



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118829736 A

(43) 申请公布日 2024. 10. 22

(21) 申请号 202380025891.3

(22) 申请日 2023.03.22

(30) 优先权数据

1020220060339 2022.03.30 BR

1020230051642 2023.03.20 BR

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.09.06

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/BR2023/050096 2023.03.22

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/184002 PT 2023.10.05

(71) 申请人 淡水河谷公司

地址 巴西里约热内卢

(72) 发明人 C·H·C·巴尔博扎

F·V·皮曼达 F·D·C·杜尔塔

L·B·D·A·斯卡拉贝利

L·R·文图拉 M·F·雅玛摩托

V·G·德雷森迪

F·D·S·席尔瓦 F·V·帕雷拉

F·O·博埃查特

P·P·S·卡瓦尔坎蒂

S·P·D·马拉尼亚

R·E·达席尔瓦

(74) 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限公司 11287

专利代理师 张晓媛

(51) Int. Cl.

C22B 1/14 (2006.01)

C22B 1/245 (2006.01)

C22B 5/10 (2006.01)

C21B 3/02 (2006.01)

C21B 15/00 (2006.01)

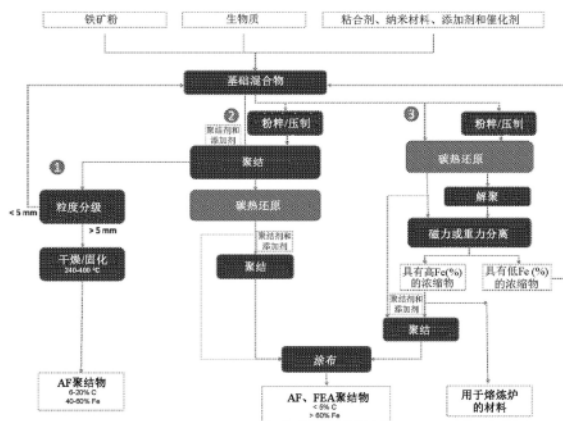
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54) 发明名称

由铁矿粉和生物质获得高铁含量产物的方法和其产物

(57) 摘要

本发明涉及一种用于获得具有高铁含量以及高物理和冶金性能的产物的方法,所述产物用于还原炉(高炉和直接还原)和熔融炉(熔炼炉、熔化器和电炉),且旨在可持续生产铁和钢。所述方法由以下组成:使铁矿粉与生物质、粘合剂、纳米材料、添加剂和催化剂混合,以及进行粉碎、聚结、热处理、固体-固体分离和涂布的后续步骤。



1. 一种由铁矿粉和生物质获得高铁量产物的方法,其包含以下步骤:
  - a. 在强力混合器中混合铁矿粉、生物质、粘合剂、纳米材料、添加剂和催化剂;
  - b. 进行由聚结和碳热还原组成的群组中的至少一个步骤;
  - c. 进行由以下组成的群组中的至少一个步骤:固体-固体分离、碳热还原和聚结。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中将存在另一步骤:
  - d. 进行由干燥/固化和涂布应用组成的群组中的至少一个步骤。
3. 根据权利要求1所述的方法,其中在混合步骤之后,可借助于辊压机、辊碎机或另一粉碎装置经由压制进行粉碎步骤。
4. 根据权利要求1所述的方法,其中进行以下步骤:
  - a. 在强力混合器中混合铁矿粉、生物质、粘合剂、纳米材料、添加剂和催化剂;
  - b. 经由压块、粒化或挤压进行聚结;
  - c. 经由筛选进行固体-固体分离;
  - d. 进行干燥/固化。
5. 根据权利要求1所述的方法,其中进行以下步骤:
  - a. 在强力混合器中混合铁矿粉、生物质、粘合剂、纳米材料、添加剂和催化剂;
  - b. 经由压块、粒化或挤压进行聚结;
  - c. 进行碳热还原;
  - d. 进行涂布应用。
6. 根据权利要求5所述的方法,其中在碳热还原步骤之后,可经由压块、粒化或挤压进行额外聚结步骤。
7. 根据权利要求1所述的方法,其中进行以下步骤:
  - a. 在强力混合器中混合铁矿粉、生物质、粘合剂、纳米材料、添加剂和催化剂;
  - b. 进行碳热还原;
  - c. 经由压块、粒化或挤压进行聚结;
  - d. 进行涂布应用。
8. 根据权利要求7所述的方法,其中在碳热还原步骤之后,可经由磁力分离或重力分离进行固体-固体分离步骤。
9. 根据权利要求1所述的方法,其中进行以下步骤:
  - a. 在强力混合器中混合铁矿粉、生物质、粘合剂、纳米材料、添加剂和催化剂;
  - b. 进行碳热还原;
  - c. 借助于磁力分离或重力分离进行固体-固体分离。
10. 根据权利要求7和9所述的方法,其中在碳热还原步骤之后,可进行解聚步骤。
11. 根据权利要求1所述的方法,其中在500°C至950°C的范围内的温度下在微波炉或常规烘箱中进行所述碳热还原。
12. 根据权利要求1所述的方法,其中在500°C至950°C的范围内的温度下在微波炉或常规烘箱中进行所述碳热还原。
13. 根据权利要求2所述的方法,其中可在240°C至400°C的范围内的温度下在微波炉或常规的燃料燃烧烘箱中进行所述干燥/固化。
14. 根据权利要求1所述的方法,其中使用至少60重量%的铁矿粉,所述铁矿粉的粒径

小于10mm,所述铁矿粉的铁含量( $Fe_{\text{总}}$ )为30%至68%,所述铁矿粉选自由烧结物馈料、集粒料和超细铁矿尾料组成的群组。

15.根据权利要求1所述的方法,其中使用至多30重量%的可来自桉树、象草、如蔗渣的残余物以及其它物质的生物质。

16.根据权利要求1所述的方法,其中使用至多20重量%的可来自桉树、象草、如蔗渣的残余物以及其它物质的生物质。

17.根据权利要求1所述的方法,其中可使用热解形式的生物质。

18.根据权利要求1所述的方法,其中所述生物质具有20%至80%的固定碳。

19.根据权利要求1所述的方法,其中使用至多15重量%的选自由以下组成的群组的粘合剂:硅酸钠、预糊化木薯淀粉或玉米淀粉、植物树脂、聚合物、地质聚合物以及其它物质。

