



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112063788 A

(43) 申请公布日 2020.12.11

(21) 申请号 202010858831.8

(22) 申请日 2020.08.24

(71) 申请人 钢研晟华科技股份有限公司  
地址 100081 北京市海淀区学院南路76号  
37幢、38幢  
申请人 钢铁研究总院

(72) 发明人 高建军 万新宇 王锋 严定鋈  
齐渊洪 林万舟

(74) 专利代理机构 北京天达知识产权代理事务  
所(普通合伙) 11386  
代理人 程虹

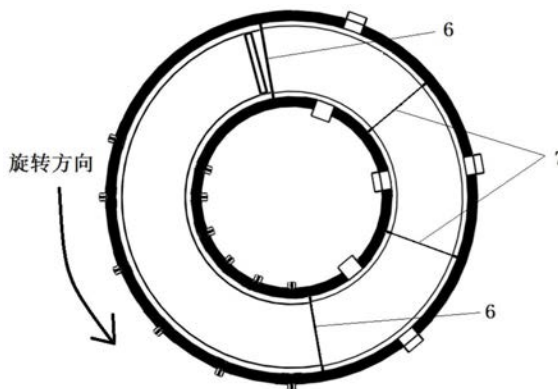
(51) Int. Cl.  
C21B 13/08 (2006.01)

权利要求书1页 说明书7页 附图4页

(54) 发明名称  
一种隔焰还原炼铁装置

(57) 摘要

本发明公开了一种隔焰还原炼铁装置,属于非高炉炼铁技术领域,解决了现有转底炉金属化率低、烟气利用效率低、能耗高的问题。本发明的隔焰还原炼铁装置包括转底炉,转底炉的内部空间沿转底炉的轴向通过沿径向设置的隔墙分为加热段和还原段,加热段为加热室,还原段沿转底炉的轴向通过隔焰板分为还原室以及位于还原室上方的燃烧室,加热室开设加料口,还原室开设排料口,加热室和燃烧室内通入燃烧气体。本发明的炼铁装置可用于含铁炉料的还原。



1. 一种隔焰还原炼铁装置,其特征在于,包括转底炉,所述转底炉的内部空间沿转底炉的周向通过沿径向设置的隔墙分为加热段和还原段,所述加热段为加热室,所述还原段沿转底炉的轴向通过隔焰板分为还原室以及位于还原室上方的燃烧室;

所述加热室开设加料口,所述还原室开设排料口;

所述加热室和燃烧室内通入燃烧气体。

2. 根据权利要求1所述的隔焰还原炼铁装置,其特征在于,所述还原室内含碳球团还原产生的还原煤气从还原室进入加热室,在加热室内,所述还原煤气部分燃烧和/或与加热室内的含碳球团进行气基还原。

3. 根据权利要求2所述的隔焰还原炼铁装置,其特征在于,所述加热室内的烟气还原势为10%~80%。

4. 根据权利要求2所述的隔焰还原炼铁装置,其特征在于,所述加热室开设烟气出口,所述烟气出口设于加热室的加料端。

5. 根据权利要求4所述的隔焰还原炼铁装置,其特征在于,所述烟气出口与燃烧室的燃烧气体进气口连通。

6. 根据权利要求1至5任一项所述的隔焰还原炼铁装置,其特征在于,所述加热段的圆心角为 $120^{\circ}$ ~ $240^{\circ}$ ,所述加热段的圆心角与还原段的圆心角之和为 $360^{\circ}$ 。

7. 根据权利要求1至5任一项所述的隔焰还原炼铁装置,其特征在于,所述燃烧室内沿径向设有多个阻火墙,通过阻火墙将燃烧室分成多个燃烧区,每个燃烧区均通入燃烧气体。

8. 根据权利要求1至5任一项所述的隔焰还原炼铁装置,其特征在于,还包括加热室烧嘴和燃烧室烧嘴,所述加热室的燃烧气体通过加热室烧嘴通入加热室内,所述燃烧室的燃烧气体通过燃烧室烧嘴通入燃烧室内。

