



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102952585 B

(45) 授权公告日 2016. 03. 30

(21) 申请号 201210300038. 1

(22) 申请日 2012. 08. 22

(30) 优先权数据

13/215090 2011. 08. 22 US

(73) 专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 G. P. 基达姆比 R. F. 泰里 A. K. 维

P. 巴拉苏布拉马尼安

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 李强 严志军

(51) Int. Cl.

F02C 6/00(2006. 01)

F02C 6/18(2006. 01)

C10J 3/20(2006. 01)

C10J 3/72(2006. 01)

审查员 李欣玮

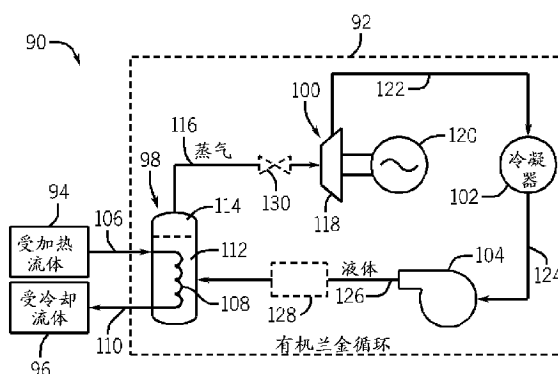
权利要求书2页 说明书16页 附图4页

(54) 发明名称

从气化系统中回收热

(57) 摘要

本发明涉及从气化系统中回收热。提供一种用于气化系统(10)的热回收系统。一种系统包括气化系统(10)和联接到气化系统(10)上的有机兰金循环系统(90)。有机兰金循环系统(90)构造成接收来自气化系统(10)的受加热流体(94),以及将受冷却流体(96)输送到气化系统(10)。有机兰金循环系统(90)构造成通过转化受加热流体(94)中的热能来产生功率。



1. 一种系统 (10), 包括:

多个构件, 其包括:

构造成接收燃料和产生合成气的气化器 (16);

气体冷却系统 (20), 其联接到所述气化器 (16) 上, 并且构造成冷却来自所述气化器 (16) 的合成气;

气体清洁系统 (24), 其联接到所述气体冷却系统 (20) 上, 并且构造成清洁来自所述气体冷却系统 (20) 的合成气; 以及

燃气轮机 (44), 其联接到所述气体清洁系统 (24) 上, 并且构造成燃烧来自所述气体清洁系统 (24) 的合成气; 以及

所述系统还包括至少一个有机兰金循环系统 (90), 其联接到所述多个构件上, 并且构造成转化来自所述多个构件的热, 以产生功率;

其中, 所述至少一个有机兰金循环系统 (90) 构造成接收来自所述多个构件的受加热锅炉给水 (168, 236, 274), 以及将受冷却锅炉给水 (166, 234, 276) 输送到所述多个构件, 并且所述至少一个有机兰金循环系统 (90) 构造成通过将所述受加热锅炉给水 (168, 236, 274) 中的热能转化成电能来产生功率;

其中, 所述气体冷却系统 (20) 联接到所述至少一个有机兰金循环系统 (90) 上, 并且所述气体冷却系统 (20) 构造成接收来自所述至少一个有机兰金循环系统 (90) 的所述受冷却锅炉给水 (166), 以及将所述受加热锅炉给水 (168) 输送到所述至少一个有机兰金循环系统 (90); 以及

其中, 所述气体冷却系统 (20) 包括: 第一热交换器 (150), 其构造成用来自所述气化器 (16) 的合成气 (156) 加热锅炉给水 (158) 而产生低压蒸汽 (160); 第二热交换器 (152), 其构造成用来自所述第一热交换器 (150) 的合成气加热蒸汽冷凝物 (162) 而产生受加热蒸汽冷凝物 (164); 以及第三热交换器 (154), 其构造成用来自所述第二热交换器 (152) 的合成气加热来自所述至少一个有机兰金循环系统 (90) 的所述受冷却锅炉给水 (166) 而产生所述受加热锅炉给水 (168)。

2. 根据权利要求 1 所述的系统 (10), 其特征在于, 所述系统 (10) 包括联接到所述气体清洁系统 (24) 和所述至少一个有机兰金循环系统 (90) 上的硫回收单元 (28), 其中, 所述硫回收单元 (28) 构造成接收来自所述至少一个有机兰金循环系统 (90) 的所述受冷却锅炉给水 (234), 以及将所述受加热锅炉给水 (236) 输送到所述至少一个有机兰金循环系统 (90)。

3. 根据权利要求 2 所述的系统 (10), 其特征在于, 所述硫回收单元 (28) 包括热交换器 (228), 所述热交换器 (228) 构造成用接收自所述气体清洁系统 (24) 的酸性气体 (198) 加热来自所述至少一个有机兰金循环系统 (90) 的所述受冷却锅炉给水 (234) 而产生所述受加热锅炉给水 (236)。

4. 根据权利要求 1 所述的系统 (10), 其特征在于, 所述系统 (10) 包括联接到所述燃气轮机 (44) 和所述至少一个有机兰金循环系统 (90) 上的抽取空气冷却系统 (62), 其中, 所述抽取空气冷却系统 (62) 构造成接收来自所述至少一个有机兰金循环系统 (90) 的所述受冷却锅炉给水 (272), 以及将所述受加热锅炉给水 (274) 输送到所述至少一个有机兰金循环系统 (90)。

5. 根据权利要求 4 所述的系统 (10), 其特征在于, 所述抽取空气冷却系统 (62) 包括:

第一热交换器 (260), 其构造成用来自所述燃气轮机 (44) 的抽取空气 (266) 加热氮 (268) 而产生受加热氮 (270); 第二热交换器 (262), 其构造成用来自所述第一热交换器 (260) 的抽取空气加热来自所述至少一个有机兰金循环系统 (90) 的所述受冷却锅炉给水 (272) 而产生所述受加热锅炉给水 (274); 以及第三热交换器 (264), 其构造成用来自所述第二热交换器 (262) 的抽取空气加热受冷却水 (276) 而产生受加热水 (278)。

6. 根据权利要求 1 所述的系统 (10), 其特征在于, 所述至少一个有机兰金循环系统 (90) 构造成使用水来加热制冷剂。

7. 根据权利要求 1 所述的系统 (10), 其特征在于, 所述至少一个有机兰金循环系统 (90) 构造成使用异丁烷作为制冷剂。

从气化系统中回收热

技术领域

[0001] 本文公开的主题大体涉及气化系统,并且更具体而言,涉及用于从气化系统中回收低级、中级和/或其它级别的热能的系统。

背景技术

[0002] 气化系统产生合成气,合成气可用于功率生产(例如整体气化联合循环功率装置等)、化学合成(例如乙醇、甲醇、氨、替代天然气(SNG)、Fischer-Tropsch(FT)液体等)或其它目的。例如,整体气化联合循环(IGCC)功率装置能够较清洁且高效地从多种含碳给料(诸如煤或天然气)中产生能量。气化系统可通过在气化器中与氧和蒸汽的反应来将含碳给料或另一种燃料转化成一氧化碳(CO)和氢(H₂)的气态混合物,即,合成气。但是,气化系统产生的合成气常常需要冷却,而且在某些构造中,在使用之前需要清洁。在清洁和/或冷却过程期间,一些热能可能未被使用,从而导致有能量被浪费。同样,清洁合成气的燃烧可产生未被使用的热能。因此,抽取热能且从而降低浪费的热能的量的系统可为合乎需要的。

发明内容

[0003] 下面对在范围方面与原本声明的发明相当的某些实施例进行概述。这些实施例不意图限制声明的发明的范围,而是相反,这些实施例仅意图提供本发明的可能形式的简要概述。实际上,本发明可包括可能类似于或异于下面所阐述的实施例的多种形式。

[0004] 在第一个实施例中,一种系统包括多个构件,该多个构件具有构造成接收燃料和产生合成气的气化器,以及气体冷却系统,其联接到气化器上,并且构造成冷却来自气化器的合成气。该多个构件还包括:气体清洁系统,其联接到气体冷却系统上,并且构造成清洁来自气体冷却系统的合成气;以及燃气轮机(GT),其联接到气体清洁系统上,并且构造成燃烧来自气体清洁系统的合成气。该系统还包括有机兰金循环系统,有机兰金循环系统联接到多个构件上,并且构造成转化来自多个构件的热而产生功率。

[0005] 在第二个实施例中,一种系统包括整体气化联合循环(IGCC)系统和联接到IGCC系统上的有机兰金循环系统。有机兰金循环系统构造成接收来自IGCC系统的受加热锅炉给水,以及将受冷却锅炉给水输送到IGCC系统。有机兰金循环系统构造成通过将受加热锅炉给水中的热能转化成电能来产生功率。

[0006] 在第三个实施例中,一种有机兰金循环系统包括蒸发器,蒸发器构造成接收来自气化系统的受加热流体,以及将受冷却流体输送到气化系统。有机兰金循环系统还包括构造成接收来自蒸发器的制冷剂蒸气的涡轮发电机。涡轮发电机由制冷剂蒸气驱动而产生功率。有机兰金循环系统包括冷凝器,冷凝器构造成接收来自涡轮发电机的制冷剂蒸气,以及使制冷剂蒸气冷凝而产生液态制冷剂。有机兰金循环系统还包括泵,泵构造成接收来自冷凝器的液态制冷剂,以提高液态制冷剂的压力,以及将加压的液态制冷剂输送到蒸发器。

附图说明

[0007] 当参照附图来阅读以下详细描述时,本发明的这些和其它特征、方面与优点将变得更好理解,在附图中,相同符号在所有图中表示相同部件,其中:

