



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103314196 A

(43) 申请公布日 2013.09.18

(21) 申请号 201180065071.4

(72) 发明人 G.A. 马什 M.C. 阿加瓦尔

(22) 申请日 2011.12.21

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

(30) 优先权数据

代理人 肖日松 傅永霄

61/433,085 2011.01.14 US

13/233,126 2011.09.15 US

13/233,147 2011.09.15 US

13/233,207 2011.09.15 US

(51) Int. Cl.

F02B 29/04 (2006.01)

F01P 3/20 (2006.01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2013.07.15

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2011/066408 2011.12.21

(87) PCT申请的公布数据

WO2012/096770 EN 2012.07.19

(71) 申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

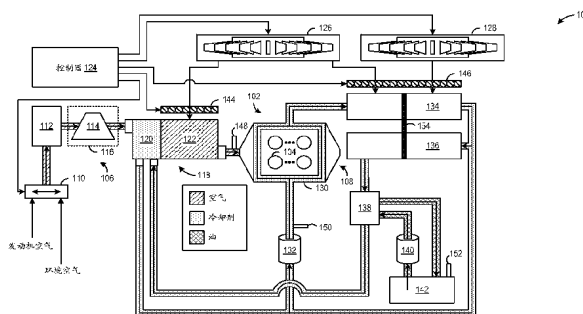
权利要求书6页 说明书18页 附图8页

(54) 发明名称

热管理系统和方法

(57) 摘要

本发明提供了一种涉及控制内燃机的温度的热管理组件和系统。在一个实施例中，多级冷却组件包括本体、多个外部翼片和空气-冷却剂中间冷却器，本体形成了空气入口和空气出口，多个外部翼片从本体的外部向外延伸，空气-冷却剂中间冷却器定位在本体的内部并邻近空气入口。外部翼片在翼片类型、翼片密度、或翼片类型及翼片密度两方面不同。在另一实施例中，热管理系统包括进气结构、多级冷却组件、空气-冷却剂散热器、第一风扇和第二风扇，进气结构限定了进气通道，经过该进气通道而联接至发动机的多个缸，多级冷却组件定位在进气通道，空气-冷却剂散热器与多级冷却组件的空气-冷却剂中间冷却器流通地联接，第一风扇可操作以将空气流提供给多级冷却组件和空气-冷却剂散热器，第二风扇可操作以将空气流提供给空气-冷却剂散热器。



1. 一种多级冷却组件,包括:

本体,其形成空气入口和空气出口;

从所述本体的外部向外延伸的多个外部翼片,所述多个外部翼片根据所述多个外部翼片相对于所述本体的所述外部的的位置而在翼片类型、翼片密度或翼片类型及翼片密度两方面不同;以及

空气-冷却剂中间冷却器,其定位在所述本体的内部并邻近所述空气入口。

2. 根据权利要求1所述的组件,其特征在于,还包括:

从所述本体的所述内部向内延伸的多个内部翼片,所述多个内部翼片根据所述多个内部翼片相对于所述本体的所述内部的位置而在翼片类型、翼片密度或翼片类型及翼片密度两方面不同。

3. 根据权利要求2所述的组件,其特征在于,翼片类型、翼片密度、或翼片类型及翼片密度均不同的所述多个内部翼片引导燃烧空气经过内部路径,从而导致燃烧空气的流在操作条件期间仅横跨所述本体的所述内部的一部分而移动。

4. 根据权利要求2所述的组件,其特征在于,在翼片类型方面不同的所述多个内部翼片包括百叶窗翼片和扁平翼片。

5. 根据权利要求2所述的组件,其特征在于,在翼片密度方面不同的所述多个内部翼片包括内部翼片的第一部分和第二部分,所述第一部分具有3.93个翼片每厘米的翼片密度,所述第二部分具有6.69个翼片每厘米的翼片密度。

6. 根据权利要求1所述的组件,其特征在于,在翼片类型方面不同的所述多个外部翼片包括百叶窗翼片和扁平翼片。

7. 根据权利要求1所述的组件,其特征在于,在翼片密度方面不同的所述多个外部翼片包括外部翼片的第一部分和第二部分,所述第一部分具有3.14个翼片每厘米的翼片密度,所述第二部分具有4.33个翼片每厘米的翼片密度。

8. 根据权利要求1所述的组件,其特征在于,所述多个外部翼片根据所述多个外部翼片相对于所述本体的所述外部的的位置而在翼片类型及翼片密度两方面不同,从而在横跨所述多个外部翼片而移动的空气流中产生了压力降,其使空气流横跨所述本体的所述外部而分布。

9. 一种热管理系统,包括:

进气结构,其限定了进气通道,经过该进气通道而联接至发动机中的多个缸;

根据权利要求1所述的多级冷却组件,其定位在所述进气通道;

第一风扇,其能够操作以将空气流提供给所述多级冷却组件的所述本体的所述外部;以及

控制器,其能够操作以基于操作参数而调整由所述第一风扇提供的空气流。

10. 一种热管理系统,包括:

进气结构,其限定了进气通道,经过该进气通道而联接至发动机中的多个缸;

第一涡轮增压器,其包括定位在所述进气通道的第一压缩机;

第二涡轮增压器,其包括定位在所述第一压缩机和所述多个缸之间的所述进气通道的第二压缩机;

根据权利要求1所述的多级冷却组件,其定位在所述第一压缩机和所述第二压缩机之

间的所述进气通道；

空气 - 空气热交换器,其定位在所述第二压缩机和所述多个缸之间的所述进气通道；  
以及

空气 - 冷却剂散热器,其与所述多级冷却组件的所述空气 - 冷却剂中间冷却器流通地  
联接。

11. 一种热管理系统,包括：

进气结构,其限定了进气通道,经过该进气通道而联接至发动机中的多个缸；

第一涡轮增压器,其包括定位在所述进气通道的第一压缩机；

第二涡轮增压器,其包括定位在所述第一压缩机和所述多个缸之间的所述进气通道的  
第二压缩机；

多级冷却组件,其定位在所述第一压缩机和所述第二压缩机之间的所述进气通道,包  
括用于冷却进气的空气 - 冷却剂中间冷却器和用于冷却进气的第二空气 - 空气热交换器；

第二空气 - 空气热交换器,其定位在所述第二压缩机和所述多个缸之间的所述进气通  
道；以及

空气 - 冷却剂散热器,其与所述多级冷却组件的所述空气 - 冷却剂中间冷却器流通地  
联接。

12. 根据权利要求 11 所述的系统,其特征在于,还包括：

冷却剂 - EGR 气体中间冷却器,其与所述多级冷却组件的所述空气 - 冷却剂中间冷却器  
及所述空气 - 冷却剂散热器流通地联接。

13. 根据权利要求 12 所述的系统,其特征在于,还包括：

排出结构,其限定了第一排出通道,经过该第一排出通道而联接至所述多个缸的第一  
缸组,并且限定了第二排出通道,经过该第二排出通道而联接至所述多个缸的第二缸组,所  
述第一排出通道配置成将排气从所述第一缸组提供给所述进口通道,并且所述第二排出通  
道配置成将排气从所述第二缸组提供给排出管；以及

所述冷却剂 - EGR 气体中间冷却器,其包括沿流动方向定向在所述第一排出通道的 EGR  
气体出口,该流动方向与离开所述第二空气 - 空气热交换器的增压空气的流动方向相反。

14. 根据权利要求 11 所述的系统,其特征在于,还包括：

空气 - 油散热器；以及

第一油泵,其流通地联接在所述发动机和所述空气 - 油散热器之间,从而使油从所述  
发动机循环至所述空气 - 油散热器。

15. 根据权利要求 14 所述的系统,其特征在于,还包括：

冷却剂 - 油冷却器,以接收来自所述空气 - 冷却剂散热器的发动机冷却剂；以及

第二油泵,其流通地联接在所述发动机和所述冷却剂 - 油冷却器之间,从而使油在所  
述发动机和所述冷却剂 - 油冷却器之间循环,所述第二油泵能够操作以将油泵送经过所述  
冷却剂 - 油冷却器,从而驱使油温朝向发动机冷却剂温度。

16. 根据权利要求 14 所述的系统,其特征在于,还包括：

第一风扇,其能够操作以将空气流提供给所述多级冷却组件和所述第二空气 - 空气热  
交换器；

第二风扇,其能够操作以将空气流提供给所述空气 - 冷却剂散热器和所述空气 - 油散

热器；以及

第三风扇，其能够操作以将空气流提供给所述空气 - 冷却剂散热器和所述空气 - 油散热器。

17. 根据权利要求 16 所述的系统，其特征在于，还包括：

控制器，其能够操作以基于第一操作参数而调整由所述第一风扇提供的空气流，并基于与所述第一操作参数不同的第二操作参数而调整由所述第二风扇和所述第三风扇提供的空气流。

18. 根据权利要求 14 所述的系统，其特征在于，还包括：

第一风扇，其能够操作以将空气流提供给所述多级冷却组件、所述第二空气 - 空气热交换器以及所述空气 - 冷却剂散热器；以及

第二风扇，其能够操作以将空气流提供给所述空气 - 冷却剂散热器和所述空气 - 油散热器。

19. 根据权利要求 11 所述的系统，其特征在于，还包括：

第一风扇，其能够操作以将空气流提供给所述多级冷却组件和所述第二空气 - 空气热交换器；

第二风扇，其能够操作以将空气流提供给所述空气 - 冷却剂散热器；以及

第三风扇，其能够操作以将空气流提供给所述空气 - 冷却剂散热器。

20. 根据权利要求 11 所述的系统，其特征在于，还包括：

第一风扇，其能够操作以将空气流提供给所述多级冷却组件、所述第二空气 - 空气热交换器以及所述空气 - 冷却剂散热器；以及

第二风扇，其能够操作以将空气流提供给所述空气 - 冷却剂散热器。

21. 根据权利要求 20 所述的系统，其特征在于，还包括：

隔板，其被动地将由所述第一风扇提供的空气流不均匀地分流至所述多级冷却组件、所述第二空气 - 空气热交换器以及所述空气 - 冷却剂散热器。

22. 根据权利要求 20 所述的系统，其特征在于，还包括：

控制器，其能够操作以基于第一操作参数而调整由所述第一风扇提供的空气流，并基于与所述第一操作参数不同的第二操作参数而调整由所述第二风扇提供的空气流。

23. 根据权利要求 22 所述的系统，其特征在于，所述第一操作参数为歧管空气温度，并且所述第二操作参数为发动机冷却剂温度。

24. 根据权利要求 22 所述的系统，其特征在于，所述控制器能够操作以基于发动机冷却剂温度而调整由所述第一压缩机产生的压缩的量。

25. 根据权利要求 22 所述的系统，其特征在于，还包括：

第一冷却闸门，其定位在所述多级冷却组件和所述第一风扇之间，第一冷却闸门能够调整，以调整提供给所述多级冷却组件的空气流；

第二冷却闸门，其定位在所述第二空气 - 空气热交换器和所述第一风扇之间，第二冷却闸门能够调整，以调整提供给所述第二空气 - 空气热交换器的空气流；

第三冷却闸门，其定位在所述空气 - 冷却剂散热器与所述第一风扇和所述第二风扇之间，第三冷却闸门能够调整，以调整提供给所述空气 - 冷却剂散热器的空气流；以及

所述控制器，能够操作以独立于所述第二冷却闸门和所述第三冷却闸门而调整所述第

一冷却闸门。

26. 根据权利要求 11 所述的系统,其特征在于,还包括:

冷却剂-EGR 气体中间冷却器,其与所述多级冷却组件的所述空气-冷却剂中间冷却器及所述空气-冷却剂散热器流通地联接;

空气-油散热器;

第一油泵,其流通地联接在所述发动机和所述空气-油散热器之间,从而使油从所述发动机循环至所述空气-油散热器;

第一风扇,其能够操作以将空气流提供给所述多级冷却组件和所述第二空气-空气热交换器;

第二风扇,其能够操作以将空气流提供给所述空气-冷却剂散热器和所述空气-油散热器;以及

第三风扇,其能够操作以将空气流提供给所述空气-冷却剂散热器和所述空气-油散热器。

27. 一种热管理系统,包括:

进气结构,其限定了进气通道,经过该进气通道而联接至发动机中的多个缸;

多级冷却组件,其定位在所述进气通道,包括用于冷却进气的空气-冷却剂中间冷却器和用于冷却进气的空气-空气热交换器;

空气-冷却剂散热器,其与所述多级冷却组件的所述空气-冷却剂中间冷却器流通地联接;

第一风扇,其能够操作以将空气流提供给所述多级冷却组件和所述空气-冷却剂散热器;以及

第二风扇,其能够操作以将空气流提供给所述空气-冷却剂散热器。

28. 根据权利要求 27 所述的系统,其特征在于,还包括:

控制器,其能够操作以基于操作参数而调整由所述第一风扇提供的空气流,调整由第二风扇提供的空气流,或者调整由所述第一风扇提供的空气流并调整由所述第二风扇提供的空气流。

29. 根据权利要求 28 所述的系统,其特征在于,所述操作参数为歧管空气温度。

30. 根据权利要求 28 所述的系统,其特征在于,所述操作参数为发动机冷却剂温度。

31. 根据权利要求 28 所述的系统,其特征在于,所述控制器能够操作以调整所述第一风扇的速度,从而调整由所述第一风扇提供的空气流,并且能够操作以调整所述第二风扇的速度,从而调整由所述第二风扇提供的空气流。

32. 根据权利要求 28 所述的系统,其特征在于,所述控制器能够操作以调整所述第一风扇的风扇叶片间距,从而调整由所述第一风扇提供的空气流,并且能够操作以调整所述第二风扇的风扇叶片间距,从而调整由所述第二风扇提供的空气流。

33. 根据权利要求 28 所述的系统,其特征在于,还包括:

第一冷却闸门,其定位在所述多级冷却组件和所述第一风扇之间,第一冷却闸门能够调整,以调整提供给所述多级冷却组件的空气流;

第二冷却闸门,其定位在所述空气-冷却剂散热器与所述第一风扇和所述第二风扇之间,第二冷却闸门能够调整,以调整提供给所述空气-冷却剂散热器的空气流;以及

所述控制器,其能够操作以调整所述第一冷却闸门,从而控制提供给所述多级冷却组件的空气流,并且能够操作以调整所述第二冷却闸门,从而独立于调整所述第一冷却闸门而调整提供给所述空气-冷却剂散热器的空气流。