20.根据权利要求1所述的方法,其中使用至多15重量%的选自由Ca、K、Na、Ni、Si和W组成的群组的催化剂。

21.根据权利要求1所述的方法,其中使用至多15重量%的选自由以下组成的群组的纳米材料:纳米碳管、膨胀石墨、官能化微硅酸盐、管状纳米二氧化硅、管状多水高岭土、碳纳米纤维、石墨烯以及其它物质。

22.根据权利要求1所述的方法,其中使用至多15重量%的可基于以下各项的化学添加剂:C、Al、Ni、含铁高岭石或具有高还原电位的其它材料,如铝矾土、氧化铝、聚合物、乳胶以及其它物质。

23.根据权利要求1所述的方法,其中所使用的所述化学添加剂可含有基于钙和白云石的助熔剂。

24.一种由根据权利要求1中所描述的方法产生的由铁矿和生物质粉获得的高铁含量的聚结产物,其特征在于具有适用于还原炉(高炉)的化学、物理和冶金质量,并且具有8至150mm的直径、6%至20%的碳和40%至60%的总铁量,其被视为自还原聚结物。

25.一种由根据权利要求1中所描述的方法产生的由铁矿和生物质粉获得的高铁含量的聚结产物,其特征在于具有适用于还原炉和熔融炉(例如,高炉-BF和熔化器,如电弧炉-EAF)的化学、物理和冶金质量,具有8至150mm的直径,总铁含量高于60%,碳含量低于5%,耐磨性<25%,滚筒抗性>75%,冲击/坠落抗性>75%,抗压强度>150daN,并且金属化程度>50%。

26.根据权利要求25所述的聚结产物,其中如果所述产物指定用于高炉-BF中,那么其具有60%至95%的总铁量。

27.根据权利要求25所述的聚结产物,其中如果所述产物打算用于电弧炉-EAF,那么其具有高于85%的金属铁。

28.一种由根据权利要求1中所描述的方法产生的由铁矿和生物质粉获得的高铁含量的产物,其特征在于呈粉末形式,并且具有适用于熔炼炉和其它熔融炉的化学、物理和冶金质量,因为其是高金属化材料(总铁量在60%与85%之间)。

## 由铁矿粉和生物质获得高铁含量产物的方法和其产物

### 技术领域

[0001] 本发明包括于矿物/冶金技术领域内且涉及一种用于由铁矿粉和来自生物质的可再生碳源获得高性能产物的方法。所述方法允许获得高铁含量产物,其具有高物理和冶金性能以用于还原炉(高炉和直接还原)和熔融炉(熔化器和电弧炉),旨在可持续生产铁和钢。

### 背景技术

[0002] 聚结技术的发展起因于回收细粒的需要,此允许商业利用此类粒子以及使由细粉状或粒状材料的生产所引起的环境影响降至最低。

[0003] 聚结工艺的最频繁的应用是利用:

[0004] • 细粒精矿或矿,而不对装载物的渗透性和冶金炉中的气体-固体反应条件造成损害;

[0005] • 来自其它矿物/冶金工艺的废料或细料副产物,以使其以适当方式再使用或回收;和

[0006] • 金属废料(铜、铁、钛)和其它材料(纸、棉、木材),以进行运输或回收。

[0007] 铁矿和其部分或全部还原化合物的聚结操作打算赋予待馈入至还原反应器和/或熔化器中的装载物合适形状和机械阻力,所述合适形状和机械阻力适合于向下固体装载物和加热气体和/或向上还原剂的对向流动,以及适合于在装载至还原反应器和熔化器中以产生铁或生钢之前的运输、存储和贮藏方法(transport, storage, and ensiling process)。钢铁工业中的用作还原炉和熔化器中的装载物的铁矿和其还原产物的最常见聚结工艺为:烧结和粒化(对于氧化铁)和压块(对于氧化铁和金属铁-DRI)。

[0008] 粒化为最新的聚结工艺,其为需要使用来自某些铁矿的磁铁矿的细粒精矿的结果。铁矿集结粒通过使尺寸小于45 $\mu\text{m}$ 的粒子聚结从而在圆盘或转筒中形成8至16mm的集结粒来产生。除恒定湿度外,待聚结的材料需要具有高比表面积(2,000 $\text{cm}^2/\text{g}$ )。这些集结粒通常通过热处理来硬化并且用作高炉饲料或用于直接还原。除高耗能外,这一硬化工艺还具有高资金成本。

[0009] 压块由以下组成:借助于压缩、通过粘合剂辅助使细粒聚结,从而允许达成具有适当形状、大小和机械参数的压实产物。压制细粒与粘合剂之间的混合物以获得称为团块的聚结物,所述聚结物应具有用于在冶金反应器中堆迭、进一步处理(固化、干燥或燃烧)、运输、操作和使用的适当抗性。除技术益处外,材料体积的减少允许细粉状材料以较佳成本效益运输和存储。

[0010] 除了需要以有成本效益的方式利用在矿石处理中产生的废料和细粒以外,还有对环境问题的关注,产生更严格的法规,已使得压块成为聚结细粉状材料的重要替代方案,从而保证其具有经济价值。

[0011] 当待聚结的材料在经压实之后对压缩和冲击不具有抗性时使用粘合剂进行压块。所使用的压力通常较低,以避免粒子的进一步碎裂。

[0012] 本发明涉及一种用于获得高物理和冶金性能产物的方法,所述产物可聚结或不可聚结。由本发明产生的产物由铁矿粉(包括尾料、预还原和金属化)、生物质、粘合剂、纳米材料、添加剂和催化剂的混合物产生。如果产物聚结,那么聚结工艺可通过在粒化圆盘或滚筒中粒化,通过压块或通过挤压进行。

[0013] 本发明中所使用的碳热还原工艺由以下组成:使用来自携载碳元素的物质,传统地呈矿物煤、焦炭或木炭的“形式”的CO(一氧化碳)气体进行氧化物还原的化学处理。

[0014] 现有技术具有若干碳热还原技术。这些技术是基于使用煤、木炭或煤焦炭,在有机和无机粘合剂(焦油、水泥、硅酸盐、沥青、淀粉以及其它物质)大量参与的情况下对铁矿聚结物(集结粒、团块和挤压物)进行碳热还原,旨在提供对于通常在风化条件下处置的最小物理抗性和所使用的工艺中的热化学要求。许多这些技术旨在回收具有高铁含量和/或碳含量的废料(如除尘系统中所收集的水垢、筛分粉、工艺排放粉末、粉和增稠剂淤渣)。自还原聚结物用于常规还原炉,如小/中等高炉和还原-熔化反应器(例如:Tecnored、ITmk3、Hisarna和Fastmet)。供应用于进行直接还原和碳气化反应(在 $>850^{\circ}\text{C}$ 的温度下的溶损)的热量在常规炉中通过固体燃料(焦炭、煤和生物质)的燃烧和通过气体(LPG、NG和在钢工艺中产生的气体,如焦炉气、高炉气和炼钢气)的燃烧来供应。

