

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101589129 B

(45) 授权公告日 2013. 12. 04

(21) 申请号 200780050145. 0

(22) 申请日 2007. 12. 20

(30) 优先权数据

11/624, 956 2007. 01. 19 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009. 07. 20

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2007/088295 2007. 12. 20

(87) PCT申请的公布数据

W02008/091464 EN 2008. 07. 31

(73) 专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 保罗·S·华莱士

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 封新琴

(51) Int. Cl.

C10J 3/48(2006. 01)

C10J 3/86(2006. 01)

F28D 1/053(2006. 01)

(56) 对比文件

US 4841917 A, 1989. 06. 27, 说明书第 4 栏第 4-6 行、第 11-39 行及图 1、图 4.

US 4841917 A, 1989. 06. 27, 说明书第 4 栏第 4-6 行、第 11-39 行及图 1、图 4.

US 4707163 A, 1987. 11. 17, 权利要求 4 及图 3 和图 4.

审查员 张玉仙

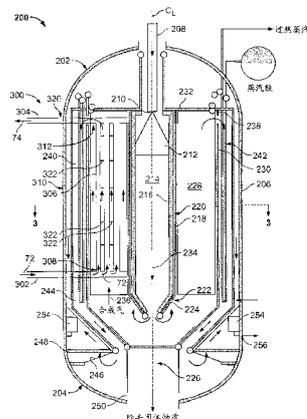
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

促进气化器中合成气冷却的方法和设备

(57) 摘要

本发明提供一种冷却气化器 (200) 中合成气的方法。该方法包括:将冷却流体 (308) 引入至少一个压板 (320), 所述压板至少部分地伸入气化器的反应区 (228);使反应流体环绕至少一个压板流动,以促进从反应流体向冷却流体的热传递。



1. 一种气化器,包括:  
燃烧区,该燃烧区由耐热壁限定;  
第一环形通道,其限定在圆筒状外壳和所述耐热壁之间,所述第一环形通道至少部分地环绕所述燃烧区,用于以向上的方向通过所述第一环形通道引入反应流体;  
第二环形通道,其与所述第一环形通道以流动连通的方式连接,所述第二环形通道用于以向下的方向引入从所述第一环形通道排出的反应流体;以及  
辐射型冷却器,该辐射型冷却器包括伸入所述第一环形通道的至少一个压板,用于使冷却流体在其中循环,以促进从所述第一环形通道流过的反应流体冷却,所述至少一个压板包括从所述耐热壁径向向外延伸的多根冷却管。
2. 权利要求 1 的气化器,其中所述至少一个压板包括入口和出口,所述至少一根冷却管以流动连通的方式连接在所述入口和所述出口之间。
3. 权利要求 1 的气化器,其中所述至少一个压板在所述燃烧区和所述气化器的外壁之间延伸。
4. 权利要求 2 的气化器,其中所述辐射型冷却器还包括多个围绕所述燃烧区环向隔开的压板。
5. 权利要求 4 的气化器,其中所述多个压板中的每一个压板围绕所述环形通道基本上等间隔。
6. 权利要求 1 的气化器,其中所述至少一个压板包括多根冷却管,所述多根冷却管至少包括第一根冷却管、第二根冷却管和第三根冷却管,所述第二根冷却管基本上等间距地设置在所述第一根冷却管和所述第三根冷却管之间,所述第二根冷却管在所述第一根冷却管和所述第三根冷却管之间径向向外延伸出所述第一根冷却管。
7. 权利要求 6 的气化器,其中所述第一根冷却管位于所述第二根冷却管和所述燃烧区之间,且所述第二根冷却管位于所述第一根冷却管和所述第三根冷却管之间。
8. 权利要求 6 的气化器,其中所述多根冷却管通过多个连接构件连接在一起。
9. 权利要求 1 的气化器,其中所述冷却流体为蒸汽,所述反应流体为合成气,所述辐射型冷却器促进从所述反应流体向从所述辐射型冷却器中流过的蒸汽的热传递。
10. 权利要求 1 的气化器,其中所述辐射型冷却器促进所述气化器冷却。

## 促进气化器中合成气冷却的方法和设备

[0001] 发明背景

[0002] 本发明总体上涉及整体煤气化联合循环 (integrated gasification combined cycle) (IGCC) 发电系统,更具体地,涉及包括一体式辐射型合成气冷却器 (integral radiant syngas cooler) 的气化器。

