



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119435196 A

(43) 申请公布日 2025. 02. 14

(21) 申请号 202410999482.X

F02M 26/35 (2016.01)

(22) 申请日 2024.07.24

F02M 26/37 (2016.01)

(30) 优先权数据

F02M 26/34 (2016.01)

PA202370389 2023.07.28 DK

F02M 26/41 (2016.01)

(71) 申请人 曼能解决方案(曼能解决方案德国股份公司)分公司

地址 丹麦哥本哈根

(72) 发明人 亨里克·克里斯滕森
弗雷德里克·韦斯特利

(74) 专利代理机构 成都超凡明远知识产权代理有限公司 51258

专利代理师 史二梅

(51) Int. Cl.

F02B 75/02 (2006.01)

F02B 75/20 (2006.01)

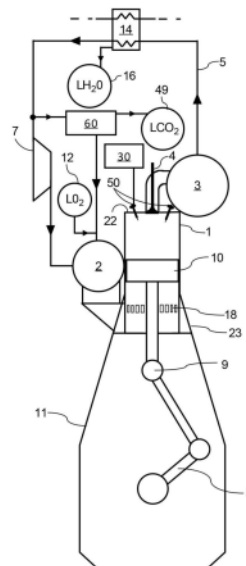
权利要求书6页 说明书10页 附图3页

(54) 发明名称

大型二冲程单流型扫气增压式闭环氧燃料内燃发动机

(57) 摘要

一种大型二冲程单流型扫气式内燃发动机包括:包含燃烧室的多个气缸;包括扫气气体接收器的进气系统,该扫气气体接收器连接至气缸以向气缸中的燃烧室供给扫气气体;被构造成用于向燃烧室供给碳基燃料的燃料系统;包括排气接收器的排气系统,该排气接收器经由排气门而联接至燃烧室,其中,该发动机为闭环氧燃料发动机并且包括:再循环管道,其将排气接收器连接至扫气气体接收器;位于再循环管道中的鼓风机;所构造的氧供给系统;以及分离和二氧化碳液化系统,其中,燃烧室中产生的排气流中的一部分被转移到该分离和二氧化碳液化系统,该分离和二氧化碳液化系统被构造成借助于使来自所转移的排气流的二氧化碳液化而从所转移的排气流中分离出氧。



1. 一种大型二冲程单流型扫气式内燃发动机,所述发动机包括:

-多个气缸,所述气缸具有气缸套(1)和位于所述气缸套(1)中的往复式活塞(10)以及将所述气缸覆盖的气缸盖(22),

-燃烧室,所述燃烧室在所述气缸套(1)的内部形成于所述往复式活塞(10)与所述气缸盖(22)之间,

-扫气端口(18),所述扫气端口(18)被布置在所述气缸套(1)中,以用于准许扫气气体进入所述燃烧室中,

-排气出口,所述排气出口被布置在所述气缸盖(22)中,并且所述排气出口由排气门(4)进行控制,

-进气系统,所述进气系统包括扫气气体接收器(2),所述扫气气体接收器(2)连接至所述气缸,以用于将扫气气体供给至所述气缸中的所述燃烧室,

-燃料系统(30),所述燃料系统(30)被构造成用于将碳基燃料供给至所述燃烧室,

-排气系统,所述排气系统包括排气接收器(3),所述排气接收器(3)经由所述排气门(4)而联接至所述燃烧室,以用于对由所述碳基燃料在所述燃烧室中进行燃烧而产生的排气流进行接纳,

其特征在于,所述发动机是闭环氧燃料发动机并且包括:

-再循环管道(5),所述再循环管道(5)将所述排气接收器(3)连接至所述扫气气体接收器(2),

-鼓风机(7),所述鼓风机(7)位于所述再循环管道(5)中,以用于对来自所述排气接收器(3)的排气进行压缩并且将经压缩的排气迫压至所述扫气气体接收器(2),

-氧供给系统(12),所述氧供给系统(12)被构造成用于将氧供给至所述进气系统,以及

-分离和二氧化碳液化系统(60),其中,在所述燃烧室中产生的所述排气流的一部分被转移到所述分离和二氧化碳液化系统(60),所述分离和二氧化碳液化系统(60)被构造成借助于使来自转移的所述排气流的二氧化碳液化而从转移的所述排气流中分离出氧和二氧化碳,

-转移管道(40),所述转移管道(40)用于对所述排气流的所述转移部分进行转移,所述转移管道(40)联接至所述再循环回路(5),所述转移管道(40)包括转移压缩机(42)以及一个或更多个冷却器(44、45、46)。

2. 根据权利要求1所述的发动机,其中,所述转移管道(40)在所述第一冷却器(14)下游的位置处被联接到所述再循环回路(5)。

3. 根据权利要求1或2所述的发动机,其中,所述一个或更多个冷却器(44、45、46)在所述转移管道(40)中被布置在所述转移压缩机(42)的下游。

4. 根据权利要求1至3中的任一项所述的发动机,其中,所述分离和二氧化碳液化系统(60)包括用于将所转移的流压缩到目标压力的压缩机(42)和用于将所转移的流冷却到目标温度的一个或更多个热交换器(44、45、46),期望压力和期望温度的组合使蒸汽中的二氧化碳液化并且因此使经液化的二氧化碳在分离容器(49)中与所转移的流中的氧分离。

5. 根据权利要求1至4中的任一项所述的发动机,其中,所述氧供给系统(12)包括液氧罐(61)。

6. 根据权利要求1至5中的任一项所述的发动机,其中,所述碳基燃料是碳氢化合物燃

料,并且所述碳氢化合物燃料在所述燃烧室中的燃烧产生水,所述发动机包括水分离系统(14、15、16),所述水分离系统(14、15、16)被构造成将水与所述排气流分离。

7. 根据权利要求1至6中的任一项所述的发动机,所述发动机包括位于所述再循环管道(5)中的第一冷却器(14),所述第一冷却器(14)用于对所述排气进行冷却。

8. 根据引用权利要求6的权利要求7所述的发动机,其中,所述第一冷却器(14)被构造成将水与所述排气分离。

9. 根据权利要求1至8中的任一项所述的发动机,其中,所述燃烧室被构造成用于使所述碳基燃料与氧燃烧,从而产生含有二氧化碳的排气流。

10. 根据权利要求1至9中的任一项所述的发动机,其中,向所述燃烧室供给的所述扫气气体中的二氧化碳的摩尔分数高于0.70mol/mol。

11. 根据权利要求1至10中的任一项所述的发动机,其中,向所述燃烧室供给的所述扫气气体中的氮的摩尔分数低于0.05mol/mol。

12. 根据权利要求1至11中的任一项所述的发动机,其中,向所述燃烧室供给的所述扫气气体中的氧的摩尔分数高于0.17mol/mol。

13. 根据权利要求5至12中的任一项所述的发动机,其中,所述转移管道(40)中的所述冷却器(45)中的至少一个冷却器是热交换器,所述热交换器在转移的所述排气与由液氧源(61)向所述扫气气体接收器(2)供给的液氧之间进行热交换。

14. 一种大型二冲程单流型扫气式内燃发动机,所述发动机包括:

- 多个气缸,所述气缸具有气缸套(1)和位于所述气缸套(1)中的往复式活塞(10)以及将所述气缸覆盖的气缸盖(22),

- 燃烧室,所述燃烧室在所述气缸套(1)的内部形成于所述往复式活塞(10)与所述气缸盖(22)之间,

- 扫气端口(18),所述扫气端口(18)被布置在所述气缸套(1)中,以用于准许扫气气体进入所述燃烧室中,

- 排气出口,所述排气出口被布置在所述气缸盖(22)中,并且所述排气出口由排气门(4)进行控制,

- 进气系统,所述进气系统包括扫气气体接收器(2),所述扫气气体接收器(2)连接至所述气缸,以用于将扫气气体供给至所述气缸中的所述燃烧室,

- 燃料系统(30),所述燃料系统(30)被构造成用于将碳基燃料供给至所述燃烧室,

- 排气系统,所述排气系统包括排气接收器(3),所述排气接收器(3)经由所述排气门(4)而联接至所述燃烧室,以用于对由所述碳基燃料在所述燃烧室中进行燃烧而产生的排气流进行接纳,