34. 根据权利要求 33 所述的系统,其特征在于,所述控制器能够操作以当发动机温度低于第一指定阈值时关闭所述第一冷却闸门,当发动机冷却剂温度低于第二指定阈值时关闭所述第二冷却闸门,并且当所述发动机的负荷低于第三指定阈值时关闭所述第一冷却闸门和所述第二冷却闸门。

35. 根据权利要求 27 所述的系统,其特征在于,还包括:

隔板,以被动地将由所述第一风扇提供的空气流不均匀地分流至所述多级冷却组件和所述空气-冷却剂散热器。

36. 根据权利要求 27 所述的系统,其特征在于,还包括:

联接至所述进气结构的进气门,其能够调整到至少第一位置和第二位置,所述第一位置将所述进气通道与发动机舱连接,从而将进气从所述发动机舱提供给所述进气通道,所述第二位置将所述进气通道与所述发动机舱的外侧的环境连接,从而将周围环境空气提供给所述进气通道。

37. 根据权利要求 27 所述的系统,其特征在于,还包括:

空气-油散热器;

第一油泵,其流通地联接在所述发动机和所述空气-油散热器之间,并能够操作以使油从所述发动机循环至所述空气-油散热器;

所述第一风扇,其能够操作以将空气流提供给所述多级冷却组件、所述空气-冷却剂散热器和所述空气-油散热器;以及

所述第二风扇,其能够操作以将空气流提供给所述空气-冷却剂散热器和所述空气-油散热器。

38. 根据权利要求 37 所述的系统,其特征在于,还包括:

冷却剂-油冷却器,其能够操作以接收来自所述空气-冷却剂散热器的发动机冷却剂;以及

第二油泵,其流通地联接在所述发动机和所述冷却剂-油冷却器之间,第二油泵能够操作以使油从所述发动机循环至所述冷却剂-油冷却器,所述第二油泵能够操作以将油泵送经过所述冷却剂-油冷却器,从而驱使油温朝向发动机冷却剂温度。

39. 根据权利要求 37 所述的系统,其特征在于,还包括:

第一隔板,以被动地将由所述第一风扇提供的空气流不均匀地分流至所述多级冷却组件、所述空气-冷却剂散热器和所述空气-油散热器;以及

第二隔板,以被动地将由所述第二风扇提供的空气流分流至所述空气-冷却剂散热器和所述空气-油散热器。

40. 一种用于发动机的热管理方法,所述方法包括:

基于第一操作参数而调整由第一风扇提供给多级冷却组件的空气流,所述多级冷却组件定位在进气结构,其限定了进气通道,经过该进气通道而联接至所述发动机的多个缸,所述多级冷却组件包括用于冷却进气的空气-冷却剂中间冷却器和用于冷却进气的空气-空气热交换器以及与所述多级冷却组件的所述空气-冷却剂中间冷却器流通地联接的空

气 - 冷却剂散热器 ; 以及

基于与所述第一操作参数不同的第二操作参数而调整由第二风扇提供的空气流, 从而将空气流提供给所述空气 - 冷却剂散热器。

41. 根据权利要求 40 所述的方法, 其特征在于, 所述第一操作参数为歧管空气温度, 并且所述第二操作参数为发动机冷却剂温度。

42. 根据权利要求 40 所述的方法, 其特征在于, 还包括:

基于所述第一操作参数而在第一位置和第二位置之间调整联接至所述进气结构的进气门, 所述第一位置将所述进气通道与发动机舱连接, 从而将进气从所述发动机舱提供给所述进气通道, 所述第二位置将所述进气通道与所述发动机舱的外侧的环境连接, 从而将周围环境空气提供给所述进气通道。

43. 根据权利要求 40 所述的方法, 其特征在于, 还包括:

基于所述第一操作参数而调整定位在所述多级冷却组件和所述第一风扇之间的第一冷却闸门, 从而调整提供给所述多级冷却组件的空气流 ; 以及

基于所述第二操作参数而调整定位在所述空气 - 冷却剂散热器与所述第一风扇和所述第二风扇之间的第二冷却闸门, 从而调整提供给所述空气 - 冷却剂散热器的空气流。

## 热管理系统和方法

### 技术领域

[0001] 本文所公开的主题涉及热管理系统和方法。

### 背景技术

[0002] 通常,在内燃机中采用增压空气冷却器(charge air cooler)来在进口增压空气已经过涡轮增压器之后并且进入内燃机的缸之前冷却进口增压空气。进口增压空气被引导经过增压空气冷却器,以降低温度并补偿由于涡轮增压器的压缩而引起的温升。进气增压温度的降低支持使用更致密的进口增压进入内燃机,导致更高的操作效率。进口增压空气温度的降低还减少了预爆炸的可能性。增压空气冷却器还减少或消除了将过量的燃料注射到进口歧管中以冷却进口增压空气的需求,从而减少了燃料消耗。

[0003] 在一种方法中,增压空气冷却器包括由平板分离的波纹片层,从而产生一系列翼片。波纹片均匀地分散横跨增压空气冷却器的表面,并形成了笔直且矩形的翼片。分离的热和冷的空气流流经增压空气冷却器,并通过翼片接口将热量从流传递至分离板上,并通过下一组翼片传递到相邻的流体流中。

### 发明内容

[0004] 然而,本发明人在本文中已经确定了上述方法带有的问题。例如,由于增压空气冷却器上的翼片的相同的形状和间距,所以在一些条件下,空气流可能被仅引导至增压空气冷却器的表面区域的一部分。如此,在如此的条件下,从空气至增压空气中间冷却器的热传递是有限的。

[0005] 在一个实施例中,多级冷却组件包括本体,其形成了空气入口和空气出口。多个外部翼片从本体的外部向外延伸。多个外部翼片根据多个外部翼片相对于本体的外部的的位置而在翼片类型、翼片密度、或者翼片类型及翼片密度两方面不同。多级冷却组件还包括空气-冷却剂中间冷却器,其定位在本体的内部并邻近空气入口。

[0006] 通过提供根据翼片相对于多级冷却组件的本体的外部的的位置而在翼片类型、翼片密度、或者翼片类型及翼片密度两方面不同的翼片,从而在本体上的不同位置产生空气流的压力降,其使空气横跨多级冷却装置的本体均匀地分散流动。因此,冷却空气流与多级冷却组件的表面区域的更大部分相互作用,并且提高了多级冷却组件的排热能力。此外,冷却剂-空气中间冷却器可与横跨多级冷却组件的空气流进行协同控制,从而提高流经多级冷却组件的燃烧空气的温度控制精度。

[0007] 该简要描述是为了以简化形式介绍理念选择而提供的,其将在本文中进一步描述。该简要描述并不意图识别所阐明的主题的关键特征或本质特征,而且也不意图用于限制所阐明的主题的范围。此外,所阐明的主题并不限于解决本公开的任何一部分所记载的任何或所有缺点的实施方案。此外,本发明人在本文已认可任何确定的问题和相应方案。

### 附图说明



[0008] 通过参照附图阅读非限制性实施例的以下描述,将更好地理解本发明,在附图中:

图 1 示意性地显示了热管理系统的一个实施例。

[0009] 图 2 示意性地显示了热管理系统的另一实施例。

[0010] 图 3 示意性地显示了热管理系统的另一实施例。

[0011] 图 4 示意性地显示了热管理系统的另一实施例。

[0012] 图 5 示意性地显示了热管理系统的另一实施例。

[0013] 图 6-7 示意性地显示了多级冷却组件的一个实施例的横截面图。

[0014] 图 8 显示了热管理方法的一个实施例的流程图。

### 具体实施方式

[0015] 本说明书涉及用于内燃机的热管理的组件、系统和方法。更具体而言,本说明书涉及控制经过不同冷却回路的不同流体的流或循环,从而基于不同的操作参数而调整内燃机温度。

[0016] 本文使用的流体表示热传递的液体、半液体材料或气体。合适流体的示例包括水、乙二醇、盐溶液、醇、进气、排气和前述两种或多种流体的混合物。在一些实施方案中,可设想更多特殊材料和/或性能影响添加剂,以包括防腐剂、去沫剂、抗沉淀剂、清洁剂、抗凝剂、生物杀灭剂、防漏剂(例如硅酸盐)或定位剂(例如染料)、防冻剂(例如上述乙二醇和醇)等等。

[0017] 在一种实施方案中,热管理系统包括多级冷却组件,其包括用于冷却进气的空气-冷却剂中间冷却器和用于冷却进气的空气-空气热交换器。多级冷却组件的空气-冷却剂中间冷却器与空气-冷却剂散热器流通地联接,从而形成发动机冷却剂冷却回路。热管理系统包括第一风扇和第二风扇,第一风扇可操作以将空气流提供给多级冷却组件和空气-冷却剂散热器,第二风扇可操作以将空气流提供给空气-冷却剂散热器。第一风扇和第二风扇可独立操作,从而在独立于另一风扇的条件下调整由各个风扇提供的空气流。通过提供可独立操作的不同风扇,可分别地调整提供给不同结构或冷却回路的空气流。

[0018] 例如,因为第一风扇向多级冷却组件的空气-空气热交换器提供空气流,所以可基于歧管空气温度而调整第一风扇的操作,从而调整空气流。作为另一示例,因为第二风扇向空气-冷却剂散热器提供空气流,所以可基于第二操作参数例如发动机冷却剂温度而调整第二风扇的操作,从而调整空气流。上述实施方案可使不同的流体冷却回路被独立控制。因此,提高了热控制精度。

[0019] 在另一实施方案中,内燃机以密勒循环燃烧过程进行操作,其中燃烧行程被减少,从而允许更高的整体缸压力,并导致操作效率的提升。为了补偿由于密勒循环的减少的压缩行程而引起的功率输出的潜在减少,内燃机包括两级涡轮增压器配置,其提高了进入内燃机的缸的增压空气的压力。两级涡轮增压器配置相对于单个涡轮增压器配置或自然吸气配置产生了额外的热量。

[0020] 为了恰当地操控由两级涡轮增压器配置所产生的热量,热管理系统包括多级冷却组件,其定位在第一涡轮增压器的压缩机和第二涡轮增压器的压缩机之间。多级冷却组件包括用于冷却进气的空气-冷却剂中间冷却器和用于冷却进气的空气-空气热交换器。空

气-空气热交换器定位在第二涡轮增压器的压缩机和发动机缸之间。空气-冷却剂散热器与多级冷却组件的空气-冷却剂中间冷却器流通地联接,从而形成发动机冷却剂冷却回路。

[0021] 通过在第一压缩机的出口提供多级冷却组件和在第二压缩机的出口提供空气-空气中间冷却器,从而在由各个涡轮增压器级提高压力的同时冷却进口增压空气。因此,相对于单个空气-空气中间冷却器配置而提高了热管理系统的排热能力。此外,在一些实施方案中,根据操作条件通过调整横跨多级冷却组件的空气-空气热交换器和空气-空气中间冷却器而提供的空气流而控制空气增压温度。此外,通过调整流经多级冷却组件的空气-冷却剂中间冷却器的发动机冷却剂的流速和/或温度而实现额外的空气增压温度控制。调整空气流、冷却剂流(或温度)、或者空气流和冷却剂流(或温度)的能力能够提高进入发动机缸的增压空气的温度控制精度,从而在内燃机的操作范围内提供合适的热管理。

[0022] 在另一实施方案中,多级冷却组件包括本体,其形成了空气入口和空气出口。多个外部翼片从本体的外部向外延伸。多个外部翼片根据多个外部翼片相对于本体的外部的的位置而不同。例如,多个外部翼片可在翼片类型、翼片密度、或者翼片类型及翼片密度两方面不同。所造成的多个外部翼片的分布在横跨多个外部翼片而移动的空气流中产生了压力降,其使空气流以确定的量分布横跨本体的外部。多级冷却组件还包括空气-冷却剂中间冷却器,其定位在本体的内部并邻近空气入口。

[0023] 通过采用不同的外部翼片使流动横跨多级冷却组件的本体的外部的空气分布,从行进经过本体的内部的增压空气中提取的热量被传递横跨更大的本体表面区域。因此,提高了多级冷却组件的排热能力。此外,因为多级冷却组件采用各种流体(例如空气和发动机冷却剂)来冷却增压空气,所以通过流体的调整而实现更高的温度控制精度。

[0024] 图1显示了热管理系统100的一个实施例,其可操作以控制内燃机102的流体和构件的温度。发动机102包括多个缸104、进气结构106和排出结构108。在一些实施方案中,热管理系统100和发动机102联接至车辆。例如,车辆可包括机车、海船、矿业拖运卡车、其它越野车(OHV)等等。在一些实施例中,热管理系统100和发动机102是固定的,例如当并入发电设备或发电机中时。在一些实施方案中,发动机102是柴油机。

[0025] 进气结构106联接至多个缸104,并限定了经过该处的进气通道。进气(又名进气增压、燃烧空气等等)经过进气通道而传送到多个缸104,以用于燃烧。多个热管理构件定位在进口通道,以控制流经通道的进气的温度和压力。所示的实施方案包括进气门110、空气过滤器112、涡轮增压器116的压缩机114和定位在进气结构106的空气通道的多级冷却组件118。

[0026] 进气门110联接至进气结构106。进气门110可操作以基于操作条件而改变燃烧进气温度。具体而言,进气门110可调整到至少第一位置,其将进气通道与发动机舱连接,从而将来自发动机舱的进气提供给进气通道。此外,进气门110可调整至第二位置,其将进气通道与发动机舱的外侧的环境连接,从而将周围环境空气提供给进气通道。通过将进气门110调整至第一位置以提供来自发动机舱的进气,从而提高了燃烧进气温度。通过将进气门110调整至第二位置以提供来自周围环境的进气,从而降低了燃烧进气温度。

[0027] 在一些实施方案中,进气门110可在至少第一位置和第二位置之间手动调整。在

一些实施方案中,进气门 110 可在至少第一位置和第二位置之间自动调整。具体而言,控制器 124 配置为基于操作参数而在第一位置和第二位置之间调整进气门 110。例如,控制器 124 可配置为基于进气温度而调整进气门 110。作为一个特殊的示例,在发动机起动条件期间,进气门 110 被调整至第一位置,以从发动机舱供应更暖的进气来加热发动机 102。相应地,一旦已经恰当地加热了发动机,就将进气门 110 调整至第二位置,从而提供更冷的周围进气以用于燃烧。作为另一示例,控制器可配置为基于周围环境温度而调整进气门 110。作为一个特殊的示例,在周围环境温度更低的冬季条件期间,进气门 110 被调整至第一位置,以提高发动机燃烧空气进气温度。提高的进气温度减少了燃烧进气增压密度,并且减少了发动机缸上的燃烧压力,该发动机缸在低温下可能更倾向于发生性能退化。此外,提高的进气温度有助于融化存在于进气通道的任何冰或雪。