[0015] 本发明经由使用微波炉代替常规炉使一些问题最小化,常规炉中使用排放GHG的固态燃料和气体;需要高剂量的粘合剂;用于产物还原的时间较长,与水接触的抗性较低,通过运输和处置的产粉率较高,通过热冲击的产粉率较高,以及某些粘合剂导致不合需要的元素污染产物。本发明引入降低CAPEX和OPEX成本的单元操作的简化方法。

[0016] 特定说来,本发明在途径3上带来优于现有技术文件的显著优点。

[0017] 其是指缺少对大量基础混合物的先前聚结,从而显著降低方法成本(CAPEX和OPEX)。现有技术中不存在能够在工业上进行碳热还原而不暗含铁矿粉和生物质的混合物的先前聚结的技术。因此,本发明证明为显著创新的,且显示高还原效率(金属Fe $>50\%$ ,依图5中所示)。

[0018] 本发明相比于工业上通常使用的工艺带来许多优势,如:

- [0019] • 能够使用不同来源的铁矿粉(烧结物饲料、集结粒饲料和/或超细尾料);
- [0020] • 能够使用不同类型的生物质,包括热解或非热解;
- [0021] • 由于所获得产物的物理和冶金质量,在还原炉和熔融炉中广泛适用;
- [0022] • 能够为公司和其客户提供商业和策略益处的相关技术替代方案;
- [0023] • 较大的工艺途径适应性,从而向钢铁客户提供BF(高炉)途径以延长其资产的使用寿命,减少CAPEX,而不损害短期和中期CO<sub>2</sub>减排目标的实现;
- [0024] • 铁和钢生产链中的温室气体(GHG)排放的减少;
- [0025] • 成本降低,这是归因于粘合剂对于聚结可能消耗较低和可能更多使用具有较高二氧化硅含量的贫铁矿,所述贫铁矿可在稍后阶段通过磁力分离而浓缩,因为由赤铁矿还原所产生的材料为磁性或强顺磁性的。

[0026] 本发明的目的

[0027] 本发明旨在促进一种获得高铁量产物的具有较大工艺途径适应性的新方法,从而向钢铁客户提供其资产的使用寿命的延长,减少CAPEX而不损害减少CO<sub>2</sub>排放的目标的实现。

[0028] 本发明的另一目的为由生物质和铁矿粉获得产物,其具有极佳物理和冶金性能以及在还原炉和熔融炉中具有广泛适用性。

[0029] 本发明的另一目的为减少所产生的环境影响,这是因为除允许利用铁矿尾料(铁矿尾料通常具有在尾料坝中处理的超细部分)之外,还由于通过生物质替代天然气和矿物煤以减少氧化铁,而允许减少铁和钢生产链中的温室气体(GHG)的排放。

### 发明内容

[0030] 依图1所示,本发明揭示一种用于由铁矿粉和来自生物质的可再生碳源获得高铁量产物的方法,所述方法包含以下步骤:

[0031] a) 在强力混合器中混合铁矿粉、生物质、粘合剂、纳米材料、添加剂和催化剂;

[0032] b) 进行由聚结和碳热还原组成的群组中的至少一个步骤;

[0033] c) 进行由以下组成的群组中的至少一个步骤:固体-固体分离、碳热还原和聚结。

[0034] 依图1所示,本发明仍可包含进一步的步骤:

[0035] a) 进行由干燥/固化和涂布应用组成的群组中的至少一个步骤;

[0036] b) 进行碳热还原;

[0037] c) 进行涂布应用。

### 附图说明

[0038] 基于对应图式详细描述本发明:

[0039] 图1绘示了根据本发明通过微波碳热还原获得金属化和预还原的铁矿产物以及具有生物质的铁矿团块的方法的流程图。

[0040] 图2绘示了在实验室规模碳热还原测试步骤(途径2和3)期间使用的微波炉的示意图。

[0041] 图3显示了在碳热还原步骤之前和之后非聚结基础混合物样品、其总磁化和所获得的金属残余物的形态的图像。

[0042] 图4显示了针对途径2和3,还原之后残余物质量与碳热还原残余物的金属铁含量之间的关系。

[0043] 图5显示了相对于微波入射时间(使用1.0kW的功率)所获得的金属铁含量和在碳热还原之前基础混合物中所包括的碳的量。

[0044] 图6显示了相对于比能(Gj/t产物)所获得的金属铁含量和在微波炉中碳热还原之前基础混合物中所含的碳的量。

[0045] 图7显示了在聚结和非聚结基础混合物调配物的碳热还原(途径2和3)之后获得的残余物的XRD结果,和在碳热还原之前基础混合物的铁组分的总Fe含量的指示。

[0046] 图8显示了在非聚结铁矿浓度的残余淤渣调配物的碳热还原(途径3)之后获得的残余物的XRD结果和在碳热还原之前基础混合物的亚铁组分的总Fe含量的指示。

[0047] 图9绘示了待历经碳热还原步骤使用的半工业微波炉的示意图,在此情况下使用基础混合物作为饲料(途径3)。

## 具体实施方式

[0048] 尽管本发明可易受不同实施例影响,但根据以下假定,优选实施例展示于图式和以下详尽的论述中:此公开内容将被视为本发明原理的例证,但并不打算将本发明限于本文中所绘示和描述的内容。

[0049] 本发明所需的主题此后将详述用于说明性目的但并不详尽,这是因为本文所公开的材料和方法可包含不同细节和程序而不背离本发明的范围。除非另外指明,否则下文所公开的所有份数和百分比均按重量计。

[0050] 本发明涉及一种依图1的流程图表示的获得高铁量产物的方法,其优选地通过混合至少60重量%的铁矿粉;至多30重量%的生物质;至多15重量%的粘合剂;至多15重量%的纳米材料;至多15重量%的化学添加剂和催化剂而开始。更具体说来,可使用至多20重量%的生物质,优选热解生物质。此基础混合物应在强力混合器中进行。