其特征在于,所述发动机是闭环氧燃料发动机并且包括:

- 再循环管道(5),所述再循环管道(5)将所述排气接收器(3)连接至所述扫气气体接收器(2),

- 鼓风机(7),所述鼓风机(7)位于所述再循环管道(5)中,以用于对来自所述排气接收器(3)的排气进行压缩并且将经压缩的排气迫压至所述扫气气体接收器(2),

- 氧供给系统(12),所述氧供给系统(12)被构造成用于将氧供给至所述进气系统,以及

- 分离和二氧化碳液化系统(60),其中,在所述燃烧室中产生的所述排气流的一部分被

转移到所述分离和二氧化碳液化系统 (60),所述分离和二氧化碳液化系统 (60) 被构造成借助于使来自转移的所述排气流的二氧化碳液化而从转移的所述排气流中分离出氧和二氧化碳,

所述分离和二氧化碳液化系统 (60) 包括压缩机 (42) 以及一个或更多个热交换器 (44、45、46),所述压缩机 (42) 用于将所转移的流压缩至目标压力,所述热交换器 (44、45、46) 用于将所转移的流冷却至目标温度,期望压力和期望温度的组合使蒸汽中的二氧化碳液化并且因此使经液化的二氧化碳在分离容器 (49) 中与所转移的流中的氧分离。

15. 一种大型二冲程单流型扫气式内燃发动机,所述发动机包括:

-多个气缸,所述气缸具有气缸套 (1) 和位于所述气缸套 (1) 中的往复式活塞 (10) 以及将所述气缸覆盖的气缸盖 (22),

-燃烧室,所述燃烧室在所述气缸套 (1) 的内部形成于所述往复式活塞 (10) 与所述气缸盖 (22) 之间,

-扫气端口 (18),所述扫气端口 (18) 被布置在所述气缸套 (1) 中,以用于准许扫气气体进入所述燃烧室中,

-排气出口,所述排气出口被布置在所述气缸盖 (22) 中,并且所述排气出口由排气门 (4) 进行控制,

-进气系统,所述进气系统包括扫气气体接收器 (2),所述扫气气体接收器 (2) 连接至所述气缸,以用于将扫气气体供给至所述气缸中的所述燃烧室,

-燃料系统 (30),所述燃料系统 (30) 被构造成用于将碳基燃料供给至所述燃烧室,

-排气系统,所述排气系统包括排气接收器 (3),所述排气接收器 (3) 经由所述排气门 (4) 而联接至所述燃烧室,以用于对由所述碳基燃料在所述燃烧室中进行燃烧而产生的排气流进行接纳,

其特征在于,所述发动机是闭环氧燃料发动机并且包括:

-再循环管道 (5),所述再循环管道 (5) 将所述排气接收器 (3) 连接至所述扫气气体接收器 (2),

-鼓风机 (7),所述鼓风机 (7) 位于所述再循环管道 (5) 中,以用于对来自所述排气接收器 (3) 的排气进行压缩并且将经压缩的排气迫压至所述扫气气体接收器 (2),

-氧供给系统 (12),所述氧供给系统 (12) 被构造成用于将氧供给至所述进气系统,以及

-分离和二氧化碳液化系统 (60),其中,在所述燃烧室中产生的所述排气流的一部分被转移到所述分离和二氧化碳液化系统 (60),所述分离和二氧化碳液化系统 (60) 被构造成借助于使来自转移的所述排气流的二氧化碳液化而从转移的所述排气流中分离出氧和二氧化碳,其中,向所述燃烧室供给的所述扫气气体中的二氧化碳的摩尔分数高于 0.70mol/mol 。

16. 一种大型二冲程单流型扫气式内燃发动机,所述发动机包括:

-多个气缸,所述气缸具有气缸套 (1) 和位于所述气缸套 (1) 中的往复式活塞 (10) 以及将所述气缸覆盖的气缸盖 (22),

-燃烧室,所述燃烧室在所述气缸套 (1) 的内部形成于所述往复式活塞 (10) 与所述气缸盖 (22) 之间,

-扫气端口 (18),所述扫气端口 (18) 被布置在所述气缸套 (1) 中,以用于准许扫气气体

进入所述燃烧室中，

- 排气出口，所述排气出口被布置在所述气缸盖 (22) 中，并且所述排气出口由排气门 (4) 进行控制，

- 进气系统，所述进气系统包括扫气气体接收器 (2)，所述扫气气体接收器 (2) 连接至所述气缸，以用于将扫气气体供给至所述气缸中的所述燃烧室，

- 燃料系统 (30)，所述燃料系统 (30) 被构造成用于将碳基燃料供给至所述燃烧室，

- 排气系统，所述排气系统包括排气接收器 (3)，所述排气接收器 (3) 经由所述排气门 (4) 而联接至所述燃烧室，以用于对由所述碳基燃料在所述燃烧室中进行燃烧而产生的排气流进行接纳，

其特征在于，所述发动机是闭环氧燃料发动机并且包括：

- 再循环管道 (5)，所述再循环管道 (5) 将所述排气接收器 (3) 连接至所述扫气气体接收器 (2)，

- 鼓风机 (7)，所述鼓风机 (7) 位于所述再循环管道 (5) 中，以用于对来自所述排气接收器 (3) 的排气进行压缩并且将经压缩的排气迫压至所述扫气气体接收器 (2)，

- 氧供给系统 (12)，所述氧供给系统 (12) 被构造成用于将氧供给至所述进气系统，以及

- 分离和二氧化碳液化系统 (60)，其中，在所述燃烧室中产生的所述排气流的一部分被转移到所述分离和二氧化碳液化系统 (60)，所述分离和二氧化碳液化系统 (60) 被构造成借助于使来自转移的所述排气流的二氧化碳液化而从转移的所述排气流中分离出氧和二氧化碳，其中，向所述燃烧室供给的所述扫气气体中的氮的摩尔分数低于 0.05mol/mol 。

17. 一种大型二冲程单流型扫气式内燃发动机，所述发动机包括：

- 多个气缸，所述气缸具有气缸套 (1) 和位于所述气缸套 (1) 中的往复式活塞 (10) 以及将所述气缸覆盖的气缸盖 (22)，

- 燃烧室，所述燃烧室在所述气缸套 (1) 的内部形成于所述往复式活塞 (10) 与所述气缸盖 (22) 之间，

- 扫气端口 (18)，所述扫气端口 (18) 被布置在所述气缸套 (1) 中，以用于准许扫气气体进入所述燃烧室中，

- 排气出口，所述排气出口被布置在所述气缸盖 (22) 中，并且所述排气出口由排气门 (4) 进行控制，

- 进气系统，所述进气系统包括扫气气体接收器 (2)，所述扫气气体接收器 (2) 连接至所述气缸，以用于将扫气气体供给至所述气缸中的所述燃烧室，

- 燃料系统 (30)，所述燃料系统 (30) 被构造成用于将碳基燃料供给至所述燃烧室，

- 排气系统，所述排气系统包括排气接收器 (3)，所述排气接收器 (3) 经由所述排气门 (4) 而联接至所述燃烧室，以用于对由所述碳基燃料在所述燃烧室中进行燃烧而产生的排气流进行接纳，

其特征在于，所述发动机是闭环氧燃料发动机并且包括：

- 再循环管道 (5)，所述再循环管道 (5) 将所述排气接收器 (3) 连接至所述扫气气体接收器 (2)，

- 鼓风机 (7)，所述鼓风机 (7) 位于所述再循环管道 (5) 中，以用于对来自所述排气接收器 (3) 的排气进行压缩并且将经压缩的排气迫压至所述扫气气体接收器 (2)，