[0008] 图 1 是整体气化联合循环 (IGCC) 功率装置的实施例的框图,其中有机兰金循环利用系统所产生的热;

[0009] 图 2 是可用于气化系统(诸如图 1 的 IGCC 系统)的有机兰金循环 (ORC) 系统的实施例的工艺流程图;

[0010] 图 3 是可用于有机兰金循环系统的图 1 的低温气体冷却 (LTGC) 单元的实施例的工艺流程图;

[0011] 图 4 是可用于有机兰金循环系统的图 1 的硫回收单元的实施例的工艺流程图;

[0012] 图 5 是可用于有机兰金循环系统的图 1 的抽取空气 (EA) 冷却系统的实施例的工艺流程图;以及

[0013] 图 6 是气化系统的实施例的工艺流程图,其中有机兰金循环利用系统所产生的热。

[0014] 部件列表

[0015] 10IGCC 系统

[0016] 12 燃料源

[0017] 14 给料制备单元

[0018] 16 气化器

[0019] 18 渣料

[0020] 20LTGC 单元

[0021] 22 有机兰金循环系统

[0022] 24 气体清洁单元

[0023] 26 元素硫

[0024] 28 硫回收单元

[0025] 30 有机兰金循环系统

[0026] 32 空气分离单元

[0027] 38 气体处理器

[0028] 40 残余气体成分

[0029] 42 燃烧器

[0030] 44 燃气轮机发动机

[0031] 46 主要空气压缩机

[0032] 48DGAN 压缩机

[0033] 50 涡轮

[0034] 52 传动轴

[0035] 54 压缩机

[0036] 56 负载

[0037] 58 管道

[0038] 60 管道

[0039] 62 冷却系统

- [0040] 64 有机兰金循环系统
- [0041] 66 管道
- [0042] 68 蒸汽轮机 (ST) 发动机
- [0043] 70HRSG 系统
- [0044] 72 第二负载
- [0045] 74 冷凝器
- [0046] 76 冷却塔
- [0047] 90 有机兰金循环系统
- [0048] 92 有机兰金循环
- [0049] 94 受加热流体
- [0050] 96 受冷却流体
- [0051] 98 蒸发器
- [0052] 100 涡轮发电机
- [0053] 102 冷凝器
- [0054] 104 泵
- [0055] 106 入口管
- [0056] 108 热交换器
- [0057] 110 出口管
- [0058] 112 液态制冷剂
- [0059] 114 蒸气区段
- [0060] 116 管
- [0061] 118 涡轮
- [0062] 120 发电机
- [0063] 122 管
- [0064] 124 管道
- [0065] 126 管道
- [0066] 128 回热器
- [0067] 130 膨胀器
- [0068] 150 热交换器
- [0069] 152 热交换器
- [0070] 154 热交换器
- [0071] 156 热的原始合成气
- [0072] 158 锅炉给水
- [0073] 160LLP 蒸汽
- [0074] 162 蒸汽冷凝物
- [0075] 164 产生受加热蒸汽冷凝物
- [0076] 166 受冷却锅炉给水
- [0077] 168 受加热锅炉给水
- [0078] 170 受冷却原始合成气

- [0079] 190 热反应器
- [0080] 192 热冷凝器
- [0081] 194 中间催化级
- [0082] 196 最终催化级
- [0083] 198 酸性气体
- [0084] 200 氧化剂
- [0085] 202 锅炉给水
- [0086] 204 蒸汽
- [0087] 206 硫
- [0088] 208 再热器
- [0089] 210 催化反应器
- [0090] 212 热交换器
- [0091] 214 蒸汽
- [0092] 216 冷凝的锅炉给水
- [0093] 218 锅炉给水
- [0094] 220 蒸汽
- [0095] 222 硫
- [0096] 224 最终再热器
- [0097] 226 最终催化反应器
- [0098] 228 最终热交换器
- [0099] 230 蒸汽
- [0100] 232 冷凝的锅炉给水
- [0101] 234 受冷却锅炉给水
- [0102] 236 受加热锅炉给水
- [0103] 238 硫
- [0104] 240 受冷却酸性气体
- [0105] 260 热交换器
- [0106] 262 热交换器
- [0107] 264 热交换器
- [0108] 266 抽取空气
- [0109] 268 氮
- [0110] 270 受加热氮
- [0111] 272 受冷却锅炉给水
- [0112] 274 受加热锅炉给水
- [0113] 276 受冷却水
- [0114] 278 受加热水
- [0115] 280 涡轮抽取空气
- [0116] 300 气化系统
- [0117] 302 燃料

- [0118] 304 气化器
- [0119] 306 热的原始合成气
- [0120] 308 膨胀装置
- [0121] 310 受冷却原始合成气。

具体实施方式

[0122] 下面将对本发明的一个或多个具体实施例进行描述。为了致力于提供对这些实施例的简明描述,可能不会在说明书中对实际实现的所有特征进行描述。应当理解,当例如在任何工程或设计项目中开发任何这种实际实现时,必须作出许多对实现而言专有的决定来实现开发者的具体目标,例如符合与系统有关及与商业有关的约束,开发人员的具体目标可根据不同的实现彼此有所改变。此外,应当理解,这种开发工作可能是复杂和耗时的,但尽管如此,对受益于本公开的普通技术人员来说,这种开发工作将是设计、生产和制造的例行任务。

[0123] 当介绍本发明的各实施例的元件时,冠词“一个”、“一种”、“该”和“所述”意图表示存在一个或多个该元件。用语“包括”、“包含”和“具有”意图为包括性的,并且表示除了列出的元件之外,可存在另外的元件。

[0124] 公开的实施例涉及利用从气化系统中产生的热来在有机兰金循环系统中使用。在某些实施例中,整体气化联合循环(IGCC)系统利用热交换器来在多种热源和锅炉给水(BFW)之间交换热,从而产生受加热锅炉给水。例如,IGCC系统中的多种热源可包括低温气体冷却区段、硫回收单元和抽取空气冷却系统。在一些实施例中,来自气化系统的热量的原始合成气直接由有机兰金循环系统使用。有机兰金循环系统从受加热流体(例如受加热锅炉给水、热的原始合成气等等)中抽取热而产生功率。受冷却流体回到气化系统。

[0125] 图1是显示了功率发生装置的实施例的示意性框图,其中有机兰金循环系统利用系统所产生的热。示出的功率发生装置可为IGCC系统10,IGCC系统10可产生和燃烧合成气体,即,合成气。IGCC系统10的元件可包括可用作IGCC系统10的能量源的燃料源12,诸如固体进料。燃料源12可包括煤、石油焦、生物量、基于木材的物质、农业废料、焦油、焦炉煤气、沥青、来自精炼厂的重残余物,或其它含碳物。

[0126] 燃料源12的固体燃料可传送到给料制备单元14。给料制备单元14例如可通过对燃料源12进行剁碎、碾磨、研磨、切碎、粉碎、压块或码垛来重新确定燃料源12的大小或形状,以产生给料。另外,水或其它合适的液体可在给料制备单元14中添加到燃料源12,以产生浆质给料。在其它实施例中,不对燃料源添加液体,从而产生干给料。

[0127] 给料制备单元14所制备的给料可传送到气化器16。气化器16可将给料转化成合成气(例如一氧化碳和氢的组合)。可通过使给料在升高的压力(例如大约20巴的绝对压力至大约85巴的绝对压力)和温度(例如大约700°C至大约1600°C)下经受控制的量的任何缓和剂(例如蒸汽、液态水、二氧化碳、氮等等)和氧来实现这个转化,这取决于所利用的气化器16的类型。在热解过程期间加热给料可产生固体(例如炭)和残余气体(例如一氧化碳、氢和氮)。在某些实施例中,气化器中的炭或未转化的碳可与产生的气体分离,并且直接或间接地再循环回到气化器中。

[0128] 气化器16中的燃烧反应可包括将氧引入到炭和残余气体。炭和残余气体可与氧

反应而形成二氧化碳 (CO₂) 和一氧化碳 (CO), 这会对后续的气化反应提供热。在燃烧过程期间的温度可在大约 700°C 至大约 1600°C 的范围中。另外, 蒸汽可引入到气化器 16 中。气化器 16 利用蒸汽和有限的氧, 以允许待燃烧的给料中的一些产生一氧化碳和能量, 这可驱动第二反应, 第二反应将给料进一步转化成氢和额外的二氧化碳。

[0129] 照这样, 最终气体可由气化器 16 制成。最终气体可包括大约 85% 的一氧化碳和氢, 以及 CO₂、CH₄、HCl、COS、NH₃、HCN 和 H₂S (基于给料的硫含量)。这个最终气体可称为“原始的合成气”。气化器 16 也可产生废料, 诸如渣料 18, 废料可为湿的灰物质。

[0130] 来自气化器 16 的热的原始合成气然后可引导到低温气体冷却 (LTGC) 单元 20 中, 低温气体冷却单元 20 可构造成冷却热的原始合成气。如下面描述的那样, 在某些实施例中, LTGC 单元 20 可包括构造成将热从热的原始合成气传递到其它介质 (诸如来自锅炉给水系统的锅炉给水、蒸汽冷凝物和来自有机兰金循环系统 22 的锅炉给水) 中的一个或多个热交换器。有机兰金循环系统 22 可使用来自 LTGC 单元 20 的低级热来运行涡轮发电机, 如下面关于图 2 和 3 所描述的那样。

