发动机速度变动。优选地,供电持续时间选择在 1 至 20 毫秒之间。由此得到的局部裂化起初在电极 5 的尖头附近的区域 8 中产生自由基和 / 或中间烃类物质。在压缩期间,优选成旋涡状的湍流使得含有局部裂化产物的分层区 9 变宽。

[0054] 当活塞从它的下止点运动它的上止点并且在向已经允许裂化的电极供电之后,燃烧室的压力增加,直至空气 / 燃料混合物开始自动点燃。这种开始尤其是在含有自由基和 / 或中间烃类物质的区域中发生。

[0055] 图 2a、2b 和 2c 示出三种类型的电极,所述电极分别具有一个、两个或四个尖头,这些电极均适于形成本发明的发动机的电极以及适于实施本发明的方法。已经发现,电极优选的是具有四个以上的尖头,以便增加放电的质量。

[0056] 优选地,各电极的尖头均制成具有 $10-100 \mu\text{m}$ 的尖头曲率半径。

[0057] 这些电极当均可以用如图 3a 所示的电流以单脉冲方式供电,或者用频率为 1-5 兆赫的交流电流按多脉冲电流供电。在每种情况下,都使供电限制在低于容易产生过早点火的电平下和高于允许局部裂化的电平。

[0058] 为此,所述电极的供电功率密度必需在 10^2-10^4w/cm^3 之间,且该供电的持续时间必需在 1-20ms 之间。

[0059] 图 4 和 5 均示出发动机燃烧室中的压力变化的例子,其用于其中发生自动点火的发动机循环部分。

[0060] 对每个给定的压力曲线,绘出燃烧室 1 中的压力随时间推移的变化,该燃烧室含有浓混合比(燃料 / 空气的比值)为 0.5 的丙烷 / 空气混合物。第一压力升高是由于压缩,也就是活塞从它的下止点到它的上止点的运动。

[0061] 第二压力升高与第一压力升高相比在时间上的偏移对应于混合物的自动点火。

[0062] 图 4 示出现有技术的发动机的运行,从该图可以看出,第一压力升高开始(约 100 毫秒)与第二压力升高开始之间的时间间隔根据循环而变动,并且可在前一自动点火与后一自动点火之间看到实际上为 100ms 的差异。

[0063] 相比之下,在示出本发明发动机的运行以及本发明方法的运行的图 5 中可以看出,不同循环之间的点火时间间隔的失真实际上为零。因此很容易预知通过引起局部裂化形成的从一个发动机循环到另一个发动机循环的自动点火时间,该局部裂化是通过在自动点火之前向电极供应较少电能实现的。

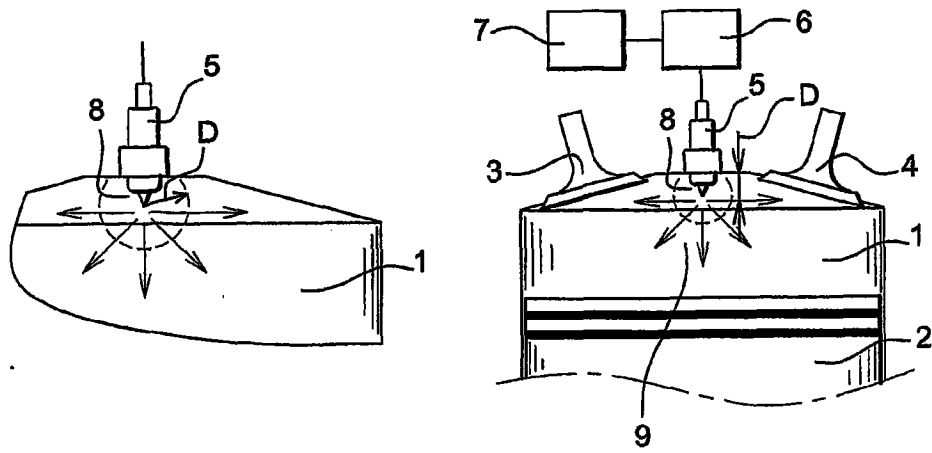


图 1

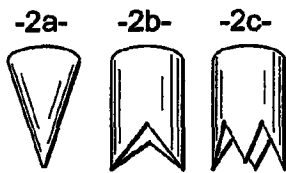


图 2

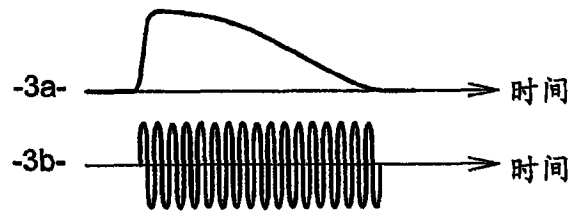


图 3

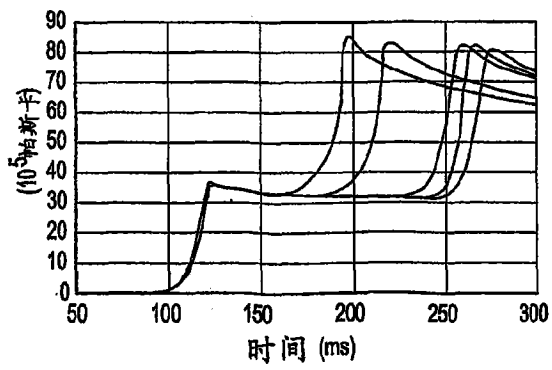


图 4

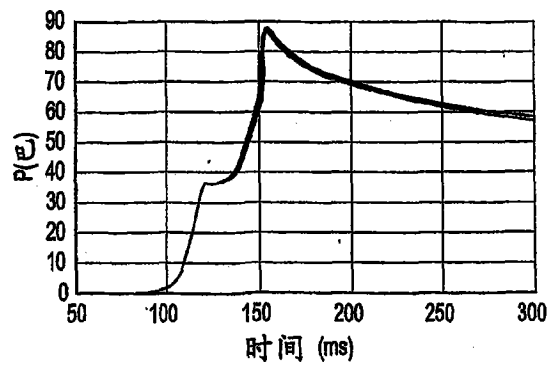


图 5