[0051] 可用作铁矿粉的来源的原料包括烧结物废料、集结粒废料或超细铁矿尾料。此材料的粒度应小于10mm,其中d<sub>90</sub>在10 $\mu$ m与8mm之间且最高湿度为25%。化学成分应具有以下特征:30%至68%铁(总Fe),0.5%至15% SiO<sub>2</sub>,0.1%至5.0% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,0.001%至0.1% P,0.1%至2% Mn和0.1%至10%的煅烧损失。

[0052] 所使用的生物质可以来自不同来源,如桉树、象草、如蔗渣的残余物以及其它生物质和残余物。优选地,生物质应含有以下化学组成:0.5%至25.0%灰分;1%至80%挥发性材料;<1%硫和20%至80%固定碳。生物质还可以热解形式使用,其也称为生物碳。

[0053] 待使用的粘合剂包括硅酸钠(固态和液态)、预糊化木薯淀粉或玉米淀粉、植物树脂、聚合物和地质聚合物。粘合剂与化学催化剂和纳米材料一起使用,从而形成添加剂粘合剂混合物。

[0054] 如Ca、K、Na、Ni、Si和W的化学催化剂可用于加快碳热还原速率以及确保微波聚结物加热中的较佳均匀性。

[0055] 待使用的纳米材料可选自由以下组成的群组:纳米碳管、膨胀石墨、官能化微硅酸盐、管状纳米二氧化硅、管状多水高岭土、碳纳米纤维、石墨烯以及其它物质。

[0056] 待用于涂布工艺中的化学添加剂可基于C、Al、Ni、含铁高岭石或具有高还原潜力的其它材料,如铝矾土、氧化铝、聚合物和乳胶。而且必要时,作为自还原团块的生产中的原料(途径1),可使用基于钙和白云石的助熔剂作为添加剂。

[0057] 依图1的流程图所表示,在强力混合步骤之后,将遵循途径1的材料应经历聚结步骤。作为提供足以用于处置、筛分和干燥/固化的生强度的方式,材料应通过机械工艺(压块、挤压或粒化)聚结。

[0058] 作为替代方案,在强力混合器中获得的基础混合物可经历粉碎工艺,以增加粒子之间的比表面积和粘着力。优选地,粉碎应借助于辊压机、辊碎机或不同量(部分或完全)的其它粉碎装置经由压制来进行。

[0059] 在聚结步骤之后,材料应经历粒度分级步骤,优选筛选,使得筛下物(粒径<5mm)应返回至强力混合器,且筛上物(粒径>5mm)应继续进行至干燥/固化步骤。优选地,干燥/固化应在干燥器中、在微波炉或常规烘箱中通过燃烧气体(包括燃烧由生物质气化产生的合成气体)在240°C至400°C的范围内的温度下进行,以此方式以去除过量湿度且还进行所含粘合剂的固化,此旨在提供对于处置、存储、运输和在高炉中自顶部进入的用途的足够强度。

[0060] 在此途径中获得的聚结产物被视为自还原聚结物,且具有约6%至20%的碳和40%至60%的总铁量。

[0061] 仍依图1的流程图所表示,在强力混合步骤之后,将遵循途径2的材料还应经历聚结步骤。材料应通过机械工艺(压块、挤压或粒化)聚结。

[0062] 作为替代方案,在强力混合器中获得的混合物可经历粉碎工艺,以增加粒子之间的比表面积和粘着力。优选地,粉碎应借助于辊压机、辊碎机或不同量(部分或完全)的其它粉碎装置经由压制来进行。

[0063] 聚结步骤后,材料应经历微波炉或其它类型的烘箱中的碳热还原步骤,直至达至500°C与950°C之间的温度,此取决于打算还原的程度,范围为自磁铁矿和/或磁赤铁矿的普遍形成至基础混合物中存在的氧化铁的总金属化或接近总金属化。任选地,碳热还原可在500°C与800°C之间进行。

[0064] 微波还原可在针对2450MHz的频率,功率范围为0.6kW至10kW的设备中进行,且在915MHz的频率下功率为至多100kW,并且可为这些功率的倍数以用于较大规模。可使用类似于专利文献BR102020012185-5和BR102019023195-5中所描述的设备的微波设备,优选呈现用于惰性气体注入的碳热还原腔室的还原和惰性气体限制系统,依图2所表明。优选地,所用惰性气体由氮气(N<sub>2</sub>)组成。

[0065] 在碳热还原步骤之后,材料进展至涂布应用步骤,其旨在避免聚结表面层因大气氧而再氧化,改进其物理抗性以及耐候性。

[0066] 任选地,聚结步骤(压块、挤压或粒化)可在涂布步骤之前进行。所述压块步骤可在寒冷或温暖处进行,并且如果需要,可使用添加剂粘合剂。

[0067] 经由本发明的途径2获得的聚结产物经指明为高化学、物理和冶金质量的替代物,用于还原炉和熔融炉(例如,高炉-BF和熔化器,如电弧炉-EAF)。此类聚结产物具有8至150mm的直径,不同几何结构,高于60%的总铁含量和低于5%的碳含量。如果目的为获得待用于BF中的聚结物,那么以使得获得含有60%至95%的总铁量的最终聚结物的方式使用原料和工艺参数。如果目的为获得待用于EAF的聚结物,那么以使得获得含有高于85%的金属铁的聚结物的方式使用原料和工艺参数。

[0068] 还依图1的流程图所表示,在强力混合步骤之后,将遵循途径3的材料应直接进入微波炉中的碳热还原步骤。类似于途径2中所进行,微波还原可在针对2450MHz的频率,功率范围为0.6kW至10kW的设备中进行,且在915MHz的频率下功率为至多100kW,并且可为这些功率的倍数以用于较大规模。

[0069] 任选地,基础混合物可经历粉碎工艺,优选借助于辊压机、辊碎机或不同量(部分或完全)的其它粉碎装置经由压制进行。

[0070] 在碳热还原步骤之后,取决于产物离开微波炉所处的物理条件,可分解或不分解材料。后续步骤由以增加铁浓度为目标的固体-固体分离步骤组成,所述固体-固体分离步骤可由磁力分离或重力分离组成。所获得的低铁浓缩物应返回至强力混合器中,而富铁浓缩物继续进行后续工艺步骤。

[0071] 含有高铁含量的浓缩物(其呈粉末形式)可已视为待出售的最终产物,因为其具有用于熔炼炉或其它熔融炉中的理想特征的高金属化材料(总铁量在60%与85%之间)。

