

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁶

C21B 13/14
C21B 11/00

[12]发明专利说明书

[21] ZL 专利号 94119321.7

[45]授权公告日 1999 年 3 月 3 日

[11]授权公告号 CN 1042347C

[22]申请日 94.12.13 [24]颁证日 98.11.21

[21]申请号 94119321.7

[30]优先权

[32]93.12.13 [33]GB [31]9325418.3

[73]专利权人 英国氧气集团有限公司

地址 英国英格兰

[72]发明人 小·D·P·萨切尔

[56]参考文献

CN86105693A 1987. 5.13 C21B11/00

DE3530240A1 1986. 5.22 C21B13/00

GB2199399 1988. 7. 6 C21B

审查员 00 00

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

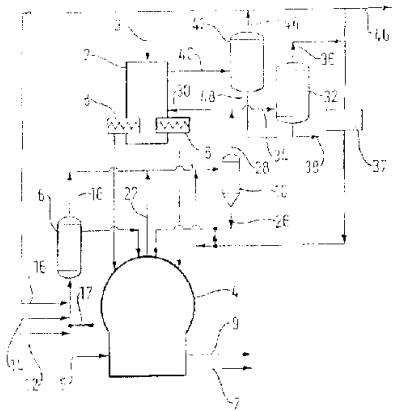
代理人 吴大建

权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图页数 2 页

[54]发明名称 生产铁的方法

[57]摘要

铁矿石通过与炉 2 中还原气体反应而被还原。在熔化器—气化器 4 中铁被熔化而固体含碳材料被气化。含碳材料的气化产生用于炉 2 的还原气体。至少 2.5% (重量), 较佳的是全部含碳材料包含由煤在分离的反应器 6 中部分氧化所形成的煤焦。



权 利 要 求 书

1.一种生产铁的方法，该方法包括的步骤为：通过在第一阶段中与还原气体反应将铁矿石还原成铁；以及在第二阶段中熔化该铁和气化固体含碳材料，该固体含碳材料的气化产生用于第一阶段的还原气体并且在与所述第一和第二阶段分离的反应器中部分地氧化煤，形成颗粒煤焦和热气体，其特征在于至少 25%(重量)的含碳材料由所述颗粒煤焦构成。

2.权利要求 1 的方法，其特征在于在所述反应器中形成的热气体从该过程中被输出。

3.权利要求 1 或 2 的方法，其中 75%(重量)所述的含碳材料包含所述的煤焦。

4.权利要求 1 或 2 的方法，其中将该煤焦在热的情况下由该反应器加入所述第二阶段。

5.权利要求 1 或 2 的方法，其中所述煤在 500-1000℃ 的温度下部分氧化。

6.权利要求 1 或 2 的方法，其中来自第一阶段的还原气体被通入该反应器以便调节其中的温度。

7.权利要求 1 或 2 的方法，其中一种碱金属或碱土金属的氧化物或酸盐被加入该反应器中，以使硫化氢转化成相应的碱金属或碱土金属硫化物。

8.权利要求 1 或 2 的方法，其中将蒸汽引入该反应器以抑制其中煤灰的形成。

9.权利要求 1 或 2 的方法，其中为了实现该反应器中颗粒煤的部分氧化，使用纯氧或富氧空气或空气作为反应剂。

10. 权利要求 1 或 2 的方法, 其中该反应器中产生的热气体在第一和第二阶段中间的区域与至少部分在第二阶段中形成的还原气体混合, 或作为产物获取。

11. 权利要求 1 或 2 的方法, 其中颗粒煤的部分氧化在流化床中进行。

说明书

生产铁的方法

本发明涉及生产铁的方法和设备。

世界上大多数铁是用高炉制得的。高炉的主要功能是将铁矿石还原成铁。含有铁矿、焦炭和熔剂成分的炉料通过炉顶被送入炉中并形成料床。利用预热空气鼓风以燃烧焦炭形成一氧化碳，一氧化碳使铁矿石还原成铁。由焦炭燃烧所释放的热量被用来熔化产生的铁。铁和渣作为熔融产物在炉底被除去。

上述工艺的一个缺点是首先需要将煤转化成焦炭。这一操作是在炼焦炉中于还原气氛下进行的。炼焦炉既是运行昂贵又会产生残渣，这些渣当其以环境上可接受的方式对其处理时，存在有一些难题。