[0131] 来自 LTGC 单元 20 的受冷却原始合成气然后可在气体清洁单元 24 中被清洁。气体清洁单元 24 可对原始合成气进行洗涤, 以从原始合成气中移除 HCl、HF、COS、HCN 和 H₂S, 这可包括通过酸性气体移除过程来分离 H₂S。硫回收单元 (SRU) 28 可从 H₂S 中回收元素硫 26。如下面描述的那样, 在某些实施例中, 硫回收单元 28 可包括构造成将热传递给有机兰金循环系统 30 的一个或多个热交换器。有机兰金循环系统 30 可使用来自硫回收单元 28 的低级热来运行涡轮发电机, 如下面关于图 2 和 4 所描述的那样。IGCC 系统 10 可包括空气分离单元 (ASU) 32, 以使用例如低温蒸馏技术来将空气分离成成分气体。ASU 32 可将氧供应给硫回收单元 28。在某些实施例中, 气体清洁单元 24 主要在原始合成气作为清洁合成气而发送到燃气轮机发动机 44 之前从中移除硫成分。

[0132] 气体处理器 38 可用来从清洁合成气中移除残余气体成分 40, 诸如氨和甲烷, 以及甲醇或其它残余化学物质。但是, 从清洁合成气中移除残余气体成分 40 是可选的, 因为即使是在包含残余气体成分 40 (例如尾气) 时, 清洁合成气也可用作燃料。在这点上, 清洁合成气可包含大约 3% 至 40% 的 CO、高达大约 60% 的 H₂, 以及大约 10% 至 40% 的 CO₂, 并且可基本脱除了 H₂S。这个清洁合成气可引导到燃气轮机发动机 44 的燃烧器 42 (例如燃烧室 (CC)) 中作为可燃燃料。

[0133] ASU 32 可从主要空气压缩机 (MAC) 46 对其供应的空气中分离出氧, 并且可将分离的氧传递给气化器 16 和 SRU 28。另外, ASU 32 可将分离的氮引导到稀释氮 (DGAN) 压缩机 48。DGAN 压缩机 48 可将接收自 ASU 32 的氮至少压缩到等于燃烧器 42 中的压力水平的压力水平, 从而使得能够将氮喷射到燃烧器 42 中。因而, DGAN 压缩机 48 一旦将氮压缩到足够的水平, DGAN 压缩机 48 就可将压缩氮引导到燃气轮机发动机 44 的燃烧器 42。

[0134] 示出的燃气轮机发动机 44 包括涡轮 (T) 50、传动轴 52 和压缩机 (C) 54 以及燃烧器 42。燃烧器 42 接收燃料, 诸如合成气, 燃料可在压力下从燃料喷嘴中喷射出。这个燃料可与压缩空气以及来自 DGAN 压缩机 48 的压缩氮混合, 并且在燃烧器 42 内燃烧。这个燃烧会产生热的加压排气。燃烧器 42 可将排气引导向涡轮 50。随着来自燃烧器 42 的排气传送到涡轮 50, 排气迫使涡轮 50 中的涡轮叶片沿着燃气轮机发动机 44 的轴线旋转传动轴 52。如所示出的那样, 传动轴 52 可连接到燃气轮机发动机 44 的多种构件上, 包括压缩机 54。

[0135] 传动轴 52 可将涡轮 50 连接到压缩机 54 上而形成转子。压缩机 54 可包括联接到传动轴 52 上的叶片。因而,在涡轮 50 中的涡轮叶片的旋转可致使将涡轮 50 连接到压缩机 54 上的传动轴 52 旋转压缩机 54 内的叶片。在压缩机 54 中的叶片的旋转会致使压缩机 54 压缩通过压缩机 54 中的进气口而接收到的空气。压缩空气然后可馈送到燃烧器 42,并且与燃料和压缩氮混合,以允许有较高效率的燃烧。传动轴 52 也可连接到负载 56 上,负载 56 可为用于在功率装置中产生电功率的固定负载,诸如发电机。实际上,负载 56 可为由燃气轮机发动机 44 的旋转输出提供功率的任何合适的装置。

[0136] 在某些实施例中,压缩机 54 也对 ASU 32 提供空气流,以补充 MAC 46。具体而言,可通过抽取空气管路或管道 58 从压缩机 54 的最后一级抽取空气,并且将空气转送到 ASU 32。在某些构造中,可从燃气轮机压缩机 54 抽取总空气流的大约 5%至 50%、10%至 40%、10%至 35% 大约或 10%至 30%,以在 ASU 32 中使用它们。另外,从压缩机 54 至 ASU 32 的空气流的一部分可通过管道 60 而转送到硫回收单元 28。在某些实施例中,通过压缩机-ASU 管道 58 的大约 2%至 13%、3%至 12%、4%至 11% 或大约 5%至 10% 的空气流可通过管道 60 而转送到硫回收单元 28。在其它实施例中,单独的管道可将空气流直接从压缩机 54 转送到硫回收单元 28。

[0137] 抽取空气 (EA) 冷却系统 62 可联接在抽取空气管道 58 和 ASU 32 之间以及 ASU 32 和 DGAN 压缩机 48 之间。在将抽取空气提供给 ASU 32 之前,EA 冷却系统 62 可冷却抽取空气。另外,在某些实施例中,EA 冷却系统 62 可联接到有机兰金循环系统 64 上,以从抽取空气中传递出热而产生能量。有机兰金循环系统 64 可使用来自 EA 冷却系统 62 的低级热来运行涡轮发电机,如下面关于图 2 和 5 所描述的那样。来自 EA 冷却系统 62 的受冷却抽取空气通过管道 66 而流到 ASU 32。

[0138] IGCC 系统 10 也可包括蒸汽轮机发动机 68 和热回收蒸汽发生 (HRSG) 系统 70。蒸汽轮机发动机 68 可驱动第二负载 72,诸如用于产生电功率的发电机。但是,第一负载 56 和第二负载 72 两者可为能够分别被燃气轮机发动机 44 和蒸汽轮机发动机 68 驱动的其他类型的负载。另外,虽然燃气轮机发动机 44 和蒸汽轮机发动机 68 可驱动单独的负载 56 和 72,但是在某些实施例中,也可一前一后地利用燃气轮机发动机 44 和蒸汽轮机发动机 68,以通过单个轴来驱动单个负载。蒸汽轮机发动机 68 以及燃气轮机发动机 44 的具体构造可为对于实现而言专有的,并且可包括任何区段组合。

[0139] 来自燃气轮机发动机 44 的受加热排气可被引导到 HRSG 70 中,并且可用来加热水,以及产生用来对蒸汽轮机发动机 70 提供功率的蒸汽。来自蒸汽轮机发动机 68 的排气可被引导到冷凝器 74 中。冷凝器 74 可利用冷却塔 76 来使来自蒸汽轮机排出口的蒸汽完全冷凝。具体而言,冷却塔 76 可对冷凝器 74 提供冷却水,以协助使从蒸汽轮机发动机 68 引导到冷凝器 74 中的蒸汽冷凝。来自冷凝器 74 的冷凝物又可被引导到 HRSG 70 中。再次,来自燃气轮机发动机 44 的排气也可引导到 HRSG 70 中,以加热来自冷凝器 74 的水,以及产生蒸汽。因而,在联合循环系统中,诸如 IGCC 系统 10,热的排气可从燃气轮机发动机 44 流到 HRSG 70,在 HRSG 70 中,排气可用来产生高压、高温蒸汽。HRSG 70 产生的蒸汽然后可传送通过蒸汽轮机发动机 68,以产生功率。

[0140] 图 2 是可用于任何气化系统(诸如图 1 的 IGCC 系统 10)的有机兰金循环 (ORC) 系统 90 的实施例的工艺流程图。ORC 系统 90 包括有机兰金循环 (ORC) 92,有机兰金循环 92 从受

加热流体 94(例如,受加热锅炉给水、热的原始合成气等)中传递出热,并且返回受冷却流体 96(例如,受冷却锅炉给水、受冷却原始合成气等)。如所示出的那样,ORC 92 包括蒸发器 98、涡轮发电机 100、冷凝器 102 和泵 104。受加热流体 94 通过这样来流过蒸发器 98:通过入口管 106 而进入,流过热交换器 108,以及通过出口管 110 离开。在蒸发器 98 中,热从受加热流体 94 传递到蒸发器 98 中的液态制冷剂 112。因而,受冷却流体 96 通过管 110 离开蒸发器 98。受加热流体 94 在流到蒸发器 98 中时可为大约 70℃至 175℃、100℃至 150℃或 125℃至 300℃,而受冷却流体 96 在流出蒸发器 98 时可为大约 50℃至 100℃、65℃至 85℃或 70℃至 75℃。

[0141] 液态制冷剂 112 可为任何合适的制冷剂,除了别的之外,诸如 R-134、戊烷、氨、i-戊烷、丁烷或异丁烷。例如,在某些实施例中,可使用异丁烯,因为它在膨胀过程之中保持是干的,从而限定膨胀器上的磨损。另外,异丁烯是非腐蚀性的,并且可起其本身的润滑剂的作用。液态制冷剂 112 在流动穿过热交换器 108 中的受加热流体 94 时蒸发。例如,液态制冷剂 112 可在大约 70℃至 85℃下蒸发。在某些实施例中,液态制冷剂 112 可加热到大约 100℃至 300℃。蒸发器 98 使得制冷剂蒸气能够从液态制冷剂 112 分离到蒸发器 98 的顶部附近的蒸气区段 114 中。从蒸发器 98,制冷剂蒸气通过管 116 而流到涡轮发电机 100。当制冷剂蒸气进入涡轮发电机 100 时,制冷剂蒸气可加压到大约 10 巴下。在某些实施例中,制冷剂蒸气压力可在大约 7 巴至 120 巴的压力范围内。在某些实施例中,涡轮发电机 100 包括涡轮 118 和发电机 120。涡轮 118 被制冷剂蒸气驱动,并且涡轮 118 又驱动发电机 120 产生电功率。

