

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
C21B 13/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200380107447.9

[45] 授权公告日 2007 年 7 月 4 日

[11] 授权公告号 CN 1324149C

[22] 申请日 2003.12.23

[21] 申请号 200380107447.9

[30] 优先权

[32] 2002.12.23 [33] KR [31] 10-2002-0082630

[86] 国际申请 PCT/KR2003/002814 2003.12.23

[87] 国际公布 WO2004/057037 英 2004.7.8

[85] 进入国家阶段日期 2005.6.23

[73] 专利权人 POSCO 公司

地址 韩国庆尚北道

共同专利权人 浦项产业科学研究院

沃斯特-阿尔派因工业设备制造股份有限公司

[72] 发明人 南宫源 赵敏永 郑永探 张永宰

F·豪泽伯格

[56] 参考文献

US5192486A 1993.3.9

US5584910A 1996.12.17

CN1042840C 1999.4.7

US5354356 1994.10.11

审查员 吴琛琛

[74] 专利代理机构 北京北翔知识产权代理有限公司

代理人 郑建晖 李雒英

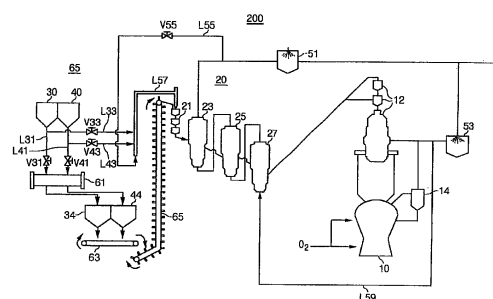
权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 2 页

[54] 发明名称

用于制造铁水的设备及其使用方法

[57] 摘要

本发明涉及用于制造铁水的设备及方法。用于制造铁水的方法包括步骤：通过干燥并且混合铁矿石和添加剂以提供含铁混合物；使含铁混合物通过一个或多个依次连接的流化床，这样将混合物转变为经还原和煅烧的还原材料；形成煤填充床，该煤填充床为热源，还原材料在其中熔融；将还原材料装载到煤填充床，并且将从煤填充床排出的还原气体提供给流化床；在提供含铁混合物的过程中，从流化床排出的废气被分流以干燥铁矿石和添加剂的至少一种。用于制造铁水的设备使用这种用于制造铁水的方法。通过使用本发明，可将铁矿石和添加剂的至少一种干燥并且输送，因此提高了能量效率，并且将所需设备数量最小化。



1. 一种用于制造铁水的方法，包括步骤：

通过干燥并且混合铁矿石和添加剂以提供含铁混合物；

将含铁混合物通过一个或多个依次连接的流化床，以将混合物转变为经还原并且煅烧的还原材料。

形成煤填充床，该煤填充床为热源，还原材料在其中熔融；

将还原材料装载到煤填充床，并且向煤填充床提供氧气以制造铁水；并且

将从煤填充床排出的还原气体提供给流化床，

其中在提供含铁混合物的步骤中，从流化床排出的废气被分流以干燥铁矿石和添加剂的至少一种。

2. 权利要求 1 的方法，其特征在于，在提供含铁混合物的步骤中，铁矿石和添加剂的至少一种在干燥之后立即被供应到流化床。

3. 权利要求 2 的方法，其特征在于，提供含铁混合物的步骤包括：卸载存储的铁矿石和添加剂；

在振动铁矿石和添加剂的同时使用单独的加热空气对其进行干燥；

将干燥过的铁矿石和添加剂存储；并且

将存储的铁矿石和添加剂供应到流化床。

4. 权利要求 1 的方法，其特征在于，在提供含铁混合物的步骤中，被分流的废气量占从流化床排出的废气量的 20~40%。

5. 权利要求 1 的方法，其特征在于，在提供含铁混合物的步骤中，铁矿石和添加剂的至少一种被输送并且同时被干燥。

6. 权利要求 5 的方法，其特征在于，在提供含铁混合物的步骤中，在输送铁矿石的情况下，废气的流速是 20~30m/s。

7. 权利要求 5 的方法，其特征在于，在提供含铁混合物的步骤中，在输送添加剂的情况下，废气的流速是 10~20m/s。

8. 权利要求 1 的方法，其特征在于，在提供含铁混合物的步骤中，铁矿石是具有 8mm 或者更小粒度的粉矿。

9. 一种用于制造铁水的设备，包括：

用于干燥和输送铁矿石和添加剂的输送管路；

一个或多个流化床反应器，所述流化床反应器还原和煅烧由输送管

路供应的铁矿石和添加剂以实施向还原材料的转化;

