



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 120251370 A

(43) 申请公布日 2025. 07. 04

(21) 申请号 202510611615.6

(22) 申请日 2025.05.13

(71) 申请人 天津大学

地址 300072 天津市南开区卫津路92号

(72) 发明人 刘海峰 王文杰 金超 明镇洋

张智 尧命发

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

专利代理师 尉静波

(51) Int. Cl.

F02B 43/10 (2006.01)

F02F 1/24 (2006.01)

F02F 3/26 (2006.01)

F02M 21/02 (2006.01)

F02D 45/00 (2006.01)

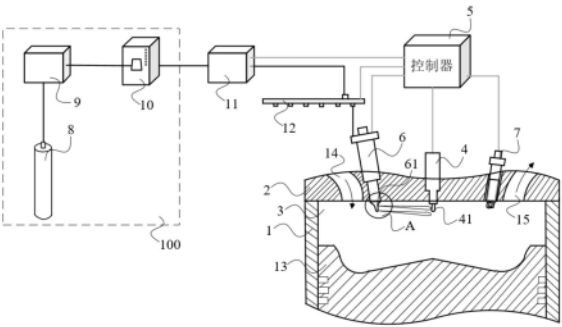
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54) 发明名称

纯氨发动机系统及其控制方法

(57) 摘要

本公开提供一种纯氨发动机系统及其控制方法,纯氨发动机系统包括:气缸体;气缸盖,盖设在气缸体的上方,气缸盖与气缸体之间形成燃烧室;电热塞,包括在气缸盖的中心伸入燃烧室内部的发热体;控制器,被配置为基于纯氨发动机系统的运行工况调控发热体的热表面的温度;液氨喷射器,从气缸盖插入到燃烧室内,且位于电热塞的一侧;火花塞,从气缸盖插入到燃烧室内,且位于电热塞的与液氨喷射器径向相对的另一侧;其中,液氨喷射器伸入燃烧室内部的一端面对发热体的一侧设置有多组喷孔,使得由液氨喷射器喷出的部分液氨喷雾充满在发热体的周围,以被火花塞点燃。



1. 一种纯氨发动机系统,其中,包括:

气缸体;

气缸盖,盖设在所述气缸体的上方,所述气缸盖与所述气缸体之间形成燃烧室;

电热塞,包括在所述气缸盖的中心伸入所述燃烧室内部的发热体;

控制器,被配置为基于纯氨发动机系统的运行工况调控所述发热体的热表面的温度;

液氨喷射器,从所述气缸盖插入到所述燃烧室内,且位于所述电热塞的一侧;

火花塞,从所述气缸盖插入到所述燃烧室内,且位于所述电热塞的与所述液氨喷射器径向相对的另一侧;

其中,所述液氨喷射器伸入所述燃烧室内部的一端面对所述发热体的一侧设置有多组喷孔,使得由所述液氨喷射器喷出的部分液氨喷雾充满在所述发热体的周围,以被所述火花塞点燃。

2. 根据权利要求1所述的纯氨发动机系统,其中,多个所述喷孔组包括:

第一喷孔组,面对所述发热体设置,使得由所述第一喷孔组喷出的液氨喷雾撞击在所述发热体的热表面,以加速由所述第一喷孔组喷出的液氨喷雾破碎蒸发并与所述燃烧室内的空气混合,形成可燃混合气,从而被所述火花塞点燃;

两个第二喷孔组,垂直于所述液氨喷射器的轴线方向所在的平面对称分布在所述第一喷孔组的两侧,使得由两个所述第二喷孔组喷出的液氨喷雾充满在所述发热体的周围。

3. 根据权利要求2所述的纯氨发动机系统,其中,所述第一喷孔组、和每个所述第二喷孔组都包括:

两个喷孔,沿所述液氨喷射器的轴线间隔布置。

4. 根据权利要求2所述的纯氨发动机系统,其中,所述电热塞的轴线与所述燃烧室的轴线重合,所述液氨喷射器的轴线倾斜于所述电热塞的轴线,使得由所述第一喷孔组喷出的液氨喷雾直接撞击在所述发热体的热表面。

5. 根据权利要求4所述的纯氨发动机系统,其中,所述火花塞的轴线倾斜于所述电热塞的轴线,以点燃所述发热体周围的液氨喷雾。

6. 根据权利要求1所述的纯氨发动机系统,其中,还包括:

液氨供给机构,被配置为提供液氨;

液氨增压装置,与所述液氨供给机构连接,所述液氨增压装置被配置为向所述液氨增压;

液氨共轨,连接在所述液氨增压装置和所述液氨喷射器之间,所述液氨共轨被配置为调控所述液氨由多个所述喷孔组喷出的压力。

7. 一种用于纯氨发动机系统的控制方法,其中,应用于上述权利要求1-6中任一项所述的纯氨发动机系统,所述控制方法包括:

获取所述纯氨发动机系统的运行工况;

