



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104271898 B

(45)授权公告日 2016.08.24

(21)申请号 201380023223.3

(22)申请日 2013.04.05

(30)优先权数据

12166625.9 2012.05.03 EP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2014.11.03

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2013/057174 2013.04.05

(87)PCT国际申请的公布数据

WO2013/164153 DE 2013.11.07

(73)专利权人 首要金属科技奥地利有限责任公司

地址 奥地利林茨

(72)发明人 R.米尔纳 K.维德 J.武尔姆

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 梁冰 宣力伟

(51)Int.Cl.

F01K 23/06(2006.01)

F22B 1/02(2006.01)

F22B 1/18(2006.01)

(56)对比文件

JP 2003-14380 A,2003.01.15,

EP 1255073 A2,2002.11.06,

CN 101568649 A,2009.10.28,

US 6572674 B1,2003.06.03,

US 2010/0326084 A1,2010.12.30,

审查员 翟灵慧

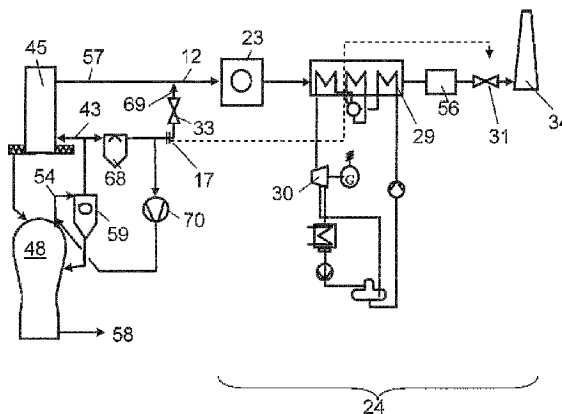
权利要求书3页 说明书12页 附图3页

(54)发明名称

将来自生铁制造设备的废气用于生产蒸汽的方法

(57)摘要

本发明公开了将来自生铁制造设备的废气用于生产蒸汽的方法。所述方法用于将来自用于进行生铁制造的设备的废气用于生产蒸汽,其中废气的至少一部分作为输出气体被从用于进行生铁制造的设备中排出并且通过燃烧被热利用,并且其中将来自燃烧过程的废气输送给废热蒸汽发生器。为了将更多的来自输出气体的能量用于发电,将输出气体导送到布置在废热蒸汽发生器前面的燃烧室中,并且在燃烧过程之后在废热蒸汽发生器中从输出气体中抽走热量,而输出气体没有在燃烧设备与废热蒸汽发生器之间穿过燃气轮机,其中通过布置在废热蒸汽发生器后面的气流调节器将在燃烧室与废热蒸汽发生器中的压力设定在大气压之上、尤其高达3.5bar_g。本发明还涉及一种用于方法的设备。



1. 用于将来自用于进行生铁制造的设备的废气用于生产蒸汽的方法,其中所述废气的至少一部分作为输出气体(12)被从所述用于进行生铁制造的设备中排出,并且通过燃烧被热利用,并且其中将来自燃烧过程的废气输送给废热蒸汽发生器(29),其特征在于,将所述输出气体(12)导送到布置在所述废热蒸汽发生器(29)前面的燃烧室(23)中,并且在燃烧之后在所述废热蒸汽发生器(29)中从所述输出气体(12)中抽走热量,而所述输出气体(12)没有在燃烧设备与废热蒸汽发生器之间穿过燃气涡轮机,其中将在燃烧室(23)与废热蒸汽发生器(29)中的压力设定在大气压之上,并且更确切地说,通过对于到达所述燃烧室(23)或者所述废热蒸汽发生器(29)中的输出气体(12)的量的调节,通过布置在所述废热蒸汽发生器(29)后面的气流调节器(31)来进行设定,

其中对于从所述用于进行生铁制造的设备的至少一个还原反应器中流出的废气

-在所述废热蒸汽发生器(29)之前不进行除尘,并且仅仅对于从所述废热蒸汽发生器(29)中流出的、经过燃烧的输出气体进行除尘,或者

-在所述废热蒸汽发生器(29)之前粗略地进行除尘,并且精细地对于从所述废热蒸汽发生器(29)中流出的、经过燃烧的输出气体进行除尘。

2. 按权利要求1所述的方法,其特征在于,将所述输出气体(12)以大于100°C的温度导送到所述燃烧室(23)中。

3. 按权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述输出气体(12)包含5-40g/Nm³份额的碳载体,其中该份额包含5-40%的元素的碳。

4. 按权利要求1或2所述的方法,其特征在于,仅仅以燃料(49、50)的形式输送用于在所述生铁制造中使铁矿石还原的能量。

5. 按权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述生铁制造根据

-熔化还原法或者

-直接还原法

来进行。

6. 按权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述输出气体(12)包含以下废气中的至少一种废气:

-来自熔化还原设备的熔化气化器(48)的废气(61、69);

-来自熔化还原设备的、至少一个流化床反应器(37-40)或者还原井筒(45)的废气(44、57);

-来自熔化还原设备的、至少一个用于对于氧化铁和/或铁块进行预热和/或还原的固定床反应器(53)的废气(55);

-来自直接还原设备的还原井筒的废气。

7. 按权利要求5所述的方法,其特征在于,在熔化还原法或者直接还原法中,对于输出气体(12)的量的调节在所述废热蒸汽发生器(29)之后进行,并且更确切地说,在给从所述废热蒸汽发生器(29)中流出的、经过燃烧的输出气体进行除尘之后进行。

8. 按权利要求6所述的方法,其特征在于,在熔化还原法或者直接还原法中,对于输出气体(12)的量的调节在所述废热蒸汽发生器(29)之后进行,并且更确切地说,在给从所述废热蒸汽发生器(29)中流出的、经过燃烧的输出气体进行除尘之后进行。

9. 按权利要求1所述的方法,其特征在于,将在燃烧室(23)与废热蒸汽发生器(29)中的

压力设定为高达3.5bar_g。

10. 按权利要求2所述的方法,其特征在于,将所述输出气体(12)以大于200°C的温度导送到所述燃烧室(23)中。

11. 按权利要求10所述的方法,其特征在于,将所述输出气体(12)以大于300°C的温度导送到所述燃烧室(23)中。

12. 用于实施按权利要求1到11中任一项所述的方法的设备,至少包括:

-用于进行生铁制造的设备;

-输出气体管路,利用该输出气体管路可以将所述废气的一部分作为输出气体(12)从所述用于进行生铁制造的设备中排出;

-燃烧室(23),所述输出气体管路汇入到所述燃烧室中,并且可以在该燃烧室中使所述输出气体(12)燃烧;

-布置在所述燃烧室(23)后面的废热蒸汽发生器(29),在该废热蒸汽发生器中可以将来自所述燃烧室的废气用于生产蒸汽,

其特征在于,所述废热蒸汽发生器(29)紧挨着布置在所述燃烧室(23)的后面,并且为了将在所述燃烧室(23)及废热蒸汽发生器(29)中的压力设定在大气压之上,在所述废热蒸汽发生器(29)的后面布置了气流调节器(31),其中

-在所述用于进行生铁制造的设备至少一个还原反应器与所述废热蒸汽发生器(29)之间没有布置除尘设备,并且在所述废热蒸汽发生器的后面布置了至少一台除尘设备(56),或者

-在所述用于进行生铁制造的设备至少一个还原反应器与所述废热蒸汽发生器(29)之间布置了至少一台粗除尘设备(74),并且在所述废热蒸汽发生器(29)的后面布置了至少一台精除尘设备(73),或者

-在所述用于进行生铁制造的设备至少一个还原反应器与所述废热蒸汽发生器(29)之间布置了至少一台精除尘设备(73),并且在所述废热蒸汽发生器(29)的后面没有布置除尘设备。

