



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103667569 B

(45) 授权公告日 2015. 09. 09

(21) 申请号 201310424677. 3

(22) 申请日 2013. 09. 17

(30) 优先权数据

2012-208658 2012. 09. 21 JP

(73) 专利权人 普锐特冶金技术日本有限公司

地址 日本东京都港区芝五丁目 34 番 6 号

(72) 发明人 神川进 水城英明 伊藤荣基

佐藤惠一 范庆山

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

代理人 雒运朴

(51) Int. Cl.

C21B 13/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1338036 A, 2002. 02. 27,

US 2004163493 A1, 2004. 08. 26,

US 5730775 A, 1998. 03. 24,

JP 3330918 B2, 2002. 10. 07,

US 2009229414 A1, 2009. 09. 17,

JP 2002097507 A, 2002. 04. 02,

CN 1211624 A, 1999. 03. 24,

审查员 杨鹏鹏

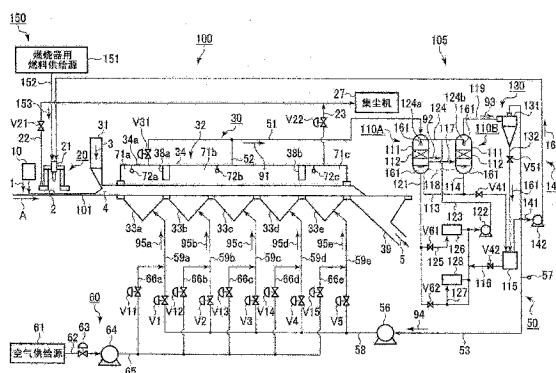
权利要求书2页 说明书13页 附图3页

(54) 发明名称

部分还原铁制造装置

(57) 摘要

本发明提供能不使用燃烧用炭材而制造部分还原铁且能有效活用废气中的焦油成分而抑制热能损失的部分还原铁制造装置。具备:废气循环装置(50),使利用由加热炉(20)加热的点火用原料颗粒的热量而自原料颗粒排出的废气的一部分循环,并将该循环的废气的一部分与空气混合而成的含氧气体向由点火用原料颗粒的热量加热的原料颗粒供给;液状焦油分离装置(105),设于废气循环装置,将废气中的焦油成分以液状焦油的形式分离;通过向环形炉栅的移动方向上游侧供给高氧浓度的气体而形成原料颗粒的燃烧域,并向燃烧域的环形炉栅的移动方向下游侧供给低氧浓度的气体而形成原料颗粒的加热域,从而加热还原原料颗粒的层方向整体而制造部分还原铁。



1. 一种部分还原铁制造装置,其具备加热机构和原料颗粒供给机构,

该部分还原铁制造装置的特征在于,

该部分还原铁制造装置还具备点火用原料颗粒供给机构、废气循环机构和液状焦油分离机构,

所述点火用原料颗粒供给机构将由与原料颗粒相同的材料构成的点火用原料颗粒以规定的高度积载于环形炉栅上,所述原料颗粒对氧化铁含有原料和还原用炭材进行混合造粒而成;

所述加热机构将积载于所述环形炉栅上的所述点火用原料颗粒加热至还原温度区域;

所述原料颗粒供给机构将所述原料颗粒积载于由所述加热机构加热了的所述点火用原料颗粒上;

所述废气循环机构使利用所述点火用原料颗粒的热量而自所述原料颗粒排出的废气的一部分循环,并将该循环的废气的一部分与空气混合而成的含氧气体向由该点火用原料颗粒的热量加热的所述原料颗粒供给;

所述液状焦油分离机构设于所述废气循环机构,将所述废气中的焦油成分以液状焦油的形式自该废气分离,

在上述环形炉栅的移动方向上游侧,向由所述加热机构加热了的所述点火用原料颗粒供给高氧浓度的所述含氧气体而形成所述原料颗粒的燃烧域,相对于所述原料颗粒的所述燃烧域在所述环形炉栅的移动方向下游侧,向所述原料颗粒供给低氧浓度的所述含氧气体而形成所述原料颗粒的加热域,从而对所述原料颗粒的层方向整体进行加热还原而制造部分还原铁。

2. 根据权利要求 1 所述的部分还原铁制造装置,其特征在于,

所述液状焦油分离机构具有气液分离机构,该气液分离机构对所述废气进行冷却而使该废气中的焦油成分冷凝,从而将液状焦油自所述废气分离;

所述气液分离机构具备:

塔主体,所述废气流入该塔主体;

液状焦油喷射机构,其在所述塔主体内喷射液状焦油;

液状焦油供送机构,其回收利用自所述液状焦油喷射机构喷射出的所述液状焦油使所述废气中的焦油成分冷凝而成的液状焦油以及自所述液状焦油喷射机构喷射出的所述液状焦油,并将这些回收的液状焦油向所述液状焦油喷射机构供送。

3. 根据权利要求 2 所述的部分还原铁制造装置,其特征在于,

所述气液分离机构还具备温度调整机构,该温度调整机构设于所述液状焦油供送机构,调整所述液状焦油的温度。

4. 根据权利要求 2 或 3 所述的部分还原铁制造装置,其特征在于,

所述气液分离机构有两个;

一个所述气液分离机构和另一所述气液分离机构串联配置。

5. 根据权利要求 4 所述的部分还原铁制造装置,其特征在于,

所述液状焦油分离机构还具备雾状焦油分离机构,该雾状焦油分离机构设于所述气液分离机构的后段,使所述废气中的雾状焦油自该废气分离。

6. 根据权利要求 5 所述的部分还原铁制造装置,其特征在于,

该部分还原铁制造装置还具备:

液状焦油储藏机构,其与所述液状焦油分离机构连接设置,储藏在该液状焦油分离机构中分离出的所述液状焦油;

液状焦油供给机构,其向所述加热机构供给储藏于所述液状焦油储藏机构的所述液状焦油。

部分还原铁制造装置

技术领域

[0001] 本发明涉及对包含氧化铁的团块物进行还原而制造部分还原铁的部分还原铁制造装置。

背景技术

[0002] 作为将未装入燃烧用炭材的炭材内装颗粒向移动炉栅上填充并进行加热还原来制造还原铁的现有技术，公开有例如下述的专利文献 1。

[0003] 但是，在该专利文献 1 记载的技术中存在以下的问题，而无法获得高还原率的部分还原铁。

[0004] (1) 在对炭材内装颗粒进行干燥之后，通过气体喷灯进行点火，使空气向此处流通来使上述炭材内装颗粒燃烧而进行加热，因此，在炭材内装颗粒的填充层中的空气所流入的一侧，始终持续燃烧，无法进行还原，另外，即使发生还原，也会因空气而发生再氧化，故还原率完全无法升高。由于高温状态的持续，熔融炉渣过量地产生，存在变得难以操作的可能性。

[0005] (2) 离开炭化域的颗粒被氧浓度 5% 以下的高温不活泼气体加热，虽然发生基于残留的碳质材料的金属化，但残留碳较少，金属化率较低。另外，在填充层下部成为高温之前，填充层上部暴露在由高温的碳质材料产生的二氧化碳、水蒸气等强氧化性气体中，故发生再氧化。

[0006] (3) 需要大量热量的金属化域的高温气体通过使由在炭化域中产生的煤炭中的可燃挥发成分的一部分或由还原反应所产生的 CO 气体燃烧而制成，但可燃成分相对于废气整体的量较少，故另行需要辅助燃料。

[0007] 鉴于上述的问题，作为向对还原用炭材、粉铁矿石、造渣剂进行混合造粒而成的颗粒进一步被覆并装入燃烧用炭材，在对燃烧用炭材进行点火之后，借助空气的下方吸引来烧成而制造部分还原铁的现有技术，公开有例如下述的专利文献 2、专利文献 3 等。

[0008] 在先技术文献

[0009] 专利文献

[0010] 专利文献 1：日本特公昭 45-39331 号公报

[0011] 专利文献 2：日本特公平 8-9739 号公报

[0012] 专利文献 3：日本特开 2005-97645 号公报

[0013] 专利文献 4：日本特开 2011236472 号公报（例如，参照段落 [0023]、[0027]、[0034]、[图 1]、[图 3] 等）

[0014] 但是，在上述的专利文献 2、3 记载的现有的部分还原铁的制造方法中，存在以下的问题。首先，被装入的燃烧用炭材优先发生燃烧，故由被加热的颗粒产生的一氧化碳或煤炭中的可燃挥发成分几乎不燃烧，无法从填充层排出来有效利用，因此，存在燃料消耗单位变多，CO₂ 的排出量增加的问题。另外，燃烧用炭材在碳成分变无之前持续燃烧，因此，颗粒的冷却速度变慢，被还原的颗粒中的金属铁在高温状态下与空气接触的时间变长，因此，存