电热塞响应于所述纯氨发动机系统的运行工况,调整发热体的热表面的温度,为火花塞点燃燃烧室内部的液氨喷雾提供不同的温度环境。

8. 根据权利要求7所述的控制方法,其中,所述运行工况根据所述纯氨发动机系统的输出扭矩由低至高分为冷启动工况、小负荷工况、中等负荷工况、以及大负荷工况,所述燃烧室内部的温度随所述输出扭矩的增加而升高;

在所述纯氨发动机系统处于所述冷启动工况的状态下,控制所述电热塞满负荷工作;
随所述纯氨发动机系统运行至所述小负荷工况、所述中等负荷工况的状态下,控制所述热表面的温度逐渐降低;

随所述纯氨发动机系统运行至所述大负荷工况的状态下,控制所述电热塞停止工作。

9. 根据权利要求8所述的控制方法,其中,在所述纯氨发动机系统处于所述冷启动工况的状态下,所述热表面的温度为 $300^{\circ}\text{C}\sim 400^{\circ}\text{C}$;

在所述纯氨发动机系统运行至所述小负荷工况和所述中等负荷工况的状态下,所述热表面的温度为 $100^{\circ}\text{C}\sim 200^{\circ}\text{C}$ 。

10. 根据权利要求8所述的控制方法,其中,根据连接在所述纯氨发动机系统的曲轴上的转速传感器的转速值和连接在所述纯氨发动机系统的油门踏板的位移量,确定所述纯氨发动机系统的所述输出扭矩,从而确定所述纯氨发动机系统的运行工况。

纯氨发动机系统及其控制方法

技术领域

[0001] 本公开涉及氨燃料大缸径船用发动机的技术领域,更具体地,涉及一种纯氨发动机系统及其控制方法。

背景技术

[0002] 开发和应用新型高效清洁的代用燃料已成为发动机领域的研究热点,氨燃料作为一种零碳燃料,其具有能量密度高、辛烷值高和易于存储运输的优点,使其具有作为一种发动机代用燃料的良好潜力。近年来通过气缸内直喷液氨燃烧的技术路线得到较多关注,但液氨蒸发潜热大的特点导致液氨进入发动机气缸后会吸收大量热量,导致气缸内温度降低,同时由于液氨燃烧速度慢使得发动机燃烧效率低、燃烧稳定性差,且气缸内会产生较多的未燃氨,难以被现有后处理系统净化处理。

[0003] 目前,对于以上问题的解决方法主要是利用柴油等高活性燃料引燃,但是一方面需要多布置一套燃油系统使得系统复杂度及成本提高,另一方面这也不利于零碳目标的实现。

发明内容

[0004] 为解决现有技术中的技术问题中的至少之一,本公开实施例提供一种纯氨发动机系统及其控制方法,纯氨发动机系统在全运行工况下都能够稳定着火。

[0005] 本公开的实施例提供了一种纯氨发动机系统,包括:气缸体;气缸盖,盖设在上述气缸体的上方,上述气缸盖与上述气缸体之间形成燃烧室;电热塞,包括在上述气缸盖的中心伸入上述燃烧室内部的发热体;控制器,被配置为基于纯氨发动机系统的运行工况调控上述发热体的热表面的温度;液氨喷射器,从上述气缸盖插入到上述燃烧室内,且位于上述电热塞的一侧;火花塞,从上述气缸盖插入到上述燃烧室内,且位于上述电热塞的与上述液氨喷射器径向相对的另一侧;其中,上述液氨喷射器伸入上述燃烧室内部的一端面对上述发热体的一侧设置有多个喷孔组,使得由上述液氨喷射器喷出的部分液氨喷雾充满在上述发热体的周围,以被上述火花塞点燃。

[0006] 根据本公开的一些实施例,多个上述喷孔组包括:第一喷孔组,面对上述发热体设置,使得由上述第一喷孔组喷出的液氨喷雾撞击在上述发热体的热表面,以加速由上述第一喷孔组喷出的液氨喷雾破碎蒸发并与上述燃烧室内的空气混合,形成可燃混合气,从而被上述火花塞点燃;两个第二喷孔组,垂直于上述液氨喷射器的轴线方向所在的平面对称分布在上述第一喷孔组的两侧,使得由两个上述第二喷孔组喷出的液氨喷雾充满在上述发热体的周围。

[0007] 根据本公开的一些实施例,上述第一喷孔组、和每个上述第二喷孔组都包括:两个喷孔,沿上述液氨喷射器的轴线间隔布置。

[0008] 根据本公开的一些实施例,上述电热塞的轴线与上述燃烧室的轴线重合,上述液氨喷射器的轴线倾斜于上述电热塞的轴线,使得由上述第一喷孔组喷出的液氨喷雾直接撞

击在上述发热体的热表面。

[0009] 根据本公开的一些实施例,上述火花塞的轴线倾斜于上述电热塞的轴线,以点燃上述发热体周围的液氨喷雾。

[0010] 根据本公开的一些实施例,纯氨发动机系统还包括:液氨供给机构,被配置为提供液氨;液氨增压装置,与上述液氨供给机构连接,上述液氨增压装置被配置为向上述液氨增压;液氨共轨,连接在上述液氨增压装置和上述液氨喷射器之间,上述液氨共轨被配置为调控上述液氨由多个上述喷孔组喷出的压力。

