

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102449120 A

(43) 申请公布日 2012. 05. 09

(21) 申请号 201080024034. 4

JR · H · E · 安德勒斯 J · H · 邱

(22) 申请日 2010. 03. 30

(74) 专利代理机构 上海浦一知识产权代理有限公司 31211

(30) 优先权数据

61/165, 094 2009. 03. 31 US

12/749, 221 2010. 03. 29 US

代理人 朱群英

(51) Int. Cl.

C10J 3/00 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2011. 11. 30

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2010/029191 2010. 03. 30

(87) PCT申请的公布数据

W02010/117778 EN 2010. 10. 14

(71) 申请人 阿尔斯托姆科技有限公司

地址 瑞士巴登

(72) 发明人 G · N · 利耶达尔 P · R · 蒂贝奥尔特

C · R · 比祖托 C · 比尔

M · T · 比亚尔科夫斯基 A · 布赖奇

M · 范戴克 L · 马吉德松

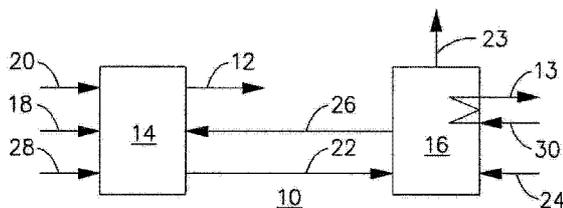
权利要求书 2 页 说明书 14 页 附图 4 页

(54) 发明名称

一种基于其主要用途可选择操作的热固工艺

(57) 摘要

一种用于产生至少一个预定输出的选择性可操作的热固工艺, 该热固工艺基于所述热固工艺的主要用途的特定性质, 产生所述至少一个预定的输出, 该预定产物从多个预定产物中选出, 诸如 H₂ 和 CO₂, 并且其中, 将热固工艺的这种主要用途设计为从热固工艺的一组主要用途中进行预选, 该组主要用途包括产生用于电力用途的 H₂、产生用于发电和用于其它工业用途的合成气、产生用于发电和用于其它用途的蒸汽、产生过程热、产生用于农业用途的 CO₂、以及产生诸如用于生产液体碳氢化合物的 H₂ 的给料中的至少两个。



1. 一种用于产生至少一个预定输出的选择性可操作的热固工艺,该热固工艺基于所述热固工艺的主要用途的特定性质产生所述至少一个预定的输出,该热固工艺包括:

从所述热固工艺的一组主要用途中预选所述热固工艺的一主要用途,所述一组主要用途包括下列用途中的至少两个:产生诸如用于发电的 H₂ 的给料、产生用于发电和用于其它工业用途的合成气、产生用于发电和用于其它用途的蒸汽、产生过程热、产生用于农业用途的 CO₂、以及产生用于生产液体碳氢化合物的 H₂ 中;

提供能够作为还原反应器操作的第一反应器;

提供能够作为氧化反应器操作的第二反应器;

将含硫的固体含碳燃料和钙源作为输入供应到所述还原反应器;

将空气作为输入供应到所述氧化反应器;

在所述还原反应器中用所述钙源获取所述含硫的固体含碳燃料中的硫,以从而在所述还原反应器中产生 CaS;

将所述 CaS 作为输出从所述还原反应器排出,并且从而将所述 CaS 作为输入供应到所述氧化反应器;

在所述氧化反应器中将作为输入供应到所述氧化反应器的所述 CaS 生产为 CaSO₄;

将在所述氧化反应器中产生的所述 CaSO₄ 作为输出从所述氧化反应器排出,并且从而将所述 CaSO₄ 作为输入供应到所述还原反应器;

基于所述热固工艺的主要用途的特定性质,通过执行下列工作方式之一选择性产生所述至少一个预定的输出,所述至少一个预定输出为所述特定性质产生,所述工作方式包括,其中在所述还原反应器中将 CaSO₄ 既作为氧源又作为热源使用,以从而在所述还原反应器中产生从所述含硫的固体含碳燃料来的所述至少一个预定的输出及,其中将 CaS 在所述氧化反应器中以放热反应燃烧,以利用所述 CaS 在所述氧化反应器中燃烧的期间释放的热,在所述氧化反应器中产生所述至少一个预定的输出;以及

排出在所述还原反应器和所述氧化反应器之一中选择性产生的所述至少一个预定的输出。

2. 根据权利要求 1 所述的热固工艺,还包括将蒸汽作为附加的输入供应到所述还原反应器。

3. 根据权利要求 2 所述的热固工艺,其中,所述预选的所述热固工艺的主要用途的所述特定性质为产生用于发电的 H₂,所述至少一个预定的输出为所述特定性质而产生。

4. 根据权利要求 3 所述的热固工艺,其中,在所述还原反应器中选择性产生所述至少一个预定的输出,并且,将在所述还原反应器中选择性产生的所述至少一个预定的输出从所述还原反应器排出。

5. 根据权利要求 2 所述的热固工艺,其中,预选的所述热固工艺的主要用途的所述特定性质为产生用于发电和用于其它工业用途的合成气,所述至少一个预定的输出为所述特定性质而产生。

6. 根据权利要求 5 所述的热固工艺,其中,在所述还原反应器中选择性产生所述至少一个预定的输出,并且其中,将在所述还原反应器中选择性产生的所述至少一个预定的输出从所述还原反应器排出。

7. 根据权利要求 1 所述的热固工艺,还包括将给水作为附加的输入供应到所述氧化反

应器的步骤。

8. 根据权利要求 7 所述的热固工艺,其中,预选的所述热固工艺的主要用途的特定性质用于产生所述至少一个预定的输出,该特定性质为产生用于发电和用于其它用途的蒸汽。

9. 根据权利要求 8 所述的热固工艺,其中,在所述氧化反应器中选择性产生所述至少一个预定的输出,并且其中,将在所述氧化反应器中选择性产生的所述至少一个预定的输出从所述氧化反应器排出。

10. 根据权利要求 7 所述的热固工艺,其中,预选的所述热固工艺的主要用途的特定性质用于产生所述至少一个预定的输出,该特定性质为产生过程热。

11. 根据权利要求 1 所述的热固工艺,其中,在所述氧化反应器中选择性产生所述至少一个预定的输出,并且其中,将在所述氧化反应器中选择性产生的所述至少一个预定的输出从所述氧化反应器排出。

12. 根据权利要求 1 所述的热固工艺,其中,预选的所述热固工艺的主要用途的特定性质为产生用于农业用途的 CO₂,所述至少一个预定的输出为所述特定性质而产生。

13. 根据权利要求 12 所述的热固工艺,其中,在所述还原反应器中选择性产生所述至少一个预定的输出,并且其中,将在所述还原反应器中选择性产生的所述至少一个预定的输出从所述还原反应器排出。

14. 根据权利要求 1 所述的热固工艺,其中,预选的所述热固工艺的主要用途的所述特定性质为产生一给料,如作为非限制性示例的用于生产液体碳氢化合物的 H₂,所述至少一个预定的输出为所述特定性质而产生。

15. 根据权利要求 14 所述的热固工艺,其中,在所述还原反应器中选择性产生所述至少一个预定的输出,并且其中,将在所述还原反应器中选择性产生的所述至少一个预定的输出从所述还原反应器排出。

一种基于其主要用途可选择操作的热固工艺

相关申请的交叉引用

[0001] 本申请要求 2009 年 3 月 31 日提交的题为“HOT SOLIDS PROCESSES SELECTIVELY OPERABLE BASED ON WHAT THE SPECIFIC NATURE OF THE HOT SOLIDS PROCESS' PRIMARY PURPOSE IS”(一种基于热固工艺主要用途的特定性质的可选择操作的热固工艺)的美国临时申请第 61/165,094 号的优先权,其全部内容通过参引合并与此。

技术领域

[0002] 本发明总体上涉及热固工艺,基于热固工艺主要用途的特定性质,该热固工艺能够可选择操作,用于产生至少一个预定的输出。更特别地,本发明涉及这样一种热固工艺:该热固工艺可选择操作用于产生基于热固工艺主要用途的特定性质的至少一个预定的输出,其中,将这种热固工艺的主要用途设计为从一组热固工艺的主要用途中进行选择,该组主要用途包括以下中的至少两个:产生用于发电的 H₂、产生用于发电和用于其它工业用途的合成气、产生蒸汽、产生过程热、产生用于农业用途的 CO₂、以及产生用于生产液体碳氢化合物的一个非限制性示例诸如 H₂ 的给料。

背景技术

[0003] 当今世界面临关键的挑战,因为所有国家争取满足食物、住所、衣服和工作的基本的人类需求,这些都依赖于足够的能源供给。能源消耗上的巨大增长已由化石燃料 - 主要是煤炭、石油和天然气 - 来满足。随着能源需求持续增长,人们相信必须使环境问题、供应安全和经济影响整体平衡。然而,实际的经济增长和能源消耗仍紧密地联系着。

[0004] 在探求最终解决方案,以提供足够的能源供给持续的同时,必须考虑近期的、过渡时期的解决方案,以满足能源需求的当前增长。由于其在节约能源上的竭诚努力,化石燃料的开采、钻孔、运输、加工和使用中的技术改进当然可以延展能源储备。相似地,利用先进的清洁化石燃料技术能够拓宽世界上大量的化石燃料资源的使用,这些技术包括使用各种形式的热固工艺,诸如非限制性示例包括化石燃料气化、流化床燃烧或混合燃烧 - 气化化石燃料技术。

