



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108413443 B

(45)授权公告日 2019.09.17

(21)申请号 201810159005.7

F02K 7/10(2006.01)

(22)申请日 2018.02.26

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108413443 A

CN 105156226 A,2015.12.16,
CN 102174338 A,2011.09.07,
CN 106050471 A,2016.10.26,
CN 105716116 A,2016.06.29,
CN 206449684 U,2017.08.29,
CN 201730699 U,2011.02.02,
US 6427446 B1,2002.08.06,

(43)申请公布日 2018.08.17

(73)专利权人 中国科学院力学研究所
地址 100190 北京市海淀区北四环西路15号

审查员 海云龙

(72)发明人 张泰昌 袁涛 范学军

(74)专利代理机构 北京和信华成知识产权代理
事务所(普通合伙) 11390
代理人 胡剑辉

(51)Int.Cl.

F23R 3/28(2006.01)
F23R 3/02(2006.01)

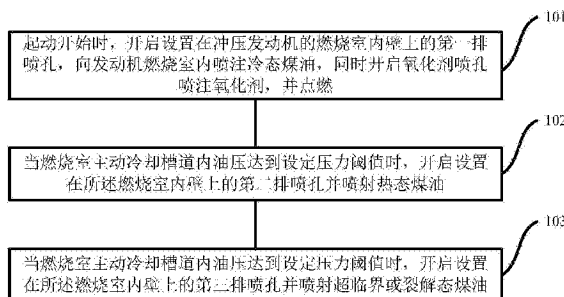
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

主动冷却超燃冲压发动机的起动方法和起
动装置

(57)摘要

本发明提供一种主动冷却冲压发动机的起
动方法和起动装置,所述方法包括:起动开始时,
开启设置在主动冷却冲压发动机燃烧室的稳焰
器上游内壁上的第一排喷孔,向燃烧室内喷注冷
态煤油,同时开启氧化剂喷孔喷注氧化剂,并点
燃;当燃烧室冷却槽道内煤油压力达到设定压力
阈值时,开启设置在燃烧室内壁上的第二排喷孔
并喷射热态煤油;保证喷油孔开启过程火焰稳定
和燃烧性能,实现主动冷却超燃发动机的稳定起
动,相比通常的冲压发动机的起动,无需采用乙
炔辅助,同时也能节省点火的能量。



1. 一种主动冷却冲压发动机的起动方法,其特征在于,所述方法包括:

起动开始时,开启设置在主动冷却冲压发动机燃烧室的稳焰器上游内壁上的第一排喷孔,向所述燃烧室内喷注冷态煤油,同时开启氧化剂喷孔喷注氧化剂,并点燃;

当所述燃烧室内达到设定压力阈值时,开启设置在所述燃烧室内壁上的第二排喷孔并喷射热态煤油;

当所述燃烧室内达到设定压力阈值时,开启设置在所述燃烧室内壁上的第三排喷孔并喷射超临界或裂解态煤油。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

在开启所述第一排喷孔并喷射冷态煤油时,或者开启所述第二排喷孔并喷射热态煤油时,或者开启所述第三排喷孔并喷射超临界或裂解态煤油时,通过冲压发动机内的稳焰装置中喷注氧化剂稳定所述燃烧室煤油的燃烧的火焰。

3. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述第一排喷孔的口径为0.4mm;所述第二排喷孔的口径为1.0mm;所述第三排喷孔的口径大于所述第二排喷孔的口径。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述第一排喷孔的喷孔数量大于所述第二排喷孔的喷孔数量;所述第二排喷孔的喷孔数量大于所述第三排喷孔的数量。

5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述第一排喷孔与所述第二排喷孔、所述第二排喷孔与所述第三排喷孔之间的距离分别为10-20mm。

6. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述氧化剂为液态氧或者过氧化氢。

7. 一种起动装置,其特征在于,在燃烧室稳焰器上游内壁上设置有三排燃料喷孔,稳焰器内部设置一排氧化剂喷孔,点火装置以及稳焰装置;

所述点火装置用于在起动冲压发动机时点燃喷射在所述燃烧室中的煤油;

第一排喷孔、第二排喷孔和第三排喷孔分别用于向所述燃烧室喷射不同状态的煤油;