在发生再氧化而导致金属化率降低这样的问题。也就是说,在现有技术中,利用对原料颗粒进行点火的燃烧用炭材来点火并使其燃烧而制造部分还原铁,会导致制造成本相应于使用的燃烧用炭材而增加。

[0015] 另外,在制造上述部分还原铁的装置中,从有效活用能量的观点出发,期望有效利用在作为还原铁制造装置的转底炉内产生的可燃性废气。例如,专利文献 4 公开了一种在除去在转底炉内产生的炉底废气中的尘埃之后,利用循环管道回收该废气的一部分,将其作为辐射管燃烧器的燃料的一部分而进行再利用的还原铁的制造方法。但是,在专利文献 4 记载的还原铁的制造方法中,在气体排出口设有焦油分解催化剂,使炉底废气燃烧而防止焦油附着于排气管道,由于利用焦油分解催化剂燃烧除去炉底废气中的焦油,因此,无法有效活用炉底废气中的焦油成分,并会招致相应的热能损失。

发明内容

[0016] 基于以上内容,本发明是为了解决上述问题而做成的,其目的在于,提供一种即使不使用燃烧用炭材也能制造部分还原铁,并且能通过有效活用废气中的焦油成分而抑制热能损失的部分还原铁制造装置。

[0017] 解决上述问题的本发明所涉及的部分还原铁制造装置的特征在于,其具备:

[0018] 点火用原料颗粒供给机构,其将由与原料颗粒相同的材料构成的点火用原料颗粒以规定的高度积载于环形炉栅上,所述原料颗粒对氧化铁含有原料和还原用炭材进行混合造粒而成;

[0019] 加热机构,其将积载于所述环形炉栅上的所述点火用原料颗粒加热至还原温度区域;

[0020] 原料颗粒供给机构,其将所述原料颗粒积载于由所述加热机构加热了的所述点火用原料颗粒上;

[0021] 废气循环机构,其使利用所述点火用原料颗粒的热量而自所述原料颗粒排出的废气的一部分循环,并将该循环的废气的一部分与空气混合而成的含氧气体向由该点火用原料颗粒的热量加热的所述原料颗粒供给;

[0022] 液状焦油分离机构,其设于所述废气循环机构,将所述废气中的焦油成分以液状焦油的形式自该废气分离,

[0023] 在所述环形炉栅的移动方向上游侧,向由所述加热机构加热了的所述点火用原料颗粒供给高氧浓度的所述含氧气体而形成所述原料颗粒的燃烧域,相对于所述原料颗粒的所述燃烧域在所述环形炉栅的移动方向下游侧,向所述原料颗粒供给低氧浓度的所述含氧气体而形成所述原料颗粒的加热域,从而对所述原料颗粒的层方向整体进行加热还原而制造部分还原铁。

[0024] 解决上述问题的本发明所涉及的部分还原铁制造装置是上述的方案所涉及的部分还原铁制造装置,其特征在于,

[0025] 所述液状焦油分离机构具有气液分离机构,该气液分离机构对所述废气进行冷却而使该废气中的焦油成分冷凝,从而将液状焦油自所述废气分离;

[0026] 所述气液分离机构具备:塔主体,所述废气流入该塔主体;液状焦油喷射机构,其在所述塔主体内喷射液状焦油;液状焦油供送机构,其回收利用自所述液状焦油喷射机构

喷射出的所述液状焦油使所述废气中的焦油成分冷凝而成的液状焦油以及自所述液状焦油喷射机构喷射出的所述液状焦油,并将这些回收的液状焦油向所述液状焦油喷射机构供给。

[0027] 解决上述问题的本发明所涉及的部分还原铁制造装置是上述的方案所涉及的部分还原铁制造装置,其特征在于,

[0028] 所述气液分离机构还具备温度调整机构,该温度调整机构设于所述液状焦油供给机构,调整所述液状焦油的温度。

[0029] 作为所述温度调整机构,例如可举出冷却装置、加热器等。

[0030] 解决上述问题的本发明所涉及的部分还原铁制造装置是上述的方案所涉及的部分还原铁制造装置,其特征在于,

[0031] 所述气液分离机构有两个;

[0032] 一个所述气液分离机构和另一所述气液分离机构串联配置。

[0033] 解决上述问题的本发明所涉及的部分还原铁制造装置是上述的方案所涉及的部分还原铁制造装置,其特征在于,

[0034] 所述液状焦油分离机构还具备雾状焦油分离机构,该雾状焦油分离机构设于所述气液分离机构的后段,将所述废气中的雾状焦油自该废气分离。

[0035] 解决上述问题的本发明所涉及的部分还原铁制造装置是上述的方案所涉及的部分还原铁制造装置,其特征在于,

[0036] 该部分还原铁制造装置还具备:

[0037] 液状焦油储藏机构,其与所述液状焦油分离机构连接设置,储藏在该液状焦油分离机构中分离出的所述液状焦油;

[0038] 液状焦油供给机构,其向所述加热机构供给储藏于所述液状焦油储藏机构的所述液状焦油。

[0039] 根据本发明所涉及的部分还原铁制造装置,即使不使用燃烧用炭材也能制造部分还原铁,并且能够通过有效活用废气中的焦油成分而抑制热能损失。

附图说明

[0040] 图1是表示本发明所涉及的部分还原铁制造装置的主要的实施方式的概略图。

[0041] 图2是本发明所涉及的部分还原铁制造装置的主要的实施方式的说明图,图2的(a)中表示该主要的实施方式所具备的还原炉的剖面,图2的(b)中表示还原炉中的氧浓度与原料颗粒的填充层高的关系。

[0042] 图3是表示将本发明所涉及的部分还原铁制造装置的主要的实施方式所具备的还原炉内的原料颗粒填充为200mm的高度且借助朝上通风进行加热时的自填充层下表面起在层高方向上的温度变化的一例的曲线图。

[0043] 附图标记说明

[0044] 1:点火用原料颗粒;2:点火用原料颗粒层;3:原料颗粒;4:原料颗粒的填充层;5:部分还原铁;10:点火用原料颗粒供给装置;20:加热炉;21:燃烧用燃烧器;22:排气管;23:冷却区域气体排气管;30:还原炉;31:原料颗粒供给装置(供矿漏斗);32:还原炉主体;33a~33e:风箱;34:罩盖;35:轨道;36:支承部;37:辊;38a、38b:分隔板;41、43:水

封池 ;42、44 :密封壁 ;51 :第一排气管 ;52 :第二排气管 ;53 :气体送出管 ;56 :泵 ;57 : O_2 传感器 ;58 :循环气体送出管 ;59a ~ 59e :第一~第五分支循环气体送出管 ;60 :空气供给装置 ;61 :空气供给源 ;62 :空气供送管 ;63 :流量调整阀 ;64 :泵 ;65 :空气送出管 ;66a ~ 66e :第一~第五分支空气送出管 ;71a :点火区域 ;71b :还原区域 ;71c :冷却区域 ;100 :炉栅式还原炉 ;101 :环形炉栅 105 :液状焦油分离装置 ;110A、110B :气体冷却塔 ;111 :塔主体 ;112 :焦油成分冷凝促进器 ;113 :液状焦油排出管 ;114 :液状焦油排出管 ;115 :液状焦油储藏罐 ;116 :罐内液状焦油供送管 ;117 :一次冷却过后废气送出管 ;118 :液状焦油联络管 ;119 :联络管 ;121 :液状焦油循环管 ;122 :循环泵 ;123 :液状焦油供送管 ;124 :液状焦油喷射管 ;125 :第一液状焦油分支管 ;126 :加热器 ;127 :第二液状焦油分支管 ;128 :冷却器 ;130 :雾状焦油分离装置 ;131 :装置主体 ;132 :液状焦油排出管 ;140 :液状焦油供给装置 ;141 :液状焦油供给管 142 :液状焦油供给泵 ;150 :燃烧器用燃料供给装置 ;151 :燃烧器用燃料供给源 ;152 :燃烧器用燃料供给管 ;153 :燃烧器用燃料 161 :液状焦油 ;V21 :阀 ;V22 :流量调整阀 ;V31、V41、V42、V51 :开闭阀 V61 :加热器切换阀 V62 :冷却装置切换阀。