9. 根据权利要求1至5任一项所述的隔焰还原炼铁装置,其特征在于,所述隔焰板朝向还原室的一侧与转底炉炉底之间的距离为50mm~500mm。

10. 根据权利要求1至5所述的隔焰还原炼铁装置,其特征在于,所述隔墙下沿与炉底之间的距离为50mm~300mm。

## 一种隔焰还原炼铁装置

### 技术领域

[0001] 本发明属于非高炉炼铁技术领域,具体涉及一种隔焰还原炼铁装置。

### 背景技术

[0002] 高炉炼铁是当今世界最主要的炼铁流程,其具有生产规模大、能耗低、生铁质量好、效率高等特点。然而,高炉炼铁存在两个主要问题:其一,高炉炼铁需要消耗大量燃料,尤其是优质焦炭,而焦煤资源的短缺和高昂的焦炭价格制约了高炉炼铁生产;其二,高炉炼铁CO<sub>2</sub>的排放量大,环境污染严重,导致全球气候变暖。

[0003] 非高炉炼铁的技术特点是摆脱高炉炼铁对焦煤资源的依赖,利用非焦煤炼铁,其中,转底炉工艺的炉内含碳球团与煤气接触,随着还原反应的进行,煤气中CO<sub>2</sub>含量升高,氧化势增大,容易发生二次氧化导致球团的金属化率低(金属化率一般为60%~80%),烟气温度高,能源消耗高。

### 发明内容

[0004] 鉴于上述的分析,本发明旨在提供一种隔焰还原炼铁装置,解决了现有转底炉金属化率低、烟气利用效率低、能耗高的问题。

[0005] 本发明的目的主要是通过以下技术方案实现的:

[0006] 本发明提供了一种隔焰还原炼铁装置,包括转底炉,转底炉的内部空间沿转底炉的轴向通过沿径向设置的隔墙分为加热段和还原段,加热段为加热室,还原段沿转底炉的轴向通过隔焰板分为还原室以及位于还原室上方的燃烧室,加热室开设加料口,还原室开设排料口,加热室和燃烧室内通入燃烧气体。

[0007] 进一步地,燃烧室独立设置,不与加热室和还原室连通。

[0008] 进一步地,还原室内含碳球团还原产生的还原煤气从还原室进入加热室,在加热室内,还原煤气部分燃烧和/或与加热室内的含碳球团进行气基还原。

[0009] 进一步地,加热室内的烟气还原势(CO的体积与CO和CO<sub>2</sub>的体积和之比, $V_{CO}/(V_{CO}+V_{CO_2})$ )控制为10%~80%。

[0010] 进一步地,上述加热室开设烟气出口,烟气出口设于加热室的加料端,上述烟气出口与引风机连接。

[0011] 进一步地,上述烟气出口与燃烧室的燃烧气体进气口连通。

[0012] 进一步地,烟气出口依次通过冷却器和除尘器与燃烧室的燃烧气体进气口连通。

[0013] 进一步地,上述转底炉的内部空间的形状为环形,加热段和还原段均为扇环

[0014] 进一步地,加热段的圆心角为120°~240°,加热段的圆心角与还原段的圆心角之和为360°。

[0015] 进一步地,燃烧室内沿径向设有多个阻火墙,通过阻火墙将燃烧室分成多个燃烧区,每个燃烧区均通入燃烧气体。

[0016] 进一步地,隔焰板的形状为波浪形,或者,隔焰板的形状为平板形,平板形的隔焰

板朝向还原室一侧设有多个凸起或凹槽。

[0017] 进一步地,隔焰板的形状为平板形,隔焰板朝向还原室一侧设有多个凸起,凸起包括连接杆和传热部,连接杆的一端与隔焰板固定连接,连接杆的另一端与传热部连接,传热部的形状为水滴状,传热部的直径大于连接杆的直径。

[0018] 进一步地,隔焰板为耐热合金板或碳化硅板。

[0019] 进一步地,隔焰板的厚度为30mm~200mm。

[0020] 进一步地,上述隔焰转底炉原炼铁装置还包括加热室烧嘴,加热室的燃烧气体通过加热室烧嘴通入加热室内。

[0021] 进一步地,加热室烧嘴包括加热室连接管以及位于加热室连接管端部的加热室喷球,加热室喷球上开设多个加热室喷孔,空气或氧气通过加热室连接管从加热室喷孔喷出。