[0003] 至少一部分已知 IGCC 系统包括与至少一个动力供应涡轮系统 (power-producing turbine system) 联合的煤气化系统。例如,已知的气化器将燃料、空气或氧气、蒸汽和 / 或石灰石的混合物转化为部分燃烧气体 (有时称作“合成气”) 输出。将热的燃烧气体送入燃气涡轮机的燃烧室,燃气涡轮机为发电机提供动力,发电机向电网供电。将至少一部分已知的燃气涡轮机的排气送入热回收蒸汽发生器,热回收蒸汽发生器产生用于驱动蒸汽涡轮机的蒸汽。蒸汽涡轮机产生的动力驱动向电网供电的发电机。

[0004] 至少一部分已知的煤气化系统使用分离式气化器以及体积庞大的辐射型冷却器,以气化底部残留物、回收热量、除去合成气中的固体物质、使合成气能够被其它系统利用。支撑气化器和辐射型冷却器运转所需的这些附加部件和辅助设备增加了系统的复杂性、资金开支和操作人力。

### 发明内容

[0005] 在一种实施方案中,提供冷却气化器中合成气的方法。该方法包括:引导冷却流体通过至少一个压板,所述压板至少部分地伸入气化器的反应区;使反应流体环绕所述至少一个压板流动,以促进从反应流体向冷却流体的热传递。

[0006] 在另一实施方案中,提供气化器。该气化器包括反应区和辐射型冷却器。辐射型冷却器包括伸入反应区的至少一个压板。所述至少一个压板包括至少一根冷却管,该冷却管经配置使冷却流体在其中循环,以促进流经反应区的反应流体冷却。

[0007] 在再一实施方案中,提供辐射型冷却器。该冷却器包括伸入气化器通道的至少一个压板。所述至少一个压板包括至少一根冷却管,该冷却管经配置使冷却流体在其中循环,以促进流经气化器的反应流体冷却。

### 附图说明

[0008] 图 1 是示例性已知整体煤气化联合循环 (IGCC) 发电系统的示意图。

[0009] 图 2 是示例性气化器的示意图,该气化器包括一体式辐射合成气冷却器并可与图 1 所示的系统一同使用。

[0010] 图 3 是包括图 2 所示一体式辐射合成气冷却器的示例性气化器的截面图。

### 具体实施方式

[0011] 图 1 是示例性已知整体煤气化联合循环 (IGCC) 发电系统 50 的示意图。IGCC 系统 50 一般包括主空气压缩机 52、与压缩机 52 以流动连通方式连接的空气分离装置 54、与空气分离装置 54 以流动连通方式连接的气化器 56、与气化器 56 以流动连通方式连接的燃

气轮机 10 以及蒸汽轮机 58。

[0012] 工作时,压缩机 52 压缩引入空气分离装置 54 的环境空气。在一些实施方案中,除压缩机 52 以外或可供选择地,将来自燃气轮机压缩机 12 的压缩空气送入空气分离装置 54。空气分离装置 54 利用压缩空气产生用于气化器 56 的氧气。更具体地,空气分离装置 54 将压缩空气分为分离的氧气 ( $O_2$ ) 流和气体副产物(有时称作“工艺气体(process gas)”)。空气分离装置 54 产生的工艺气体包括氮气并在本文中称作“氮气工艺气体”(NPG)。NPG 可能还包括其它气体,例如但不限于,氧气和 / 或氩气。例如,在一些实施方案中,NPG 包括约 95% 至约 100% 的氮气。如以下更详细的描述,将  $O_2$  流引入气化器 56,以用于产生供燃气轮机 10 用作燃料的部分燃烧气体,在本文中称作“合成气”。在一部分已知的 IGCC 系统 50 中,将至少一部分 NPG 流从空气分离装置 54 排放至大气。另外,在一部分已知的 IGCC 系统 50 中,将一部分 NPG 流注入燃气轮机燃烧室 14 内的燃烧区(未示出),以促进控制燃气轮机 10 的排放,更具体地以促进降低燃烧温度并减少燃气轮机 10 的一氧化二氮排放。在示例性实施方案中,IGCC 系统 50 包括压缩机 60,该压缩机用于在氮气工艺气体流注入燃烧区之前对其进行压缩。