-氧供给系统(12),所述氧供给系统(12)被构造成用于将氧供给至所述进气系统,以及
-分离和二氧化碳液化系统(60),其中,在所述燃烧室中产生的所述排气流的一部分被转移到所述分离和二氧化碳液化系统(60),所述分离和二氧化碳液化系统(60)被构造成借助于使来自转移的所述排气流的二氧化碳液化而从转移的所述排气流中分离出氧和二氧化碳,其中,向所述燃烧室供给的所述扫气气体中的氧的摩尔分数高于 0.17mol/mol 。

18.一种大型二冲程单流型扫气式内燃发动机,所述发动机包括:

-多个气缸,所述气缸具有气缸套(1)和位于所述气缸套(1)中的往复式活塞(10)以及将所述气缸覆盖的气缸盖(22),

-燃烧室,所述燃烧室在所述气缸套(1)的内部形成于所述往复式活塞(10)与所述气缸盖(22)之间,

-扫气端口(18),所述扫气端口(18)被布置在所述气缸套(1)中,以用于准许扫气气体进入所述燃烧室中,

-排气出口,所述排气出口被布置在所述气缸盖(22)中,并且所述排气出口由排气门(4)进行控制,

-进气系统,所述进气系统包括扫气气体接收器(2),所述扫气气体接收器(2)连接至所述气缸,以用于将扫气气体供给至所述气缸中的所述燃烧室,

-燃料系统(30),所述燃料系统(30)被构造成用于将碳基燃料供给至所述燃烧室,

-排气系统,所述排气系统包括排气接收器(3),所述排气接收器(3)经由所述排气门(4)而联接至所述燃烧室,以用于对由所述碳基燃料在所述燃烧室中进行燃烧而产生的排气流进行接纳,

其特征在于,所述发动机是闭环氧燃料发动机并且包括:

-再循环管道(5),所述再循环管道(5)将所述排气接收器(3)连接至所述扫气气体接收器(2),

-鼓风机(7),所述鼓风机(7)位于所述再循环管道(5)中,以用于对来自所述排气接收器(3)的排气进行压缩并且将经压缩的排气迫压至所述扫气气体接收器(2),

-氧供给系统(12),所述氧供给系统(12)被构造成用于将氧供给至所述进气系统,以及
-分离和二氧化碳液化系统(60),其中,在所述燃烧室中产生的所述排气流的一部分被转移到所述分离和二氧化碳液化系统(60),所述分离和二氧化碳液化系统(60)被构造成借助于使来自转移的所述排气流的二氧化碳液化而从转移的所述排气流中分离出氧和二氧化碳。

19.一种大型二冲程单流型扫气式内燃发动机,所述发动机包括:

-多个气缸,所述气缸具有气缸套(1)和位于所述气缸套(1)中的往复式活塞(10)以及将所述气缸覆盖的气缸盖(22),

-燃烧室,所述燃烧室在所述气缸套(1)的内部形成于所述往复式活塞(10)与所述气缸盖(22)之间,

-扫气端口(18),所述扫气端口(18)被布置在所述气缸套(1)中,以用于准许扫气气体进入所述燃烧室中,

-排气出口,所述排气出口被布置在所述气缸盖(22)中,并且所述排气出口由排气门(4)进行控制,

-进气系统,所述进气系统包括扫气气体接收器(2),所述扫气气体接收器(2)连接至所述气缸,以用于将扫气气体供给至所述气缸中的所述燃烧室,

-燃料系统(30),所述燃料系统(30)被构造成用于将碳基燃料供给至所述燃烧室,

-排气系统,所述排气系统包括排气接收器(3),所述排气接收器(3)经由所述排气门(4)而联接至所述燃烧室,以用于对由所述碳基燃料在所述燃烧室中进行燃烧而产生的排气流进行接纳,

其特征在于,所述发动机是闭环氧燃料发动机并且包括:

-再循环管道(5),所述再循环管道(5)将所述排气接收器(3)连接至所述扫气气体接收器(2),

-鼓风机(7),所述鼓风机(7)位于所述再循环管道(5)中,以用于对来自所述排气接收器(3)的排气进行压缩并且将经压缩的排气迫压至所述扫气气体接收器(2),

-氧供给系统(12),所述氧供给系统(12)被构造成用于将氧供给至所述进气系统,以及

-分离和二氧化碳液化系统(60),其中,在所述燃烧室中产生的所述排气流的一部分被转移到所述分离和二氧化碳液化系统(60),所述分离和二氧化碳液化系统(60)被构造成借助于使来自转移的所述排气流的二氧化碳液化而从转移的所述排气流中分离出氧和二氧化碳,其中,所述氧供给系统(12)包括液氧罐(61),以及其中,转移管道(40)中的冷却器(45)中的至少一个冷却器是热交换器,所述热交换器在所转移的排气与由液氧源(61)向所述扫气气体接收器(2)供给的液氧之间进行热交换。

大型二冲程单流型扫气增压式闭环氧燃料内燃发动机

技术领域

[0001] 本发明涉及大型二冲程内燃发动机,特别地涉及设置有CO₂捕获系统的大型二冲程单流型扫气增压式闭环氧燃料内燃发动机。

背景技术

[0002] 大型二冲程单流型扫气涡轮增压式十字头型内燃发动机通常用于大型船舶的推进系统或发电厂中的原动机。巨大的尺寸、重量和功率输出使大型二冲程单流型扫气涡轮增压式十字头型内燃发动机与普通内燃发动机完全不同,并且使大型二冲程涡轮增压压缩点火式内燃发动机自成一类。

[0003] 这些大型二冲程单流型扫气涡轮增压式十字头型内燃发动机过去主要使用碳氢化合物燃料进行操作,所述碳氢化合物燃料比如是燃料油、例如柴油或者比如是燃料气体、例如天然气或石油气体。碳氢化合物燃料的燃烧会释放二氧化碳(CO₂)以及导致大气污染和气候变化的其他温室气体。与导致副产品排放的化石燃料杂质不同,CO₂是碳氢化合物燃烧不可避免的结果。特定燃料的能量密度和CO₂足迹取决于碳氢化合物链长及其碳氢化合物分子的复杂性。因此,气态碳氢化合物燃料的足迹比液态碳氢化合物燃料小,但缺点是气态碳氢化合物燃料在处理和储存方面更具挑战性且成本更高。为了减少CO₂足迹,已经提出了使用碳氢化合物燃料进行操作的大型二冲程单流型扫气涡轮增压式十字头型压缩点火式内燃发动机,该发动机具有用于对CO₂进行捕获和储存的系统。

[0004] 一种已知的CO₂捕获和储存技术包括为这些大型二冲程单流型扫气涡轮增压式十字头型内燃发动机配装基于胺的洗涤器。这被认为是目前最成熟的碳捕获解决方案,目前计划在未来几年内将其作为试点和示范设备安装在船上。该技术的缺点在于:胺会随着时间的推移而降解,这是因为胺对SO_x、NO_x、O₂、颗粒物和约150°C以上的温度很敏感。胺会形成有害排放物,从而必须加以控制。再沸器的能量消耗巨大——达相当于发动机轴功率的60%。

[0005] 另一种已知的CO₂捕获和储存技术包括为大型二冲程单流型扫气涡轮增压式十字头型内燃发动机配装EGR和上游空气分离(N₂和O₂),然后在下游进行CO₂液化。上游空气分离是通过膜进行的。该技术的缺点在于:空气分离膜空间大、价格昂贵、压力损失大,而且可能易碎。最初,该技术在陆基发电厂进行了测试(以避免形成NO_x),但从未成功。此外,当O₂和CO₂在排气中被分离时,可能会浪费大量的O₂。