因而已有建议直接使用煤由铁矿石生产铁。典型地是使用一种二阶段炉。在第一阶段中，铁矿石通过与还原气体的作用被还原成铁。生成的铁被送至第二阶段，铁在其中熔化。第二阶段也用来使经由部分氧化反应的煤气化以产生用于第一阶段的还原气体。这种直接还原方法现在已进入工业应用。

为了产生必要高的温度以确保第一阶段中形成的铁熔于第二阶段中，工业纯氧或富氧空气被用作为将煤转化成还原气体的氧源。即使这样，某些含有高挥发成分的煤不适宜用于直接还原工艺中。因为在第二阶段中用它们不能产生足够的温度。此外，即使使用含低挥发成分并从而适用于直接还原工艺的煤，氧的需求量可能很高。

本发明的一个目的是提供一种直接还原铁矿石的方法，该方法与上述直接还原工艺相比，具有改进了的热效率。例如可通过使用含较高比例挥发组分的煤或减少煤和/或氧的消耗而发挥改进的热效率。

按照本发明，提供了一种生产铁的方法，该方法包括在第一阶段中通过还原气体将铁矿石还原成铁和在第二阶段中熔化铁和气化固体含碳材料的步骤，固体含碳材料的气化产生用于第一阶段的还原气体，其特征在于至少 25%（重量），更佳至少 75%（重量）以及最佳全部含碳材料包括在与第一和第二阶段分开的反应器中煤部分氧化形成的颗粒煤焦（coal char）。

本发明也提供了生产铁的设备，该设备包括通过还原气体的还原将铁矿石还原成铁的第一炉阶段、熔化铁和气化固体含碳材料以形成还原气体的第二炉阶段，其特征在于该设备另外还包括一个供部分氧化颗粒煤以形成煤焦的与第一和第二阶段分开的反应器，以及将煤焦供给所述第二炉阶段的装置，其中该反应器适于将至少 25%（重量），较佳是全部固体含碳材料供给第二炉阶段。

在常规的还原铁矿石的二阶段方法中，全部煤被直接供给方法的第二阶段或熔化/气化阶段。这一阶段典型地是以气化温度范围 1000—1300℃ 和熔化温度范围 1600—1700℃ 操作。在第二阶段中产生还原气体，并被用于第一阶段还原氧化铁。该还原气体典型地被冷却到低于第一和第二阶段中间的 1000℃。第二阶段中发生的反应包括低温炼焦。该反应可在温度适当低于 1000℃ 发生。因而，在常规通过低温炼焦的二阶段方法中，将炼焦产物加热到温度 1000—1700℃ 之间，而后再将其重新冷却至低于 1000℃，会浪费掉热能。本发明的方法和设备通过在能保持基本上低于第二阶段的温度的反应器中，将至少 25%

(重量)煤低温炼焦,使其有可能以改进的热效率操作。结果,可减少整个方法的煤和氧的消耗(与常规方法比较)。显然,供给第二阶段之前的反应器的煤进料的比例愈高,节省煤和氧的消耗就愈多。为此,我们建议在稳态操作时将全部煤供入本发明方法的反应器中。本发明方法和设备所提供的另一优点是,与常规实践比较,使有可能达到减少煤的破碎度,因而减少形成细颗粒煤的比率(至少部分通过减少颗粒煤所经受的热冲击)。当在第二阶段底部使用填充碳床时,细颗粒有害地影响第一阶段的实施,从而也影响铁的质量。此外,减少细颗粒形成还减轻对与第二阶段相关的任何装置的负荷。

颗粒煤可在反应区中于温度范围400-1200℃时被部分氧化。这一范围的极端值并不是好的,较佳的部分氧化温度范围为500-1000℃。

可将空气、富氧空气或氧供入反应器以使发生煤的部分氧化。煤在反应器中的部分氧化产生热气体。该热气体可用作本发明方法第一阶段中的反应剂。另一方面,它可被输出供给第一阶段之外使用。当然气体被用作第一阶段中的反应剂时,为了使煤发生部分氧化,只需向反应器供给氧,而不用富氧空气和空气。当热气体被输出时,则典型地在选择反应器操作条件时具有更大的自由。对于输出热气体的某些使用,使用空气优于使用氧作为煤的部分氧化中的反应剂。结果,可进一步降低本发明方法的总(纯)氧消耗率。