用于装载还原材料并接收氧气供应以制造铁水的熔炉-气化器;

用于将熔炉-气化器排出的还原气体供应到流化床反应器的还原气体供应管路; 以及

用于将从流化床反应器排出的废气分流并将该废气供应给输送管路的废气支路。

10. 权利要求 9 的设备, 还包括:

分别用于铁矿石和添加剂的料斗; 以及

连接至料斗并且将铁矿石和添加剂提供给输送管路的支路管路。

11. 权利要求 10 的设备, 还包括:

用于干燥供应到料斗的铁矿石和添加剂的干燥组件;

连接至干燥组件并存储干燥过的铁矿石和添加剂的料仓; 以及

连接至料仓并且将铁矿石和添加剂提供到流化床反应器的输送带。

12. 权利要求 9 的设备, 其特征在于, 所述输送管路竖向延伸, 将废气提供到输送管路的下端口, 并在高于废气供应位置 1~2m 的位置将铁矿石和添加剂供应到输送管路。

13. 权利要求 9 的设备, 其特征在于, 所述输送管路中废气的流速为 10~30m/s。

14. 权利要求 9 的设备, 其特征在于, 所述分流的废气量占从流化床反应器排出的废气量的 20~40%。

15. 权利要求 9 的设备, 其特征在于, 所述铁矿石是具有 8mm 或者更小粒度的粉矿。

用于制造铁水的设备及其使用方法

发明背景

发明领域

本发明涉及制造铁水的设备及方法，更具体而言，涉及在输送铁矿石和添加剂的同时对其进行干燥，接着通过流化床反应器的废气的显热，将铁矿石和添加剂装载进流化床反应器，从而制造铁水的设备和方法。

相关技术描述

钢铁工业是为建筑和汽车、船舶、家用器具以及我们使用的许多其他产品制造提供所需原材料的核心工业。它也是与人类共同进步的历史悠久的工业之一。铸铁厂在钢铁工业中起着关键的作用，在使用铁矿石和煤作为原料生产铁水（也就是，熔融状态的生铁）之后，由铁水生产出钢，随后供应给消费者。

世界上大约60%的铁的生产是通过采用在14世纪发展起来的鼓风炉熔炼法实现的。在鼓风炉熔炼法中，将以铁矿石和烟煤作为原料经历烧结过程而生产出的焦炭置于鼓风熔炉中，并向熔炉提供氧气以将铁矿石还原为铁，由此制造铁水。鼓风炉熔炼法是铁水生产的主要方面，要求原料具有至少一个预定的硬度水平和粒度，以保证熔炉中气体流通。需要其中具体的原煤经过处理的焦炭作为碳源，以用作燃料和还原剂。此外，需要经历过连续压制过程的烧结矿作为铁源。因而，在现代的鼓风熔炉炼法中，包括例如焦炭制造设备和烧结设备的原料制备和处理设备是必要的。不仅获得除了鼓风炉之外的辅助设备是必要的，还需要在辅助设备中防止污染生成和使污染最小化的设备。因此，投资总额相当大，最终增加了制造成本。

为了解决鼓风炉熔炼法中的这些问题，全世界的铸铁厂都做出了很大努力，以开发一种熔融还原方法，使它能够通过直接使用煤粉作为燃料和还原剂并且直接使用占世界矿石产量超过80%的粉矿作为铁源来制造铁水。