[0022] 进一步地,上述隔焰还原炼铁装置还包括燃烧室烧嘴,燃烧室的燃烧气体通过燃烧室烧嘴通入燃烧室内。

[0023] 进一步地,燃烧室烧嘴包括燃烧室连接管以及位于燃烧室连接管端部的燃烧室喷球,燃烧室喷球上开设多个燃烧室喷孔,空气或氧气通过燃烧室连接管从燃烧室喷孔喷出。

[0024] 进一步地,燃烧室烧嘴为蓄热式烧嘴。

[0025] 进一步地,上述转底炉的炉墙包括由外向内依次设置的金属壳、隔热层、保温层和耐火层。

[0026] 进一步地,金属壳为钢壳。

[0027] 进一步地,隔焰板朝向还原室的一侧与转底炉炉底之间的距离为50mm~500mm。

[0028] 进一步地,隔墙下沿与炉底之间的距离为50mm~300mm。

[0029] 与现有技术相比,本发明至少可实现如下有益效果之一:

[0030] a) 本发明提供的隔焰还原炼铁装置中,转底炉分为加热段和还原段,还原段分为还原室和燃烧室,其中,还原段采用隔焰加热方式,燃烧产生的烟气与还原球团不接触,从而能够避免还原后的含碳球团二次氧化,进而获得很高的金属化率。

[0031] b) 本发明提供的隔焰还原炼铁装置中,加热室内的含碳球团与燃烧煤气接触,采用明焰燃烧,能够实现含碳球团的快速加热,使其在加热室的运行过程中基本上能够接近还原所需温度,完成含碳球团在加热室内的预热,进而提高上述隔焰还原炼铁装置的生产效率。

[0032] c) 本发明提供的隔焰还原炼铁装置中,通过将烟气出口设置在加热室的加料端,还原室产生的还原煤气进入加热室,加热段对还原煤气进行燃烧,燃烧所得的热量能够用于含碳球团的预加热。

[0033] d) 本发明提供的隔焰还原炼铁装置中,由于煤基还原的适合温度在1000℃~1400℃,气基还原的合适温度在700℃~1000℃,含碳球团在还原室内进行煤基还原,含碳球团在预加热过程中,从还原室返回的还原煤气能够与加热室内的含碳球团表面的铁矿粉进行气基还原,也就是说,通过将还原室的还原煤气循环至加热室,能够实现含碳球团的气基还原和煤基还原,从而能够进一步提高含碳球团的金属化率,实现含碳球团高效还原和还原煤气高效利用的耦合协同作用。此外,还原煤气的循环还能够降低上述隔焰还原炼铁装置的烟气排放量。

[0034] e) 本发明提供的隔焰还原炼铁装置中,通过控制加热室内的烟气还原势,不仅能

够快速加热含碳球团,还能够避免CO<sub>2</sub>与C进行反应,提高上述隔焰还原炼铁装置的生产效率。

[0035] f) 本发明提供的隔焰还原炼铁装置中,将加热室排出的烟气作为燃烧室的燃烧气体,烟气中的CO在燃烧室中燃烧,为还原室提供热量,从而能够有效利用加热室排出的烟气热值,实现上述隔焰还原炼铁装置能源的阶梯利用。

[0036] 本发明的其他特征和优点将在随后的说明书中阐述,并且,部分的从说明书中变得显而易见,或者通过实施本发明而了解。本发明的目的和其他优点可通过在所写的说明书以及附图中所特别指出的结构来实现和获得。

## 附图说明

[0037] 附图仅用于示出具体实施例的目的,而并不认为是对本发明的限制,在整个附图中,相同的参考符号表示相同的部件。

[0038] 图1为本发明实施例一提供的隔焰还原炼铁装置的结构示意图;

[0039] 图2为本发明实施例一提供的隔焰还原炼铁装置的俯视图;

[0040] 图3为本发明实施例一提供的隔焰还原炼铁装置的正视图;

[0041] 图4为图3的A-A剖视图;

[0042] 图5为图3的B-B剖视图;

[0043] 图6为图2的C-C剖视图;

[0044] 图7为图2的D-D剖视图;

[0045] 图8为本发明实施例一提供的隔焰还原炼铁装置中隔焰板的结构示意图;

[0046] 图9为本发明实施例一提供的隔焰转底炉直接还原炼铁方法的流程图。

[0047] 附图标记:

[0048] 1-转底炉;2-加料口;3-烟气出口;4-加热室烧嘴;5-燃烧室烧嘴;6-隔墙;7-阻火墙;8-排料口;9-炉墙;10-燃烧室;11-隔焰板;12-还原室;13-炉底;14-加热室;15-连接杆;16-传热部。

## 具体实施方式

[0049] 下面结合附图来具体描述本发明的优选实施例,其中,附图构成本发明的一部分,并与本发明的实施例一起用于阐释本发明的原理。

[0050] 实施例一

[0051] 本发明提供了一种隔焰还原炼铁装置,参见图1至图8,包括转底炉1,转底炉1的内部空间沿转底炉1的轴向通过沿径向设置的隔墙6分为加热段和还原段,加热段为加热室14,还原段沿转底炉1的轴向通过隔焰板11分为还原室12以及位于还原室12上方的燃烧室10,燃烧室10独立设置,不与加热室14和还原室12连通,加热室14开设加料口2,还原室12开设排料口8,加热室14和燃烧室10内通入燃烧气体。

[0052] 实施时,转底炉1的炉底13进行圆周运动,含碳球团通过加料口2进入加热室14,加热室14内的燃烧气体燃烧产生热量,对加热室14内的含碳球团进行预加热;预加热后的含碳球团随着炉底13转动进入还原室12,燃烧室10内的燃烧气体燃烧产生热量通过隔焰板11对含碳球团进行辐射加热,使得含碳球团中的氧化铁被碳粉还原为金属铁,还原后的产品

从排料口8排出。

[0053] 与现有技术相比,本实施例提供的隔焰还原炼铁装置中,转底炉1分为加热段和还原段,还原段分为还原室12和燃烧室10,其中,还原段采用隔焰加热方式(燃烧室10独立设置),燃烧产生的烟气与还原球团不接触,从而能够避免还原后的含碳球团二次氧化,进而获得很高的金属化率。

[0054] 同时,本实施例提供的隔焰还原炼铁装置中,加热室14内的含碳球团与燃烧煤气接触,采用明焰燃烧,能够实现含碳球团的快速加热,使其在加热室14的运行过程中基本上能够接近还原所需温度,完成含碳球团在加热室14内的预热,进而提高上述隔焰还原炼铁装置的生产效率。

[0055] 为了能够对还原室12内产生的还原煤气进行进一步利用,还原室12内含碳球团还原产生的还原煤气(含有CO)从还原室12进入加热室14,在加热室14内,还原煤气部分燃烧和/或与加热室14内的含碳球团进行气基还原,为加热室14提供热量,用于含碳球团的预加热。通过将烟气出口3设置在加热室14的加料端,还原室12产生的还原煤气进入加热室14,加热段对还原煤气进行燃烧,燃烧所得的热量能够用于含碳球团的预加热。同时,由于煤基还原的适合温度在 $1000^{\circ}\text{C}\sim 1400^{\circ}\text{C}$ ,气基还原的合适温度在 $700^{\circ}\text{C}\sim 1000^{\circ}\text{C}$ ,含碳球团在还原室12内进行煤基还原,含碳球团在预加热过程中,从还原室12返回的还原煤气能够与加热室14内的含碳球团表面的铁矿粉进行气基还原,也就是说,通过将还原室12的还原煤气循环至加热室14,能够实现含碳球团的气基还原和煤基还原,从而能够进一步提高含碳球团的金属化率,实现含碳球团高效还原和还原煤气高效利用的耦合协同作用。此外,还原煤气的循环还能够降低上述隔焰还原炼铁装置的烟气排放量。

[0056] 值得注意的是,加热室14内的 $\text{CO}_2$ 含量过高,会造成加热室14内的氧化势过高, $\text{CO}_2$ 与C进行反应,降低含碳球团内的C含量,不利于含碳球团在还原室12内的还原,因此,加热室14内的烟气还原势(CO的体积与CO和 $\text{CO}_2$ 的体积和之比, $V_{\text{CO}}/(V_{\text{CO}}+V_{\text{CO}_2})$ )控制为 $10\%\sim 80\%$ 。通过控制加热室14内的烟气还原势,不仅能够快速加热含碳球团,还能够避免 $\text{CO}_2$ 与C进行反应,提高上述隔焰还原炼铁装置的生产效率。

[0057] 可以理解的是,为了实现还原煤气的进一步利用,上述加热室14开设烟气出口3,烟气出口3设于加热室14的加料端(也就是加热室14设有加料口2的一端),上述烟气出口3与引风机(图中未示出)连接,通过引风机促进还原煤气流动,并从烟气出口3流出。

