



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103261676 B

(45) 授权公告日 2016.04.20

(21) 申请号 201180059707.4

代理人 邓琪

(22) 申请日 2011.12.12

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

61/422,849 2010.12.14 US

F02P 9/00(2006.01)

F02P 23/04(2006.01)

H01T 13/46(2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013.06.13

H01T 13/50(2006.01)

H01T 21/02(2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2011/064334 2011.12.12

(56) 对比文件

WO 2010081153 A2, 2010.07.15,

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/082583 EN 2012.06.21

审查员 范海琳

(73) 专利权人 费德罗-莫格尔点火公司

地址 美国密歇根州南菲尔德西北公路
26555

(72) 发明人 约翰·安东尼·鲍里斯

詹姆斯·D·吕科瓦基

(74) 专利代理机构 上海智信专利代理有限公司

31002

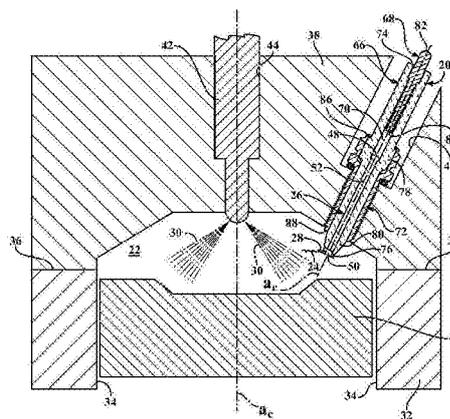
权利要求书6页 说明书8页 附图5页

(54) 发明名称

具有非对称点火尖端的电晕点火装置

(57) 摘要

本发明提供一种用于提供电晕放电(24)的电晕点火系统,该系统包括具有电极(26)的点火器(20),该电极(26)带有相对于电极中心轴(a_c)非对称的点火尖端(28)。该点火尖端(28)包括一面向燃料喷射器(42)的第一表面区域(A_1),该第一表面区域(A_1)大于面向气缸体(32)的第二表面区域(A_2)。第一表面区域(A_1)带有一具有锐边的突出部(60),且第二表面区域(A_2)带有一球形外表面(62)。因此,第一表面区域(A_1)发射的射频电场在燃料喷雾的外部边缘(30)处的易燃区域提供稳健的电晕放电(24)。第二表面区域(A_2)不发射电场,且第二表面区域(A_2)与气缸体(32)之间不产生功率电弧。



1. 一种点火器(20),其用于接收高射频电压并发射射频电场,以电离部分燃料-空气混合物并提供电晕放电(24),其特征在于,该点火器(20)包括:

一电极(26),其包括一从用于接收高射频电压的电极终端(48)沿电极中心轴(a_e)纵向延伸至电极点火端(50)的电极本体部(52),

所述电极(26)包括一邻近所述电极点火端(50)并用于发射射频电场的点火尖端(28),以及

所述点火尖端(28)相对于所述电极中心轴(a_e)非对称,

所述点火尖端(28)相对于延伸穿过所述电极中心轴(a_e)并沿所述电极中心轴(a_e)纵向延伸的平面(54)非对称,

所述点火尖端(28)具有一位于所述平面(54)一侧的第一表面区域(A_1)以及一位于所述平面(54)相对另一侧的第二表面区域(A_2),其中,所述第一表面区域(A_1)大于所述第二表面区域(A_2),

所述点火尖端(28)的所述第一表面区域(A_1)具有在0-0.010英寸之间的第一球面半径(r_1),所述点火尖端(28)的所述第二表面区域(A_2)具有大于所述第一球面半径(r_1)的第二球面半径(r_2)。

2. 根据权利要求1所述的点火器(20),其特征在于,所述第一表面区域(A_1)大于所述第二表面区域(A_2)至少两倍。

3. 根据权利要求1所述的点火器(20),其特征在于,所述点火尖端(28)的所述第一表面区域(A_1)远离所述电极中心轴(a_e)延伸第一距离(d_1),且所述点火尖端(28)的所述第二表面区域(A_2)远离所述电极中心轴(a_e)延伸第二距离(d_2),其中,所述第一距离(d_1)大于所述第二距离(d_2)。

4. 根据权利要求1所述的点火器(20),其特征在于,所述电极本体部(52)相对于延伸穿过电极中心轴(a_e)并沿电极中心轴(a_e)纵向延伸的平面(54)对称。

5. 根据权利要求1所述的点火器(20),其特征在于,所述电极本体部(52)相对于所述电极中心轴(a_e)对称。

6. 根据权利要求1所述的点火器(20),其特征在于,所述点火尖端(28)相对于其自身对称且相对于所述电极中心轴(a_e)非对称。

7. 根据权利要求1所述的点火器(20),其特征在于,所述点火尖端(28)包括多个分部(64)。

8. 根据权利要求1所述的点火器(20),其特征在于,所述电极本体部(52)具有垂直于所述电极中心轴(a_e)的电极直径(D_e),且所述点火尖端(28)具有大于所述电极直径(D_e)的尖端直径(D_t)。

9. 一种点火器(20),其用于接收高射频电压并发射射频电场,以电离部分燃料-空气混合物并提供电晕放电(24),其特征在于,该点火器(20)包括:

一电极(26),其包括一从用于接收高射频电压的电极终端(48)沿电极中心轴(a_e)纵向延伸至电极点火端(50)的电极本体部(52),

所述电极(26)包括一邻近所述电极点火端(50)并用于发射射频电场的点火尖端(28),以及

所述点火尖端(28)相对于所述电极中心轴(a_e)非对称;

所述点火尖端(28)相对于延伸穿过所述电极中心轴(a_e)并沿所述电极中心轴(a_e)纵向延伸的平面(54)非对称,

所述点火尖端(28)具有一位于所述平面(54)一侧的第一表面区域(A_1)以及一位于所述平面(54)相对另一侧的第二表面区域(A_2),其中,所述第一表面区域(A_1)大于所述第二表面区域(A_2),

所述点火尖端(28)的所述表面区域(A_1, A_2)具有多个突出部(60),且所述第一表面区域(A_1)具有比所述第二表面区域(A_2)更多的突出部(60)。

10. 一种电晕点火系统,其用于提供射频电场,以电离内燃机的燃烧室(22)中的部分燃料-空气混合物并且提供点燃该燃料-空气混合物的电晕放电(24),该电晕点火系统包括:

- 一围绕一空间周向延伸的气缸体(32),
- 一延伸跨过所述气缸体(32)的气缸盖(38),
- 一设置在所述气缸体(32)中并与所述气缸盖(38)间隔开的活塞(40),且在该活塞(40)、所述气缸体(32)以及所述气缸盖(38)之间形成有燃烧室(22),
- 一延伸进入所述燃烧室(22)的燃料喷射器(42),其用于将燃料喷射进所述燃烧室(22)中,
- 一延伸进入所述燃烧室(22)的点火器(20),其用于接收高射频电压并 发射射频电场,以电离燃料-空气混合物并形成电晕放电(24),

所述点火器(20)设置在所述燃料喷射器(42)和所述气缸体(32)之间,

一电极(26),其包括一从用于接收高射频电压的电极终端(48)沿电极中心轴(a_e)纵向延伸至电极点火端(50)的电极本体部(52),

所述电极(26)包括一邻近所述电极点火端(50)并用于发射射频电场的点火尖端(28),以及

所述点火尖端(28)相对于所述电极中心轴(a_e)非对称,

所述点火尖端(28)相对于延伸穿过所述电极中心轴(a_e)并沿所述电极中心轴(a_e)纵向延伸的平面(54)非对称,其中,所述平面(54)具有一朝向所述燃料喷射器(42)的喷射器侧面(56)以及一朝向所述气缸体(32)的相对的壁侧面(58),