[0028] 空气过滤器 112 在进气门 110 下游定位在由进气结构 106 限定的进气通道。空气过滤器 112 防止磨蚀性的颗粒物进入多个缸 104,并为发动机 102 保持清洁的燃烧空气。

[0029] 涡轮增压器 116 包括压缩机 114 和涡轮(未显示),压缩机 114 定位在由进气结构 106 限定的进气通道,并且涡轮定位在排出通道,排出通道联接至发动机 102。涡轮联接至压缩机 114,使得压缩机被使涡轮旋转的排气驱动。压缩机 114 提高了从空气过滤器 112 流动的燃烧空气的压力。通过压缩机 114 实现的燃烧空气的压力提升提高了进入多个缸 104 中的燃烧空气的增压密度。此外,提高燃烧空气的压力还提高了燃烧空气的温度。

[0030] 多级冷却组件 118 在压缩机 114 下游定位在由进气结构 106 限定的进气通道。多级冷却组件 118 通过传递至不同的流体中而从燃烧空气中排热。具体而言,多级冷却组件 118 包括空气-冷却剂中间冷却器 120 和空气-空气热交换器 122,两者组合地对燃烧空气提供排热。在所示的实施方案中,空气-冷却剂中间冷却器 120 定位在多级冷却组件 118 的入口附近。进入多级冷却组件 118 的燃烧空气最初流动横跨空气-冷却剂中间冷却器 120 的表面,造成热量从燃烧空气传递至流经空气-冷却剂中间冷却器 120 的发动机冷却剂。燃烧空气继续经过多级冷却组件 118 而流向空气-空气热交换器 122。

[0031] 空气-空气热交换器 122 包括内部翼片,其根据实施方案在翼片类型、翼片密度、或翼片类型及翼片密度两方面根据内部翼片相对于空气-空气热交换器 122 内部的位置而不同。内部翼片类型和/或密度的不同有助于形成经过空气-空气热交换器 122 的燃烧空气路径,其使经过内部的燃烧空气分布或平衡成确定量。热量经过内部翼片而直接从燃烧空气排出至大气。此外,空气-空气热交换器 122 包括外部翼片,其根据实施方案而在翼片类型、翼片密度、或翼片类型及翼片密度两方面根据外部翼片相对于空气-空气热交换器 122 外部的不同。外部翼片类型和/或密度的不同有助于空气流分布横跨空气-空气热交换器 122,使得空气横跨空气-空气热交换器 122 的表面区域的更大部分而流动,从而提高排热能力。

[0032] 第一风扇 126 可操作以将空气流提供给多级冷却组件 118。具体而言,来自第一风扇 126 的空气流被引导经过空气-空气热交换器 122 的外部翼片,从而将热量从翼片抽取至大气。在一些实施方案中,可由控制器 124 基于不同的操作条件而调整第一风扇 126 的操作。例如,在一种实施方案中,控制器 124 可操作以调整第一风扇 126 的速度,从而调整由第一风扇提供的空气流。作为另一示例,控制器 124 可操作以调整第一风扇 126 的风扇叶片间距,从而调整由第一风扇提供的空气流。在一些实施方案中,第一风扇 126 的操作在

有限的调整或不调整的条件下操作。例如,可在不调整速度或风扇叶片间距的条件下打开或关闭第一风扇 126。作为另一示例,第一风扇 126 被发动机 102 驱动,使得第一风扇 126 只要当发动机运转时就进行操作。

[0033] 在一个实施例中,第一冷却闸门 144 定位在多级冷却组件 118 和第一风扇 126 之间。第一冷却闸门 144 可调整,从而调整提供给多级冷却组件 118 的空气流。例如,可关闭第一冷却闸门 144 以防止由第一风扇 126 提供的空气流到达多级冷却组件 118。此外,第一冷却闸门 144 当关闭时使自然的常规热交换器损失减少。另一方面,可打开第一冷却闸门 144 以容许由第一风扇 126 提供的空气流到达多级冷却组件 118。在一些实施方案中,可将第一冷却闸门 144 的开度可变地调整至打开和关闭之间的不同位置,以使空气流节流,从而容许期望的量的空气到达多级冷却组件 118。如此的冷却闸门控制可利用不可调整的风扇来实现,从而提供提高的空气流控制能力。在一些实施方案中,控制器 124 基于操作条件而调整第一冷却闸门 144,以控制提供给多级冷却组件 118 的空气流。例如,当发动机温度低于第一指定阈值时,控制器可操作以关闭第一冷却闸门。通过在如此的条件期间关闭冷却闸门,减少了燃烧空气的过冷,因而容许燃烧空气更快速地加热至合适的操作温度。

[0034] 多级冷却组件 118 通过两种不同流体的控制而提供燃烧空气的混合冷却。具体而言,可操控发动机冷却剂和空气两者的流以控制燃烧空气的温度。多级冷却组件 118 将空气-冷却剂中间冷却器 120 与空气-空气热交换器 122 整合,以减少整个管结构和中间冷却器的长度,从而提供更小的覆盖区域。下面将参照图 5-6 进一步详细论述多级冷却组件 118。

[0035] 在一些条件下,多级冷却组件 118 可如期望地提供燃烧空气的加热。例如,在低发动机负荷和低的周围温度操作期间,低的燃烧空气温度可使燃烧不稳定或造成不完全燃烧,这增加了颗粒物质和排放。在如此的条件期间,发动机 102 可将发动机冷却剂加热至比周围温度更高的温度。相应地,流经空气-冷却剂中间冷却器 120 的发动机冷却剂加热流经空气-冷却剂中间冷却器 120 的燃烧空气。例如,在第一低温条件期间,空气-冷却剂中间冷却器 120 可操作以加热进气,并且在第二高温条件期间,空气-冷却剂中间冷却器 120 可操作以冷却进气。低温条件和高温条件可由任何合适的发动机温度阈值来限定。换言之,在低发动机负荷和低周围温度条件期间,经过空气-冷却剂中间冷却器 120 的发动机冷却剂的流提供了被动的燃烧空气加热。在一些条件期间,例如瞬态功率变化期间,由于流经空气-冷却剂中间冷却器 120 的液体冷却剂的温度惯性,空气-冷却剂中间冷却器 120 用作对歧管空气温度的温度缓和器/抑制器/稳定器。

[0036] 在所示的实施方案中,多级冷却组件 118、第一风扇 126 和第一冷却闸门 144 形成了用于冷却燃烧空气的燃烧空气冷却组。离开多级冷却组件 118 的加压的燃烧空气流经发动机 102 的发动机歧管,并被传送到多个缸 104 用于燃烧。

[0037] 继续参照图 1,发动机 102 的热管理还受发动机冷却剂回路控制。例如,发动机冷却剂循环经过水套 130,其与第一空气-冷却剂散热器 134 流通地联接,第一空气-冷却剂散热器 134 与第二空气-冷却剂散热器 136 流通地联接,第二空气-冷却剂散热器 136 与冷却剂-油冷却器 138 流通地联接,冷却剂-油冷却器 138 与空气-冷却剂中间冷却器 120 流通地联接,从而形成发动机冷却剂冷却回路。发动机冷却剂被冷却剂泵 132 泵送经过发动机冷却剂回路。在一些实施方案中,冷却剂泵 132 是单转子发动机驱动的冷却剂泵。

[0038] 水套 130 形成于包围多个缸 104 的发动机机体中。热量从多个缸 104 经过缸壁而排出至流经水套 130 的发动机冷却剂。加热的发动机冷却剂从水套 130 流向第一空气-冷却剂散热器 134, 其中, 发动机冷却剂循环经过第一空气-冷却剂散热器 134 的各种管道。来自发动机冷却剂的热量传递至定位在管道之间的翼片。翼片将从管道传递的热量辐射到大气。发动机冷却剂从第一空气-冷却剂散热器 134 流向第二空气-冷却剂散热器 136, 从而进一步冷却发动机冷却剂。第二空气-冷却剂散热器 136 通过使用更多地暴露于散热器翼片下的更慢的发动机冷却剂流从而产生了过冷的发动机冷却剂。发动机冷却剂还可从第一空气-冷却剂散热器 134 经过定位在第一空气-冷却剂散热器 134 和第二空气-冷却剂散热器 136 之间的被动管流分流三通 (passive piping flow split tee) 而流向冷却剂泵 132。

[0039] 第二风扇 128 可操作以将空气流提供给第一空气-冷却剂散热器 134 和第二空气-冷却剂散热器 136。在一些实施方案中, 可基于不同的操作条件而由控制器 124 调整第二风扇 128 的操作。例如, 在一种实施方案中, 控制器 124 可操作以调整第二风扇 128 的速度, 从而调整由第二风扇提供的空气流。作为另一示例, 控制器 124 可操作以调整第二风扇 128 的风扇叶片间距, 从而调整由第二风扇提供的空气流。在一些实施方案中, 第二风扇 128 的操作可在有限调整或不调整的条件下操作。

[0040] 此外, 第一风扇 126 可操作以将一些空气流提供给第一空气-冷却剂散热器 134 和第二空气-冷却剂散热器 136, 以提高发动机冷却剂的排热。固定隔板 154 形成了引导由第一风扇 126 和第二风扇 128 提供的空气流的结构。具体而言, 隔板 154 将第一风扇 126 提供的空气流被动地分流至多级冷却组件 118 以及第一空气-冷却剂散热器 134 和第二空气-冷却剂散热器 136。在一些实施方案中, 固定隔板 154 将由第一风扇 126 提供的空气流不均匀地分流至多级冷却组件 118 以及第一空气-冷却剂散热器 134 和第二空气-冷却剂散热器 136。例如, 固定隔板 154 将由第一风扇 126 提供的空气流的百分之六十引导至多级冷却组件 118, 并且将由第一风扇 126 提供的空气流的百分之四十引导至第一空气-冷却剂散热器 134 和第二空气-冷却剂散热器 136。在一些实施方案中, 固定隔板 154 将由第一风扇提供的空气流均匀地分流至多级冷却组件 118 以及第一空气-冷却剂散热器 134 和第二空气-冷却剂散热器 136。固定隔板 154 将由第二风扇 128 提供的空气流引导至第一空气-冷却剂散热器 134 和第二空气-冷却剂散热器 136。固定隔板 154 通过将由第一冷却风扇和第二冷却风扇提供的空气引导至特定构件以从不同流体中排出热量, 从而提高了冷却效率。

[0041] 第二冷却闸门 146 定位在第一空气-冷却剂散热器 134、第二空气-冷却剂散热器 136 和第一风扇 126 以及第二风扇 128 之间。第二冷却闸门 146 可调整, 从而调整提供给第一空气-冷却剂散热器和第二空气-冷却剂散热器的空气流。例如, 可关闭第二冷却闸门 146, 以防止由第一风扇 126 和第二风扇 128 提供的空气流到达第一空气-冷却剂散热器 134 和第二空气-冷却剂散热器 136。此外, 第二冷却闸门 146 当关闭时为自然的常规热交换器减少了损失。另一方面, 可打开第二冷却闸门 146, 以容许由第一风扇 126 和第二风扇 128 提供的空气流到达第一空气-冷却剂散热器 134 和第二空气-冷却剂散热器 136。在一些实施方案中, 可将第二冷却闸门 146 的开度可变地调整至打开位置和关闭位置之间的不同位置, 以使空气流节流, 从而容许期望的量的空气到达空气-冷却剂散热器。如此的冷

却闸门控制可利用不可调整的风扇来实现,从而提高空气流控制能力。在一些实施方案中,控制器 124 调整第二冷却闸门 146,以控制提供给空气-冷却剂散热器的空气流。例如,当发动机温度低于第二指定阈值时,控制器可操作以关闭第二冷却闸门。此外,当发动机的负荷低于第三指定阈值时,控制器可操作以关闭第一冷却闸门和第二冷却闸门。通过在如此的条件期间关闭冷却闸门,减少了发动机冷却剂的过冷,因而容许发动机冷却剂更快速地加热至合适的操作温度。

[0042] 冷却剂-油冷却器 138 可操作以在发动机冷却剂冷却回路中接收来自第二空气-冷却剂散热器 136 的发动机冷却剂。冷却剂-油冷却器 138 接收发动机油,其从集油盘 142 被油泵 140 泵送。油循环经过冷却剂-油冷却器 138,并在返回集油盘 142 之前流向发动机 102,从而形成油冷却回路。冷却剂-油冷却器 138 在发动机冷却剂和发动机油之间来回传递热量。冷却剂-油冷却器 138 在油和发动机冷却剂回路中用作缓和器,以驱使油温朝向发动机冷却剂温度,使得发动机 102 的内侧的多个缸 104 和相对应的活塞不会膨胀到水套 130 中。在发动机冷却剂温度和油温之间的如此的缓和可尤其适用于其中活塞通过油喷或其它用于活塞冷却的油的应用而冷却的发动机配置。

[0043] 发动机冷却剂从冷却剂-油冷却器 138 流向空气-冷却剂中间冷却器 120,以从流经多级冷却组件 118 的燃烧空气排出热量,之后返回冷却剂泵 132,以完成发动机冷却剂冷却回路。

[0044] 在所示的实施方案中,控制器 124 是计算装置,例如微型计算机,其包括处理器单元、输入/输出端口、存储器和数据总线。控制器 124 从联接至发动机 102 的传感器接收各种信号;控制器可配置为使用信号中的一个或多个作为用于发动机 102 的热控制的基础。例如,控制器 124 接收来自空气温度传感器 148 的歧管空气温度信号、来自冷却剂温度传感器 150 的发动机冷却剂温度以及来自油温传感器 152 的油温。除了上述的那些信号之外,控制器 124 还接收来自其它发动机传感器的信号,例如发动机歧管压力、升压压力、发动机位置、发动机速度、发动机负荷、空气燃料比、排出温度、周围温度等等。