[0058] 考虑到从加热室14排出的烟气中含有CO,仍然具有较高的热值,因此,上述烟气出口3与燃烧室10的燃烧气体进气口连通。将加热室14排出的烟气作为燃烧室10的燃烧气体,烟气中的CO在燃烧室10中燃烧,为还原室12提供热量,从而能够有效利用加热室14排出的烟气热值,实现上述隔焰还原炼铁装置能源的阶梯利用。

[0059] 为了能够提高加热室14排出的烟气的纯净度,烟气出口3依次通过冷却器和除尘器与燃烧室10的燃烧气体进气口连通。将加热室14排出的烟气通过冷却器,能够将加热室14排出的烟气的温度降低至除尘器的适合温度,降温后的烟气通过除尘器能够去除烟气中的固体颗粒物,从而提高加热室14排出的烟气的纯净度。

[0060] 示例性地,上述转底炉1的内部空间的形状为环形,加热段和还原段均为扇环,为了保证加热室14的预加热效果以及还原室12的还原效果,加热段的圆心角为 $120^{\circ}\sim 240^{\circ}$ ,如 $150^{\circ}$ 、 $180^{\circ}$ 、 $200^{\circ}$ 、 $220^{\circ}$ ,加热段的圆心角与还原段的圆心角之和为 $360^{\circ}$ 。

[0061] 为了能够精确控制燃烧室10的温度,燃烧室10内沿径向设有多个阻火墙7,例如,2个或3个,通过阻火墙7将燃烧室10分成多个燃烧区,每个燃烧区均通入燃烧气体。

[0062] 为了提高隔焰板11的辐射加热能力,隔焰板11的形状为波浪形,或者隔焰板11的形状为平板形,平板形的隔焰板11朝向还原室12一侧设有多个凸起或凹槽,这样,通过隔焰板11的自身形状(波浪形)或者在隔焰板11上加工凸起或凹槽,能够增加隔焰板11的辐射面积,进而提高隔焰板11的辐射加热能力。

[0063] 示例性地,隔焰板11的形状为平板形,隔焰板11朝向还原室12一侧设有多个凸起,对于凸起的结构,具体来说,凸起包括连接杆15和传热部16,连接杆15的一端与隔焰板11固定连接,连接杆15的另一端与传热部16连接,传热部16的形状为水滴状,传热部16的直径大于连接杆15的直径。这样,隔焰板11的热量能够通过连接杆15传递至传热部16,使得传热部16能够靠近含碳球团,促进含碳球团的还原;同时,相比于传热部16,连接杆15的直径较小,还原室12的还原煤气经过传热部16后能够在连接杆15之间流动,相当于在不影响还原煤气的基础上拉近了隔焰板11与含碳球团之间的距离,进一步促进了含碳球团的还原。

[0064] 为了保证隔焰板11的辐射加热效果,隔焰板11为耐热合金板或碳化硅板等导热效果较好的材料,隔焰板11的厚度为30mm~200mm,如50mm、70mm、100mm、120mm、150mm、180mm。这是因为,隔焰板11的厚度过薄,传热快,辐射加热效果好,但是,会导致隔焰板11的强度低,使用寿命短;隔焰板11的厚度过厚,会影响隔焰板11的传热,导致隔焰板11的辐射加热效果较差。

[0065] 为了实现加热室14内燃烧气体的输送,上述隔焰转底炉1原炼铁装置还包括加热室烧嘴4,加热室14的燃烧气体通过加热室烧嘴4通入加热室14内。

[0066] 为了进一步提高加热室14内的温度分布均匀性,对于加热室烧嘴4的结构,具体来说,其包括加热室连接管以及位于加热室连接管端部的加热室喷球,加热室喷球上开设多个加热室喷孔,对于喷孔的数量,示例性地,喷孔的数量为5~10个,空气或氧气通过加热室连接管从加热室喷孔喷出,多个加热室喷孔能够提供从加热室喷球中心向外辐射的空气或氧气,从而能够进一步提高加热室14内的温度分布均匀性。

