



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102811944 A

(43) 申请公布日 2012. 12. 05

(21) 申请号 201180006565. 5

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2011. 01. 18

*C01B 3/38* (2006. 01)

*B01J 8/06* (2006. 01)

(30) 优先权数据

PA201000038 2010. 01. 19 DK

PA20100377 2010. 04. 27 DK

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012. 07. 19

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2011/000179 2011. 01. 18

(87) PCT申请的公布数据

W02011/088982 EN 2011. 07. 28

(71) 申请人 赫多特普索化工设备公司

地址 丹麦灵比尼莫尔街 55 号

(72) 发明人 P. A. 汉 N. B. 雅各布森 A. H. 汉森

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司  
72001

代理人 徐晶 李炳爱

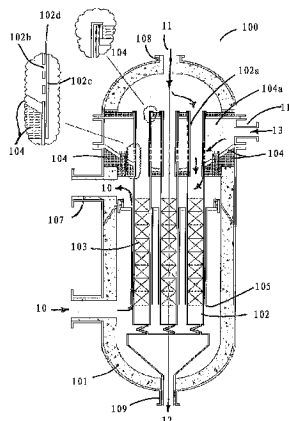
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 3 页

(54) 发明名称

用于重整烃的方法和装置

(57) 摘要

本发明涉及在换热器重整器中由烃进料生产合成气的方法和装置, 其中将冷却介质加到所述换热重整器中。



1. 用于进行由烃进料生产合成气的方法的装置 (100), 其包括外壳 (101); 含有重整催化剂 (103) 的多个垂直布置的催化剂管 (102), 所述重整催化剂 (103) 填充所述催化剂管 (102) 的一部分; 催化剂管支撑结构 (104); 用换热介质 (10) 间接加热所述催化剂管 (102) 的设备 (105); 引入所述换热介质 (10) 的入口导管 (106); 在将热传送到所述催化剂 (103) 之后移出所述换热介质的出口导管 (107); 引入烃进料 (11) 且使其与配置在所述催化剂管 (102) 内的催化剂 (103) 流体连通的入口导管 (108); 在穿过所述催化剂管 (102) 之后移出合成气 (12) 的出口导管 (109); 引入冷却介质 (13) 的入口导管 (110), 其中所述冷却介质 (13) 与所述催化剂管结构 (104) 处于导热关系且与配置在所述催化剂管 (102) 内的所述催化剂 (103) 流体连通。

2. 权利要求 1 的装置, 其以选自以下的换热重整器的形式:

- 插管型反应器、
- 管壳式换热器、
- 具有布置在套管内部的催化剂的套管反应器、
- 具有布置在套管外部的催化剂的套管反应器、
- 具有布置在套管外部和内部的催化剂的套管反应器。

3. 权利要求 1 或 2 的装置 (100), 其中所述换热重整器为具有布置在所述套管内部的催化剂的套管反应器, 其中所述冷却介质 (13) 经由沿所述催化剂管 (102) 的上部 (102a) 的长度提供的管孔 (102b) 进入各催化剂管 (102) 且与在所述催化剂管 (102) 的顶部进入的所述烃进料 (11) 混合, 且其中设备 102c 沿所述催化剂管 (102) 的该上部 (102a) 延伸且沿所述催化剂管 (102) 的长度产生空间 102d 以使所述冷却介质 13 经过。

4. 权利要求 1 或 2 的装置 (100), 其中所述换热重整器为具有挡板 (105a) 的管壳式换热器, 其中催化剂布置在所述管 (102) 内部, 其中所述冷却介质 (13) 经由沿所述催化剂管 (102) 的上部 (102a) 的长度提供的管孔 (102b) 进入各催化剂管 (102) 且与在所述催化剂管 (102) 的顶部进入的所述烃进料 (11) 混合, 且其中设备 102c 沿所述催化剂管 (102) 的该上部 (102a) 延伸且沿所述催化剂管 (102) 的长度产生空间 102d 以使所述冷却介质 13 经过。

5. 在权利要求 1-4 中任一项的装置中由烃进料生产合成气的方法, 所述方法包括使所述烃进料穿过在提供有含有与加热介质处于间接导热关系的重整催化剂的多个催化剂管的换热重整器中的重整阶段, 和从所述换热重整器中移出以重整烃流形式的合成气, 其特征在于所述方法还包括向所述换热重整器中加入冷却介质。

6. 权利要求 5 的方法, 其包括将所述冷却介质直接加到所述换热重整器的管支撑结构中。

7. 权利要求 5 或 6 的方法, 其中所述方法还包括使在所述换热重整器中的所述冷却介质与进入所述换热重整器的所述烃进料混合。

8. 权利要求 5-7 中任一项的方法, 其中所述冷却介质为蒸汽。

9. 权利要求 7 或 8 的方法, 其中所述冷却介质与在所述催化剂管外部的所述烃进料接触。

10. 权利要求 7 或 8 的方法, 其中所述冷却介质与在所述催化剂管内部的烃混合物接触。

11. 权利要求 5-10 中任一项的方法,其还包括使来自所述换热重整器的合成气穿过提供有催化剂的固定床的自热重整阶段 (ATR)、或部分氧化阶段 (POx),移出合成气的热排出物流,将其至少一部分用作在所述换热重整器中的加热介质,和从所述换热重整器中移出最后的冷却合成气流。