具体实施方式

[0045] 关于用于实施本发明所涉及的部分还原铁制造装置的方式,在以下进行说明,但本发明不限于附图所记载的装置。

[0046] [主要的实施方式]

[0047] 根据图 1 ~ 图 3,对于本发明所涉及的部分还原铁制造装置的主要的实施方式进行说明。需要说明的是,在图 1 中,箭头 A 表示炉栅的行进方向。

[0048] 如图 1、图 2 的 (a)、图 2 的 (b) 所示,本实施方式所涉及的部分还原铁制造装置具备上方吸引型的炉栅式还原炉 100。炉栅式还原炉 100 具备点火用原料颗粒供给装置 10、加热炉 20、还原炉 (部分还原炉) 30,这些装置从炉栅 (环形炉栅) 101 的行进方向上游起侧按记载的顺序依次配置。

[0049] 点火用原料颗粒供给装置 10 是将点火用原料颗粒 1 向炉栅 101 上供给并将上述点火用原料颗粒 1 层叠成规定的高度的装置。也就是说,点火用原料颗粒供给装置 10 成为原料颗粒供给机构。上述点火用原料颗粒 1 由与具体细节在后叙述的原料颗粒 3 相同的材料构成,成为原料颗粒 3 的一部分。作为点火用原料颗粒 1 的层叠高度,是能够对被填充在点火用原料颗粒层 2 上的后述的原料颗粒 3 进行点火的高度,例如为高于 5mm 且低于 20mm 的范围,优选为高于 5mm 且小于等于 10mm 的范围。若点火用原料颗粒层 2 的层叠高度小于等于 5mm,点火用原料颗粒 1 的热量较小,由于热量不足而无法从原料颗粒 3 的还原用炭材产生可燃挥发成分,若点火用原料颗粒层 2 的层叠高度大于等于 20mm,则最下层的颗粒不易被加热,会产生未还原颗粒。

[0050] 加热炉 20 具备将向炉栅 101 上供给的点火用原料颗粒层 2 (点火用原料颗粒 1) 加热至还原温度区域的燃烧用燃烧器 21。也就是说,加热炉 20 成为能够控制内部温度的加热机构。加热炉 20 具有能够使点火用原料颗粒层 2 升温至规定温度的炉长。加热炉 20 还具备燃烧气体排气管 22。在燃烧气体排气管 22 上设有阀 V21。燃烧气体排气管 22 的后端部侧与集尘机 27 连接。因而,由燃烧用燃烧器 21 对点火用原料颗粒层 2 进行加热时产生的燃烧气体经由燃烧气体排气管 22、集尘机 27 而向系统外排气。

[0051] 加热炉 20 具备向燃烧用燃烧器 21 供给燃烧器用燃料的燃烧器用燃料供给装置 150。燃烧器用燃料供给装置 150 具备燃烧器用燃料供给源 151 以及一个端部与燃烧器用燃料供给源 151 连接且另一端部与燃烧器 21 连接的燃烧器用燃料供给管 152。由此,能够向燃烧器 21 供给燃烧器用燃料 153。作为燃烧器用燃料 153,可以举出天然气或以自设置于还原炉 100 下游的溶解炉产生的一氧化碳气体为主体的废气等。作为燃烧用燃烧器 21,可以举出能够燃烧上述天然气或在上述溶解炉产生的废气等燃烧器用燃料和具体细节在后叙述的液状焦油 161 的混烧燃烧器。

[0052] 还原炉 30 是对原料颗粒 3 进行还原而生成团块状的部分还原铁 5 的装置,且在整体上呈圆环状。还原炉 30 从炉栅 101 的行进方向上游侧起依次具备原料颗粒供给装置 31、还原炉主体 32、部分还原铁排出装置 39。原料颗粒供给装置(供矿漏斗)31 是向点火用原料颗粒层 2 上供给原料颗粒 3 的装置。通过该装置 31,不仅向点火用原料颗粒层 2 上供给原料颗粒 3,并且将由原料颗粒 3 填充而成的原料颗粒的填充层 4 调整为规定的高度。也就是说,原料颗粒供给装置 31 成为原料颗粒供给机构。上述原料颗粒 3 是最终制造出的部分还原铁的原料,是对氧化铁含有原料、还原用炭材、石灰系造渣剂进行混合造粒并被覆氧化防止剂的原料,例如含有相对于总量为 20%左右的煤炭,且煤炭中的可燃挥发成分为 20%以上。

[0053] 上述的还原炉主体 32 还具备:设置在炉栅 101 的下方而作为固定结构物的风箱 33;经由炉栅 101 设置在风箱 33 的上方且作为固定结构物的圆环状的罩盖 34;呈圆环状地铺设在风箱 33 的两侧的轨道 35、35。

[0054] 上述的风箱 33 自原料颗粒供给装置 31 侧起在炉栅 101 的行进方向上,以第一风箱 33a、第二风箱 33b、第三风箱 33c、第四风箱 33d、第五风箱 33e 的方式与炉栅直径相应地具有多个风箱。

[0055] 在上述的罩盖 34 的顶板 34a 上设有两个分隔板 38a、38b,在炉栅 101 的行进方向 A 上划分为三个区域 71a、71b、71c。第一分隔板 38a 配置在划分第一风箱 33a 的上方的空间(后述的点火区域 71a)和第二风箱 33b 的上方的空间(后述的还原区域 71b)的位置。第二分隔板 38b 配置在划分第四风箱 33d 的上方的空间(后述的还原区域 71b)和第五风箱 33e 的上方的空间(后述的冷却区域 71c)的位置。在点火区域(点火用原料颗粒燃烧区域)71a、还原区域(原料颗粒加热区域)71b、冷却区域(原料颗粒冷却区域)71c 分别设有温度传感器 72a、72b、72c。

[0056] 炉栅 101 为多孔性,点火用原料颗粒 1 或原料颗粒 3 无法通过,但气体能够沿着上下方向流通。炉栅 101 被分割为多个单元,且通过这些单元沿着圆周方向排列而构成圆环状的炉栅 101。所分割出的各个单元能够倾转地安装在设于炉栅 101 两侧的圆环状的支承部 36、36 上。在该支承部 36、36 设有在轨道 35、35 上行驶的辊 37、37。通过辊 37、37 在轨道 35、35 上行驶,由此炉栅 101 能够在风箱 33 与罩盖 34 之间水平循环。

[0057] 在炉栅 101 的支承部 36、36 的上部设有在该炉栅 101 的整个圆周上呈环状的、充满水的水封池 41、41。在罩盖 34 的两侧下部设有在该炉栅 101 的整个圆周上呈环状的、向下方延伸的密封壁 42、42,密封壁 42、42 的前端部沉入水封池 41、41 的液中。由此,炉栅 101 的支承部 36、36 与罩盖 34 的两侧下部被气密密封。也就是说,水封池 41 与密封壁 42 成为炉栅上方侧水封装置。

[0058] 另一方面,在风箱 33 的两侧上部设有在该炉栅 101 的整个圆周上呈环状的、充满水的水封池 43、43。在炉栅 101 的支承部 36、36 的下部设有在该炉栅 101 的整个圆周上呈环状的、向下方延伸的密封壁 44、44,密封壁 44、44 的前端部沉入水封池 43、43 的液中。由此,炉栅 101 的支承部 36、36 与风箱 33 的两侧上部被气密密封。也就是说,水封池 43 与密封壁 44 构成炉栅下方侧水封装置。

[0059] 与构成冷却区域 71c 的罩盖 34 连通地设有冷却区域气体排气管 23。冷却区域气体排气管 23 与上述的燃烧气体排气管 22 连通。在冷却区域气体排气管 23 上设有流量调整阀 V22,从而能够对冷却区域内气体的排出量进行调整。

