



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101755056 B

(45) 授权公告日 2013. 03. 27

(21) 申请号 200880017379. X

(22) 申请日 2008. 05. 14

(30) 优先权数据

60/931, 800 2007. 05. 25 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009. 11. 25

(86) PCT申请的申请数据

PCT/IB2008/001203 2008. 05. 14

(87) PCT申请的公布数据

W02008/146112 EN 2008. 12. 04

(73) 专利权人 伊尔技术有限公司

地址 墨西哥新莱昂州

(72) 发明人 J·O·贝塞拉-诺沃亚

P·-E·杜亚特-埃斯卡雷诺

E·津德亚斯-马丁内斯

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 段晓玲 韦欣华

(51) Int. Cl.

C21B 13/00(2006. 01)

C21B 13/02(2006. 01)

(56) 对比文件

US 3767379, 1973. 10. 23, 说明书的图 1、说明书第 7 栏第 9-27 行, 权利要求 4-8.

US 2547685 A, 1951. 04. 03, 全文.

审查员 高峰

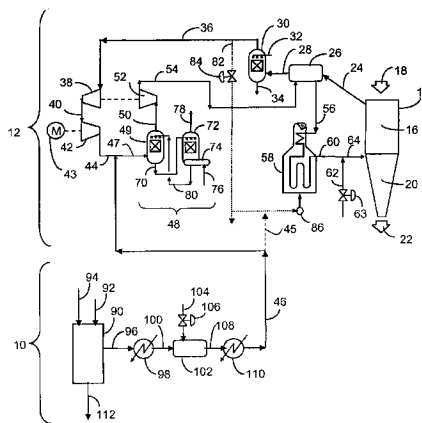
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

利用合成气直接还原铁矿石的方法和设备

(57) 摘要

本发明涉及用于通过还原块或丸形式的铁矿石生产金属化产品(DRI)的直接还原装置,其中DRI反应器中使用的还原性气体包含酸性气体例如含硫化物和二氧化碳。补充还原性气体一般通过在高压下部分氧化烃(合成气)制得,同时DRI反应器通常在低压下工作。从DRI反应器中流出的还原性气体物流(顶部气体),经过冷却和脱水之后,其压力水平增加到所述合成气的压力水平,由此得到的循环还原性气体与补充合成气组合,并在单一的酸性气体吸收单元中处理,以形成清洁的、提升的还原性气体的组合物流,该组合物流随后在涡轮机中膨胀,以使组合的还原性气体压力降低到DRI反应器的压力水平,之后加热到优选高于950°C的温度,然后用于DRI反应器中用于生产所述DRI。用于增加初始冷却循环气体压力的压缩机使用的能量来自于膨胀涡轮机(用于降低高压组合的还原性气体的压力)。



1. 在还原反应器中制造 DRI 的方法,其利用含硫化合物和 / 或二氧化碳的补充还原性气体,该补充还原性气体来自压力水平比所述 DRI 反应器平均工作压力水平高的高压源,所述方法包括:

在高于 800°C 的温度在所述反应器中使铁矿石的块或丸与循环还原性气体的第一物流反应,所述第一物流已通过提高其温度到高于 800°C 而被提升以有效地制备所述 DRI,所述第一物流的大部分包括氢气和一氧化碳;

从所述还原反应器中回收经消耗的还原性气体作为第二物流,用于循环和随后的提升;

洗涤和冷却所述第二物流以去除水,以开始提升来自还原反应器的还原性气体,从而制备冷却的并脱水的循环还原性气体的第三物流;

增加所述第三物流的至少一部分的压力,并将所述部分与来自所述高压源的所述补充还原性气体合并,以形成高压循环还原性气体的第四物流;

从所述第四物流中除去包括所述硫化合物和二氧化碳的酸性气体,以进一步提升所述第四物流并形成净化的、提升的循环还原性气体的第五物流;