所述点火尖端(28)具有一位于所述平面(54)的所述喷射器侧面(56)上的第一表面区域(A_1)以及一位于所述平面(54)的所述相对的壁侧面(58)上的第二表面区域(A_2),其中,所述第一表面区域(A_1)朝向所述燃料喷射器(42),所述第二表面区域(A_2)朝向所述气缸体(32),且所述第一表面区域(A_1)大于所述第二表面区域(A_2),

所述点火尖端(28)的所述第一表面区域(A_1)具有一突出部(60),该突出部(60)具有第一球面半径(r_1),且所述点火尖端(28)的所述第二表面区域(A_2)形成一外表面(62),该外表面(62)具有第二球面半径(r_2),其中,所述第一球面半径(r_1)小于所述第二球面半径(r_2),从而使所述第一表面区域(A_1)发射的射频电场大于所述第二表面区域(A_2)发射的射频电场。

11. 根据权利要求10所述的电晕点火系统,其特征在于,所述第一表面区域(A_1)大于所述第二表面区域(A_2)至少两倍。

12. 根据权利要求10所述的电晕点火系统,其特征在于,所述电极本体部(52)相对于所述电极中心轴(a_e)对称。

13. 根据权利要求10所述的电晕点火系统,其特征在于,所述点火尖端(28)设置在相对于所述燃料喷射器(42)和燃料喷雾的预定位置,且所述电晕放电(24)形成于所述点火器(20)和所述燃料喷射器(42)之间而并不形成于所述点火尖端(28)和所述气缸体(32)之间。

14. 根据权利要求10所述的电晕点火系统,其特征在于,燃料喷雾具有一外部边缘(30),其中,所述点火尖端(28)设置为与所述外部边缘(30)相隔预定的距离。

15. 根据权利要求10所述的电晕点火系统,其特征在于,所述点火器(20)设置为与所述燃料喷射器(42)、所述活塞(40)以及所述气缸体(32)相隔预定的距离。

16. 根据权利要求10所述的电晕点火系统,其特征在于,所述燃料喷射器(42)平行于所述气缸体(32)设置,且所述点火器(20)相对于所述燃料喷射器(42)和所述气缸体(32)呈预定的角度设置。

17. 一种电晕点火系统,其用于提供射频电场,以电离内燃机的燃烧室(22)中的部分燃料-空气混合物并且提供电晕放电(24),该电晕点火系统包括:

一具有侧壁(34)的气缸体(32),该侧壁(34)围绕气缸中心轴(a_c)周向延伸并形成一圆柱形的空间,

所述侧壁(34)设置为与所述气缸中心轴(a_c)相隔预定的距离,

所述侧壁(34)具有一围绕顶部开口的顶端(36),

一气缸盖(38),其设置在所述顶端(36)上并横跨所述气缸体(32)的所述顶部开口延伸,

一活塞(40),其设置在所述圆柱形空间内并沿所述气缸体(32)的所述侧壁(34)延伸,以在内燃机的工作期间沿着所述侧壁(34)滑动,

所述活塞(40)与所述气缸盖(38)间隔开,

所述气缸体(32)、所述气缸盖(38)和所述活塞(40)之间形成一燃烧室(22),

一燃料喷射器(42),其设置在所述气缸盖(38)中并垂直延伸进入所述燃烧室(22),以将燃料喷射进所述燃烧室(22)中,其中,所述燃料呈细雾化喷雾的形式,且燃料喷雾具有圆锥形状的外部边缘(30),

所述气缸盖(38)具有用于容置所述燃料喷射器(42)的喷射器槽(44),

所述燃料喷射器(42)沿着所述气缸中心轴(a_c)纵向延伸,

一火花塞(20),其设置在所述气缸盖(38)中并垂直延伸进入所述燃烧室(22),该火花塞(20)用于接收高射频电压并发射射频电场,以电离燃料-空气混合物并形成电晕放电(24),

所述气缸盖(38)具有用于容置所述火花塞(20)的火花塞槽(46),

所述火花塞(20)设置在所述燃料喷射器(42)和所述气缸体(32)之间,

所述火花塞(20)设置为与所述燃料喷射器(42)、所述气缸体(32)以及所述活塞(40)相隔预定的距离,

所述火花塞(20)设置为与所述燃料喷射器(42)、所述气缸盖(38)、所述气缸体(32)以及所述活塞(40)呈预定的角度,

所述火花塞(20)设置在相对于所述燃料喷雾的外部边缘(30)的预定位置,

所述火花塞(20)包括一具有电极中心轴(a_e)的电极(26),该电极(26)从用于接收高射频电压的电极终端(48)纵向延伸至电极点火端(50),

所述电极(26)包括一由第一导电材料制成的电极本体部(52),该电极本体部(52)从所述电极终端(48)沿所述电极中心轴(a_e)纵向延伸至所述电极点火端(50),

所述电极本体部(52)的所述第一导电材料包括镍,

所述电极本体部(52)具有垂直于所述电极中心轴(a_e)的电极直径(D_e),

所述电极本体部(52)相对于所述电极中心轴(a_e)对称,并且相对于平面(54)对称,该平面(54)延伸穿过所述电极中心轴(a_e)并沿所述电极中心轴(a_e)纵向延伸,其中,所述平面(54)具有一朝向所述燃料喷射器(42)的喷射器侧面(56)以及一朝向所述气缸体(32)的相对的壁侧面(58),

所述电极(26)包括一围绕并且邻近所述电极点火端(50)的点火尖端(28),其用于发射射频电场,以电离所述燃烧室(22)中的部分燃料-空气混合物,并在所述燃烧室(22)中的所述燃料喷雾的所述外部边缘处提供电晕放电(24),

所述点火尖端(28)由第二导电材料制成,

所述第二导电材料包括至少一种选自元素周期表的族4-12的元素,

所述点火尖端(28)具有大于所述电极本体部(52)的电极直径(D_e)的尖端直径(D_t),

所述点火尖端(28)设置为与所述燃料喷射器(42)、所述气缸体(32)、所述气缸盖(38)以及所述活塞(40)相隔预定的距离,

所述点火尖端(28)设置为相对于所述燃料喷射器(42)、所述气缸体(32)、所述气缸盖(38)以及所述活塞(40)呈预定的角度,

所述点火尖端(28)设置在相对于所述燃料喷雾的所述外部边缘(30)的预定位置,

所述点火尖端(28)相对于所述电极本体部(52)非对称,

所述点火尖端(28)具有一位于所述平面(54)的所述喷射器侧面(56)上的第一表面区域(A_1)以及一位于所述平面(54)的所述相对的壁侧面(58)上的第二表面区域(A_2),其中,所述第一表面区域(A_1)朝向所述燃料喷射器(42)并朝着所述燃料喷射器(42)向外延伸,且所述第二表面区域(A_2)朝向所述气缸体(32)但并不向外延伸,

所述点火尖端(28)的所述第一表面区域(A_1)大于所述点火尖端(28)的所述第二表面区域(A_2),从而使所述点火尖端(28)相对于所述平面(54)非对称,

所述点火尖端(28)的所述第一表面区域(A_1)设置为与所述燃料喷射器(42)以及所述燃料喷雾的所述外部边缘(30)相隔预定的距离,以在所述燃料喷雾的所述外部边缘(30)处形成所述电晕放电(24),