所述氧化剂喷注和稳焰装置,用于在不同油温和油压条件下开启所述第一排喷孔、所述第二排喷孔或者所述第三排喷孔并喷射不同状态的煤油时,稳定所述燃烧室内煤油燃烧的火焰。

8. 根据权利要求7所述的起动装置,其特征在于,所述第一排喷孔的口径为0.4mm;所述第二排喷孔的口径为1.0mm;所述第三排喷孔的口径大于所述第二排喷孔的口径。

9. 根据权利要求8所述的起动装置,其特征在于,所述第一排喷孔的喷孔数量大于所述第二排喷孔的喷孔数量;所述第二排喷孔的喷孔数量大于所述第三排喷孔的数量。

10. 根据权利要求9所述的起动装置,其特征在于,所述第一排喷孔与所述第二排喷孔、所述第二排喷孔与所述第三排喷孔之间的距离分别为10-20mm。

主动冷却超燃冲压发动机的起动方法和起动装置

技术领域

[0001] 本发明涉及冲压发动机领域,尤其涉及一种主动冷却超燃冲压发动机的起动方法和起动装置。

背景技术

[0002] 超燃冲压发动机是近地空间飞行的理想动力之一。在飞行马赫数为4至7之间冲压发动机的比冲比火箭的比冲要高很多。因为超燃冲压发动机利用气道压缩空气来获得氧化剂,所以超燃冲压发动机无需携带大量的氧化剂,应用在飞行器上降低了飞行器的重量,且增大了燃料比冲。而且超燃冲压发动机只由进气道、燃烧室和尾喷管构成,不需要压气机和涡轮等旋转部件,结构简单、成本低、易维护。另外还可以应用到高超声巡航导弹、高超声速飞机和空天飞机等,在军事、商业运用中都有着重要的战略意义。

[0003] 主动冷却超燃冲压发动机的起动过程一般如下:首先,将主动冷却燃料煤油填充到燃烧室壁面的冷却管道,在煤油被喷射入冲压发动机之前,向燃烧室喷注乙炔,并点燃乙炔,燃烧乙炔起到预热燃烧室的作用,可以增加冷却管道内煤油的温度和喷注压力。然后在合适的条件下,将加热后的煤油喷射入燃烧室,同时关闭乙炔的喷注,最终实现煤油单独燃烧,完成冲压发动机的起动。但采用这种方式起动冲压发动机需要乙炔辅助,那就需要携带乙炔相关的存储等设备;且需要安装点燃乙炔的装置。

发明内容

[0004] 本发明实施例提供了一种主动冷却超燃冲压发动机的起动方法和起动装置,相比通常的冲压发动机起动省略了乙炔辅助的步骤。

[0005] 第一方面,本发明提供了一种冲压发动机的起动方法,方法包括:

[0006] 起动开始时,开启设置在冲压发动机的燃烧室内壁上的第一排喷孔,向发动机燃烧室内喷注冷态煤油,同时开启氧化剂喷孔喷注氧化剂,并使用火花塞点燃;

[0007] 当所述燃烧室主动冷却槽道内油压达到设定压力阈值时,开启设置在所述燃烧室内壁上的第二排喷孔并喷射热态煤油;

[0008] 当所述燃烧室主动冷却槽道内油压达到设定压力阈值时,开启设置在所述燃烧室内壁上的第三排喷孔并喷射超临界或裂解态煤油。

[0009] 在一个可能实现的方式中,该方法还包括:

[0010] 在开启第一排喷孔并喷射第一状态的煤油,或者开启第二排喷孔并喷射热态煤油,或者开启第三排喷孔并喷射超临界或裂解态煤油时,通过冲压发动机内的稳焰装置和向稳焰装置补充氧化剂稳定燃烧室煤油的燃烧火焰。

[0011] 在一个可能实现的方式中,第一排喷孔的口径为0.4mm;第二排喷孔的口径为1.0mm;第三排喷孔的口径大于第二排喷孔的口径。

[0012] 在一个可能实现的方式中,第一排喷孔的喷孔数量大于第二排喷孔的喷孔数量;第二排喷孔的喷孔数量大于第三排喷孔的数量。

[0013] 在一个可能实现的方式中,第一排喷孔与第二排喷孔,第二排喷孔与第三排喷孔之间的距离分别为10-20mm。

[0014] 第二方面,本发明提供了一种起动装置:在所述燃烧室稳焰器上游内壁上设置有三排燃料喷孔,稳焰器内部设置一排氧化剂喷孔,点火装置以及稳焰装置;

[0015] 点火装置用于在起动所述冲压发动机时点燃喷射在所述燃烧室中的煤油;