[0005] 众所周知,根据发电系统的操作模式,发电系统的蒸汽发生器通过燃烧汽轮机中的化石燃料产生蒸汽。。这种通常既高温又高压的蒸汽在上述的汽轮机中膨胀,以从而实现汽轮机的旋转。汽轮机的这种旋转又以公知的方式进行操作,以使与汽轮机恰当地可操作地连接的发生器也旋转。因此,当发生器进行这种旋转时,使一导体移动经过磁场,从而产生要产生的电流。先前描述的操作模式从根本上是基础,甚至今天仍以该基础建立发电系统。

[0006] 为了使发电系统实现较高的效率,人们尝试提高这种发电系统中的蒸汽发生器的工作温度和压力。迄今为止,通过这些尝试,目前的发电系统采用的商业蒸汽发生器已经能够在次临界压力条件下或者在超临界压力条件下进行工作。通过改进,发电系统中使用的蒸汽发生器的材料强度已经改进达到这种要求,因此,这种蒸汽发生器既在高温又在高压

下进行操作。

[0007] 参照先前所述的各种形式热固工艺,特别是化石燃料气化技术,进一步讨论先进的清洁化石燃料技术,其中,首先要关注非限制性示例是 1952 年 7 月 8 日对美国 The M. W. Kellogg 公司颁发的美国专利第 2,602,809 号。将美国专利第 2,602,809 号的教导看作化石燃料气化技术类型的持续演变中的早期开发的示例的表示,其中,使用热固工艺。为此,根据其教导,美国专利第 2,602,809 号的教导指向特别适合于低水平固体含碳材料气化的工艺。更特别地,在与美国专利第 2,602,809 号的教导所指向的工艺的操作模式有关的范围内,将固体含碳材料设计为要被氧化,以将这种固体含碳材料用空气通过间接氧化转变为碳氧化物,用这种方法使空气的氮不会污染析出气体。这种固体含碳材料的气化通过流化的金属氧化物交替氧化还原来实现。根据美国专利第 2,602,809 号的教导,金属氧化物与细碎粒的固体含碳材料在一定条件下接触以使金属氧化物还原并且固体燃料的碳被氧化为碳氧化物,结果,固体燃料被转变为气体,金属氧化物是碳的氧化所需的氧的主要来源。因此,在将金属氧化物还原之后,所还原的金属氧化物经受再氧化,因此,工艺循环能够再次重复。

[0008] 进一步参照先前上文已参照过的,使用各种形式的热固工艺的先进的清洁化石燃料技术的化石燃料气化技术,要再关注的非限制性示例为 1986 年 7 月 29 日对美国 Combustion Engineering 公司颁发的美国专利第 4,602,573 号。美国专利第 4,602,573 号的教导被看作化石燃料气化技术类型的持续演变中的进一步开发的示例的表示,其中使用热固工艺。为此,根据其教导,将美国专利第 4,602,573 号的教导叙述为指向将含碳燃料气化和燃烧的方法,并且更特别地指向综合工艺,其中,将含硫和氮的含碳燃料气化,以产生富一氧化碳的低热值 (BTU) 可燃气体,该气体用来随后在蒸汽发生器中与附加的含碳燃料燃烧。更具体地,在与美国专利第 4,602,573 号的教导指向的工艺的操作模式有关的范围内,将含硫和氮的含碳燃料的第一部分在气化反应器中,在还原空气气氛下,气化为空气的还原气体,以产生具有低热值 (BTU) 含量的热的、含炭 (Char) 的、富一氧化碳的可燃气体。此后,将固硫材料放入气化反应器,使得在有固硫材料时实现含碳燃料的气化,因此,含碳燃料中被气化的硫的基本部分被固硫材料获取。

[0009] 下面此处将进一步关注先前上文已参照的,使用各种形式热固工艺的先进的清洁化石燃料技术,特别是流化床燃烧技术。因此,特别要关注一个非限制性示例,即 1978 年 9 月 5 日对美国 Metallgesellschaft Aktiengesellschaft 公司颁发的美国专利第 4,111,158 号。美国专利第 4,111,158 号的教导被看作使用热固工艺类型的流化床燃烧技术类型的持续演变中的早期开发的示例的代表。为此,根据其教导,将美国专利第 4,111,158 号的教导叙述为指向一种用于实现放热工艺的方法和装置,其中,固体进料包括可燃物,例如,含碳化合物或含硫化合物。并且,在与美国专利第 4,111,158 号的教导所指向的方法和装置的操作模式有关的范围内,将固体进料的可燃化合物设计为在流化床中在近似化学计算的条件下被燃烧。此后,固体进料的可燃化合物的这种燃烧结果产生的固体被从流化床取出,被再循环回到流化床,同时从固体进料的可燃化合物的这种燃烧产生的热可以被回收。

[0010] 进一步参照先前上文已参照的先进的清洁化石燃料技术的流化床燃烧技术,其中,使用各种形式的热固工艺,下面此处通过示例和非限制的方式关注 1996 年 7 月 9 日对美国 Ahlstrom 公司颁发的美国专利第 5,533,471 号。美国专利第 5,533,471 号的教导被

看作使用热固工艺类型流化床燃烧技术类型的持续演变中的进一步开发的示例的代表。为此,根据其教导,将美国专利第 5,533,471 号的教导叙述为指向系统和方法,该系统和方法通过允许用于冷却固体材料的足够的热传递表面积来允许有效地控制流化床反应器的温度。更具体地,在与美国专利第 5,533,471 号的教导所指向的系统和方法的操作模式有关的范围内,使用循环(快速)流化床和沸腾(慢速)流化床。并且,这两个流化床互相邻接安装,第一和第二互连部在两个流化床之间,通常,沸腾流化床的流化气体引入栅格位于循环流化床流化气体引入栅格的下面。因为沸腾流化床整体具有大体上恒定的密度,有一清晰的分界线在其顶部,第一互连部设置在沸腾流化床的顶部之上,使得两个流化床之间的压力和密度条件导致粒子从循环流化床经过第一互连部流动到沸腾流化床。然而,由于沸腾流化床的平均密度比循环流化床的密度高,压力和密度条件使在沸腾流化床中处理之后的粒子(例如,在将其中的粒子冷却之后)经过第二互连部返回循环流化床。

[0011] 进一步讨论先前上文已参照的先进清洁化石燃料技术,其中,使用各种形式的热固工艺,并且特别使用混合燃烧-气化技术,首先要关注的非限制性示例是 1981 年 6 月 8 日对美国孟山都公司(Monsanto Company)颁发的美国专利第 4,272,399 号。美国专利第 4,272,399 号的教导被看作是使用热固工艺的混合燃烧-气化技术类型的持续演变中的早期开发的示例的代表。为此,根据其教导,将美国专利第 4,272,399 号的教导叙述为指向用于从含碳材料产生高纯度合成气体的统一工艺。更具体地,在涉及美国专利第 4,272,399 号的教导所指的统一工艺的工作模式的范围内,使用一种含金属-氧材料作为含碳材料氧化气化时氧和热的转移媒介,该含金属-氧材料的特点表现为热和氧的载体,并总体上可被视作氧化剂。并且,使用蒸汽、二氧化碳、合成气体或其混合物将氧化剂流化并输送通过上升流、直流系统。因此,根据主题的统一工艺的工作模式,合成气体首先被氧化剂氧化加热,在氧化剂还原区域中形成水和二氧化碳,然后在气化区域中接触接触氧化剂和含碳材料气体。此外,将含碳材料以一种方法氧化为绝大部分为一氧化碳和氢,使得包含在空气中的氮不污染析出合成气体。此外,含碳材料的气化由流化的氧化剂的交替氧化和还原来实现。因此,在这种气化之后,可能以基本金属或较低被氧化状态形式存在的被还原的氧化剂在氧化区域中被再氧化,并且从而重复循环。

[0012] 进一步讨论先前上文已参照过的使用各种形式的热固工艺的先进清洁化石燃料技术,特别是混合燃烧-气化技术,要关注的非限制性示例为 2006 年 8 月 1 日对美国 ALSTOM Technology 公司颁发的美国专利第 7,083,658 号。美国专利第 7,083,658 号的教导被看作使用热固工艺的混合燃烧-气化技术类型的持续演变中的进一步开发的示例的代表。为此,根据其教导,将美国专利第 7,083,658 号的教导叙述为指向使用化石燃料、生物量、石油焦炭或任何其它含碳燃料来产生用于发电的氢的装置,其将二氧化碳(CO₂)的排放最小化或消除。更具体地,在涉及美国专利第 7,083,658 号的教导所指的装置的工作模式的范围内,使用气化器从含碳燃料产生气体产品,该气化器包括一个第一化学工艺循环,该第一化学工艺循环包括放热的氧化剂反应器和吸热的还原剂反应器。并且,放热的氧化剂反应器具有 CaS 入口、热空气入口和 CaSO₄/ 废气出口。吸热的还原剂反应器具有与放热的氧化剂反应器 CaSO₄/ 废气出口流动连通的 CaSO₄ 入口、与放热的氧化剂反应器 CaS 入口流动连通的 CaS/ 气体产品出口、以及用于接收含碳燃料的材料入口。此外,CaS 在放热的氧化剂反应器中的空气中被氧化,以形成热 CaSO₄ 排放到吸热的还原剂反应器中。此外,在吸热的