[0011] 根据本公开另一方面的一些实施例,提供了一种用于纯氨发动机系统的控制方法,应用于上述纯氨发动机系统,上述控制方法包括:获取上述纯氨发动机系统的运行工况;电热塞响应于上述纯氨发动机系统的运行工况,调整发热体的热表面的温度,为火花塞点燃燃烧室内部的液氨喷雾提供不同的温度环境。

[0012] 根据本公开的一些实施例,上述运行工况根据上述纯氨发动机系统的输出扭矩由低至高分分为冷启动工况、小负荷工况、中等负荷工况、以及大负荷工况,上述燃烧室内部的温度随上述输出扭矩的增加而升高;在上述纯氨发动机系统处于上述冷启动工况的状态下,控制上述电热塞满负荷工作;随上述纯氨发动机系统运行至上述小负荷工况、上述中等负荷工况的状态下,控制上述热表面的温度逐渐降低;随上述纯氨发动机系统运行至上述大负荷工况的状态下,控制上述电热塞停止工作。

[0013] 根据本公开的一些实施例,在上述纯氨发动机系统处于上述冷启动工况的状态下,上述热表面的温度为 $300^{\circ}\text{C}\sim 400^{\circ}\text{C}$;在上述纯氨发动机系统运行至上述小负荷工况和上述中等负荷工况的状态下,上述热表面的温度为 $100^{\circ}\text{C}\sim 200^{\circ}\text{C}$ 。

[0014] 根据本公开的一些实施例,根据连接在上述纯氨发动机系统的曲轴上的转速传感器的转速值和连接在上述纯氨发动机系统的油门踏板的位移量,确定上述纯氨发动机系统的上述输出扭矩,从而确定上述纯氨发动机系统的运行工况。

[0015] 根据本公开实施例的纯氨发动机系统及其控制方法,气缸盖盖设在气缸体的上方,气缸盖与气缸体之间形成燃烧室,电热塞包括在气缸盖的中心伸入燃烧室内部的发热体,控制器被配置为基于纯氨发动机系统的运行工况调控发热体的热表面的温度,从而改变燃烧室内部的温度,液氨喷射器从气缸盖插入到燃烧室内,且位于电热塞的一侧,火花塞从气缸盖插入到燃烧室内,且位于电热塞的与液氨喷射器径向相对的另一侧,液氨喷射器伸入燃烧室内部的一端面对发热体的一侧设置有多组喷孔,使得由液氨喷射器喷出的部分液氨喷雾充满在发热体的周围,以更容易被火花塞点燃,改善了由于液氨蒸发潜热大、燃烧速度慢导致燃烧效率低、燃烧稳定性差的问题,并且减少了气缸体内的未燃液氨,纯氨发动机系统在全运行工况下都能够稳定着火。

附图说明

[0016] 图1是根据本公开的一种示意性实施例的纯氨发动机系统的截面图;

[0017] 图2是图1中A处的局部放大图;

[0018] 图3是根据本公开的一种示意性实施例的纯氨发动机系统的与截面图对应的仰视图;

[0019] 图4是根据本公开的一种示意性实施例的用于纯氨发动机系统的控制方法的流程

图。

[0020] 附图中,附图标记含义具体如下:

- [0021] 1、气缸体;
- [0022] 2、气缸盖;
- [0023] 3、燃烧室;
- [0024] 4、电热塞;
- [0025] 41、发热体;
- [0026] 5、控制器;
- [0027] 6、液氨喷射器;
- [0028] 600、喷孔组;
- [0029] 610、第一喷孔组;
- [0030] 620、第二喷孔组;
- [0031] 61、喷孔;
- [0032] 7、火花塞;
- [0033] 100、液氨供给机构;
- [0034] 8、氨气源;
- [0035] 9、氨气液化装置;
- [0036] 10、瞬时油耗仪;
- [0037] 11、液氨增压装置;
- [0038] 12、液氨共轨;
- [0039] 13、活塞;
- [0040] 14、进气道;
- [0041] 15、排气道;
- [0042] 16、第一液氨喷雾油束;
- [0043] 17、第二液氨喷雾油束。

具体实施方式

[0044] 以下,将参照附图来描述本公开的实施例。但是应该理解,这些描述只是示例性的,而并非要限制本公开的范围。在下面的详细描述中,为便于解释,阐述了许多具体的细节以提供对本公开实施例的全面理解。然而,明显地,一个或多个实施例在没有这些具体细节的情况下也可以被实施。此外,在以下说明中,省略了对公知结构和技术的描述,以避免不必要地混淆本公开的概念。

[0045] 在此使用的术语仅仅是为了描述具体实施例,而并非意在限制本公开。在此使用的术语“包括”、“包含”等表明了所述特征、步骤、操作和/或部件的存在,但是并不排除存在或添加一个或多个其他特征、步骤、操作或部件。