[0060] 上述的还原炉 30 还具备废气循环装置(废气循环机构)50,该废气循环装置 50 通过从由炉栅 101、罩盖 34 和第一分隔板 38a 围绕而成的点火区域 71a 内以及由炉栅 101、罩盖 34、第一分隔板 38a 和第二分隔板 38b 围绕而成的还原区域 71b 内将废气 91 排出,并利用后述的液状焦油分离装置 105 自废气 91 分离焦油成分,再向风箱 33a ~ 33e 供给分离出了焦油成分后的焦油成分处理过后废气 94,而使上述焦油成分处理过后废气 94 循环。废气循环装置 50 具备第一排气管 51、第二排气管 52、气体送出管 53、泵 56、循环气体送出管 58、第一~第五分支循环气体送出管 59a ~ 59e 等。

[0061] 第一排气管 51 的一个端部与构成点火区域 71a 的罩盖 34 连通,另一端部与上述液状焦油分离装置 105 的具体细节在后叙述的第一气体冷却塔 110A 的塔主体 111 的上部连接。在第一排气管 51 上设有开闭阀 V31。一个端部与构成还原区域 71b 的罩盖 34 连通的第二排气管 52 的另一端部与第一排气管 51 的中途连通。由此,点火区域 71a 内和还原区域 71b 内的废气 91 通过第一排气管 51 和第二排气管 52 被送出到第一气体冷却塔 110A。第一气体冷却塔 110A 的塔主体 111 借助一次冷却过后废气送出管 117 与具体细节在后叙述的第二气体冷却塔 110B 的塔主体 111 连接。废气 91 在第一气体冷却塔 110A 的塔主体 111 中被冷却而成为一次冷却过后废气 92,一次冷却过后废气 92 通过一次冷却过后废气送出管 117 被送往第二气体冷却塔 110B 的塔主体 111。第二气体冷却塔 110B 的塔主体 111 借助联络管 119 与具体细节在后叙述的雾状焦油分离装置 130 连接。一次冷却过后废气 92 在第二气体冷却塔 110B 中被冷却而成为二次冷却过后废气 93,二次冷却过后废气 93 通过联络管 119 被送往雾状焦油分离装置 130。雾状焦油分离装置 130 借助气体送出管 53 与泵 56 连接。二次冷却过后废气 93 在雾状焦油分离装置 130 中被处理而成为焦油成分处理过后废气 94,焦油成分处理过后废气 94 通过气体送出管 53 被送到泵 56。在气体送出管 53 的中途设有计测焦油成分处理过后废气 94 内的氧浓度的 O_2 传感器(氧浓度检测机构)57。循环气体送出管 58 的一个端部与泵 56 连接,另一侧分支而成为第一~第五分支循环气体送出管 59a ~ 59e,第一~第五分支循环气体送出管 59a ~ 59e 分别与第一~第五风箱 33a ~ 33e 连通。在第一~第五分支循环气体送出管 59a ~ 59e 上分别设有流量调整阀(循环废气流量调整机构)V1 ~ V5。

[0062] 上述的还原炉主体 32 还具备成为空气供给机构(氧供给机构)的空气供给装置 60,该空气供给装置 60 与上述的废气循环装置 50 的第一~第五分支循环气体送出管 59a ~ 59e 连结,并向该第一~第五分支循环气体送出管 59a ~ 59e 供给空气。空气供给装置 60 具备:空气供给源 61;一个端部与空气供给源 61 连结的空气供送管 62;设于空气供送管 62 的中途的流量调整阀 63;连结有空气供送管 62 的另一端部的泵 64;一个端部与泵

64 连结,另一侧分支而成为第一~第五分支空气送出管 66a~66e,并分别与第一~第五分支循环气体送出管 59a~59e 连通的空气送出管 65。在第一~第五分支空气送出管 66a~66e 上分别设有对空气的流量进行调整的成为空气流量调整机构(氧流量调整机构)的流量调整阀 V11~V15。

[0063] 因而,通过根据由 O₂传感器 57 计测出的氧浓度、由温度传感器 72a~72c 计测出的温度,来分别对流量调整阀 V1~V5 及流量调整阀 V11~V15 的开度进行调整,由此能够分别向各风箱 33a~33e 内供给调整成所期望的浓度的含有氧及一氧化碳的气体(含氧气体)95a~95e。即,在点火区域 71a、还原区域 71b、冷却区域 71c 中,能够将氧调整为所期望的浓度。

[0064] 部分还原铁排出装置 39 是将经由上述的区域 71a~71c 而制造出的部分还原铁 5 从炉栅 101 上排出的装置。

[0065] 上述的部分还原铁制造装置还具有液状焦油分离装置 105,其设于废气循环装置 50,将废气 91、92、93 中的作为可燃成分的焦油成分以液状焦油的形式分离出来。液状焦油分离装置 105 具有成为气液分离机构的气体冷却塔,该气体冷却塔对废气 91、92 进行冷却而使该废气 91、92 中的焦油成分冷凝,从而自上述废气 91、92 分离出液状焦油。上述气体冷却塔具有第一气体冷却塔 110A 以及串联设于第一气体冷却塔 110A 的第二气体冷却塔 110B。

[0066] 第一气体冷却塔 110A 具备:塔主体 111,废气 91 通过第一排气管 51 自上部流入该塔主体 111;焦油成分冷凝促进器 112,其设于塔主体 111 内,促进废气 91 的焦油成分的冷凝;液状焦油喷射管(液状焦油喷射机构)124,其设有向塔主体 111 内喷射液状焦油 161 的喷射孔 124a。作为焦油成分冷凝促进器 112,能够供废气 91 及液状焦油 161 流通,例如可举出沿上下方向延伸地配置的多块平板及波浪板等。在塔主体 111 的下部连接设有液状焦油循环管 121 的一个端部。液状焦油循环管 121 的另一端部借助循环泵 122 与液状焦油供送管 123 连接。在液状焦油循环管 121 上设有第一液状焦油分支管 125,在第一液状焦油分支管 125 的中途设有加热器切换阀 V61 及加热器 126。第一液状焦油分支管 125 的一个端部连接于液状焦油循环管 121 上的循环泵 122 附近,通过使加热器切换阀 V61 为打开状态,液状焦油 161 能够通过第一液状焦油分支管 125、加热器 126 向循环泵 122 流通。在液状焦油循环管 121 上设有第二液状焦油分支管 127,在第二液状焦油分支管 127 的中途设有冷却装置(冷却器)128。在液状焦油循环管 121 上的第二液状焦油分支管 127 的一个端部附近设有冷却装置切换阀 V62。第二液状焦油分支管 127 的另一端部连接于液状焦油循环管 121 上的与后述罐内液状焦油供送管 116 连接的部位附近,通过使冷却装置切换阀 V62 为打开状态,液状焦油的一部分能够通过第二液状焦油分支管 127、冷却装置 128 向循环泵 122 流通。

[0067] 液状焦油供送管 123 与液状焦油喷射管 124 连接。塔主体 111 内的液状焦油 161 经由液状焦油循环管 121、循环泵 122、液状焦油供送管 123 向液状焦油喷射管 124 供送。也就是说,自设于液状焦油喷射管 124 的一个端部侧的喷射孔 124a 喷射到第一气体冷却塔 110A 的塔主体 111 内的液状焦油 161 经由液状焦油循环管 121、循环泵 122、液状焦油供送管 123 向液状焦油喷射管 124 循环。此外,通过自液状焦油喷射管 124 喷射液状焦油 161,液状焦油 161 与废气 91 接触,并且冷却该废气 91,废气 91 中的焦油成分冷凝而成为液状焦

油 161, 自该废气 91 分离。因而, 液状焦油循环管 121、循环泵 122 以及液状焦油供送管 123 成为回收由自液状焦油喷射管 124 喷射出的液状焦油 161 使废气 91 中的焦油成分冷凝而成的液状焦油 161 和自液状焦油喷射管 124 喷射出的液状焦油 161, 并将它们向液状焦油喷射管 124 供送的液状焦油供送机构。