通过在涡轮机中膨胀降低所述第五物流的压力,并使用来自所述膨胀的能量来实现所述第三物流的压力增加;和

提高所述第五物流的温度到高于 800°C,以形成所述第一物流。

2. 根据权利要求 1 所述方法,其中所述还原反应器是移动床反应器,所述 DRI 被连续排出。

3. 根据权利要求 2 所述方法,其中所述第五物流的温度被提高到高于 830°C。

4. 根据权利要求 3 所述方法,其中所述含硫化合物和 / 或二氧化碳的补充还原性气体通过烃的部分氧化而制得。

5. 根据权利要求 4 所述方法,其中所述烃是从油中获得的液体。

6. 根据权利要求 4 所述方法,其中所述烃是煤。

7. 根据权利要求 4 所述方法,其中所述还原性气体的所述源的压力水平处于 20-40 巴绝对压力的范围内。

8. 根据权利要求 7 所述方法,其中所述还原反应器中的压力水平处于 2-7 巴绝对压力的范围内。

9. 根据权利要求 8 所述方法,其中所述第五物流的压力水平处于 6-10 巴绝对压力范围内。

10. 根据权利要求 9 所述方法,其中温度范围为 950°C 到 1020°C。

11. 根据权利要求 10 所述方法,其中所述第一物流的组成为 H₂/CO 比处于 1.5-4.0 体积百分数的范围内的组成。

12. 根据权利要求 3 所述方法,其中所述含硫化合物和 / 或二氧化碳的补充还原性气体作为合成气通过由矿物燃料和生物质组成的组中选出的组合物部分氧化制得。

13. 根据权利要求 2 所述方法,其中当与第三物流合并时,所述补充还原性气体的组成是 H₂/CO 比在 2-3 体积百分数的范围内的组成。

14. 根据权利要求 1 所述方法,进一步包括在所述还原反应器的冷却区中冷却 DRI。

利用合成气直接还原铁矿石的方法和设备

发明领域

[0001] 本申请涉及在还原系统中直接还原铁矿石,包括用于生产直接还原的铁(DRI)的直接还原方法和通过部分氧化烃原料以生产氢气和一氧化碳的气化方法。

背景技术

[0002] 直接还原铁矿石以生产可用于制备钢的预还原的金属化材料,越来越普遍的应用于钢铁行业中。直接还原装置的优点在于:相对于在喂焦炭的鼓风炉中生产生铁,具有相对小的生产能力;生产的固态金属铁具有低硫和低硅含量;以及 DRI 可以易于在电弧炉中熔化。直接还原装置中应用的还原剂是氢气和一氧化碳,这些还原剂大多数典型地由天然气重整制得,因此,这些装置建在天然气易得并且价格较低的地方。

[0003] 除了天然气,还可通过对烃、油和煤部分氧化制造氢气和一氧化碳(合成气),所述烃例如是较重的气体,例如,丙烷、丁烷等。利用重烃的不利之一是需要除硫和其它酸性气体,并且其气化工艺的工作压力通常相当高于直接还原工艺的工作压力。

[0004] Jahnke 等人的美国专利 No. 5744067、6033456 和 6149859 描述了用于向直接还原装置提供还原性气体的集成工艺。在这个推荐的解决方法中,提供高压合成气至直接还原工艺中,该合成气经过在涡轮机中膨胀使压力降低。这利用来自所述膨胀的能量驱动循环气体压缩机。Jahnke 等人的集成工艺包括两个酸性气体吸收装置,其中一个在烃气化器的高压水平操作和另一个在直接还原装置的低压水平操作。Jahnke 教导了利用两个酸性气体吸收装置共有的单一溶剂再生装置(汽提塔)来改善所述集成工艺。来自所述共有汽提塔的再生的、负载有酸性气体的溶剂流出物可以用在相对于所述吸收装置并联或串联的布置中。

[0005] 但 Jahnke 既没有教导也甚至没有认识到采用单一吸收装置的可能性,在所述单一吸收装置中,酸性气体成分从组物流中除去,该组物流是本发明中的气化器中制造的合成气和来自还原反应器的循环还原性气体。

[0006] 本发明的直接还原工艺使用单一吸收装置在部分氧化工艺的压力范围下工作,通过此提供了许多相对于现有技术而言以前并未认识到的优点。

[0007] 本文中引用的文件(包括上面列出的专利),以及本文中引用的文件中引用或参考的所有文件,都通过引用合并到这里。通过引用并入到本文的文件或其中的任何教导均可被用于本发明中。

[0008] 发明目的

[0009] 因此,本发明的一个目的是提供利用还原性气体制造 DRI 的方法和设备,所述还原性气体通过对烃部分氧化获得。

[0010] 本发明的另一个目的是提供方法和设备,凭此用于生产 DRI 的直接还原装置(direct reduction plant)和烃气化装置(hydrocarbon gasification plant)有利地相结合,从而允许在不容易获得天然气或天然气用于 DRI 生产不具有经济优势的地区采用直接还原。