还原剂反应器中接收的热 CaSO_4 和含碳燃料利用 CaSO_4 的热含量产生吸热反应,使含碳燃料将氧从 CaSO_4 分离,以形成 CaS 和气体产品。此后,将 CaS 排到放热的氧化剂反应器,并且使气体产品从第一化学工艺循环排出。

[0013] 因此,本发明的目的是为了提供热固工艺,基于热固工艺的主要用途的特定性质,该热固工艺是可选择操作的。

[0014] 本发明的另一目的是为了提供一种热固工艺,这种热固工艺能够选择性操作用于产生至少一个预定的输出。

[0015] 本发明的又一目的是为了提供一种热固工艺,基于该热固工艺的主要用途的特定性质,用于产生至少一个预定的输出的热固工艺能够可选择地操作以产生这种预定的输出。

[0016] 本发明的又一目的是为了提供一种热固工艺,基于热固工艺的主要用途的特定性质,这种用于产生至少一个预定输出的热固工艺能够选择性操作以产生至少一个预定的输出,并且其中,将这种热固工艺的主要用途设计为预选自一组热固工艺的主要用途。

[0017] 本发明的又一目的是为了提供一种热固工艺,基于热固工艺的主要用途的特定性质,这种用于产生至少一个预定输出的热固工艺能够选择性操作用于产生这种至少一个预定的输出,并且其中,将这种热固工艺的主要用途设计为预选自一组热固工艺的主要用途,包括用于发电的 H_2 、用于发电和用于其它工业用途的合成气、用于发电和用于其它用途的蒸汽生产、过程热生产、用于农业用途的 CO_2 生产、以及给料,例如非限制性示例为用于液体碳氢化合物生产的 H_2 。

[0018] 本发明的又一目的是为了提供一种热固工艺,该热固工艺提供起来相对便宜、使用起来相对简单、并且以其强大的多功能性为特征,这在该热固工艺在与热固工艺的主要用途有关的范围内体现,因此通过使用本发明的热固工艺,产生至少一个预定输出,用于这种热固工艺的主要用途。

发明内容

[0019] 根据本发明提供的一种热固工艺,基于热固工艺主要用途的特定性质,为此至少一个预定输出被产生,该热固工艺能够选择性操作用于产生从多个预定的输出中选出的至少一个预定的输出,诸如非限制性示例: H_2 和 CO_2 , 并且其中,将这种热固工艺的主要用途设计为预选自一组热固工艺的主要用途,该组主要用途包括用于发电的 H_2 、用于发电和用于其它工业用途的合成气、用于发电和用于其它用途的蒸汽生产、过程热生产、用于农业用途的 CO_2 生产、以及作为非限制性示例的给料诸如用于液体碳氢化合物生产的 H_2 。为此,根据本发明的热固工艺的操作模式,通过示例和非限制的方式优选地为诸如 CaS 的基于吸附剂的石灰石,将石灰石设计为在氧化反应器中燃烧,这种氧化反应器通过示例和非限制的方式优选地为循环床反应器,从而从这种基于吸附剂的石灰石的燃烧中产生热 CaSO_4 。从而,又将该热 CaSO_4 设计为在还原反应器中使用,这种还原反应器通过示例和非限制的方式优选地为循环床反应器,根据热固工艺主要用途的特定性质,为此至少一个预定输出被产生,用于产生至少一个预定输出。

[0020] 根据本发明的热固工艺的操作模式的第一示例性实施方式,在本发明的热固工艺的操作模式的本实施方式中使用的,氧化反应器的输入:当燃料被设计为根据本实施方式

燃烧时,该输入包括固体含碳燃料,非限制性的示例诸如煤炭;当预选热固工艺的主要用途为用于发电的H₂时,该输入包括CaS和空气,其中,在根据本发明的热固工艺操作模式的本实施例中产生至少一个预定输出,用于所述预选热固工艺的主要用途;并且在该实施例中,来自这种氧化反应器中的输出包括粉尘、CaSO₄和N₂。然而,在本发明的热固工艺的操作模式的本实施方式中使用的氧化反应器的输入:当燃料被设计为根据本实施方式燃烧时,该输入包括固体含碳燃料,非限制性的示例诸如煤炭;且当预选热固工艺的主要用途为用于发电的H₂时,该输入包括固体含碳燃料、CaCO₃、蒸汽和CaSO₄,并且在此情况下中,将来自这种还原反应器中的输出设计为至少一个预定输出,为用于发电的H₂,该预定输出基于热固工艺的主要用途的特定性质,为该特定性质产生至少一个预定的输出。

[0021] 根据本发明的热固工艺的操作模式的第二示例性实施方式,在本发明的热固工艺的操作模式的本实施方式中使用的,氧化反应器的输入:当燃料被设计为根据本实施方式燃烧时,该输入包括固体含碳燃料,非限制性的示例诸如煤炭;当预选热固工艺的主要用途为用于发电和其它用途的合成气时,该输入包括CaS和空气,其中,在根据本发明的热固工艺操作模式的本实施例中产生至少一个预定输出,用于所述预选热固工艺的主要用途;并且在该实施例中,来自这种氧化反应器中的输出包括粉尘、CaSO₄和N₂。然而,在本发明的热固工艺的操作模式的本实施方式中使用的氧化反应器的输入:当燃料被设计为根据本实施方式燃烧时,该输入包括固体含碳燃料,非限制性的示例诸如煤炭;且当预选热固工艺的主要用途为用于发电和其它用途的合成气时,该输入包括固体含碳燃料、CaCO₃、蒸汽和CaSO₄,并且在此情况下中,将来自这种还原反应器中的输出设计为至少一个预定输出,为用于发电和其它用途的合成气,该预定输出基于热固工艺的主要用途的特定性质,为该特定性质产生至少一个预定的输出。

[0022] 根据本发明的热固工艺的操作模式的第三示例性实施方式,在本发明的热固工艺的操作模式的本实施方式中使用的,氧化反应器的输入:当燃料被设计为根据本实施方式燃烧时,该输入包括固体含碳燃料,非限制性的示例诸如煤炭;当预选热固工艺的主要用途为用于发电和其它用途的蒸汽生产时,该输入包括CaS和空气,其中,在根据本发明的热固工艺操作模式的本实施例中产生至少一个预定输出,用于所述预选热固工艺的主要用途;并且在该实施例中,来自这种氧化反应器中的输出包括粉尘、CaSO₄和N₂。然而,在本发明的热固工艺的操作模式的本实施方式中使用的氧化反应器的输入:当燃料被设计为根据本实施方式燃烧时,该输入包括固体含碳燃料,非限制性的示例诸如煤炭;且当预选热固工艺的主要用途为用于发电和其它用途的蒸汽生产时,该输入包括固体含碳燃料、CaCO₃、蒸汽和CaSO₄,并且在此情况下中,将来自这种还原反应器中的输出设计为至少一个预定输出,为用于发电和其它用途的合成气,该预定输出基于热固工艺的主要用途的特定性质,为该特定性质产生至少一个预定的输出。

[0023] 根据本发明的热固工艺的操作模式的第四示例性实施方式,在本发明的热固工艺的操作模式的本实施方式中使用的,氧化反应器的输入:当燃料被设计为根据本实施方式燃烧时,该输入包括固体含碳燃料,非限制性的示例诸如煤炭;当预选热固工艺的主要用途为用于过程热的生产时,该输入包括CaS和空气,其中,在根据本发明的热固工艺操作模式的本实施例中产生至少一个预定输出,用于所述预选热固工艺的主要用途;并且在该实施例中,来自这种氧化反应器中的输出包括粉尘、CaSO₄和N₂。然而,在本发明的热固工艺的

操作模式的本实施方式中使用的氧化反应器的输入：当燃料被设计为根据本实施方式燃烧时，该输入包括固体含碳燃料，非限制性的示例诸如煤炭；且当预选热固工艺的主要用途为用于过程热的生产时，该输入包括固体含碳燃料、CaCO₃、蒸汽和 CaSO₄，并且在此情况下中，将来自这种还原反应器中的输出设计为至少一个预定输出，为用于过程热的生产，该预定输出基于热固工艺的主要用途的特定性质，为该特定性质产生至少一个预定的输出。