[0072] 任选地,含有高铁含量的浓缩物可继续进行聚结步骤,其可在寒冷或温暖条件进

行,并且如果需要,那么可使用添加剂粘合剂。除增加保护以免因环境大气而氧化外,聚结允许获得具有用于运输和处置的粒度和高密度形式的产物。

[0073] 聚结物随后继续进行涂布应用步骤,当其出现于途径2上,以此方式防止聚结表面层因大气氧而再氧化且改进其物理抗性和耐候性。

[0074] 任选地,馈入聚结步骤的材料可直接来自碳热还原,此取决于微波炉还原之后的材料特征。

[0075] 依在途径2中出现,经由本发明的途径3获得的聚结物经指明为高化学、物理和冶金质量的替代物,用于还原炉(例如,高炉-BF和熔化器,如电弧炉-EAF)。经由途径3获得的聚结物具有大于60%的总铁量。如果目的为获得待用于BF中的聚结物,那么以使得获得含有60%至95%的总铁量的最终还原聚结物的方式使用原料和工艺参数。如果目的为获得待用于EAF的聚结物,那么以使得获得含有高于85%的金属铁的最终金属化聚结物的方式使用原料和工艺参数。

[0076] 出于符合物理质量规格的考量,对聚结物进行实验室测试以评定其机械强度。所评定的参数为耐磨性,其中产物呈现<25%的结果;滚筒抗性(drum resistance)(>75%);冲击/坠落抗性(>75%);和抗压强度(干燥和在暴露于水之后,>150daN)。关于化学和冶金质量,进行测试以取决于馈料和目的的层面评定金属化程度,不论是金属化(>50%)还是浓度(0和10%)。

[0077] 图3显示了根据途径3获得的在碳热还原步骤之前和之后的样品的图像,显示了通过微波还原混合物之后形成金属铁的形态。根据图5和6,所达成的结果指明了非聚结物以及聚结物(根据途径2)的金属Fe含量,其对于碳含量为约20%的基础混合物来说在50%至80%的范围内。

[0078] 实例

[0079] 为了评估经由本发明的途径3获得的产物的质量和性能,进行了一项实验,混合按质量计76%的铁矿粉( $Fe_T > 64.5\%$ ,粒度<325#)和按质量计24%的细木炭(衍生自桉树的热解( $C_{\text{固定}} > 75\%$ ,粒度<1.0mm)),在强力混合器中均匀化( $C_{\text{固定}} 20\%$ )。依图2中所示,碳热还原在微波炉中,在功率为1000W且频率为2.45GHz下进行。在以 $N_2$ 惰性的气氛中进行还原20分钟。

[0080] 依图3中所示,所产生的薄金属化产物具有76.7%的金属铁含量和89.9%的总铁量,依图7的图表中所示的XRD结果所揭示。

[0081] 因此,尽管仅已显示本发明的一些实施例,但假定在不脱离本发明的精神和范围的情况下,所属领域的技术人员可作出各种省略、替代和改变。所描述实施例应视为在所有方面均仅为说明性的但非详尽的。

[0082] 明确地规定以大体上相同的方式执行相同功能以达成相同结果的要素的所有组合均在本发明的范围内。自一个所描述实施例至另一实施例的要素替代也是被完全预期的且被涵盖的。