熔融还原方法一般使用初还原和终还原的两级方法。传统的铁水制造设备包括形成流化床的流化床反应器、和形成煤填充床并且与流化床反应器连接的熔炉-气化器。在室温下将铁矿石和添加剂装载进流化床反应器以进行初还原。由于高温还原气体从熔炉-气化器供应到流化床反应器，铁矿石和添加剂由于与高温还原气体接触结果而使得它们的温度增加。同时，90%或者更多的铁矿石和添加剂在室温下被还原，30%或者更多的铁矿石和添加剂被煅烧且被装载到熔炉-气化器。

将煤供应给熔炉-气化器以形成煤填充床，在室温下，铁矿石和添加剂在煤填充床内进行熔解和结渣，直至以铁水和炉渣排出。通过多个安装在熔炉-气化器外壁的风口供应氧气，这样煤填充床燃烧，然后氧气转化为高温还原气体，在此之后，高温还原气体被供应到流化床反应器。铁矿和添加剂在室温下还原之后，被排出至外界。排出的废气温度大约为 680℃，并且其压力为 1.7~2.5 巴。

在铁矿石被装载进流化床反应器以还原为还原铁的情况下，为了防止还原铁粘附于流化床反应器，并且为了防止在熔炉-气化器中的热损耗，将诸如石灰石和白云石这样的添加剂与铁矿石一起装载到流化床反应器。添加剂一般约占装载材料总量的 15~20%。

在将铁矿石和添加剂装载进流化床反应器之前，将铁矿石和添加剂在干燥设备中进行干燥，从而保证这些材料在流化床反应器中自由流动。为了实施此操作，将热空气供应到干燥设备以干燥铁矿石和添加剂。由于铁矿石占其与添加剂混合物的 80% 或者更多，所以总体运行条件基于铁矿石所需条件而确定。然而，因为添加剂的粒度和密度小于铁矿石的粒度和密度，所以如果干燥条件与铁矿石相同，小粒度的添加剂就会出现大量损耗。此外，为了实现满意的干燥效果，施加给干燥设备大量载荷，所以干燥设备经常出现故障。最后，50% 或者更多的铁矿石变为 1mm 或者更小的粉矿，从而阻塞干燥设备，因此需要频繁停止生产。

发明内容

本发明旨在解决以上问题。本发明提供用于制造铁水的设备和方法，其中流化床反应器的废气用作输送气体以输送铁矿石和添加剂，同时，废气的显热被用来干燥铁矿石和添加剂，这样减小了干燥的成本。

一种用于制造铁水的方法，包括步骤：通过干燥并且混合铁矿石和添加剂提供含铁混合物；使含铁混合物通过一个或多个依次连接的流化床，由此将混合物转变为被还原并且被煅烧的还原材料；形成煤填充床，该煤填充床作为热源，还原材料在其中熔融；将还原材料装载到煤填充床，并且将氧气供应至煤填充床以制造铁水；以及将从煤填充床排出的还原气体提供给流化床。在提供含铁混合物的步骤中，从流化床排出的废气被分流以干燥铁矿石和添加剂中的至少之一。

在提供含铁混合物的步骤中，铁矿石和添加剂中的至少之一可在干燥之后立即供应到流化床。

提供含铁混合物的步骤可包括：卸载存储的铁矿石和添加剂；在振动铁矿石和添加剂的同时使用独立的加热空气对其进行干燥；将干燥过的铁矿石和添加剂存储；并且将存储的铁矿石和添加剂供应到流化床。

优选地，在提供含铁混合物的步骤中，被分流的废气量占从流化床排出的废气量的 20~40%。

优选地，在提供含铁混合物的步骤中，铁矿石和添加剂的至少一种被输送并且同时被干燥。

此外，在提供含铁混合物的步骤中，在输送铁矿石的情况下，废气的流速优选地是 20~30m/s (米/秒)，并且在输送添加剂的情况下，废气的流速优选地是 10~20m/s。