[0024] 根据本发明的热固工艺的操作模式的第五示例性实施方式，在本发明的热固工艺的操作模式的本实施方式中使用的，氧化反应器的输入：当燃料被设计为根据本实施方式燃烧时，该输入包括固体含碳燃料，非限制性的示例诸如煤炭；当预选热固工艺的主要用途为用于农业用途的 CO₂ 生产时，该输入包括 CaS 和空气，其中，在根据本发明的热固工艺操作模式的本实施例中产生至少一个预定输出，用于所述预选热固工艺的主要用途；并且在该实施例中，来自这种氧化反应器中的输出包括粉尘、CaSO₄ 和 N₂。然而，在本发明的热固工艺的操作模式的本实施方式中使用的氧化反应器的输入：当燃料被设计为根据本实施方式燃烧时，该输入包括固体含碳燃料，非限制性的示例诸如煤炭；且当预选热固工艺的主要用途为用于农业用途的 CO₂ 生产时，该输入包括固体含碳燃料、CaCO₃、蒸汽和 CaSO₄，并且在此情况下中，将来自这种还原反应器中的输出设计为至少一个预定输出，为用于农业用途的 CO₂ 生产，该预定输出基于热固工艺的主要用途的特定性质，为该特定性质产生至少一个预定的输出。

[0025] 根据本发明的热固工艺的操作模式的第六示例性实施方式，在本发明的热固工艺的操作模式的本实施方式中使用的，氧化反应器的输入：当燃料被设计为根据本实施方式燃烧时，该输入包括固体含碳燃料，非限制性的示例诸如煤炭；当预选热固工艺的主要用途为产生给料时，作为非限制性示例为用于生产液体碳氢化合物的 H₂，该输入包括 CaS 和空气，其中，在根据本发明的热固工艺操作模式的本实施例中产生至少一个预定输出，用于所述预选热固工艺的主要用途；并且在该实施例中，来自这种氧化反应器中的输出包括粉尘、CaSO₄ 和 N₂。然而，在本发明的热固工艺的操作模式的本实施方式中使用的氧化反应器的输入：当燃料被设计为根据本实施方式燃烧时，该输入包括固体含碳燃料，非限制性的示例诸如煤炭；且当预选热固工艺的主要用途为用于产生生产液体碳氢化合物的 H₂ 时，该输入包括固体含碳燃料、CaCO₃、蒸汽和 CaSO₄，并且在此情况下中，将来自这种还原反应器中的输出设计为至少一个预定输出，为用于产生生产液体碳氢化合物的 H₂，该预定输出基于热固工艺的主要用途的特定性质，为该特定性质产生至少一个预定的输出。

附图说明

- [0026] 图 1 是根据本发明的热固工艺的示意图；
- [0027] 图 2 是根据本发明的热固工艺的操作模式的第一示例性实施方式的示意图；
- [0028] 图 3 是根据本发明的热固工艺的操作模式的第二示例性实施方式的示意图；
- [0029] 图 4 是根据本发明的热固工艺的操作模式的第三示例性实施方式的示意图；
- [0030] 图 5 是根据本发明的热固工艺的操作模式的第四示例性实施方式的示意图。
- [0031] 图 6 是根据本发明的热固工艺的操作模式的第五示例性实施方式的示意图。
- [0032] 图 7 是根据本发明的热固工艺的操作模式的第六示例性实施方式的示意图。

具体实施方式

[0033] 现在参照图 1, 其中, 在图 1 中描述了总体上由图 1 中的附图标记 10 表示的热固工艺的示意图, 根据本发明, 该热固工艺被设计为可操作用于产生预定的输出, 其中, 此处预定的输出在图 1 中分别由箭头 12 和箭头 13 表示, 基于热固工艺的主要用途的特定性质, 为此产生预定输出 12、13。根据在图 1 中示意性表示的本发明的热固工艺的操作模式, 基于热固工艺的特定性质, 用于产生预定的输出 12、13, 将热固工艺的主要用途设计为预选自一组热固工艺的主要用途, 该组主要用途包括以下中的至少两个: 用于发电的 H₂、用于发电和用于其它工业用途的合成气、用于发电和用于其它用途的蒸汽生产、过程热生产、用于农业用途的 CO₂ 生产、以及给料, 例如作为非限制性示例的用于液体碳氢化合物生产的 H₂。

[0034] 根据本发明的优选的操作模式, 将本发明的热固工艺 10 设计为使用空气、固体含碳燃料, 例如作为非限制性示例的煤炭、钙源和蒸汽来实现产生预定的输出 12, 13, 基于热固工艺的主要用途的特定性质, 且预定输出 12, 13 为此特定性质产生。为此, 基于热固工艺主要用途的特定性质, 产生这样预定的输出 12, 13, 该主要用途依照本发明被设计为经过预选, 该预定输出 12, 13 依照本发明的热固工艺 10 的操作模式产生且被设计为: 例如为适用于发电用途的 H₂, 或用于发电用途和用于其它工业用途的合成气, 或用于农业用途的 CO₂ 或一种给料, 例如作为非限制示例的用于液体碳氢化合物生产的 H₂, 或来自通过使用本发明的热固工艺 10 产生的热, 用于发电和用于其它用途的蒸汽或过程热。

[0035] 进一步参照图 1, 根据本发明的热固工艺 10 的优选的操作模式, 将总体上由图 1 中的附图标号 14 表示的还原反应器和总体上由图 1 中的附图标号 16 表示的氧化反应器各自设计为在本发明的热固工艺 10 中使用。并且, 根据本发明的热固工艺 10 的优选的实施方式, 将固体含碳燃料, 非限制性示例例如煤炭, 作为输入供应到还原反应器 14 中, 并被设计为使用空气间接燃烧, 其中此处煤炭由图 1 中的箭头 18 表示。为此, 钙源被设计为根据本发明的热固工艺 10 的优选的操作模式被加入且以示例和非限制的方式作为输入被供应到还原反应器 14, 其中, 此处钙源由图 1 中的箭头 20 表示。然而, 不脱离本发明的本质, 这种钙源 20 可以同样供应到本发明的热固工艺 10 中的其它地方, 而不作为还原反应器 14 的输入。这种钙源 20 可从组中进行选择, 该组包括石灰石 (CaCO₃) 或石灰 (CaO) 或石膏或从循环床锅炉中得来的废床材料, 作为非限制性示例, 该钙源 20 优选地包括石灰石 (CaCO₃)。进一步参照本发明的热固工艺 10 的优选的操作模式, 将根据本发明的热固工艺 10 的优选的操作模式附加的这种石灰石 (CaCO₃) 20 设计为可操作用于在还原反应器 14 中获取包含在固体含碳燃料 18 中的硫 (S), 从而在还原反应器 14 中产生从固体含碳燃料 18 中得来的硫化钙 (CaS)。这种硫化钙 (CaS) 由图 1 中的箭头 22 表示的, 作为还原反应器 14 的输出, 从还原反应器 14 中引出, 因此, 将这种硫化钙 (CaS) 22 设计为作为输入供应到氧化反应器 16。在氧化反应器 16 中, 硫化钙 (CaS) 22 与空气以放热反应进行燃烧, 从而实现在氧化反应器 16 中产生来自于硫化钙 (CaS) 的硫酸钙 (CaSO₄), 其中, 此处空气由图 1 中的箭头 24 表示。从而将由图 1 中的箭头 26 表示的这种硫酸钙 (CaSO₄) 设计排出, 作为来自氧化反应器 16 的一种输出, 因此, 将这种硫酸钙 (CaSO₄) 设计为作为还原反应器 14 的输入循环回到还原反应器 14, 从而用于提供氧和热, 在还原反应器 14 中既需要该氧和热来燃烧固体含碳燃料 18, 又需要该氧和热来将硫酸钙 (CaSO₄) 26 还原为硫化钙 (CaS) 22, 从而允许进行连续的循环。并且, 根据本发明的热固工艺 10 的操作模式, 将蒸汽优选地也作为输入供应到还

原反应器 14, 并且其中, 此处蒸汽由图 1 中的箭头 28 表示。

[0036] 再参照图 1, 将在还原反应器 14 中的固体含碳燃料 18 的燃烧设计为使预定的输出 12 能够在还原反应器 14 中产生, 并且在固体含碳燃料 18 的这种燃烧过程中, 将包含在固体含碳燃料 18 中的碳和氢转变为合适形式的析出气体, 以能够作为根据本发明的热固工艺 10 的操作模式设计产生的预定的输出 12。此外, 通过对氧化反应器 16 中燃烧硫化钙 (CaS) 22 期间释放的热进行应用, 将作为输入供应到氧化反应器 16 的给水被设计为经转变产生预定的输出 13, 并且其中, 此处给水由图 1 中的附图标号 30 表示。同样, 如在图 1 中由附图标号 23 表示的箭头所示, 此处作出标记表示将氮 (N₂) 设计为通过出口 (为了保持图片清晰而没有在图中示出) 排出, 将氧化反应器 16 设计为适用于提供该用途, 其中, 氮 (N₂) 从发生在氧化反应器 16 中的硫化钙 (CaS) 22 的氧化残留而来。