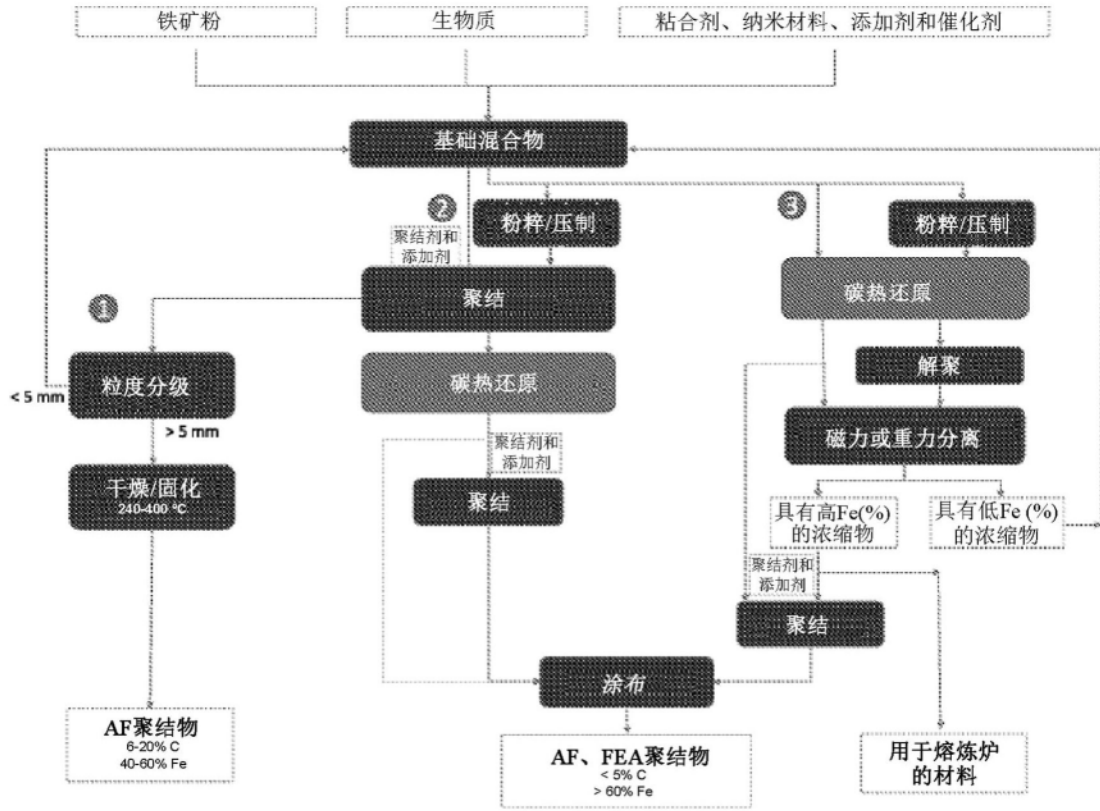


图1

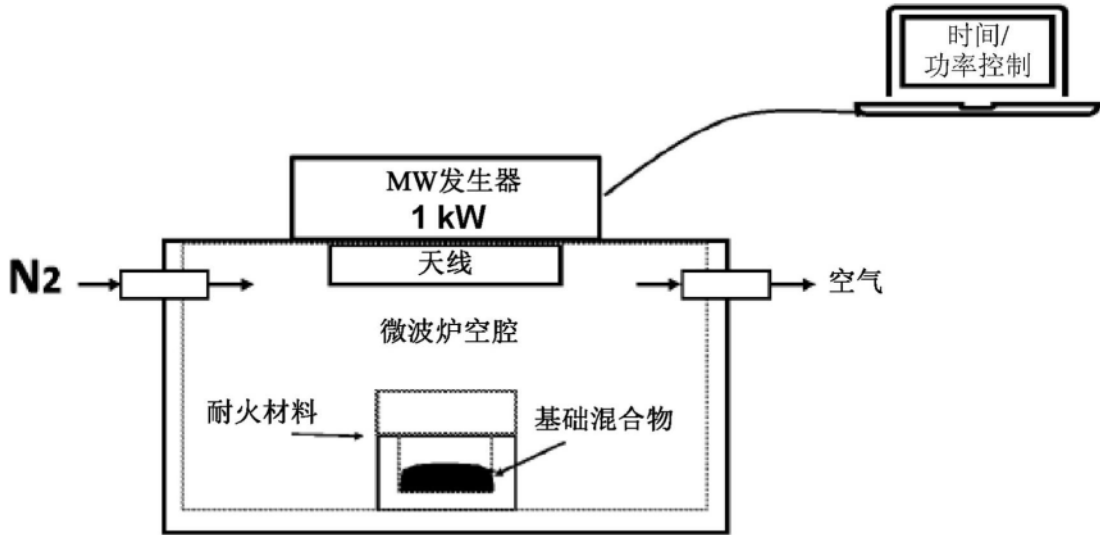


图2

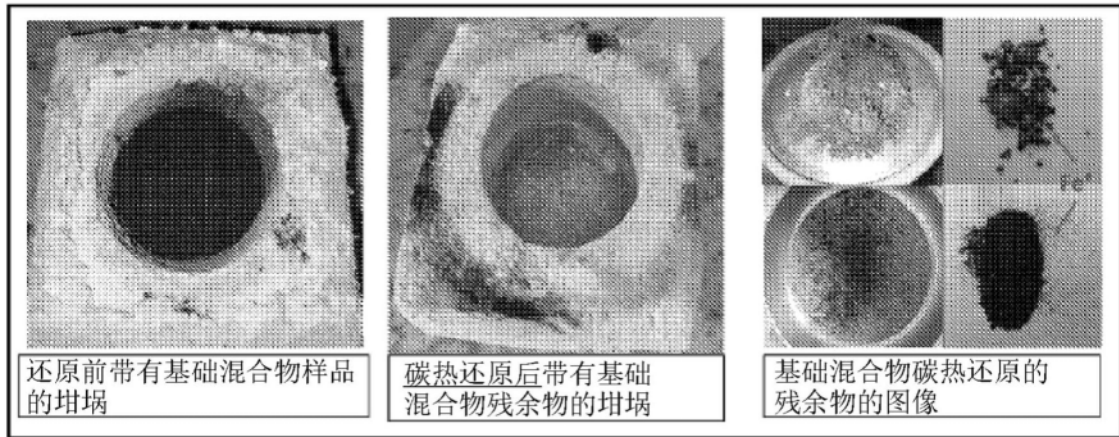


图3