12. 权利要求 11 的方法,其还包括使步骤 (b) 的合成气的排出物转化成氨合成气、甲醇合成气、二甲醚合成气、用于通过费-托合成生产烃的合成气、或氢气。

13. 权利要求 1-4 中任一项的装置用于由来自气化器的过滤的气体生产合成气以转化焦油、氨和甲烷的用途。

## 用于重整烃的方法和装置

[0001] 本发明涉及生产富氢气体、特别是用于生产氨、甲醇、二甲醚 (DME)、氢气和通过费-托合成 (Fischer-Tropsch synthesis) 生产烃的合成气的方法和装置。更详细地讲, 本发明涉及通过使用其中加入冷却介质的换热重整生产合成气的方法和用于该目的的装置。

[0002] 重整气体的产物流在换热重整中作为热源的用途在本领域中是已知的。因此, EP-A-0033128 和 EP-A-0334540 涉及并联配置, 其中将烃进料平行引入辐射炉和换热重整器中。随后将来自辐射炉的部分重整的气体用作换热重整器中的重整反应的热源。

[0003] 在 EP-A-0440258 中, 我们公开了其中使烃进料首先穿过第一换热重整器以提供部分重整流的方法。随后将该部分重整流平行引入辐射炉和第二换热重整器中。将来自两重整器的产物流合并并且引入自热重整器中。将来自自热重整器的产物气体用作第二换热重整器中的热源, 同时将来自所述第二换热重整器的产物气体用作第一换热重整器中的热源。

[0004] US 4, 376, 717 和我们的 US 2009/0184293 公开了其中使烃进料首先穿过辐射炉 (管状重整器)、随后使部分重整的气体经受换热重整且最后自热重整的方法。来自自热重整的产物气体用作换热重整中的热源。在我们的 US 2009/0184293 中, 我们特别地发现, 通过提供其中使全部烃进料穿过串联配置的辐射炉、换热器重整器和自热重整器的方法, 显著降低了金属粉尘化的危险。在另外的常规方法中, 诸如换热重整器与辐射炉或自热重整器并联或串联, 换热重整器的金属部件随着来自自热重整器的排出物气体在其穿过换热重整器期间冷却而经历低温。因此, 换热重整器的金属部件落在金属粉尘化温度的限制性范围内。

[0005] 在 JP 59217605 中, 公开了在体壳中除了重整部件之外还具有用于 CO 的变换反应部件、能够在紧凑装置中由烃给出氢气的装置。在 US 3334971 和 US 2005287053 中描述了生产合成气的其他装置。

[0006] 我们现在已经发现, 通过提供其中使诸如烃进料的工艺气体穿过换热器重整器且将冷却介质独立于进料到该重整器中的实际工艺气体而加到该换热重整器中的方法和装置, 可以构造明显更加廉价的换热重整器。

[0007] 在更广泛的方面, 如在权利要求 5 中限定的本发明提供用于由烃进料生产合成气的方法, 所述方法包括使所述烃进料穿过在提供有含有与加热介质处于间接导热关系的重整催化剂的多个催化剂管的换热重整器中的重整阶段, 和从所述换热重整器中移出以重整烃流形式的合成气, 其特征在于所述方法还包括向所述换热重整器中加入冷却介质。

[0008] 在从属权利要求 6-12 中记载了本发明的特定实施方案。

[0009] 术语“催化剂管”是指用诸如微粒催化剂的催化剂填充、由此形成固定床的管; 或其中催化剂粘着为涂层或涂覆在适合于管的内周边的箔片上的管; 或其中催化剂涂覆或浸渍在适合在管内的诸如整体料的结构元件上的管。

[0010] “间接导热关系”是指在催化剂与加热介质之间不直接接触, 且由此在穿过催化剂的流和加热介质之间没有直接接触, 因为由金属壁、即含有催化剂的管的壁隔开。

[0011] 烃进料优选在进入换热重整器之前与蒸汽混合。

[0012] 优选结合上述实施方案和一个或多个下述实施方案,所述方法还包括将冷却介质直接加到换热重整器的管支撑结构中。

[0013] 术语“管支撑结构”是指与催化剂管的外表面直接接触且将所述管机械固定在重整器内的结构。在下文中,管支撑结构还可以称作管支 (tube sheet)。

[0014] 因此,冷却介质在反应器中在其中其可与管支的金属部件直接接触且同时催化剂管的外部金属部件横越所述管支的点引入。通常管支撑结构(管支)安置在换热重整器的上部。冷却介质填充在管支撑结构之上产生的重整器的上部腔室且由此冷却管结构。

[0015] 在另一实施方案中,结合上述实施方案和一个或多个下述实施方案,所述方法还包括在换热重整器中使优选为蒸汽的冷却介质与进入所述换热重整器的烃进料混合。所述冷却介质优选在沿相当于管结构被定位处的水平的换热重整器的长度的点引入换热重整器中。由此,管结构通过与冷却介质直接接触来冷却。蒸汽可来源于在上游第一重整阶段如在蒸汽甲烷重整器(SMR)中的初次重整中加到烃进料中的蒸汽。