[0037] 接下来此处将参照图 2, 其中, 在图 2 中描述了总体上由图 2 中的附图标号 32 表示的本发明的热固工艺 10 的操作模式的第一示例性实施方式的示意图, 将该第一示例性实施方式设计为根据本发明可操作用于产生至少一个预定输出, 基于热固工艺 10 的主要用途的特定性质, 且为此性质产生至少一个预定的输出 34, 该至少一个预定的输出 34 产生用于发电用途的 H₂, 其中, 此处至少一个预定的输出在图 2 中由箭头 34 表示。进一步参照图 2, 将总体上由图 2 中的附图标号 36 表示的还原反应器和总体上由图 2 中的附图标号 38 表示的氧化反应器各自设计为在本发明的热固工艺 10 中使用。根据本发明及本发明的热固工艺 10 的操作模式的第一示例性实施方式 32, 基于以产生预定的输出 34 的本发明的热固工艺 10 为主要用途的特定性质, 可操作用于产生至少一个预定的输出 34, 为产生用于发电用途的 H₂。并且, 根据本发明的热固工艺 10 的操作模式的第一示例性实施方式 32, 固体含碳燃料, 如作为非限制性示例的煤炭, 设计为使用空气间接燃烧, 并且其中, 作为输入供应到还原反应器 36 的此处煤炭由图 2 中的箭头 40 表示。为此, 根据本发明的热固工艺 10 的操作模式的第一示例性实施方式 32, 钙源通过示例和非限制的方式也作为输入供应到还原反应器 36, 并且其中, 设计为附加的此处钙源由图 2 中的箭头 42 表示。然而, 不脱离本发明的本质, 这种钙源 42 可以被同样供应到本发明的热固工艺 10 中的其它地方, 而不作为还原反应器 36 的输入。此外, 此处作出标记表示: 根据本发明的热固工艺 10 的第一示例性实施方式 32, 将蒸汽优选地作为输入供应到还原反应器 36, 其中, 此处蒸汽由图 2 中的箭头 44 表示。

[0038] 并且, 这种钙源 42 可从一组中进行选择, 该组包括石灰石 (CaCO₃) 或石灰 (CaO) 或石膏或从循环床锅炉来的废床材料, 作为非限制性示例, 该钙源 42 优选地包括石灰石 (CaCO₃)。进一步参照本发明的热固工艺 10 的操作模式的第一示例性实施方式 32, 将根据本发明的热固工艺 10 的操作模式的第一示例性实施方式 32 附加的这种石灰石 (CaCO₃) 42 设计为可操作用于在还原反应器 36 中获取包含在固体含碳燃料 40 中的硫 (S), 以从而在还原反应器 36 中产生硫化钙 (CaS)。从而将由图 2 中的箭头 46 表示的这种硫化钙 (CaS) 作为还原反应器 36 的输出, 从还原反应器 36 中排出, 接着, 将这种硫化钙 (CaS) 46 设计为作为输入供应到氧化反应器 38。在氧化反应器 38 中, 将硫化钙 (CaS) 46 与空气以放热反应进行燃烧, 从而在氧化反应器 38 中产生从硫化钙 (CaS) 中得来的硫酸钙 (CaSO₄), 其中, 将设计为作为输入供应到氧化反应器 38 的此处空气由图 2 中的箭头 48 表示。此外, 如在图 2 中由附图标号 47 表示的箭头所示, 此处作出标记表示将氮 (N₂) 设计为通过出口 (为

了清晰表示而没有在图中示出) 排出, 将氧化反应器 38 设计为适用于提供该用途, 其中, 氮 (N₂) 从发生在氧化反应器 38 中的硫化钙 (CaS) 46 的氧化残留而来。

[0039] 进一步参照图 2, 将由图 2 中的箭头 50 表示的这种硫酸钙 (CaSO₄) 设计为作为氧化反应器 38 的输出而排出, 因此, 将这种硫酸钙 (CaSO₄) 50 设计为作为还原反应器 36 的输入, 循环回到还原反应器 36, 用于从循环中提供氧和热, 在还原反应器 36 中既需要该氧和热来燃烧固体含碳燃料 40, 又需要该氧和热来将硫酸钙 (CaSO₄) 50 还原为硫化钙 (CaS) 46, 以从而允许进行连续的循环。将在还原反应器 36 中的固体含碳燃料 40 的燃烧设计为能够在还原反应器 36 中产生预定的输出 34、且在固体含碳燃料 40 的这种燃烧过程中, 将包含在固体含碳燃料 40 中的碳和氢转变为析出气体, 其中, 将这种析出气体设计为合适的形式, 以能够作为通过使用本发明的热固工艺 10 的操作模式的第一示例性实施方式 32 产生的所述至少一个预定的输出 34, 以产生用于发电用途的 H₂, 该预定输出基于热固工艺主要用途的特定性质, 且为此特定性质产生预定输出 34。

[0040] 接下来此处将参照图 3, 其中, 在图 3 中描述了总体上由图 3 中的附图标记 52 表示的本发明的热固工艺 10 的操作模式的第二示例性实施方式的示意图, 将该第二示例性实施方式设计为根据本发明可操作用于产生至少一个预定输出, 基于热固工艺 10 的主要用途的特定性质, 为此性质产生至少一个预定的输出 54, 该至少一个预定的输出 54, 该至少一个预定的输出产生用于发电和用于其它工业用途的合成气, 并且其中, 此处至少一个预定的输出在图 3 中由箭头 54 表示。进一步参照图 3, 将总体上由图 3 中的附图标号 56 表示的还原反应器和总体上由图 3 中的附图标号 58 表示的氧化反应器各自设计为在本发明的热固工艺 10 中使用, 根据本发明, 基于热固工艺的主要用途的特定性质, 其中至少一个预定输出为此特定性质而产生, 本发明的热固工艺 10 可操作用于产生至少一个预定的输出 54, 该至少一个预定的输出 54 为产生用于发电和用于其它工业用途的合成气。并且, 根据本发明的热固工艺 10 的操作模式的第二示例性实施方式 52, 将固体含碳燃料, 如作为非限制性示例的煤炭, 设计为使用空气间接燃烧, 并且其中, 作为输入供应到还原反应器 56 的此处煤炭由图 3 中的箭头 60 表示。为此, 根据本发明的热固工艺 10 的操作模式的第二示例性实施方式 52, 钙源通过示例和非限制的方式也作为输入供应到还原反应器 56, 其中, 设计为附加的此处钙源由图 3 中的箭头 62 表示。然而, 不脱离本发明的本质, 这种钙源 62 可以被同样供应到本发明的热固工艺 10 中的其它地方, 而不作为还原反应器 56 的输入。此外, 此处作出标记表示: 根据本发明的热固工艺 10 的第二示例性实施方式 52, 将蒸汽优选地作为输入供应到还原反应器 56, 并且其中, 此处蒸汽由图 3 中的箭头 64 表示。

[0041] 并且, 这种钙源 62 可从一组中进行选择, 该组包括石灰石 (CaCO₃) 或石灰 (CaO) 或石膏或从循环床锅炉来的废床材料, 作为非限制性示例, 该钙源 62 优选地包括石灰石 (CaCO₃)。进一步参照本发明的热固工艺 10 的操作模式的第二示例性实施方式 52, 将根据本发明的热固工艺 10 的操作模式的第二示例性实施方式 52 附加的这种石灰石 (CaCO₃) 62 设计为可操作用于在还原反应器 56 中获取包含在固体含碳燃料 60 中的硫 (S), 从而实现在还原反应器 56 中产生从硫 (S) 来的硫化钙 (CaS)。从而将由图 3 中的箭头 66 表示的这种硫化钙 (CaS) 作为还原反应器 56 的输出, 从还原反应器 56 中排出, 接着, 将这种硫化钙 (CaS) 66 设计为作为输入供应到氧化反应器 58。在氧化反应器 58 中, 将硫化钙 (CaS) 66 与空气以放热反应进行燃烧, 从而实现在氧化反应器 58 中产生从硫化钙 (CaS) 66 中得来的硫

酸钙 (CaSO₄), 并且其中, 将设计为作为输入供应到氧化反应器 58 的此处空气由图 3 中的箭头 68 表示。此外, 如在图 3 中由附图标号 67 表示的箭头所示, 此处作出标记表示将氮 (N₂) 设计为通过出口 (为了表示清晰而没有在图中示出) 排出, 将氧化反应器 58 设计为适合提供该用途, 其中, 氮 (N₂) 从发生在氧化反应器 58 中的硫化钙 (CaS) 66 的氧化残留而来。

[0042] 进一步参照图 3, 将由图 3 中的箭头 70 表示的这种硫酸钙 (CaSO₄) 设计为作为氧化反应器 58 的输出而排出, 因此, 将这种硫酸钙 (CaSO₄) 70 设计为作为还原反应器 56 的输入, 循环回到还原反应器 56, 用于从循环中提供氧和热, 在还原反应器 56 中既需要该氧和热来燃烧固体含碳燃料 60, 又需要该氧和热来将硫酸钙 (CaSO₄) 70 还原为硫化钙 (CaS) 66, 从而实现允许进行连续的循环。将在还原反应器 56 中的固体含碳燃料 60 的燃烧设计为能够在还原反应器 56 中产生预定的输出 54, 并且在固体含碳燃料 60 的这种燃烧过程中, 将包含在固体含碳燃料 60 中的碳和氢转变为析出气体, 其中, 将这种析出气体设计为合适的形式, 以能够作为通过使用本发明的热固工艺 10 的操作模式的第一示例性实施方式 52 产生的所述至少一个预定的输出 54, 以产生用于发电用途和其他用途的合成气, 该预定输出基于热固工艺主要用途的特定性质, 且为此特定性质产生预定输出 54。