[0006] 另一种已知的技术是在上游将燃料热裂解/重整为H₂和CO₂的混合物。H₂和CO₂通过膜进行分离,H₂在氢发动机中燃烧,而CO₂被液化。该技术的缺点在于:热裂解/重整需要催化剂,这会降低操作温度并提高反应的选择性。催化剂价格昂贵,可能对燃料中的杂质敏感,使用寿命有限,并且来自裂解/重整过程的产品流可能含有除所需CO₂+H₂之外的其他物质(可能是CO、CH₄)。热裂解/重整的能量消耗约为发动机轴功率的40%。此外,该技术需要膜来有效分离H₂和CO₂。关于CO₂/H₂膜分离的信息很少,但是必须考虑成本、尺寸和寿命。最后,该技术需要开发氢式大型二冲程单流型扫气涡轮增压式十字头型内燃发动机。

[0007] 另一项技术是大型二冲程单流型扫气涡轮增压式十字头型内燃发动机以通过氢和氮合成的氨燃料来运行。该技术正在开发中。该技术的缺点在于：氨对某些材料具有极强的毒性和腐蚀性。氨发动机还需要SCR催化剂，并且可能还需要N₂O催化剂。虽然不含碳，但由于N₂O排放，氨ICE可能预计使GWP相对于柴油降低约90%。氨的燃烧特性非常不适于压缩点火式(柴油)发动机。

发明内容

[0008] 目的是提供一种大型二冲程单流型扫气涡轮增压式十字头型内燃发动机，以克服或至少减少上述问题。另一目的是提供一种消除或至少减少来自大型二冲程单流型扫气涡轮增压式十字头型内燃发动机的气态CO₂排放的方法。

[0009] 上述目的和其他目的是通过独立权利要求的特征实现的。另外的实现方式通过从属权利要求、说明书和附图而变得明显。

[0010] 根据第一方面，提供了一种大型二冲程单流型扫气式内燃发动机，所述发动机包括：

[0011] -多个气缸，该气缸具有气缸套和位于该气缸套中的往复式活塞以及将该气缸覆盖的气缸盖，

[0012] -燃烧室，该燃烧室在气缸套1的内部形成于往复式活塞与气缸盖之间，

[0013] -扫气端口，该扫气端口被布置在气缸套中，以用于允许扫气气体进入燃烧室中，

[0014] -排气出口，该排气出口被布置在气缸盖中并且由排气门进行控制，

[0015] -进气系统，该进气系统包括扫气气体接收器，该扫气气体接收器连接至气缸，以用于将扫气气体供给至气缸中的燃烧室，

[0016] -燃料系统，该燃料系统被构造成用于将碳基燃料供给至燃烧室，

[0017] -排气系统，该排气系统包括排气接收器，该排气接收器经由排气门而联接至燃烧室，以用于对由碳基燃料在燃烧室中进行燃烧而产生的排气流进行接纳，

[0018] 其中，该发动机是闭环氧燃料发动机并且包括：

[0019] -再循环管道，该再循环管道将排气接收器连接至扫气气体接收器，

[0020] -鼓风机，该鼓风机位于再循环管道中，以用于对来自排气接收器的排气进行压缩并且将经压缩的排气迫压至扫气气体接收器，

[0021] -氧供给系统，该氧供给系统被构造成用于将氧供给至进气系统，以及

[0022] -分离和二氧化碳液化系统，其中，在燃烧室中产生的排气流的一部分被转移到该分离和二氧化碳液化系统，该分离和二氧化碳液化系统被构造成借助于使来自所转移的排气流的二氧化碳液化而从所转移的排气流中分离出氧和二氧化碳，

[0023] -转移管道，该转移管道用于对排气流的转移部分进行转移，该转移管道联接至再循环回路，该转移管道包括转移压缩机以及一个或多个冷却器。

[0024] 该大型二冲程单流型扫气式内燃发动机没有气体排放。与已知技术相比，该发动机中用于氧分离和二氧化碳液化的能量消耗相对较低。高效的氧和二氧化碳分离使O₂消耗最小化。该发动机与多种燃料和潜在的改装解决方案相兼容。不需要稀有或昂贵的稀土金属，这些稀土金属用于催化剂和已知的气体分离膜式二氧化碳捕获技术。该发动机的另一优点在于，可以自由地设定扫气空气中的氧浓度。此外，由于不必考虑NO_x的形成，SFOC(特

定燃油消耗)降低,即发动机可以以更高的燃烧温度和压力进行操作,从而提高燃料效率。

[0025] 在第一方面的可能实现形式中,转移管道在第一冷却器下游且优选在鼓风机上游的位置处联接到再循环回路。

[0026] 在第一方面的可能实现形式中,一个或更多个冷却器被布置在转移压缩机的下游,转移管道优选地通向分离和液化容器。

[0027] 在第一方面的可能实现形式中,分离和二氧化碳液化系统包括:压缩机,该压缩机用于将所转移的流压缩到目标压力;以及一个或更多个热交换器,该热交换器用于将所转移的流冷却到目标温度,期望压力和期望温度的组合使蒸汽中的二氧化碳液化,并且因此使经液化的二氧化碳在分离容器中与所转移的流中的氧分离,目标压力优选为至少7bara,并且目标温度优选低于-50°C。

[0028] 在第一方面的可能实现形式中,氧供给系统包括液氧罐。

[0029] 在第一方面的可能实现形式中,碳基燃料是碳氢化合物燃料,并且碳氢化合物燃料在燃烧室中的燃烧产生水,该发动机包括水分离系统,该水分离系统被构造成将水与排气流分离。

[0030] 在第一方面的可能实现形式中,该发动机包括位于再循环管道中的用于对排气进行冷却的第一冷却器,该第一冷却器被布置在鼓风机的上游。

[0031] 在第一方面的可能实现形式中,第一冷却器被构造成将水与排气分离。

[0032] 在第一方面的可能实现形式中,燃烧室被构造成用于使碳基燃料与氧燃烧,从而产生含有二氧化碳的排气流。

[0033] 在第一方面的可能实现形式中,向燃烧室供给的扫气气体中的二氧化碳的摩尔分数高于0.70mol/mol。

[0034] 在第一方面的可能实现形式中,向燃烧室供给的扫气气体中的氮的摩尔分数低于0.05mol/mol。

[0035] 在第一方面的可能实现形式中,向燃烧室供给的扫气气体中的氧的摩尔分数高于0.17mol/mol。

[0036] 在第一方面的可能实现形式中,转移管道中的冷却器中的至少一个冷却器是热交换器,该热交换器在所转移的排气和与由液氧源向扫气气体接收器供给的液氧之间进行热交换。

[0037] 根据第二方面,提供了一种大型二冲程单流型扫气式内燃发动机,该发动机包括:

[0038] -多个气缸,该气缸具有气缸套和位于该气缸套中的往复式活塞以及将该气缸覆盖的气缸盖,

[0039] -燃烧室,该燃烧室在气缸套的内部形成于往复式活塞与气缸盖之间,

[0040] -扫气端口,该扫气端口被布置在气缸套中,以用于准许扫气气体进入燃烧室中,

[0041] -排气出口,该排气出口被布置在气缸盖中并且由排气门进行控制,

[0042] -进气系统,该进气系统包括扫气气体接收器,该扫气气体接收器连接至气缸,以用于将扫气气体供给至气缸中的燃烧室,

[0043] -燃料系统,该燃料系统被构造成用于将碳基燃料供给至燃烧室,

[0044] -排气系统,该排气系统包括排气接收器,该排气接收器经由排气门而联接至燃烧室,以用于对由碳基燃料在燃烧室中进行燃烧而产生的排气流进行接纳,

[0045] 其特征在于,该发动机是闭环氧燃料发动机并且包括:

[0046] -再循环管道,该再循环管道将排气接收器连接至扫气气体接收器,

[0047] -鼓风机,该鼓风机位于再循环管道中,以用于对来自排气接收器的排气进行压缩并且将经压缩的排气迫压至扫气气体接收器,

[0048] -氧供给系统,该氧供给系统被构造成用于将氧供给至进气系统,以及

[0049] -分离和二氧化碳液化系统,其中,在燃烧室中产生的排气流的一部分被转移到该分离和二氧化碳液化系统,该分离和二氧化碳液化系统被构造成借助于使来自所转移的排气流的二氧化碳液化而从所转移的排气流中分离出氧和二氧化碳,

[0050] 分离和二氧化碳液化系统包括压缩机以及一个或更多个热交换器,该压缩机用于将所转移的流压缩至目标压力,该热交换器用于将所转移的流冷却至目标温度,期望压力和期望温度的组合使流中的二氧化碳液化并且因此使经液化的二氧化碳在分离容器中与所转移的流中的氧分离。

[0051] 根据第三方面,提供了一种大型二冲程单流型扫气式内燃发动机,该发动机包括:

[0052] -多个气缸,该气缸具有气缸套和位于该气缸套中的往复式活塞以及将该气缸覆盖的气缸盖,

[0053] -燃烧室,该燃烧室在气缸套的内部形成于往复式活塞与气缸盖之间,

[0054] -扫气端口,该扫气端口被布置在气缸套中,以用于准许扫气气体进入燃烧室中,

[0055] -排气出口,该排气出口被布置在气缸盖中并且由排气门进行控制,

[0056] -进气系统,该进气系统包括扫气气体接收器,该扫气气体接收器连接至气缸,以用于将扫气气体供给至气缸中的燃烧室,

[0057] -燃料系统,该燃料系统被构造成用于将碳基燃料供给至燃烧室,

[0058] -排气系统,该排气系统包括排气接收器,该排气接收器经由排气门而联接至燃烧室,以用于对由碳基燃料在燃烧室中进行燃烧而产生的排气流进行接纳,

[0059] 其特征在于,该发动机是闭环氧燃料发动机并且包括:

[0060] -再循环管道,该再循环管道将排气接收器连接至扫气气体接收器,

[0061] -鼓风机,该鼓风机位于再循环管道中,以用于对来自排气接收器的排气进行压缩并且将经压缩的排气迫压至扫气气体接收器,

[0062] -氧供给系统,该氧供给系统被构造成用于将氧供给至进气系统,以及

[0063] -分离和二氧化碳液化系统,其中,在燃烧室中产生的排气流的一部分被转移到该分离和二氧化碳液化系统,该分离和二氧化碳液化系统被构造成借助于使来自所转移的排气流的二氧化碳液化而从所转移的排气流中分离出氧和二氧化碳,其中,向燃烧室供给的扫气气体中的二氧化碳的摩尔分数高于0.70mol/mol。

[0064] 根据第四方面,提供了一种大型二冲程单流型扫气式内燃发动机,该发动机包括:

[0065] -多个气缸,该气缸具有气缸套和位于该气缸套中的往复式活塞以及将该气缸覆盖的气缸盖,

[0066] -燃烧室,该燃烧室在气缸套的内部形成于往复式活塞与气缸盖之间,

[0067] -扫气端口,该扫气端口被布置在气缸套中,以用于准许扫气气体进入燃烧室中,

[0068] -排气出口,该排气出口被布置在气缸盖中并且由排气门进行控制,

[0069] -进气系统,该进气系统包括扫气气体接收器,该扫气气体接收器连接至气缸,以

用于将扫气气体供给至气缸中的燃烧室，

[0070] -燃料系统，该燃料系统被构造成用于将碳基燃料供给至燃烧室，

[0071] -排气系统，该排气系统包括排气接收器，该排气接收器经由排气门而联接至燃烧室，以用于对由碳基燃料在燃烧室中进行燃烧而产生的排气流进行接纳，

[0072] 其特征在于，该发动机是闭环氧燃料发动机并且包括：

[0073] -再循环管道，该再循环管道将排气接收器连接至扫气气体接收器，

[0074] -鼓风机，该鼓风机位于再循环管道中，以用于对来自排气接收器的排气进行压缩并且将经压缩的排气迫压至扫气气体接收器，

[0075] -氧供给系统，该氧供给系统被构造成用于将氧供给至进气系统，以及

[0076] -分离和二氧化碳液化系统，其中，在燃烧室中产生的排气流的一部分被转移到该分离和二氧化碳液化系统，该分离和二氧化碳液化系统被构造成借助于使来自所转移的排气流的二氧化碳液化而从所转移的排气流中分离出氧和二氧化碳，其中，向燃烧室供给的扫气气体中的氮的摩尔分数低于 0.05mol/mol 。

[0077] 根据第五方面，提供了一种大型二冲程单流型扫气式内燃发动机，该发动机包括：

[0078] -多个气缸，该气缸具有气缸套和位于该气缸套中的往复式活塞以及将该气缸覆盖的气缸盖，

[0079] -燃烧室，该燃烧室在气缸套的内部形成于往复式活塞与气缸盖之间，

[0080] -扫气端口，该扫气端口被布置在气缸套中，以用于准许扫气气体进入燃烧室中，

[0081] -排气出口，该排气出口被布置在气缸盖中并且由排气门进行控制，

[0082] -进气系统，该进气系统包括扫气气体接收器，该扫气气体接收器连接至气缸，以用于将扫气气体供给至气缸中的燃烧室，

[0083] -燃料系统，该燃料系统被构造成用于将碳基燃料供给至燃烧室，

[0084] -排气系统，该排气系统包括排气接收器，该排气接收器经由排气门而联接至燃烧室，以用于对由碳基燃料在燃烧室中进行燃烧而产生的排气流进行接纳，

[0085] 其特征在于，该发动机是闭环氧燃料发动机并且包括：

[0086] -再循环管道，该再循环管道将排气接收器连接至扫气气体接收器，

[0087] -鼓风机，该鼓风机位于再循环管道中，以用于对来自排气接收器的排气进行压缩并且将经压缩的排气迫压至扫气气体接收器，

[0088] -氧供给系统，该氧供给系统被构造成用于将氧供给至进气系统，以及

[0089] -分离和二氧化碳液化系统，其中，在燃烧室中产生的排气流的一部分被转移到该分离和二氧化碳液化系统，该分离和二氧化碳液化系统被构造成借助于使来自所转移的排气流的二氧化碳液化而从所转移的排气流中分离出氧和二氧化碳，其中，向燃烧室供给的扫气气体中的氧的摩尔分数高于 0.17mol/mol 。