[0046] 在此使用的所有术语(包括技术和科学术语)具有本领域技术人员通常所理解的含义,除非另外定义。应注意,这里使用的术语应解释为具有与本说明书的上下文相一致的含义,而不应以理想化或过于刻板的方式来解释。

[0047] 在使用类似于“A、B和C等中至少一个”这样的表述的情况下,一般来说应该按照本

领域技术人员通常理解该表述的含义来予以解释(例如,“具有A、B和C中至少一个的系统”应包括但不限于单独具有A、单独具有B、单独具有C、具有A和B、具有A和C、具有B和C、和/或具有A、B、C的系统等)。在使用类似于“A、B或C等中至少一个”这样的表述的情况下,一般来说应该按照本领域技术人员通常理解该表述的含义来予以解释(例如,“具有A、B或C中至少一个的系统”应包括但不限于单独具有A、单独具有B、单独具有C、具有A和B、具有A和C、具有B和C、和/或具有A、B、C的系统等)。

[0048] 为了解决液氨蒸发潜热大、燃烧速度慢导致燃烧效率低、燃烧稳定性差的问题,根据本公开一个方面的发明构思,提供了一种纯氨发动机系统及其控制方法,气缸盖盖设在气缸体的上方,气缸盖与气缸体之间形成燃烧室,电热塞包括在气缸盖的中心伸入燃烧室内部的发热体,控制器被配置为基于纯氨发动机系统的运行工况调控发热体的热表面的温度,从而改变燃烧室内部的温度,液氨喷射器从气缸盖插入到燃烧室内,且位于电热塞的一侧,火花塞从气缸盖插入到燃烧室内,且位于电热塞的与液氨喷射器径向相对的另一侧,液氨喷射器伸入燃烧室内部的一端面对发热体的一侧设置有多个喷孔组,使得由液氨喷射器喷出的部分液氨喷雾充满在发热体的周围,以更容易被火花塞点燃,改善了由于液氨蒸发潜热大、燃烧速度慢导致燃烧效率低、燃烧稳定性差的问题,并且减少了气缸体内的未燃液氨,纯氨发动机系统在全运行工况下都能够稳定着火。

[0049] 图1是根据本公开的一种示意性实施例的纯氨发动机系统的截面图。

[0050] 根据本公开的实施例提供的一种纯氨发动机系统,如图1所示,包括气缸体1、气缸盖2、电热塞4、控制器5、液氨喷射器6和火花塞7。气缸盖2盖设在气缸体1的上方,气缸盖2与气缸体1之间形成燃烧室3。电热塞4包括在气缸盖2的中心伸入燃烧室3内部的发热体41。控制器5被配置为基于纯氨发动机系统的运行工况调控发热体41的热表面的温度。液氨喷射器6从气缸盖2插入到燃烧室3内,且位于电热塞4的一侧。火花塞7从气缸盖2插入到燃烧室3内,且位于电热塞4的与液氨喷射器6径向相对的另一侧。液氨喷射器6伸入燃烧室3内部的一端面对发热体41的一侧设置有多个喷孔组,使得由液氨喷射器6喷出的部分液氨喷雾充满在发热体41的周围,以被火花塞7点燃。

[0051] 根据本公开的实施例,气缸体1内可滑动地安装有活塞13,气缸盖2、气缸体1和活塞13围成燃烧室3。

[0052] 根据本公开的实施例,气缸盖2上还设置有进气道14和排气道15,控制器5还被配置为控制进气道14和排气道15的开启时刻和关闭时刻,以完成燃烧室3的进气过程和排气过程。

[0053] 根据本公开的实施例,控制器5被配置为基于纯氨发动机系统的运行工况调控发热体41的热表面的温度,在纯氨发动机系统处于冷启动工况的情况下,控制器5控制发热体41的热表面升温,使得发热体41的热表面的周围为高温区域,从而提高燃烧室3内部的温度。在纯氨发动机系统处于小负荷工况和中等负荷工况的情况下,此时燃烧室3内的热力学条件提高,控制器5控制发热体41的热表面降温,不仅保证了燃烧室3内的液氨喷雾可以稳定燃烧,还提高了纯氨发动机系统的能源利用效率。在纯氨发动机系统处于大负荷工况的情况下,此时燃烧室3内的热力学条件已经改善至可以保证燃烧室3内的液氨喷雾稳定燃烧,控制器5控制电热塞4停止工作,提高了纯氨发动机系统的能源利用效率。

[0054] 根据本公开的实施例,气缸盖2盖设在气缸体1的上方,气缸盖2与气缸体1之间形

成燃烧室3,电热塞4包括在气缸盖2的中心伸入燃烧室3内部的发热体41,控制器5被配置为基于纯氨发动机系统的运行工况调控发热体41的热表面的温度,从而改变燃烧室3内部的温度。液氨喷射器6从气缸盖2插入到燃烧室3内,且位于电热塞4的一侧,火花塞7从气缸盖2插入到燃烧室3内,且位于电热塞4的与液氨喷射器6径向相对的另一侧。液氨喷射器6伸入燃烧室3内部的一端面对发热体41的一侧设置有多个喷孔组,使得由液氨喷射器6喷出的部分液氨喷雾充满在发热体41的周围,以更容易被火花塞7点燃,同时改善了由于液氨蒸发潜热大、燃烧速度慢导致燃烧效率低、燃烧稳定性差的问题,并且减少了气缸体1内的未燃液氨。