[0013] 气化器 56 将燃料、空气分离装置 54 提供的  $O_2$ 、蒸汽和 / 或石灰石的混合物转化为供燃气轮机 10 用作燃料的合成气输出。尽管气化器 56 可使用任意燃料,但在一些已知的 IGCC 系统 50 中,气化器 56 使用煤、石油焦炭、残油、油品乳化液、沥青砂和 / 或其它类似燃料。在一些已知的 IGCC 系统 50 中,气化器 56 产生的合成气包括二氧化碳。在示例性实施方案中,在将气化器 56 产生的合成气引入燃气轮机燃烧室 14 进行燃烧之前,在清洗装置(clean-up device)62 中对所述合成气进行清洗。在清洗过程中可将二氧化碳( $CO_2$ )从合成气中分离出来,在一些已知的 IGCC 系统 50 中,可能将二氧化碳排放到大气中。燃气轮机 10 驱动向电网(未示出)供电的发电机 64。将燃气轮机 10 的排气引入热回收蒸汽发生器 66,热回收蒸汽发生器 66 产生驱动蒸汽轮机 58 的蒸汽。蒸汽轮机 58 产生的动力驱动向电网供电的发电机 68。在一些已知的 IGCC 系统 50 中,将来自热回收蒸汽发生器 66 的蒸汽送入气化器 56 以用于生成合成气。

[0014] 另外,在示例性实施方案中,系统 50 包括泵 70,泵 70 将蒸汽 74 从蒸汽发生器 66 送至气化器 56 内的辐射型合成气冷却器(未示出),以促进在气化器 56 内流动的合成气冷却。引导蒸汽 74 通过辐射型合成气冷却器,在辐射型合成气冷却器中水 72 转变为蒸汽 74。随后,使蒸汽 74 返回蒸汽发生器 66 以在气化器 56 或蒸汽轮机 58 中使用。

[0015] 图 2 是示例性的先进固体清除气化器 200 的示意图,该固体清除气化器 200 包括一体式辐射型合成气冷却器 300。该气化器 200 可与 IGCC 例如系统 50(图 1 所示)一同使用。在示例性实施方案中,气化器 200 包括上壳体 202、下壳体 204 以及在上壳体 202 和下壳体 204 之间延伸的大致为圆筒形的容器主体 206。进料喷射器 208 穿透上壳体 202,以使燃料流能够导入气化器 200。更具体地,使从喷射器 208 流过的燃料途经限定在进料喷射器 208 中的一个或多个通道并经由喷嘴 210 以预定模式 212 排入限定在气化器 200 中的燃烧区 214。燃料可在进入喷嘴 210 之前与其它物质混合,和 / 或可在从喷嘴 210 排出时与其它物质混合。例如,燃料可在进入喷嘴 210 之前与从系统 50 的工艺过程中回收的细料混合,和 / 或燃料可在喷嘴 210 处或喷嘴 210 的下游与氧化剂例如空气或氧气混合。

[0016] 在示例性实施方案中,将燃烧区 214 限定为垂直取向的、大致为圆筒形的空间,该

空间基本上与连续流动连通的喷嘴 210 共准直。燃烧区 214 的外围由耐热壁 216 限定,该耐热壁 216 包括结构性基底如耐热镍铬铁管 218 和耐热涂层 220,耐热涂层 220 足以耐受燃烧区 214 内的高温高压作用。在示例性实施方案中,耐热壁 216 的出口端 222 包括收缩出口喷嘴 224,该喷嘴有助于燃烧区 214 中保持预定背压,同时允许燃烧区 214 中产生的燃烧产物和合成气离开燃烧区 214。燃烧产物可能包括气体副产物、通常形成在耐热涂层 220 上的熔渣、和 / 或以悬浮形式夹带在气体副产物中细粒状物质。

[0017] 在离开燃烧区 214 之后,可流动的熔渣和固体熔渣重力自流到与下壳体 204 连接的闭锁料斗 226 中。闭锁料斗 226 保持一定的水位,使可流动的熔渣急冷变为脆性固体物质,在从气化器 200 中取出时可将脆性固体物质破碎为较小块。在示例性实施方案中,闭锁料斗 226 捕获将近 90% 的离开燃烧区 214 的细粒。

[0018] 在示例性实施方案中,第一环形通道 228 至少部分地环绕燃烧区 214。通道 228 在其内周由耐热壁 216 以及在其径向外周由圆筒状外壳 230 部分地限定,该圆筒状外壳 230 基本上与燃烧区 214 共轴对准。通道 228 在顶部由上凸缘 232 密封。将气体副产物和任意残留细粒从燃烧区 214 中向下的方向 234 导向通道 228 中向上的方向 236。在出口喷嘴 224 处的快速变向促进细粒和熔渣与气体副产物分离。