优选地，在提供含铁混合物的步骤中，铁矿石是具有 8mm 或者更小粒度的粉矿。

用于制造铁的设备包括：用于干燥和输送铁矿石和添加剂的输送管路；一个或多个流化床反应器，所述流化床反应器还原和煅烧由输送管路供应的铁矿石和添加剂以实施向还原材料的转化；用于装载还原材料并接收氧气供应以制造铁的熔炉-气化器；用于将熔炉-气化器排出的还原气体供应到流化床反应器的还原气体供应管路；以及用于将从流化床反应器排出的废气分流并将该废气供应给输送管路的废气支路。

所述设备还可包括分别用于铁矿石和添加剂的料斗；以及连接至料斗并且将铁矿石和添加剂提供给输送管路的支路管路。

所述设备还可包括用于干燥供应到料斗的铁矿石和添加剂的干燥

组件；连接至干燥组件并存储干燥过的铁矿石和添加剂的料仓；以及连接至料仓并且将铁矿石和添加剂提供到流化床反应器的输送带。

优选地，输送管路竖向延伸，将废气提供到输送管路的下端口，并在高于输送管路供应位置 1~2m 的位置将铁矿石和添加剂供应到输送管路。

优选地，输送管路中废气的流速为 10~30m/s。

优选地，分流的废气量占从流化床反应器排出的废气量的 20~40%。

此外，铁矿石优选地是具有 8mm 或者更小粒度的粉矿。

附图简述

图 1 是根据本发明的第一实施方案的用于制造铁水的设备的示意图。

图 2 是根据本发明的第二实施方案的用于制造铁水的设备的示意图。

具体实施方式

现在结合附图对本发明的优选实施方案进行详细描述。必须清楚理解的是，对本领域内的普通技术人员来说，可对基础的发明构思进行多种变动和/或改动。实施方案实质上应看作是示例性的，而非限制性的。

图 1 是根据本发明实施方案的用于制造铁水的设备的示意图。该设备对铁矿石和添加剂进行干燥和输送，并且将铁矿石和添加剂供应到流化床反应器。

根据本发明的第一实施方案的用于制造铁水的设备 100 包括流化床反应器单元 20、熔炉-气化器 10、原料供应单元 60、以及其他附属设备的主要元件。流化床反应器单元 20 包括一个或多个内部具有流化床的流化床反应器，并且将铁矿石和添加剂还原并锻烧为还原材料。将还原材料装载进熔炉-气化器 10，该熔炉-气化器 10 中包括煤填充床，将氧气提供给熔炉-气化器 10 以由此生产铁水。从熔炉-气化器 10 排出的还原气体经过流化床反应器还原和锻烧铁矿以及添加剂，在此之后将还原气体排出至外界。

现在对用于制造铁水的设备中包括的元件进行更详细地介绍。

流化床反应器单元 20 包括装载含铁混合物的摇摆式料斗 (rock

hopper) 21 和一个或多个流化床反应器, 铁矿石和添加剂在该摇摆式料斗 21 中混合, 所述流化床反应器中具有流化床。一个中间装料装置设置在图 1 所示的摇摆式料斗 21 中, 能够将铁矿石和添加剂装载到压力保持在常压至 1.5 ~ 3.0 个大气压的流化床反应器中。

流化床反应器包括预热反应器 23、初还原反应器 25 和终还原反应器 27, 所述预热反应器 23 用于预热装载的含铁混合物, 所述初还原反应器 25 用于对在预热反应器 23 中预热过的含铁混合物实施初还原, 所述终还原反应器 27 用于对在初还原反应器 25 中被还原的含铁混合物实施终还原。图 1 中, 虽然显示流化床反应器包括三级, 但这样的构造只是为了示例目的, 本发明并不限于这一方面。因而, 流化床反应器可以使用各种不同数目的级别。提供给流化床反应器的铁矿石和添加剂通过与高温还原气流接触形成流化床, 并转化为 80℃ 或者更高温度的高温还原材料, 80% 或者更多被还原, 并且 30% 或者更多被锻烧。

虽然图 1 中未显示, 但是为了防止将由流化床反应器排出的还原材料直接装载到熔炉 - 气化器 10 时产生的散射损失, 可在这些元件之间安装热压制设备。而且, 安置用于将由流化床反应器排出的还原材料提供给熔炉 - 气化器 10 的热中间容器 12, 由此使向熔炉 - 气化器 10 提供还原材料变得容易。