所述第一表面区域(A_1)大于所述第二表面区域(A_2)至少两倍,

所述点火尖端(28)的所述第一表面区域(A_1)具有在0-0.010英寸之间的第一球面半径(r_1),且所述点火尖端(28)的所述第二表面区域(A_2)具有大于所述第一球面半径(r_1)的第二球面半径(r_2),

一设置在所述气缸盖(38)中的绝缘体(66),其环绕所述电极本体部(52)并沿所述电极本体部(52)纵向延伸,并且自一绝缘体上端(74)延伸至一与所述电极点火端(50)以及所述电极(26)的所述点火尖端(28)间隔开的绝缘体下端(76),从而使所述电极点火端(50)和所述点火尖端(28)自所述绝缘体下端(76)向外设置,

所述绝缘体(66)包括由电绝缘材料制成的基体,

所述电绝缘材料包括氧化铝,

所述电绝缘材料具有能够保持电荷的介电常数，

所述电绝缘材料的导电率小于所述电极本体部(52)和所述点火尖端(28)的所述导电材料的导电率，

所述绝缘体(66)包括一绝缘体本体区域(78)，该绝缘体本体区域(78)设置在所述气缸盖(38)中并从所述绝缘体上端(74)向所述绝缘体下端(76)延伸，

所述绝缘体本体区域(78)具有垂直于所述纵向的电极本体部(52)的绝缘体本体直径(D_i)，

所述绝缘体本体区域(78)未暴露于所述燃烧室(22)中，

所述绝缘体(66)包括一绝缘体管口区域(80)，该绝缘体管口区域(80)设置在所述燃烧室(22)中并从所述绝缘体本体区域(78)延伸至所述绝缘体下端(76)，

所述绝缘体管口区域(80)具有垂直于所述纵向的电极本体部(52)并逐渐减小至所述绝缘体下端(76)的绝缘体管口直径(D_n)，

所述绝缘体管口直径(D_n)小于所述绝缘体本体直径(D_i)，

一容置在所述绝缘体(66)中的末端(68)，其用于电连接接至一端子线并电连接至一电源，该末端(68)还与所述电极(26)电连通，以接收来自该电源的高射频电压，并将该高射频电压传输至所述电极(26)，

所述末端(68)从一第一终端(82)延伸至一电连接至所述电极终端(48)的第二终端(84)，

所述末端(68)由导电材料制成，

一导电密封层(70)，其设置在所述末端(68)的所述第二终端(84)和所述电极终端(48)之间，并与所述第二终端(84)以及所述电极终端(48)电连接，以使能量从所述末端(68)传输至所述电极(26)，

所述导电密封层(70)由导电材料制成，

一外壳(72)，其设置在所述气缸盖(38)中并环绕所述绝缘体(66)设置，

所述外壳(72)从一上外壳端(86)沿所述绝缘体(66)纵向延伸至下外壳端(88)，从而使所述绝缘体管口区域(80)自所述下外壳端(88)向外伸出，

所述外壳(72)包括多个与所述气缸盖(38)的所述喷射器槽(44)啮合并且将所述点火器(20)固定至所述气缸盖(38)的螺纹，以及

所述外壳(72)由金属材料制成。

18. 一种制造点火器(20)的方法，该点火器(20)用于接收高射频电压并发射射频电场，以电离部分燃料-空气混合物并提供电晕放电(24)，其特征在于，该方法包括以下步骤：

提供从一电极终端(48)沿一电极中心轴(a_e)纵向延伸至一电极点火端(50)的电极本体部(52)，以及

将一点火尖端(28)设置在邻近电极点火端(50)的电极本体部(52)上，并且使该点火尖端(28)相对于延伸穿过所述电极中心轴(a_e)并沿所述电极中心轴(a_e)纵向延伸的平面(54)非对称，所述点火尖端(28)具有一位于所述平面(54)一侧的第一表面区域(A_1)以及一位于所述平面(54)相对另一侧的第二表面区域(A_2)，其中，所述第一表面区域(A_1)大于所述第二表面区域(A_2)，所述第一表面区域(A_1)具有在0-0.010英寸之间的第一球面半径(r_1)，所述第二表面区域(A_2)具有大于所述第一球面半径(r_1)的第二球面半径(r_2)。

19. 一种制造电晕点火系统的方法, 该电晕点火系统用于提供射频电场, 以电离内燃机的燃烧室(22)中的部分燃料-空气混合物并且提供点燃该燃料-空气混合物的电晕放电(24), 其特征在于, 该方法包括以下步骤:

提供一围绕空间延伸的气缸体(32),

使一气缸盖(38)延伸跨过所述气缸体(32),

将一活塞(40)设置在气缸体(32)中并使该活塞(40)与气缸盖(38)间隔开, 以在活塞(40)与气缸盖(38)之间形成燃烧室(22),

将一燃料喷射器(42)设置在燃烧室(22)中, 以将燃料喷射进燃烧室(22),

提供一点火器(20)并将该点火器(20)设置在燃料喷射器(42)与气缸体(32)之间的燃烧室(22)中, 以用于接收高射频电压并发射射频电场, 以电离燃料和空气的混合物并形成电晕放电(24),

该提供点火器(20)的步骤包括通过提供一自用于接收高射频电压的电极终端(48)沿电极中心轴(a_e)纵向延伸至电极点火端(50)的电极本体部(52)以形成电极(26),

该形成电极的步骤包括将一用于发射射频电场的点火尖端(28)设置在邻近电极点火端(50)的电极本体部(52)上, 并且使该点火尖端(28)相对于延伸穿过所述电极中心轴(a_e)并沿所述电极中心轴(a_e)纵向延伸的平面(54)非对称,

其中, 所述平面(54)具有一朝向所述燃料喷射器(42)的喷射器侧面(56)以及一朝向所述气缸体(32)的相对的壁侧面(58),

所述点火尖端(28)具有一位于所述平面(54)的所述喷射器侧面(56)上的第一表面区域(A_1)以及一位于所述平面(54)的所述相对的壁侧面(58)上的第二表面区域(A_2), 所述第一表面区域(A_1)朝向所述燃料喷射器(42), 所述第二表面区域(A_2)朝向所述气缸体(32), 且所述第一表面区域(A_1)大于所述第二表面区域(A_2),

所述点火尖端(28)的所述第一表面区域(A_1)具有一突出部(60), 该突出部(60)具有第一球面半径(r_1), 且所述点火尖端(28)的所述第二表面区域(A_2)形成一外表面(62), 该外表面(62)具有第二球面半径(r_2), 其中, 所述第一球面半径(r_1)小于所述第二球面半径(r_2), 从而使所述第一表面区域(A_1)发射的射频电场大于所述第二表面区域(A_2)发射的射频电场。

20. 根据权利要求19的制造电晕点火系统的方法, 其特征在于, 该方法包括将点火尖端(28)设置在相对于燃料喷射器(42)以及气缸体(32)的预定位置。

21. 根据权利要求19的制造电晕点火系统的方法, 其特征在于, 该方法包括将点火尖端(28)设置为相对于燃料喷射器(42)和气缸体(32)呈预定的角度。

具有非对称点火尖端的电晕点火装置

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求2011年12月14日提交的第61/422,849号美国临时申请的权益。