[0142] 另外,制冷剂蒸气的一部分通过管 122 从涡轮发电机 100 流到冷凝器 102。冷凝器 102 使用冷却介质来致使制冷剂蒸气冷凝,使得制冷剂蒸气变成大体液态的制冷剂 112,液态制冷剂 112 离开冷凝器 102。当液态制冷剂 112 离开冷凝器 102 时,液态制冷剂 112 的加压可在大约 0.1 巴下。在某些实施例中,液态制冷剂 112 压力可在大约 0.07 巴至 17.0 巴的压力范围中离开冷凝器 102。来自冷凝器 102 的液态制冷剂 112 通过软管或管道 124 而流到泵 104。泵 104 泵送液态制冷剂 112 通过 ORC 92,从而提高液态制冷剂 112 的压力。来自泵 104 的液态制冷剂 112 流过软管或管道 126,并且回到蒸发器 98,在蒸发器 98 处循环被重复。在某些实施例中,在液态制冷剂 112 流到蒸发器 98 之前,使用回热器 128 来加热液态制冷剂 112。回热器 128 可使用来自任何可用源的热来加热液态制冷剂 112。例如,回热器 128 可使用来自气化系统或一些其它系统的热来加热液态制冷剂 112。另外,在某些实施例中,可在蒸发器 98 和涡轮发电机 100 之间使用膨胀器 130。膨胀器 130 使来自蒸发器 98 的制冷剂蒸气膨胀,以降低蒸气压力。

[0143] 图 3、4 和 5 示出了 IGCC 系统 10 的三个示例性构件,这三个示例性构件可用来产生用于在图 2 的 ORC 92(诸如图 1 的 ORC 22、30 和 64)中使用的受加热流体 94。例如,图 3 是可用于图 2 的有机兰金循环系统 90(即图 1 的 ORC 22)的图 1 的 LTGC 单元 20 的实施例的工艺流程图。如所示出的那样,在某些实施例中,LTGC 单元 20 可包括三个热交换器 150、152 和 154。三个热交换器 150、152 和 154 可为能够将热从合成气(例如,来自图 1 的气化器 16)传递到冷却剂(诸如水或蒸汽冷凝物)的任何类型的热交换器。具体而言,LTGC 单元 20 可包括第一热交换器 150(例如,低低压(LLP)蒸汽发生器),其构造成接收来自图 1 的气化器 16 的热原始合成气 156,以及用锅炉给水 158 冷却热的原始合成气 156。更具

体而言,来自热的原始合成气 156 的热可传递到锅炉给水 158 中,以产生 LLP 蒸汽 160(例如,在大约 1.38 巴和大约 2.76 巴之间的压力范围下的蒸汽)。

[0144] 例如,在某些实施例中,热的原始合成气 156 可在大约 157°C 的温度下进入第一热交换器 150,并且锅炉给水 158 可在大约 35°C 的温度下进入第一热交换器 150。但是,在其它实施例中,热的原始合成气 156 可在大约 120°C 至大约 205°C 的范围中的温度下进入第一热交换器 150。更具体而言,在某些实施例中,热的原始合成气 156 可在大约 144°C、146°C、149°C、152°C、154°C、157°C、160°C、163°C、166°C、168°C、172°C 等等的温度下进入第一热交换器 150。另外,锅炉给水 158 可在大约 21°C 至大约 144°C 的范围中的温度下进入第一热交换器 150。更具体而言,在某些实施例中,锅炉给水 158 可在大约 27°C、29°C、32°C、35°C、38°C、41°C、44°C 等等的温度下进入第一热交换器 150。

[0145] 在某些实施例中,产生的 LLP 蒸汽 160 可在大约 121°C 的温度下离开第一热交换器 150,并且原始合成气 156 可在大约 124°C 的温度下离开第一热交换器 150。但是,在其它实施例中,产生的 LLP 蒸汽 160 可在大约 94°C 至大约 149°C 的范围中的温度下离开第一热交换器 150。更具体而言,在某些实施例中,产生的 LLP 蒸汽 160 可在大约 107°C、110°C、113°C、116°C、118°C、121°C、124°C、127°C、129°C、132°C、135°C 等等的温度下离开第一热交换器 150。另外,原始合成气 156 可在大约 94°C 至大约 149°C 的范围中的温度下离开第一热交换器 150。更具体而言,在某些实施例中,原始合成气 156 可在大约 110°C、113°C、116°C、118°C、121°C、124°C、127°C、130°C、132°C、135°C、138°C 等等的温度下离开第一热交换器 150。另外,在某些实施例中,产生的 LLP 蒸汽 160 可在大约 2.07 巴下离开第一热交换器 150,或者,在其它实施例中,可在大约 1.38 巴至大约 2.76 巴的范围内离开第一热交换器 150。产生的 LLP 蒸汽 160 可在整个 IGCC 系统 10 中用于多种应用中。

[0146] 如图 3 中示出的那样,LTGC 单元 20 也可包括第二热交换器 152,其构造成接收来自第一热交换器 150 的原始合成气 156,以及用蒸汽冷凝物 162 冷却原始合成气 156。更具体而言,来自原始合成气 156 的热可传递到蒸汽冷凝物 162 中,以产生受加热蒸汽冷凝物 164。例如,在某些实施例中,原始合成气 156 可在大约 124°C 的温度下进入第二热交换器 152,并且蒸汽冷凝物 162 可在大约 38°C 的温度下进入第二热交换器 152。但是,在其它实施例中,原始合成气 156 可在大约 94°C 至大约 149°C 的范围中的温度下进入第二热交换器 152。更具体而言,在某些实施例中,原始合成气 156 可在大约 110°C、113°C、116°C、118°C、121°C、124°C、127°C、129°C、132°C、135°C、138°C 等等的温度下进入第二热交换器 152。另外,蒸汽冷凝物 162 可在大约 10°C 至大约 66°C 的范围中的温度下进入第二热交换器 152。更具体而言,在某些实施例中,蒸汽冷凝物 162 可在大约 29°C、32°C、35°C、38°C、41°C、43°C、46°C 等等的温度下进入第二热交换器 152。

[0147] 在某些实施例中,受加热蒸汽冷凝物 164 可在大约 93°C 温度下离开第二热交换器 152,并且原始合成气 156 可在大约 89°C 的温度下离开第二热交换器 152。但是,在其它实施例中,受加热蒸汽冷凝物 164 可在大约 75°C 至大约 121°C 的范围中的温度下离开第二热交换器 152。更具体而言,在某些实施例中,受加热蒸汽冷凝物 164 可在大约 79°C、82°C、85°C、88°C、91°C、93°C、96°C、99°C、102°C、104°C、107°C 等等的温度下离开第二热交换器 152。另外,原始合成气 156 可在大约 72°C 至大约 95°C 的范围中的温度下离开第二热交换器 152。更具体而言,在某些实施例中,原始合成气 156 可在大约 75°C、78°C、81°C、84°C、86°C、89°C、

92℃等等的温度下离开第二热交换器 152。

[0148] 如图 3 中示出的那样, LTGC 单元 20 也可包括第三热交换器 154, 其构造成接收来自第二热交换器 152 的原始合成气 156, 以及用来自图 1 的 ORC 22 的受冷却锅炉给水 166 冷却原始合成气 156。更具体而言, 来自原始合成气 156 的热可传递到受冷却锅炉给水 166 中, 以产生受加热锅炉给水 168, 受加热锅炉给水 168 可发送回图 1 的 ORC 22。图 1 的 ORC 22 类似于图 2 的 ORC 92 那样起作用。更具体而言, 来自 LTGC 单元 20 的第三热交换器 154 的受加热锅炉给水 168 等价于进入图 2 的 ORC 92 的受加热流体 94, 并且进入 LTGC 单元 20 的第三热交换器 154 的受冷却锅炉给水 166 等价于来自图 2 的 ORC 92 的受冷却流体 96。来自第三热交换器 154 的受冷却原始合成气 170 可被引导到图 1 的气体清洁单元 24。

[0149] 例如, 在某些实施例中, 原始合成气 156 可在大约 89℃ 的温度下进入第三热交换器 154, 并且可在大约 60℃ 的温度下离开第三热交换器 154。但是, 在其它实施例中, 原始合成气 156 可在大约 72℃ 至大约 95℃ 的范围中的温度下进入第三热交换器 154。更具体而言, 在某些实施例中, 原始合成气 156 可在大约 75℃、78℃、81℃、84℃、86℃、89℃、92℃ 等等的温度下进入第三热交换器 154。另外, 受冷却原始合成气 170 可在大约 50℃ 至大约 75℃ 的范围中的温度下离开第三热交换器 154。更具体而言, 在某些实施例中, 受冷却原始合成气 170 可在大约 55℃、58℃、61℃、64℃、66℃、69℃、72℃ 等等的温度下离开第三热交换器 154。换句话说, 较低量的热可从原始合成气 156 扩散到受冷却锅炉给水 166 中, 因为进入 LTGC 单元 20 的热的原始合成气 156 中的大量热能可分别在第一热交换器 150 和第二热交换器 152 中传递到 LLP 蒸汽 160 和受加热蒸汽冷凝物 164 中。

[0150] 在某些实施例中, 受冷却锅炉给水 166 可在大约 50℃ 至大约 100℃、大约 65℃ 至大约 85℃ 或大约 70℃ 至大约 75℃ 的范围中的温度下进入第三热交换器 154。更具体而言, 在某些实施例中, 受冷却锅炉给水 166 可在大约 62℃、65℃、69℃、71℃、74℃、77℃、80℃ 等等的温度下进入第三热交换器 154。另外, 受加热锅炉给水 168 可在大约 80℃ 的温度下离开第三热交换器 154。但是, 在其它实施例中, 受加热锅炉给水 168 可在大约 70℃ 至大约 100℃ 的范围中的温度下离开第三热交换器 154。更具体而言, 在某些实施例中, 受加热锅炉给水 168 可在大约 72℃、75℃、78℃、80℃、83℃、86℃、89℃、92℃、95℃、98℃ 等等的温度下离开第三热交换器 154。