将通过压制煤粉获得的块煤或者型煤提供给熔炉 - 气化器 10 以形成煤填充床。提供给熔炉 - 气化器 10 的块煤或型煤通过煤填充床上部区域的热解反应和煤填充床下部区域的使用氧气的燃烧反应而气化。在熔炉 - 气化器 10 中由气化反应产生的热还原气体通过还原气体供应管路 L59 被连续供应给流化床反应器以用作还原剂和流态化气体, 该还原气体供应管路 L59 连接至终还原反应器 27 的后端。

在熔炉 - 气化器 10 的煤填充床上方区域形成圆顶状的空区间。气体流速由于空区间而减小, 这样防止了装载的还原材料中包含的大量细粉末、由于熔炉 - 气化器 10 内装载的煤的温度突然升高而产生的细粉末从熔炉 - 气化器 10 卸出。此外, 这样的构造能够对由于直接使用煤所产生的气体量的不规则变化而引起的熔炉 - 气化器 10 内的压力变化进行吸收。当煤下降到煤填充床的底部, 它被气化且除去其中的挥发性物质, 并且最终通过熔炉 - 气化器底部的风口提供的氧气燃烧。

产生的燃烧气体上升经过煤填充床，转化成高温还原气体并被排出至熔炉-气化器 10 的外面。燃烧气体的一部分在通过集水装置 51 和 53 时被洗涤和冷却，这样使施加给熔炉-气化器 10 的压力保持在 3.0~3.5 个大气压的范围内。

旋风除尘器 14 收集在熔炉-气化器 10 中产生的废气，这样灰尘又被供应到熔炉-气化器 10 中，气体作为还原气体通过还原气体供应管路 L59 被提供给流化床反应器。

还原铁连同煤一起滴落至煤填充床内的底部，以进行终还原，并且被燃烧气体和由气化以及燃烧煤产生的燃烧热熔化，在此之后将铁排出至外界。

原料供应单元 60 使用从流化床反应器排出的废气，该原料供应单元 60 包括铁矿石料斗 30、添加剂料斗 40、和输送管路 L57，用于干燥铁矿石和添加剂并将它们输送到流化床反应器单元 20 中。从铁矿石料斗 30 和添加剂料斗 40 中分别排出的铁矿石和添加剂通过连接至铁矿石供应管路 L30 和添加剂供应管路 L40 的输送管路 L57 供应到摇摆式料斗 21。在流化床反应器中，从预热反应器 23 排出的部分废气通过分流的废气支路 L55 被供应到输送管路 L57。输送管路 L57 竖向延伸，并且在高于废气的供应位置 1~2m 的位置将铁矿石和添加剂供应给输送管路 L57。如果从高于废气供应位置 1~2m 的位置供应铁矿石和添加剂，则在干燥和输送过程中出现的铁矿石和添加剂的散射损失会最小化，并且与废气的接触面积会最大化，这样可以对铁矿石和添加剂进行高效的干燥和输送。如图 1 中显示的铁矿石和添加剂自输送管路 L57 的供应位置只是用于说明目的，并不是为了限制本发明。因而，唯一必要的是满足以上描述的条件。

来自废气支路 L55 的废气干燥和输送铁矿石和添加剂，废气支路 L55 连接到装载至摇摆式料斗 21 的输送管路 L57 的下端口。被分流并在干燥和输送中使用的废气量优选地占从流化床反应器排出的废气量的 20~40%。如果使用这个废气量，被干燥和输送的铁矿石和添加剂的量就足够制造铁水。

如果使用具有 8mm 或者更小粒度的铁矿石，则体积和密度相对较低，向摇摆式料斗 21 的供应可以是平稳的。此外，输送管路 L57 中适合的废气的流速为 10~30m/s。如果废气的流速小于 10m/s，则输送管