技术领域

[0003] 本发明主要涉及一种包括一用于发射低温等离子体的点火器的电晕放电点火系统,尤其涉及一种点火器的点火尖端。

背景技术

[0004] 弗里恩(Freen)发明的专利号为6,883,507的美国专利公开了一种电晕点火系统的示例。该电晕点火系统包括一带有电极的电晕点火器,该电极被充电至达到高射频电位,从而在燃烧室中产生强射频电场。该电场使燃烧室中的一部分燃料和空气的混合物离子化并开始介质击穿,从而促进燃料-空气混合物的燃烧。该电场优选为可控的,以使燃料-空气混合物维持介电性能,并发生电晕放电(也称为低温等离子体)。离子化的这部分燃料-空气混合物形成了火焰前锋,随后该火焰前锋自我保持并燃烧了剩余的燃料-空气混合物。优选地,该电场为可控的,以使燃料-空气混合物不会失去所有的介电性能,如果失去所有的介电性能将会在电极和接地的气缸壁、活塞或点火器的其他部分之间产生热等离子体和电弧,也称为功率电弧。

[0005] 电晕放电点火系统的点火器通常包括一具有电极本体部的电极,该电极本体部自一用于接收高射频电压的电极终端沿着电极中心轴纵向延伸至一电极点火端。该电极可以包括一邻近电极点火端的点火尖端,以用于发射射频电场。该点火尖端相对于电极中心轴对称。电晕放电点火系统的点火器不包括任何紧邻点火尖端的接地电极元件,而是由气缸壁或内燃机的活塞起到接地作用。在莱高斯基(Iykowski)和汉普顿(Hampton)发明的专利号为2010/0083942的美国专利中公开了带有对称点火尖端的电晕点火器的一个示例。

[0006] 在内燃机系统中,尤其是在非均匀燃烧系统(例如汽油直接点火系统)中,点火源相对燃料-空气混合物的布置对于稳健的燃烧而言是至关重要的。在某些发动机应用中,燃料以喷雾的形式被提供至燃烧室,但是,喷雾通常含有太多燃料以至于不能直接点火,并且可能只在喷雾的外部边缘处易燃,因为燃料仅在该外部边缘处与燃烧室的空气混合。因此,点火器必须与燃料喷射器间隔开,从而使点火尖端设置在相对于燃料喷雾的外部边缘的预定位置。点火器还优选地与燃料喷雾间隔开,以防止被燃料喷雾侵蚀和腐蚀。然而,如果点火器过于靠近气缸壁或活塞,则在点火尖端与气缸壁或活塞之间产生功率电弧,这将会消除任何电晕放电且可能不利于燃烧。进一步地,燃料喷射器通常不能自燃烧室的中心位置移开,从而使系统的设计更加复杂。

发明内容

[0007] 本发明的一个方面提供了一种点火器,该点火器用于接收高射频电压并发射射频电场,以电离部分燃料-空气混合物并提供电晕放电。该点火器包括一电极,该电极包括一

沿电极中心轴从一电极终端纵向延伸至一电极点火端的电极本体部,该电极终端接收该高频电压。该电极还包括一邻近电极点火端的点火尖端,该点火尖端用于发射射频电场。点火尖端相对于电极中心轴非对称。

[0008] 本发明的另一个方面提供了一种制造点火器的方法。该方法包括以下步骤:提供从一电极终端沿电极中心轴纵向延伸至一电极点火端的电极本体部。然后,该方法包括将点火尖端设置在邻近电极点火端的电极本体部上并且使该点火尖端相对于电极中心轴非对称。

[0009] 本发明的又另一个方面包括一种电晕点火系统,该系统提供射频电场以电离内燃机的燃烧室中的部分燃料-空气混合物,并且提供点燃该燃料-空气混合物的电晕放电。该电晕点火系统包括一围绕一空间周向延伸的气缸体,以及一横跨该气缸体延伸的气缸盖。一活塞设置在气缸体中并与气缸盖间隔开,以在活塞、气缸体以及汽缸盖之间提供一燃烧室。一燃料喷射器延伸进入该燃烧室,以用于将燃料喷射进燃烧室。带有非对称点火尖端的点火器延伸进入燃烧室并设置在燃料喷射器和气缸体之间。该点火器接收高频电压并发射射频电场以电离燃料-空气混合物并形成电晕放电。

[0010] 本发明的另一方面提供了一种制造电晕点火系统的方法。该方法包括:提供一围绕空间延伸的气缸体,并使气缸盖延伸横跨该气缸体。然后,该方法包括将活塞设置在气缸体中并使活塞与气缸盖间隔开,以在活塞、气缸体以及汽缸盖之间形成燃烧室。该方法包括在燃烧室中设置燃料喷射器,以用于将燃料喷射进燃烧室。该方法进一步包括提供一火花塞并将该火花塞设置在燃烧室中,以用于接收高频电压并发射射频电场,以电离燃料和空气的混合物并形成电晕放电。提供火花塞的步骤包括通过提供自电极终端纵向延伸至电极点火端的电极本体部以形成电极。提供火花塞的步骤还包括将点火尖端设置在邻近电极点火端的电极本体部上,并且使该点火尖端相对于电极中心轴非对称。将电极设置在燃烧室中的步骤包括将火花塞设置在燃料喷射器和气缸体之间。

[0011] 与带有其它设计(例如包括对称点火尖端的电晕点火器)的电晕点火器相比,本发明的包括非对称点火尖端的电晕点火器具有多个优点。该点火器可以设置在相对于燃料喷射器和气缸体的预定位置,从而仅在适合点火的最佳位置形成电晕放电,而在其它位置均不形成电晕放电。例如,具有较大表面区域并产生高电场强度的部分非对称点火尖端可以邻近燃料喷雾设置,而具有较小表面区域并产生较低电场强度的部分点火尖端邻近气缸体设置。因此,射频电场仅从邻近燃料喷雾的表面区域发射,从而使电晕放电最佳地形成在燃料喷雾的外部边缘。非对称点火尖端还避免了位于点火尖端和气缸体之间的功率电弧。因此,与包括对称点火尖端或者其它设计的电晕点火器相比,本发明的电晕点火器提供了改进的性能。

[0012] 本发明的点火器特别有利于非均匀的点火系统(例如汽油直接点火系统)。当燃料喷射器必须设置在燃烧室中心时,非对称点火尖端尤其有利。该点火器可以移离燃料喷雾,以减小侵蚀和腐蚀,也可以邻近气缸体,而不会在点火尖端和气缸体之间产生不利的功率电弧。进一步地,非对称点火尖端可以设置为用于提供平行于或远离气缸盖发射的电晕放电,以便点火器可以移动至更加靠近气缸盖并且远离燃料喷雾。本发明的另一个优点在于改善了能源效率,这是因为电晕放电仅在可以有效点火的地方产生。

附图说明

[0013] 请参阅下述详细说明并结合附图进行考虑,本发明的其它优点将更加容易领会和理解,其中:

[0014] 图1是根据本发明一个方面的包括点火器的电晕点火系统的剖视图;

[0015] 图2A是图1的点火器的剖视图,该点火器带有一涂有阴影的第一表面区域;

[0016] 图2B是图1的点火器的点火尖端的俯视图,该点火尖端带有涂有阴影的第一表面区域;

[0017] 图3A是图1的点火器的剖视图,该点火器带有一涂有阴影的第二表面区域;

[0018] 图3B是图1的点火器的点火尖端的俯视图,该点火尖端带有涂有阴影的第二表面区域;

[0019] 图4A是根据本发明的另一个实施例的点火尖端的侧视图;

[0020] 图4B是图4A的点火尖端的俯视图;

[0021] 图5A是根据本发明的又另一个实施例的点火尖端的侧视图;

[0022] 图5B是图5A的点火尖端的俯视图;

[0023] 图6A是根据本发明的另一个实施例的点火尖端的侧视图;

[0024] 图6B是图6A的点火尖端的俯视图;