[0016] 第一排喷孔、所述第二排喷孔和所述第三排喷孔分别用于向所述燃烧室喷射不同状态的煤油。

[0017] 氧化剂喷注和稳焰装置,用于在不同油温和油压条件下开启所述第一排喷孔、所述第二排喷孔或者所述第三排喷孔并喷射不同状态的煤油时,稳定所述燃烧室内煤油燃烧的火焰。

[0018] 在一个可能实现的方式中,第一排喷孔的口径为0.4mm;第二排喷孔的口径为1.0mm;第三排喷孔的口径大于第二排喷孔的口径。

[0019] 在一个可能实现的方式中,第一排喷孔的喷孔数量大于第二排喷孔的喷孔数量;第二排喷孔的喷孔数量大于第三排喷孔的数量。

[0020] 在一个可能实现的方式中,第一排喷孔与第二排喷孔,第二排喷孔与第三排喷孔之间的距离分别为10-20mm。

[0021] 基于本发明实施例提供的一种主动冷却超燃冲压发动机的起动方法和主动冷却超燃冲压发动机起动装置,通过在燃烧室设置三排不同喷孔大小的喷孔,在油压满足设定条件时,依次打开,设置三排喷油孔依次打开,可以防止主动冷却槽道内煤油压力不断上涨,保证每次新打开一排喷油孔时,煤油喷注压力降幅不是特别大,要求每次新打开一排喷油孔后煤油喷注压力高于2MPa,还要求并通过向稳焰装置内补充氧化剂,保证喷油孔开启过程火焰稳定和燃烧性能,实现主动冷却超燃发动机的稳定起动。相比通常的冲压发动机的起动,无需采用乙炔辅助,降低了点燃能量。

附图说明

[0022] 图1为本发明实施例提供的一种主动冷却超燃冲压发动机起动装置的俯视结构示意图;

[0023] 图2为本发明实施例提供的起动装置的侧视图;

[0024] 图3为本发明实施例提供的一种主动冷却超燃冲压发动机的起动方法流程图。

具体实施方式

[0025] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0026] 本发明实施例提供了一种主动冷却超燃冲压发动机的起动方法和主动冷却超燃冲压发动机,在起动主动冷却超燃冲压发动机时,向燃烧室喷注冷态煤油,并从主动冷却超燃冲压发动机的燃烧室的稳焰装置内部补充液体氧化剂,稳焰装置用于稳定燃烧室内煤油燃烧的火焰和提高煤油燃烧性能。随着燃烧室内冷煤油的燃烧,煤油温度会不断增加,温度

估计可达700K以上(耦合传热计算飞行马赫数4.0的平衡油温),煤油的物态也发生变化。为了控制燃烧室主动冷却槽道内煤油压力的变化,通过设置在燃烧室内壁凹腔内的三排不同大小孔径和不同数量的喷孔分别喷射不同状态的煤油,设置三排喷油孔依次打开,可以防止主动冷却槽道内煤油压力不断上涨,保证每次新打开一排喷油孔时,煤油喷注压力降幅不是特别大,要求每次新打开一排喷油孔后煤油喷注压力高于2MPa,还要求并通过向稳焰装置内补充氧化剂,保证喷油孔开启过程火焰稳定和燃烧性能,实现主动冷却超燃发动机的稳定起动,相比普通的冲压发动机起动不需要乙炔燃料的辅助,节省了点火能量。

[0027] 下面结合附图对本发明的技术方案进行说明。

[0028] 图1为本发明实施例提供的主动冷却超燃冲压发动机起动装置的结构示意图。如图1和图2所示,该主动冷却超燃冲压发动机的启动装置可以包括设置在燃烧室内的凹腔稳焰器,以及设置在燃烧室内的第一排喷孔、第二排喷孔和第三排喷孔,点火装置和液体氧化剂输送装置。

[0029] 其中,所述第一排喷孔、第二排喷孔和第三排喷孔分别设置在燃烧室内壁的凹腔上游(图1和图2中为示出),这里的上游是指靠近燃烧室进口端的位置。第一排喷孔的口径大于第二排喷孔的口径,第一排喷孔的口径可以为0.4mm,第二排的喷孔口径可以为1.0mm;第三排的喷孔口径大于第二排的喷孔口径。第三排喷孔的喷孔数量小于第二排喷孔的喷孔数量,第二排喷孔的喷孔数量小于第一排喷孔的喷孔数量。第一排喷孔、第二排喷孔和第三排喷孔之间的距离为10-20mm。