[0067] 同样地,为了实现燃烧室10内燃烧气体的输送,上述隔焰还原炼铁装置还包括燃烧室烧嘴5(例如,蓄热式烧嘴),燃烧室10的燃烧气体通过燃烧室烧嘴5通入燃烧室10内。

[0068] 为了进一步提高燃烧室10内的温度分布均匀性,对于燃烧室烧嘴5的结构,具体来说,其包括燃烧室连接管以及位于燃烧室连接管端部的燃烧室喷球,燃烧室喷球上开设多个燃烧室喷孔,空气或氧气通过燃烧室连接管从燃烧室喷孔喷出,多个燃烧室喷孔能够提供从燃烧室喷球中心向外辐射的空气或氧气,从而能够进一步提高燃烧室10内的温度分布均匀性。

[0069] 为了保证上述转底炉1的内部空间的温度,上述转底炉1的炉墙9包括由外向内依次设置的金属壳(例如,钢壳)、隔热层、保温层和耐火层,其中耐火层位于最内层,能够承受较高的工作温度;保温层和隔热层位于中间层,能够对转底炉1的内部空间进行有效地保温,避免转底炉1的内部空间的热量扩散至外部环境中;金属壳位于最外层,用于整个转底炉1炉墙9的支撑和保护。

[0070] 为了便于还原烟气在还原室12内的流动,隔焰板11朝向还原室12的一侧(也就是隔焰板11的下端面)与转底炉1炉底13之间的距离为50mm~500mm,如70mm、100mm、120mm、

150mm、180mm、220mm、250mm、280mm、350mm、400mm、420mm、470mm。这是因为，隔焰板11朝向还原室12的一侧与转底炉1炉底13的上端面之间的距离过小，使得还原室12的空间过小，不便于还原烟气的流通，容易造成还原烟气压力过大；隔焰板11朝向还原室12的一侧与转底炉1炉底13之间的距离过大，会导致隔焰板11的辐射加热效果较差。

[0071] 为了避免转底炉1炉底13转动过程中含碳球团与隔墙6发生干涉，上述隔墙6下沿与炉底13之间的距离为50mm~300mm，如70mm、100mm、120mm、150mm、180mm、220mm、250mm、280mm。这是因为，将隔墙6下沿与炉底13之间的距离限定在上述范围内，能够转底炉1炉底13转动过程中含碳球团与隔墙6容易发生干涉，同时，还能够促进还原煤气顺畅通过隔墙6流入加热室14。

[0072] 实施例二

[0073] 本实施例提供了一种隔焰转底炉直接还原炼铁方法，采用实施例一提供的隔焰还原炼铁装置，参见图9，包括如下步骤：

[0074] 步骤1：含铁原料、熔剂和煤粉按设计比例混匀，压球或造球后的含碳球团直接装入转底炉1的加热室14，采用加热室14内的燃烧气体（例如，空气和/或氧气）对含碳球团进行明焰预加热；

[0075] 步骤2：预加热后的含碳球团随着转底炉1炉底的转动进入还原室12，位于还原室12上方的燃烧室10内的燃烧气体燃烧，通过隔焰板11对预热后的含碳球团进行隔焰加热，使得含碳球团中的氧化铁与碳进行还原反应，产生还原煤气，得到金属化炉料。

[0076] 需要说明的是，上述加热室内仅通入空气和/或氧气，而不额外通入煤气。

[0077] 与现有技术相比，本实施例提供的隔焰转底炉直接还原炼铁方法的技术核心是控制转底炉1内不同区域内煤气的气氛和不同区域煤气的燃烧方式，从而使含碳球团在转底炉1内具有很高的直接还原金属化率和煤气在转底炉1内可以高效利用，在低燃料消耗的条件下，可以生产出高金属化率的直接还原铁。

[0078] 具体来说，含碳球团分别经过加热段和还原段，还原段分为还原室12和燃烧室10，其中，加热室14采用明焰加热方式，加热室14内的含碳球团与燃烧煤气接触，采用明焰燃烧，能够实现含碳球团的快速加热，使其在加热室14的运行过程中基本上能够接近还原所需温度，完成含碳球团在加热室14内的预热，进而提高上述隔焰转底炉直接还原炼铁方法的生产效率；还原段采用隔焰加热方式，燃烧产生的烟气与还原球团不接触，从而能够避免还原后的含碳球团二次氧化，进而获得很高的金属化率。