[0016] 尽管换热重整是一个吸热过程并由此需要增加能量,但向换热重整器加入冷却介质、优选冷却气体如蒸汽在重整器的金属部件中产生冷端,这使得可以构造机械稳定的管支撑且使用不特定地研发用以经受住金属粉尘化、而同时不损害重整性能的材料。

[0017] 优选使冷却介质与催化剂管外部的烃进料接触。冷却介质渗透穿过管结构,例如穿过提供在其中的一个或多个孔,且穿过在催化剂管外部的换热重整器区,其中冷却介质可以与引入的烃进料(进料气体)混合,由此产生烃-蒸汽混合物,该烃-蒸汽混合物随后与配置在催化剂管内的催化剂接触,也参见图2。更优选,使冷却介质与催化剂管内部的烃进料接触,最优选在与管中的催化剂接触之前与烃进料接触。冷却介质经在催化剂管上部中在与管结构被安置的水平基本相当且通常高于催化剂填充催化剂管的水平的水平上提供的一个或多个孔进入催化剂管的内部,参见图1。以上述方式中的任一种,即在催化剂管的外部或催化剂管的内部,冷却介质与管结构处于导热关系且与在催化剂管内的催化剂流体连通。

[0018] 在本发明的又一实施方案中,结合一个或多个上述实施方案或下述实施方案,所述方法还包括使来自换热重整器的合成气穿过提供有催化剂的固定床的自热重整阶段(ATR)(或二次重整阶段)或任选提供有催化剂的固定床的部分氧化阶段(P0x),移出合成气的热排出物流,将其至少一部分用作在换热重整器中的加热介质,和从换热重整器中移出最后的冷却合成气流。由此,可以进一步重整来自换热重整器的合成气且使用进一步重整的气体作为换热重整器中的加热介质。如在从属权利要求12中所定义,将如此冷却的进一步重整的气体随后用作用于氨、甲醇、二甲醚(DME)、通过费-托合成生成烃的合成气或者氢气。

[0019] 本领域的技术人员应该理解,当生产氨时,自热重整阶段(ATR)实际上是二次重整阶段。

[0020] 在一些情况下,部分氧化阶段(P0x)在没有催化剂的情况下进行,但优选部分氧化阶段(P0x)提供有催化剂的固定床。

[0021] 本发明还涵盖在所述方法中使用的换热重整器。因此,如在权利要求1中所述,我们提供用于由烃进料生产合成气的装置(100),其包括外壳(101);含有重整催化剂(103)的多个垂直布置的催化剂管(102),重整催化剂(103)填充催化剂管(102)的一部分;配置

在催化剂 (103) 填充管 (102) 的水平之上的催化剂管支撑结构 (104) ;用热交换介质 (10) 间接加热催化剂管 (102) 的设备 (105) ;引入所述换热介质 (10) 的入口导管 (106) ;在将热传送到配置在催化剂管 (102) 内的催化剂 (103) 之后移出所述换热介质的出口导管 (107) ;引入烃进料 (11) 且使其与配置在催化剂管 (102) 内的催化剂 (103) 流体连通的入口导管 (108) ;在穿过催化剂管 (102) 之后移出合成气 (12) 的出口导管 (109) ;引入冷却介质 (13) 的入口导管 (110), 其中所述冷却介质 (13) 与催化剂管结构 (104) 处于导热关系且与催化剂管 (102) 内的催化剂 (103) 流体连通, 优选处于直接导热关系。

[0022] 术语“与催化剂流体连通”是指诸如烃进料的流体与催化剂直接接触。因此应理解, 因为冷却介质也与催化剂流体连通, 所以冷却介质与烃进料彼此流体连通。

[0023] 术语“导热关系”涵盖直接和间接热传递。因此, 术语“直接导热关系”涵盖如下热传递, 其中冷却介质与管结构直接接触, 即与管结构的金属部件直接接触, 由此提供快速冷却并保护所述金属部件。通常, 位于蒸汽甲烷重整器 (SMR) 和自热重整器 ATR (或二次重整器) 之间的换热重整器非常热: 进入换热重整器的烃进料具有 750-1030°C 的温度, 该温度为金属部件开始遭受并丧失强度的温度。冷却介质、优选蒸汽可在低得多的温度、通常 380°C 下加入。蒸汽可流出换热重整器中, 但优选其在穿过催化剂管的重整流中引入且将受益于此。管支撑结构因此可由廉价材料、例如除镍铬铁合金 (Inconel) 以外的材料构造, 因为管支撑结构的温度可显著降低, 例如降至 400-450°C。当冷却介质经由在其间的表面传递其热到管结构时, 导热关系按说是间接的。

[0024] 结合一个或多个上述或下述实施方案, 所述换热重整器优选选自插管型反应器、管壳式换热器和具有布置在套管内部的催化剂、布置在套管外部的催化剂和布置在套管外部和内部的催化剂的套管反应器。