[0043] 接下来此处将参照图 4, 其中, 在图 4 中描述了总体上由图 4 中的附图标号 72 表示的本发明的热固工艺 10 的操作模式的第三示例性实施方式的示意图, 将该第三示例性实施方式设计为根据本发明可操作用于产生至少一个预定输出, 基于热固工艺 10 的主要用途的特定性质, 为此性质产生至少一个预定的输出 74, 该至少一个预定的输出为用于发电和用于其它用途的蒸汽生产, 其中, 此处至少一个预定的输出在图 4 中由箭头 74 表示。进一步参照图 4, 将总体上由图 4 中的附图标号 76 表示的还原反应器和总体上由图 4 中的附图标号 78 表示的氧化反应器各自设计为在本发明的热固工艺 10 中使用, 根据本发明, 基于热固工艺的主要用途的特定性质, 其中至少一个预定输出为此特定性质而产生, 本发明热固工艺 10 可操作用于产生至少一个预定的输出 74 为用于发电和用于其它用途的蒸汽生产。并且, 根据本发明的热固工艺 10 的操作模式的第三示例性实施方式 72, 将固体含碳燃料, 如作为非限制性示例的煤炭, 设计为使用空气间接燃烧, 并且其中, 作为输入供应到还原反应器 76 的此处煤炭由图 4 中的箭头 80 表示。为此, 根据本发明的热固工艺 10 的操作模式的第三示例性实施方式 72, 钙源通过示例和非限制的方式也作为输入供应到还原反应器 76, 并且其中, 设计为附加的此处钙源由图 4 中的箭头 82 表示。然而, 不脱离本发明的本质, 这种钙源 82 可以被同样供应到本发明的热固工艺 10 中的其它地方, 而不作为还原反应器 76 的输入。此外, 此处作出标记表示: 根据本发明的热固工艺 10 的第三示例性实施方式 72, 将给水优选地作为输入供应到氧化反应器 78, 并且其中, 此处给水由图 4 中的箭头 84 表示。

[0044] 并且, 这种钙源 82 可从一组中进行选择, 该组包括石灰石 (CaCO₃) 或石灰 (CaO) 或石膏或从循环床锅炉来的废床材料, 作为非限制性示例, 该钙源 82 优选地包括石灰石 (CaCO₃)。进一步参照本发明的热固工艺 10 的操作模式的第三示例性实施方式 72, 将根据本发明的热固工艺 10 的操作模式的第三示例性实施方式 72 附加的这种石灰石 (CaCO₃) 82 设计为可操作用于在还原反应器 76 中获取包含在固体含碳燃料 80 中的硫 (S), 从而实现在还原反应器 76 中产生从硫 (S) 来的硫化钙 (CaS)。从而将由图 4 中的箭头 86 表示的这种硫化钙 (CaS) 作为还原反应器 76 的输出, 从还原反应器 76 中排出, 接着, 将这种硫化钙

(CaS) 86 设计为作为输入供应到氧化反应器 78。在氧化反应器 78 中,将硫化钙 (CaS) 86 与空气以放热反应进行燃烧,从而在氧化反应器 78 中产生从硫化钙 (CaS) 86 中得来的硫酸钙 (CaSO₄),并且其中,将设计为作为输入供应到氧化反应器 78 的此处空气由图 4 中的箭头 88 表示。同样,如在图 4 中由附图标号 87 表示的箭头所示,此处作出标记表示将氮 (N₂) 设计为通过出口(为了表示清晰而没有在图中示出)排出,将氧化反应器 78 设计为适合提供该用途,其中,氮 (N₂) 从发生在氧化反应器 78 中的硫化钙 (CaS) 86 的氧化残留而来。

[0045] 进一步参照图 4,从而将由图 4 中的箭头 90 表示的这种硫酸钙 (CaSO₄) 设计为作为氧化反应器 78 的输出而排出,因此,将这种硫酸钙 (CaSO₄) 90 设计为作为还原反应器 76 的输入,循环回到还原反应器 76,用于从循环中提供氧和热,在还原反应器 76 中既需要该氧和热来燃烧固体含碳燃料 80,又需要该氧和热来将硫酸钙 (CaSO₄) 90 还原为硫化钙 (CaS) 86,以从而允许进行连续的循环。将在还原反应器 76 中的固体含碳燃料 80 的燃烧设计为在固体含碳燃料 80 的这种燃烧过程中将包含在固体含碳燃料 80 中的碳和氢转变为析出气体。进一步参照本发明的热固工艺 10 的第三示例性实施方式 72,根据本发明的热固工艺 10 的第三示例性实施方式 72,通过对氧化反应器 78 中燃烧硫化钙 (CaS) 86 期间释放的热进行应用,将作为输入供应到氧化反应器 78 的给水 84 设计转变为从氧化反应器 78 生产预定的输出 74,该预定的输出 74 基于热固工艺 10 的主要用途的特定性质,通过使用本发明的热固工艺 10 的操作模式的第三示例性实施方式 72 产生,用于发电和用于其它用途的蒸汽生产,其中至少一个预定的输出 74 为所述特定性质产生。

[0046] 接下来此处将参照图 5,其中,在图 5 中描述了总体上由图 5 中的附图标号 92 表示的本发明的热固工艺 10 的操作模式的第四示例性实施方式的示意图,将本发明的热固工艺 10 的操作模式的第四示例性实施方式设计为根据本发明可操作于产生至少一个预定输出,基于热固工艺 10 的主要用途的特定性质,为此性质产生至少一个预定的输出 94,该至少一个预定的输出 94 为用于过程热生产,并且其中,此处至少一个预定的输出在图 5 中由箭头 94 表示。进一步参照图 5,将总体上由图 5 中的附图标号 96 表示的还原反应器和总体上由图 5 中的附图标号 98 表示的氧化反应器各自设计为在本发明的热固工艺 10 中使用,根据本发明,基于热固工艺 10 的主要用途的特定性质,其中至少一个预定输出为此特定性质而产生,本发明热固工艺 10 可操作于产生至少一个预定的输出 94 为用于过程热生产。并且,根据本发明的热固工艺 10 的操作模式的第四示例性实施方式 92,将通过示例和非限制的方式诸如煤炭的固体含碳燃料设计为使用空气间接燃烧,并且其中,作为输入,供应到还原反应器 96 的此处煤炭由图 5 中的箭头 100 表示。为此,根据本发明的热固工艺 10 的操作模式的第四示例性实施方式 92,钙源通过示例和非限制的方式也作为输入,供应到还原反应器 96,并且其中,设计为附加的此处钙源由图 5 中的箭头 102 表示。然而,不脱离本发明的本质,这种钙源 102 可以被同样供应到本发明的热固工艺 10 中的其它地方,而不作为还原反应器 96 的输入。。此外,此处作出标记表示:根据本发明的热固工艺 10 的第四示例性实施方式 92,将给水优选地作为输入供应到氧化反应器 98,并且其中,此处给水由图 5 中的箭头 104 表示。

[0047] 并且,这种钙源 102 可从一组中进行选择,该组包括石灰石 (CaCO₃) 或石灰 (CaO) 或石膏或从循环床锅炉来的废床材料,作为非限制性示例,该钙源 102 优选地包括石灰石 (CaCO₃)。进一步参照本发明的热固工艺 10 的操作模式的第四示例性实施方式 92,将根据

本发明的热固工艺 10 的操作模式的第四示例性实施方式 92 附加的这种石灰石 (CaCO₃) 102 设计为可操作用于在还原反应器 96 中获取包含在固体含碳燃料 100 中的硫 (S), 从而实现在还原反应器 96 中产生硫化钙 (CaS)。从而将由图 5 中的箭头 106 表示的这种硫化钙 (CaS) 作为还原反应器 96 的输出, 从还原反应器 96 中排出, 接着, 将这种硫化钙 (CaS) 106 设计为作为输入供应到氧化反应器 98。在氧化反应器 98 中, 将硫化钙 (CaS) 106 与空气以放热反应进行燃烧, 从而实现在氧化反应器 98 中产生从硫化钙 (CaS) 106 中得来的硫酸钙 (CaSO₄), 并且其中, 将设计为作为输入供应到氧化反应器 98 的此处空气由图 5 中的箭头 108 表示。同样, 如在图 5 中由附图标号 107 表示的箭头所示, 此处作出标记表示将氮 (N₂) 设计为通过出口 (为了清晰表示而没有在图中示出) 排出, 将氧化反应器 98 设计为适合提供该用途, 其中, 氮 (N₂) 从发生在氧化反应器 98 中的硫化钙 (CaS) 106 的氧化残留而来。

[0048] 进一步参照图 5, 从而将由图 5 中的箭头 110 表示的这种硫酸钙 (CaSO₄) 设计为作为氧化反应器 98 的输出而排出, 因此, 将这种硫酸钙 (CaSO₄) 110 设计为作为还原反应器 96 的输入, 循环回到还原反应器 96, 用于从循环中提供氧和热, 在还原反应器 96 中既需要该氧和热来燃烧固体含碳燃料 100, 又需要该氧和热来将硫酸钙 (CaSO₄) 110 还原为硫化钙 (CaS) 106, 从而允许进行连续的循环。将在还原反应器 96 中的固体含碳燃料 100 的燃烧设计为在固体含碳燃料 100 的这种燃烧过程中将包含在固体含碳燃料 100 中的碳和氢转变为析出气体。进一步参照本发明的热固工艺 10 的第四示例性实施方式 92, 根据本发明的热固工艺 10 的第四示例性实施方式 92, 通过对氧化反应器 98 中燃烧硫化钙 (CaS) 106 期间释放的热进行应用, 将作为输入供应到氧化反应器 98 的给水 104 设计转变为从氧化反应器 98 生产至少一个预定的输出 94, 该至少一个预定的输出 94 基于热固工艺 10 的主要用途的特定性质, 通过使用本发明的热固工艺 10 的操作模式的第四示例性实施方式 92 产生, 用于过程热的生产, 其中至少一个预定的输出 74 为所述特定性质产生。