例如,输出的热气体可用作供给直接还原铁矿石或在蒸汽增温中或发电设备的物料气体。在某些使用输出热气体的实例中,可将其燃烧以形成热燃烧气体,使热燃烧气体在涡轮中膨胀,同时进行对外做功,对外做功包括驱动将空气供给反应器的压缩机。

如果需要,可将由本发明方法第一阶段逸出的气体通至反应器中。

可使用这一步骤以控制反应器中碳的转化和温度。然而，通常由于逸出气体具有还原特性，供入反应器的煤和氧加料速率倾向于需随逸出气体向反应器循环的速率的增加而增加。从而，较佳的是使小于20%（重量）的逸出气体由第一阶段流向反应器。

如果需要，可将蒸汽通入反应器中以防止或抑制形成烟灰。

当第一反应器中产生的热气体被输出供第一阶段之外使用时，较佳的是给反应器供给一种碱金属或一种碱土金属的氧化物或碳酸盐，以使转化成在煤部分氧化期间形成的相应的碱金属硫化物、碱土金属硫化物、硫化氢。较佳的是，为这一目的使用氧化钙（石灰）。

当反应器中产生的热气体被用作第一阶段中的反应剂时，则较佳的是在含有第二阶段中形成的至少部分还原气体的第一和第二阶段中间区域进行混合。如果需要，可将热气体预冷，例如通过水或蒸汽。较佳的是将某些颗粒材料从热气体和还原气体的混合气中分离，例如，较佳的是在温度范围800—900℃下操作的旋流器中，一部分生成的气体混合物较佳的是被直接送至第一阶段作为还原气体，而另一部分较佳的是通过与水直接接触急冷，以除去另外的颗粒以及至少部分被循环至旋流器上升气流中。如果需要，可将水蒸汽在急冷区和旋流器中间的冷凝器中与气体混合物分离。

颗粒煤的部分氧化较佳的是在流化床中进行。通过该流化床的气体可具有均匀的流速。然而，流化床较佳的是漏斗型床或喷射型床或配有一个或多个循环区域。

较佳的是将颗粒煤炭在热时（温度高于400℃）加料，并优选连续加入第二阶段。可使用螺旋加料器或一种压缩气体将颗粒煤焦由反应器连续地供入第一炉阶段。煤炭的加料最好是这样进行，以使得其

在一个或其他反应器和第二阶段之外的停留时间减至最少，并从而使当它处在反应器和第二阶段中间时的温度损失减至最小。

现在，通过实施例并参照附图说明本发明的方法和设备，其中：

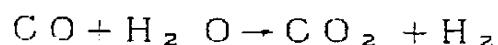
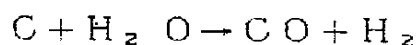
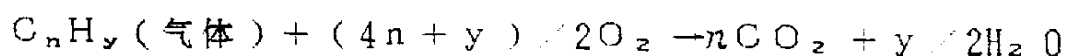
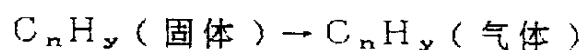
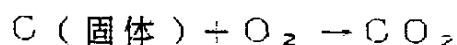
图 1 是由铁矿石制铁的第一种设备的简化示意图；以及