[0011] 进一步本发明的目的提供了方法和设备,用于提高生产 DRI 的直接还原系统的能量利用效率,其中来自烃气化装置中的高压合成气的部分能量被用于驱动还原装置中用到的压缩机。

[0012] 发明概述

[0013] 本发明的目的一般通过提供用于利用合成气制造 DRI 的方法实现,该合成气优选通过烃的部分氧化获得,其中来自 DRI 反应器的被消耗的还原性气体流出物(顶部气体)的压力水平通过压缩机被增加到所述合成气的压力水平,并且将所述循环的顶部气体与补充合成气组合并在单一酸性气体吸收单元(acid-gas absorption unit)中处理,从而形成经清洁的还原性气体的组合物流,该物流在涡轮机中膨胀使其压力降低到 DRI 反应器的压力水平,并使用所述涡轮机来驱动所述压缩机,随后,将所述组合的物流加热到优选高于 950°C 的温度并用于所述 DRI 反应器中以生产所述 DRI。

附图说明

[0014] 图 1 是根据本发明优选实施方案的烃气化装置和直接还原装置(具有移动床还原反应器)相结合的示意流程图。

[0015] 本发明优选实施方式的具体描述

[0016] 参见附图 1,用于还原铁氧化物的集成系统包括烃气化装置 10 和直接还原装置 12。还原装置 12 包括还原反应器 14,其具有上部还原区 16 和下部排料区 20。块或丸形式的颗粒固体铁矿石 18 在还原区 16 中与来自管 64 的高温还原性气体接触。管 64 中优质高温还原性气体的第一物流主要包括氢气和一氧化碳,该还原性气体与铁矿石反应生产直接还原的铁(DRI)22。该 DRI 经过下部排料区 20 从所述反应器 14 中排放。取决于 DRI 的随后用途类型,可以排出热的或冷的 DRI。如果从所述反应器 14 中排出的 DRI 处于高温,它可随后被制成块以进一步存储和运输,或者能够将其直接热装入炼钢炉中。如果要生产的是冷的 DRI,则反应器 14 的下部排料区 20 可任选地具有本领域公知的手段,用于循环冷却性气体物流,所述冷却性气体物流用于在所述 DRI 从所述反应器中除了之前将所述 DRI 冷却到低于约 100°C 的温度。参见例如在美国专利 No. 4524030 中给出的具有连接的冷却气体回路的冷却/排料区 14。

[0017] 经消耗的还原性气体经过管 24(用于在循环回路中提升(upgrade)并返回到还原区 16)在约 300°C 到约 500°C 范围的温度从还原区 16 中以流出物形式排出。这种循环还原性气体初始通过(作为第二物流)热交换器 26(在该处,其显热被用于恰好在所述还原性气体的下游已提升部分被作为所述第一物流循环回到还原区 16 之前对所述下游已提升部分进行预热)。经消耗的还原性气体,现在处于部分被冷却的状态,经由管 28 流入冷却器/洗涤器 30,在此通过直接接触水 32 被净化和冷却到环境温度。来自还原区 16 的经消耗的还原性气体流出物包含大量的水和二氧化碳(作为氢气和一氧化碳与铁矿石 18 的铁氧化物组分反应的副产物)。所述还原性提起流出物的提升开始于冷却器/洗涤器 30 中,在此处通过氢还原反应得到的水浓缩,并通过管 34 和冷却水 32 一起从系统中提取。

[0018] 较少部分(a minor portion of)的净化并脱水的废气通过管 82 从循环线路中排除,该管 82 具有压力控制阀 84(用于所述循环线路的控制压力,并用于保持所述循环线路中 N₂ 的浓度低于 13 体积%)。所述排除的气体可有利地被作为燃料用于燃烧器 86 中,该

燃烧器被用于气体加热器 58 ;并任选的,如果需要,还可以经由管 46 和 45 补充一些来自气化器 90 的合成气。剩余部分的所述净化并脱水后的还原性流出物气体随后经由管 36 传输到压缩机 38 (作为第三物流),其中在其最终循环入反应器 14 之前,其压力被提高到适于进一步处理的水平。

[0019] 取决于气化单元 90 的工作压力水平,可能需要和压缩机 38 成串联排列的附加的循环气体压缩机 42 以使管 44 中的循环还原性气体的压力增加到 CO₂ 去除塔单元 48 的压力水平。这些补充性压缩机 42 可被马达 43 驱动。