[0068] 第一气体冷却塔 110A 借助上述的一次冷却过后废气送出管 117 与第二气体冷却塔 110B 连接, 并且借助液状焦油联络管 118 与第二气体冷却塔 110B 连接。在第一气体冷却塔 110A 的塔主体 111 内设有检测液状焦油 161 的液面是否处于规定的高度范围内的液面传感器 (未图示)。一次冷却过后废气送出管 117 定位在第一气体冷却塔 110A 的焦油成分冷凝促进器 112 的下方的、比第一气体冷却塔 110A 的塔主体 111 内的液状焦油 161 的液面靠上方的位置。液状焦油联络管 118 定位在第一气体冷却塔 110A 的塔主体 111 的底部附近的、比第一气体冷却塔 110A 的塔主体 111 内的液状焦油 161 的液面靠下方的位置。另外, 在第一气体冷却塔 110A 的底部连接有排出第一气体冷却塔 110A 的塔主体 111 内的液状焦油 161 的液状焦油排出管 113 的一个端部。液状焦油排出管 113 的另一端部与液状焦油储藏罐 115 连接。在液状焦油排出管 113 的中途设有开闭阀 V41。液状焦油储藏罐 115 借助罐内液状焦油供送管 116 与液状焦油循环管 121 连接。在罐内液状焦油供送管 116 的中途设有开闭阀 V42。

[0069] 第二气体冷却塔 110B 串联设于第一气体冷却塔 110A, 采用与第一气体冷却塔 110A 大致相同的结构。第二气体冷却塔 110B 具备: 塔主体 111, 一次冷却过后废气 92 通过一次冷却过后废气送出管 117 自侧部流入该塔主体 111; 焦油成分冷凝促进器 112, 其设于塔主体 111 内, 促进一次冷却过后废气 92 的焦油成分的冷凝; 液状焦油喷射管 124, 其向塔主体 111 内喷射液状焦油 161。在第二气体冷却塔 110B 的塔主体 111 连接有位于焦油成分冷凝促进器 112 的下方的、比塔主体 111 内的液状焦油 161 的液面靠上方的位置的一次冷却过后废气送出管 117, 并且连接有位于塔主体 111 的底部附近的、比液状焦油 161 的液面靠下方的位置的液状焦油联络管 118。自设于液状焦油喷射管 124 的另一端部侧的喷射孔 124b 喷射到第二气体冷却塔 110B 的塔主体 111 内的液状焦油 161 经由液状焦油联络管 118、第一冷却塔 110A 的塔主体 111、液状焦油循环管 121、循环泵 122、液状焦油供送管 123 向液状焦油喷射管 124 循环。因而, 第一气体冷却塔 110A 及第二气体冷却塔 110B 内的液状焦油 161 被调整为大致相同高度。另外, 在第二气体冷却塔 110B 的塔主体 111 的底部连接有液状焦油排出管 114 的一个端部。液状焦油排出管 114 的另一端部与液状焦油排出管 113 连接。在第二气体冷却塔 110B 的顶部连接有联络管 119 的一个端部, 联络管 119 的另一端部与雾状焦油分离装置 130 的装置主体 131 连接。

[0070] 在第一气体冷却塔 110A 的塔主体 111、第二气体冷却塔 110B 的塔主体 111、液状焦油排出管 113、114、液状焦油储藏罐 115、液状焦油循环管 121、液状焦油供送管 123、液状焦油喷射管 124、液状焦油联络管 118 以及液状焦油储藏罐 115 上设有保温加热器 (未图示)。由此, 在部分还原铁制造装置启动时, 能够将液状焦油 161 加热至规定的温度 (例如 $50^{\circ}\text{C} \sim 80^{\circ}\text{C}$), 保持该液状焦油 161 的流动性。需要说明的是, 上述保温加热器、加热器 126、冷却装置 128 等成为调整液状焦油温度的温度调整机构。

[0071] 上述的液状焦油分离装置 105 设于上述的气体冷却塔中的第二气体冷却塔 110B 的后段, 其还具有成为将废气 93 中的雾状焦油自该废气 93 分离出的雾状焦油成分分离机

构的雾状焦油分离装置 130。雾状焦油分离装置 130 是旋流式的喷雾分离器。通过雾状焦油分离装置 130, 例如能够回收粒径为几微米的液状焦油。雾状焦油分离装置 130 的装置主体 131 借助液状焦油排出管 132 与液状焦油储藏罐 115 连接。在液状焦油排出管 132 的中途设有开闭阀 V51。因而, 在雾状焦油分离装置 130 处分离出的液状焦油以规定量积攒, 通过使开闭阀 V51 为打开状态, 能够将积攒于雾状焦油分离装置 130 内的液状焦油 161 向液状焦油储藏罐 115 供给。

[0072] 上述的部分还原铁制造装置还具备液状焦油供给装置 (液状焦油供给机构) 140, 其向加热炉 20 的燃烧用燃烧器 21 供给积攒于液状焦油储藏罐 115 的液状焦油。液状焦油供给装置 140 具备: 液状焦油供给管 141; 其一个端部与液状焦油储藏罐 115 连接, 且另一端部与燃烧器 21 连接; 液状焦油供给泵 142, 其设于液状焦油供给管 141 的中途。通过驱动液状焦油供给泵 142, 能够将液状焦油储藏罐 115 内的液状焦油 161 供给到燃烧用燃烧器 21。需要说明的是, 通过使用混烧燃烧器作为燃烧用燃烧器 21, 使液状焦油 161 的燃烧为恒定量, 使余量为燃烧器用燃料 153 的燃烧, 而保持液状焦油储藏罐 115 内的液状焦油量为恒定。

[0073] 需要说明的是, 上述的部分还原铁制造装置具有控制上述的各炉 20、30; 上述的各装置 10、50、60、105、140、150; 各阀 63、V1 ~ V5、V11 ~ V15、V21、V22; 各阀 V31、V41、V42、V51、V61、V62 等的控制装置 (未图示)。

[0074] 在此, 根据上述的构成的部分还原铁制造装置来对制造部分还原铁的顺序进行说明。

[0075] 首先, 将点火用原料颗粒 1 通过点火用原料颗粒供给装置 10 向炉栅 101 上供给。此时, 点火用原料颗粒层 2 被调整例如 5mm ~ 10mm 的范围的高度。接着, 炉栅 101 行进, 通过燃烧器 21 将点火用原料颗粒层 2 加热至还原温度区域, 例如约 1200℃。接着, 炉栅 101 行进, 将原料颗粒 3 从原料颗粒供给装置 31 向点火用原料颗粒层 2 上供给。由原料颗粒 3 构成的原料颗粒的填充层 4 被调整例如 200mm 左右的高度。接着, 炉栅 101 行进, 在罩盖 34 内流通有循环气体与空气的混合气体。在第一风箱 33a 中流通有氧的浓度被调整为 15% 的混合气体 95a, 由此, 在点火用原料颗粒燃烧区域 71a 中, 由于加热后的点火用原料颗粒 1, 与该加热后的点火用原料颗粒 1 相邻的原料颗粒 3 被加热, 而从该被加热的原料颗粒 3 中产生可燃挥发成分并燃烧, 由于该燃烧热量, 点火用原料颗粒层 2 上的原料颗粒的填充层 4 被加热。

[0076] 炉栅 101 进一步地行进, 在第二 ~ 第四风箱 33b ~ 33d 中流通有氧浓度被调整为 11% 的混合气体 95b ~ 95d。由此, 在第二 ~ 第四风箱 33b ~ 33d 上方的还原区域 71b 中, 由点火用原料颗粒层 2 加热的原料颗粒的填充层 4 中, 从原料颗粒 3 的还原用炭材产生可燃挥发成分且其约 75% ~ 90% 燃烧, 由于可燃挥发成分的燃烧, 原料颗粒 3 的温度进一步地上升, 进行还原反应, 产生一氧化碳气体, 且部分燃烧。其结果是, 在罩盖 34 内的炉栅行进方向中央部分, 产生了例如 8% 左右的高浓度的一氧化碳。另一方面, 对相邻的原料颗粒 3 进行加热而从该原料颗粒 3 的还原用炭材产生可燃挥发成分。使可燃挥发成分的残留部分及一氧化碳气体循环, 并将它们与空气混合而成的混合气体 95b ~ 95d (含氧气体) 向温度进一步上升的上述原料颗粒 3 供给。由此, 如图 2 的 (b) 所示, 混合气体 95b ~ 95d 中的一氧化碳气体和因还原而产生的一氧化碳气体叠加的结果是, 在原料颗粒 3 周围, 一氧化