图 2 是由铁矿石制铁的第二种设备的简化示意图。

参考附图中的图 1，它示出了操作 COREX 工艺的二阶段炉。该炉包括一个形成本发明方法第一阶段的上部垂直竖炉 2 和一个形成本发明方法第二阶段的下部熔化器—气化器 4。简单地说，竖炉 2 和熔化器—气化器 4 的操作以如下方式进行。测定量的块状、粒状或烧结氧化铁矿石、石灰和白云石通过入口 3 被直接装入炉 2 的顶部。同时将处于升高温度下含有一氧化碳和氢的还原气体，在炉 2 的中间部位吹入。该还原气体对着下降的矿石料流向上升至炉 4 的顶部，在该处排出。当石灰和白云石通过热气体下降时被灼烧，而矿石被还原成海绵铁。使用螺旋输送机 8 以所需的速率由竖炉 4 的底部提取海绵铁，并使提取的海绵铁在重力下直接落入气化器—熔化器 4。气化器—熔化器 4 的型式为在其底部具有一个炉床（未示出）、一个煤炭的填料床（未示出）、一个在填料床上方的流化床和一个最上部的超高区。氧或富氧空气通过风咀（未示出）由管道 5 吹入气化器—熔化器 4 的流化床区，由此煤被气化。生成的还原气体被排出，通过旋流器 10 以便在分离时从其中分离出颗粒料。部分分离的气流为主炉提供还原气体。在重力下由炉 2 落入气化器—熔化器 4 的流化床中的海绵铁被熔化。铁水和含有煤灰的渣、石灰和白云石落入炉床，并靠较重的和较轻的渣之间的比重差自然地分离成两层。从而铁水通过出口 7 从气化器—熔化器 4 的底部排出，而渣液通过出口 9 排出。

按照本发明，气化器—熔化器 4 中所用的全部煤在上流反应器 6 中被转化成煤焦。

在操作本发明说明的设备时，颗粒煤、工业纯氧和循环的还原气体被引入反应器 6。颗粒煤、典型地平均粒度范围为 12—50 毫米，并典型地是通过常规粗煤粉碎法形成的，通过入口 12 被供入反应器 6。通过任何常规手段，典型地包括在中性或还原气氛或甚至在空气中的气动输送装置，可将煤传送至入口 12。煤在反应器 6 中与通过入口 14 供给的氧气流混合。氧不必是纯氧气流。但是，较佳的是氧摩尔比至少为 0.85。煤在反应器 6 中也与经入口 16 通入反应器 6 的主要由一氧化碳、二氧化碳和水蒸汽组成的还原气体流混合。如果需要，可通过入口 17 加入补充气流，以便防止反应器 6 中形成煤灰。反应器 6 被保持的温度较佳的是 600—1000°C 范围，而供给反应器 6 的煤、氧和还原气体的相对比率选择成使煤的部分氧化得以发生。在反应器 6 中发生一系列不同的化学反应。主要反应包括释出挥发性碳氢化合物；将固体碳氧化成二氧化碳；将挥发的碳氢化合物氧化成二氧化碳和水蒸汽；二氧化碳被碳还原成一氧化碳，以及水蒸汽与碳反应形成一氧化碳和氢。另外，也发生形成二氧化碳和氢的一氧化碳和水蒸汽之间的可逆反应。这些反应由以下方程式表示：



元素碳在其中参与的反应进行得比其他反应慢得多。主要的反应是释出碳氢化合物和将这些碳氢化合物氧化产生氢、一氧化碳和二氧化碳。也可形成少量各种不同的杂质，如硫化氢和氨。典型的组成（以干燥计）如下：

表

组 分	% (体 积)
H ₂	31.8
CO	63.0
CO ₂	0.5
N ₂	3.7
NH ₃	1.0

这一气流的组成是不严格的。

反应器 6 可采取任何一种不同形式的系列。较佳的是，在床中进行送入的煤的部分氧化。典型地，流出床的部分氧化气体产物扬析生成炭的最细颗粒。这些颗粒典型的尺寸小于 0.1 毫米。（如以下将述及的，这些颗粒离开还原竖炉。）从而，煤焦较粗颗粒的残余部分留在床中并较佳的是可连续地从其中排出。

在反应器 6 中形成的颗粒煤焦床较佳的是流化床。反应器 6 的形状较佳的是使得煤焦在床中的停留时间较短，以将在反应器 6 中发生的煤焦本身的气化量保持在最低。流化床较佳的是其体积扩大仅为非流化床体积的 10—40%。并可以是喷射型床或漏斗形床或供床内气体和颗粒循环的其他型式。