[0030] 第一排喷孔为冷油孔,用于喷射相对第二喷孔温度较低的煤油;第二排喷孔称为热油孔,用于喷射相对第一排喷孔喷射的煤油温度高,且比第三排喷孔喷射的煤油温度低的煤油;第三排喷孔用于喷射超临界或裂解态煤油。

[0031] 当启动主动冷却超燃冲压发动机时,首先向燃烧室喷射冷煤油,点火装置用于点燃喷射在燃烧室内的冷煤油。并从主动冷却超燃冲压发动机的燃烧室稳焰装置内部补充液体氧化剂,稳定火焰和提高煤油的燃烧性能。随着燃烧室内冷煤油的燃烧,煤油温度不断增加,当煤油温度升高引起煤油喷射的喷注压力达到一定阈值后,开启第二排喷孔并喷射煤油。在第二排喷孔开启瞬间喷注压力大小会有一个明显下降,保证喷注压力保持在一定的范围内,并高于一定的值,此值一般为2MPa,然后通过稳焰装置内的氧化剂对煤油的火焰进行稳定。当喷注压力再次达到预设阈值时,开启第三排喷孔,并喷射煤油,此时燃烧室的喷注压力大小也会有一个明显的减小,保证喷注压力保持在一定的范围内,并高于一定的值,再次通过稳焰装置中的液体氧化剂对煤油燃烧的火焰进行稳定。在本发明实施例中,对稳焰装置内部补充的液体氧化剂的选择没有限制。可选地,在一个实施例中,液体氧化剂可以为液氧或者过氧化氢。当液体氧化剂采用液氧时,主动冷却超燃冲压发动机的比冲会比采用过氧化氢的主动冷却超燃冲压发动机的比冲要高,但采用液氧相应低温设备要复杂。当液体氧化剂采用过氧化氢时,主动冷却超燃冲压发动机的比冲比采用液氧的主动冷却超燃冲压发动机的比冲要低,但其相关设备和操作要比采用液氧时的设备和操作要简单。对于液体氧化剂的选择可以根据具体的飞行设备的需求,选择具体的氧化剂,氧化剂的选择不限于液氧和过氧化氢。

[0032] 相比飞行器整个飞行过程的所需要氧化剂的量而言,主动冷却超燃冲压发动机启动过程所需的氧化剂的量比较少,如果仅仅考虑启动过程,可优先考虑选择过氧化氢作为

氧化剂。液体氧化剂的流量相当于来流空气中氧气流量 $\geq 2\%$ 。

[0033] 采用本发明实施例提供的主动冷却超燃冲压发动机,实现了飞行在Ma4.5(燃烧室入口Ma2.5)条件下,冷态煤油稳定点火,冷煤油经燃烧室壁面吸热后喷注到燃烧室内,燃烧稳定,燃烧性能达标,煤油温度、压力随时间升高,煤油物态发生变化,通过合理的切换煤油喷口和合理的燃料配比,可在无火花塞辅助情况下,实现燃油喷孔切换。与以往切换方法相比,此方法无需乙烯预热燃烧室,无需切换时氢气辅助稳焰,只需6J/pulse的火花塞点火。

[0034] 图3为本发明实施例提供的一种主动冷却超燃冲压发动机的起动方法流程图。如图3所示,该方法可以通过图1所述的主动冷却超燃冲压发动机实现,该方法可以包括以下步骤:

[0035] S101,起动开始时,开启设置在冲压发动机的燃烧室内壁上的第一排喷孔,向发动机燃烧室内喷注冷态煤油,同时开启氧化剂喷孔喷注氧化剂,并点燃。

[0036] S102,当燃烧室主动冷却槽道内油压达到设定压力阈值时,开启设置在所述燃烧室内壁上的第二排喷孔并喷射热态煤油。

[0037] S103,当燃烧室主动冷却槽道内油压达到设定压力阈值时,开启设置在所述燃烧室内壁上的第三排喷孔并喷射超临界或裂解态煤油。

[0038] 可选地,在本发明的一个实施例中,该方法还可以包括:

[0039] 在开启第一排喷孔并喷射冷态煤油,或者开启第二排喷孔并喷射热态煤油,或者开启第三排喷孔并喷射超临界或裂解态煤油时,通过冲压发动机内的稳焰装置和向稳焰装置补充氧化剂稳定燃烧室煤油的燃烧火焰。