13. 按权利要求12所述的设备,其特征在于,所述燃烧室(23)和所述废热蒸汽发生器(29)被设计为压力罐,所述压力罐可以经得住高达3.5bar_g的内压。

14. 按权利要求12或13所述的设备,其特征在于,仅仅将用于燃料(49、50)的管路为了实施还原过程而汇入到所述用于进行生铁制造的设备还原反应器中。

15. 按权利要求12或13所述的设备,其特征在于,所述用于进行生铁制造的设备包括:

-熔化还原设备或者

-直接还原设备。

16. 按权利要求12或13所述的设备,其特征在于,设置了至少一条管路,用所述管路可以将

-来自熔化还原设备的熔化气化器(48)的废气(61、69);

-来自熔化还原设备的、至少一个流化床反应器(37-40)或者还原井筒(45)的废气(44、57);

-来自熔化还原设备的、至少一个用于对于氧化铁和/或铁块进行预热和/或还原的固定床反应器(53)的废气(55);

-来自直接还原设备的还原井筒的废气
导送到所述输出气体管路中。

17.按权利要求12或13所述的设备,其特征在于,在熔化还原设备或者直接还原设备的情况下,在所述废热蒸汽发生器(29)的后面,并且更确切地说在所述除尘设备(56)或者所述精除尘设备(73)的后面布置了气流调节器(31)。

将来自生铁制造设备的废气用于生产蒸汽的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于将来自用于进行生铁制造的设备的废气用于生产蒸汽的方法,其中将所述废气的至少一部分作为输出气体从所述用来进行生铁制造的设备中排出,并且通过燃烧对其进行热利用,并且其中将来自所述燃烧过程的废气输送给废热蒸汽发生器。

背景技术

[0002] 为了制造生铁-由此也应该包括对于与生铁相类似的产品制造-,主要有三种熟知的、常见的方法:高炉法、直接还原法和熔化还原法。

[0003] 在直接还原设备中,用还原气体来将铁矿石转化为海绵铁,然后在电弧炉中将所述海绵铁进一步加工为原钢。

[0004] 在熔化还原时,使用一种熔化气化器以及至少一个还原反应器,其中在所述熔化气化器中制造热的、液态的金属,并且在所述还原反应器中用还原气体来使所述铁矿石的载体(块状矿、粉矿、粒料、烧结料)还原,其中在所述熔化气化器中通过煤(以及必要时较小份额的焦炭)的气化且利用氧气(90%或更多)来生产所述还原气体。

[0005] 在熔化还原法中,一般设置了

[0006] -气体洗涤设备(一方面用于来自所述还原反应器的炉顶气,另一方面用于来自所述熔化气化器的还原气体);

[0007] -一优选具有后冷却器的、用于被导回到所述还原反应器中的还原气体的压缩机;

[0008] -一用于根据现有技术通常借助于压力交变吸附来除去CO₂的装置;

[0009] -以及可选的一用于所述还原气体的加热器和/或一用于利用氧气来部分地进行燃烧的燃烧室。

[0010] 所述COREX[®]工艺是一种双阶段的熔化还原法(英语:smelting reduction)。所述熔化还原将直接还原的过程(从铁到海绵铁的预还原)与熔化过程(主还原)组合起来。

[0011] 同样熟知的FINEX[®]方法基本上相当于所述COREX[®]方法,不过加入作为粉矿的铁矿石。

[0012] 由WO 2008/086877 A2中知道,将COREX[®]设备与组合发电站连接起来。来自所述COREX[®]设备的输出气体在此在紧挨着布置在燃气轮机前面的燃烧室中被燃烧,在所述燃气轮机中对于被燃烧的输出气体进行加工,并且而后才将其输送给锅炉,在所述锅炉中将被燃烧的输出气体的热能用于生产蒸汽。这种方法的用途是,得到尽可能无氮气的燃烧废气,所述燃烧废气具有较高的CO₂份额。

[0013] 按照WO 2008/086877 A2的方法的不利之处是,首先,在所述燃气轮机的前面必须使用燃料压缩器,并且在所述燃料压缩器的前面必须降低所述输出气体的温度,以便能够比较经济地实施压缩过程。在此,通常将所述输出气体冷却到接近环境温度,比如冷却到大约40°C。但是,由于这种冷却而失去用于接下来的蒸汽生产的能量。其次,在一般压缩到超过20bar之前,必须将粉尘从所述输出气体中除去,因为炉顶气具有大约20g/Nm³的粉尘

浓度并且这对于涡轮机来说太高了。但是由此同样失去所述粉尘的、用于发电的能量,所述能量被包含在能够燃烧的粉尘份额中。

[0014] 因此,本发明的任务是,提供一种用于将来自用于进行生铁制造的设备的废气用于产生电能的方法,该方法将比在按照WO 2008/086877 A2的方法中多的、来自输出气体的能量用于发电。

发明内容

[0015] 该任务通过一种根据本发明的方法如此来解决:将所述输出气体导送到布置在所述废热蒸汽发生器前面的燃烧室中,并且在所述废热蒸汽发生器中燃烧之后从所述输出气体中抽走热量,而所述输出气体没有在燃烧设备与废热蒸汽发生器之间穿过燃气涡轮机,其中将在所述燃烧室与废热蒸汽发生器中的压力设定在大气压之上、尤其高达3.5bar_g,并且更确切地说,通过布置在所述废热蒸汽发生器后面的气流调节器来调节到达所述燃烧室或者废热蒸汽发生器中的输出气体的量这种方式来进行设定。根据本发明,提供了一种用于将来自用于进行生铁制造的设备的废气用于生产蒸汽的方法,其中所述废气的至少一部分作为输出气体被从所述用于进行生铁制造的设备中排出,并且通过燃烧被热利用,并且其中将来自燃烧过程的废气输送给废热蒸汽发生器,其特征在于,将所述输出气体导送到布置在所述废热蒸汽发生器前面的燃烧室中,并且在燃烧之后在所述废热蒸汽发生器中从所述输出气体中抽走热量,而所述输出气体没有在燃烧设备与废热蒸汽发生器之间穿过燃气涡轮机,其中将在燃烧室与废热蒸汽发生器中的压力设定在大气压之上,并且更确切地说,通过对于到达所述燃烧室或者所述废热蒸汽发生器中的输出气体的量的调节,通过布置在所述废热蒸汽发生器后面的气流调节器来进行设定,其中对于从所述用于进行生铁制造的设备至少一个还原反应器中流出的废气,在所述废热蒸汽发生器之前不进行除尘,并且仅仅对于从所述废热蒸汽发生器中流出的、经过燃烧的输出气体进行除尘,或者-在所述废热蒸汽发生器之前粗略地进行除尘,并且精细地对于从所述废热蒸汽发生器中流出的、经过燃烧的输出气体进行除尘。

[0016] “废热蒸汽发生器”或者简称“废热锅炉”(英语:heat recovery steam generator)是一种锅炉,该锅炉将来自前置的过程的热废气用于生产蒸汽。废热锅炉没有火焰室和燃烧器,仅仅布置了由所述废气流过的接触或者对流加热面。

[0017] 由于省去燃气涡轮机而取消了在燃气涡轮机中强制地必需的压缩过程以及从输出气体中除去粉尘的过程,并且由此也取消了在燃气涡轮机的前面对于输出气体进行冷却的过程。由此可以将所述输出气体的、明显的热量用于在废热蒸汽发生器中生产蒸汽,其中来自COREX[®]设备的还原井筒或者来自FINEX[®]设备的流化层反应器的、炉顶气的形式的输出气体可能具有高达500℃的温度。此外这种输出气体的粉尘包含高达百分之四十的碳,可以通过燃烧将这样的碳用于生产蒸汽,并且不会由于在燃气涡轮机之前进行除尘而对于所述蒸汽生产来说失去这样的碳。