在温度约 750 °C 下通过出口 18 由反应器 6 的顶部排出的热气流与两种另外的气流混合。第一种气流是通过出口 22 离开熔化器—气

化器 4 的还原气流。该还原气流主要是由一氧化碳和氢组成，并含有少量二氧化碳、氨、氮和硫化氢。该还原气流还大量充满着颗粒，并典型地是在典型的温度范围 $1000-1300^{\circ}\text{C}$ 时离开熔化器—气化器 4。为了得到这种用作竖炉 2 中还原剂的气体，首先必须使该气体与其大部分或全部颗粒分离。由还原气体中去除颗粒是在旋流器 10 中，较佳的温度范围为 $800-900^{\circ}\text{C}$ 时进行。将来自熔化器—气化器 4 的还原气体与热气体混合，有助于降低还原气体的温度。然而，其温度主要是由其与上述所形成的急冷气体混合所降低。主要由一氧化碳和氢组成的混合气体，在温度范围 $800-900^{\circ}\text{C}$ 时通过入口 24 进入旋流器 10。在旋流器 10 中由混合气体扬析出颗粒材料，并将得到的颗粒经由管道 26 反馈至熔化器—气化器 4 的顶部。基本上不含颗粒的还原气流通过管道 28 离开旋流器 10，并被分离成两部分。一部分通过入口 30 被通入还原竖炉 2，并如上所述将氧化铁还原成铁，剩余的还原气体通过入口 34 通入急冷塔 32。这一部分还原气体通过与塔 32 中的水直接接触被急冷。该急冷部分的还原气体通过在其顶部的出口 36 离开塔 32。该气体流动通过冷凝器 37，该冷凝器通过冷凝有效地将水蒸汽与急冷气体分离。所得的一部分水蒸汽含量减少了的混合气体形成与由从熔化器—气化器 4 经出口 22 流出的至旋流器 10 的中间的热还原气体混合的急冷气体。来自冷凝器 37 的剩余混合气体被用作将细颗粒由旋流器 10 传送至熔化器—气化器 4。水通过出口 38，由涤气塔 32 的底部排出。

如上所述，通过入口 30 进入炉 2 的还原气体，将其中的铁矿石还原成海绵铁。氢和铁的氧化物之间的反应导致形成水蒸汽，而一氧化碳和氧化铁之间的反应导致形成二氧化碳。因此，通过在其顶部的

出口 4 0 离开还原竖炉 2 的热气体，通常比通过入口 3 0 进入炉中的相应气体所含的二氧化碳和水蒸汽更丰富。该热气体典型地在温度范围 300—350℃ 时通过出口 4 0 离开炉 2。该气体在第二个涤气塔 4 2 通过与水接触而被冷却。该涤气塔 4 2 也用来从离开还原炉 2 的气体中去除颗粒物。在温度 130℃ 左右得到的洗涤过的气体通过出口 4 4 离开涤气塔 4 2 的顶部。水蒸汽典型地是通过在冷凝塔（未示出）中冷凝从这一气体中除去。所得的一部分水蒸汽含量减少了的气体通过出口 4 6 由附图所示的设备中输出，并可用用燃料气体。其余部分通过入口 1 6 形成进入反应器 6 的还原气体。含水的颗粒浆料通过出口 4 8 由涤气塔 4 2 的底部排放，并与由急冷塔底部排出的水混合。

由以上参照图 1 所述的方法和设备，可提供超过常规 Corex 法的一系列优点。第一，煤的总消耗率能大大减少。第二，工业纯氧的总消耗也减少。第三，相信会降低在熔化器—气化器 4 中发生的煤破碎量，从而减少设备的粉尘荷载，并增大熔化器—气化器 4 中炭床的粒度，由此得到上述操作优点。

现参照图 2，其中所示的设备和操作除两点区别外，基本上与图 1 所示的设备及其操作相同。第一点区别是，由反应器 6 产生的热气体从图 2 所示的设备输出，并且不与熔化器—气化器 4 和炉 2 中间的还原气体混合（参照图 1 所示的设备）。第二点区别是，在操作图 2 所示的设备时，如果需要，由入口 1 4 供给炭反应器 6 的加料可以是空气或富氧空气而不用氧（参照图 1 所示设备的操作）。以上参照图 1 概述的优点全部可以达到。此外，当使用空气作为反应器 6 中的反应剂时，可以使氧的消耗更加减少。