[0025] 在插管型反应器的一个特定实施方案中, 在该重整器中的至少一个催化剂管 (重整器管) 以外管和内管形式提供, 所述外管为 U 形管且提供有重整催化剂, 所述内管同心地适配以从所述外管中移出部分重整烃的排出物流, 所述外管由间隔开外管的套筒同心地围绕且适合通过使热排出物流在介于套筒与外管之间的空间中行进而使与在外管中的反应进料成间接导热关系的来自自热重整器 (或二次重整器) 的热排出物流经过。

[0026] 对于所述插管型反应器, 在腔室中的蒸汽在催化剂管外部混合。蒸汽与管结构直接接触, 横越管结构淹没所有催化剂管的一部分, 经由例如接近催化剂管的孔渗透管结构, 且与引入的进料气体混合。合并的气体在催化剂管的顶部进入且在催化剂管内部继续向下流动。由于在腔室内蒸汽的较高压力, 蒸汽被迫进入催化剂管且由此参与重整反应。

[0027] 在换热重整器为管壳式换热器的情况下, 优选离开换热重整器中的催化剂管的部分重整流行进到自热重整器 (或二次重整器), 同时来自自热重整器的热排出物气体行进穿过换热重整器的壳侧以在催化剂管内进行重整反应的间接加热。

[0028] 在换热重整器为套管反应器的情况下, 其中催化剂布置在套管内部, 催化剂布置在套管外部及催化剂布置在套管外部和内部, 来自自热重整阶段的排出物气体穿过套管的环形区域, 同时欲进一步重整的气体行进穿过配置在套管内部的催化剂且任选也穿过配置在套管外部的催化剂。套管基本上为两个基本同心的管的配置。在管壁之间的空间限定换热介质经其流动的环形区域, 在这种情况下, 换热介质为来自自热重整阶段 (或二次重整阶段) 的排出物。

[0029] 具体地讲,在换热重整器为其中催化剂布置在套管内部的套管反应器的情况下,这类催化剂管也可通过由套筒或金属覆盖物围绕的单一催化剂管限定,该套筒或金属覆盖物间隔开催化剂管且产生加热介质可穿过的环形区域。该套筒或金属覆盖物不必成为催化剂管本身的一部分,而是用来产生环形区域。在该类型的重整器中,蒸汽不象在插管型重整器中淹没所有管,而只是经由诸如沿催化剂管的上部的长度提供的狭缝的管孔进入各催化剂管。蒸汽在催化剂管内部与在管顶部进入的烃进料混合以参与在下游合并的气体接触催化剂的地方发生的重整反应。在一个更特定的实施方案中,如在从属权利要求 11 中所限定,本发明还涵盖如下装置,其中换热重整器为其中催化剂布置在套管内部的套管反应器,其中冷却介质 13 经由沿催化剂管 102 的上部 102a 的长度提供的管孔 102b 进入各催化剂管 102 且与在催化剂管 102 的顶部进入的烃进料 11 混合,且其中诸如金属覆盖物或套筒的设备 102c 沿催化剂管 102 的上部 102a 延伸且沿催化剂管 102 的长度产生空间 102d 以使冷却介质 13 经过。冷却介质随后将与管结构 104 直接接触,由此进一步冷却管结构。催化剂管 102 的上部 102a 由横越管结构 104 的催化剂管的部分限定(参见,例如图 1)。

[0030] 在本发明的一个特定的实施方案中,在生物质气化中,在 1 或 2 个步骤中使用焦油重整处理在约 850°C 下气化器产生的含有 CO、CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O、CH<sub>4</sub>、高级烃、氨和焦油的合成气。焦油分解可在约 750°C 下发生,其中重质焦油将分解。然而,如果合成气欲用于生产诸如 FT 柴油、TIGAS 汽油、DME、MeOH 等液体,关键在于降低甲烷漏失(methane slip),即在合成气中的甲烷含量,以限制自合成回路的净化。这可在加热的重整器中进行。然而,标准重整反应器无法在约 750°C 的入口温度下操作。为此目的,使用根据本发明的蒸汽冷却的换热重整器具有吸引力。在该实施方案中,该反应器可例如用来自源于合成的尾气的燃烧的烟气来加热。

[0031] 本发明包括以下各项(features)。

[0032] 1. 用于由烃进料生产合成气的方法,所述方法包括:使所述烃进料穿过在提供有含有与加热介质处于间接导热关系的重整催化剂的多个催化剂管的换热重整器中的重整阶段,和从所述换热重整器中移出以重整烃流形式的合成气,其特征在於所述方法还包括向所述换热重整器中加入冷却介质。

[0033] 2. 根据第 1 项的方法,其包括将所述冷却介质直接加到所述换热重整器的管支撑结构中。

[0034] 3. 根据第 1 或 2 项的方法,其中所述方法还包括使在所述换热重整器中的所述冷却介质与进入所述换热重整器的所述烃进料混合。

[0035] 4. 根据第 1-3 项中任一项的方法,其中所述冷却介质为蒸汽。

[0036] 5. 根据第 3 或 4 项的方法,其中所述冷却介质与在所述催化剂管外部的所述烃进料接触。

[0037] 6. 根据第 3 或 4 项的方法,其中所述冷却介质与在所述催化剂管内部的烃混合物接触。

[0038] 7. 根据第 1-6 中任一项的方法,其还包括使来自所述换热重整器的合成气穿过提供有催化剂的固定床的自热重整阶段(ATR)、或部分氧化阶段(POx),移出合成热的热排出物流,将其至少一部分用作在所述换热重整器中的加热介质,和从所述换热重整器中移出最后的冷却合成气流。