[0018] 相应地,本发明的一种实施方式规定,将所述输出气体以大于100℃的温度、优选以大于200℃的温度、特别优选以大于300℃的温度导送到所述燃烧室中。

[0019] 相应地,本发明的一种作为补充方案或者替代方案的实施变型方案规定,所述输出气体包含至少5-40g/Nm³份额的碳载体,其中这种份额又包含5-40%的元素的碳。但是在

所述输出气体中所包含的碳氢化合物、尤其是芳香族的碳氢化合物、比如苯也会在所述燃烧室中燃烧,并且由此一方面可以变得无害,并且另一方面可以用于获取热量。但是,在这种情况下在所述还原反应器与所述燃烧室之间不得进行或者只允许进行相应较小程度的气体净化。

[0020] 一种作为按本发明的解决方案的替代方案的实施方式在于,取代在所述废热蒸汽发生器前面的燃烧室而是在所述废热蒸汽发生器内部布置了一个或者多个燃烧器,所述燃烧器像比如从AT 340 452 B中所公开的那样燃烧着所述输出气体。在那里虽然同样使来自还原反应器的废气在水蒸汽发生器中燃烧,不过在那里以与COREX[®]方法或者FINEX[®]方法不同的方式来产生所述还原气体。按照AT 340 452 B将铁载体和含碳的材料一起加入到构造为流化层的预还原区中,在所述还原区中通过部分燃烧将所述含碳的材料转化为还原性的气体。随后将所述铁载体又与其它含碳的材料一起加入到最终还原区中,在所述最终还原区中借助于电流来制造熔化的生铁。仅仅将所述含碳的材料的一部分用于制造生铁,其余的含碳的材料则以能够燃烧的气体的形式被抽出,并且在蒸汽发生器中被燃烧,并且借助于涡轮机发电机被转换为电能。

[0021] 利用按照AT 340 452 B的方法,根据其说明相对于高炉可以取消焦炭的制造。作为另一优点要提到,整个气化过程在铁的制造阶段中进行,也就是说在流化层本身中进行。这又代表着一个显著的、相对于COREX[®]方法或者FINEX[®]方法的区别,其中在与所述还原反应器不同的机组中、也就是在熔化气化器中制造所述还原气体。在直接还原时,又将比如天然气的形式的还原气体加入到通常构造为固定床的还原井筒中。

[0022] 所述按本发明的燃烧室通常用耐火材料来加衬、比如加炉衬。它可以与废热蒸汽发生器一起要么以大气压要么在过压之下来运行。所述过压可以高达大约3.5bar_g(=3.5*10⁵Pa_g)。

[0023] 因为在过压下运行燃烧室和废热蒸汽发生器,所以可以通过在所述燃烧室中并且在所述废热蒸汽发生器中设定所述过压的方式来调节到达所述燃烧室中的输出气体的量。也就是说,没有在将所述输出气体从所述用于进行生铁制造的设备导送给燃烧室的管路中设置调节阀,而是使所述废热蒸汽发生器的功率直接与所述用于进行生铁制造的设备功率相匹配,二者由此在压力平衡的情况下彼此相连接。由此也可以取消自身的、用于所述用于进行生铁制造的设备的热火炬,因为所述输出气体也在所述用于进行生铁制造的设备启动运行和停机运行中在所述燃烧室中被转化。在所述用于进行生铁制造的设备停止的情况下,可以使用备用燃料(比如天然气),所述备用燃料通过自身的、处于所述燃烧室中的燃烧器来燃烧。为此用阻隔装置将输出气体管路与所述燃烧室隔开。

[0024] 因为从所述还原反应器(在使用COREX[®]方法时是还原井筒、在使用FINEX[®]方法时是流化床反应器、在使用直接还原法时是还原井筒)中流出的废气载有粉尘,所以,在所述从这种废气中取出的输出气体在其燃烧之后可以被排放到大气中之前,必须将粉尘从该输出气体中除去。对于除尘来说,有着不同的可行方案:

[0025] 第一种实施方式在于,在所述废热蒸汽发生器之前不对于从所述用于进行生铁制造的设备至少一个还原反应器中流出的废气进行除尘,并且仅仅对于从所述废热蒸汽发生器中流出的、经过燃烧的输出气体进行除尘。这样做的优点是:使所述粉尘的、含碳的份额完全燃烧,并且将其用于生产蒸汽。但是前提是,所述燃烧室中的燃烧器和所述废热蒸汽

发生器的加热面为高达5 g/Nm³的粉尘负荷而设计。

[0026] 否则,按照第二种实施方式,至少必须规定,在所述废热蒸汽发生器之前粗略地对于从所述用于进行生铁制造的设备的、至少一个还原反应器中流出的废气进行除尘,并且精细地对于从所述废热蒸汽发生器中流出的、经过燃烧的输出气体进行除尘。无论如何,所述粗除尘过程应该干燥地进行,比如借助于旋风除尘器来进行,以便所述废气或者所述输出气体不会冷却。而在湿式除尘时,需要附加的昂贵的水系统以及淤渣处理机构,来自粉尘的铁载体和碳会随着淤渣而失去。

[0027] 或者为了在所述燃烧器中或者在所述废热蒸汽发生器中降低粉尘负荷,按照第三种实施方式也可以规定,在所述废热蒸汽发生器之前精细地对于从所述用于进行生铁制造的设备的、至少一个还原反应器中流出的废气进行除尘,并且不对于从所述废热蒸汽发生器中流出的、经过燃烧的输出气体进行除尘。在这里,通常在所述燃烧室之前,首先比如借助于旋风除尘器来实施粗除尘过程,并且而后比如借助于陶瓷过滤器、静电过滤器或者织物过滤器来实施精除尘过程。粗除尘和精除尘过程都干燥地进行。

[0028] 无论如何,在所述燃烧室之前的输出气体的压力能量都可以通过一种扩张式涡轮机或者通过一种阀来降低。所述输出气体的压力一般在8与12bar_g之间。扩张式涡轮机的使用具有以下优点:在热力学上利用明显的热量的一部分,并且通过膨胀将输出气体温度降低大约100-150℃。在使用扩张式涡轮机的情况下,可以布置用于对于在所述废热蒸汽发生器之前的输出气体的量进行调节的调节机构,并且所述废热蒸汽发生器不一定要构造为压力罐,因为其不必在压力之下运行。

[0029] 在所述按本发明的方法中,在一种优选的实施变型方案中,仅仅以燃料的形式输送用于在所述生铁制造中使铁矿石还原的能量。这代表着一个显著的、相对于按照AT 340 452 B的方法的区别,因为在该专利文件中在最终还原中将电流用于进行还原。

[0030] 优选结合了所述按照

[0031] -熔化还原法或者

[0032] -直接还原法

[0033] 的生铁制造方法来实施所述按本发明的方法。

[0034] 相应地,所述输出气体包含以下废气中的至少一种废气:

[0035] -来自熔化还原设备的熔化气化器的废气;

[0036] -来自熔化还原设备的、至少一个流化床反应器或者还原井筒的废气;

[0037] -来自熔化还原设备的、至少一个用于对于氧化铁和/或铁块进行预热和/或还原的固定床反应器的废气;

[0038] -来自直接还原设备的还原井筒的废气。

[0039] 在熔化还原法或者直接还原法中,对于输出气体的量的调节有利地在所述废热蒸汽发生器之后进行,并且更确切地说必要时在给从所述废热蒸汽发生器中流出的、经过燃烧的输出气体进行除尘之后才进行所述调节。

[0040] 所述按本发明的、用于实施所述方法的设备至少包括:

[0041] -用于进行生铁制造的设备;

[0042] -输出气体管路,利用该输出气体管路可以将所述废气的一部分作为输出气体从所述用于进行生铁制造的设备中排出;