[0045] 控制器 124 可操作以基于接收自或来源于不同传感器信号的不同操作参数而调整发动机 102 中的各种促动器,从而控制发动机 102 的温度。例如,控制器 124 提供第一风扇 126、第二风扇 128、第一冷却闸门 144、第二冷却闸门 146 和/或进气门 110 的反馈控制,以调整发动机 102 的温度。

[0046] 在一些实施方案中,控制器 124 可操作以基于操作参数例如歧管空气温度而调整由第一风扇 126 提供的空气流。在如此的实施方案中,相对于空气-冷却剂散热器而言,可通过固定隔板 154 将来自第一风扇 126 的更大量的空气流引导至多级冷却组件 118,以冷却燃烧空气。

[0047] 在一些实施方案中,控制器 124 可操作以基于操作参数例如发动机冷却剂温度而调整由第二风扇 128 提供的空气流。在如此的实施方案中,第二风扇 128 可向两个风扇的空气-冷却剂散热器 134 和 136 提供更大量的空气流,并因而可由两个风扇对发动机冷却剂的温度控制具有最大的影响。

[0048] 在一些实施方案中,控制器 124 可操作以基于相同的操作参数例如歧管空气温度而调整由第一风扇 126 提供的空气流并调整由第二风扇 128 提供的空气流。在如此的实施方案中,可期望简化的结构和控制。例如,两个风扇均可通过相同的控制信号而被调整。

[0049] 在一些实施方案中,控制器 124 独立于第二风扇 128 而操作第一风扇 126。作为一个示例,控制器 124 可操作以基于第一操作参数而调整由第一风扇 126 提供的空气流,并基于与第一操作参数不同的第二操作参数而调整由第二风扇 128 提供的空气流。例如,第一风扇 126 的操作基于歧管空气温度调整,并且第二风扇 128 的操作基于发动机冷却剂温度调整。调整由第一风扇和第二风扇提供的空气流可包括改变风扇的驱动电动机的速度,或者在恒定的风扇电动机的速度下改变风扇的叶片间距。在一些实施方案中,控制器 124 以相反的操作来操作第一风扇 126 或第二风扇 128,以清洁发动机冷却设备的热交换器和进口系统。

[0050] 此外,控制器 124 可操作以调整第一冷却闸门 144 和第二冷却闸门 146,从而提供发动机 102 的热控制。在一些实施方案中,控制器 124 可操作以协同地调整第一冷却闸门 144 和第二冷却闸门 146。例如,只要歧管空气温度低于指示期望的燃烧温度的阈值温度,那么控制器 124 就关闭这两个冷却闸门。作为另一示例,在低发动机负荷条件期间,控制器 124 关闭第一冷却闸门 144 和第二冷却闸门 146。因为由风扇提供的发动机冷却剂和空气用于控制流经多级冷却组件 118 的燃烧空气的温度,因而关闭这两个冷却闸门具有防止燃烧空气被任一流体过度冷却的效应。

[0051] 在一些实施方案中,控制器 124 可操作以在独立于调整第二冷却闸门 146 的条件下调整第一冷却闸门 144。例如,只要歧管空气温度低于指示期望的燃烧温度的阈值温度,那么控制器 124 就关闭第一冷却闸门 144,并且只要发动机冷却剂温度低于指示发动机温度的阈值温度,就关闭第二冷却闸门 146,该发动机温度不同于燃烧温度。冷却闸门的独立控制可实现更精密的发动机的热控制,因为不同的构件可以以不同的速率加热或冷却,并且可调整冷却闸门,以适应如此的构件各自的热特性。

[0052] 在一些实施方案中,控制器 124 可操作以基于操作条件而将进气门 110 调整至第一位置,该第一位置将进气从发动机舱提供给进气通道,或者调整至第二位置,该第二位置将周围环境空气提供给进气通道。例如,当周围空气低于阈值温度并且歧管空气温度低于阈值温度时,控制器 124 将进气门 110 调整至第一位置,以从发动机舱提供更暖的空气来加热燃烧空气。作为另一示例,当歧管空气温度高于阈值温度时,控制器 124 将进气门 110 调整至第二位置,以从周围环境中提供更冷的空气,以用于更致密的进气增压。

[0053] 在包括可变压缩涡轮增压器例如可变几何涡轮增压器的实施方案中,控制器 124 可操作以基于操作参数例如歧管空气温度而调整由压缩机 114 产生的压缩的量。例如,控制器 124 调整涡轮增压器 116,以提高压缩,从而将燃烧空气加热至期望的温度。

[0054] 图 2 示意性地显示了热管理系统 200 的另一实施例,其可操作以控制内燃机 102 的流体和构件的温度。除了热管理系统 100 的燃烧空气冷却回路和发动机冷却剂冷却回路之外,热管理系统 200 还包括扩展的油冷却回路。例如,更高能力的油冷却回路可被采用于更小的发动机布局,其由于更少的表面区域从油中传递热量而提高了排热要求。

[0055] 与热管理系统 100 的构件可能基本相同的热管理系统 200 的构件以相同的方式来标识,并且不进一步描述。然而,应该注意的是,在本公开的不同实施例中以相同方式标识的构件可至少部分地不同。

[0056] 油冷却回路包括第一油泵 140 和第二油泵 202 以泵送来自集油盘 142 的油。第一油泵 140 使油从发动机 102 循环经过冷却剂-油冷却器 138,从而驱使油温朝向发动机冷却

剂温度。第二油泵 202 使油从发动机循环经过空气-油散热器 204, 从而通过横跨空气-油散热器 204 的空气流而从油中排出热量。在一些实施方案中, 第一油泵 140 是高压油泵, 其泵送油经过包括冷却剂-油冷却器 138 的更高压油回路, 并且第二油泵 202 是低压油泵, 其泵送油经过包括空气-油散热器 204 的更低压油回路。更低压油回路在比更高油压回路更低的油压下操作。在如此的实施方案中, 来自内部发动机油回路中的用于冷却发动机 102 的内侧的发动机活塞和轴承而被加热的油稳定于集油盘 142, 并且被低压油泵 202 泵送经过空气-油散热器 204, 并且返回管线将已冷却的油引导至高压油泵 140 的进口, 其使油在返回集油盘 142 之前循环经过冷却剂-油冷却器 138。如果返回集油盘 142 的更低压油回路的流量高于被吸入更高压油回路中的油流量(例如在发动机正常操作期间), 那么集油盘 142 内的更高压油回路的入口溢出, 并且油离开入口而进入集油盘 142 中。如果返回集油盘 142 的更低压油回路的流量低于被吸入更高压油回路中的油流量(例如在发动机起动期间), 那么集油盘 142 内的更高压油回路的入口不溢出, 并且集油盘 142 中的一些部分油将与从更低压油回路返回的油相混合, 并且更高压油回路将不急需油流。这样, 可随着温度以及其它操作条件的变化而将油充分地提供给更低压油回路和更高压油回路。

[0057] 除了扩展的油冷却回路之外, 热管理系统 200 还包括额外的冷却剂散热器环路旁路管线 209, 以横跨发动机 102 的操作条件而增强发动机冷却剂温度的控制。旁路管线 209 将至少一些发动机冷却剂从水套 130 引导至冷却剂泵 132, 而非经过空气-冷却剂散热器 134。旁路阀 208 定位在旁路管线 209, 以调整流经旁路管线 209 的发动机冷却剂的量。控制器 124 可基于操作参数例如发动机冷却剂温度而操作以调整旁路阀 208 的状态。例如, 当冷却的发动机冷却剂温度低时, 例如在起动条件期间, 控制器 124 调整旁路阀 208, 以引导发动机冷却剂经过旁路管线 209, 从而更快速地提高发动机冷却剂温度。

[0058] 在所示的实施方案中, 第一风扇 126 可操作以将空气流提供给多级冷却组件 118、空气-冷却剂散热器 134 和 136、以及空气-油散热器 204。在一些实施方案中, 固定隔板 154 根据固定百分比而被动地将由第一风扇 126 提供的空气流不均匀地分流到多级冷却组件 118、空气-冷却剂散热器 134 和 136、以及空气-油散热器 204。例如, 固定隔板 154 将来自第一风扇 126 的空气流的百分之六十引导至多级冷却组件 118, 将来自第一风扇 126 的空气流的百分之二十引导至空气-冷却剂散热器 134 和 136, 并且将来自第一风扇 126 的空气流的百分之二十引导至空气-油散热器 204。如此的分流百分比是作为一个示例而描述的, 并且应该懂得, 可由固定隔板使空气流根据任何合适的百分比分流。第二风扇 128 可操作以将空气流提供给空气-冷却剂散热器 134 和 136 以及空气-油散热器 204。在一些实施方案中, 第二隔板 206 被动地将由第二风扇 128 提供的空气流分流至空气-冷却剂散热器 134 和 136 以及空气-油散热器 204。在一些实施方案中, 空气流可被不均匀地分流。在一些实施方案中, 空气流可被均匀地分流。

[0059] 在一些实施方案中, 控制器 124 基于油温而调整由第一风扇 126 提供的空气流, 调整由第二风扇 128 提供的空气流, 或者调整由第一风扇 126 和第二风扇 128 两者提供的空气流。在一些实施方案中, 控制器 124 基于燃烧空气温度、发动机冷却剂温度和油温而调整由第一风扇 126 和第二风扇 128 提供的空气流。

[0060] 图 3 示意性地显示了热管理系统 300 的另一实施例, 其可操作以控制内燃机 102 的流体和构件的温度, 内燃机 102 包括两级涡轮增压器配置。热管理系统 300 在来自两级涡



轮增压器的各级压缩之后从进气中排出热量,以通过提高进气增压密度而减少燃料消耗。发动机 102 还包括排气再循环 (EGR) 配置,从而使再循环的排气与用于燃烧的进气相混合。热管理系统 300 从再循环的排气中排出热量,以提高燃烧空气的增压密度并降低燃烧室温度,从而减少  $\text{NO}_x$  排放。热管理系统 300 包括三风扇配置,以提供合适的量的空气流来冷却发动机 102 中的各个不同的冷却回路。

[0061] 与热管理系统 200 的构件可能基本相同的热管理系统 300 的构件以相同的方式来标识,并且不进一步描述。然而,应该注意的是,在本公开的不同实施例中以相同方式标识的构件可至少部分地不同。

[0062] 包括第二压缩机 304 的第二涡轮增压器 302 在多级冷却组件 118 下游定位在由进气结构 106 形成的进气通道。在燃烧空气已经被多级冷却组件 118 冷却之后,第二压缩机 304 第二次提高燃烧空气的压力。空气-空气热交换器 306 定位在第二压缩机 304 和多个缸 104 之间的进气通道。空气-空气热交换器 306 从被第二压缩机 304 压缩的燃烧空气中排出热量,从而减少燃烧空气的温度,同时保持提高的增压密度。

[0063] 空气-空气热交换器 306 通过第一风扇 126 而提供空气流,用于冷却燃烧空气。在所示的实施方案中,第一风扇 126 可操作以将空气流提供给多级冷却组件 118 和空气-空气热交换器 306。相应地,第二风扇 128 将空气流提供给空气-冷却剂散热器 134 和 136。第三冷却闸门 308 定位在空气-空气热交换器 306 和第一风扇 126 之间。第三冷却闸门是可调整的,从而调整提供给空气-空气热交换器 306 的空气流。例如,只要歧管空气温度低于温度阈值,那么控制器 124 就关闭第三冷却闸门 308,从而有助于将燃烧空气加热至期望的温度,并抑制过冷。在一些实施方案中,第三冷却闸门 308 独立于第二冷却闸门 308 而调整。例如,可基于歧管空气温度来调整第三冷却闸门 308,并且可基于发动机冷却剂温度来调整第二冷却闸门 146。此外,第三风扇 316 可操作以将空气流提供给空气-冷却剂散热器 134 和 136。

[0064] 继续参照图 3,冷却剂-EGR 气体中间冷却器 314 定位在冷却剂泵 132 和第一空气-冷却剂散热器 134 之间的发动机冷却剂回路。发动机冷却剂被冷却剂泵 132 泵送经过冷却剂-EGR 气体中间冷却器 314,从而将循环经过冷却剂-EGR 气体中间冷却器 314 的排气冷却。冷却剂-EGR 气体中间冷却器 314 流通地定位在排出歧管 312 和进口歧管 310 之间。被多个缸 104 排出的排气流经冷却剂-EGR 气体中间冷却器 314,在冷却剂-EGR 气体中间冷却器 314,排气被冷却并被引导至进口歧管 310,以用于燃烧。

[0065] 在一些实施方案中,发动机 102 以由指定的供体缸产生 EGR 气体来操作。具体而言,由供体缸组(例如至少一个缸)产生的排气被再循环至进口歧管,并且,由非供体缸组产生的排气被引导至排出管。在所示的实施方案中,第一排出结构 312 限定了第一排出通道,经过该第一排出通道而联接至多个缸 104 的第一缸组。第一排出结构 312 将排气从第一缸组经过冷却剂-EGR 气体中间冷却器 314 而提供给进口通道。第二排出结构 108 限定了第二排出通道,经过该第二排出通道而联接至多个缸 104 的第二缸组。第二排出结构 108 将排气从第二缸组提供给排出管。

[0066] 通过使来自供体缸的排气进行再循环,从而可对非供体缸减小排出峰值压力,以提高非供体缸中的燃烧效率。然而,来自供体缸的排气的再循环可增加进口歧管中的燃烧空气增压湍流,其可能导致燃烧一致性的降低。为了减少进口歧管中的湍流,冷却剂-EGR

气体中间冷却器 314 包括进口歧管 310 中的 EGR 气体出口,其被定向成与离开空气-空气热交换器 306 的增压空气的流动方向相反的流动方向。通过沿与进气相反的方向提供来自供体缸的 EGR 气体,从而可在更大的进口歧管的距离上提高 EGR 气体和进气的混合,以提供更均匀的燃烧空气。

[0067] 图 4 示意性地显示了热管理系统 400 的另一实施例,其可操作以控制内燃机 102 的流体和构件的温度,内燃机 102 包括两级涡轮增压器配置和扩展的油冷却回路。热管理系统 400 包括三风扇配置,以提供合适量的空气流来冷却发动机 102 中各个不同的冷却回路。

[0068] 与热管理系统 300 的构件可基本相同的热管理系统 400 的构件以相同的方式来标识,并且不进一步描述。然而,应该注意的是,在本公开的不同实施例中以相同方式标识的构件可至少部分地不同。