[0040] 可选地,在本发明的一个实施例中,第一排喷孔的口径为0.4mm;第二排喷孔的口径为1.0mm;第三排喷孔的口径大于第二排喷孔的口径。第一排喷孔的喷孔数量大于第二排喷孔的喷孔数量;第二排喷孔的喷孔数量大于第三排喷孔的数量。

[0041] 可选地,在本发明的一个实施例中,第一排喷孔与第二排喷孔,第二排喷孔与第三排喷孔之间的距离分别为10-20mm。

[0042] 本发明实施例可以通过图1所示的主动冷却超燃冲压发动机起动装置来完成,具体过程可参见图3所示的主动冷却超燃冲压发动机的起动工作过程,为简洁描述,在此不再赘述。

[0043] 对于本领域技术人员而言,显然本发明不限于上述示范性实施例的细节,而且在不背离本发明的精神或基本特征的情况下,能够以其他的具体形式实现本发明。因此,无论从哪一点来看,均应将实施例看作是示范性的,而且是非限制性的,本发明的范围由所附权利要求而不是上述说明限定,因此旨在将落在权利要求的等同要件的含义和范围内的所有变化囊括在本发明内。不应将权利要求中的任何附图标记视为限制所涉及的权利要求。

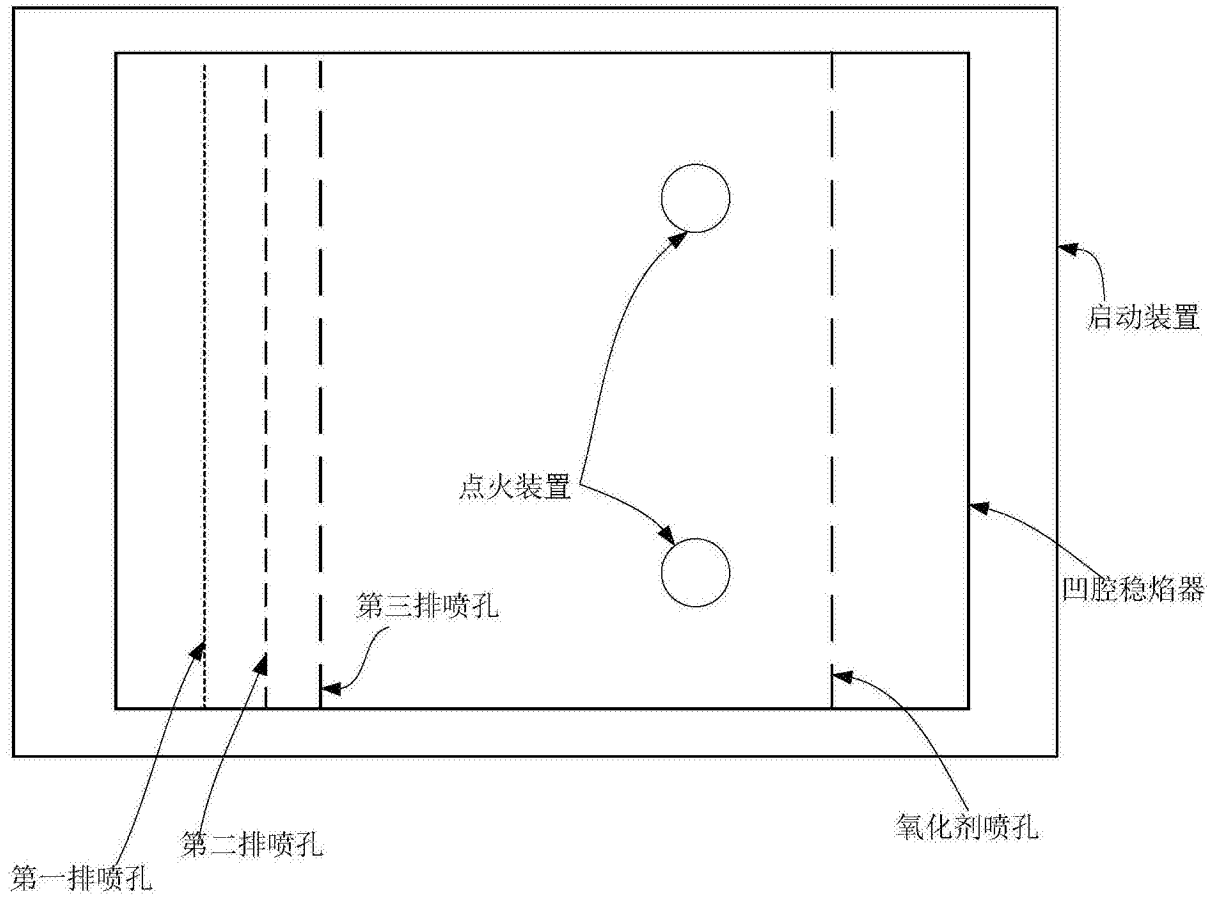


图1

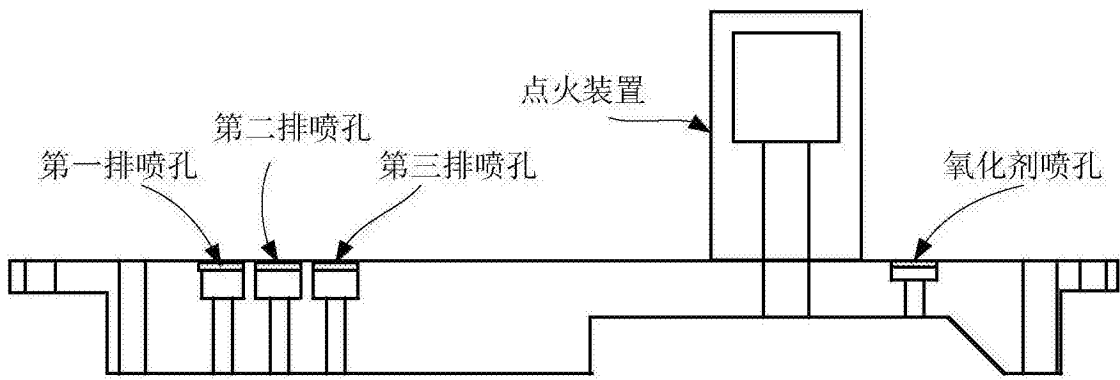


图2

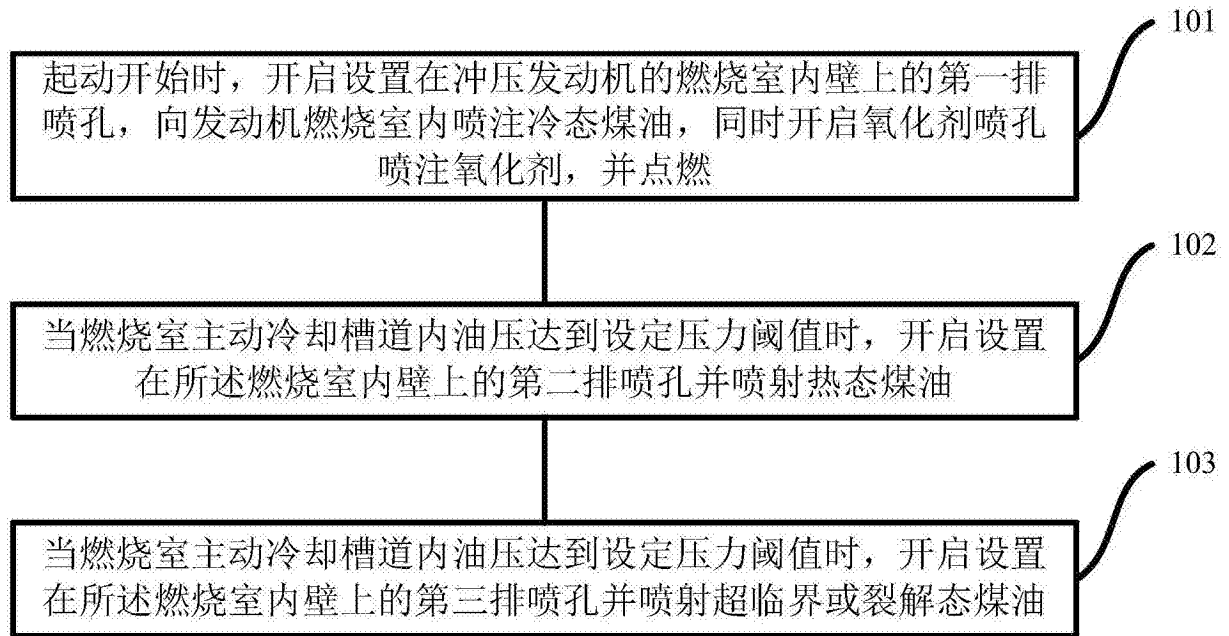


图3