[0020] 根据本发明,CO₂ 去除单元 48 同时服务于所述相对低压力的循环还原性气体和必须在高压由气化器 90 制得的合成气两者。

[0021] 在气化器 90 中,矿物燃料如煤、精炼残渣和生物质通过氧气 92 和水蒸气 94 被部分氧化。获得的合成气含有 H₂,CO,CO₂,H₂O,CH₄ 和 S(以 H₂S 和 / 或 COS,CS₂,硫醇的形式存在),以及灰尘。该合成气从管 96 中排出,并在专用洗涤系统 98 中冷却和净化。所述气化废物副产物由排出管 112 从气化器 90 中排出。

[0022] 经过在洗涤器 98 中急冷和净化后,经由管 100 排出的合成气的组成可任选地在变换器单元 102 中通过气体变换反应进行调整以增加氢含量,使得 H₂/CO 比(按体积百分数计)为 2-3。水蒸气可作为反应物用于所述变换反应,其经由管 104 以由流量控制阀 106 计量的量通入。

[0023] 变换后的合成气随后经由管 108 通入另一个冷却器洗涤器 110。

[0024] 清洁的合成气,无论变换与否,随后都经由管 46 流动,且仍保持在气化系统的压力,典型地在 20 到 40 巴(绝对压力)的范围内。该高压合成气,作为补充还原性气体供给,与相同压力的循环还原性气体在管 44 中组合。获得的增补后的循环还原性气体经由管 47 流动(作为第四物流),用于随后在 CO₂ 吸收单元 48 (在该处,酸性气体,例如含硫化合物和二氧化碳,从所述组合的还原性气体物流中除去)中进一步提升。该 CO₂ 去除单元优选为传统的基于胺溶液的吸收系统,包括吸收塔 49 和汽提塔 72 以及相关设备,如热交换器和水蒸气再沸器 74 (此处水蒸气 76 加热经由管 70 从吸收塔 49 获得的胺溶液,以通过从出口管 78 排出来除去 CO₂ 和含硫气体)。再生的胺溶液经由管 80 返回并再用于吸收塔 49。

[0025] 流经管 50 的、提升后的循环还原性气体物流随后在气体膨胀涡轮机 52 中减压,该涡轮机用于驱动压缩机 38 (由此实现在气化系统和还原系统之间的全部机械能的协同作用)。所述提升后的还原性气体物流,现在典型地处于 6-10 巴(绝对压力)范围的较低压力,经过管 54 (作为第五物流)通入热交换器 26 中被预热,然后进一步通过管 56 进入气体加热器 58 ;此处其温度提高到高于大约 800°C 的水平。如同本领域公知的,较高温度对于更快和更高效率的反应而言是合意的,但受到矿石和 DRI 的不合意的团聚的限制,所述团聚阻止了颗粒在反应器 14 中和从反应器 14 的自由流动。高至至少 1020°C 的高温已经被使用,但是需要专门选择耐热矿石和 / 或所述矿石颗粒的特定涂层。任选的,作为还原性气体温度处于所述范围的较高端的辅助手段,由流量控制阀 63 调节流量的含氧气体 62,与来自管 60 的热还原性气体混合,以进行受控部分燃烧,从而使还原性气体的温度提高到更高的理想水平,然后所述提升后的循环还原性气体经管 64 (作为第一物流)供给还原区 16 以实现铁矿石 18 的直接还原。

[0026] 进入还原区 16 的还原性气体优选具有特征在于 H₂/CO 比为 1.5-4.0 (体积百分数)

的组成、压力处于约 2- 约 7 巴（绝对压力）范围内并且温度处于大约 830 到大约 1020°C 范围内。

[0027] 本发明的方法相比现有技术具有很多优点。例如，需要较少的水蒸气（热能）来再生吸收单元 48 中利用的胺溶液。通过使汽提塔 72 在明显更低的相对压力下操作，改善了从胺溶液分离出二氧化碳和其他酸性气体。能够通过利用来自合成气工艺的废弃能量来产生水蒸气从而替代在外部锅炉制备。由于从气化器中获得的增压后的合成气被用于驱动还原性气体的循环，所以所述 DR 方法中的机械能特别得到改善这是如下公知实践以外的：在循环还原性气体在气体加热器中被进一步加热之前，利用从热交换器中顶部气体可获得的能量来预热所述循环还原性体。可替代的，所述顶部气体的热能能够被用于低压水蒸气制备，所述低压水蒸气能够用于 CO₂ 去除系统中。