[0055] 根据本公开的实施例,电热塞4辅助引燃不仅结构简单,对现有发动机系统的改造较小,而且成本相对较低。更重要的是,电热塞4作为一种辅助引燃机构,其热表面的面积及引燃能量远高于传统火花塞等方式,因此将电热塞4辅助引燃应用于纯氨发动机系统有助于纯氨发动机系统在全运行工况下都能够稳定着火。

[0056] 图2是图1中A处的局部放大图,图2中示出的是液氨喷射器6伸入燃烧室3内部的一端面对发热体41的一侧。

[0057] 根据本公开的实施例,如图2所示,多个喷孔组600包括第一喷孔组610和两个第二喷孔组620。第一喷孔组610面对发热体41设置,使得由第一喷孔组610喷出的液氨喷雾撞击在发热体41的热表面,以加速由第一喷孔组610喷出的液氨喷雾破碎蒸发并与燃烧室3内的空气混合,形成可燃混合气,从而被火花塞7点燃。两个第二喷孔组620垂直于液氨喷射器6的轴线方向所在的平面对称分布在第一喷孔组610的两侧,使得由两个第二喷孔组620喷出的液氨喷雾充满在发热体41的周围。

[0058] 根据本公开的实施例,电热塞4位于气缸盖2的中心,液氨喷射器6位于电热塞4的一侧,由于液氨喷射器6侧置,液氨喷射器6伸入燃烧室3内部靠近气缸体1的壁面的喷孔喷射液氨喷雾会导致大量的液氨喷雾撞壁,从而影响正常燃烧,因此将液氨喷射器6靠近气缸体1的壁面的喷孔取消,在液氨喷射器6伸入燃烧室3内部的一端面对发热体41的一侧开设多个喷孔组600,以保证在相同的液氨喷射量的情况下不会明显增大喷射脉宽。并且由第一喷孔组610喷出的液氨喷雾油束撞击在发热体41的热表面,加速了由第一喷孔组610喷出的液氨喷雾破碎蒸发并与燃烧室3内的空气混合,形成可燃混合气,有利于被火花塞7点燃后的稳定着火燃烧。

[0059] 根据本公开的实施例,由两个第二喷孔组620喷出的液氨喷雾扩散在发热体41的热表面附近的高温区域,使得火花塞7点火后液氨喷雾得以稳定着火燃烧,改善了由于液氨燃烧传播速度慢导致的液氨燃烧效率低、燃烧不稳定的问题。

[0060] 根据本公开的实施例,第一喷孔组610、和每个第二喷孔组620都包括两个喷孔61,两个喷孔61沿液氨喷射器6的轴线间隔布置。

[0061] 根据本公开的实施例,第一喷孔组610、和两个第二喷孔组620靠近气缸盖2的三个喷孔61位于圆心落在液氨喷射器6的轴线上的第一圆周,第一喷孔组610、和两个第二喷孔组620远离气缸盖2的三个喷孔61位于圆心落在液氨喷射器6的轴线上的第二圆周,第一圆周与第二圆周间隔布置。

[0062] 图3是根据本公开的一种示意性实施例的纯氨发动机系统的与截面图对应的仰视图。

[0063] 根据本公开的实施例,如图3所示,第一喷孔组610、和两个第二喷孔组620远离气缸盖2的三个喷孔61中,由属于第一喷孔组610的喷孔61喷出的第一液氨喷雾油束16撞击在发热体41的热表面,加速了由第一喷孔组610喷出的液氨喷雾破碎蒸发并与燃烧室3内的空气混合,形成可燃混合气。由属于两个第二喷孔组620的喷孔61喷出的第二液氨喷雾油束17扩散在发热体41的热表面附近的高温区域,使得火花塞7点火后液氨喷雾能够稳定着火燃烧。

[0064] 在一种示意性的实施例中,由属于两个第二喷孔组620的喷孔61喷出的第二液氨喷雾油束17扩散在发热体41的热表面5mm以内的区域。

[0065] 根据本公开的实施例,如图1所示,电热塞4的轴线与燃烧室3的轴线重合,液氨喷射器6的轴线倾斜于电热塞4的轴线,使得由第一喷孔组610喷出的液氨喷雾直接撞击在发热体41的热表面。

[0066] 根据本公开的实施例,液氨喷射器6的轴线与电热塞4的轴线之间的夹角大致为 $10^{\circ}\sim 20^{\circ}$ 。

[0067] 根据本公开的实施例,火花塞7的轴线倾斜于电热塞4的轴线,以点燃发热体41周围的液氨喷雾。

[0068] 根据本公开的实施例,火花塞7的轴线与电热塞4的轴线之间的夹角大致为 $10^{\circ}\sim 20^{\circ}$ 。

[0069] 根据本公开的实施例,如图1和图2所示,纯氨发动机系统还包括液氨供给机构100、液氨增压装置11和液氨共轨12。液氨供给机构100被配置为提供液氨。液氨增压装置11与液氨供给机构100连接,液氨增压装置11被配置为向液氨增压。液氨共轨12连接在液氨增压装置11和液氨喷射器6之间,液氨共轨12被配置为调控液氨由多个喷孔组600喷出的压力。