路 L57 底部的压力增加,使得废气流动不稳定。另一方面,如果废气的流速超过 30m/s,就可能出现散射损失。

因此,通过使用废气作为铁矿石和添加剂的输送气体并且通过废气的显热干燥铁矿石和添加剂,可循环利用废气,从而节约了能量,并且可稳定实现干燥。由于干燥和输送同时在输送管路 L57 中进行,因此用于干燥和输送的不同类型的设备的数目显著减小。尤其是,提供给输送管路 L57 的铁矿石和添加剂的量可分别通过铁矿石阀 V30 和添加剂阀 V40 进行调整,并且供应给输送管路 L57 的废气量可通过废气阀 V55 进行调整。

在根据本发明的第一实施方案的用于制造铁水的设备中,根据工作条件选择性地将铁矿石和添加剂供应到输送管路 L57,从而实现干燥和输送。在将添加剂供应到输送管路 L57 以实现干燥和输送的情况下,打开阀 V40 同时关闭阀 V30,这样只干燥和输送添加剂。在这种情况下,供应给输送管路 L57 的废气的流速优选地是 10~20m/s。如果废气的流速小于 10m/s,则装载到输送管路 L57 下部的添加剂不能在输送管路 L57 中被充分传送,并且一些颗粒在输送管路 L57 的下部积聚。因此,输送管路 L57 下部的压力显著增加,这样在输送管路 L57 中的流动就变得不稳定。另一方面,废气流速超过 20m/s 是不适合的,因为添加剂的粒度太小。这里,处理的铁矿石量大约是 100~130 吨/天,并且处理的添加剂量大约是 15~30 吨/天。

此外,在将铁矿石供应到输送管路 L57 以实现干燥和输送的情况下,打开阀 V30 同时关闭阀 V40,这样只干燥和输送铁矿石。在这种情况下,供应给输送管路 L57 的废气的流速优选地稍微大些。与添加剂相比,由于铁矿石具有更大的粒度和密度,废气的流速优选地是 20~30m/s。如上所述,可如本发明的第一实施方案,铁矿石和添加剂可分别干燥和输送,或者可混合然后再干燥和输送。

图 2 是根据本发明的第二实施方案的用于制造铁水的设备的示意图。

除了原料供应单元 65 之外,图 2 中显示的根据本发明第二实施方案的用于制造铁水的设备 200 与第一实施方案的相同。因而,对与第一实施方案的元件相同的用于制造铁水的设备 200 的元件不做描述,而集中对原料供应单元 65 进行解释说明。

如图 2 所示, 原料供应单元 65 包括铁矿石料斗 30、添加剂料斗 40、干燥组件 61、铁矿石料仓 34、添加剂料仓 44, 以及输送带 63 和 65。

与铁矿石料斗 30 连接的铁矿石供应管路 L31 和与添加剂料斗 40 连接的添加剂供应管路 L41 连接到干燥组件 61, 以向干燥组件提供铁矿石和添加剂。干燥组件 61 向其分散板 (dispersing plate) 的下端区域提供热空气, 这样铁矿石和添加剂被振动到流化床状态的同时被干燥。在干燥组件 61 中干燥的铁矿石和添加剂分别存储在铁矿石料仓 34 和添加剂料仓 44。将干燥过并且存储过的铁矿石和添加剂通过第一输送带 63 传输。第一输送带 63 与竖向的第二输送带 65 连接, 这样将干燥的铁矿石和添加剂装载到摇摆式料斗 21 中。

通过将输送管路 L57 连接到以上设备使用本发明的第二实施方案。通过与铁矿石供应管路 L31 连接的铁矿石旁通管路 L33 将铁矿石供应到输送管路 L57, 并且通过与添加剂供应管路 L41 连接的添加剂旁通管路 L43 将添加剂供应到输送管路 L57。因而, 铁矿石和添加剂形成含铁混合物并在干燥之后被立即供应给具有流化床的流化床反应器。

尤其是, 当干燥组件 61 出现故障或过多载荷施加给干燥组件 61 时, 第二实施方案的用于制造铁水的设备 200 通过使用旁通管路 L33 和 L43 提供了特别的方便。