[0069] 在所示的实施方案中,第一风扇 126 可操作以将空气流提供给多级冷却组件 118 和空气-空气热交换器 306。在一些实施方案中,在多级冷却组件 118 和空气-空气热交换器 306 之间,固定隔板 154 被动地将由第一风扇 126 提供的空气流均匀地分流。第二风扇 128 可操作以将空气流提供给空气-冷却剂散热器 134 和 136 以及空气-油散热器 204。第三风扇 316 可操作以将空气流提供给空气-冷却剂散热器 134 和 136 以及空气-油散热器 204。在一些实施方案中,在空气-冷却剂散热器 134 和 136 与空气-油散热器 204 之间,第二隔板 404 被动地将由第二风扇 128 提供的空气流均匀地分流,并且在空气-冷却剂散热器 134 和 136 与空气-油散热器 204 之间,被动地将由第三风扇 316 提供的空气均匀地分流。注意隔板 154 和 404 均使由不同冷却风扇提供的空气被动地分流,从而将空气引导至热管理系统的不同冷却构件。

[0070] 在一些实施方案中,控制器 124 可操作以基于第一操作参数而调整由第一风扇 126 提供的空气流,并且基于不同的操作参数而调整由第二风扇 128 和第三风扇 316 提供的空气流。例如,控制器 124 可操作以基于歧管空气温度而调整由第一风扇 126 提供的空气流,并基于发动机冷却剂温度、油温、或者发动机冷却剂温度和油温两者而调整由第二风扇 128 和第三风扇 316 提供的空气流。在一些实施方案中,控制器 124 可操作以基于歧管空气温度而调整由第一风扇 126 提供的空气流,基于发动机冷却剂温度而调整由第二风扇 128 提供的空气流,并且基于油温而调整由第三风扇 316 提供的空气流。因此,可独立地控制各个风扇,以提供不同量的空气流,从而恰当地冷却发动机 102 的各个冷却回路。

[0071] 在所示的实施方案中,从空气-冷却剂中间冷却器 120 输出的冷却剂与发动机 102 和水套 130 的下游的冷却剂-EGR 气体中间冷却器 314 的出口的下游的冷却剂相混合。

[0072] 图 5 示意性地显示了热管理系统 500 的另一实施例,其可操作以控制内燃机 102 的流体和构件的温度。热管理系统 500 包括两级涡轮增压器配置、改进的冷却剂冷却回路以及扩展的油冷却回路。热管理系统 500 包括发动机冷却回路,其中,被油冷却回路进行热操纵的发动机冷却剂被引导经过多级冷却组件 118。

[0073] 与热管理系统 400 的构件可基本相同的热管理系统 500 的构件以相同的方式来标识,并且不进一步描述。然而,应该注意的是,在本公开的不同实施例中以相同方式标识的构件可至少部分地不同。

[0074] 冷却剂-油冷却器 138 在油和发动机冷却剂回路中用作缓和器,以驱使油温朝向

发动机冷却剂温度,使得发动机 102 的内侧的多个缸 104 和相对应的活塞不会膨胀到水套 130 中。在发动机冷却剂温度和油温之间的如此的缓和可尤其适用于其中活塞通过油喷或其它用于活塞冷却的油的应用而冷却的发动机配置。

[0075] 发动机冷却剂从冷却剂-油冷却器 138 流向空气-冷却剂中间冷却器 120,以从流经多级冷却组件 118 的燃烧空气排出热量,之后返回冷却剂泵 132,以完成发动机冷却剂冷却回路。与来自冷却剂泵的平行环路相反,通过将发动机冷却剂引导至空气-冷却剂中间冷却器 120,从而可相对于图 3 所示的配置而实现不同的热传递平衡。如此的配置促进了冷却回路中更高的操作冷却剂温度,其导致由冷却风扇 126 和 128 产生的期望的空气流的减少。期望的空气流的减少可使风扇马力减少,这是因为可采用更小的风扇,并且/或者可使燃料消耗减少,这是因为可更不频繁地操作风扇。

[0076] 油冷却回路相对于图 3 的配置而进一步增强。具体而言,油冷却回路包括恒温器 504,其定位在来自冷却剂-油冷却器 138 和集油盘 142 的返回管线的固定旁路。恒温器 504 和旁路促进了在平均周围日常操作条件期间的操作油温的提高。具体而言,旁路在油冷却回路中提供了额外的油行进长度,使得油不频繁地行进经过油冷却构件。由恒温器和旁路实现的油温的提升容许减少由冷却风扇 126 和 128 产生的期望的空气流,这导致风扇尺寸和/或燃料消耗的减少。在更高的油温下,例如由于更高的周围日常操作所造成的更高的油温下,恒温器 504 自动地关闭,以切断旁路,从而限制油温的提高以免超过上温度阈值。

[0077] 图 6-7 示意性地显示了多级冷却组件 118 的实施例。多级冷却组件包括与空气-空气热交换器部分 122 串联的空气-冷却剂中间冷却器部分 120。通过使用两种不同的流体(即发动机冷却剂和空气)冷却进气,燃烧空气温度控制精度的提高通过更精细的调节能力而得以实现。此外,通过将空气-冷却剂中间冷却器部分整合到多级冷却组件中,相对于具有相同排热能力的空气-空气热交换器而言减少了整体管长度。

[0078] 多级冷却组件 118 包括本体 600,其形成了空气入口 602 和空气出口 604。多个外部翼片 702 从本体 600 的外部向外延伸。多个外部翼片 702 根据多个外部翼片 702 相对于本体 600 的外部的的位置而不同。在一些实施方案中,多个外部翼片 702 在翼片类型方面不同。例如,多个外部翼片 702 的第一区域 612 包括相对于彼此而相等地间隔开的扁平翼片,并且多个外部翼片 702 的第二区域 616 包括相对于彼此而相等地间隔开的百叶窗翼片(louvered fins)。在一些实施方案中,多个外部翼片 702 在翼片密度方面不同。例如,多个外部翼片 702 的第三区域 610 包括沿右侧方向移动的更紧密地间隔开的扁平翼片。作为另一示例,多个外部翼片 702 的第四区域 614 包括沿左侧方向移动的更紧密地间隔开的百叶窗翼片。作为一个特殊的示例,多个外部翼片 702 在翼片密度方面沿着本体 600 的管道长度变化,大致为 3.14 个翼片每厘米至 4.33 个翼片每厘米(或者在 8 个翼片每英寸至 11 个翼片每英寸)之间。如此,多个外部翼片 702 包括外部翼片的第一部分和第二部分,第一部分具有大致 3.14 个翼片每厘米(或 8 个翼片每英寸)的翼片密度,第二部分具有大致 4.33 个翼片每厘米(或 11 个翼片每英寸)的翼片密度。在一些实施方案中,多个外部翼片 702 在翼片类型及翼片密度方面均不同。

[0079] 所造成的多个外部翼片的分布产生了横跨多个外部翼片 702 而移动的空气流中的压力降,其使空气流以确定的量分布横跨本体 600 的外部。通过沿着本体 600 的外部长度而改变外部翼片类型或外部翼片数目,从而可使风扇空气流分布更均匀或分散,以提高

来自空气 - 空气热交换器部分 122 的整体热传递。例如, 布置带有更高和更低单元风扇空气流压力降的翼片, 从而在空气 - 空气热交换器部分 122 的本体 600 的外部提供来自风扇的空气流的被动分布。

[0080] 在一些实施方案中, 风扇冷却空气并非均匀分布的, 而是基于温差进行分布的, 从而基于回路流体 (例如燃烧空气和风扇空气流) 之间的物理热传递而提供最大的热传递。例如, 流体之间的高的初始温差可需要或可不需要更高或更低的空气流速以实现最大的热传递。

[0081] 空气 - 冷却剂中间冷却器部分 120 定位在本体 600 的内部, 并邻近空气入口 602。空气 - 冷却剂中间冷却器部分 120 包括冷却剂供应入口 606 和冷却剂返回出口 608。空气 - 冷却剂中间冷却器部分 120 基本上横跨本体 600 的内部周边, 从而产生大的表面区域, 以与流经空气 - 冷却剂中间冷却器部分 120 的中心的燃烧空气相互作用。换言之, 空气 - 冷却剂中间冷却器部分 120 在多级冷却组件 118 的本体 600 的一部分中形成了冷却套管。基于操作条件, 空气 - 冷却剂中间冷却器部分 120 提供了燃烧空气的加热或冷却。例如, 在低发动机负荷和低周围温度条件期间, 流经空气 - 冷却剂中间冷却器部分 120 的发动机冷却剂加热燃烧空气。作为另一示例, 在更高发动机负荷和更高周围温度条件期间, 空气 - 冷却剂中间冷却器部分 120 用作与提供额外的冷却的空气 - 空气热交换器部分 122 串联的第一冷却器。

[0082] 空气 - 空气热交换器部分 122 包括从本体 600 的内部向内延伸的多个内部翼片 704。多个内部翼片 704 根据多个内部翼片 704 相对于本体 600 的内部的的位置而不同。在一些实施方案中, 多个内部翼片 704 在翼片类型方面不同。例如, 多个内部翼片 704 包括百叶窗翼片和扁平翼片。在一些实施方案中, 多个内部翼片 674 在翼片密度方面不同。作为一个特殊的示例, 多个内部翼片 704 在翼片密度方面变化, 大致在 3.93 个翼片每厘米和 6.69 个翼片每厘米 (或者 10 个翼片每英寸至 17 个翼片每英寸) 之间。如此, 多个内部翼片 704 包括内部翼片的第一部分和第二部分, 第一部分具有大致 3.93 个翼片每厘米 (或 10 个翼片每英寸) 的翼片密度, 第二部分具有大致 6.69 个翼片每厘米 (或 17 个翼片每英寸) 的翼片密度。例如, 第一部分可包括多个内部翼片 704 的 25%, 并且第二部分可包括多个内部翼片 704 的 75%。在一些实施方案中, 多个内部翼片 704 在翼片类型及翼片密度方面均不同。多个内部翼片 704 在翼片类型、翼片密度、或翼片类型及翼片密度两方面不同, 以引导燃烧空气经过内部路径 706, 导致燃烧空气的流在操作条件期间仅横跨本体的内部的一部分而移动。

[0083] 在所示的实施方案中, 空气流的内部路径 706 通过将百叶窗翼片定位在本体的内部的右侧而形成, 从而使进入空气入口 602 的空气横跨空气 - 冷却剂中间冷却器部分 120 的宽度而引导至本体 600 的左侧。笔直的翼片定位成容许空气沿着左侧经过本体 600 的长度而行进至空气出口 604。注意空气流的内部路径 706 可能仅在一些条件下形成。例如, 燃烧空气在低空气流条件下, 如发动机空转的条件下, 沿着内部路径 706 被引导。在低的发动机负荷和低的环境操作期间, 该被动的空气流动方向避免了燃烧空气在被水基中间冷却器加热之后发生过冷, 从而当没有来自涡轮增压器压缩机的压缩加热时保持进入发动机的燃烧空气温度。空气流的内部路径 706 仅容许空气 - 空气热交换器部分 122 的一部分用于热传递, 这是因为燃烧空气不与本体 600 的整个内表面区域相接触。另一方面, 一旦燃烧空气

提高到阈值流速之上,空气流可绕过内部路径 706,并流经本体 600 的内部的其它部分,从而促进燃烧空气的排热提高。

[0084] 图 8 显示了热管理方法 800 的实施例的流程图。在一个示例中,热管理方法 800 通过图 1-5 中所示的控制器 124 来执行。在 802 中,方法 800 包括确定与发动机相关联的操作条件。确定操作条件包括接收指示操作参数的传感器信号。例如,由控制器 124 接收的传感器信号包括歧管空气温度、发动机冷却剂温度、油温、周围空气温度、EGR 气体温度、发动机速度、发动机负荷、升压压力等等。确定操作条件可包括确定不同构件的状态。例如,由控制器 124 确定的构件状态包括风扇操作状态、冷却闸门位置、冷却剂泵操作状态、油泵操作状态、涡轮增压器位置、进气门位置、旁路阀位置、发动机位置等等。

[0085] 在 804 中,方法 800 包括基于操作参数而调整风扇。调整风扇包括调整由风扇提供的空气流。在一些实施方案中,调整风扇是二元操作。例如,控制器 124 基于操作参数而打开或关闭风扇。在一些实施方案中,调整风扇包括提高或减少由风扇提供的空气流。例如,控制器 124 通过调整风扇的马达速度而调整由风扇提供的空气流。作为另一示例,控制器 124 通过调整风扇的风扇叶片间距而调整由风扇提供的空气流。基于相同的操作参数,通过调整由不同风扇提供的空气流,从而以简化的方式来执行热管理。

[0086] 在一些实施方案中,调整风扇包括基于相同的操作参数而调整多个风扇。例如,控制器 124 基于歧管空气温度而调整由图 1 中的第一风扇 126 和第二风扇 128 提供的空气流。在一些实施方案中,基于不同的操作参数而独立地调整风扇。在一个特殊的示例中,调整风扇包括基于第一操作参数而调整由第一风扇提供的空气流,并且基于与第一操作参数不同的第二操作参数而调整由第二风扇提供的空气流。例如,控制器 124 基于歧管空气温度而调整由第一风扇 126 提供的空气流,并且基于发动机冷却剂温度而调整由第二风扇 128 提供的空气流。通过基于不同的操作参数而独立地调整由不同风扇提供的空气流,从而将不同的冷却水平提供给不同的冷却回路,以满足它们各自的排热需求。因此,提高了热控制精度。

[0087] 在 806 中,方法 800 包括基于操作参数而调整冷却闸门。如上所述,冷却闸门定位在热管理系统中的空气冷却构件和风扇之间。调整冷却闸门包括打开冷却闸门以容许空气流到达空气冷却构件,关闭冷却闸门以防止空气流到达空气冷却构件,或者将冷却闸门调整至打开和关闭之间的位置,从而使到达冷却构件的空气流节流。在一些实施方案中,调整冷却闸门包括基于相同的操作参数而调整多个冷却闸门。例如,只要燃烧空气低于温度阈值,那么控制器 124 就关闭图 1 中的第一冷却闸门 144 和第二冷却闸门 146 以防止燃烧空气的过冷。作为另一示例,在低的发动机负荷条件期间,当燃烧空气流低且涡轮增压器压缩低时,控制器 124 关闭第一冷却闸门和第二冷却闸门以防止燃烧空气的过冷。