[0070] 根据本公开的实施例,液氨供给机构100包括氨气源8、氨气液化装置9和瞬时油耗仪10。氨气源8被配置为提供氨气,氨气液化装置9与氨气源8连接,氨气液化装置9被配置为将氨气液化,得到液氨。瞬时油耗仪10与氨气液化装置9连接,瞬时油耗仪10被配置为实时监测液氨的喷射量和消耗情况,以便于优化燃烧效率,通过测量液氨的瞬时消耗,能够分析纯氨发动机系统在不同的运行工况下的燃烧效率,结合纯氨发动机系统的运行参数(例如转速值、进气量等),瞬时油耗仪10可以为控制器5提供数据支持,以调整液氨的喷射策略,确保燃烧室3内燃烧过程的稳定性和高效性。

[0071] 根据本公开的实施例,控制器5与液氨增压装置11、液氨共轨12、液氨喷射器6、电热塞4和火花塞7电连接,使得液氨共轨12能够提供稳定的液氨压力 and 更优化的喷射时间,确保液氨喷射器6能够以精确的喷射量将液氨以液氨喷雾油束的形式喷入燃烧室3内,减少燃烧室3内未完全燃烧的液氨,以满足纯氨发动机系统在不同的运行工况对液氨供给的需求,提高纯氨发动机系统的整体热效率。

[0072] 图4是根据本公开的一种示意性实施例的用于纯氨发动机系统的控制方法的流程图。

[0073] 根据本公开另一方面的实施例,如图4所示,提供了一种用于纯氨发动机系统的控制方法,应用于上述纯氨发动机系统,控制方法包括以下步骤S1~步骤S2。

[0074] 步骤S1:获取纯氨发动机系统的运行工况。

[0075] 步骤S2:电热塞4响应于纯氨发动机系统的运行工况,调整发热体41的热表面的温度,为火花塞7点燃燃烧室3内部的液氨喷雾提供不同的温度环境。

[0076] 根据本公开的实施例,响应于纯氨发动机系统不同的运行工况,控制器5控制发热体41的热表面升温或者降温,为火花塞7点燃燃烧室3内部的液氨喷雾提供不同的温度环境,能够确保纯氨发动机系统在全运行工况下都能够稳定着火。

[0077] 根据本公开的实施例,运行工况的级别根据纯氨发动机系统的输出扭矩由低至高分为冷启动工况、小负荷工况、中等负荷工况、以及大负荷工况,燃烧室3内部的温度随输出扭矩的增加而升高。在纯氨发动机系统处于冷启动工况的状态下,控制电热塞4满负荷工作。随纯氨发动机系统运行至小负荷工况、中等负荷工况的状态下,控制热表面的温度逐渐降低。随纯氨发动机系统运行至大负荷工况的状态下,控制电热塞4停止工作。

[0078] 根据本公开的实施例,控制器5控制发热体41的热表面的温度随运行工况级别的增大而降低。在纯氨发动机系统处于冷启动工况的状态下,此时燃烧室3内热力学条件较差,液氨很难实现稳定着火,控制器5控制发热体41的热表面升温,使得发热体41的热表面的周围为高温区域,从而提高燃烧室3内部的温度,由第一喷孔组610喷出的液氨喷雾撞击在发热体41的热表面,由两个第二喷孔组620喷出的液氨喷雾充满在发热体41的周围,从而被火花塞7点燃,解决了液氨燃烧速度慢的问题,使得液氨喷雾在着火后得以稳定燃烧,此时纯氨发动机系统的冷启动性能得到充分保证。

[0079] 根据本公开的实施例,在纯氨发动机系统处于小负荷工况和中等负荷工况的情况下,此时燃烧室3内的热力学条件提高,控制器5控制发热体41的热表面降温,不仅保证了燃烧室3内的液氨喷雾可以稳定燃烧,还提高了纯氨发动机系统的能源利用效率。

[0080] 根据本公开的实施例,在纯氨发动机系统处于大负荷工况的情况下,此时燃烧室3内的热力学条件已经改善至可以保证燃烧室3内的液氨喷雾稳定燃烧,控制器5控制电热塞4停止工作,提高了纯氨发动机系统的能源利用效率。

[0081] 根据本公开的实施例,在纯氨发动机系统处于冷启动工况的状态下,热表面的温度为300℃~400℃。在纯氨发动机系统运行至小负荷工况和中等负荷工况的状态下,热表面的温度为100℃~200℃。

[0082] 根据本公开的实施例,在纯氨发动机系统处于冷启动工况的状态下,控制器5控制发热体41的热表面升温,热表面的温度优选为300℃,此时纯氨发动机系统的冷启动性能得到充分保证。