[0039] 8. 根据第 7 项的方法,其还包括使步骤 (b) 的合成气的排出物转化成氨合成气、甲醇合成气、DME 合成气、用于通过费-托合成生产烃的合成气或氢气。

[0040] 9. 进行第 1-8 中任一项的方法的装置 (100),其包括外壳 (101);含有重整催化剂 (103) 的多个垂直布置的催化剂管 (102),重整催化剂 (103) 填充催化剂管 (102) 的一部分;催化剂管支撑结构 (104);用换热介质 (10) 间接加热催化剂管 (102) 的设备 (105);引入所述换热介质 (10) 的入口导管 (106);在将热传送到催化剂 (103) 之后移出所述换热介质的出口导管 (107);引入烃进料 (11) 且使其与配置在催化剂管 (102) 内的催化剂 (103) 流体连通的入口导管 (108);在穿过催化剂管 (102) 之后移出合成气 (12) 的出口导管 (109);引入冷却介质 (13) 的入口导管 (110),其中所述冷却介质 (13) 与催化剂管结构 (104) 处于导热关系且与配置在催化剂管 (102) 内的催化剂 (103) 流体连通。

[0041] 10. 根据第 9 项的装置,其以选自以下的换热重整器形式:

- 插管型反应器、
- 管壳式换热器、
- 具有布置在套管内部的催化剂的套管反应器、
- 具有布置在套管外部的催化剂的套管反应器、
- 具有布置在套管外部和内部的催化剂的套管反应器。

[0042] 11. 根据第 9 或 10 项的装置 (100),其中所述换热重整器为具有布置在所述套管内部的催化剂的套管反应器,其中冷却介质 (13) 经由沿催化剂管 (102) 的上部 (102a) 的长度提供的管孔 (102b) 进入各催化剂管 (102) 且与在催化剂管 (102) 的顶部进入的烃进料 (11) 混合,且其中设备 102c 沿催化剂管 (102) 的该上部 (102a) 延伸且沿催化剂管 (102) 的长度产生空间 102d 以使冷却介质 13 经过。

[0043] 12. 根据第 9 或 10 项的装置 (100),其中所述换热重整器为具有挡板的管壳式换热器,其中催化剂布置在所述管内部,其中冷却介质 (13) 经由沿催化剂管 (102) 的上部 (102a) 的长度提供的管孔 (102b) 进入各催化剂管 (102) 且使其与在催化剂管 (102) 的顶部进入的烃进料 (11) 混合,且其中设备 102c 沿催化剂管 (102) 的该上部 (102a) 延伸且沿催化剂管 (102) 的长度产生空间 102d 以使冷却介质 13 经过。

[0044] 附图表示以具有在管内部的催化剂的套管型换热重整器 (图 1) 和插管型换热重整器 (图 2) 形式的本发明的装置的特定实施方案。

[0045] 在图 1 中,换热重整器 100 包括外壳 101;含有重整催化剂 103 的多个垂直布置的催化剂管 102,重整催化剂 103 填充催化剂管 102 的一部分;和配置在其中催化剂 103 填充管 102 的水平之上的催化剂管支撑结构 104。管支撑结构 104 限定由催化剂管 102 的上部 102a 横越的上部腔室 104a。重整器 100 还包括用于用换热介质 10 间接加热催化剂管 102 的设备 105。设备 105 可以沿催化剂管 102 的长度延伸的套筒或金属覆盖物的形式且在至高与催化剂 103 填充管 102 的水平大致相同的水平,由此形成环形区域以使加热介质 10 经过。重整器 100 因此还包括引入通常处于 1030℃ 的作为来自自热重整 (或二次重整) 的排出物气体进入的所述换热介质 10 的入口导管 106;在将热传送到配置在催化剂管 102 内的催化剂 103 之后且在穿过在设备 105 与催化剂管 102 之间产生的环形区域之后移出通常处于 825℃ 下的所述换热介质 10 的出口导管 107。将该冷却的合成气 10 通到下游设备,诸如废热锅炉,且随后用于诸如甲醇合成、DME 合成、氨合成和费-托合成的下游应用中。重



重整器 100 还包括用于引入如果从前面的蒸汽甲烷重整器 (SMR) 中移出则通常在 750°C 下进入且与配置在催化剂管 102 内的催化剂 103 流体连通的烃进料 11 的入口导管 108。提供出口导管 109 以移出在穿过催化剂管 102 之后通常处于 810°C 下的合成气 12。该合成气可在下游在自热重整器 (或二次重整器) 中进一步重整。提供用于引入冷却介质 13 的入口导管 110。该冷却介质 13 通常为处于约 380°C 的诸如蒸汽的冷却剂气体, 其与催化剂管结构 104 处于导热关系且与配置在催化剂管 102 内的催化剂 103 流体连通。蒸汽 13 穿过沿催化剂管 102 的上部 102a 的长度提供的孔 102b。金属覆盖物或套筒 102c 沿催化剂管的上部 102a 延伸且由此沿其中提供孔 102c 的长度延伸。提供金属覆盖物或套筒 102c 产生沿催化剂管 102 的上部 102a 的长度和因此沿与管结构 104 直接接触的催化剂管 102 的长度的空间 102d。空间 102d 允许冷却介质蒸汽 13 经过, 由此进一步冷却管结构 104。