在图 1 所说明的设备的另一可供选择的实施方案中（未示出），

将全部反应器 6 中产生的热气体与热煤炭一起供入熔化器—气化器 4 的顶部。从而热气体在熔化器—气化器 4 本身中与煤炭分离。这一步骤提供的优点是，作为挥发物在 1000℃ 量级的温度下，在熔化器—气化器 4 的顶部停留较长时间的结果，促进了从煤中释出的挥发物转化为一氧化碳和氢。

图 1

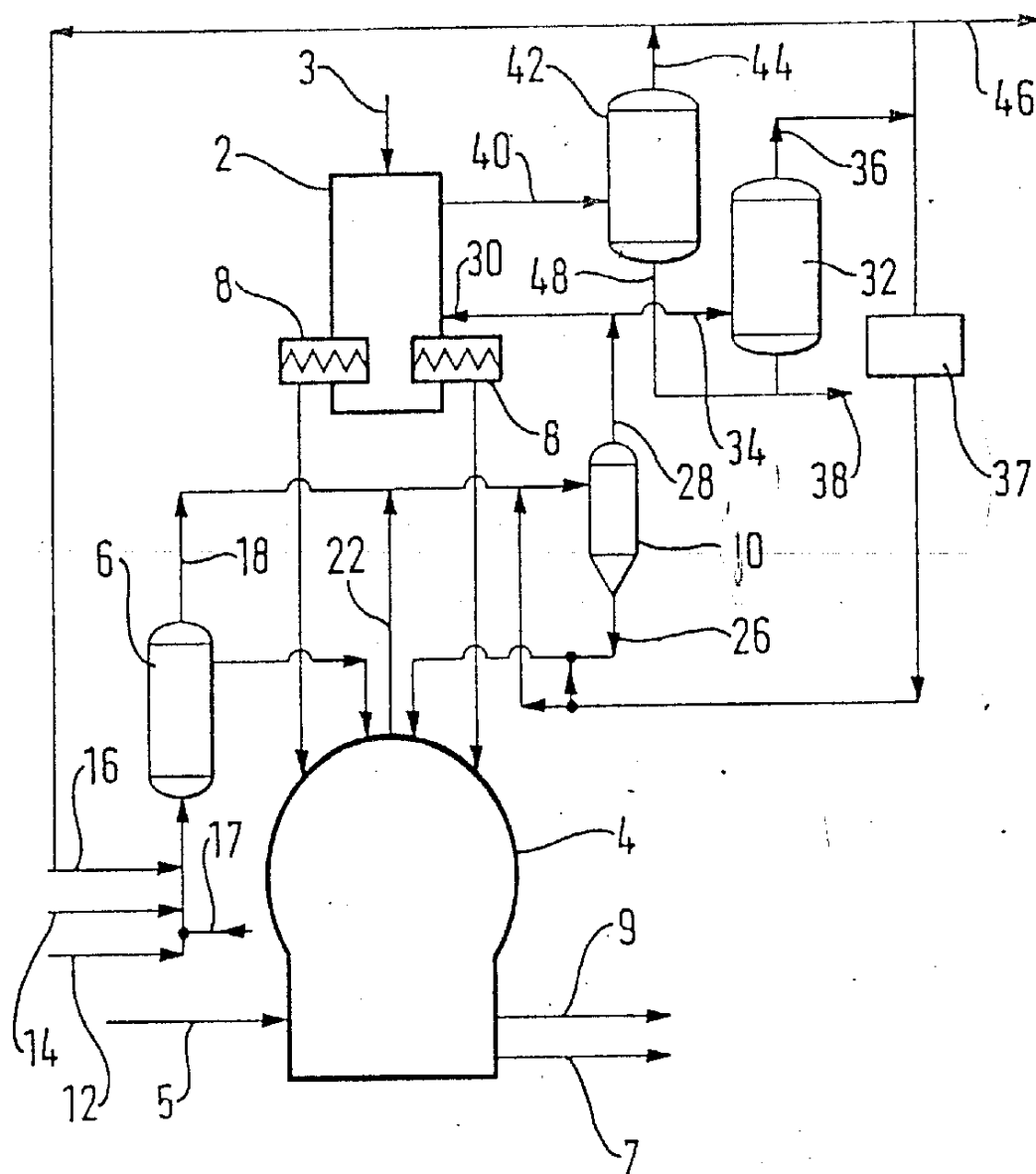


图 2