[0083] 根据本公开的实施例,在纯氨发动机系统运行至小负荷工况和中等负荷工况的状态下,此时燃烧室3内的热力学条件提高,控制器5控制发热体41的热表面降温,热表面的温度优选为100℃,不仅保证了燃烧室3内的液氨喷雾可以稳定燃烧,还提高了纯氨发动机系统的能源利用效率。

[0084] 根据本公开的实施例,控制器5可以根据纯氨发动机系统的运行工况(负荷)不同,实时调整电热塞4的发热体41的热表面温度,在保证液氨喷雾稳定着火的前提下、提高了纯氨发动机系统的整体能源利用效率。

[0085] 根据本公开的实施例,根据连接在纯氨发动机系统的曲轴上的转速传感器的转速值和连接在纯氨发动机系统的油门踏板的位移量,确定纯氨发动机系统的输出扭矩,从而确定纯氨发动机系统的运行工况。

[0086] 根据本公开的实施例,根据连接在纯氨发动机系统的曲轴上的转速传感器的转速值和连接在纯氨发动机系统的油门踏板的位移量,纯氨发动机系统的油门踏板的位移量可以通过安装在油门踏板上的油门传感器获取,确定纯氨发动机系统的输出扭矩,从而确定纯氨发动机系统的运行工况。其中,依据输出扭矩由低至高,将纯氨发动机系统的运行工况按级别由低至高分分为冷启动工况、小负荷工况、中等负荷工况、以及大负荷工况。

[0087] 根据本公开的实施例,纯氨发动机系统在低温环境(温度不大于5℃)下第一次启动为冷启动工况,纯氨发动机系统的负荷率小于25%为小负荷工况,纯氨发动机系统的负荷率在25%~85%之间为中等负荷工况,纯氨发动机系统的负荷率大于85%为大负荷工况,负荷率为当前输出扭矩与最大扭矩的比值。

[0088] 本领域技术人员可以理解,本公开的各个实施例和/或权利要求中记载的特征可以进行多种组合或结合,即使这样的组合或结合没有明确记载于本公开中。特别地,在不脱离本公开精神和教导的情况下,本公开的各个实施例和/或权利要求中记载的特征可以进行多种组合和/或结合。所有这些组合和/或结合均落入本公开的范围。

[0089] 还需要说明的是,实施例中提到的方向用语,例如“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”等,仅是参考附图的方向,并非用来限制本公开的保护范围。贯穿附图,相同的元素由相同或相近的附图标记来表示。在可能导致对本公开的理解造成混淆时,将省略常规结构或构造,并且图中各部件的形状和尺寸不反映真实大小和比例,而仅示意本公开实施例的内容。

[0090] 除非有所知名为相反之意,本说明书及所附权利要求中的数值参数是近似值,能够根据通过本公开的内容所得的所需特性改变。具体而言,所有使用于说明书及权利要求中表示组成的含量、反应条件等等的数字,应理解为在所有情况中是受到“约”的用语所修饰。一般情况下,其表达的含义是指包含由特定数量在一些实施例中 $\pm 10\%$ 的变化、在一些实施例中 $\pm 5\%$ 的变化、在一些实施例中 $\pm 1\%$ 的变化、在一些实施例中 $\pm 0.5\%$ 的变化。

[0091] 说明书与权利要求中所使用的序数例如“第一”、“第二”、“第三”等的用词,以修饰相应的元件,其本身并不意味着该元件有任何的序数,也不代表某一元件与另一元件的顺序、或是制造方法上的顺序,该些序数的使用仅用来使具有某命名的一元件得以和另一具有相同命名的元件能做出清楚区分。

[0092] 此外,除非特别描述或必须依序发生的步骤,上述步骤的顺序并无限制于以上所列,且可根据所需设计而变化或重新安排。并且上述实施例可基于设计及可靠度的考虑,彼此混合搭配使用或与其他实施例混合搭配使用,即不同实施例中的技术特征可以自由组合形成更多的实施例。

[0093] 以上对本公开的实施例进行了描述。但是,这些实施例仅仅是为了说明的目的,而并非为了限制本公开的范围。尽管在以上分别描述了各实施例,但是这并不意味着各个实施例中的措施不能有利地结合使用。本公开的范围由所附权利要求及其等同物限定。不脱离本公开的范围,本领域技术人员可以做出多种替代和修改,这些替代和修改都应落在本公开的范围之内。