[0025] 图7A-7M是根据本发明的其它实施例的多个示例点火尖端的俯视图;以及

[0026] 图8是图1-3的点火尖端的放大俯视图。

具体实施方式

[0027] 如图1所示,本发明的一个方面提供了一种电晕点火系统,该系统包括一设置在内燃机的燃烧室22中的点火器20。该电晕点火器20发射射频电场,以电离燃烧室22中的部分燃料-空气混合物以及在燃烧室22中提供电晕放电24。同样如图1所示,电晕点火系统的点火器20包括一带有非对称点火尖端28的电极26。该非对称点火尖端28使得电晕放电24成形在适合点火的最佳位置,优选地仅在燃料喷雾的外部边缘30处形成,燃料在该外部边缘30处与空气混合。由此可见,电晕放电系统的点火器20提供了多种优点,包括防止功率电弧产生以及改善能源效率。

[0028] 电晕放电系统通常被放入汽车的内燃机中。如图1所示,该系统包括一具有侧壁34的气缸体32,该侧壁34围绕气缸中心轴 a_c 周向延伸并形成一圆柱形的空间。侧壁34沿该圆柱空间向上延伸至一围绕顶部开口的顶端36。气缸盖38设置在顶端36上并延伸横跨气缸体32的顶部开口。

[0029] 一活塞40设置在该圆柱形空间内并沿气缸体32的侧壁34设置,以在内燃机的工作期间沿着侧壁34滑动。活塞40与气缸盖38间隔开,以便气缸体32、气缸盖38和活塞40共同形成位于它们之间的燃烧室22。

[0030] 一燃料喷射器42设置在气缸盖38的喷射器槽44中并垂直延伸进入燃烧室22。燃料喷射器42通常以细雾化喷雾的形式向燃烧室22提供燃料。如图1所示,在一个实施例中,由燃料喷射器42提供的燃料喷雾具有圆锥形状的外部边缘30。燃料喷射器42通常位于气缸的中心并沿着气缸中心轴 a_c 纵向延伸。然而,可选择地,燃料喷射器42可以是由空气引导的或

者是壁面引导的,且燃料喷射器42的位置可以根据燃烧系统的类型而改变。在许多内燃机应用中,燃料喷射器42必须位于相对于气缸体32的中心,并且不能移动该燃料喷射器42。

[0031] 气缸盖38还包括位于燃烧点火器42和气缸体32之间的用于容置电晕点火器20的点火器槽46。该点火器20可以平行于气缸中心轴 a_c 地或者相对于气缸中心轴 a_c 呈一角度地延伸进入燃烧室22。该点火器20接收高射频电压并发射射频电场,以电离部分燃料-空气混合物并形成电晕放电24。

[0032] 点火器20的精确位置可以根据燃烧系统而改变。点火器20的位置可以通过专利公开号为2010/0083942的美国专利所公开的校准方法或者其它方法确定。点火器20设置在相对于气缸体32、燃料喷射器42、气缸盖38以及活塞40的预定位置,这使得电晕放电24可以形成在适合燃烧的最佳位置。例如,点火器20可以设置为与燃料喷射器42、气缸体32以及活塞40相隔预定的距离,并且设置为相对于燃料点火器42、气缸盖38以及气缸体32呈预定的角度。点火器20还可以设置在相对于燃料喷雾的外部边缘30的预定位置。例如,如图1所示,点火器20可以设置在相对于燃料喷射器42呈大约30度角处,从而使点火尖端42设置在邻近燃料喷雾的外部边缘30的最佳位置,并且使点火器20的其它部分进一步地与燃料喷雾所产生的恶劣环境隔开。

[0033] 如图2A和3A所示,点火器20的电极26具有一自接收高射频电压的电极终端48纵向延伸至电极点火端50的电极中心轴 a_e 。电极26包括一由第一导电材料制成的电极本体部52,该电极本体部52自电极终端48沿电极中心轴 a_e 纵向延伸至电极点火端50。在一个实施例中,电极本体部52的第一导电材料包括镍或镍合金。该电极本体部52具有垂直于电极中心轴 a_e 的电极直径 D_e 。如图2A和3A所示,电极本体部52相对于电极中心轴 a_e 对称。如图2B和3B所示,电极本体部52还相对于延伸穿过电极中心轴 a_e 并沿电极中心轴 a_e 纵向延伸的假定平面54对称。平面54具有一喷射器侧面56以及一相对的壁侧面58,该喷射器侧面56大致面向图1的燃料喷射器42,该壁侧面58大致面向图1的气缸体32的侧壁34。

[0034] 电晕点火系统的电极26包括围绕并且邻近电极点火端50的点火尖端28,该点火尖端28发射射频电场,以电离燃烧室22中的部分燃料-空气混合物并提供电晕放电24。点火尖端28由第二导电材料制成,该第二导电材料优选包括至少一种选自元素周期表的族4-12的元素。点火尖端28通常具有一大于电极本体部52的电极直径 D_e 的尖端直径 D_t 。

[0035] 点火器20的点火尖端28设置在相对于气缸体32、燃料喷射器42、气缸盖38以及活塞40的预定位置,从而使电晕放电24形成在适合燃烧的最佳位置。例如,点火尖端28可以设置为与燃料喷射器42、气缸体32、气缸盖38以及活塞40相隔预定的距离,并且设置为相对于燃料喷射器42、气缸体32、气缸盖38以及活塞40呈预定的角度。点火尖端28还设置在相对于燃料喷雾的外部边缘30的预定位置。如图1所示,在一个优选实施例中,点火尖端28邻近燃料喷雾设置,从而在燃料喷雾的外部边缘30处形成电晕放电24。点火尖端28相对于燃料喷射器42以及燃料喷雾的位置可以采用专利公开号为2010/0083942的美国专利所公开的方法或者其它方法确定。由于点火尖端28是非对称的,所以相对应现有技术电晕点火系统的点火器来说,点火器20可以靠近气缸体32的侧壁34设置,而不会导致点火尖端28和气缸体32之间产生功率电弧。因此,大多数点火器20均可与燃料喷雾进一步隔开,从而不易受到燃料喷雾产生的恶劣环境所引起的侵蚀和腐蚀的影响。

[0036] 点火尖端28相对于电极本体部52非对称,从而使电晕放电24可以形成在适合点火

的最佳位置。如图2B和3B所示,对于纵向延伸穿过电极中心轴 a_e 的平面54来说,非对称点火尖端28具有一位于平面54的喷射器侧面56上的第一表面区域 A_1 以及一位于平面54的相对的壁侧面58上的第二表面区域 A_2 。表面区域 A_1 、 A_2 包括暴露于燃烧室22中的点火尖端28的所有朝向外的表面(包括顶面、底面和侧面)。在一个实施例中,点火尖端28的第一表面区域 A_1 大致朝向燃料喷射器42并朝着燃料喷射器42向外延伸,并且点火尖端28的第二表面区域 A_2 大致朝向气缸体32,但并不向外延伸。点火尖端28的第一表面区域 A_1 大于点火尖端28的第二表面区域 A_2 ,从而使点火尖端28相对于平面54非对称。图2A和2B示出了根据一个实施例的点火尖端28,其中,一部分第一表面区域带有阴影,图3A和3B示出了相同的点火尖端28,且一部分第二表面区域带有阴影。点火尖端28的表面区域 A_1 、 A_2 可以根据现有技术已知的任何表面面积测量技术确定。