[0043] -燃烧室,所述输出气体管路汇入到所述燃烧室中并且可以在该燃烧室中使所述输出气体燃烧;

[0044] -布置在所述燃烧室后面的废热蒸汽发生器,在该废热蒸汽发生器中可以将来自所述燃烧室的废气用于生产蒸汽。所述按本发明的设备的特征在于,所述废热蒸汽发生器紧挨着布置在燃烧室的后面,也就是在燃烧室与废热蒸汽发生器之间没有其它的机组,尤其是没有燃气轮机。此外,所述按本发明的设备的特征在于,为了将在所述燃烧室及废热蒸汽发生器中的压力设定在大气压之上,在所述废热蒸汽发生器的后面布置了气流调节器。

[0045] 为了能够在压力下运行所述燃烧室和所述废热蒸汽发生器,可以规定,所述燃烧室和所述废热蒸汽发生器被设计为压力罐,所述压力罐可以经得住高达3.5bar_g的内压。

[0046] 在所述按本发明的设备中,除尘过程的、不同的变型方案以如下方式获得:

[0047] -在所述用于进行生铁制造的设备的至少一个还原反应器与所述废热蒸汽发生器之间没有布置除尘设备,并且在所述废热蒸汽发生器后面布置了至少一台除尘设备;

[0048] -在所述用于进行生铁制造的设备的至少一个还原反应器与所述废热蒸汽发生器之间布置了至少一台粗除尘设备,并且在所述废热蒸汽发生器后面布置了至少一台精除尘设备;

[0049] -在所述用于进行生铁制造的设备的至少一个还原反应器与所述废热蒸汽发生器之间布置了至少一台精除尘设备,并且在所述废热蒸汽发生器后面没有布置除尘设备。

[0050] 可以规定,为了降低在所述燃烧室之前的、输出气体的压力能量,布置了扩张式涡轮机或者阀。

[0051] 按照本发明的一种优选的实施方式,为了实施还原过程,仅仅将用于燃料的管路汇入到所述用于进行生铁制造的设备的还原反应器中。而像是在AT 340 452 B中那样的通流管线则由此被排除在外。在COREX[®] 或者FINEX[®] 设备的情况下,这种燃料是煤。

[0052] 相应地,所述用于进行生铁制造的设备优选包括:

[0053] -熔化还原设备或者

[0054] -直接还原设备,或者设置了至少一条管路,

[0055] 利用所述管路可以将

[0056] -来自熔化还原设备的熔化气化器的废气;

[0057] -来自熔化还原设备的、至少一个流化床反应器或者还原井筒的废气;

[0058] -来自熔化还原设备的、至少一个用于对于氧化铁和/或铁块进行预热和/或还原的固定床反应器的废气;

[0059] -来自直接还原设备的还原井筒的废气

[0060] 导送到所述输出气体管路中。

[0061] 在使用熔化还原设备或者直接还原设备的情况下,所述气流调节器可以布置在所述废热蒸汽发生器的后面,并且更确切地说必要时布置在所述除尘设备或者所述精除尘设备的后面。

[0062] 用所述按本发明的方法或者所述按本发明的装置,可以将所述输出气体的、明显的热量用于生产蒸汽或者发电,而不必布置自身的、用于炉顶气或者其它来自所述用于进行生铁制造的设备的废气的废热锅炉。所述按本发明的废热蒸汽发生器在此不仅承担传统

的、用于炉顶气或者其它废气的废热锅炉的功能,而且承担蒸汽发电厂的蒸汽发生器的功能。

[0063] 由于取消了湿式除尘设备,而在生铁制造中不需要工艺水或者至少需要很少的工艺水。在三种所建议的、用于除尘的实施变型方案里的两种实施变型方案中,通过将除尘设备至少部分地移至所述废热蒸汽发生器后面这种方式,就降低了在生铁制造中用于除尘的开销。由于在节省气体净化设备的情况下压力损失更小,所以可以在扩张式涡轮机中利用在所述废热蒸汽发生器之前或者之后的输出气体的压力。

[0064] 所述按照本发明被分离出来的粉尘要么干燥地出现,在所述燃烧室中被燃烧,要么变成渣。由此作为淤渣出现更少的粉尘或者根本不出现粉尘,这一点可能减少了淤渣量。

[0065] 可以减少排放,因为通过本发明至少减少了工艺水量,并且在所述输出气体中所包含的碳氢化合物在所述燃烧室中被燃烧。由于-与具有燃气涡轮机的设备相比-更高的气体温度,而降低了或者甚至避免了在所述输出气体的路径上由于多环的、芳香族的碳氢化合物-简称为PAK-的冷凝所引起的腐蚀。

附图说明

[0066] 下面借助于示范性的并且示意性的附图对于本发明进行详细解释。

[0067] 图1是在所述废热蒸汽发生器之前没有给输出气体(炉顶气)除尘的情况下的设备示意图;

[0068] 图2是在所述废热蒸汽发生器之前给输出气体(炉顶气)除尘的情况下的设备示意图;

[0069] 图3是按本发明的设备连同COREX[®]设备以及针对炉顶气的干式除尘设备;

[0070] 图4是按本发明的设备连同COREX[®]设备以及针对炉顶气的部分的湿法净化设备;

[0071] 图5是按本发明的设备连同FINEX[®]设备以及针对炉顶气的干式除尘设备;并且

[0072] 图6是按本发明的设备连同FINEX[®]设备以及针对炉顶气的部分的湿法净化设备。

具体实施方式

[0073] 图1示出了在所述废热蒸汽发生器29之前没有给输出气体12(炉顶气)除尘的情况下的设备示意图。在这里所示出的、用于进行生铁制造的设备是COREX[®]设备,其精确的作用原理可以从关于图3的说明中得知。但是每种其它的、用于进行生铁制造的设备也可以将输出气体12导送给所述燃烧室23。

[0074] 所述COREX[®]设备具有还原井筒45,该还原井筒构造为固定床反应器,并且用块状矿、粒料、烧结料和添加剂来装载,参见图3中的附图标记。以相对于块状矿等逆流的形式来导送所述还原气体43。在所述还原井筒45的底部上加入所述还原气体,并且该还原气体在所述还原井筒45的上侧面上作为炉顶气57流出来。来自所述还原井筒45的炉顶气57未被净化,并且其至少一部分作为输出气体12被从所述COREX[®]设备中取出。关于所述炉顶气57的进一步的使用情况,参见图3。

[0075] 在熔化气化器48中制造所述用于还原井筒45的还原气体43,一方面将煤输送到所述熔化气化器中,并且另一方面向所述熔化气化器添加在所述还原井筒45中经过预还原的铁矿石。使在所述熔化气化器48中的煤得以气化,将所产生的混合气作为炉顶气(发生炉煤

气)54来抽出,并且将一个支流作为还原气体43导送给所述还原井筒45。将在所述熔化气化器48中被熔化的、热的金属和所述炉渣抽出,参见箭头58。

[0076] 将从所述熔化气化器48中抽出的发生炉煤气54导送到分离器59中,用于将被一同排出的粉尘干燥地分离出来,并且将所述粉尘通过粉尘燃烧器导回到所述熔化气化器48中。借助于湿式洗涤机68来进一步对于被除去粗粉尘的炉顶气54的一部分进行净化,并且将这一部分作为过剩气体69从所述COREX[®]设备中取出,并且混合到所述炉顶气57或者所述输出气体12中。

[0077] 将在所述湿式洗涤机68后面的、经过净化的炉顶气或者发生炉煤气54的一部分为进行冷却而导送给一种气体压缩机70,并且而后又输送给在所述熔化气化器48后面的炉顶气或者发生炉煤气54,以进行冷却。通过这种再循环,还可以将所述在其中所包含的、还原性的份额用于所述COREX[®]方法,并且另一方面可以保证将所述热的炉顶气或者发生炉煤气54必要地从大约1050℃冷却到700-900℃。