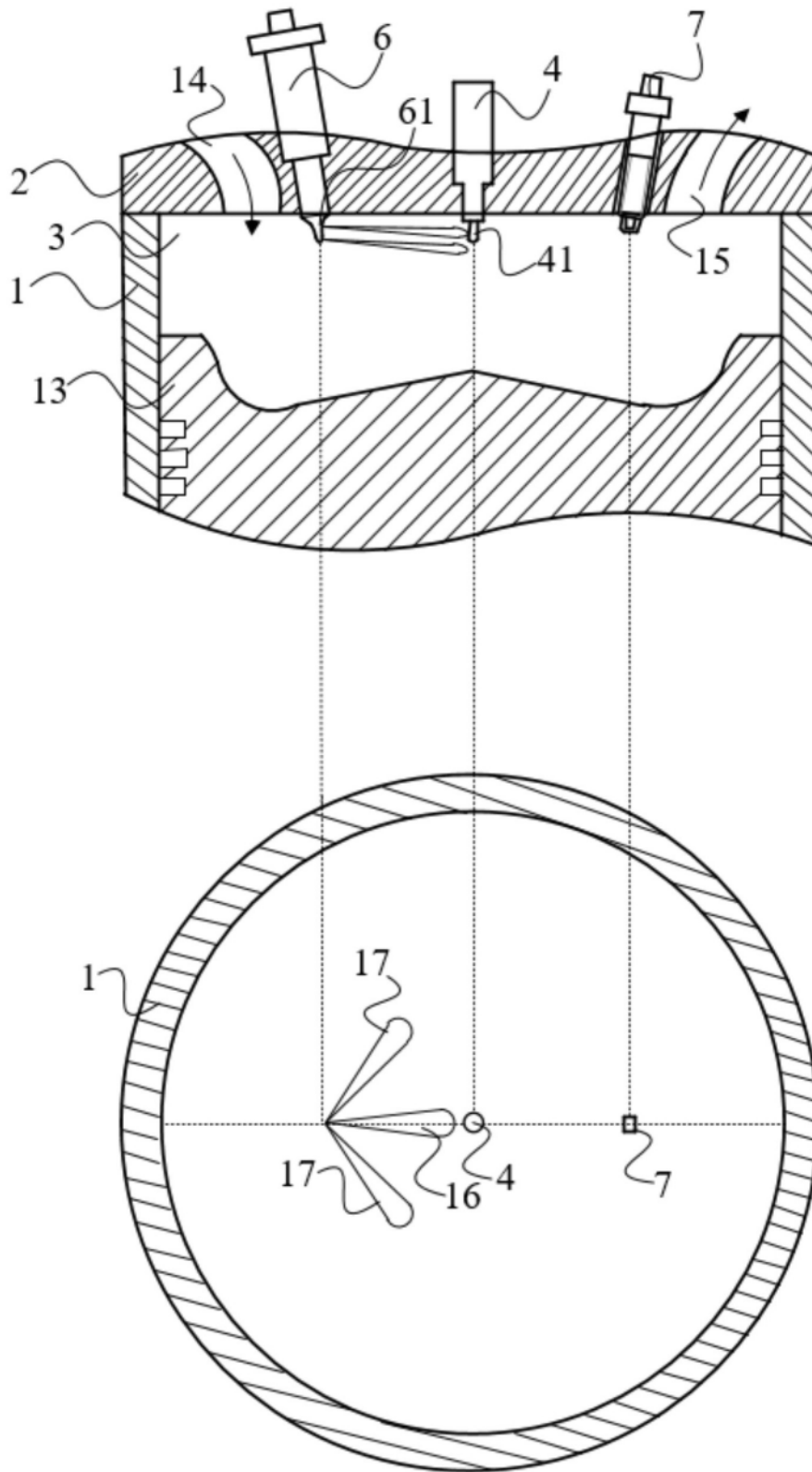


图3

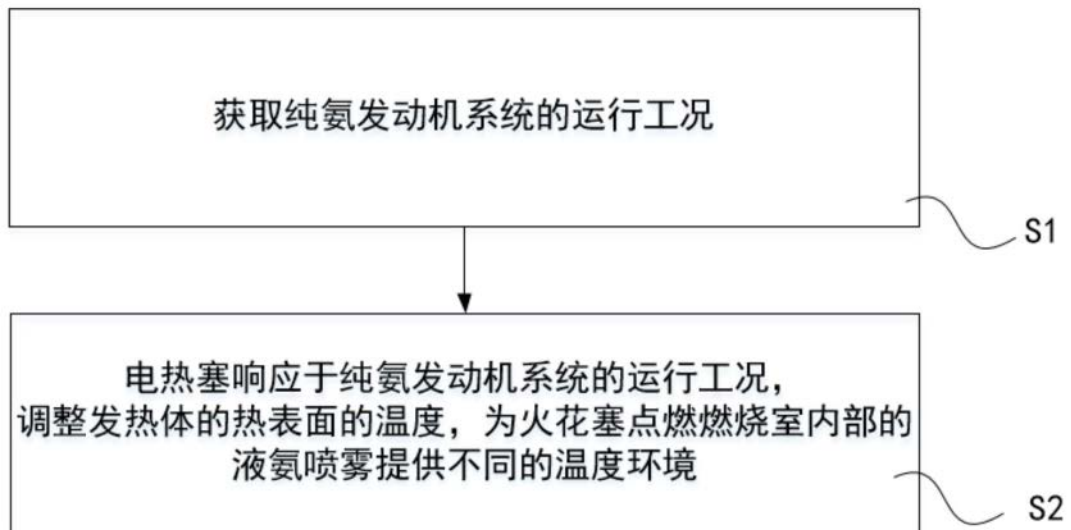


图4