[0049] 接下来此处将参照图 6, 其中, 在图 6 中描述了总体上由图 6 中的附图标号 112 表示的本发明的热固工艺 10 的操作模式的第五示例性实施方式的示意图, 将本发明的热固工艺 10 的操作模式的第五示例性实施方式设计为根据本发明可操作用于产生至少一个预定输出, 基于热固工艺 10 的主要用途的特定性质, 为此性质产生至少一个预定的输出 114, 该至少一个预定的输出为产生用于农业用途的 CO₂, 并且其中, 此处至少一个预定的输出在图 6 中由箭头 114 表示。进一步参照图 6, 将总体上由图 6 中的附图标号 116 表示的还原反应器和总体上由图 6 中的附图标号 118 表示的氧化反应器各自设计为在本发明的热固工艺 10 中使用, 根据本发明, 基于热固工艺的主要用途的特定性质, 其中至少一个预定输出为此特定性质而产生, 本发明热固工艺 10 可操作用于产生至少一个预定的输出 114 为用于农业用途的 CO₂。并且, 根据本发明的热固工艺 10 的操作模式的第五示例性实施方式 112, 将固体含碳燃料, 如作为非限制性示例的煤炭, 设计为使用空气间接燃烧, 并且其中, 设计为作为输入, 供应到还原反应器 116 的此处煤炭由图 6 中的箭头 120 表示。为此, 根据本发明的热固工艺 10 的操作模式的第五示例性实施方式 112, 钙源通过示例和非限制的方式也作为输入供应到还原反应器 116, 并且其中, 设计为附加的此处钙源由图 6 中的箭头 122 表示。然而, 不脱离本发明的本质, 这种钙源 82 可以被同样供应到本发明的热固工艺 10 中的其它地方, 而不作为还原反应器 116 的输入。

[0050] 并且, 这种钙源 122 可从一组中进行选择, 该组包括石灰石 (CaCO₃) 或石灰 (CaO)

或石膏或从循环床锅炉来的废床材料,作为非限制性示例该钙源 102 优选地包括石灰石 (CaCO_3)。进一步参照本发明的热固工艺 10 的操作模式的第五示例性实施方式 112,将根据本发明的热固工艺 10 的操作模式的第五示例性实施方式 112 附加的这种石灰石 (CaCO_3) 122 设计为可操作用于在还原反应器 116 中获取包含在固体含碳燃料 120 中的硫 (S),从而实现在还原反应器 116 中产生硫化钙 (CaS)。从而将由图 6 中的箭头 124 表示的这种硫化钙 (CaS) 作为还原反应器 116 的输出,从还原反应器 116 中排出,接着,将这种硫化钙 (CaS) 124 设计为作为输入供应到氧化反应器 118。在氧化反应器 118 中,将该硫化钙 (CaS) 124 与空气以放热反应进行燃烧,以从而实现在氧化反应器 118 中产生硫酸钙 (CaSO_4),并且其中,将设计为作为输入供应到氧化反应器 118 的此处空气由图 6 中的箭头 126 表示。同样,如在图 6 中由附图标号 125 表示的箭头所示,此处作出标记表示将氮设计为 (N_2) 通过出口(为了清晰表示而没有在图中示出)排出,将氧化反应器 118 设计为适合提供该用途,其中,氮 (N_2) 从发生在氧化反应器 118 中的硫化钙 (CaS) 124 的氧化残留而来。

[0051] 进一步参照图 6,从而将由图 6 中的箭头 128 表示的这种硫酸钙 (CaSO_4) 设计为作为氧化反应器 118 的输出而排出,因此,将这种硫酸钙 (CaSO_4) 128 设计为作为还原反应器 116 的输入,循环回到还原反应器 116,用于从循环中提供氧和热,在还原反应器 116 中既需要该氧和热来燃烧固体含碳燃料 120,又需要该氧和热来将硫酸钙 (CaSO_4) 128 还原为硫化钙 (CaS) 124,以从而允许进行连续的循环。将在还原反应器 116 中的固体含碳燃料 120 的燃烧设计为在固体含碳燃料 120 的这种燃烧过程中将包含在固体含碳燃料 120 中的碳和氢转变为析出气体,其中,将这种析出气体设计为合适的形式,以能够作为至少一个预定的输出 114,将该至少一个预定的输出 114 设计为基于以产生至少一个预定的输出 114 基于热固工艺 10 的主要用途的特定性质,通过使用本发明的热固工艺 10 的操作模式的第五示例性实施方式 112 产生,用于农业用途的 CO_2 的生产,其中至少一个预定的输出 114 为所述特定性质产生。

[0052] 接下来此处将参照图 7,其中,在图 7 中描述了总体上由图 7 中的附图标号 130 表示的本发明的热固工艺 10 的操作模式的第六示例性实施方式的示意图,将本发明的热固工艺 10 的操作模式的第六示例性实施方式设计为根据本发明可操作用于产生至少一个预定输出,基于热固工艺 10 的主要用途的特定性质,为此性质产生至少一个预定的输出 132,该至少一个预定的输出为用于一种给料,如作为非限制的示例为用于液体碳氢化合物生产的 H_2 ,并且其中,此处至少一个预定的输出在图 7 中由箭头 132 表示。如图 7 所表示的,此处至少一个预定的输出 132 以一种给料为形式,如作为非限制性示例用于液体碳氢化合物生产的 H_2 ,被设计为供应到一用于产生液体碳氢化合物的装置中,此处用于产生液体碳氢化合物的装置在图 7 中用 133 表示。

[0053] 进一步参照图 7,将总体上由图 7 中的附图标号 134 表示的还原反应器和总体上由图 7 中的附图标号 136 表示的氧化反应器各自设计为在本发明的热固工艺 10 中使用。根据本发明,本发明的热固工艺 10 基于本发明的热固工艺 10 的主要用途的特定性质可操作用于产生至少一个预定的输出 132,该至少一个预定的输出 132 为产生一种给料,如作为非限制性示例的用于液体碳氢化合物生产的 H_2 ,其中至少一个预定的输出 132 为所述特定性质产生。并且,根据本发明的热固工艺 10 的操作模式的第六示例性实施方式 130,将固体含

碳燃料,如作为非限制性示例的煤炭,设计为使用空气间接燃烧,并且其中,作为输入供应到还原反应器 134 的此处煤炭由图 7 中的箭头 138 表示。为此,根据本发明的热固工艺 10 的操作模式的第六示例性实施方式 130,钙源通过示例和非限制的方式也作为输入,供应到还原反应器 134,并且其中,设计为附加的此处钙源由图 7 中的箭头 140 表示。然而,不脱离本发明的本质,这种钙源 140 可以被同样供应到本发明的热固工艺 10 中的其它地方,而不作为还原反应器 134 的输入。

[0054] 并且,这种钙源 140 可从一组中进行选择,该组包括石灰石 (CaCO_3) 或石灰 (CaO) 或石膏或从循环床锅炉来的废床材料,作为非限制性示例该钙源 102 优选地包括石灰石 (CaCO_3)。进一步参照本发明的热固工艺 10 的操作模式的第六示例性实施方式 130,将根据本发明的热固工艺 10 的操作模式的第六示例性实施方式 130 附加的这种石灰石 (CaCO_3) 140 设计为可操作用于在还原反应器 134 中获取包含在固体含碳燃料 138 中的硫 (S),从而实现在还原反应器 134 中产生硫化钙 (CaS)。从而将由图 7 中的箭头 142 表示的这种硫化钙 (CaS) 作为还原反应器 134 的输出,从还原反应器 134 中排出,接着,将这种硫化钙 (CaS) 142 设计为作为输入供应到氧化反应器 136。在氧化反应器 136 中,将硫化钙 (CaS) 142 与空气以放热反应进行燃烧,以从而实现在氧化反应器 136 中产生从硫化钙 (CaS) 142 中得来的硫酸钙 (CaSO_4),并且其中,将设计为作为输入供应到氧化反应器 136 的此处空气由图 7 中的箭头 144 表示。同样,如在图 7 中由附图标号 143 表示的箭头所示,此处作出标记表示将氮 (N_2) 设计为通过出口(为了清晰表示而没有在图中示出)排出,将氧化反应器 136 设计为适合提供该用途,其中,氮 (N_2) 从发生在氧化反应器 136 中的硫化钙 (CaS) 142 的氧化残留而来。