碳气体的浓度提升至该一氧化碳气体的燃烧域(12%以上),一氧化碳气体整体的50%~60%左右发生燃烧且高温化,从而形成部分还原铁的还原所需要的温度的燃烧带。也就是说,原料颗粒3的内装的还原用炭材的碳气体化,产生一氧化碳,并与氧化铁含有原料的氧结合,由此来进行还原。未对燃烧做出贡献的一氧化碳或可燃挥发成分的残留部分等还原区域71b内的气体91借助第二排气管52和第一排气管51向液状焦油分离装置105流通,在液状焦油分离装置105中废气91、92、93中的焦油成分以液状焦油161的形式被分离出,焦油成分处理过后废气94借助气体送出管53、泵56、循环气体送出管58以及第一~第五分支循环气体送出管59a~59e而向各风箱33a~33e供送。需要说明的是,在还原区域71b中,气氛温度被调整为1300℃左右。

[0077] 在此,在上述构成的部分还原铁制造装置中,关于在还原炉内将原料颗粒以200mm的高度填充且从下方的风箱将循环气体与空气的混合气体借助朝上通风进行加热时的、自原料颗粒的填充层下表面起在层高方向上的温度变化的一例,参考图3来说明。在图3中,实线表示距填充层下表面50mm的位置的温度履历,虚线表示距填充层下表面100mm的位置的温度履历,单点划线表示距填充层下表面150mm的位置的温度履历。需要说明的是,将第一风箱的氧浓度调整为15%,而将第二~第五风箱的氧浓度调整为11%。

[0078] 如图3所示,可确认到,在距原料颗粒的填充层下表面50mm、100mm、150mm的某一位置处,即在原料颗粒的填充层的全层高度上,可获得成为原料颗粒的还原所需要的1200℃以上、防止过熔融的1400℃以下的温度。

[0079] 可确认到,距原料颗粒的填充层下表面50mm、100mm、150mm的温度随着时间的经过而依次成为峰值,因此在原料颗粒的填充层的层高方向上燃烧带发生移动。可确认到,气体燃烧后的原料颗粒自峰值温度起在几分钟内急剧冷却至难以发生再氧化的500℃以下。

[0080] 因而,在上述的还原区域71b中,在炉栅101从第二风箱33b上方到达第四风箱33d上方为止,从原料颗粒的填充层4中的下表面侧朝向其上层,依次发生原料颗粒3的加热、可燃挥发成分的生成及燃烧、一氧化碳气体的生成、一氧化碳气体及可燃挥发成分的残留部分的循环所引起的该一氧化碳气体的燃烧、氧化铁的还原反应。

[0081] 接着,炉栅101行进,在第五风箱33e中流通有氧浓度被调整为5%以下的混合气体95e。由此,在第五风箱33e上方的原料颗粒冷却区域71c中,进行至规定的还原率的原料颗粒的填充层4被冷却至100℃~800℃左右,成为所期望的部分还原铁。进而,炉栅101行进时,从部分还原铁排出装置39将部分还原铁5排出。

[0082] 在此,对于上述构成的部分还原铁制造装置中的废气中的焦油成分的处理进行说明。

[0083] 点火用原料颗粒1及原料颗粒3中的焦油成分为煤炭挥发成分中的20%左右,这些焦油成分在400℃以下将全部挥发而自该点火用原料颗粒1及原料颗粒3排出。在还原炉30中的还原区域71b的前半部,由于自原料颗粒的填充层4的下表面部侧到其上表面部侧都被加热至400℃以上,因此,点火用原料颗粒1及原料颗粒3中的焦油成分在还原炉30中的点火区域71a及还原区域71b的前半部全部被排出。

[0084] 在部分还原铁制造装置启动时,首先,通过上述保温加热器将第一气体冷却塔110A的塔主体111、第二气体冷却塔110B的塔主体111、液状焦油储藏罐115、液状焦油循

环管 121、液状焦油供送管 123、液状焦油喷射管 124、液状焦油联络管 118 以及液状焦油储藏罐 115 内的液状焦油加热至规定的温度,确保该液状焦油 161 的流动性。由此,能够防止液状焦油 161 在配管中发生堵塞。

[0085] 接着,通过使开闭阀 V42 为打开状态,并使加热器切换阀 V61、冷却装置切换阀 V62 为关闭状态,并驱动循环泵 122,而借助罐内液状焦油供送管 116、液状焦油循环管 121 及液状焦油供送管 123 向液状焦油喷射管 124 供送液状焦油储藏罐 115 内的液状焦油 161,自液状焦油喷射管 124 向第一气体冷却塔 110A 的塔主体 111 及第二气体冷却塔 110B 的塔主体 111 内喷射液状焦油 161,液状焦油 161 逐渐积攒于该第一气体冷却塔 110A 的塔主体 111 及第二气体冷却塔 110B 的塔主体 111 内。

[0086] 接着,当液状焦油 161 在第一气体冷却塔 110A 的塔主体 111 及第二气体冷却塔 110B 的塔主体 111 内积攒到规定量时,使开闭阀 V42 为关闭状态,停止自液状焦油储藏罐 115 向气体冷却塔 110A、110B 供给液状焦油 161,并使加热器切换阀 V61 为打开状态,利用加热器 126 将液状焦油 161 加热至规定的温度(例如 $80^{\circ}\text{C} \sim 120^{\circ}\text{C}$),被加热器 126 加热后的液状焦油 161 在液状焦油循环管 121、第一液状焦油分支管 125、循环泵 122、液状焦油供送管 123、液状焦油喷射管 124、第一气体冷却塔 110A 的塔主体 111 中循环。需要说明的是,自液状焦油喷射管 124 喷射到第二气体冷却塔 110B 的塔主体 111 中的液状焦油 161 借助液状焦油联络管 118 向第一气体冷却塔 110A 的塔主体 111 供送。

[0087] 在循环的液状焦油 161 达到规定的温度之后,使还原炉 30 工作,自还原炉 30 的点火区域 71a 及还原区域 71b 排出的高温(例如 240°C)的废气 91 被送往液状焦油分离装置 105 的第一气体冷却塔 110A。通过使加热器切换阀 V61 为关闭状态,并使冷却装置切换阀 V62 为打开状态,而使液状焦油 161 向冷却装置 128 流通,从而将该液状焦油 161 冷却至规定的温度(例如 $80^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$)。由此,通过在第一气体冷却塔 110A 中处理废气 91,废气 91 被冷却至例如 $150^{\circ}\text{C} \sim 180^{\circ}\text{C}$ 而成为一次冷却过后废气 92,通过在第二气体冷却塔 110B 中处理一次冷却过后废气 92,一次冷却过后废气 92 被冷却至例如 $130^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$ 而成为二次冷却过后废气 93。由于一次冷却过后废气 92 及二次冷却过后废气 93 处于高于酸露点(110°C 左右)的温度,因此,能够防止在一次冷却过后废气送出管 117 及联络管 119 等中发生酸蚀。需要说明的是,由于雾状焦油分离装置 130,焦油成分处理过后废气 94 也处于 $130^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$ 左右,在气体送出管 53 中也能防止发生酸蚀。

[0088] 通过上述的液面传感器计测第一气体冷却塔 110A 的塔主体 111 内的液状焦油 161 及第二气体冷却塔 110B 的塔主体 111 内的液状焦油 161 的液面的高度,利用上述液面传感器根据计测值调整开闭阀 V41 的开闭。也就是说,当第一气体冷却塔 110A 的塔主体 111 及第二气体冷却塔 110B 的塔主体 111 内的液状焦油 161 积攒起来时,基于上述液面传感器的信号使开闭阀 V41 为打开状态,向液状焦油储藏罐 115 排出上述液状焦油 161,当检测到上述液面传感器的计测值为下限水平时,使开闭阀 V41 为关闭状态,停止向液状焦油储藏罐 115 排出液状焦油 161。

[0089] 利用第一气体冷却塔 110A 及第二气体冷却塔 110B 将废气冷却至 150°C ,使废气 91、92 中的焦油成分冷凝而成为液状焦油 161,将该液状焦油 161 与自液状焦油喷射管 124 喷射出的液状焦油 161 一起回收,通过了第二气体冷却塔 110B 的焦油的烟雾的截至几微米左右大小的粒子在下游的雾状焦油分离装置 130 中被回收。未能在雾状焦油分离装置 130