[0019] 引导气体副产物和任意残留细粒向上经过通道 228 到达出口 238。在引导气体副产物经过通道 228 时,可从气体副产物和细粒回收热量。例如,在一种实施方案中,气体副产物以将近 2500° F 的温度进入通道 228 并以将近 1800° F 的温度离开通道 228。气体副产物和细粒经由出口 238 从通道 228 中排出并被引入第二环形通道 240,在该第二环形通道 240 中气体副产物和细粒变为向下流动的方向 241。在气体副产物和细粒从通道 240 流过时,例如可使用过热管 242 回收热量,过热管 242 将来自气体副产物和细粒流的热量传递给从过热管 242 中流过的蒸汽。例如,在一种实施方案中,气体副产物以将近 1800° F 的温度进入通道 240 并以将近 1500° F 的温度离开通道 240。

[0020] 当气体副产物和细粒流到达通道 240 的底端 244 时,通道 240 朝向闭锁料斗 226 收缩。更具体地,在底端 244,引导气体副产物和细粒流向上经过水雾 246,水雾 246 降低气体副产物和细粒流的温度。从气体副产物和细粒流中消除的热量往往使水雾 246 蒸发并使细粒聚集,使得细粒形成落入下壳体 204 的相对较大的灰渣块。沿相反方向将气体副产物和残余细粒流引向界定底端 244 的多孔板。在多孔板 248 以上保持一定的水位,以促进从气体副产物流中除去额外的细粒。在气体副产物和残余细粒流经过多孔板 248 进行过滤时,气体副产物和残余细粒流中包含的细粒被捕集在水中并穿过孔输送至形成在下壳体 204 中的污水槽。闭锁料斗 226 和下壳体 204 之间限定的间隙 250 使细粒能够流入闭锁料斗 226,从而便于将细粒从气化器 200 中除去。

[0021] 夹带物分离器 254 环绕下壳体 204 的上端。更具体地,分离器 254 位于多孔板 248 的上方且位于覆盖多孔板 248 的水位以上。夹带物分离器 254 例如可以是包括切向入口或转动叶片的漩流分离器或离心分离器,转动叶片使从其中流过的气体副产物和残余细粒回旋运动。离心力将颗粒向外甩至分离器 254 的壁面,细粒在壁面上聚结并重力自流至分离器下壳体 204。另外,任意残余细粒撞击筛网垫片,与其它颗粒聚集在一起,并被冲入下壳体 204。

[0022] 可供选择地,夹带物分离器 254 可为叶片型,例如人字形分离器或撞击式分离器。

在人字形分离器中,气体副产物从叶片之间经过并被迫按照曲折或锯齿形模式行进。夹带的颗粒和任意液滴不能够跟随气流并在聚结之前撞击叶片表面,从而颗粒重力自流到下壳体 204 中。可在叶片侧面增加诸如弯钩和凹坑等特征,以助于改善颗粒和液滴的捕获。另外,可堆叠人字形栅网以提供一系列分离阶段。类似地,在气体副产物和细粒经过曲面叶片时,撞击式分离器引发漩流运动。所引起的回旋运动致使夹带的颗粒和任意液滴被压向容器壁,从而可将夹带的颗粒和任意液滴收集在下壳体 204 中。

[0023] 气体副产物和任意残余细粒流进入分离器 254,从而将基本上全部的任意残余夹带颗粒和 / 或液滴从气体副产物流中除去。气体副产物流经由出口 256 离开气化器 200 以进一步进行处理。

[0024] 在示例性实施方案中,气化器 200 还包括连接在通道 228 中的辐射型合成气冷却器 300。另外,在示例性实施方案中,冷却器 300 为包括三根冷却管 306 的三路冷却器。在可供选择的实施方案中,冷却器 300 可包括促进通道 228 中合成气冷却的任意合适数量的冷却管 306。

[0025] 另外,在一种实施方案中,冷却器 300 包括围绕圆筒状容器 206 的中心线 CL 环向隔开的多个压板 320。压板 320 从耐热壁 216 朝向容器主体 206 径向向外延伸。另外,压板 320 包括入口 302、出口 304 以及多根在入口 302 和出口 304 之间延伸的冷却管 306。压板 320 设置在通道 228 内,以促进从通道 228 中流过的合成气冷却。