[0055] 进一步参照图 7,从而将由图 7 中的箭头 146 表示的这种硫酸钙 (CaSO_4) 设计为作为氧化反应器 136 的输出而引出,因此,将这种硫酸钙 (CaSO_4) 146 设计为作为还原反应器 134 的输入,循环回到还原反应器 134,用于从循环中提供氧和热,在还原反应器 134 中既需要该氧和热来燃烧固体含碳燃料 138,又需要该氧和热来将硫酸钙 (CaSO_4) 146 还原为硫化钙 (CaS) 142,以从而允许进行连续的循环。将在还原反应器 134 中的固体含碳燃料 138 的燃烧设计为从而在还原反应器 134 中产生至少一个预定的输出 132,包含在固体含碳燃料 138 中的碳和氢在固体含碳燃料 138 的这种燃烧过程中转变为析出气体,其中,将这种析出气体设计为合适的形式,以能够作为至少一个预定的输出 132,将该至少一个预定的输出 132 设计为基于本发明的热固工艺 10 的主要用途的特定性质,该至少一个预定的输出 132 为所述特定性质而产生,通过使用根据本发明的热固工艺 10 的操作模式的第六示例性实施方式 130 产生一种给料,如作为非限制性示例的用于液体碳氢化合物生产的 H_2 。

[0056] 尽管在本申请中已示出和描述了本发明的优选的实施方式,应该理解的是:如随后附加的权利要求中提出的,可在此作出不同的修改和替换,而不脱离本发明的精神和范围。因此,应进一步理解的是:如此处已描述的本发明,已通过示例和非限制的方式描述。

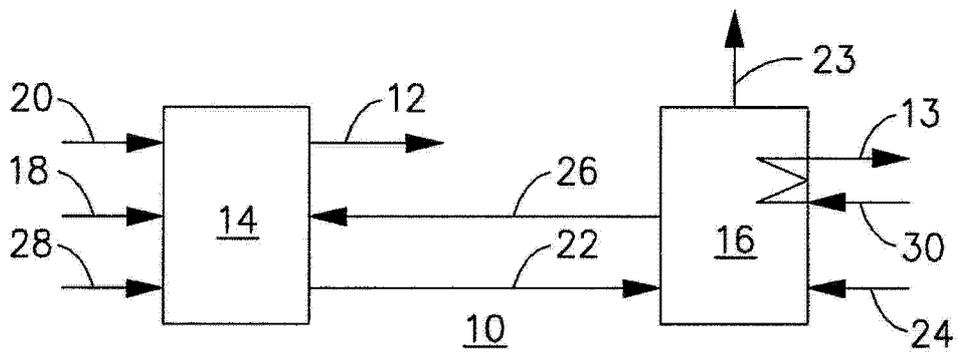


Figure 1

图 1

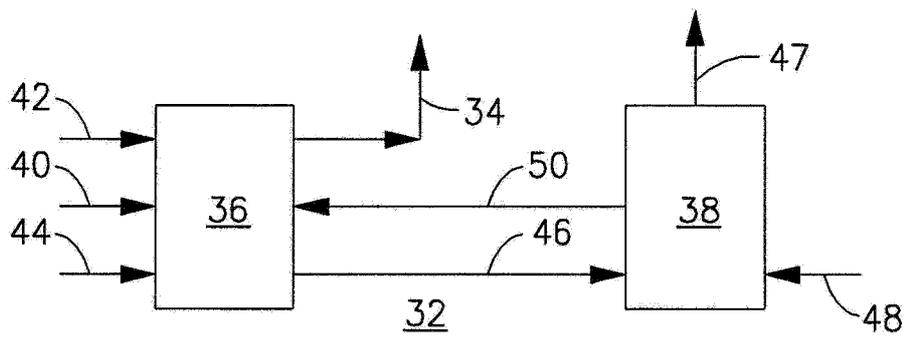


Figure 2

图 2

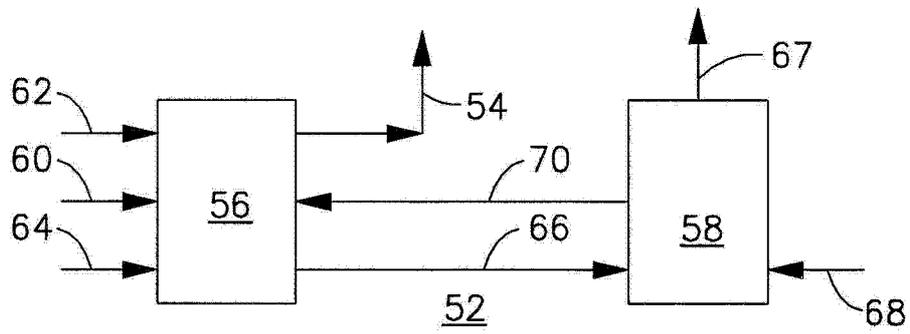


Figure 3

图 3

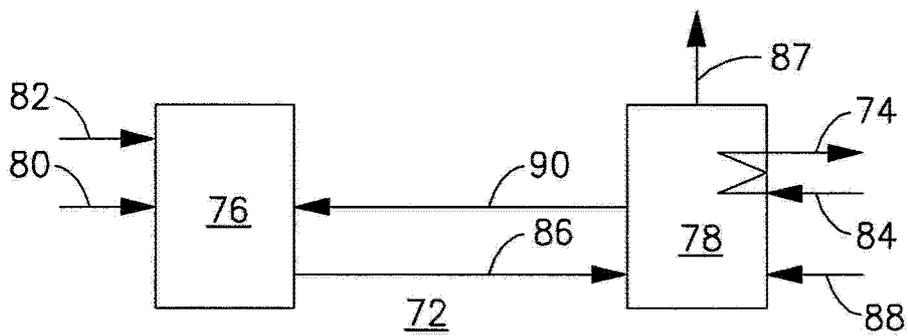


Figure 4

图 4

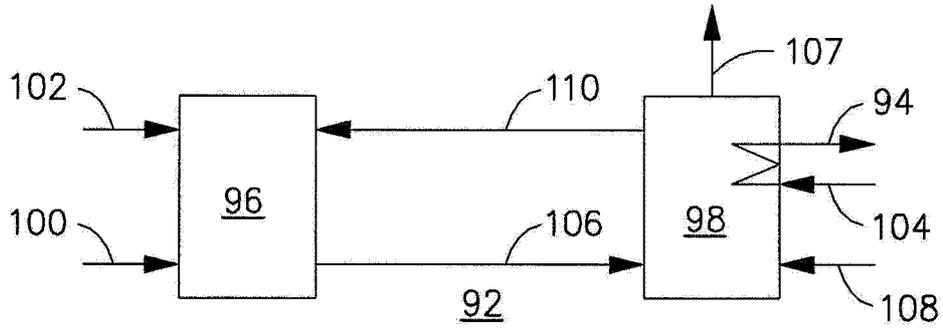


Figure 5

图 5

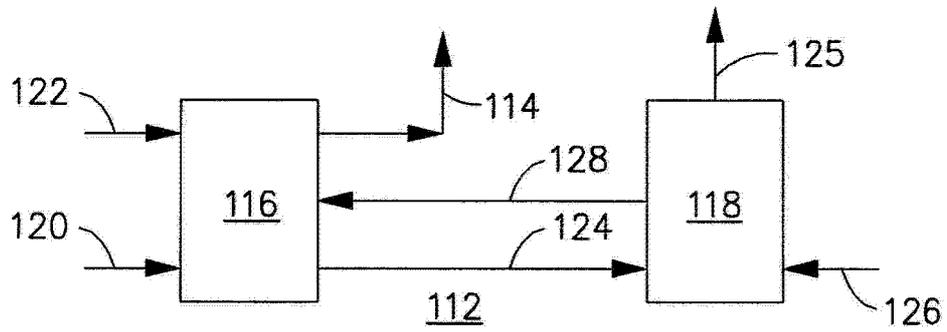


Figure 6

图 6

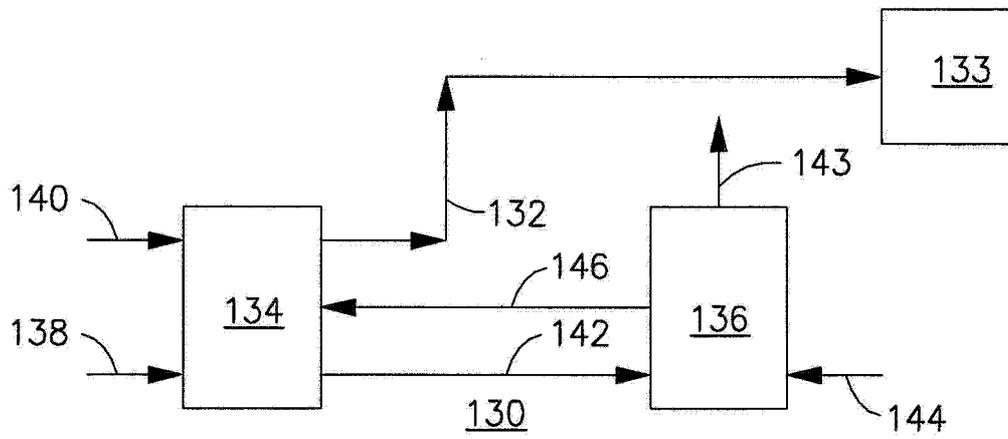


Figure 7

图 7