[0046] 在图 2 中, 换热重整器 100 为插管型且包括外壳 101; 含有重整催化剂 103 的多个垂直布置的催化剂管 102, 重整催化剂 103 填充催化剂管 102 的一部分。催化剂管 102 以具有外管和内管的套管形式提供, 外管 102b 为 U 形管且提供有催化剂 103, 在中心的内管 102c 没有催化剂且适合如箭头所绘从外管 102b 中移出部分重整烃的排出物流。催化剂管支撑结构 104 配置在其中催化剂 103 填充管 102 的水平之上。管支撑结构 104 限定由催化剂管 102a 的上部横越的上部腔室 104a。重整器 100 还包括用于用换热介质 10 间接加热催化剂管 102 的设备 105。设备 105 以套筒或金属覆盖物的形式, 该套筒或金属覆盖物同心地围绕外管 102b 且沿催化剂管 102 的长度延伸且在至高与催化剂 103 填充管 102 的水平大致相同的水平下。套筒或金属覆盖物 105 由此形成使加热介质 10 经过的环形区域。重整器 100 因此还包括引入通常处于 1030°C 的作为来自二次或自热重整 (或自热重整) 的排出物气体进入的所述换热介质 10 的入口导管 106, 该排出物气体穿过由在设备 105 与外管 102b 之间的空间限定的所述环形区域。提供出口导管 107 以在将热传送到配置在催化剂管 102 内的催化剂 103 之后且在已经穿过在设备 105 与催化剂管 102 之间产生的环形区域之后移出通常处于 825°C 下的所述换热介质 10。将冷却的合成气 10 通到下游设备, 诸如废热锅炉, 且随后用于诸如甲醇合成、DME 合成、氨合成和费 - 托合成的下游应用中。重整器 100 还包括用于引入如果从前面的蒸汽甲烷重整器 (SMR) 中移出则通常在 750°C 下进入且与配置在催化剂管 102 内的催化剂 103 流体连通的烃进料 11 的入口导管 108。在重整器 100 的顶部提供出口导管 109 以移出在穿过催化剂管 102 之后通常处于 810°C 下的合成气 12。该合成气 12 可在下游在二次重整器 (或自热重整器) 中进一步重整。提供用于引入冷却介质 13 的入口导管 110。该冷却介质 13 通常为处于约 380°C 的蒸汽, 其与催化剂管结构 104 处于导热关系且与配置在催化剂管 102 内的催化剂 103 流体连通。对于该插管型的重整器, 如由箭头所绘, 使蒸汽 13 在催化剂管 102 外部混合。蒸汽与管结构接触, 淹没横越管结构的所有催化剂管的部分 102a, 且在与引入的进料气体 11 混合之前渗透管结构。合并的气体在催化剂管的顶部进入且在催化剂管内部继续向下流动。由于在腔室内蒸汽的较高压力, 蒸汽被迫进入催化剂管且由此参与重整反应。

[0047] 在图 3 中, 在一个实施方案中表示换热重整器 100, 其中挡板使得在换热介质 10 与催化剂管 102 之间的换热更有效。如在图 1 中可见, 挡板迫使加热介质 10 以 Z 字形移动且在相对于催化剂管 102 的纵轴基本垂直的方向上经过催化剂管 102。挡板构造提供有效的换热, 且预料不到的是计算结果表明挡板构造可使反应器的成本降低至高 50%。