[0090] 根据第六方面，提供了一种大型二冲程单流型扫气式内燃发动机，该发动机包括：

[0091] -多个气缸，该气缸具有气缸套和位于该气缸套中的往复式活塞以及将该气缸覆盖的气缸盖，

[0092] -燃烧室，该燃烧室在气缸套的内部形成于往复式活塞与气缸盖之间，

[0093] -扫气端口，该扫气端口被布置在气缸套中，以用于准许扫气气体进入燃烧室中，

[0094] -排气出口，该排气出口被布置在气缸盖中并且由排气门进行控制，

- [0095] -进气系统,该进气系统包括扫气气体接收器,该扫气气体接收器连接至气缸,以用于将扫气气体供给至气缸中的燃烧室,
- [0096] -燃料系统,该燃料系统被构造成用于将碳基燃料供给至燃烧室,
- [0097] -排气系统,该排气系统包括排气接收器,该排气接收器经由排气门而联接至燃烧室,以用于对由碳基燃料在燃烧室中进行燃烧而产生的排气流进行接纳,
- [0098] 其特征在于,该发动机是闭环氧燃料发动机并且包括:
- [0099] -再循环管道,该再循环管道将排气接收器连接至扫气气体接收器,
- [0100] -鼓风机,该鼓风机位于再循环管道中,以用于对来自排气接收器的排气进行压缩并且将经压缩的排气迫压至扫气气体接收器,
- [0101] -氧供给系统,该氧供给系统被构造成用于将氧供给至进气系统,以及
- [0102] -分离和二氧化碳液化系统,其中,在燃烧室中产生的排气流的一部分被转移到该分离和二氧化碳液化系统,该分离和二氧化碳液化系统被构造成借助于使来自所转移的排气流的二氧化碳液化而从所转移的排气流中分离出氧和二氧化碳。
- [0103] 根据第七方面,提供了一种大型二冲程单流型扫气式内燃发动机,该发动机包括:
- [0104] -多个气缸,该气缸具有气缸套和位于该气缸套中的往复式活塞以及将该气缸覆盖的气缸盖,
- [0105] -燃烧室,该燃烧室在气缸套的内部形成于往复式活塞与气缸盖之间,
- [0106] -扫气端口,该扫气端口被布置在气缸套中,以用于准许扫气气体进入燃烧室中,
- [0107] -排气出口,该排气出口被布置在气缸盖中并且由排气门进行控制,
- [0108] -进气系统,该进气系统包括扫气气体接收器,该扫气气体接收器连接至气缸,以用于将扫气气体供给至气缸中的燃烧室,
- [0109] -燃料系统,该燃料系统被构造成用于将碳基燃料供给至燃烧室,
- [0110] -排气系统,该排气系统包括排气接收器,该排气接收器经由排气门而联接至燃烧室,以用于对由碳基燃料在燃烧室中进行燃烧而产生的排气流进行接纳,
- [0111] 其特征在于,该发动机是闭环氧燃料发动机并且包括:
- [0112] -再循环管道,该再循环管道将排气接收器连接至扫气气体接收器,
- [0113] -鼓风机,该鼓风机位于再循环管道中,以用于对来自排气接收器的排气进行压缩并且将经压缩的排气迫压至扫气气体接收器,
- [0114] -氧供给系统,该氧供给系统被构造成用于将氧供给至进气系统,以及
- [0115] -分离和二氧化碳液化系统,其中,在燃烧室中产生的排气流的一部分被转移到该分离和二氧化碳液化系统,该分离和二氧化碳液化系统被构造成借助于使来自所转移的排气流的二氧化碳液化而从所转移的排气流中分离出氧和二氧化碳,其中,氧供给系统包括液氧罐,以及其中,转移管道中的冷却器中的至少一个冷却器是热交换器,该热交换器在所转移的排气与由液氧源向扫气气体接收器供给的液氧之间进行热交换。
- [0116] 这些方面和其他方面将通过附图以及下文所描述的一个或多个实施方式而变得明显。

附图说明

- [0117] 在本公开的以下详述部分中,将参考附图中所示的示例实施方式更详细地对各个

方面、实施方式和实现方式进行说明,在附图中:

[0118] 图1是根据实施方式的大型二冲程内燃发动机的前视立式图,

[0119] 图2是图1的大型二冲程发动机的侧视立式图,

[0120] 图3是具有分离和二氧化碳液化系统的图1的大型二冲程发动机的实施方式的示意图,以及

[0121] 图4是具有分离和二氧化碳液化系统的图1的大型二冲程发动机的实施方式的示意图。

具体实施方式

[0122] 在以下详细描述中,将参考示例性实施方式中的大型二冲程低速单流型扫气涡轮增压式十字头型内燃发动机来描述内燃发动机。大型二冲程低速单流型扫气涡轮增压式十字头型内燃发动机可以是如下(高压)类型或(低压)类型的:在该(高压)类型发动机中,燃料在活塞的上止点(TDC)处或附近喷射,即压缩点火式,在该(低压)类型发动机中,燃料在压缩之前或在压缩期间与扫气空气混合(预混式发动机),并且空气和燃料的混合物通过火花点火等方式被点燃。在预混式发动机中,通常会在TDC处或附近通过点火流体、例如燃料油进行“先导”点火,以确保可靠的点火。

[0123] 图1、图2和图3示出了具有曲轴8和十字头9的大型低速涡轮增压式二冲程发动机,该发动机被构造成根据狄塞尔(Diesel)原理进行操作,即该发动机为压缩点火式发动机。图3示出了大型低速涡轮增压式二冲程柴油发动机及该发动机的进气和排气系统的示意图。在该示例性实施方式中,发动机具有直列式的六个气缸。大型低速涡轮增压式二冲程内燃发动机通常具有由气缸框架23承载的直列式的四到十四个气缸,该气缸框架23由发动机框架11进行承载。发动机可以例如用作海洋船舶中的主发动机或用作用于对发电站中的发电机进行操作的固定发动机。发动机的总输出例如在1,000kW至110,000kW的范围内。

[0124] 发动机可以被构造成双燃料发动机。发动机可以是压缩点火式发动机或预混式发动机。根据本实施方式的发动机是二冲程单流型发动机,其中,在气缸套1的下部区域中具有扫气端口18,并且在每个气缸套1的顶部处具有中央排气门4。发动机具有至少一种模式,在该模式中,发动机以例如天然气、甲醇、二甲醚(DME)或燃料油(例如船用柴油)等的碳基燃料进行操作。

[0125] 扫气气体从扫气气体接收器2被传送到各个气缸1的扫气端口18。在气缸套1中于下止点(BDC)与上止点(TDC)之间往复运动的活塞10对扫气气体进行压缩。当活塞处于或接近TDC时,燃料通过布置在气缸盖22中的燃料阀50而以高压被喷射到燃烧室中(狄塞尔原理-压缩点火)。当发动机被构造成预混式发动机时,当活塞朝TDC(奥托原理-预混式发动机)行进时,燃料被准许以相对低的压力从燃料准许进入阀(对每个气缸而言通常存在有2个或更多个燃料准许进入阀)进入。燃料准许进入阀可以在气缸套中被布置在扫气端口18上方的位置处,或者被布置在气缸盖22中。随后进行燃烧,并产生排气。如果发动机被构造成压缩点火,则每个气缸盖22都设置有两个或更多个燃料阀50。燃料阀50被构造成仅将燃料喷射到燃烧室中。燃料阀50在气缸盖22中被布置成围绕中央排气门4。此外,气缸盖22中可选地设置有附加的、通常较小的燃料阀(未示出),以用于对点火流体进行喷射,从而确保燃料(例如气体燃料)的可靠点火。点火流体例如是二甲醚(DME)或燃料油,但也可以是另一

种形式的点火增强剂,比如氢气。在实施方式中(未示出),燃料阀是沿气缸套布置的(由虚线表示),并在活塞10从BDC到TDC的途中经过燃料阀之前准许燃料进入气缸中。因此,当发动机被构造成用于预混合操作时,活塞10对扫气空气和燃料的混合物进行压缩。在TDC处或附近的正时点火是由火花、激光、点火流体喷射等触发的。在具有燃料阀的实施方式中,燃料被准许进入的压力远低于在下述实施方式中燃料被喷射的压力:该实施方式具有位于气缸盖22中的燃料阀50,当活塞处于或接近上止点(TDC)时该燃料阀50喷射,并且燃料被喷射的压力需要显著高于压缩压力。

[0126] 当排气门4打开时,排气通过与气缸相关联的排气管道流动到排气接收器3中,并通过再循环管道5经由第一冷却器14而继续流动至鼓风机7,排气从鼓风机7流回到扫气气体接收器2中。如果燃料是碳氢化合物燃料并且因此在燃烧期间产生水,则冷却器40将被构造成将大部分水从排气流中移除,并将水转移到水箱16中。排气中的一部分优选在第一冷却器14下游且在鼓风机7上游的位置处从再循环管道5转移到分离和二氧化碳液化系统60。分离和二氧化碳液化系统60使二氧化碳液化并将经液化的二氧化碳储存在液化二氧化碳储存罐49中,并将与转移的排气流中的二氧化碳分离的氧输送到扫气气体接收器60。氧源、即供给系统12——在本实施方式中为液氧罐12——将氧流给送到扫气空气接收器2中。