也就是说, 在干燥组件 61 出现故障的情况下, 将通至干燥组件 61 的阀 V31 和阀 V41 关闭, 而打开分别安装在旁通管路 L33 和 L43 上的阀 V33 和阀 V43, 这样铁矿石和添加剂直接供应到输送管路 L57。此外, 打开阀 V55, 这样通过废气支路 L55 将废气提供到输送管路 L57, 以便对铁矿石和添加剂进行干燥并将它们输送到摇摆式料斗 21。因而, 铁矿石和添加剂被连续地干燥和输送, 使得它们能够被装载到流化床反应器, 从而能够更加灵活地实施铁水的制造。

在向干燥组件 61 施加大量载荷的情况下, 在通至干燥组件 61 的两个阀 V31 和 V41 打开的状态下, 打开阀 V33 和阀 V43, 这样供应给干燥组件 61 的一部分铁矿石和添加剂被供应到输送管路 L57。因此, 将施加给干燥组件 61 的载荷最小化。

以下通过实验例将对本发明进行更详细地描述。该实验例只是用

来说明本发明，而不是为了限制本发明。

实验例

将铁矿石和石灰石添加剂通过输送管路干燥并输送。该个案中使用的铁矿石和添加剂的特性如下表 1 所示。

表 1

	铁矿石	添加剂（石灰石）
组成	T. Fe 63.43wt%（重量百分比） FeO 0.24wt% SiO ₂ 3.41wt% Al ₂ O ₃ 2.04wt%	CaO 50.67wt% MgO 2.44wt% SiO ₂ 1.48wt%
含水量	5~10wt%	5wt%或者更少
粒度分布	8mm 或者更小	4mm 或者更小

在从流化床反应器排出的废气中，20~40%被分流供应给输送管路。供应给输送管路的废气的详细情况如下表 2 所示。

表 2

组成	CO 20vol%（体积百分比），H ₂ 21vol%， CO ₂ 20vol%，N ₂ 39vol%
温度和压力	680℃，1.7~20.0kgf/cm ²
流速	8000~9000Nm ³ /hr

在铁矿石和石灰石添加剂均被供应给输送管路的情况下，竖直延伸的输送管路的尺寸、输送管路中的气体流速和压降如下表 3 所示。

表 3

尺寸		内径 0.2m，高 40.0m
铁矿石	气体流速	20~30m/s
	压降	0.30~0.50kgf/cm ²
添加剂	气体流速	10~20m/s
	压降	0.05~0.2kgf/cm ²

下面表 4 显示干燥之前的含水量和干燥之后的含水量对比结果以及在输送管路中输送铁矿石和添加剂的结果。

表 4

	铁矿石	添加剂（石灰石）
处理速度	100 ~ 130 吨/天	15 ~ 30 吨/天
干燥之前的含水量	5 ~ 10wt %	5 ~ 6wt %
干燥之后的含水量	3wt % 或者更少	1wt % 或者更少

如表 4 所示，当通过输送管路干燥铁矿石和添加剂时，铁矿石和添加剂中的含水量显著减小，从而表示高效地实现了输送和干燥。

本发明具有可以使用粉矿和精细添加剂的优势。也就是说，通过使用最小粒度的粉矿和添加剂，这些材料可在被输送的同时使用废气对其进行干燥。

在本发明中，由于从流化床出来的废气被分流并使用，减少了废气量并且重新利用了能量。

特别地，通过在对铁矿石和添加剂干燥之后立即供应给流化床，进一步提高了在流化床中的预热和还原速度。

而且，由于可将本发明应用于一般干燥组件，可采取预防措施以防止干燥组件出现任何问题，并且施加给干燥组件的负载可以分散，这样可更加灵活地操纵用于制造铁水的设备。

使用多级流化床还原含铁混合物，可得到充分还原并锻烧的还原材料。

虽然连同某些示范实施方案一起在上文详细说明了本发明的实施方案，但应该理解的是，本发明并不限于所公开的示范实施方案，相反地，其旨在涵盖附加权利要求书中限定的落在本发明精神和范围内的各种改变和/或等同方案。