[0088] 在一些实施方案中,基于不同的操作参数而独立地调整冷却闸门。在一个特殊的示例中,用于控制提供给多级冷却组件的空气流的第一冷却闸门基于第一操作参数而调整,并且用于控制提供给空气-冷却剂散热器的空气流的第二冷却闸门基于与第一操作参数不同的第二操作参数而调整。例如,控制器 124 基于歧管空气温度而调整第一冷却闸门,并且基于发动机冷却剂温度而调整第二冷却闸门。作为另一示例,控制器 124 在低的发动机温度条件期间关闭第一冷却闸门,在低的发动机冷却剂温度条件期间关闭第二冷却闸门,并且在低的发动机负荷条件期间关闭第一冷却闸门和第二冷却闸门。通过基于不同的

操作参数而独立地调整不同的冷却闸门,从而将不同的冷却水平提供给不同的冷却回路,以满足它们各自的排热需求。因此,提高了热控制精度。

[0089] 在 808 中,方法 800 包括基于操作参数而调整进气门。在一些实施方案中,图 1 的进气门 110 基于周围空气温度和歧管空气温度而调整。例如,当周围温度和歧管空气温度低于相应的温度阈值时,控制器 124 将进气门调整至第一位置,其将进气通道与发动机舱连接,从而将进气从发动机舱提供给进气通道。相对于更冷的周围环境空气而言,从发动机舱提供的更暖的空气促进了燃烧空气更快速的加热。相应地,一旦歧管空气温度已提高到超过温度阈值,那么控制器 124 就将进气门调整至第二位置,其将进气通道与发动机舱的外侧的环境连接,从而将周围环境空气提供给进气通道。相对于发动机舱中的空气而言,更冷的周围空气提供了更大的增压密度和发动机冷却。

[0090] 应该懂得,在一些实施方案中,在不脱离本公开的范围的情况下,方法 800 可省略上述步骤中的一个或多个。

[0091] 另一实施例涉及热管理系统。该系统包括进气结构,其限定了进气通道,经过该进气通道而联接至发动机中的多个缸。该系统还包括多级冷却组件,其定位在进气通道。多级冷却组件包括本体以及从本体的外部向外延伸的多个外部翼片,本体形成了空气入口和空气出口。多个外部翼片根据多个外部翼片相对于本体的外部的的位置而在翼片类型、翼片密度、或者翼片类型及翼片密度两方面不同。多级冷却组件还包括空气-冷却剂中间冷却器,其定位在本体的内部并邻近空气入口。系统还包括第一风扇和控制器,第一风扇可操作以将空气流提供给多级冷却组件的本体的外部,控制器可操作以基于操作参数而调整由第一风扇提供的空气流。

[0092] 在该系统的另一实施例中,操作参数为歧管空气温度。

[0093] 在该系统的另一实施例中,控制器可操作以调整第一风扇的速度,从而调整由第一风扇提供的空气流。

[0094] 在该系统的另一实施例中,控制器可操作以调整第一风扇的风扇叶片间距,从而调整由第一风扇提供的空气流。

[0095] 在该系统的另一实施例中,多个外部翼片(其在翼片类型方面不同)包括百叶窗翼片和扁平翼片。

[0096] 在该系统的另一实施例中,多级冷却组件还包括从本体的内部向内延伸的多个内部翼片。多个内部翼片根据多个内部翼片相对于本体的内部的位置而在翼片类型、翼片密度、或者翼片类型及翼片密度两方面不同。

[0097] 在该系统的另一实施例中,内部翼片引导燃烧空气经过内部路径,从而导致燃烧空气的流在操作条件期间仅横跨本体的内部的一部分而移动。

[0098] 在该系统的另一实施例中,多个内部翼片(其在翼片类型方面不同)包括百叶窗翼片和扁平翼片。

[0099] 在该系统的另一实施例中,系统还包括与多级冷却组件的空气-冷却剂中间冷却器流通地联接的空气-冷却剂散热器,以及第二风扇,其可操作以将空气流提供给空气-冷却剂散热器。控制器可操作以基于歧管空气温度而调整由第一风扇提供的空气流,并且基于发动机冷却剂温度而调整由第二风扇提供的空气流。

[0100] 另一实施例涉及热管理系统。该系统包括进气结构,其限定了进气通道,经过该进

气通道而联接至发动机中的多个缸。该系统还包括第一涡轮增压器和第二涡轮增压器,第一涡轮增压器包括定位在进气通道的第一压缩机,第二涡轮增压器包括定位在第一压缩机和多个缸之间的进气通道的第二压缩机。该系统还包括多级冷却组件,其定位在第一压缩机和第二压缩机之间的进气通道。多级冷却组件包括本体以及从本体的外部向外延伸的多个外部翼片,本体形成了空气入口和空气出口。多个外部翼片根据多个外部翼片相对于本体的外部的的位置而在翼片类型、翼片密度、或者翼片类型及翼片密度两方面不同。多级冷却组件还包括空气-冷却剂中间冷却器,其定位在本体的内部并邻近空气入口。该系统还包括定位在第二压缩机和多个缸之间的进气通道的空气-空气热交换器,以及与多级冷却组件的空气-冷却剂中间冷却器流通地联接的空气-冷却剂散热器。

[0101] 在热管理系统的另一实施例中,该系统还包括第一风扇,其可操作以将空气流提供给多级冷却组件的本体的外部、空气-空气热交换器和空气-冷却剂散热器。该系统还包括第二风扇,其可操作以将空气流提供给空气-冷却剂散热器。

[0102] 在热管理系统的另一实施例中,该系统还包括控制器,其可操作以基于第一操作参数而调整由第一风扇提供的空气流,并基于与第一操作参数不同的第二操作参数而调整由第二风扇提供的空气流。

[0103] 在热管理系统的另一实施例中,在第一操作条件期间,空气-冷却剂中间冷却器可操作以加热进气,并且在第二操作条件期间,空气-冷却剂中间冷却器可操作以冷却进气。

[0104] 另一实施例涉及一种热管理系统。该系统包括进气结构,其限定了进气通道,经过该进气通道而联接至发动机中的多个缸。该系统还包括第一涡轮增压器和第二涡轮增压器,第一涡轮增压器包括定位在进气通道的第一压缩机,第二涡轮增压器包括定位在第一压缩机和多个缸之间的进气通道的第二压缩机。该系统还包括多级冷却组件,其定位在第一压缩机和第二压缩机之间的进气通道,包括用于冷却进气的空气-冷却剂中间冷却器和用于冷却进气的第二空气-空气热交换器。该系统还包括第二空气-空气热交换器,其定位在第二压缩机和多个缸之间的进气通道。该系统还包括与多级冷却组件的空气-冷却剂中间冷却器流通地联接的空气-冷却剂散热器。该系统还包括第一风扇和第二风扇,第一风扇可操作以将空气流提供给多级冷却组件、第二空气-空气热交换器和空气-冷却剂散热器,第二风扇可操作以将空气流提供给空气-冷却剂散热器。该系统还包括控制器,其可操作以基于第一操作参数而调整由第一风扇提供的空气流,并基于与第一操作参数不同的第二操作参数而调整由第二风扇提供的空气流。

[0105] 在该系统的另一实施例中,第一操作参数为歧管空气温度,并且第二操作参数为发动机冷却剂温度。

[0106] 在另一实施例中,该系统还包括第一冷却闸门,其定位在多级冷却组件和第一风扇之间,可调整以调整提供给多级冷却组件的空气流。该系统还包括第二冷却闸门,其定位在第二空气-空气热交换器和第一风扇之间,可调整以调整提供给第二空气-空气热交换器的空气流。该系统还包括第三冷却闸门,其定位在空气-冷却剂散热器与第一风扇和第二风扇之间,可调整以调整提供给空气-冷却剂散热器的空气流。控制器可操作以独立于第二冷却闸门和第三冷却闸门而调整第一冷却闸门。

[0107] 在另一实施例中,该系统还包括空气-油散热器和第一油泵,其流通地联接在发

动机和空气-油散热器之间,从而使油从发动机循环至空气-油散热器。该系统还包括冷却剂-油冷却器以接收来自空气-冷却剂散热器的发动机冷却剂,并包括第二油泵,其流通地联接在发动机和冷却剂-油冷却器之间,从而使油在发动机和冷却剂-油冷却器之间循环。第二油泵可操作以泵送油经过冷却剂-油冷却器,从而驱使油温朝向发动机冷却剂温度。

[0108] 另一实施例涉及热管理系统。该系统包括进气结构,其限定了进气通道,经过该进气通道而联接至发动机中的多个缸。该系统还包括第一涡轮增压器和第二涡轮增压器,第一涡轮增压器包括定位在进气通道的第一压缩机,第二涡轮增压器包括定位在第一压缩机和多个缸之间的进气通道的第二压缩机。该系统还包括定位在第一压缩机和第二压缩机之间的进气通道的多级冷却组件,其包括用于冷却进气的空气-冷却剂中间冷却器和用于冷却进气的空气-空气热交换器。该系统还包括定位在第二压缩机和多个缸之间的进气通道的第二空气-空气热交换器,以及与多级冷却组件的空气-冷却剂中间冷却器流通地联接的空气-冷却剂散热器。该系统还包括与多级冷却组件的空气-冷却剂中间冷却器及空气-冷却剂散热器流通地联接的冷却剂-EGR 气体中间冷却器。该系统还包括空气-油散热器、第一油泵、第一风扇、第二风扇和第三风扇,第一油泵流通地联接在发动机和空气-油散热器之间,用于使油从发动机循环至空气-油散热器中,第一风扇可操作以将空气流提供给多级冷却组件和第二空气-空气热交换器,第二风扇可操作以将空气流提供给空气-冷却剂散热器和空气-油散热器,第三风扇可操作以将空气流提供给空气-冷却剂散热器和空气-油散热器。

[0109] 在另一实施例中,该系统还包括控制器,其可操作以基于歧管空气温度而调整由第一风扇提供的空气流,基于发动机冷却剂温度而调整由第二风扇提供的空气流,并基于油温而调整由第三风扇提供的空气流。

[0110] 在另一实施例中,该系统还包括限定了第一排出通道并限定了第二排出通道的排出结构,经过该第一排出通道而联接至多个缸的第一缸组,经过该第二排出通道而联接至多个缸的第二缸组。第一排出通道将排气从第一缸组提供给进口通道,并且第二排出通道将排气从第二缸组提供给排出管。冷却剂-EGR 气体中间冷却器包括沿流动方向定向在第一排出通道的 EGR 气体出口,该流动方向与离开第二空气-空气热交换器的增压空气的流动方向相反。

[0111] 另一实施例涉及热管理系统。该系统包括限定了进气通道的进气结构,经过该进气通道而联接至发动机中的多个缸。该系统还包括多级冷却组件,其定位在进气通道,包括用于冷却进气的空气-冷却剂中间冷却器和用于冷却进气的空气-空气热交换器。该系统还包括与多级冷却组件的空气-冷却剂中间冷却器流通地联接的空气-冷却剂散热器。该系统还包括第一风扇,其可操作以将空气流提供给多级冷却组件和空气-冷却剂散热器。该系统还包括第二风扇,其可操作以将空气流提供给空气-冷却剂散热器。该系统还包括控制器,其可操作以调整由第一风扇提供的空气流,调整由第二风扇提供的空气流,或者基于操作参数而调整由第一风扇提供的空气流和调整由第二风扇提供的空气流。

[0112] 在另一实施例中,该系统还包括空气-油散热器和第一油泵,其流通地联接在发动机和空气-油散热器之间,其可操作以使油从发动机循环至空气-油散热器中。该系统还包括冷却剂-油冷却器,其可操作以接收来自空气-冷却剂散热器的发动机冷却剂。该



系统还包括第二油泵,其流通地联接在发动机和冷却剂-油冷却器之间,其可操作以使油从发动机循环至冷却剂-油冷却器。第二油泵可操作以泵送油经过冷却剂-油冷却器,从而驱使油温朝向发动机冷却剂温度。第一风扇可操作以将空气流提供给多级冷却组件、空气-冷却剂散热器和空气-油散热器。第二风扇可操作以将空气流提供给空气-冷却剂散热器和空气-油散热器。

[0113] 在另一实施例中,控制器可操作以基于第一操作参数而调整由第一风扇提供的空气流,并基于与第一操作参数不同的第二操作参数而调整由第二风扇提供的空气流。

[0114] 在所附权利要求中,术语“包括”和“此处”用作相对应的术语“包含”和“其中”的通俗易懂的英语等效词汇。此外,在所附权利要求中,术语“第一”、“第二”、“第3”、“高”、“低”、“底”、“顶”、“上”、“下”等等仅用作标记,而非旨在对其物体强加数字或位置要求。如本文所使用,以单数叙述并以词“一”或“一个”处置的元件或步骤不应被理解为排除多个元件或步骤,除非明确地叙述了这样的排除。此外,对本公开的“一个实施例”的提及并不旨在释作排除也结合所叙述的特征的额外的实施例的存在。此外,除非明确陈述相反的情况,否则“包含”、“包括”或“具有”带有特殊性质的元件或多个元件的实施例可包括额外的不具有该性质的如此的元件。

[0115] 所撰写的说明书使用了示例来公开本发明,包括最佳模式,并能够使本领域的任何技术人员实践发明,包括制造并使用任何装置或系统且执行任何所合并的方法。发明的可专利的范围由权利要求限定,并可包括本领域的技术人员想到的其他示例。如果这样的其他示例具有与权利要求的字面语言没有区别的结构要素,或者如果这样的其他示例包括与权利要求的字面语言无实质区别的等同的结构元件,那么,这样的其他示例将在权利要求的范围内。