[0037] 在一个优选的实施例中,面向电晕点火系统的燃料喷射器42的第一表面区域 A_1 发射的射频电场强于面向气缸体32的第二表面区域 A_2 发射的射频电场,从而使电晕放电24可以形成在燃烧室22的最佳区域。例如,在一个优选的实施例中,第一表面区域 A_1 发射电场而第二表面区域 A_2 不发射电场,从而使电晕放电24最佳地形成在燃料喷雾中或者形成在沿着燃料喷雾的外部边缘30的易燃区域中。因此,电晕点火系统可以使燃料-空气混合物强烈地燃烧,而不会在点火尖端28的第二表面区域 A_2 与气缸体32之间形成功率电弧,该功率电弧会阻碍燃烧。

[0038] 点火尖端28的表面区域 A_1 、 A_2 发射的电场的强度在某种程度上取决于表面区域 A_1 、 A_2 与中心轴 a_e 之间的距离。如图2B所示,第一表面区域 A_1 远离电极中心轴 a_e 延伸第一距离 d_1 ,且第二表面区域 A_2 远离电极中心轴 a_e 延伸第二距离 d_2 。优选地,第一距离 d_1 大于第二距离 d_2 。距离更大有助于使面向燃料喷射器42的第一表面区域 A_1 发射的射频电场强于面向气缸体32的第二表面区域 A_2 发射的射频电场。

[0039] 点火尖端28的设计可以是多样的,图1-8公开了点火尖端28的几个示例。在一个实施例中,第一表面区域 A_1 大于第二表面区域 A_2 至少两倍、或者至少三倍、或者至少四倍、或者四倍以上。在多个实施例中,例如在图4-6所示的实施例中,点火尖端28(通常第一表面区域 A_1 涂有阴影)包括至少一个突出部60,该突出部60远离电极本体部52延伸并形成部分第一表面区域 A_1 。在一个实施例中,点火尖端28的第一表面区域 A_1 和第二表面区域 A_2 均具有至少一个突出部60或者多个突出部60,且第一表面区域 A_1 具有比第二表面区域 A_2 更多的突出部60。点火尖端28的突出部60优选远离电极26的本体部向外且向下延伸。在图1的实施例中,点火器20设置为使点火尖端28的突出部60朝着燃料喷雾延伸。

[0040] 第一表面区域 A_1 的突出部60优选包括锐边,以促进射频电场发射并使电晕放电24处于最佳位置。与第一表面区域 A_1 不同,第二表面区域 A_2 优选包括较少的锐边或者不包括锐边,从而避免发射射频电场并且避免在第二表面区域 A_2 与气缸体32、气缸盖38或活塞40之间产生功率电弧,该射频电场和功率电弧不利于燃烧。第二表面区域 A_2 的任何不可缺少的边缘均优选地在实际可能的情况下尽可能圆。如图2B、3B、4B、5B和6B所示,点火尖端28可以包括不具有锐边的外表面62,该外表面62形成了部分第二表面区域 A_2 。

[0041] 点火尖端28的特定点的锐度可以通过球面半径 r 定义。如图8所示,沿点火尖端28的表面区域 A_1 、 A_2 中的一个延伸的特定点处的球面半径 r 通过采用一假想的、在该特定点具有半径 r 的三维球体来确定。球面半径 r 即为三维球体的半径。在0-0.010英寸之间的球面半

径 r 可以被描述为锐边。

[0042] 图8示出了图1-3的部分点火尖端28所具有的球面半径 r_1 、 r_2 。提供部分第一表面区域 A_1 (即涂有阴影的部分)的突出部60的球面半径 r_1 小于第二表面区域 A_2 的外表面62提供的球面半径 r_2 。因此,由于第一表面区域 A_1 的球面半径 r_1 较小,所以第一表面区域 A_1 发射的射频电场大于第二表面区域 A_2 发射的射频电场。在一个优选的实施例中,形成第二表面区域 A_2 的外表面62呈圆形。

[0043] 最佳的如图2和3所示,点火尖端28相对于电极中心轴 a_e 以及沿电极中心轴 a_e 延伸的平面54非对称。在一个实施例中,点火尖端28相对于其自身对称,但是非对称地设置电极本体部52上,从而使点火尖端28相对于电极中心轴 a_e 非对称。图7的平面俯视图示出了多种可能的点火尖端28,这些点火尖端28仅作为示例而不作为对本发明的可能性设计的限制。在一个实施例中,点火尖端28呈三角形(例如等腰三角形)。在另一个实施例中,点火尖端28呈四边形。

[0044] 如图4-6所示,在又一个实施例中,点火尖端28分为两部分或者包括多个形成第一表面区域 A_1 和第二表面区域 A_2 的分部64。图4A、5A和6A示出了分为两部分的点火尖端28的侧视图,且图4B、5B和6B示出了相同点火尖端28的俯视平面图。点火尖端28可以包括两个分部64或者多个分部64,该两个分部64或者多个分部64共同形成了非对称的点火尖端28。如图4A所示,在一个实施例中,点火尖端28相对于电极本体部52垂直设置,从而使点火尖端28和电极26之间形成 90° 角。如图5A和6A所示,在另一个实施例中,点火尖端28相对于电极本体部52呈一角度设置,从而使点火尖端28和电极本体部52之间形成非 90° 的角。

[0045] 本发明的另一个方面提供了一种制造点火器20的方法。该方法包括以下步骤:提供自电极终端48沿电极中心轴 a_e 纵向延伸至电极点火端50的电极本体部52。提供的电极本体部52相对于电极中心轴 a_e 对称。然后,该方法包括将点火尖端28设置在邻近电极点火端50的电极本体部52上,从而使点火尖端28相对于电极中心轴 a_e 非对称。

[0046] 电晕点火系统的点火器20包括电晕点火器20中典型设置的其它元件(例如绝缘体66、末端68、导电密封层70以及外壳72)。绝缘体66设置在气缸盖38中,其环绕电极本体部52并沿电极本体部52纵向设置。如图1所示,绝缘体66自一绝缘体上端74延伸至一与电极点火端50间隔开的绝缘体下端76,从而使电极点火端50和点火尖端28自绝缘体下端76向外设置。绝缘体66包括一由电绝缘材料(例如氧化铝)制成的基体。电绝缘材料具有能够保持电荷的介电常数。而且,电绝缘材料的导电率小于电极本体部52和点火尖端28的导电率。

[0047] 在一个实施例中,绝缘体66包括设置在气缸盖38中并自绝缘体上端74向绝缘体下端76延伸的绝缘体本体区域78。绝缘体本体区域78具有一大致垂直于纵向的电极本体部52的绝缘体本体直径 D_i 。绝缘体66还包括一自绝缘体本体区域78延伸至绝缘体下端76的绝缘体管口区域80。该绝缘体管口区域80具有一大致垂直于纵向的电极本体部52并逐渐减小至绝缘体下端76的绝缘体管口直径 D_n 。如图2A和3A所示,绝缘体管口直径 D_n 小于绝缘体本体直径 D_i 。绝缘体本体区域78设置在气缸盖38中并且未暴露于燃烧室22中,而绝缘体管口区域80延伸进入该燃烧室22。如图5A所示,在一个实施例中,绝缘体管口区域80设置为相对于气缸盖38呈预定的角度。如图4A和5A所示,在另一个实施例中,绝缘体管口区域80垂直于气缸盖38延伸。