[0151] 如可理解的那样, 在某些实施例中, 热的原始合成气 156 可在第一热交换器 150 和第二热交换器 152 中的一个或多个之前流过第三热交换器 154。另外, 在一些实施例中, 热的原始合成气 156 仅流过第三热交换器 154。

[0152] 图 4 是图 1 的硫回收单元 28 的实施例的工艺流程图, 硫回收单元 28 可用于图 2 的有机兰金循环系统 90 (即, 图 1 的 ORC 30)。如所示出的那样, 在某些实施例中, 硫回收单元 28 可包括热反应器 190、热冷凝器 192、中间催化级 194 和最终催化级 196。在最终催化级 196 中, 可与锅炉给水交换热, 以加热锅炉给水, 使得可在 ORC 92 (诸如图 1 的 ORC 30) 中使用锅炉给水。

[0153] 来自图 1 的气体清洁单元 24 的酸性气体 198 和来自图 1 的 ASU 32 的氧化剂 200 在热反应器 190 中结合, 以使得能够抽取硫。然后酸性气体 198 流到热冷凝器 192 中。当酸性气体 198 进入热冷凝器 192 时, 酸性气体 198 可处于大约 1175℃ 的温度。在某些实施例中, 酸性气体 198 可在大约 980℃ 至大约 1370℃、大约 1100℃ 至大约 1250℃ 或大约 1220℃

至大约 1300°C 的范围中进入热冷凝器 192。更具体而言,在某些实施例中,酸性气体 198 可在大约 1010°C、1065°C、1090°C、1105°C、1130°C、1175°C、1250°C 等等的温度下进入热的冷凝器 192。锅炉给水 202 流过热冷凝器 192,以冷却酸性气体 198,从而加热锅炉给水 202 而产生蒸汽 204。

[0154] 酸性气体 198 离开热冷凝器 192,并且硫 206 可从酸性气体 198 中分离出来。当酸性气体 198 离开热冷凝器 192 时,酸性气体 198 可处于大约 175°C 的温度。在某些实施例中,酸性气体 198 可在大约 150°C 至大约 200°C、大约 165°C 至大约 195°C 或大约 175°C 至大约 185°C 的温度范围中离开热冷凝器 192。更具体而言,在某些实施例中,酸性气体 198 可在大约 165°C、168°C、171°C、173°C、176°C、179°C、181°C 等等的温度下离开热冷凝器 192。在某些实施例中,热冷凝器 192 可具有两个级。第一级可包括在冷凝器 192 的一端处的、用以提高蒸汽的压力的废热锅炉,并且第二级可包括用以产生较低级的蒸汽且使硫冷凝的热交换器。

[0155] 酸性气体 198 从热冷凝器 192 流到中间催化级 194。虽然示出了仅一个中间催化级 194,但是可包括一个或多个催化级,诸如两个或三个中间催化级 194。如所示出的那样,中间催化级 194 包括再热器 208、催化反应器 210 和热交换器 212。当酸性气体 198 进入再热器 208 时,酸性气体 198 可处于大约 175°C 的温度。在某些实施例中,酸性气体 198 可在大约 150°C 至大约 200°C、大约 165°C 至大约 195°C 或大约 175°C 至大约 185°C 的温度范围中进入再热器 208。更具体而言,在某些实施例中,酸性气体 198 可在大约 165°C、168°C、171°C、173°C、176°C、179°C、181°C 等等的温度下进入再热器 208。蒸汽 214 流过再热器 208,以加热酸性气体 198,从而冷却蒸汽 214,以产生冷凝的锅炉给水 216。

[0156] 酸性气体 198 离开再热器 208,并且流到催化反应器 210 中。当酸性气体 198 离开再热器 208 且进入催化反应器 210 时,酸性气体 198 可处于大约 232°C 的温度。在某些实施例中,酸性气体 198 可在大约 200°C 至大约 250°C、大约 215°C 至大约 245°C 或大约 225°C 至大约 235°C 的温度范围中离开再热器 208。更具体而言,在某些实施例中,酸性气体 198 可在大约 215°C、218°C、221°C、223°C、226°C、229°C、231°C 等等的温度下离开再热器 208。

[0157] 催化反应器 210 使得酸性气体 198 能够引起化学反应,以协助从酸性气体 198 中抽取硫。酸性气体 198 离开催化反应器 210,并且流到热交换器 212 中。当酸性气体 198 离开催化反应器 210 且进入热交换器 212 时,酸性气体 198 可处于大约 270°C 的温度。在某些实施例中,酸性气体 198 可在大约 250°C 至大约 300°C、大约 260°C 至大约 285°C 或大约 265°C 至大约 275°C 的温度范围中离开催化反应器 210。更具体而言,在某些实施例中,酸性气体 198 可在大约 265°C、268°C、271°C、273°C、276°C、279°C、281°C 等等的温度下离开催化反应器 210。

[0158] 锅炉给水 218 流过热交换器 212,以冷却酸性气体 198,从而加热锅炉给水 218,以产生蒸汽 220。酸性气体 198 离开热交换器 212,并且硫 222 可从酸性气体 198 中分离出来。然后酸性气体 198 流到最终催化级 196 中。当酸性气体 198 离开热交换器 212 且进入最终催化级 196 时,酸性气体 198 可处于大约 175°C 的温度。在某些实施例中,酸性气体 198 可在大约 150°C 至大约 200°C、大约 165°C 至大约 195°C 或大约 175°C 至大约 185°C 的温度范围中离开热交换器 212。更具体而言,在某些实施例中,酸性气体 198 可在大约 165°C、168°C、171°C、173°C、176°C、179°C、181°C 等等的温度下离开热交换器 212。

[0159] 如所示出的那样,最终催化级 196 包括最终再热器 224、最终催化反应器 226 和最终热交换器 228。当酸性气体 198 进入最终再热器 224 时,酸性气体 198 可处于大约 175°C 的温度。在某些实施例中,酸性气体 198 可在大约 150°C 至大约 200°C、大约 165°C 至大约 195°C 或大约 175°C 至大约 185°C 的温度范围中进入最终再热器 224。更具体而言,在某些实施例中,酸性气体 198 可在大约 165°C、168°C、171°C、173°C、176°C、179°C、181°C 等等的温度下进入最终再热器 224。蒸汽 230 流过最终再热器 224,以加热酸性气体 198,从而冷却蒸汽 230,以产生冷凝的锅炉给水 232。

[0160] 酸性气体 198 离开最终再热器 224,并且流到最终催化反应器 226 中。当酸性气体 198 离开最终再热器 224 且进入最终催化反应器 226 时,酸性气体 198 可处于大约 210°C 的温度。在某些实施例中,酸性气体 198 可在大约 178°C 至大约 228°C、大约 193°C 至大约 223°C 或大约 203°C 至大约 213°C 的温度范围中离开最终再热器 224。更具体而言,在某些实施例中,酸性气体 198 可在大约 193°C、196°C、199°C、201°C、204°C、207°C、209°C 等等的温度下离开最终再热器 224。

[0161] 最终催化反应器 226 使得酸性气体 198 能够引起化学反应,以协助从酸性气体 198 中抽取硫。酸性气体 198 离开最终催化反应器 226,并且流到最终热交换器 228 中。当酸性气体 198 离开最终催化反应器 226 且进入最终热交换器 228 时,酸性气体 198 可处于大约 215°C 的温度。在某些实施例中,酸性气体 198 可在大约 183°C 至大约 233°C、大约 198°C 至大约 228°C 或大约 208°C 至大约 218°C 的温度范围中离开最终催化反应器 226。更具体而言,在某些实施例中,酸性气体 198 可在大约 190°C、193°C、196°C、198°C、201°C、204°C、206°C 等等的温度下离开最终催化反应器 226。

[0162] 受冷却锅炉给水 234 从 ORC 92(即,图 1 的 ORC 30) 流过最终热交换器 228,以冷却酸性气体 198,从而加热受冷却锅炉给水 234,以产生受加热锅炉给水 236,受加热锅炉给水 236 回到 ORC 92。最终热交换器 228 可对锅炉给水 234 提供足以使 ORC 92 中的制冷剂沸腾的低水平热。酸性气体 198 离开最终热交换器 228,并且硫 238 可从酸性气体 198 中分离出来。受冷却酸性气体 240 从最终热交换器 240 流回到图 1 的气体清洁单元 24。当受冷却酸性气体 240 离开最终热交换器 228 时,受冷却酸性气体 240 可处于大约 124°C 的温度。在某些实施例中,受冷却酸性气体 240 可在大约 114°C 至大约 134°C、大约 124°C 至大约 130°C 或大约 126°C 至大约 128°C 的温度范围中离开最终热交换器 228。更具体而言,在某些实施例中,受冷却酸性气体 240 可在大约 114°C、117°C、120°C、123°C、126°C、129°C、131°C 等等的温度下离开最终热交换器 228。

[0163] 另外,当受冷却锅炉给水 234 进入最终热交换器 228 时,受冷却锅炉给水 234 可处于大约 82°C 的温度。在某些实施例中,受冷却锅炉给水 234 可在大约 62°C 至大约 102°C、大约 80°C 至大约 95°C 或大约 85°C 至大约 90°C 的温度范围中进入最终热交换器 228。更具体而言,在某些实施例中,受冷却锅炉给水 234 可在大约 81°C、84°C、87°C、89°C、92°C、95°C、98°C 等等的温度下进入最终热交换器 228。另外,当受加热锅炉给水 236 离开最终热交换器 228 时,受加热锅炉给水 236 可处于大约 124°C 的温度。在某些实施例中,受加热锅炉给水 236 可在大约 110°C 至大约 135°C、大约 115°C 至大约 130°C 或大约 118°C 至大约 123°C 的温度范围中离开最终热交换器 228。更具体而言,在某些实施例中,受加热锅炉给水 236 可在大约 111°C、114°C、117°C、119°C、122°C、125°C、128°C 等等的温度下离开最终热交换器