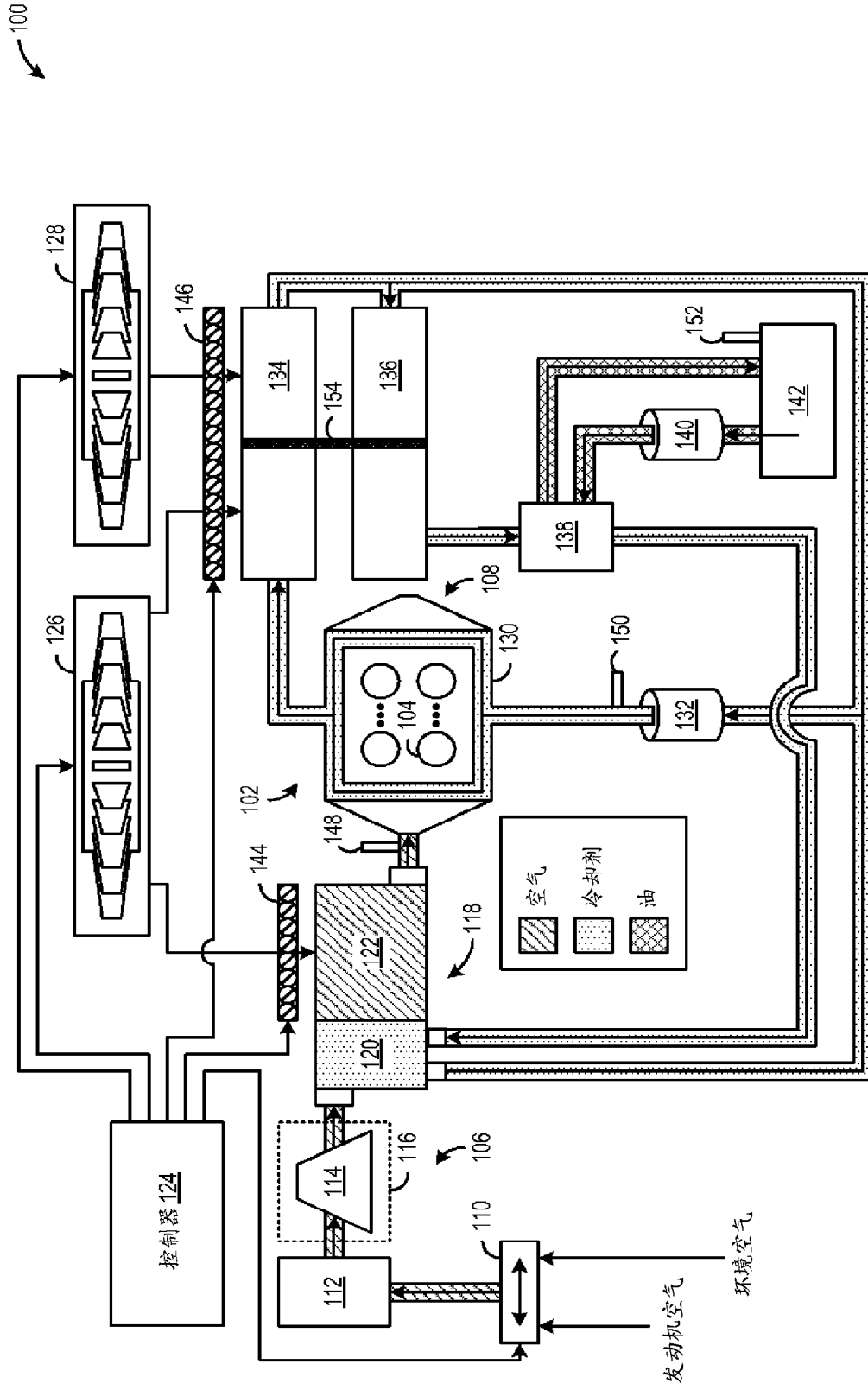


图 1

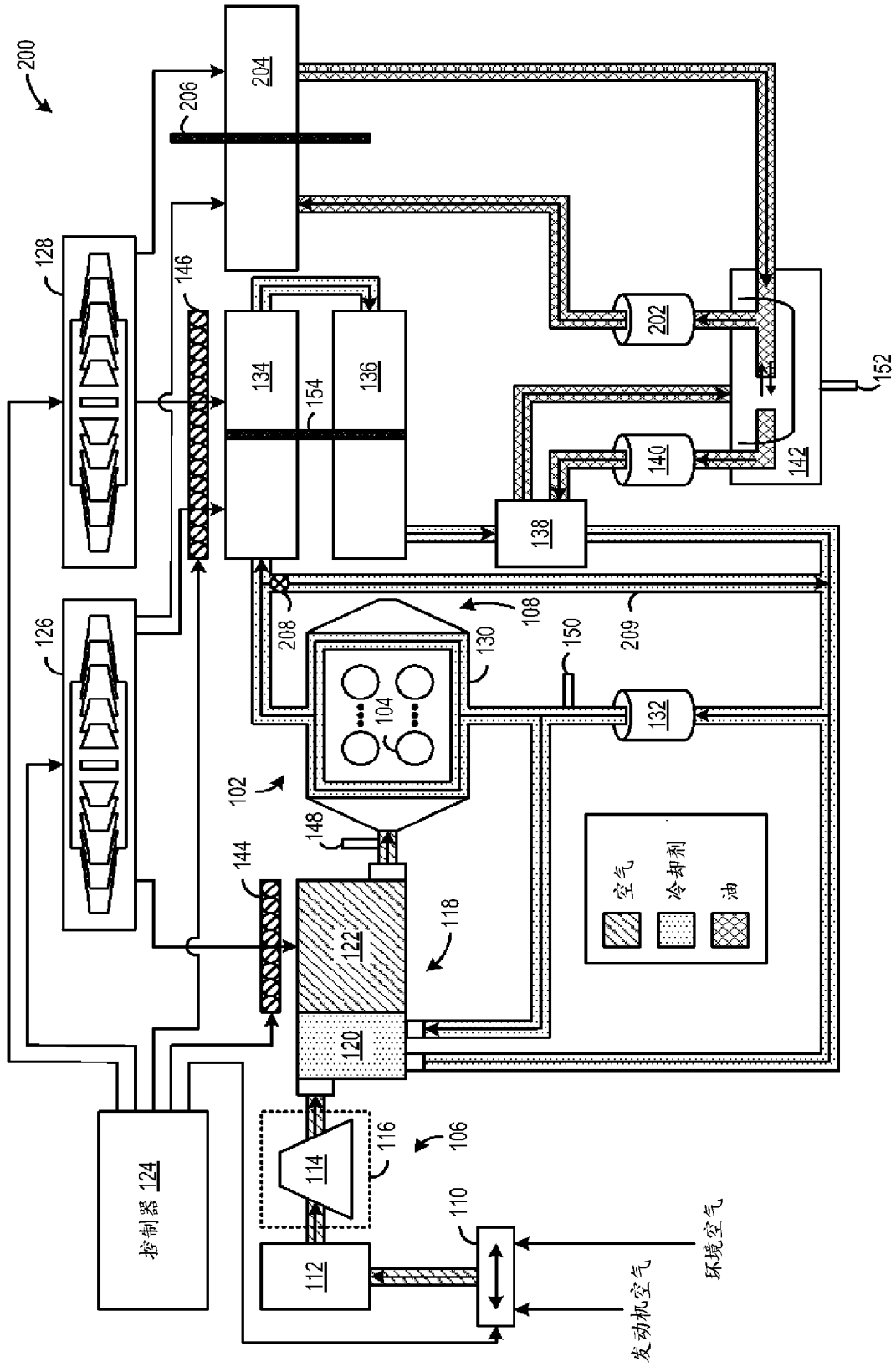
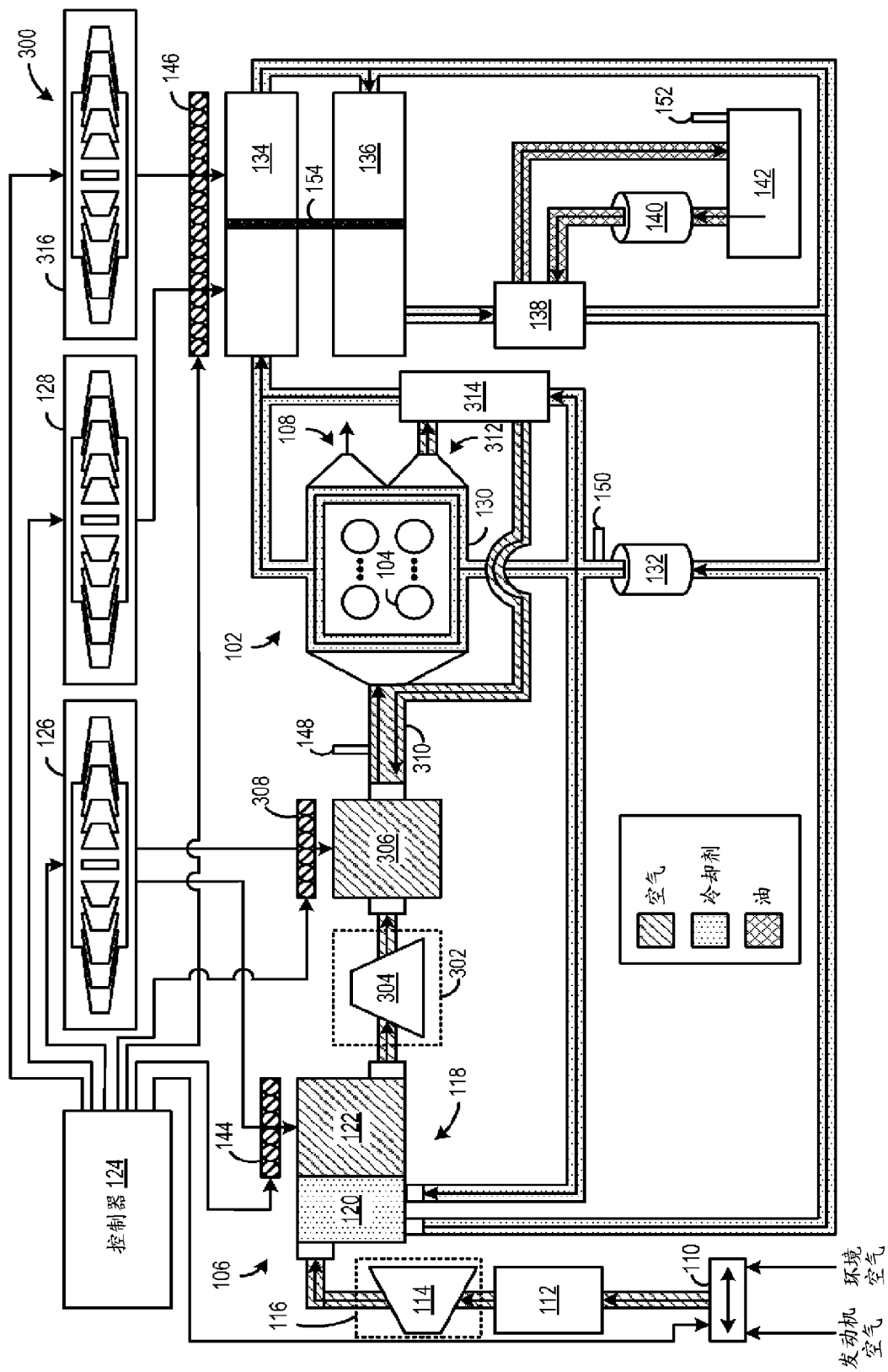