[0026] 在示例性实施方案中,入口 302 从冷却管 306 的第一端 308 延伸至圆筒状容器 206 的外部 310。类似地,出口 304 从冷却管 306 的第二端 312 延伸至外部 310。在示例性实施方案中,入口 302 设置在出口 304 的下方。在可供选择的实施方案中,入口 302 设置在出口 304 的上方或基本与出口 304 在同一平面上。

[0027] 在工作期间,泵 70 将蒸汽 74 从蒸汽发生器 66 经过入口 302 引入冷却管第一端 308。可供选择地,可将蒸汽 74 从任意合适的源头引入入口 302。然后,经过冷却管 306 将蒸汽 74 引向第二端 312。与此同时,引入通道 228 的合成气围绕冷却管 306 流动,以促进合成气和蒸汽 74 之间的热交换。具体而言,由于蒸汽 74 的温度低于合成气的温度,因而蒸汽 74 从合成气吸收热量以促进合成气冷却。

[0028] 另外,除冷却合成气以外,冷却管 306 还促进耐热壁 216 冷却。更具体地,随着蒸汽 74 从合成气吸收热量,温度较高的蒸汽 74 在冷却管 306 中生成并通过出口 304 排出。在示例性实施方案中,将蒸汽 74 从出口 304 排入蒸汽发生器 66,以在系统 50 中进一步使用。在可供选择的实施方案中,将蒸汽 74 引至系统 50 和 / 或需要蒸汽的任意其它系统的任意合适的部分。在另一可供选择的实施方案中,将蒸汽 74 从系统 50 排放到大气中。

[0029] 图 3 是沿图 2 所示的线 3-3 截取的具有一体式辐射型合成气冷却器 300 的气化器 200 的截面图。在示例性实施方案中,冷却器 300 包括压板 320。各压板 320 设置在通道 228 内并从耐热壁 216 朝向容器主体 206 径向向外延伸。另外,各压板 320 包括入口 302、出口 304 以及在入口 302 和出口 304 之间延伸的冷却管 306。压板 320 内的冷却管 306 与多个连接构件 322 连接在一起,以促进在通道 228 内流动的合成气冷却。在示例性实施方案中,如图 3 所示,冷却器 300 包括十三个压板 320。

[0030] 另外,在示例性实施方案中,各压板 320 环向设置在燃烧区 214 周围。更具体地,在示例性实施方案中,各压板 320 围绕燃烧区 214 与各自相应的环向相邻的压板 320 均匀

间隔约  $27.69^\circ$ 。在可供选择的实施方案中,冷却器 300 包括十五个压板 320,使得各压板 320 围绕燃烧区 214 与各自相应的压板 320 相隔约  $24^\circ$ 。在另一可供选择的实施方案中,冷却器 300 包括多于或少于十三个压板 320。在另一可供选择的实施方案中,压板 320 不是环向均匀间隔的。

[0031] 在示例性实施方案中,各压板 320 包括至少三根冷却管 306。具体而言,第一根压板冷却管 330 位于从耐热壁 216 径向向外相距距离 331 之处并通过至少一个连接构件 322 与耐热壁 216 连接。第二根压板冷却管 332 位于从冷却管 330 径向向外相距距离 333 之处。在示例性实施方案中,距离 333 近似等于距离 331。至少一个连接构件 322 将冷却管 332 固定在冷却管 330 上。第三根压板冷却管 334 位于从冷却管 332 径向向外相距距离 335 之处。在示例性实施方案中,距离 335 近似等于距离 331,使得冷却管 330 和 334 与冷却管 332 等间隔。可供选择地,距离 335 不等于距离 331,冷却管 330 和 334 与冷却管 332 不是等间隔的。至少一个连接构件 322 使冷却管 334 与冷却管 332 连接。另外,在示例性实施方案中,利用至少一个连接构件 322 使冷却管 334 与第二通道 240 连接,使得冷却管 334 径向向内与通道 228 相距距离 337。在可供选择的实施方案中,各压板 320 包括如本文所述促进通道 228 中合成气冷却的任意数量的冷却管。

[0032] 在工作期间,在示例性实施方案中,将蒸汽 74 引入压板 320 的冷却管 306,以促进从气化器 200 的通道 228 中流过的合成气冷却。在可供选择的实施方案中,将任意合适的冷却流体引入冷却管 306。与此同时,将从通道 228 中流过的合成气引至压板 320 的冷却管 306 周围。当合成气环绕压板 320 的冷却管 306 流动时,在蒸汽 74 和合成气之间发生热传递。具体而言,蒸汽 74 从合成气吸收热量。