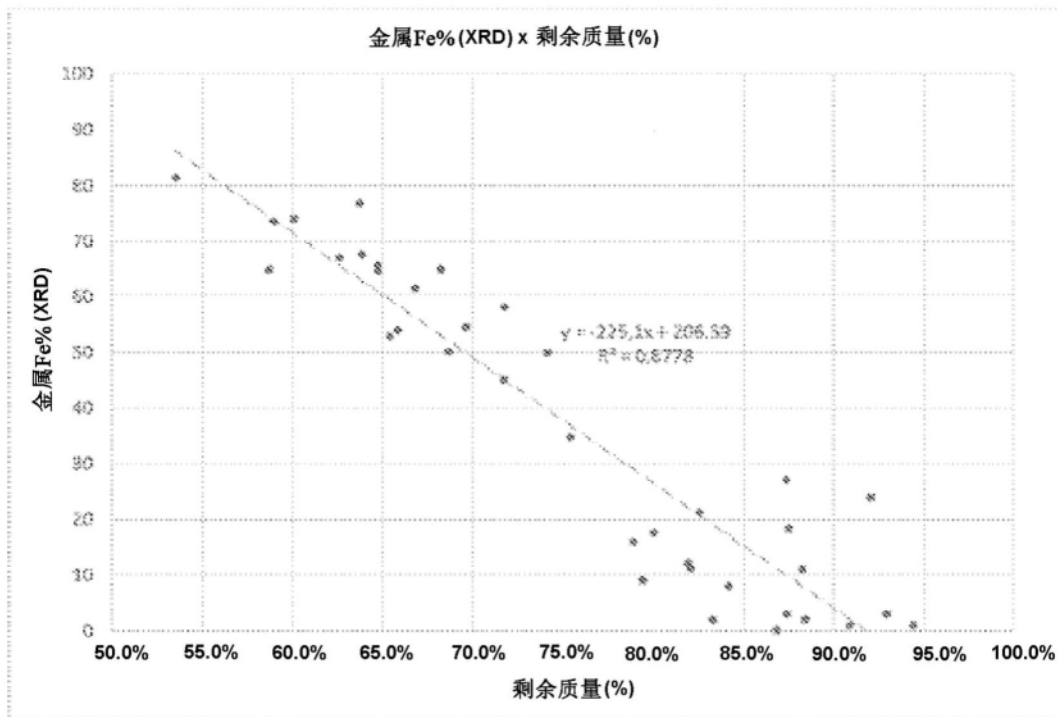


图4

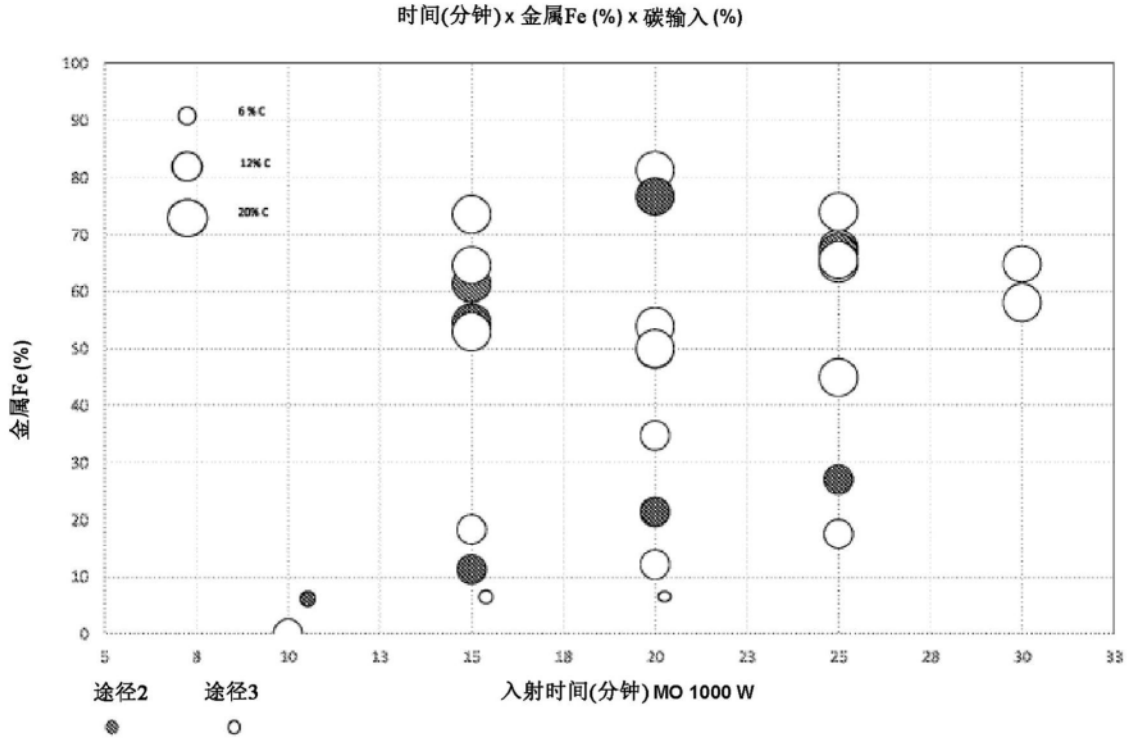


图5

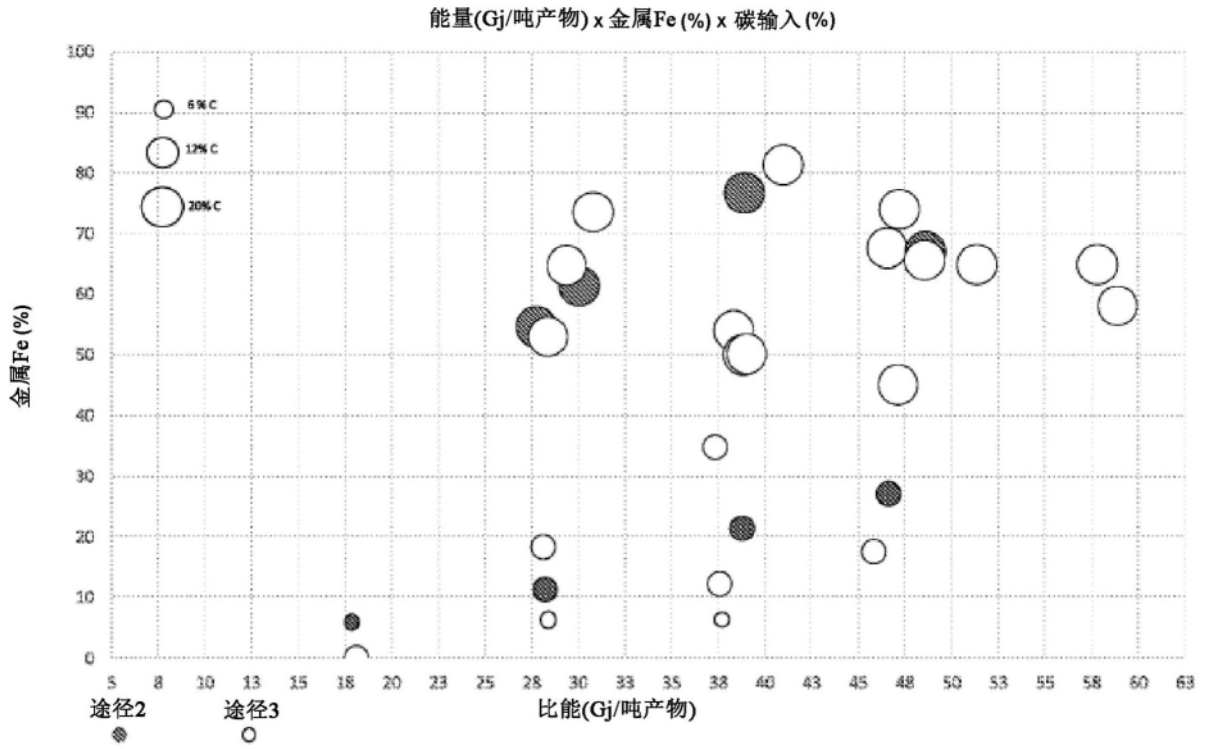


图6