[0078] 用流量计17来测量输送给所述输出气体12的过剩气体69的量,并且根据所测量的流量来调节布置在所述废热蒸汽发生器29后面的废气管路中的气流调节器31。所述沿着过剩气体69的流动方向布置在流量计17后面的压力调节器33必要时如此程度地打开为其分配的阀,使得在所述熔化气化器48中的压力不超过预先给定的数值。将所述气流调节器31布置在所述废热蒸汽发生器29后面的做法是有利的,因为在那里气体温度低于在所述燃烧室23之前的输出气体的温度。

[0079] 所述过剩气体69具有比所述炉顶气57高的压力和温度,这一点可以用于在湿式洗涤机68中对于所述过剩气体进行净化,并且而后将其输送给所述炉顶气57。同样的情况适用于在湿式洗涤机60中被净化的过剩气体61以及FINEX[®]设备的废气44。因为这个湿式洗涤机68在COREX[®]方法中也对于被导回的发生炉煤气进行冷却,所以必定比如通过喷水来对于所述被导回的发生炉煤气进行冷却,如果不是通过湿式洗涤机对于所述过剩气体69进行冷却,而是要将其能量用于所述废热蒸汽发生器29。

[0080] 将所述由过剩气体69和炉顶气57构成的输出气体12导送到所述燃烧室23中,并且使其在那里燃烧。将来自所述燃烧室23的废气直接导送到所述废热蒸汽发生器29中,在那里所述废气产生出用于具有蒸汽涡轮机30的蒸汽回路的蒸汽。从所述废热蒸汽发生器29中流出的废气在一种除尘设备56中被以干燥的方式除去粉尘,并且通过所述烟囱34被导送到大气中,该除尘设备在这里构造为粗除尘设备和精除尘设备的组合装置。

[0081] 按照图2的设备在大多数设备部件中相应于图1中的那个设备,其中的区别是,在图2中在所述废热蒸汽发生器29的前面,也就是说在所述还原井筒45的后面并且在所述过剩气体69的汇入口的前面,在粗除尘设备74中对于所述炉顶气57进行干式除尘。为此,而后在所述废热蒸汽发生器29的后面还必须布置一台-尤其干燥的-精除尘设备73(比如带有陶瓷的过滤器、静电过滤器或者织物过滤器)。这种实施方式可以加以运用,如果所述废热蒸汽发生器29的燃烧器和换热器为具有大约5 g/Nm³的含尘量的输出气体12或者废气而设计。否则,所述精除尘设备73同样应该布置在所述燃烧室23的前面(并且布置在所述粗除尘设备74的后面),参见虚线的图示,为此可以在所述废热蒸汽发生器29的后面将其取消。

[0082] 类似的情况适用于图2中的气流调节器31的布置:如果该气流调节器经受得住大约5 g/Nm³的粉尘负荷和300-500℃的温度,那么该气流调节器也可以紧挨着布置在所述干

燥的粗除尘设备的后面,也就是布置在所述粗除尘设备74的后面。

[0083] 图3示出了在具有针对炉顶气的干燥的除尘装置的COREX[®]设备与发电厂24之间的、按照本发明的连接。

[0084] 由COREX[®]设备向所述发电厂24供给输出气体12,该输出气体可以被中间储存在未示出的输出气体容器中。对于所述发电厂24来说不需要的输出气体22可以-如在这里所示出的一样-被输送给热火炬19或者冶金厂气体网、比如原材料干燥设备。所述输出气体12的压力能函也可以在膨胀式或者扩张式涡轮机35(英语:Top gas pressure recovery turbine)中得到利用,所述膨胀式或者扩张式涡轮机在该实施例中布置在用于输出气体22的、通往热火炬的管路21的前面。设置了一条相应的、用于输出气体12的、围绕着所述扩张式涡轮机35的旁通管路,如果所述输出气体12-比如由于太低的压力-而不应该被导送穿过所述膨胀式涡轮机35。在所述旁通管路中设置了一相应的、受到压力调节的阀18。

[0085] 将所述输出气体12作为燃料导送给所述燃烧室23,并且此前如有必要通过一种气体冷却器23来冷却。将所述经过燃烧的输出气体从所述燃烧室23直接导送到所述废热蒸汽发生器29中。在那里所述经过燃烧的输出气体将其热量散发给所述换热器(加热面),由此产生的蒸汽驱动着所述蒸汽涡轮机30以及与其相连接的、用于产生电流的发电机。

[0086] 所述COREX[®]设备在该实施例中具有一还原井筒45,该还原井筒构造为固定床反应器并且用块状矿、粒料、烧结料和添加剂来装载,参见附图标记46。以相对于块状矿等46逆流的形式来导送所述还原气体43。在所述还原井筒45的底部上加入所述还原气体,并且该还原气体在所述还原井筒的上侧面上作为炉顶气57流出来。来自所述还原井筒45的炉顶气57在精除尘设备73中被干式除尘,并且至少一部分作为输出气体12被从所述COREX[®]设备中取出,所述精除尘设备在这里构造为具有陶瓷的过滤器的热气过滤器。一部分可以通过这里未示出的、处于所述COREX[®]设备中的PSA设备被除去CO₂,并且又被输送给所述还原井筒45。

[0087] 在熔化气化器48中制造所述用于所述还原井筒45的还原气体43,将其必要时与粉矿一起加入到块状的煤49的形式的煤中。附加地输入氧气O₂。另一方面要添加在所述还原井筒45中经过预还原的铁矿石。使处于所述熔化气化器48中的煤得以气化,在此产生主要由CO和H₂构成的混合气,并且将该混合气作为炉顶气(发生炉煤气)54来抽出,并且将一个支流作为还原气体43导送给所述还原井筒45。所述在熔化气化器48中被熔化的、热的金属和所述炉渣被抽出,参见箭头58。

[0088] 将从所述熔化气化器48中抽出的发生炉煤气54导送到构造为热气旋风除尘器的分离器59中,用于干燥地将被一同排出的粉尘、尤其是粉矿分离出来,并且将所述粉尘71通过粉尘燃烧器导回到所述熔化气化器48中。借助于湿式洗涤机68来进一步地对于被除去粗粉尘的炉顶气54的一部分进行净化,并且将其作为过剩气体69从所述COREX[®]设备中取出,并且混合到所述炉顶气57或者所述输出气体12中。针对所述过剩气体69的量的调节情况已经在图1中得到了描绘。

[0089] 将在所述湿式洗涤机68之后的、经过净化的炉顶气或者发生炉煤气54的一部分为进行冷却而导送给气体压缩机70,并且而后又输送给在所述熔化气化器48后面的炉顶气或者发生炉煤气54,以进行冷却。通过这种再循环,还可以将所述在其中所包含的、还原性的份额用于所述COREX[®]方法,并且另一方面可以保证将所述热的炉顶气或者发生炉煤气54

必要地从大约1050℃冷却到700-900℃。

[0090] 所述还原井筒45不一定构造为固定床,它也可以构造为流化床。在下方的端部上,按所装载的填料并且按过程控制要么取出海绵铁、热成块的铁,要么取出低还原铁。

[0091] 所述输出气体12在所述精除尘设备73的后面最终到达所述燃烧室23中,在该燃烧室中所述输出气体12被燃烧,并且随后直接被导送到所述废热蒸汽发生器29中。可能的、过剩的输出气体12也还可以在扩张式涡轮机35与燃烧室23之间、必要时在所述气体冷却器25的后面被排出给所述热火炬19。在所述废热蒸汽发生器29的后面设置了所述气流调节器31,根据这里未示出的流量计17(参见图1和2)来调节所述气流调节器31。