[0127] 离开鼓风机7的经压缩的排气在扫气空气接收器中与来自氧供给系统12的氧混合,以形成扫气气体,该扫气气体准备通过扫气端口18而被供给至气缸套1中的燃烧室。

[0128] 现在参照4,特别是就分离和二氧化碳液化系统更详细地公开了图1至图3的发动机。在该实施方式的该方案中,发动机使用碳氢化合物燃料进行操作,并且因此,燃烧气体包括水和二氧化碳两者。因此,第一冷却器14被构造成对排气中的大部分水进行冷凝和分离。从排气中冷凝和分离出的水通过管道15被输送到水箱16。离开第一冷却器14的排气的一部分从经冷却的排气主流转移到转移管道40。在实施方式中,从再循环管道5转移的排气量是由布置在转移管道40中的控制阀38来调控的。转移的排气量被调控成与燃烧过程中产生的二氧化碳量相对应,使得在发动机中再循环的二氧化碳总量是基本恒定的。优选地,发动机包括控制器(未示出)、比如微控制器,该控制器获知所喷射燃料中的碳量,并且被配置成对通过燃烧产生的二氧化碳量进行计算,并且被配置成相应地对被转移的排气量进行调控。来自第一冷却器14的排气的其余部分进入鼓风机7,并且作为经压缩的排气而从鼓风机7进入扫气空气接收器2。然而,应该理解的是,发动机操作可以以不同的方式进行控制,而无需确定需要移除的二氧化碳量,并且例如可以使用例如排气接收器中的绝对压力作为对需要移除多少排气二氧化碳进行确定的参数。在该示例中,控制器使用排气接收器中的参考压力或作为发动机操作条件、比如发动机负载的函数的参考压力来增加、减少或维持要移除的二氧化碳量,例如当排气接收器中确定或测得的压力高于参考压力时,则移除更多的二氧化碳,当排气接收器中确定或测得的压力低于参考压力时,则移除较少的二氧化碳,以及当排气接收器中确定或测得的压力在参考压力附近的容许带宽(bandwidth)内时,则移除的二氧化碳量没有变化。

[0129] 转移管道40包括压缩机42。压缩机被构造成显著增加所转移排气的压力,例如增加至少40bar。在压缩机42的下游,设置有第二冷却器44。第二冷却器44将使任何残留的水冷凝,并且该水将被分离并输送到水箱16。第三冷却器45被布置在第二冷却器的下游。第三冷却器45是热交换器,该热交换器与通过生产管道63输送到扫气气体接收器2的来自液氧

罐61的液氧进行热交换。

[0130] 第四冷却器46被布置在第三冷却器45的下游。第四冷却器46与来自二氧化碳液化和氧分离容器47和来自液化二氧化碳储存罐49的氧和二氧化碳的混合物进行热交换。转移管道通向二氧化碳液化和氧分离容器47。当所转移的排气离开第四冷却器46时,温度足够低且压力足够高,以使所转移的排气中的二氧化碳在二氧化碳液化和氧分离容器47中液化,并且因此与在这些温度和压力下并不液化的氧分离。因此,二氧化碳液化和氧分离容器47的下部部分将容纳有经液化的二氧化碳,二氧化碳液化和氧分离容器47的上部部分将容纳有处于气相的氧和二氧化碳的混合物。二氧化碳液化和氧分离容器47的下部部分通过液化二氧化碳管道48而连接到液化二氧化碳罐49。液化二氧化碳罐49的下部部分容纳有经液化的二氧化碳,液化二氧化碳罐49的上部部分容纳有处于气相的氧和二氧化碳的混合物。在二氧化碳液化和氧分离容器47中以及优选地还有在液化二氧化碳罐49中的处于气相的混合物分别经由膨胀阀65和66在氧返回管道43中被输送到扫气气体接收器2。可选的返回管道43在实施方式中穿过第四冷却器46,以与所转移的排气交换热。

[0131] 通过对从液氧罐61经由液氧供给管道63到扫气气体接收器3的液氧流进行调节来调控扫气气体中的氧量。该流是由布置在氧供给管道63中的控制阀64来调控的,并且优选地该流处于控制器的控制下。

[0132] 旁通管道25从排气接收器3延伸到扫气气体接收器2,以用于绕过鼓风机7。旁通控制阀26对从扫气气体接收器2到排气接收器3的气体流进行调控。旁通阀用作过程控制手柄(handle)。通过允许富含二氧化碳的气体(在富氧之前)绕过气缸回到排气接收器,可以减少过度扫气的量。通过这种方式,可以使短路(short circuited)氧量最小化。此外,还可以降低扫气效率,使得热残留气体保持在气缸中到下一循环。通过这种方式,如果需要,可以实现更高的压缩温度,例如以避免爆震趋势。

[0133] 示例

[0134] 使用 $S_{foc} = 362 \text{gCH}_3\text{OH/kWh}$ 的燃料并假定热效率为50%的操作条件示例:

[0135] 在排气接收器中,排气的温度通常在 400°C 与 500°C 之间,压力约为4bar。 y_{CO_2} 约为 0.85mol/mol ,以及 y_{O_2} 约为 0.15mol/mol 。

[0136] 在第一冷却器14的下游,排气的温度通常约为 5°C ,压力约为4bar。 y_{CO_2} 约为 0.85mol/mol ,以及 y_{O_2} 约为 0.15mol/mol 。

[0137] 鼓风机7将压力增加0.3bar。

[0138] 在扫气气体接收器中,扫气气体的温度约为 10°C ,压力约为4.3bar。 y_{CO_2} 约为 0.79mol/mol ,以及 y_{O_2} 约为 0.21mol/mol 。

[0139] 压缩机将所转移的排气的压力增加约41bar,并且在第二冷却器44的下游,所转移的排气的温度为 10°C ,压力为约45bar。 $y_{\text{CO}_2} = 0.79 \text{mol/mol}$,并且 $y_{\text{O}_2} = 0.21 \text{mol/mol}$ 。

[0140] 当所转移的排气到达二氧化碳液化和氧分离容器47时,温度为零下 20°C ,并且压力为约45bar。

[0141] 液氧罐61中的液氧的温度为约 -140°C ,并且压力为约20bar。

[0142] 本文中结合各种实施方式对各个方面和实施方式进行了描述。然而,本领域技术人员在实践所要求保护的主体时,通过研究附图、公开内容和所附权利要求,可以理解 and 实现对所公开实施方式的其他变型。在权利要求中,用语“包括”并不排除其他元素或步骤,并

且不定冠词“一”或“一种”并不排除多个。权利要求中所使用的附图标记不应当被解释为对范围进行限制。除非另有说明,否则附图用于与申请文件一起阅读(例如,剖面线、零部件布置结构、比例、程度等),并且附图应当被视为本公开的整个书面描述的一部分。