[0048] 绝缘体本体区域78通常被外壳72包住,从而使点火器20固定至气缸盖38,且绝缘

体管口区域80自外壳72向外延伸进入燃烧室22。如图1-6所示,绝缘体66和外壳72通常包括一相互纵向对齐的中心轴,该中心轴与电极中心轴 a_e 纵向对齐。

[0049] 绝缘体66设置在相对于燃料喷射器42、燃料喷雾、气缸盖38以及气缸体32的预定位置,从而使电晕放电24可以形成在最佳位置。由于点火尖端28是非对称的,所以与现有技术的电晕点火系统的点火器相比,本点火器20可以更靠近气缸体32的侧壁34设置,而不会在点火尖端28和气缸体32之间产生功率电弧。因此,点火器20的绝缘体66可以与燃料喷射器42进一步隔开,从而不易受到围绕着燃料喷射器42的恶劣环境所引起的侵蚀和腐蚀的影响。

[0050] 如图1所示,点火器20还包括一容置在绝缘体66中的由导电材料制成的末端68。该末端68包括一电连接至端子线(未示出)的第一终端82,该端子线电连接至一电源(未示出)。第一终端82接收来自电源的高射频电压,并将该高射频电压穿过第二终端84传输至电极26。末端68通过一由导电材料制成的导电密封层70电连接至电极终端48。该导电密封层70设置在第二终端84和电极终端48之间,并与第二终端84以及电极终端48电连接,从而使能量可以自末端68传输至电极26。

[0051] 点火器20的外壳72由金属材料制成,并设置在气缸盖38中且环绕绝缘体66设置。如图1、2A和3A所示,外壳72沿绝缘体66从上外壳端86纵向延伸至下外壳端88,从而使绝缘体管口区域80自下外壳端88向外伸出。外壳72可以包括多个螺纹,这些螺纹与气缸盖38的喷射器槽44啮合并且将点火器20固定至气缸盖38。

[0052] 本发明的另一方面提供了一种制造电晕点火系统的方法。该方法包括:提供围绕圆柱形空间周向延伸的气缸体32,并且使气缸盖38延伸跨过气缸体32。然后,该方法包括将活塞40设置在气缸体32中并且使活塞40与气缸盖38间隔开,以在气缸体32、活塞40与气缸盖38之间形成燃烧室22。该方法进一步包括将燃料喷射器42设置在燃烧室22中,以将燃料喷射进燃烧室22中。

[0053] 该方法然后包括提供点火器20并将点火器20设置在燃烧室22中,以接收高射频电压并发射射频电场,从而电离燃料-空气混合物并形成电晕放电

[0054] 24。提供点火器20的步骤包括通过提供电极本体部52以形成电极26,该电极本体部52自电极终端48沿电极中心轴 a_e 纵向延伸至电极点火端50,并且相对于电极中心轴 a_e 对称。提供点火器20的步骤还包括将点火尖端28设置在邻近电极点火端50的电极本体部52上,从而使点火尖端28相对于电极中心轴 a_e 非对称。将点火器20设置在燃烧室22中的步骤包括将点火器20定位在燃料喷射器42和气缸体32之间。在一个实施例中,该方法包括将点火尖端28设置在相对于燃料喷射器42和气缸体32的预定位置。在另一个实施例中,该方法包括将点火尖端28设置为相对于燃料喷射器42和气缸盖32呈预定的角度。

[0055] 在电晕点火系统的工作过程中,点火器20的电极26被充电至高射频电位,从而在燃烧室22中产生射频电场。该电场是可控的,以使燃烧室22中的燃料-空气混合物维持介电性能。电极26发射包括多个形成电晕的离子流的低温等离子体,以电离燃烧室22中的部分燃料-空气混合物。

[0056] 与其它具有不同设计的电晕点火系统(例如不带有非对称点火尖端28)相比,特别是用于非均匀的燃烧系统(例如汽油直接点火系统)时,本发明的带有非对称点火尖端28的电晕点火系统提供了多个优点。非对称点火尖端28可以提供位于最佳位置的点火源,从而

使燃料-空气混合物稳健地燃烧。非对称点火尖端28可以设置为提供平行于或者远离气缸盖38发射的电晕放电24,从而使电火器20可以移动至更靠近气缸盖38并远离燃料喷雾,以减小燃料喷雾所造成的侵蚀和腐蚀。点火器20还可以移动至远离燃料喷雾并靠近气缸体32,而不会产生不利的功率电弧。与包括带有对称点火尖端或者其它设计的点火器相比,本发明能更加有效地利用能源。优选地,电场发射和电晕放电24仅形成在点火尖端28的面向燃料喷雾的一侧而并不是形成在点火尖端28的两侧,在点火尖端28的面向燃料喷雾的一侧能够有效地提供点火,在点火尖端28的两侧同时发射大量的电场将不利于点火,并因此浪费能量。

[0057] 显然,鉴于上述教导,本发明可以有多种修改和变形,并且在所附权利要求的范围内,可以通过具体描述的方式以外的其它方式实现。先前详述的内容应当被解读为覆盖了任意的组合,在该组合中本发明的新颖性显示了其实用性。此外,权利要求中的附图标记仅为了便于说明,不应该视为任何形式的限制。