228。

[0164] 图 1 的 ORC 30 类似于图 2 的 ORC 92 那样起作用。更具体而言,来自硫回收单元 28 的最终热交换器 228 的受加热锅炉给水 236 等价于进入图 2 的 ORC 92 的受加热流体 94,并且进入硫回收单元 28 的最终热交换器 228 的受冷却锅炉给水 234 等价于来自图 2 的 ORC 92 的受冷却流体 96。如可理解的那样,在某些实施例中,受冷却锅炉给水 234 可流过任何热交换器 192、212 和 228,以产生受加热锅炉给水 236。

[0165] 图 5 是可用于图 2 的有机兰金循环系统 90(即,图 1 的 ORC 64)的图 1 的抽取空气(EA)冷却系统 62 的实施例的工艺流程图。如所示出的那样,在某些实施例中,EA 冷却系统 62 可包括三个热交换器 260、262 和 264。三个热交换器 260、262 和 264 可为能够将热从燃气轮机抽取空气传递到冷却剂(诸如水或蒸汽冷凝物)的任何类型的热交换器。具体而言,EA 冷却系统 62 可包括第一热交换器 260(例如,用以加热 N_2),其构造成接收来自图 1 的燃烧器 42 的燃气轮机抽取空气 266,以及用图 1 的 ASU 32 的氮(N_2) 268 冷却燃气轮机抽取空气 266。更具体而言,来自燃气轮机抽取空气 266 的热可传递到氮 268 中,以产生受加热氮 270。

[0166] 例如,在某些实施例中,燃气轮机抽取空气 266 可在大约 400°C 的温度下进入第一热交换器 260,并且氮 268 可在大约 30°C 至大约 120°C 的温度下进入第一热交换器 260。但是,在其它实施例中,燃气轮机抽取空气 266 可在大约 370°C 至大约 425°C 的范围中的温度下进入第一热交换器 260。更具体而言,在某些实施例中,燃气轮机抽取空气 266 可在大约 378°C、381°C、384°C、386°C、389°C、392°C、395°C、398°C、400°C、403°C、406°C 等等的温度下进入第一热交换器 260。另外,氮 268 可在大约 20°C 至大约 120°C 的范围中的温度下进入第一热交换器 260。更具体而言,在某些实施例中,氮 268 可在大约 30°C、45°C、60°C、75°C、90°C、105°C、120°C 等等的温度下进入第一热交换器 260。

[0167] 在某些实施例中,受加热氮 270 可在大约 100°C 的温度下离开第一热交换器 260,并且燃气轮机抽取空气 266 可在大约 165°C 的温度下离开第一热交换器 260。但是,在其它实施例中,受加热氮 270 可在大约 80°C 至大约 120°C 的范围中的温度下离开第一热交换器 260。更具体而言,在某些实施例中,受加热氮 270 可在大约 87°C、90°C、93°C、96°C、98°C、101°C、104°C、107°C、109°C、112°C、115°C 等等的温度下离开第一热交换器 260。另外,燃气轮机抽取空气 266 可在大约 150°C 至大约 175°C 的范围中的温度下离开第一热交换器 260。更具体而言,在某些实施例中,燃气轮机抽取空气 266 可在大约 150°C、153°C、156°C、158°C、161°C、164°C、167°C、170°C、172°C、175°C 等等的温度下离开第一热交换器 260。

[0168] 如图 5 中示出的那样,EA 冷却系统 62 也可包括第二热交换器 262,其构造成接收来自的第一热交换器 260 的燃气轮机抽取空气 266,以及用受冷却锅炉给水 272 冷却燃气轮机抽取空气 266。更具体而言,来自燃气轮机抽取空气 266 的热可传递到受冷却锅炉给水 272 中,以产生受加热锅炉给水 274,受加热锅炉给水 274 可以发送回到图 1 的 ORC 64。例如,在某些实施例中,燃气轮机抽取空气 266 可在大约 165°C 的温度下进入第二热交换器 262,并且受冷却锅炉给水 272 可在大约 87°C 的温度下进入第二热交换器 262。但是,在其它实施例中,燃气轮机抽取空气 266 可在大约 150°C 至大约 175°C 的范围中的温度下进入第二热交换器 262。更具体而言,在某些实施例中,燃气轮机抽取空气 266 可在大约 150°C、153°C、156°C、158°C、161°C、164°C、167°C、170°C、172°C、175°C 等等的温度下进入第二热交

换器 262。另外,受冷却锅炉给水 272 可在大约 66℃至大约 95℃的范围中的温度下进入第二热交换器 262。更具体而言,在某些实施例中,受冷却锅炉给水 272 可在大约 75℃、78℃、81℃、84℃、86℃、89℃、92℃等等的温度下进入第二热交换器 262。

[0169] 在某些实施例中,受加热锅炉给水 274 可在大约 135℃的温度下离开第二热交换器 262,并且燃气轮机抽取空气 266 可在大约 94℃的温度下离开第二热交换器 262。但是,在其它实施例中,受加热锅炉给水 274 可在大约 122℃至大约 150℃的范围中的温度下离开第二热交换器 262。更具体而言,在某些实施例中,受加热锅炉给水 274 可在大约 129℃、132℃、135℃、138℃、141℃、143℃、146℃、149℃、152℃、154℃、157℃等等的温度下离开第二热交换器 262。另外,燃气轮机抽取空气 266 可在大约 80℃至大约 110℃的范围中的温度下离开第二热交换器 262。更具体而言,在某些实施例中,燃气轮机抽取空气 266 可在大约 85℃、88℃、91℃、94℃、96℃、99℃、102℃等等的温度下离开第二热交换器 262。

[0170] 图 1 的 ORC 64 类似于图 2 的 ORC 92 那样起作用。更具体而言,来自 EA 冷却系统 62 的第二热交换器 262 的受加热锅炉给水 274 等价于进入图 2 的 ORC 92 的受加热流体 94,并且进入 EA 冷却系统 62 的第二热交换器 262 的受冷却锅炉给水 272 等价于来自图 2 的 ORC 92 的受冷却流体 96。

[0171] 如图 5 中示出的那样,EA 冷却系统 62 也可包括第三热交换器 264,其构造成接收来自第二热交换器 262 的燃气轮机抽取空气 266,以及用诸如来自图 1 的冷却塔 76 的受冷却水 276 冷却燃气轮机抽取空气 266。更具体而言,来自燃气轮机抽取空气 266 的热可传递到受冷却水 276 中,以产生受加热水 278。来自第三热交换器 264 的受冷却燃气轮机抽取空气 280 可被引导到图 1 的 ASU 32。

[0172] 例如,在某些实施例中,燃气轮机抽取空气 266 可在大约 94℃的温度下进入第三热交换器 264,并且可在大约 32℃的温度下离开第三热交换器 264。但是,在其它实施例中,燃气轮机抽取空气 266 可在大约 80℃到大约 110℃的范围中的温度下进入第三热交换器 264。更具体而言,在某些实施例中,燃气轮机抽取空气 266 可在大约 85℃、88℃、91℃、94℃、96℃、99℃、102℃等等的温度下进入第三热交换器 264。另外,受冷却燃气轮机抽取空气 280 可在大约 15℃至大约 50℃的范围中的温度下离开第三热交换器 264。更具体而言,在某些实施例中,受冷却燃气轮机抽取空气 280 可在大约 25℃、28℃、31℃、34℃、36℃、39℃、42℃等等的温度下离开第三热交换器 264。

[0173] 在某些实施例中,受冷却水 276 可在大约 10℃至大约 60℃、大约 15℃至大约 45℃或大约 30℃至大约 55℃的范围中的温度下进入第三热交换器 264。更具体而言,在某些实施例中,受冷却水 276 可在大约 22℃、25℃、29℃、31℃、34℃、37℃、40℃等等的温度下进入第三热交换器 264。另外,受加热水 278 可在大约 70℃的温度下离开第三热交换器 264。但是,在其它实施例中,受加热水 278 可在大约 60℃至大约 90℃的范围中的温度下离开第三热交换器 264。更具体而言,在某些实施例中,受加热水 278 可在大约 62℃、65℃、68℃、70℃、73℃、76℃、79℃、82℃、85℃、88℃等等的温度下离开第三热交换器 264。

[0174] 如可理解的那样,在某些实施例中,抽取空气 266 可在第一热交换器 260 之前或者在第三热交换器 264 之后流过第二热交换器 262。另外,在一些实施例中,抽取空气 266 仅流过第二热交换器 262。