[0092] 在其他情况下,按照图3的设备及该设备的功能相当于图2中的那种设备及该设备的功能。

[0093] 按照图4的设备在很大程度上相应于图3中的那种设备,但是对于所述炉顶气57的除尘则以不一样的方式来实现:不是像在图3中那样使用热气过滤器的形式的精除尘设备73,而是在粗除尘设备74(旋风除尘器)中进行干燥的粗除尘,接下来跟随着湿式洗涤机11,并且接下来跟随着多个织物过滤器的形式的精除尘设备73。围绕着所述湿式洗涤机11,设置了用于所述炉顶气57的旁通管路,用于避开对于所述炉顶气的湿式洗涤。

[0094] 来自所述粗除尘设备74的粉尘72可以被导回到所述熔化气化器48中。

[0095] 所述气流调节器31在这里同样被设置在所述废热蒸汽发生器29的后面。

[0096] 在图5中由FINEX®设备向所述发电厂24供给输出气体12,该输出气体可以被中间储存在输出气体容器13中。对于所述发电厂24来说不需要的输出气体22又可以被输送给所述冶金厂气体网、比如原材料干燥设备或者所述热火炬19。

[0097] 所述FINEX®设备在该实施例中作为还原反应器具有四个流化床反应器37-40,用粉矿来装载所述流化床反应器。将粉矿和添加剂41输送给矿石干燥设备42,并且将其从那里首先输送给所述第四反应器37,所述粉矿和添加剂41而后到达所述第三流化床反应器38、第二流化床反应器39中,并且最后到达所述第一流化床反应器40中。但是也可以取代四个流化床反应器37-40,而仅仅存在三个流化床反应器。以相对于粉矿逆流的形式来导送所述还原气体43。在所述第一流化床反应器40的底部上加入所述还原气体,并且该还原气体在所述第一流化床反应器40的上侧面上流出来。在所述还原气体从下方流入到所述第二流化床反应器39中之前,它还可以同样地在所述第二流化床反应器39与所述第三流化床反应器38之间用氧气O₂来加热。在构造为具有陶瓷的过滤元件的热气过滤器的精除尘设备73中,对于来自所述流化床反应器37-40的废气44进行净化,并且该废气作为输出气体12继续在布置在后面的组合发电站24中得到利用。

[0098] 在熔化气化器48中制造所述还原气体43,一方面将块状的煤49的形式的煤以及粉末形式的煤50-这些煤与氧气O₂一起-输送到所述熔化气化器48中,另一方面将在所述流化床反应器37-40中经过预还原的并且在所述铁成块设备51中在热的状态中被成形为团块(英语:HCI Hot Compacted Iron(热压紧的铁))的铁矿石添加到所述熔化气化器48中。所述铁块在此通过输送设备52到达构造为固定床反应器的储存容器53中,在所述固定床反应器中必要时使用来自所述熔化气化器48的、经过粗略净化的发生炉煤气54对于所述铁块来进行预热,并且使其还原。在这里也可以添加冷的铁块65。随后从上方将所述铁块或者氧化铁装载到所述熔化气化器48中。同样可以将低还原铁(英语LRI=low reduced iron)从所述

铁成块设备51中抽出。

[0099] 使处于所述熔化气化器48中的煤得以气化,在此产生主要由CO和H₂构成的混合气,并且将该混合气作为还原气体(发生炉煤气)54来抽出,并且将一个支流作为还原气体43导送给所述流化床反应器37-40。将所述在熔化气化器48中被熔化的、热的金属和炉渣抽出,参见箭头58。

[0100] 将从所述熔化气化器48中抽出的炉顶气54首先导送到分离器59(热气旋风除尘器)中,用于干燥地将被一同排出的粉尘分离出来,并且将所述粉尘通过粉尘燃烧器导回到所述熔化气化器48中。借助于湿式洗涤机60来进一步地对于被除去粗粉尘的炉顶气的一部分进行净化,并且将其作为过剩气体61从所述FINEX[®]设备中取出,也可以将一部分输送给PSA设备(PSA=Pressure Swing Adsorption=压力交变吸附)14,用于除去CO₂。在用于过剩气体61的管路中,布置了一与在图1和2中的那种压力调节器33相类似的压力调节器,用该压力调节器来设定对于所述熔化气化器48来说必要的压力。

[0101] 同样在湿式洗涤机62中进一步地对于所述经过净化的发生炉煤气54的另一部分进行净化,为进行冷却而将其导送给气体压缩机63,并且而后在与从所述PSA设备中取出的、被除去了CO₂的产品气体64相混合之后又输送给在所述熔化气化器48后面的发生炉煤气54,以进行冷却。通过被除去CO₂的气体64的这种再循环,还可以将所述在其中所包含的、还原性的份额用于所述FINEX[®]方法,并且另一方面可以保证将所述热的发生炉煤气54必要地从大约1050℃冷却到700-870℃。

[0102] 在所述储存设备53中利用经过除尘和冷却的、来自所述熔化气化器48的发生炉煤气54对于所述铁块或者氧化铁进行加热和还原,在湿式洗涤机66中对于从所述储存设备53中流出来的炉顶气55进行净化,并且而后将其同样至少部分地输送给所述PSA设备14,用于除去CO₂。一部分也可以被混入到来自所述流化床反应器37-40的废气44中。

[0103] 也可以将来自所述流化床反应器37-40的废气44的一部分直接混入到所述PSA设备14中。有待输送给所述PSA设备14的气体事先在一种像在冷水的基础上工作的气体冷却器25那样的气体冷却器75中得到冷却,还要在压缩机15中被压缩,并且而后还要在后冷却器16中得到冷却。

[0104] 来自所述PSA设备14的剩余气体20比如可以通过用于使剩余气体品质变得均匀的剩余气体容器13来完全地或者部分地被混入到所述输出气体12中。但是也可以通过不需要的输出气体22来将所述剩余气体添加到所述冶金厂气体网中,或者正如在图3下面已经描绘过的那样输送给所述热火炬19,以进行燃烧。

[0105] 来自所述流化床反应器37-40的废气44的压力可以恰恰像在图3-4中所示出的那样在扩张式涡轮机35中加以利用,并且随后如有必要则在所述燃烧室23之前部分地在气体冷却器25中在冷水基础上得到冷却。

[0106] 在其它方面,所述设备的构造及功能自所述燃烧室23起与图3和4中的设备的构造及功能相同。所述气流调节器31布置在所述废热蒸汽发生器29的后面。

[0107] 按照图6的实施方式除了对于所述废气44的除尘之外与图5的实施方式相同。在图6中,在所述用于来自流化床反应器37-40的废气44的管路中,首先布置了湿式洗涤机11,可以像在图4中一样通过旁通管路来至少部分地避开所述湿式洗涤机11,用于能够尽可能好地实现所述尽可能热的废气44或者输出气体12的、按本发明的效应。

[0108] 紧接在所述湿式洗涤机11的后面布置了一台构造为多个织物过滤器的形式的精除尘设备73,在该精除尘设备中以干燥的方式将精细粉尘从所述废气中除去。在这里像在图5中一样布置了所述气流调节器31。

[0109] 附图标记列表:

- [0110] 11 湿式洗涤机;
- [0111] 12 输出气体;
- [0112] 13 剩余气体容器;
- [0113] 14 PSA设备;
- [0114] 15 压缩机;
- [0115] 16 后冷却器;
- [0116] 17 流量计;
- [0117] 18 扩张式涡轮机35中的压力调节器;
- [0118] 19 热火炬;
- [0119] 20 剩余气体
- [0120] 21 用于输出气体的、通往热火炬19的管路;
- [0121] 22 不需要的输出气体;
- [0122] 23 用于进行热值测量的第一测量仪;
- [0123] 24 发电厂;
- [0124] 25 气体冷却器;
- [0125] 26 过滤器;
- [0126] 27 气体压缩机;
- [0127] 28 燃气涡轮机;
- [0128] 29 废热蒸汽发生器;
- [0129] 30 蒸汽涡轮机;
- [0130] 31 气流调节器;
- [0131] 32 用于剩余气体的、通往冶金厂气体网或者热火炬19的管路;
- [0132] 33 用于过剩气体69的压力调节器;
- [0133] 34 烟囱;
- [0134] 35 扩张式涡轮机;
- [0135] 37 第四流化床反应器;
- [0136] 38 第三流化床反应器;
- [0137] 39 第二流化床反应器;
- [0138] 40 第一流化床反应器;
- [0139] 41 粉矿和添加剂;
- [0140] 42 矿石干燥设备;
- [0141] 43 还原气体;
- [0142] 44 来自流化床反应器37-40的废气;
- [0143] 45 还原井筒;
- [0144] 46 块状矿、粒料、烧结料和添加剂;

- [0145] 48 熔化气化器；
- [0146] 49 块状的煤；
- [0147] 50 粉末形式的煤；
- [0148] 51 铁成块设备；
- [0149] 52 输送设备；
- [0150] 53 构造为固定床反应器的、用于对于氧化铁和/或铁块进行预热和还原的储存容器；
- [0151] 54 来自熔化气化器48的炉顶气或者发生炉煤气；
- [0152] 55 来自湿式洗涤机66的炉顶气；
- [0153] 56 除尘设备；
- [0154] 57 来自还原井筒45的炉顶气；
- [0155] 58 热的金属和炉渣；
- [0156] 59 用于粉矿的分离器；
- [0157] 60 湿式洗涤机；
- [0158] 61 过剩气体；
- [0159] 62 湿式洗涤机；
- [0160] 63 气体压缩机；
- [0161] 64 来自PSA设备14的、不含CO₂的气体(产品气体)；
- [0162] 65 冷的铁块；
- [0163] 66 湿式洗涤机；
- [0164] 67 在还原井筒45后面的湿式洗涤机；
- [0165] 68 在用于粉矿的分离器59后面的湿式洗涤机；
- [0166] 69 来自COREX[®]设备的过剩气体；
- [0167] 70 在湿式洗涤机68后面的气体压缩机；
- [0168] 71 来自分离器59的粉尘；
- [0169] 72 来自粗除尘设备74的粉尘；
- [0170] 73 精除尘设备；
- [0171] 74 粗除尘设备；
- [0172] 75 在PSA设备14前面的气体冷却器。