[0033] 在一种实施方案中,提供冷却气化器中合成气的方法。该方法包括:将冷却流体引入至少一个压板,所述压板至少部分地伸入气化器的反应区;使反应流体环绕所述至少一个压板流动,以促进从反应流体向冷却流体的热传递。

[0034] 如本文所用,以单数提及并以措词“一个”或“一种”修饰的要素或步骤应理解为不排除多个所述要素或步骤,除非明确指出。另外,提及本发明的“一种实施方案”时不应解释为不存在同样并入所述特征的其它实施方案。

[0035] 上述方法和系统促使合成气在气化器内的冷却管中循环。从而,有利于改善整体煤气化系统中合成气的冷却,而没有增加 IGCC 中部件的数量。因此,有利于降低 IGCC 的运行和维护成本,同时提高 IGCC 的效率。

[0036] 以上详细描述了将辐射型合成气冷却器引入气化器以冷却气化器中合成气的煤气化系统和方法的示例性实施方案。所示的煤气化系统部件不限于本文所述的具体实施方案,各系统的部件可独立于本文所述的其它部件单独使用。例如,上述煤气化系统部件还可与不同的 IGCC 系统部件组合使用。

[0037] 尽管针对不同的具体实施方案对本发明进行了描述,但本领域技术人员应当认识到,在权力要求的构思和范围内可对本发明进行改进。

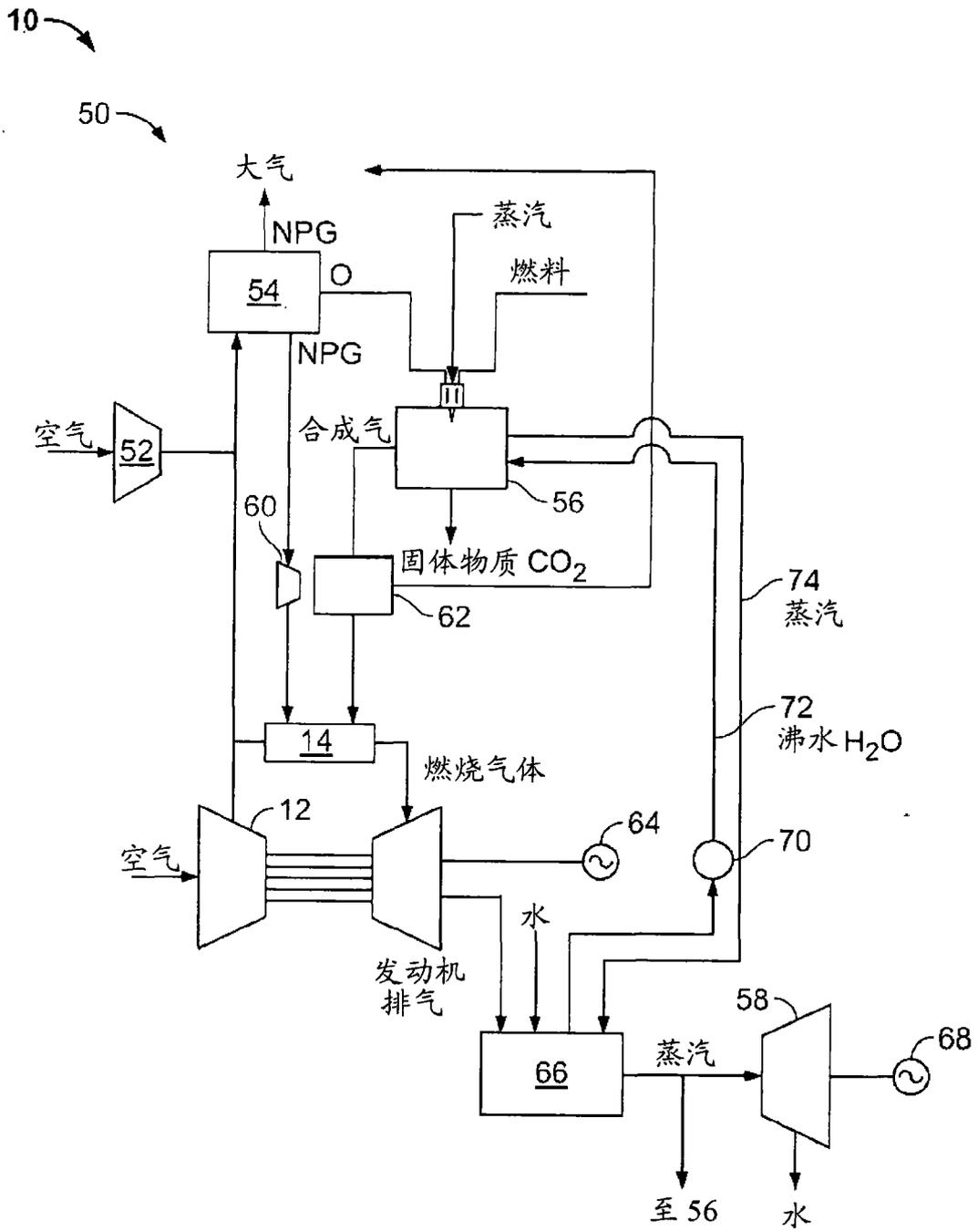


图 1

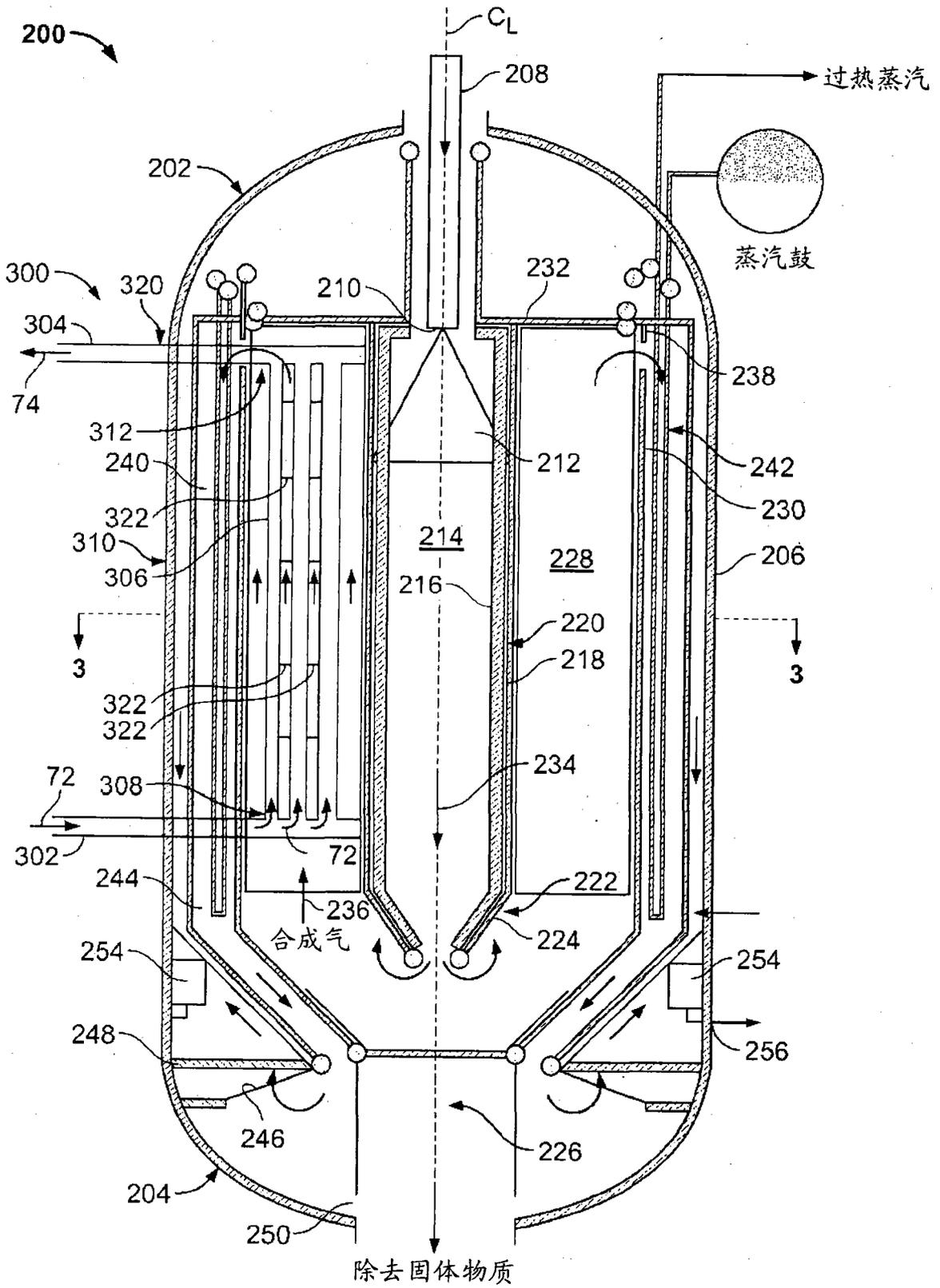


图 2

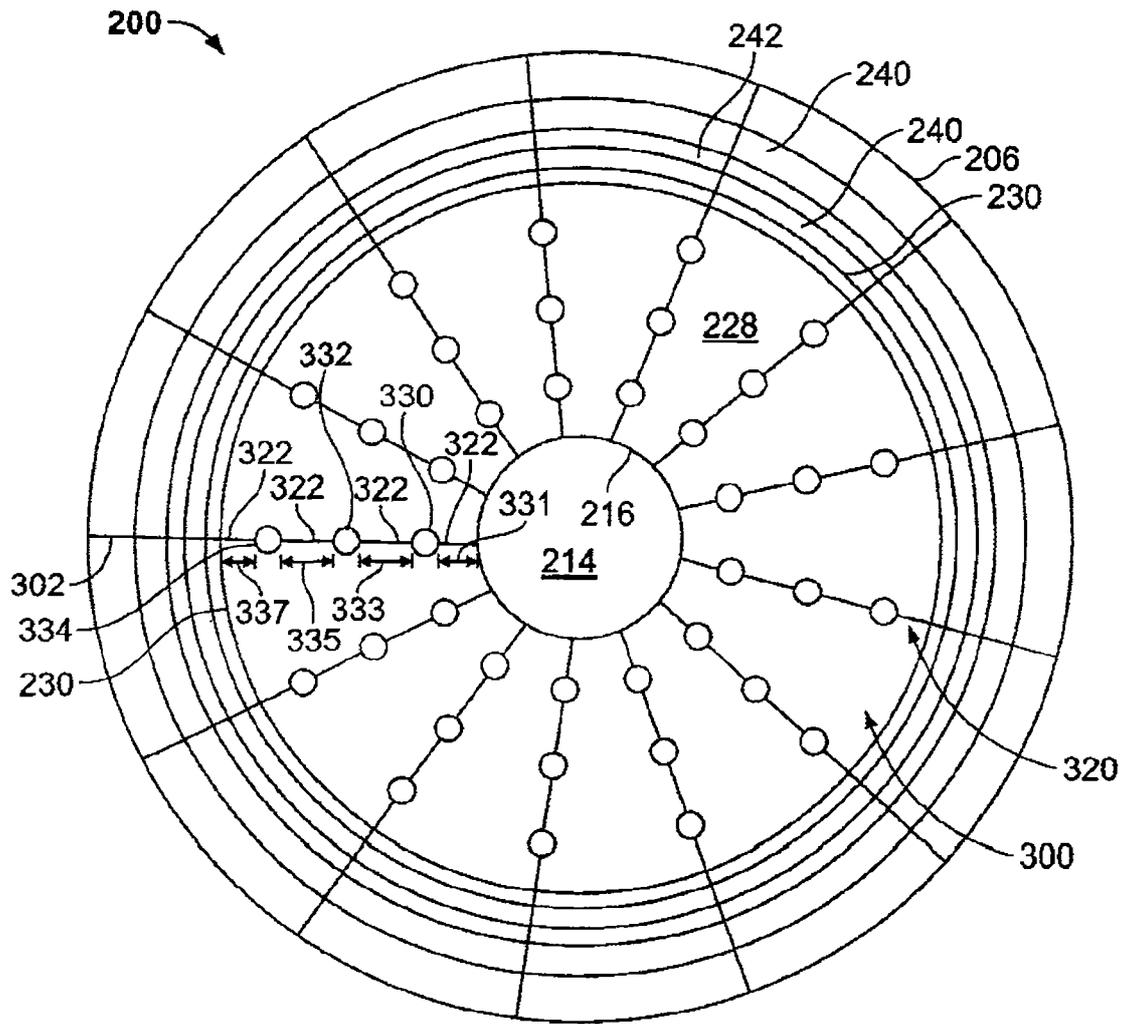


图 3