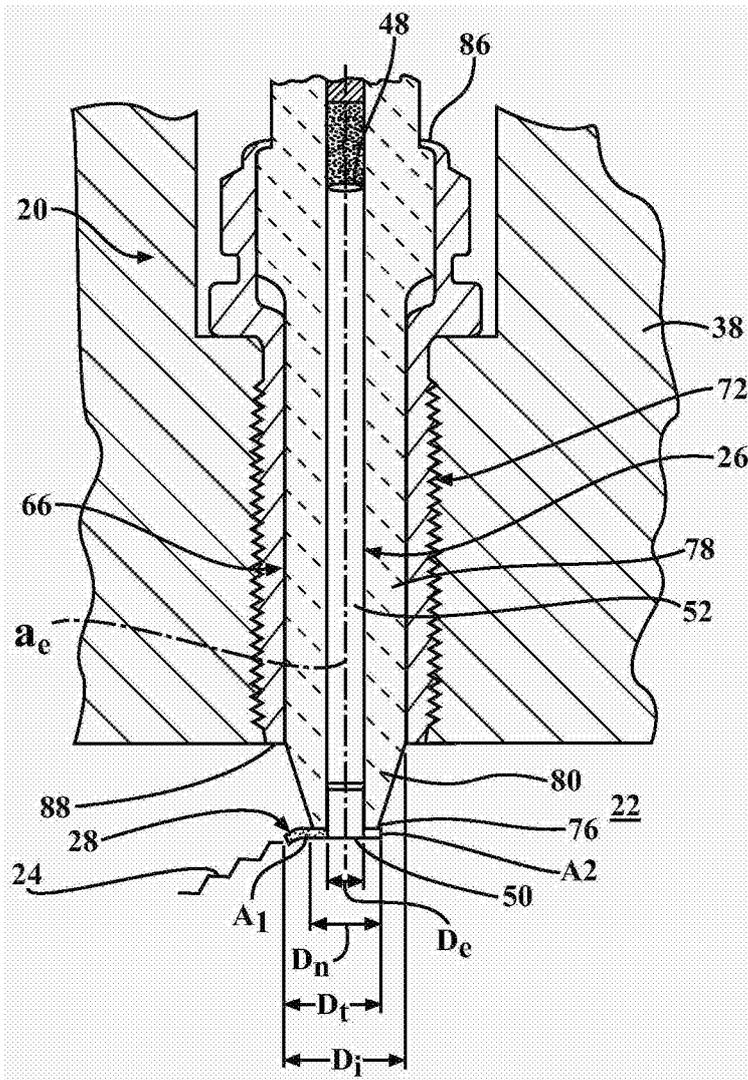


图2A

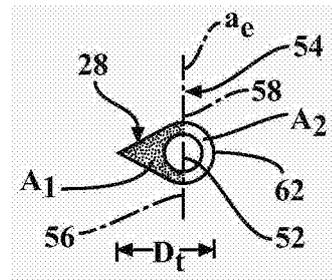


图2B

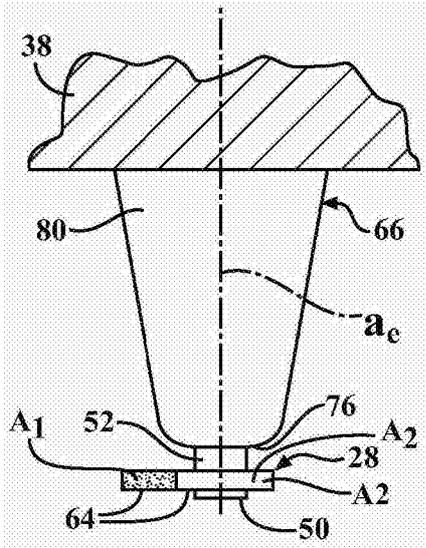


图4A

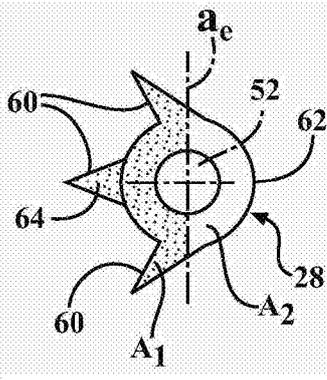


图4B

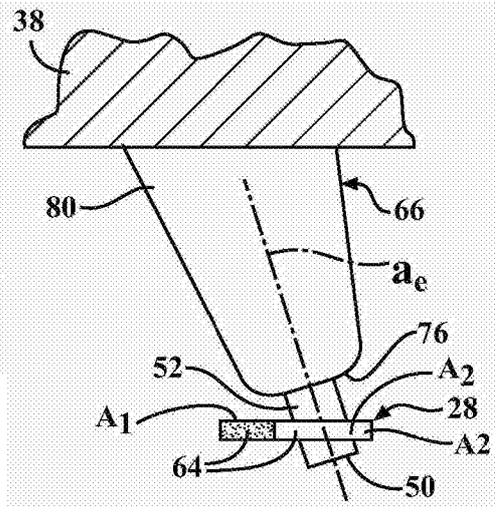


图5A

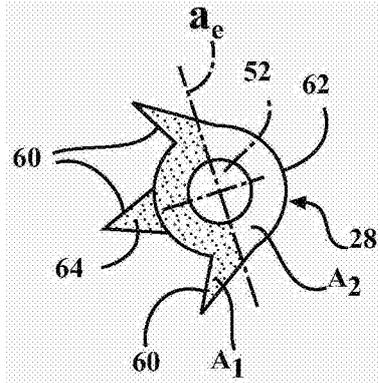


图5B

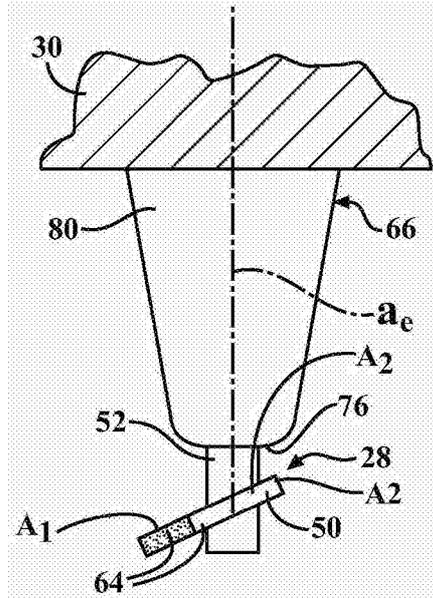


图6A

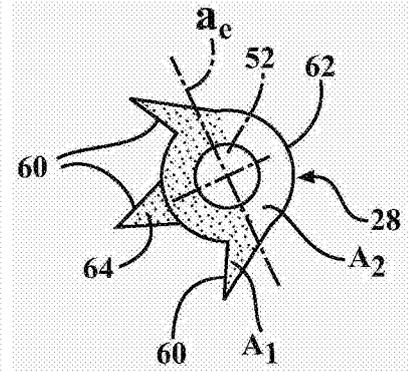


图6B

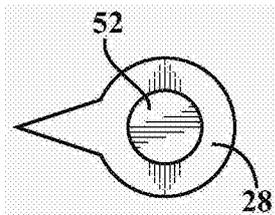


图7A

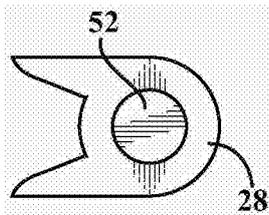


图7B

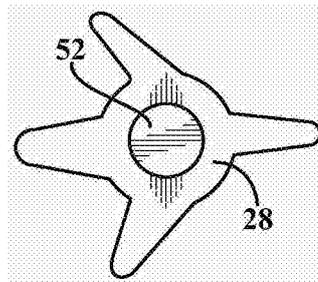


图7C

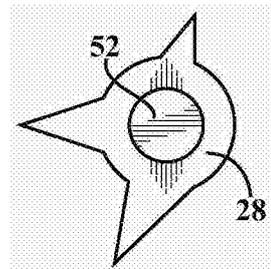


图7D

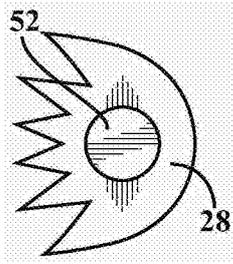


图7E

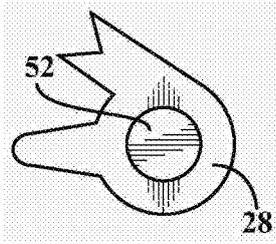


图7F

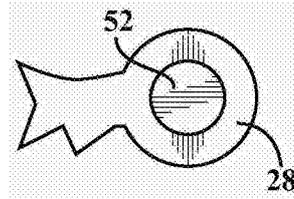


图7G

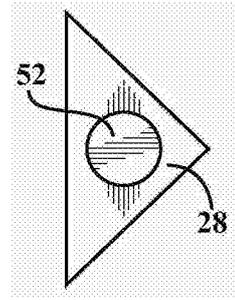


图7H

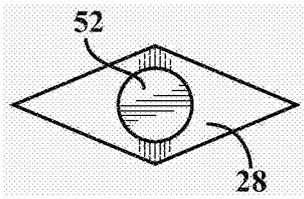


图7I

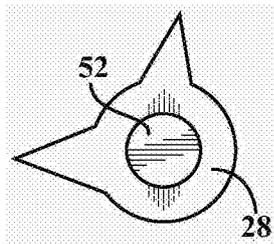


图7J

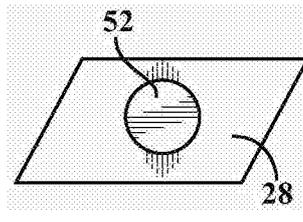


图7K

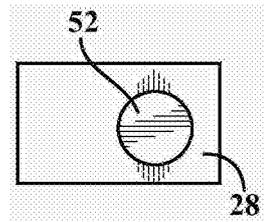


图7L

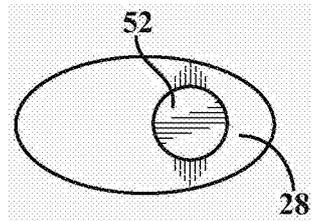


图7M