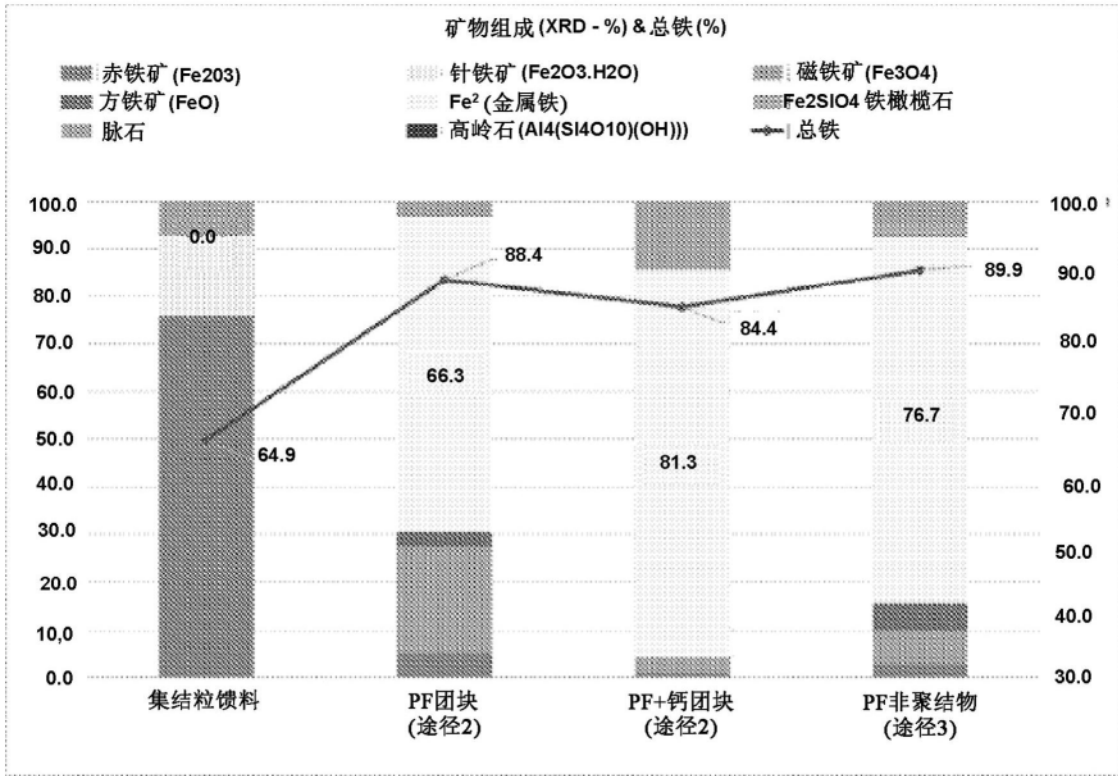


图7

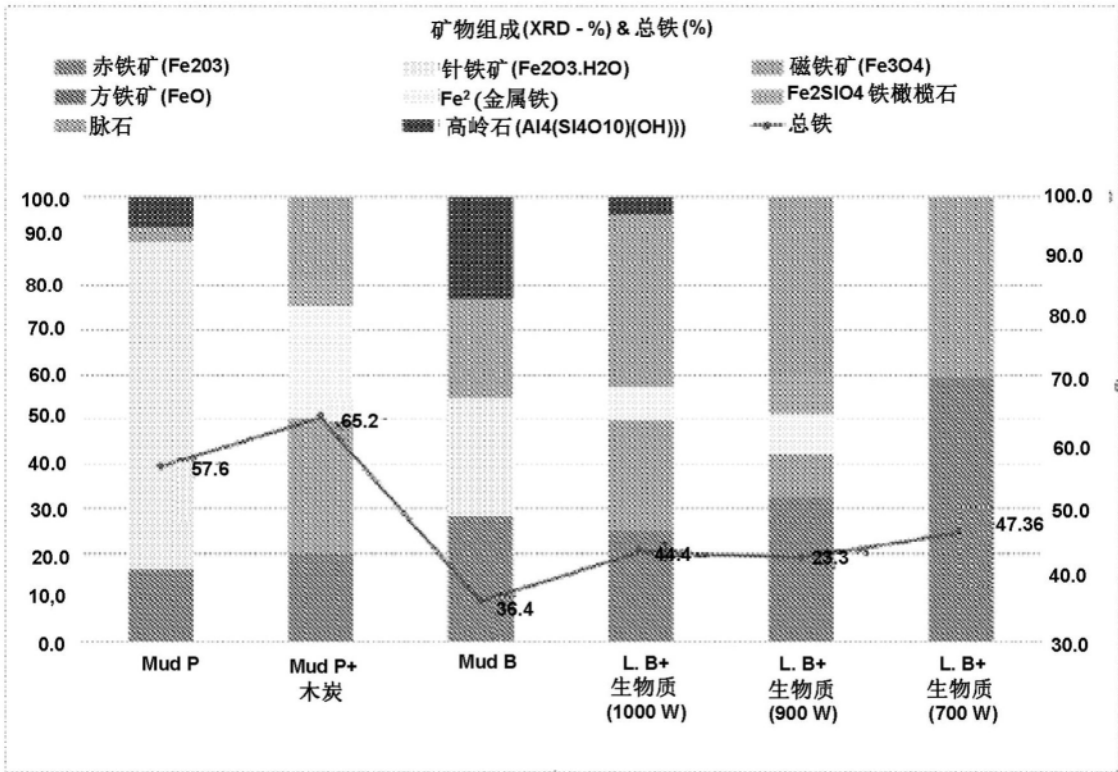


图8

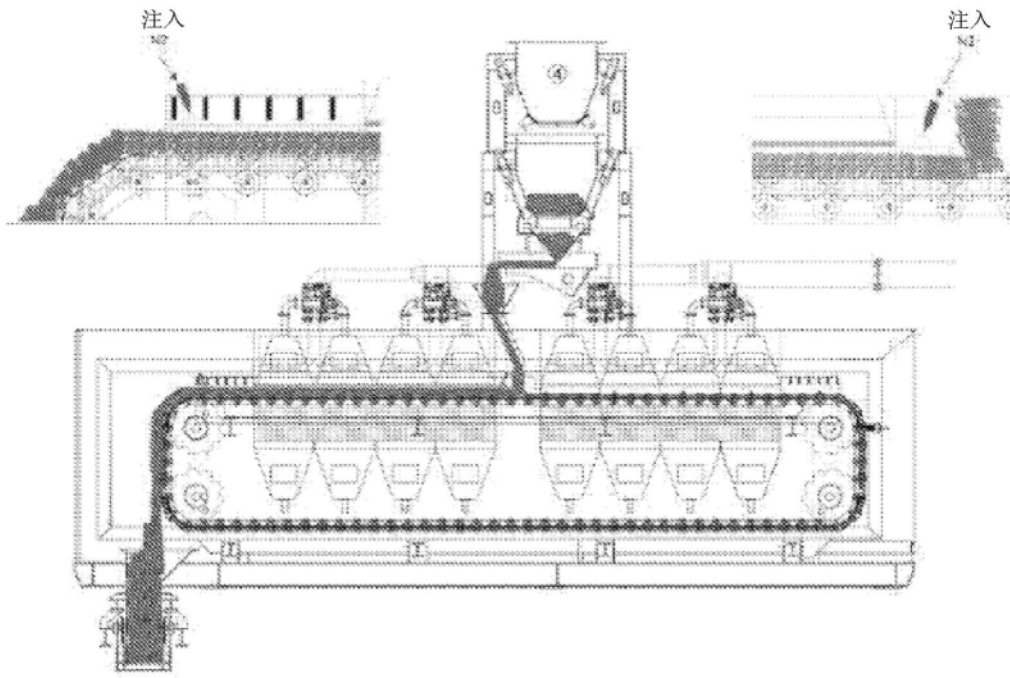


图9