中回收的焦油成分及未在 150℃ 冷凝的焦油成分保持烟雾或气体状继续进行循环, 通过从还原炉 30 中的原料颗粒填充层 4 的高温燃烧带经过而进行燃烧。在原料颗粒填充层 4 内进行的焦油燃烧在冷却区域 71c 中也进行, 在作为还原铁 5 排出时, 由于原料颗粒填充层 4 的最上部在 800℃ 以上, 因此, 通过使投入到冷却区域 71c 的风箱 33e 中的气体 95e 的氧浓度为燃烧所需要的 10% 左右的氧浓度, 能使焦油燃烧而实现无害化。

[0090] 因此, 根据本实施例所涉及的部分还原铁制造装置, 利用点火用原料颗粒的燃烧热量加热原料颗粒的填充层而使原料颗粒内的还原用炭材产生可燃挥发成分并使之燃烧, 利用可燃挥发成分的燃烧, 一方面使原料颗粒的温度进一步上升而进行还原反应, 从而产生一氧化碳气体, 另一方面加热相邻的原料颗粒而使该原料颗粒的还原用炭材产生可燃挥发成分。使可燃挥发成分的残留部分及一氧化碳气体循环, 并将它们与空气混合而成的含氧气体向温度进一步上升了的上述原料颗粒供给, 从而在该原料颗粒周围使一氧化碳气体的浓度升高至该一氧化碳气体的燃烧域而使该一氧化碳气体燃烧并高温化, 形成还原铁的还原所需要的温度的燃烧带。在自上述原料颗粒被供给到上述点火用原料颗粒上之后直到被排出期间, 上述燃烧带能够在上述原料颗粒的填充层的层高方向上依次进行, 加热还原上述原料颗粒的填充层, 从而能制造部分还原铁。因此, 不需要对原料颗粒被覆作为热源的炭材。也就是说, 通过使以往的向废气中排出并直接排向大气中或者在系统外部一边使用其他的辅助燃料一边使之燃烧并在锅炉中进行废热回收的、因还原而产生的一氧化碳气体向原料颗粒的填充层 4 循环, 使之与因还原而产生的一氧化碳气体叠加, 由此提高其浓度来进行燃烧, 从而能提高燃烧率, 在原料颗粒的填充层 4 内作为热源直接有效利用, 由此能够不需要现有的外装于原料颗粒的燃烧用炭材。其结果是, 能够降低部分还原铁制造流程 (装置) 整体所使用的煤炭量。由此, 消耗炭材减少, 从而能够降低二氧化碳的排出量。

[0091] 进而, 通过对原料颗粒 3 进行加热所产生的气体的燃烧来对该原料颗粒 3 进行加热, 故气体的产生量变少, 在原料颗粒的填充层 4 的燃烧带中, 一氧化碳气体的浓度变得比一氧化碳的燃烧域低时, 一氧化碳气体的燃烧立即结束。由此, 原料颗粒 3 被冷却, 故在高温状态下与氧接触的时间变短, 再氧化降低, 从而能够实现金属化率高的部分还原铁的制造。

[0092] 在外装燃烧用煤炭粉的现有的原料颗粒的情况下, 燃烧用煤炭粉的煤炭量相对于整体为约 5% 左右。如上所述, 通过采用未外装点火炭的原料颗粒, 与现有的还原铁的制造方法相比, 能够降低煤炭的使用量。

[0093] 通过具备: 设于罩盖 34 内, 由罩盖 34 与炉栅 101 围绕, 将炉栅长度方向中央部的空间 (区域 71b) 划分的分隔板 38a、38b; 将区域 71b 的废气排出, 并将上述废气向与区域 71b 对置配置的风箱 33b ~ 33d 供给的废气循环装置 50; 与废气循环装置 50 连结, 并供给空气的空气供给装置 60; 设于空气供给装置 60, 并对空气的流量进行调整的流量调整阀 V11 ~ V14, 由此能够有效利用在区域 71a、71b 内产生的浓度比较高的一氧化碳气体, 从而能够抑制二氧化碳的排出。

[0094] 进而, 通过在废气循环装置 50 的中途设置上述的液状焦油分离装置 105, 能够自废气分离出液状焦油, 能够将液状焦油作为燃烧器用燃料进行利用。也就是说, 能够有效活用废气中的焦油成分。其结果是, 能够抑制热能损失。

[0095] [其他实施方式]

[0096] 需要说明的是,在上述记载中,使用具备构成朝上通风的炉栅式还原炉 100 的部分还原铁制造装置进行了说明,但是,也可以采用自炉栅的移动方向上游侧起依次配置原料颗粒供给装置、加热炉,具备构成朝下通风的炉栅式还原炉的还原铁制造装置。

[0097] 在上述记载中,使用具备具有第一气体冷却塔 110A、第二气体冷却塔 110B 和雾状焦油分离装置 130 的液状焦油分离装置 105 的部分还原铁制造装置进行了说明,但是,气体冷却塔不限于两座,也可以采用具备设有一座或三座以上的气体冷却塔的液状焦油分离装置的部分还原铁制造装置。另外,也可以采用具备仅具有两座气体冷却塔的液状焦油分离装置的部分还原铁制造装置。

[0098] 在上述记载中,使用具备液状焦油储藏罐 115 的部分还原铁制造装置进行了说明,但是,也可以采用去掉上述液状焦油储藏罐 115 的部分还原铁制造装置。

[0099] 在上述记载中,使用具备向燃烧用燃烧器 21 供给液状焦油 161 的液状焦油供给装置 140 的部分还原铁制造装置进行了说明,但是,也可以采用去掉上述液状焦油供给装置 140 的部分还原铁制造装置。

[0100] 产业上的可利用性

[0101] 根据本发明所涉及的部分还原铁制造装置,即使不使用燃烧用炭材也能制造部分还原铁,并且,能够通过有效活用废气中的焦油成分而抑制热能的损失,因此,能够有益地利用于制铁产业等。