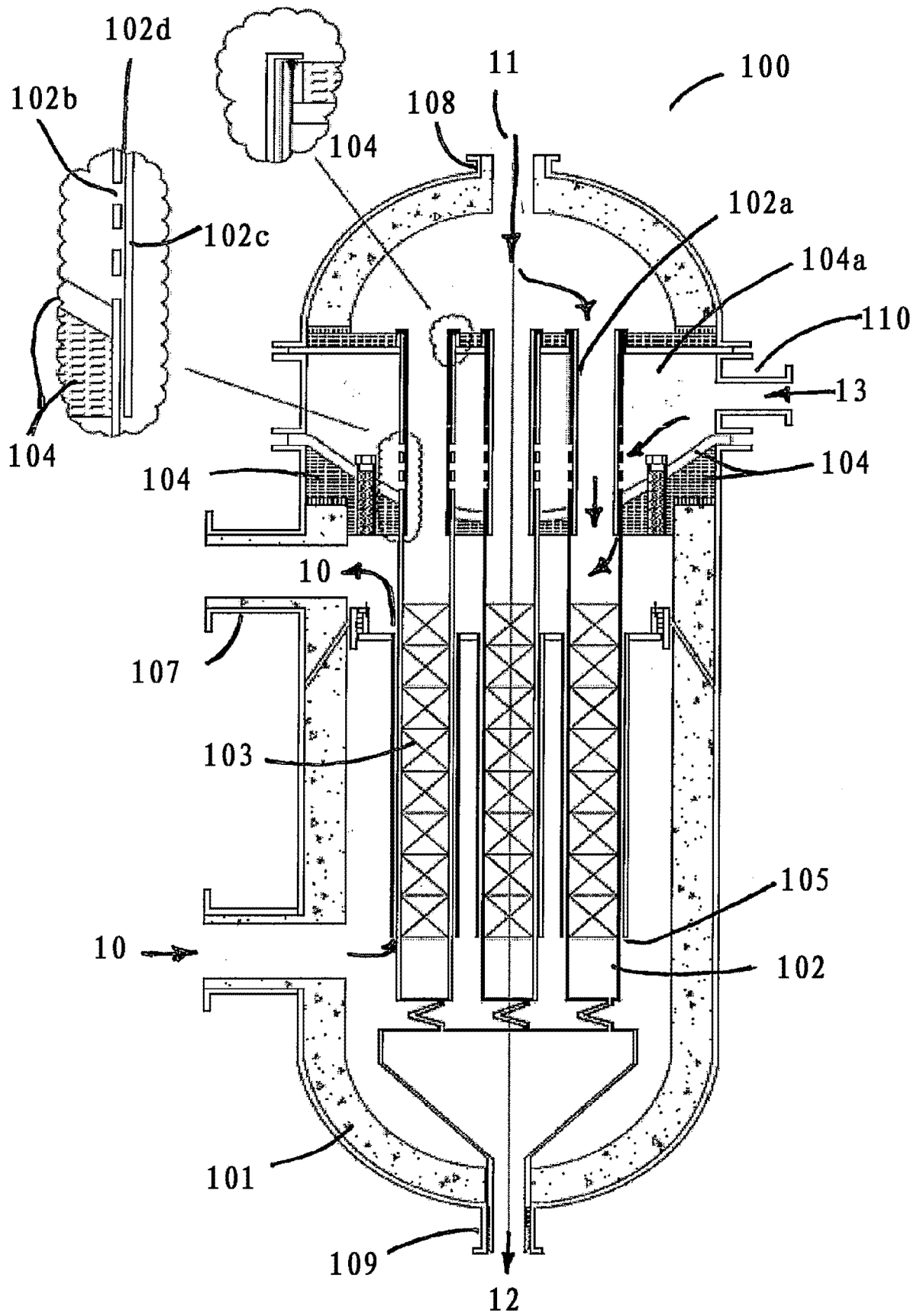


图 1

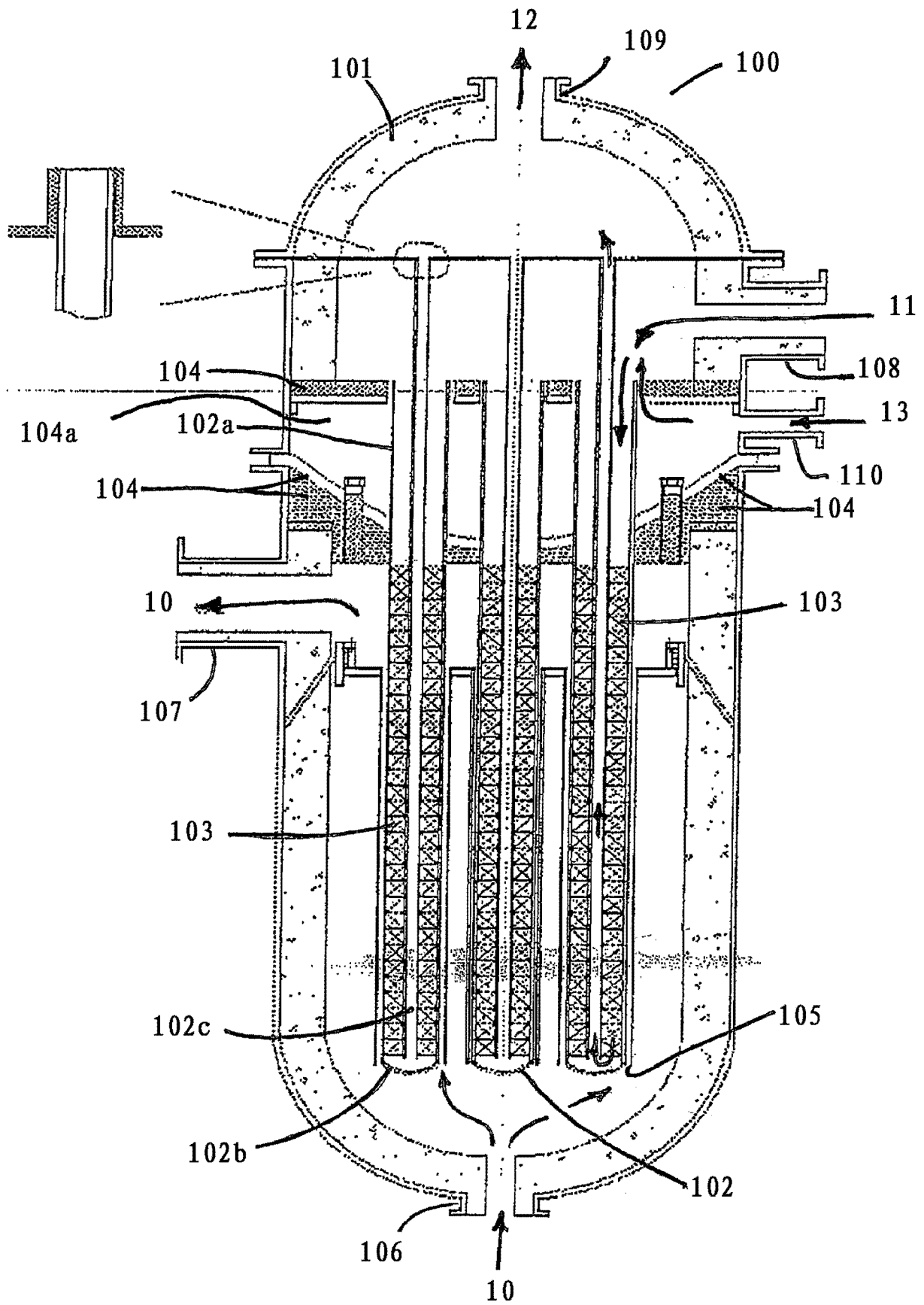