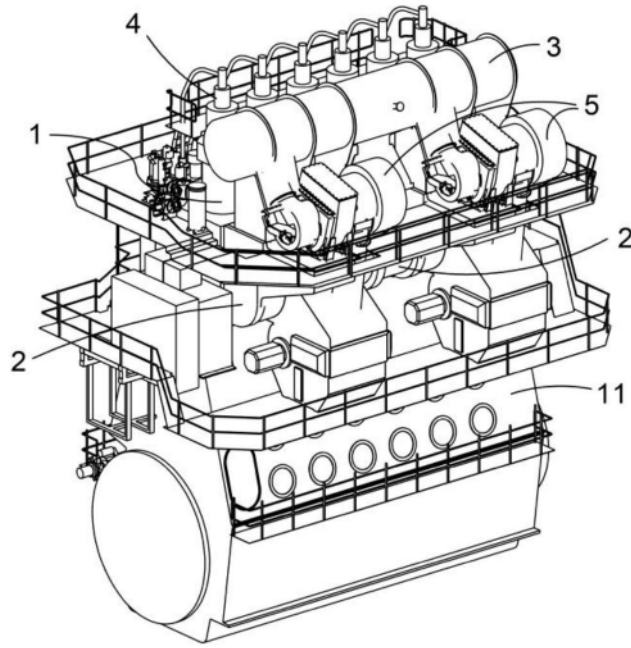


图1

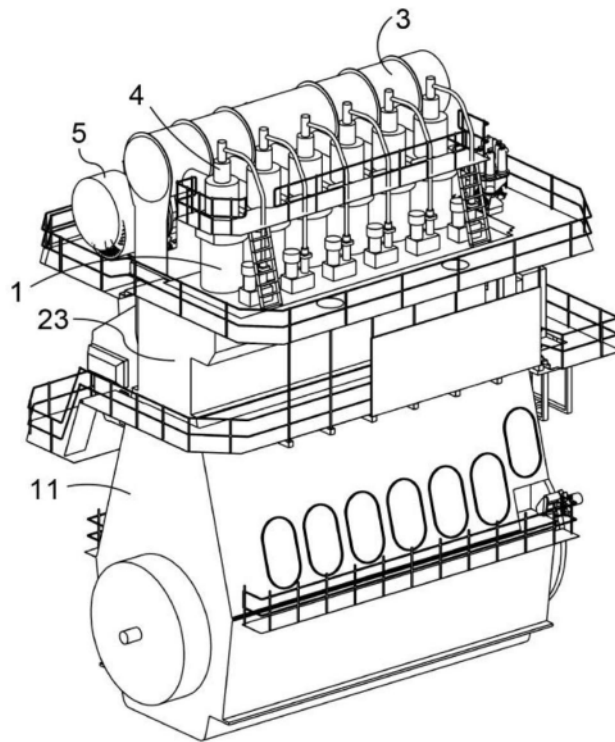


图2

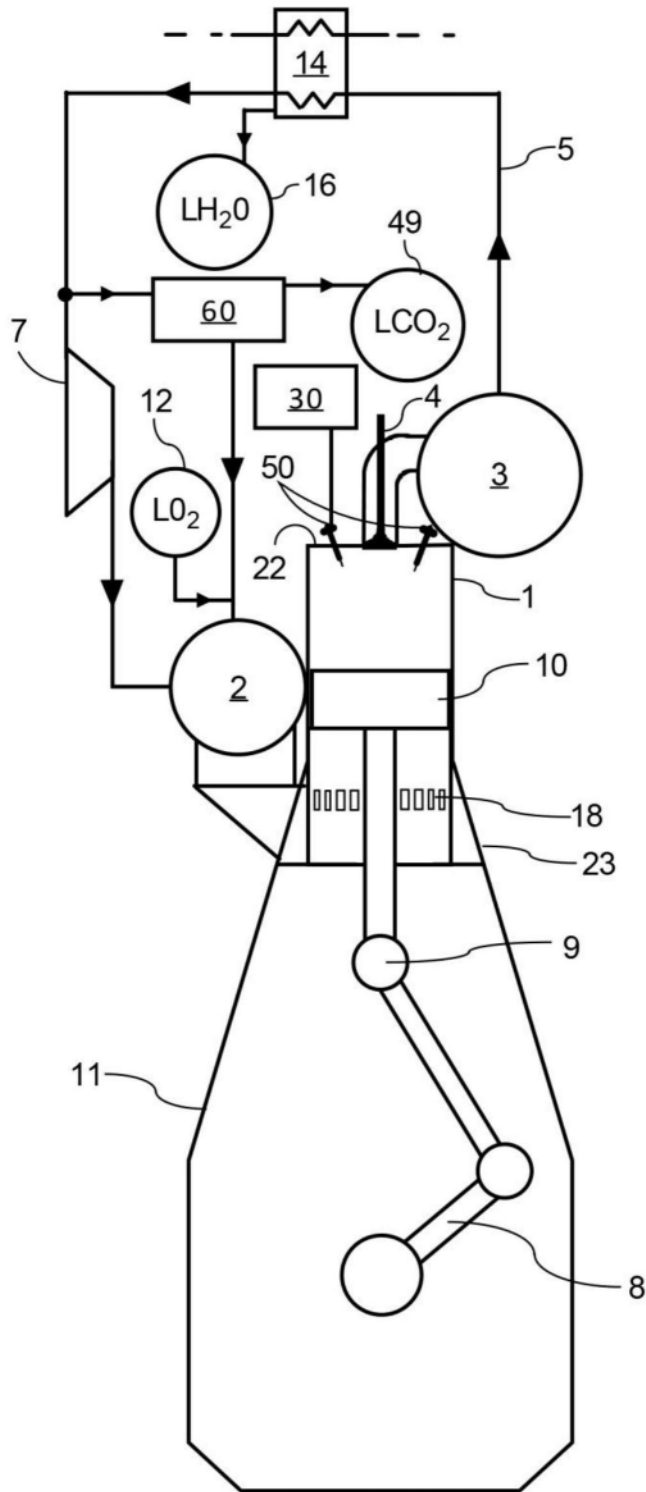


图3

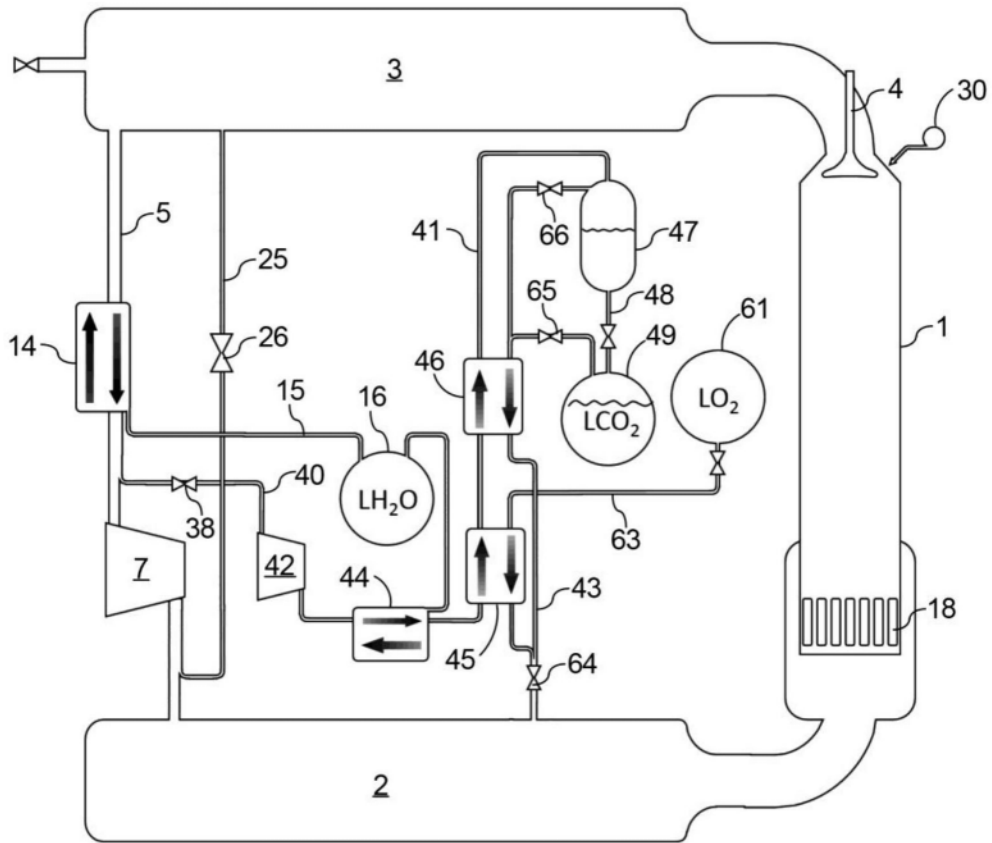


图4