[0175] 图 6 是气化系统 300 的实施例的工艺流程图,其中有机兰金循环系统利用系统所产

生的热。对气化器 304 提供燃料 302, 诸如煤、石油焦、生物量、基于木材的物质、农业废料、焦油、焦炉煤气、沥青、来自精炼厂的重残余物, 或其它含碳物。气化器 304 与上面关于图 1 所描述的气化器 16 非常相似地运行。因而, 气化器 304 可将燃料 302 转化成热的原始合成气 306。热的原始合成气 306 可包含大约 85% 的一氧化碳和氢, 以及 CO_2 、 CH_4 、 HCl 、 COS 、 NH_3 、 HCN 和 H_2S (基于燃料 302 的硫含量)。来自气化器 304 的热的原始合成气 306 然后可被引导到图 2 中描述的有机兰金循环系统 90。在某些实施例中, 在有机兰金循环系统 90 中使用热的原始合成气 306 之前, 使用膨胀装置 308 来降低热的原始合成气 306 的压力。有机兰金循环系统 90 从热的原始合成气 306 中抽取热, 以产生能量。在从热的原始合成气 306 中抽取热之后, 产生受冷却原始合成气 310。受冷却原始合成气 310 可由气化系统 300 使用, 或者受冷却原始合成气 310 可输送到另一个系统供其使用。在某些实施例中, 受冷却原始合成气 310 是从清洁的燃烧燃料 302 中产生的清洁合成气, 因此受冷却原始合成气 310 不需要清洁。在其它实施例中, 清洁受冷却原始合成气 310, 以移除杂质。如可理解的那样, 通过将热的原始合成气 306 直接用于有机兰金循环系统 90, 热的原始合成气 306 可高效地传递热能, 以使用热能来产生功率。

[0176] 现在回到图 2, 在本申请中论述的类型的有机兰金循环系统 90 中使用的制冷剂可为在酸性气体移除单元中使用的类型的制冷剂。另外, 本申请中论述的有机兰金循环系统 90 (例如, 图 1 的 ORC 22、30 和 64) 可安装在新的气化系统中, 或者有机兰金循环系统 90 可改型到现有的气化系统中。同样, 虽然描述了在气化系统的特定部分中使用有机兰金循环系统 90, 但是可在气化系统的、其中可利用低水平的热或其它水平的热的其它部分中使用有机兰金循环系统 90。

[0177] 本发明的技术效果包括利用来自气化系统的多种部分的潜在地低水平的热。在某些实施例中, 低水平的热可为大约 70°C 至大约 100°C , 而在其它实施例中, 热的水平可为大约 150°C 至大约 300°C 。通过使用来自气化系统的以别的方式未被使用的热, 有机兰金循环系统 90 可产生功率, 并且从而减少气化系统所消耗的功率。另外, 可需要较少功率来用于气化系统中的冷却系统。另外, 可在不降低气体压力的情况下冷却气体。在有机兰金循环系统 90 中, 与可用于其它系统中的制冷剂相比, 所使用的制冷剂可使有机兰金循环系统 90 的构件较少地暴露于腐蚀。减少对腐蚀的暴露可降低有机兰金循环系统 90 的生产部件的成本。

[0178] 如可理解的那样, 气化系统的某些实施例可包括一个、两个、三个或更多个有机兰金循环系统 (22, 30, 64)。换句话说, 可使用气化系统来产生受加热流体, 并且受加热流体可用于一个或多个有机兰金循环系统 (22, 30, 64) 中。例如, 某些实施例可利用来自热的原始合成气、气体冷却系统 (例如低温气体冷却系统)、硫回收单元、空气抽取冷却系统或它们的任何组合的热来产生受加热流体。在这样的实施例中, 受加热流体可组合自气化系统的一个、两个、三个或更多个部分而流到一个有机兰金循环系统 (22, 30, 64), 或者受加热流体可流到多个有机兰金循环系统 (22, 30, 64)。同样, 受冷却流体可从一个或多个有机兰金循环系统 (22, 30, 64) 流到气化系统、气体冷却系统、硫回收单元、空气抽取冷却系统或它们的任何组合。

[0179] 本书面描述使用示例来公开本发明, 包括最佳模式, 并且还使本领域任何技术人员能够实践本发明, 包括制造和使用任何装置或系统, 以及实行任何结合的方法。本发明的

可取得专利的范围由权利要求限定,并且可包括本领域技术人员想到的其它示例。如果这样的其它示例具有不异于权利要求的字面语言的结构要素,或者如果它们包括与权利要求的字面语言无实质性差异的等效结构要素,则它们意于处在权利要求的范围之内。