图 2



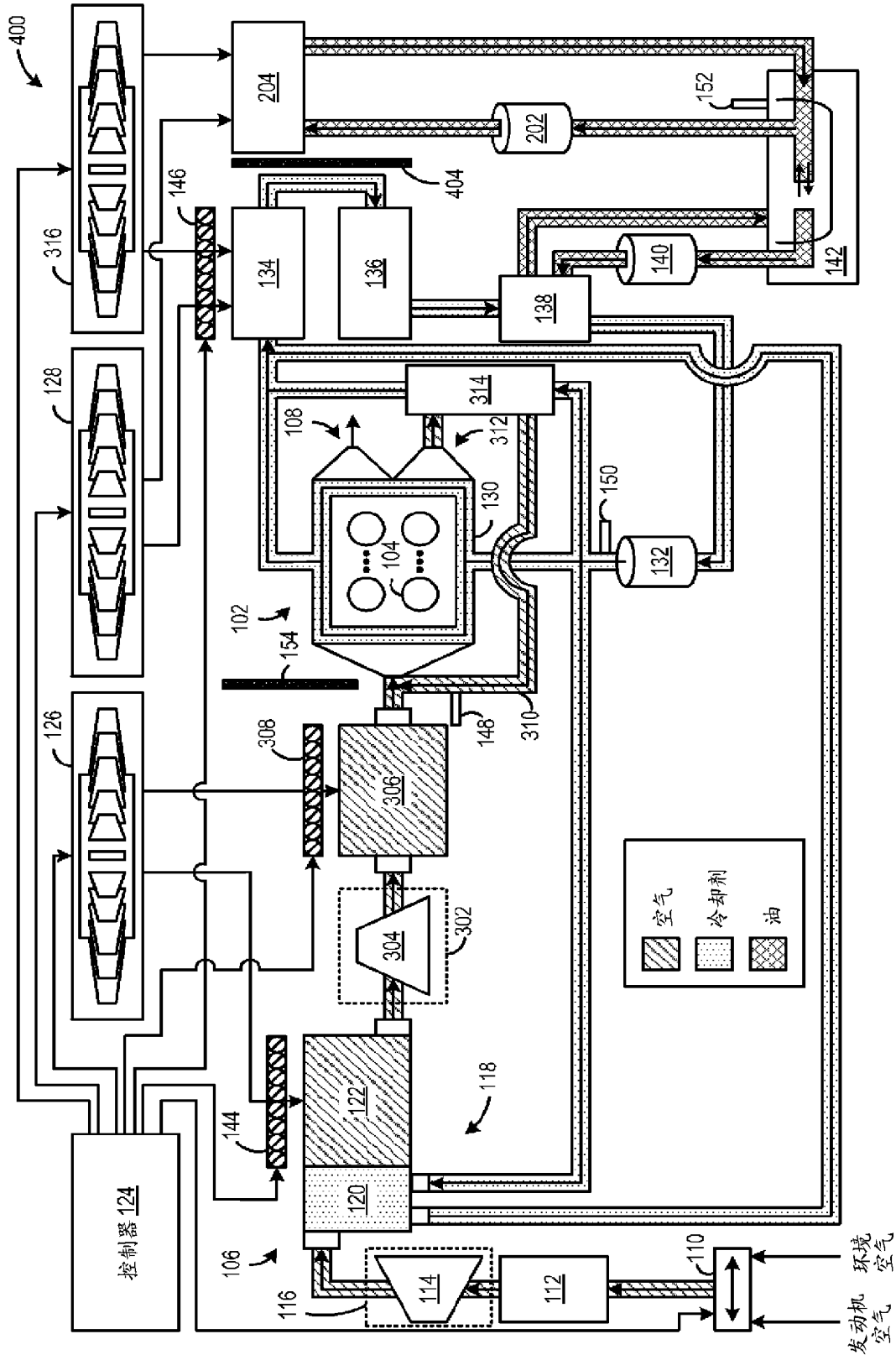


图 4

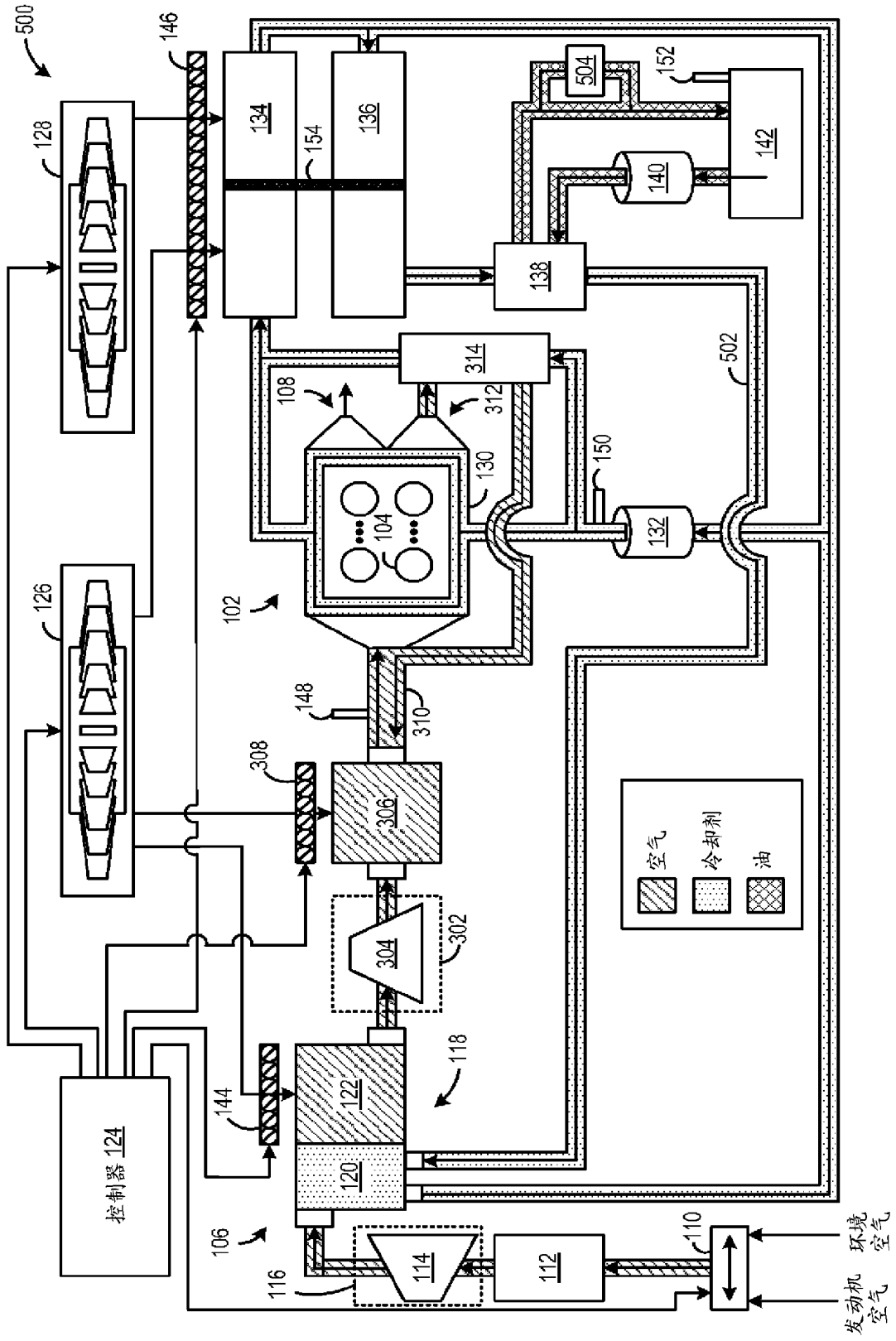


图 5

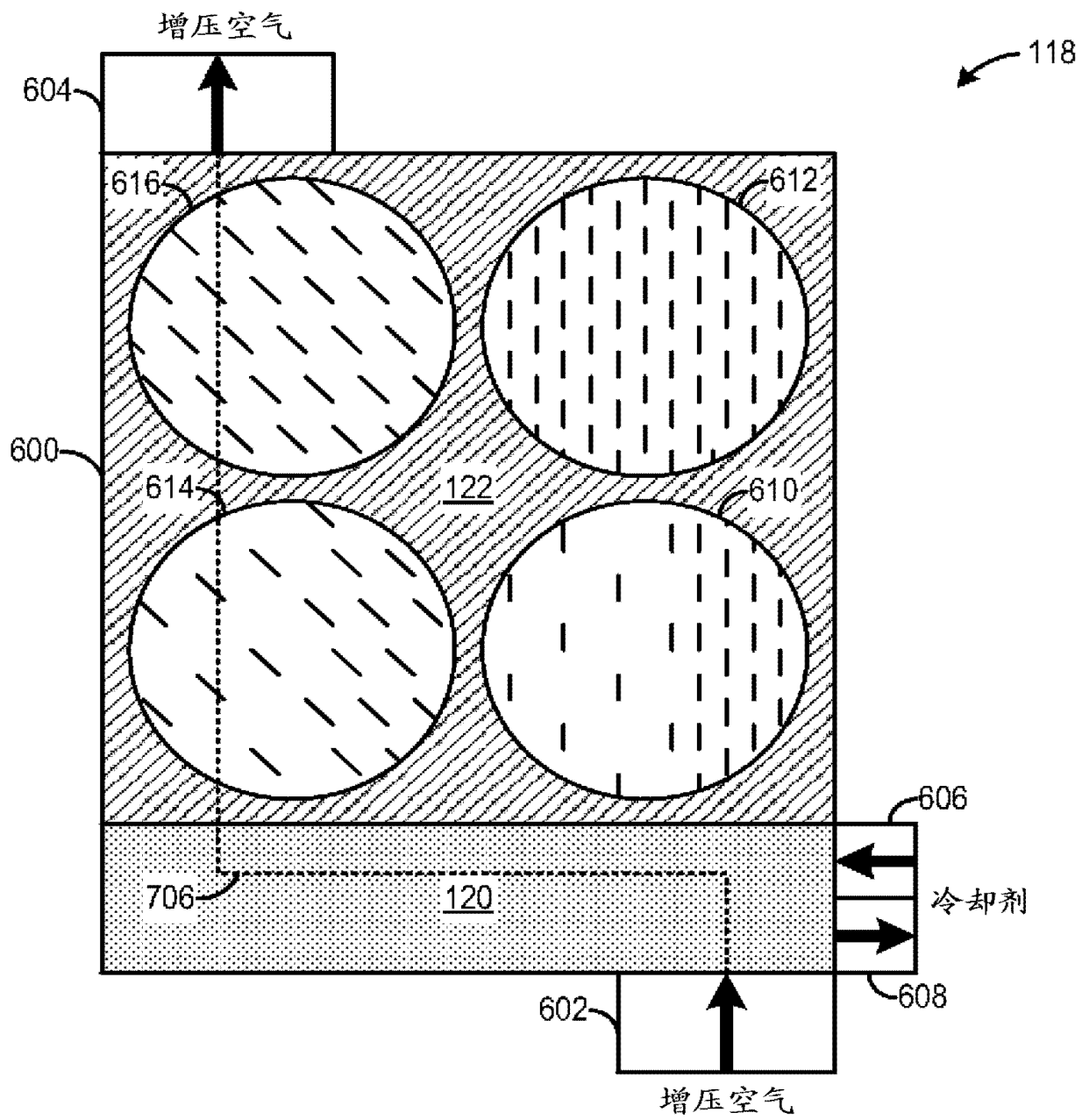


图 6

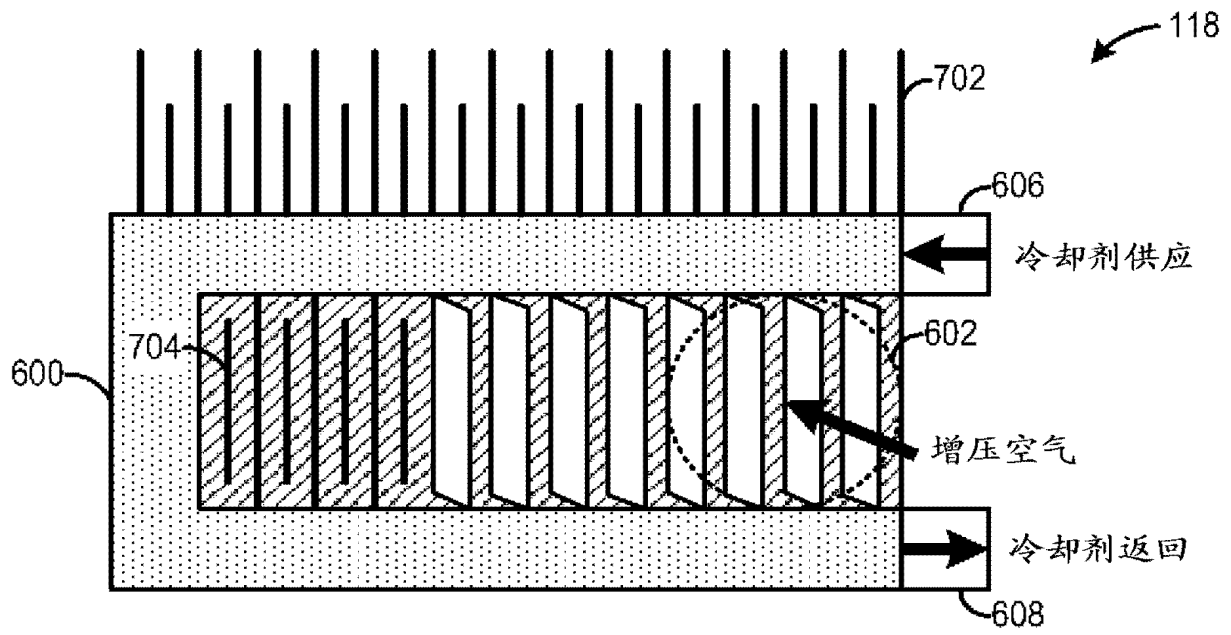


图 7



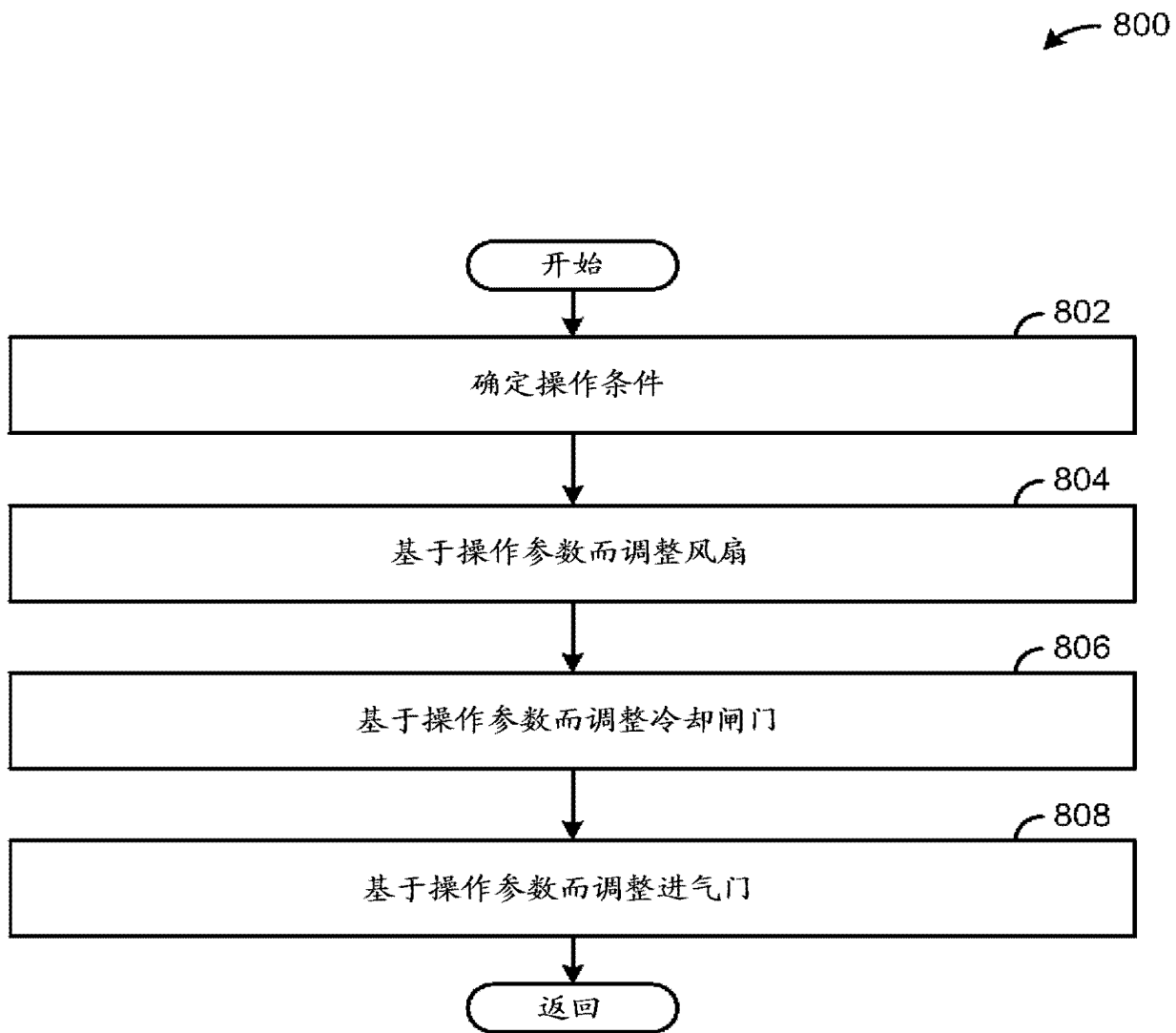


图 8