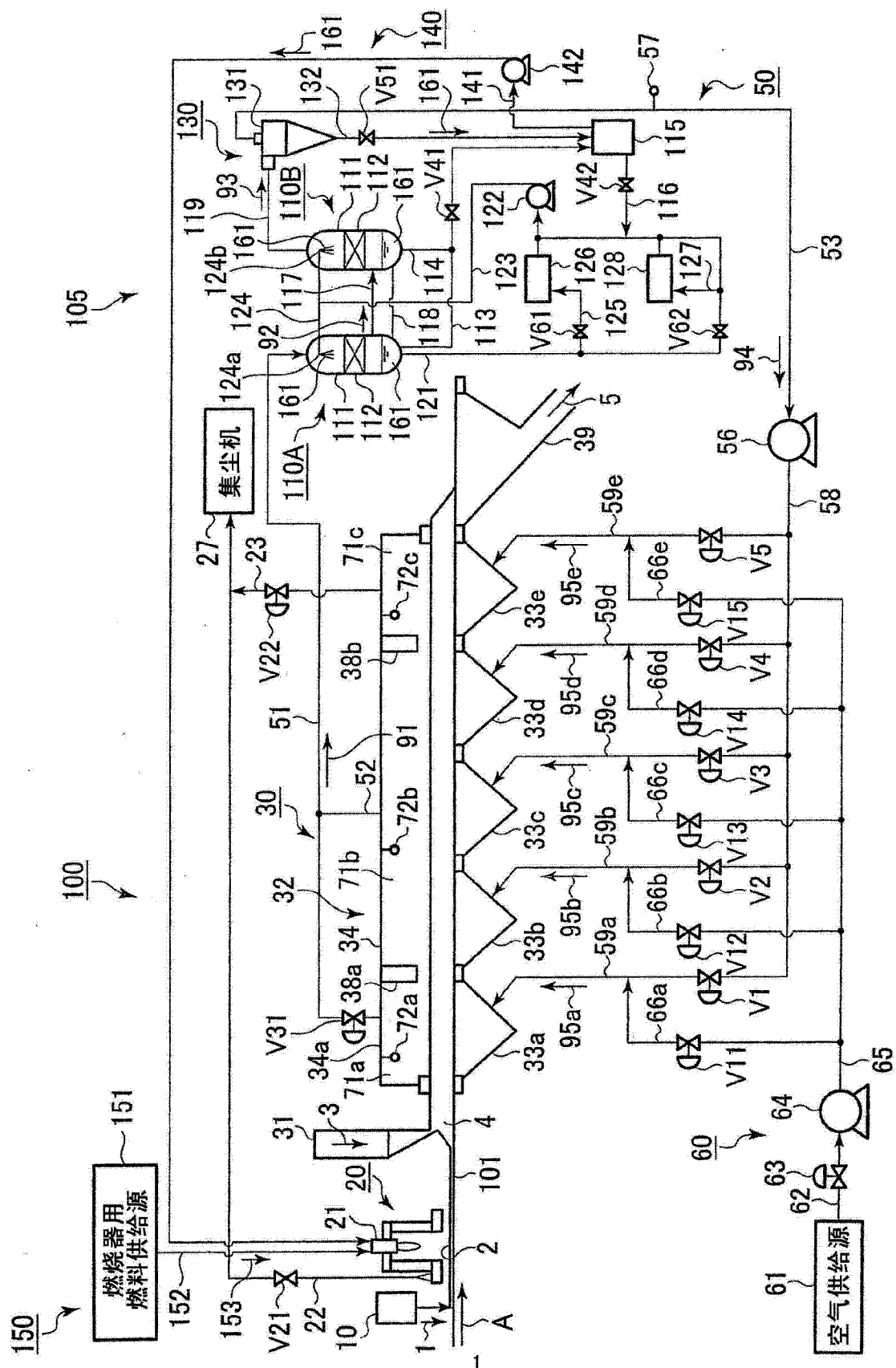


图 1

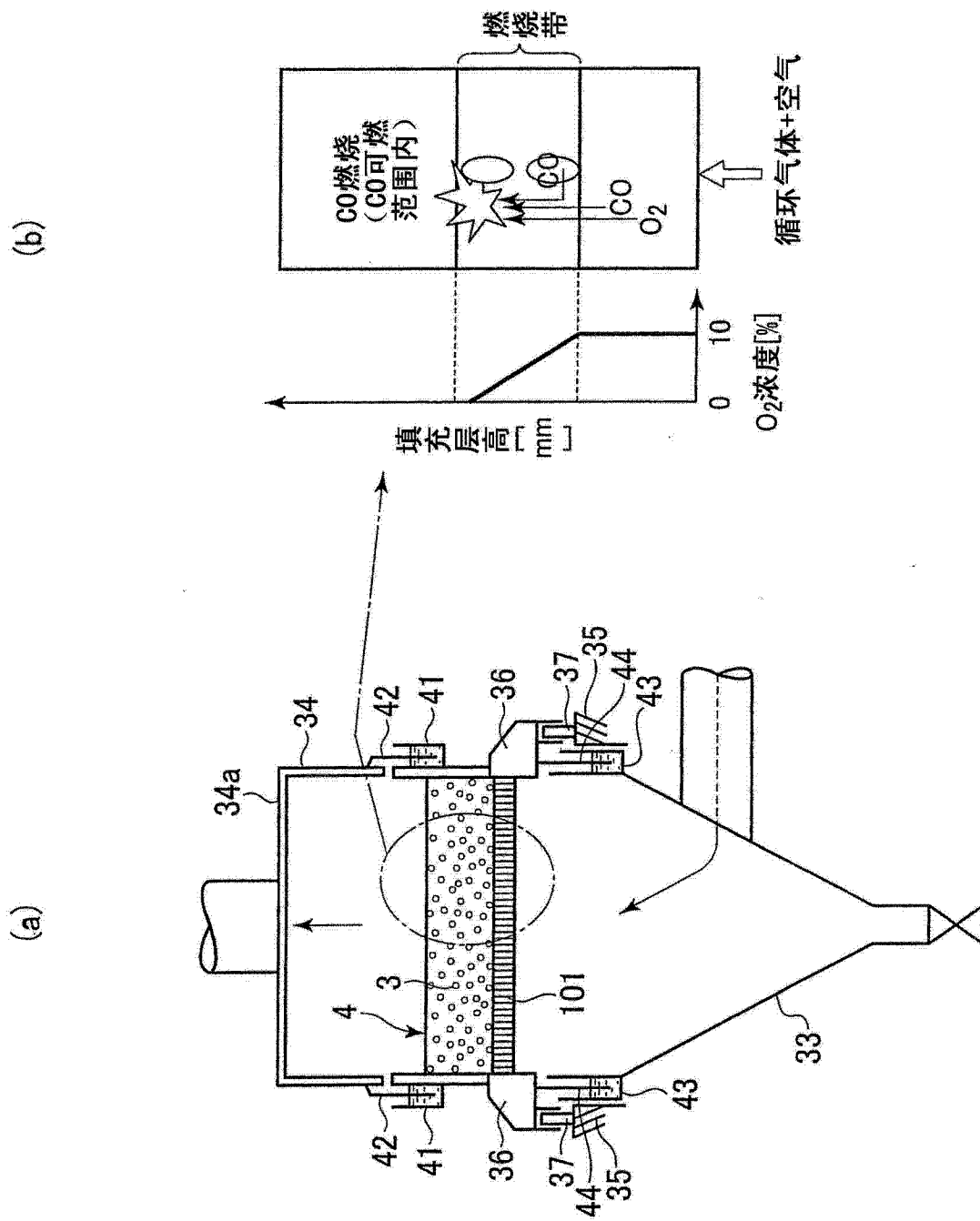


图 2

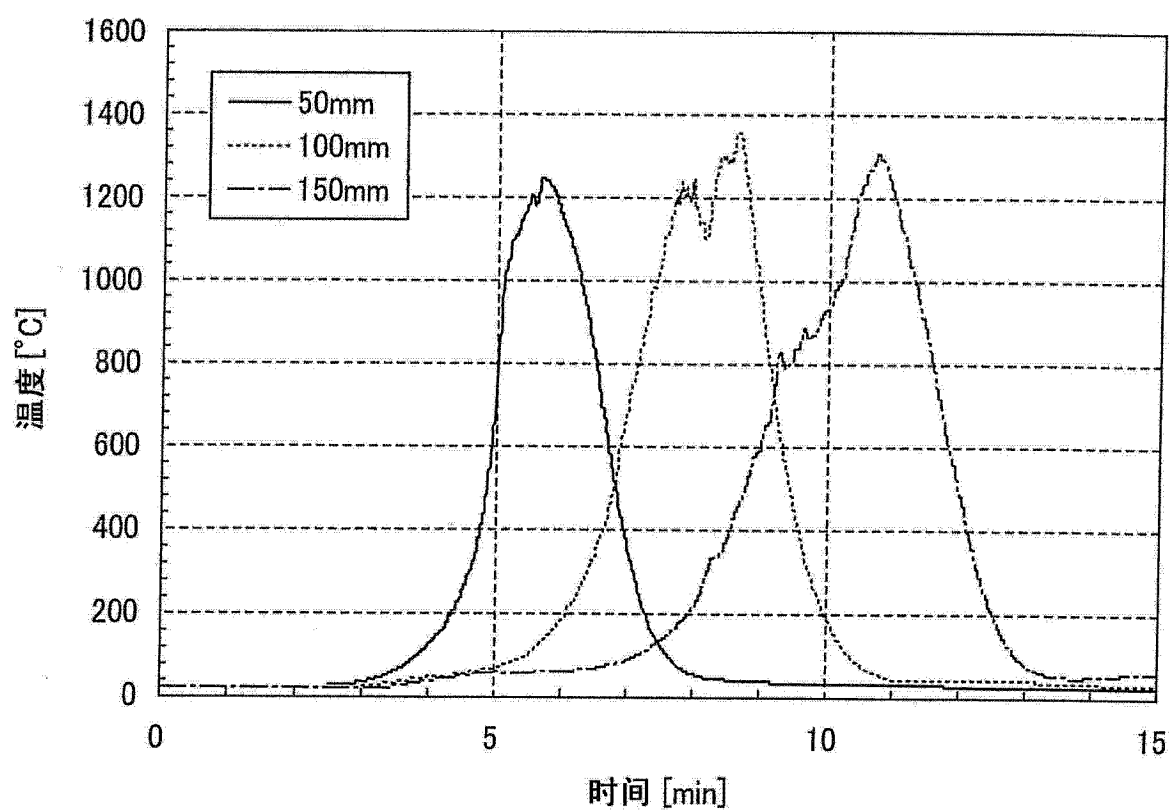


图 3