图 2

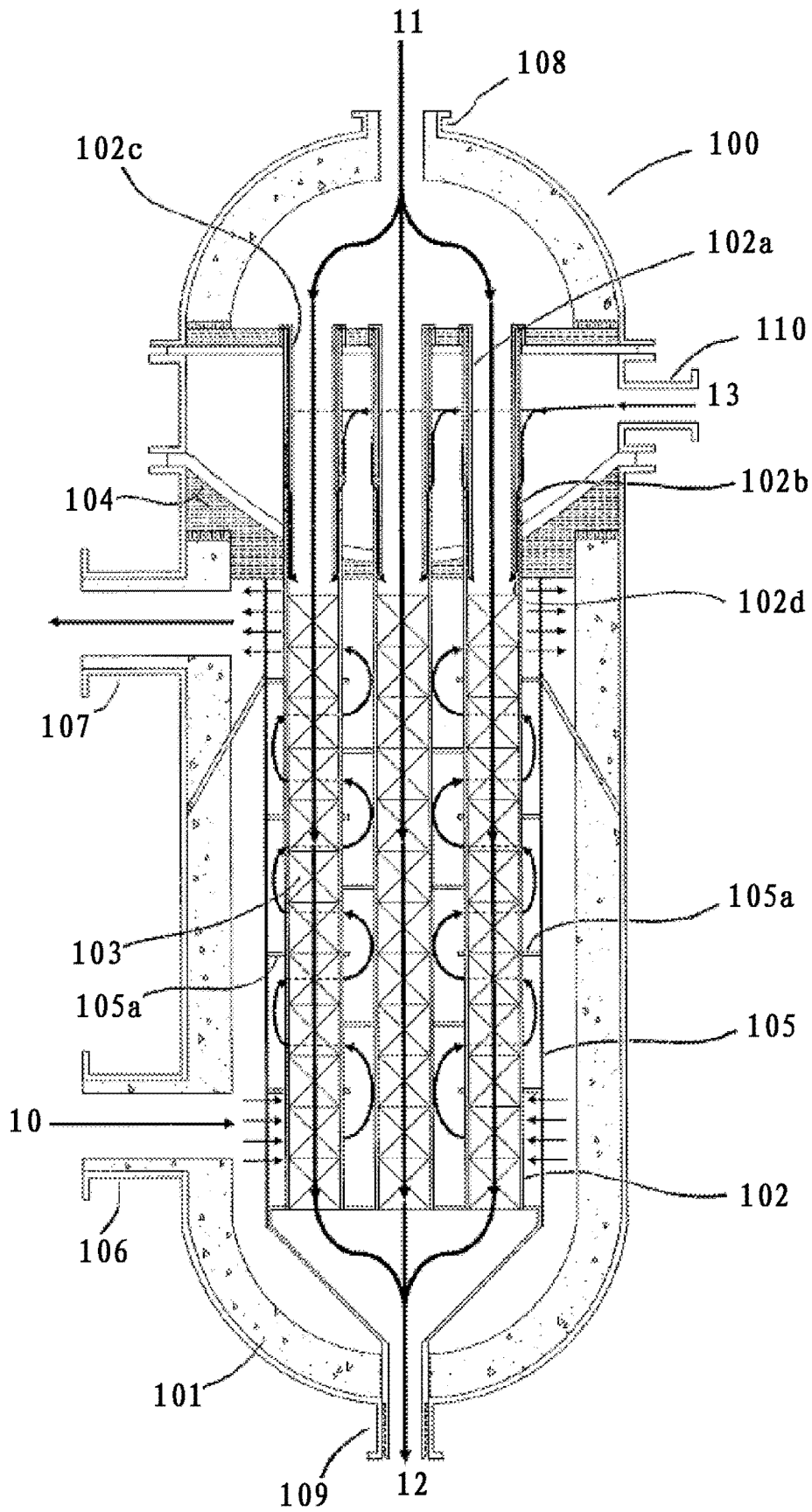


图 3