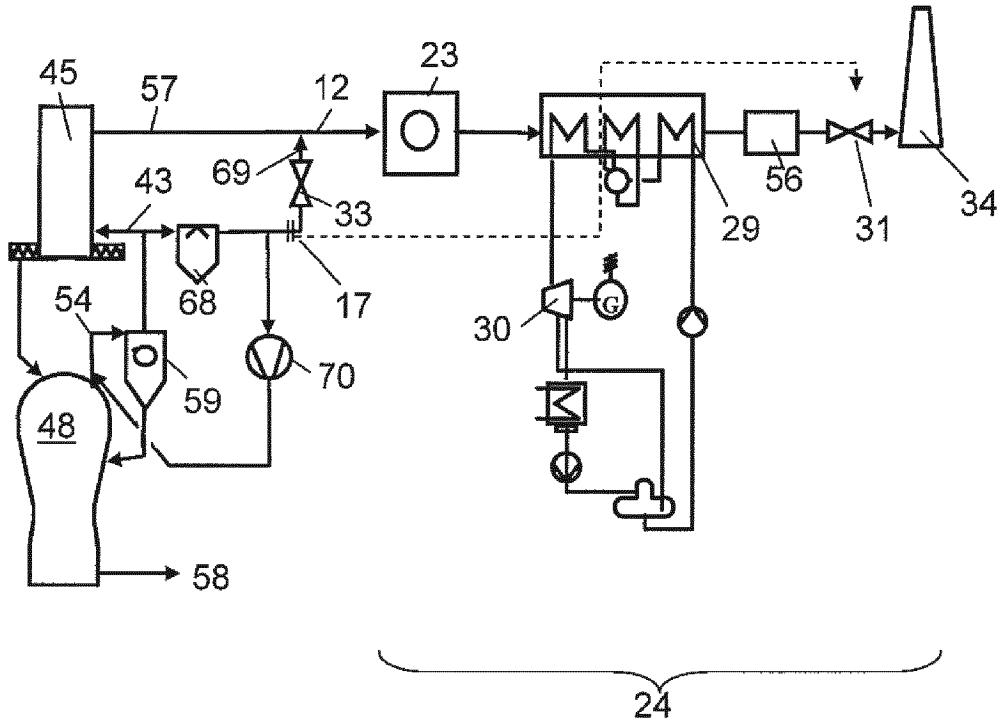


图 1

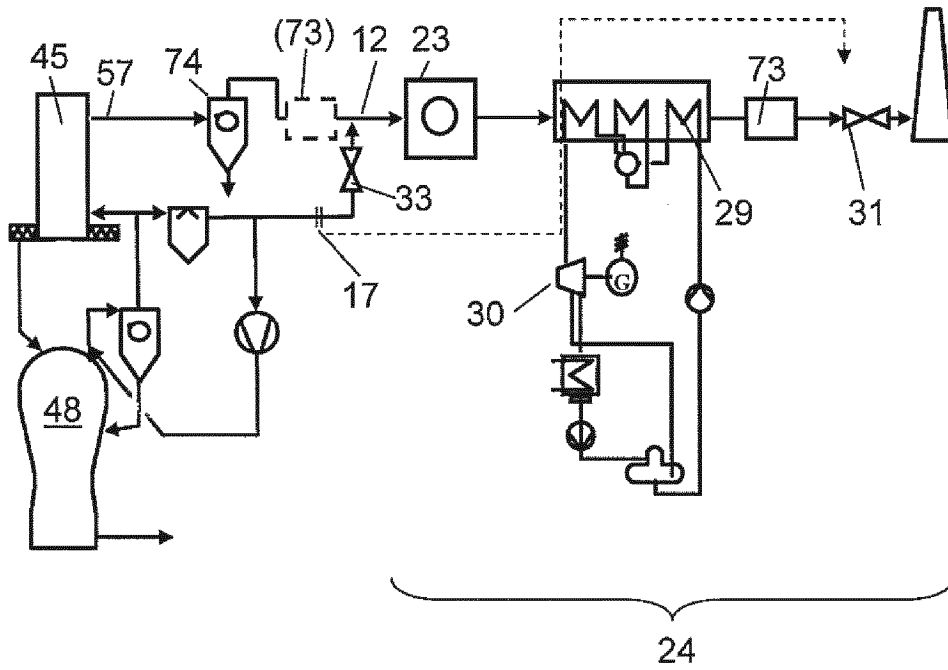


图 2

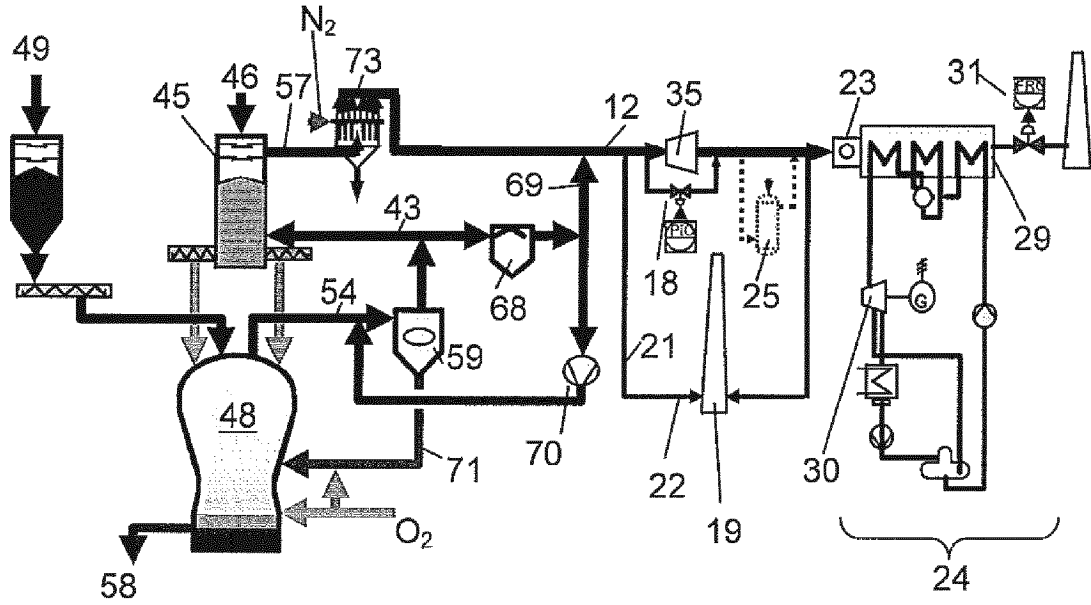


图 3

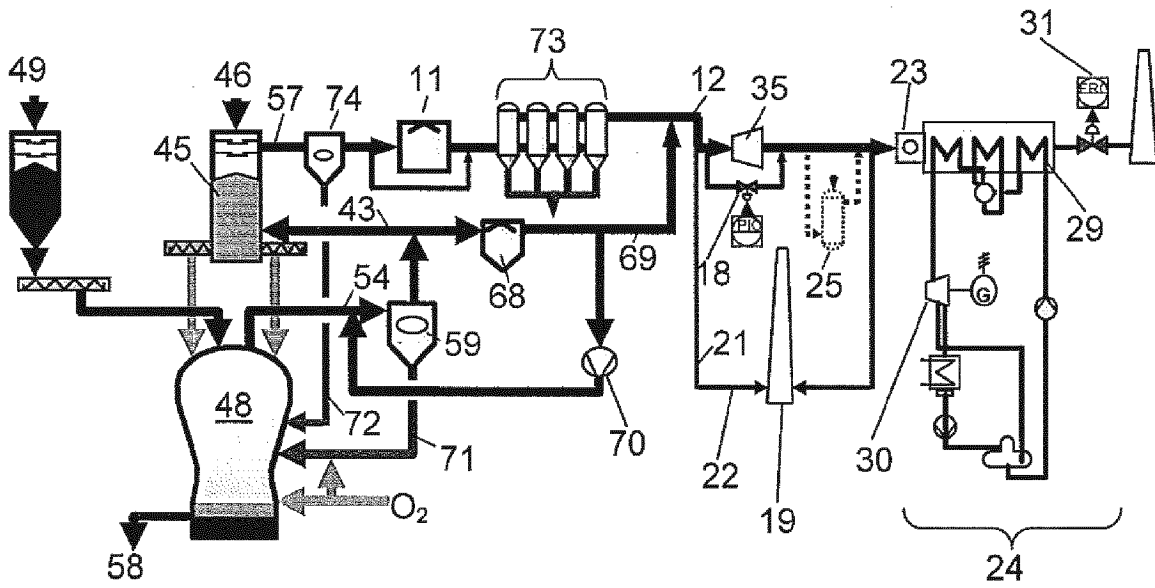


图 4

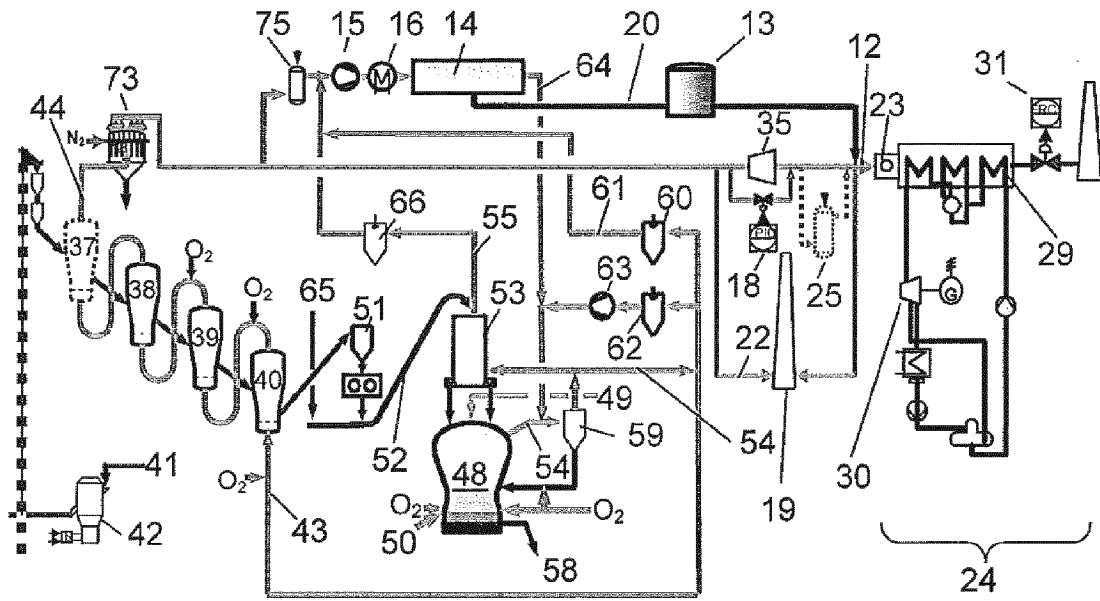


图 5

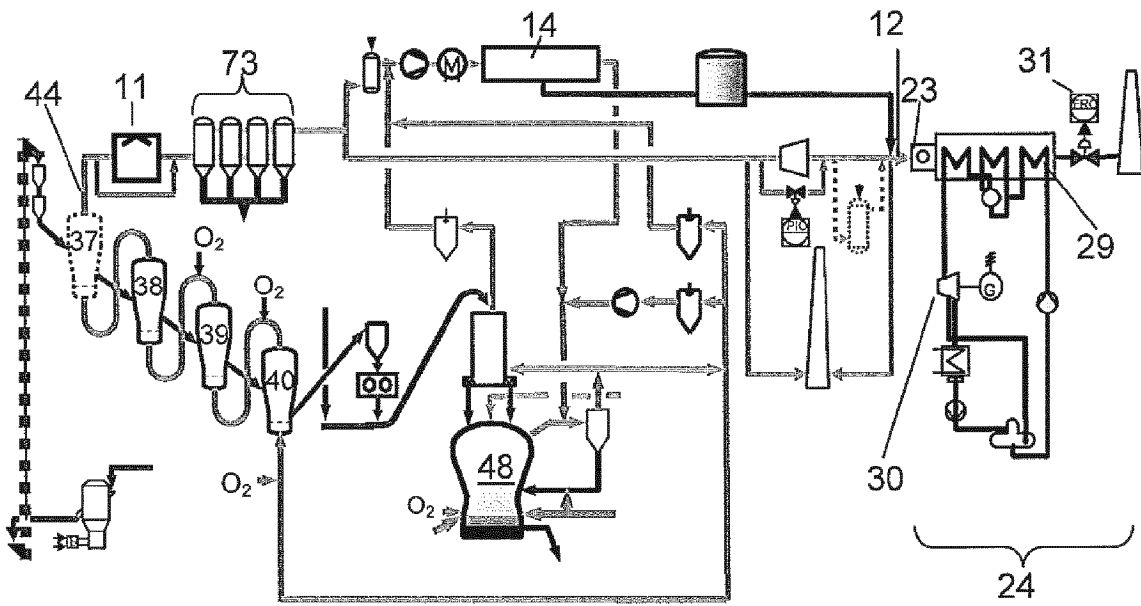


图 6