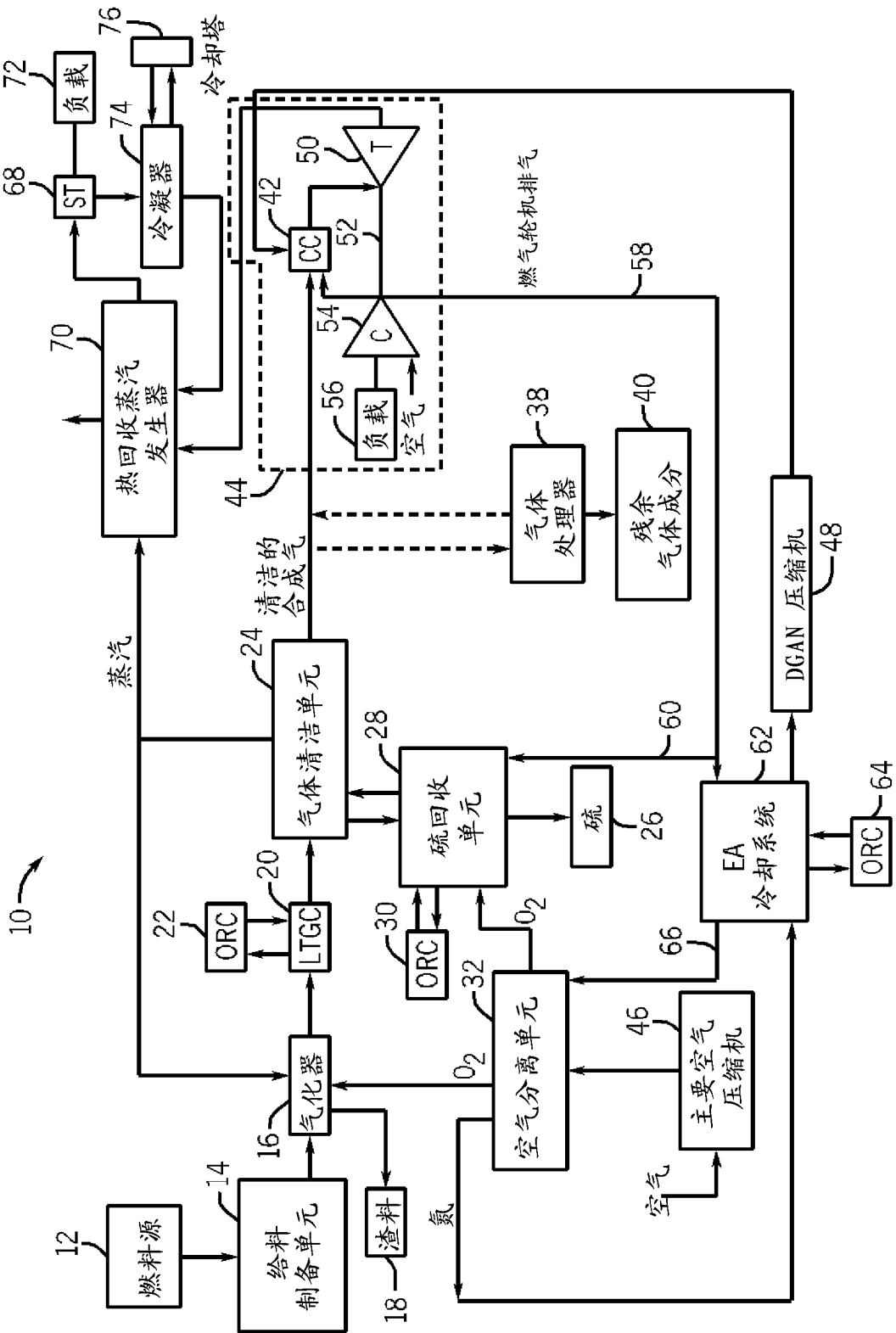


图 1

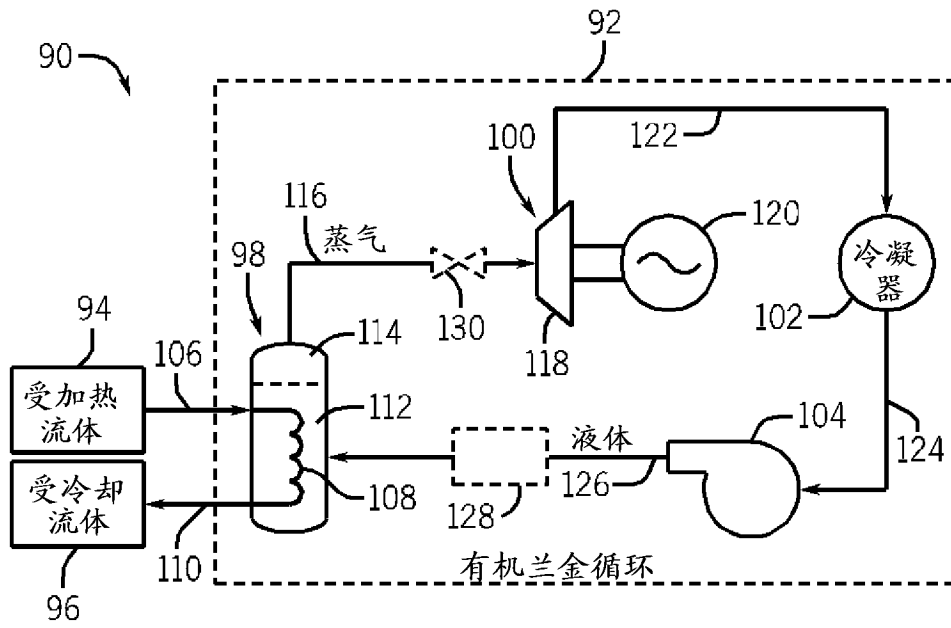


图 2

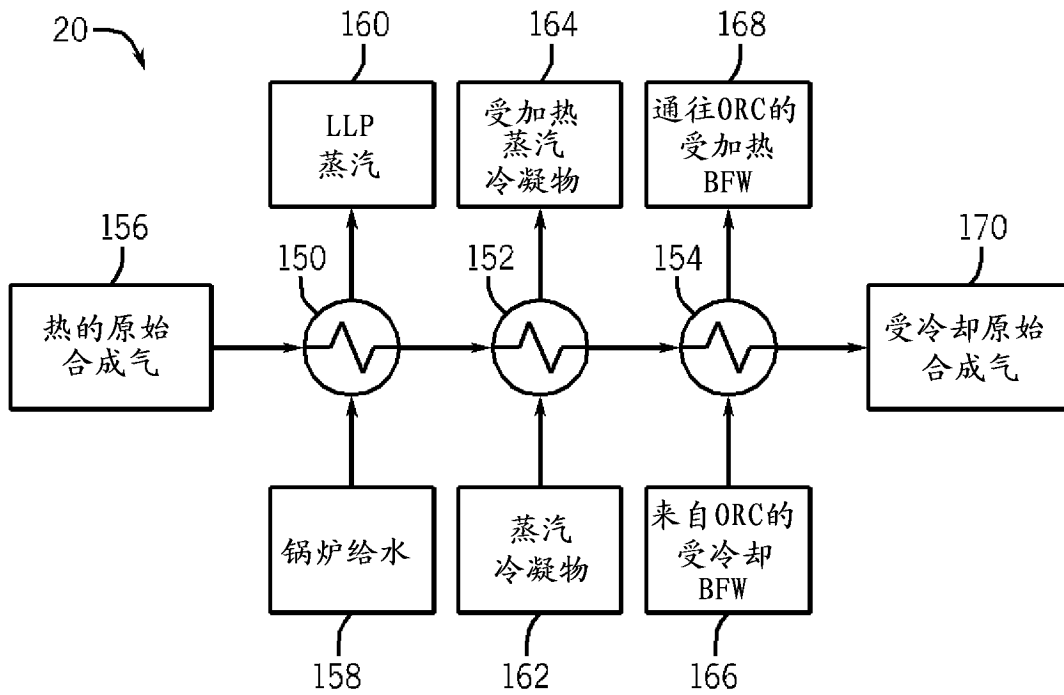


图 3

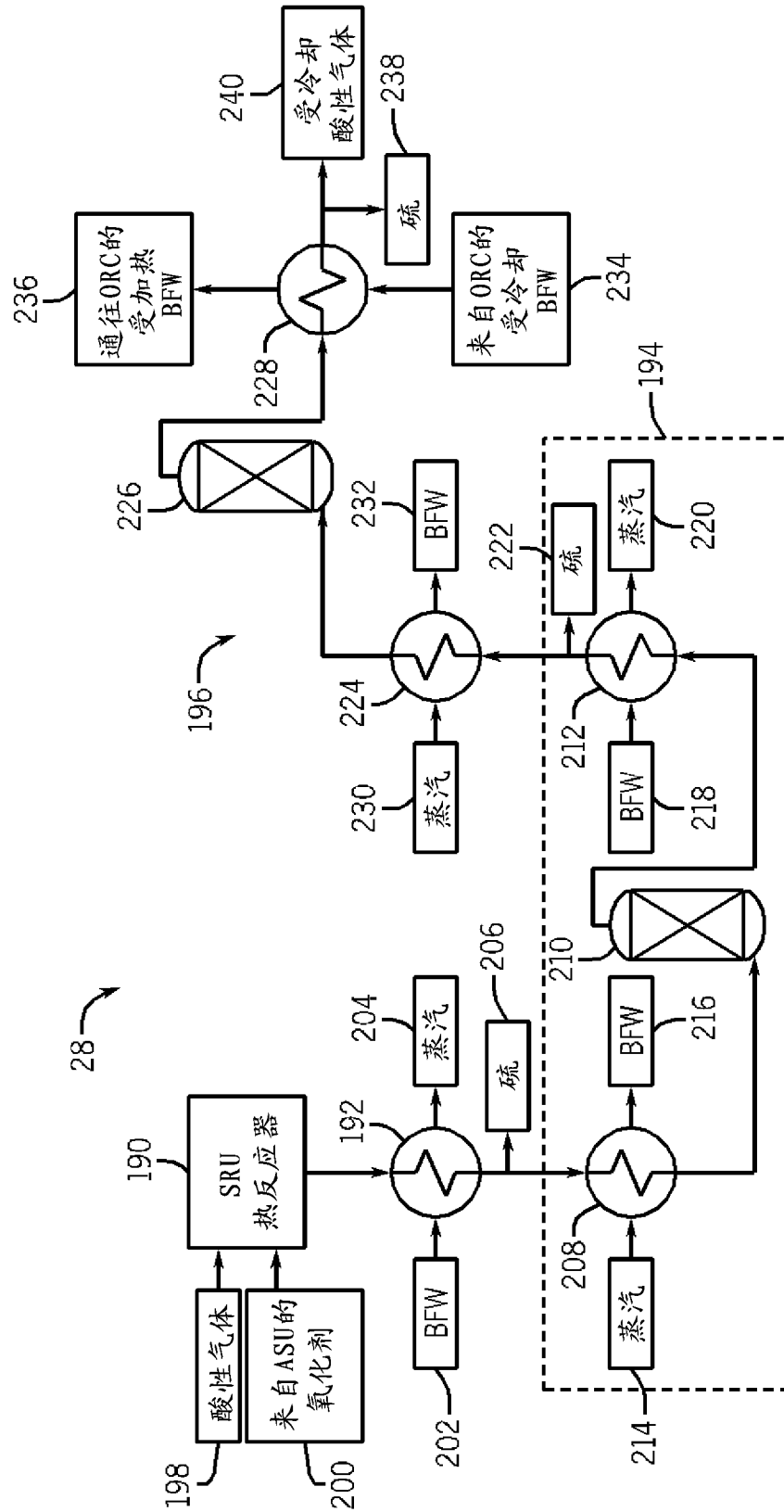


图 4

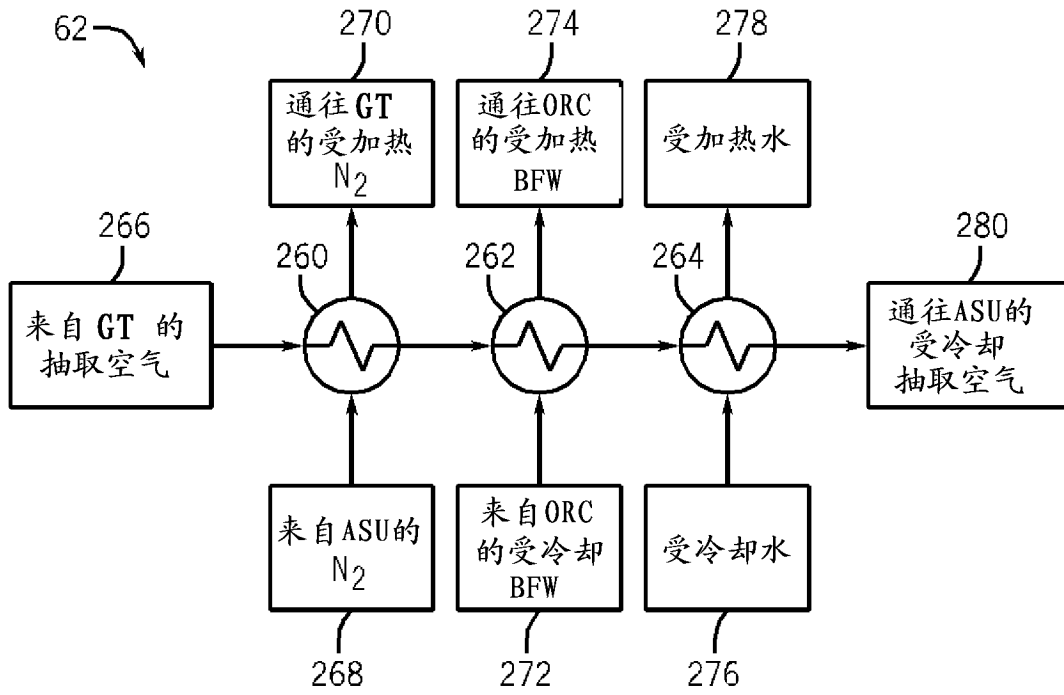


图 5

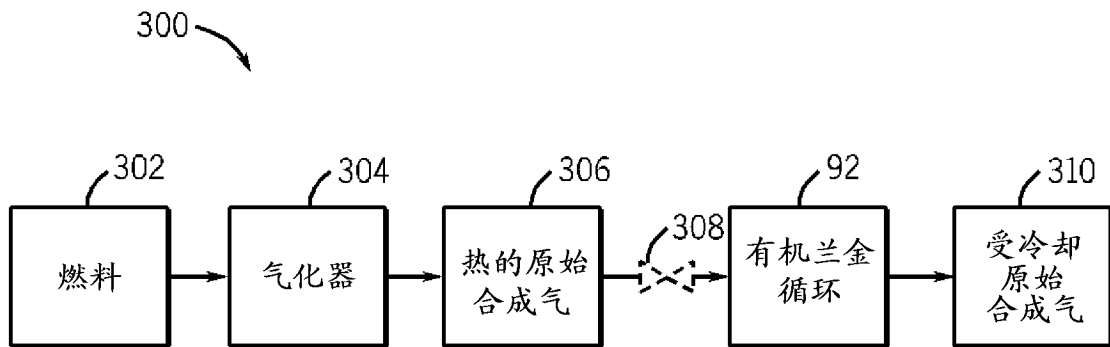


图 6