[0028] 当然应该理解的是，为举例说明目的在本说明书中仅仅描述了本发明的一些优选实施方案，本发明的范围不受所述实施方案的限制，而是仅由附加权利要求的范围限定。

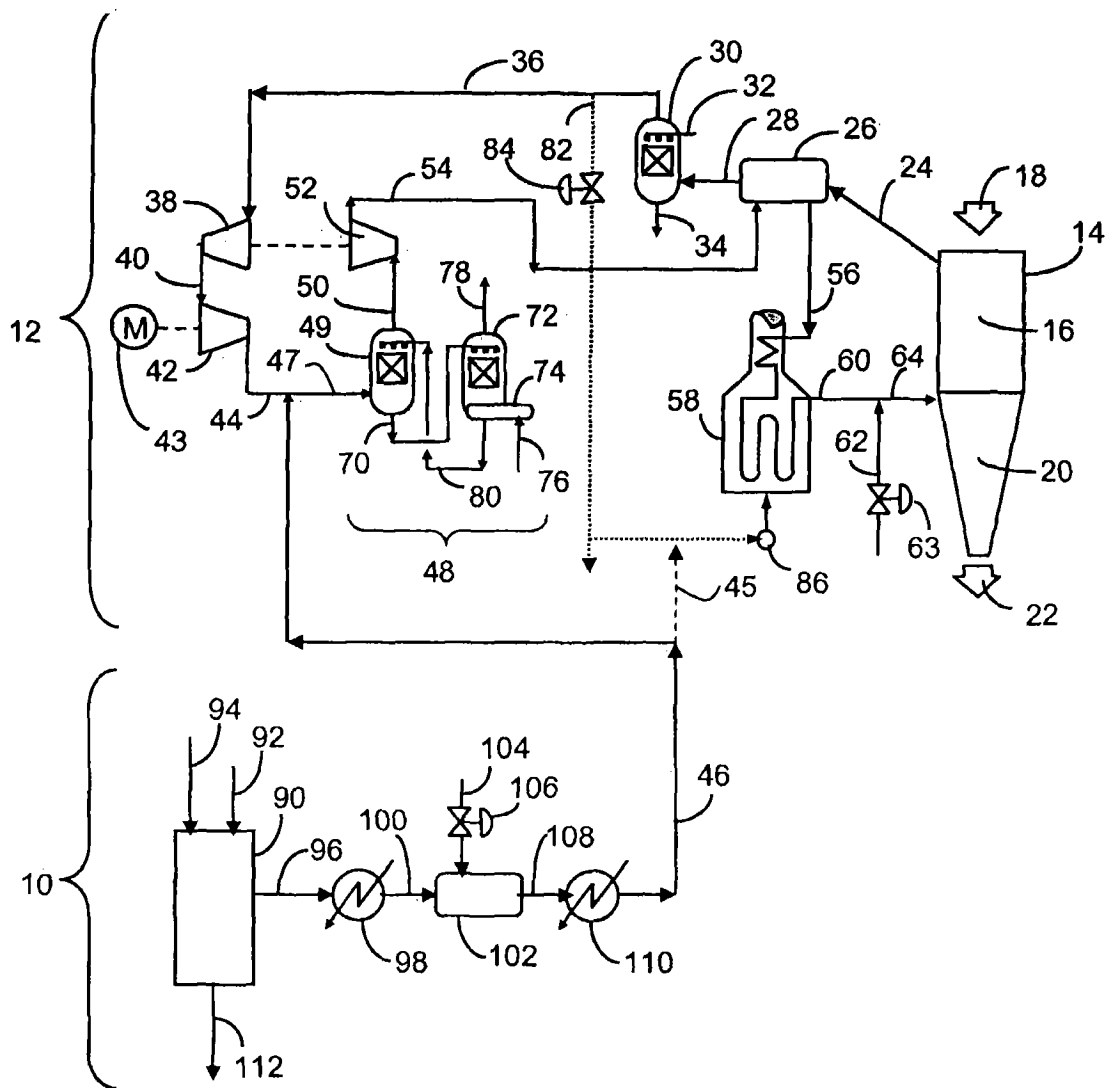


图 1