[0079] 为了能够对还原室12内产生的还原煤气进行进一步利用，步骤2之后还包括如下步骤：还原煤气（含有CO）从还原室12进入加热室14，在加热室14内，还原煤气部分燃烧和/或与加热室14内的含碳球团进行气基还原，产生烟气，为加热室14提供热量，用于含碳球团的预加热。还原室12产生的还原煤气进入加热室14，加热段对还原煤气进行燃烧，燃烧所得的热量能够用于含碳球团的预加热。同时，由于煤基还原的适合温度在1000℃~1400℃，气基还原的合适温度在700℃~1000℃，含碳球团在还原室12内进行煤基还原，含碳球团在预加热过程中，从还原室12返回的还原煤气能够与加热室14内的含碳球团表面的铁矿粉进行气基还原，也就是说，通过将还原室12的还原煤气循环至加热室14，能够实现含碳球团的气基还原和煤基还原，从而能够进一步提高含碳球团的金属化率，实现含碳球团高效还原和还原煤气高效利用的耦合协同作用。此外，还原煤气的循环还能够降低上述隔焰转底炉直



接还原炼铁方法的烟气排放量。

[0080] 以上仅为本发明较佳的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。

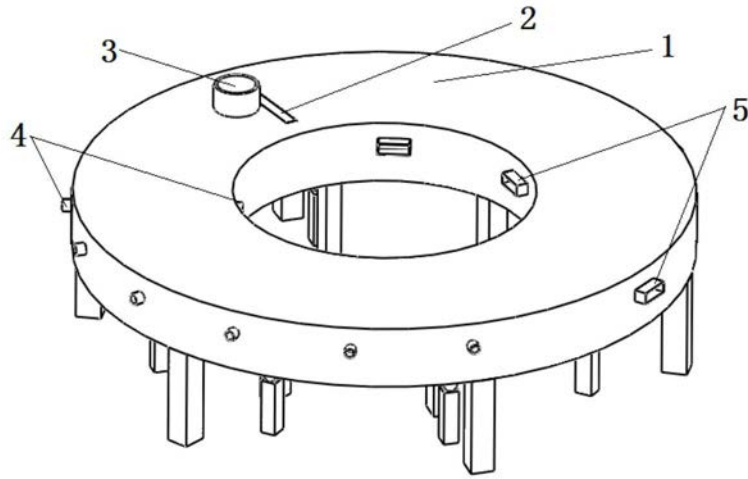


图1

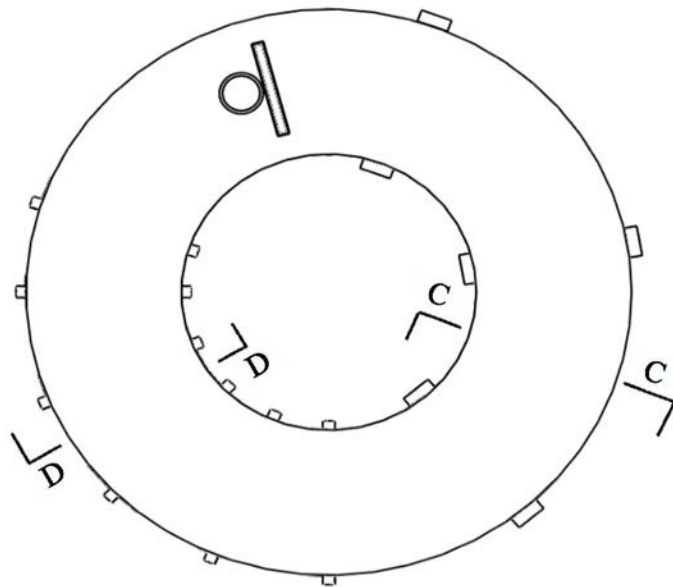


图2

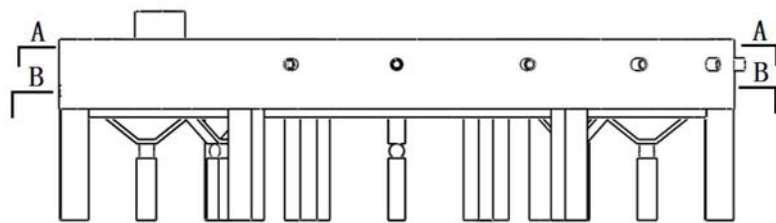


图3

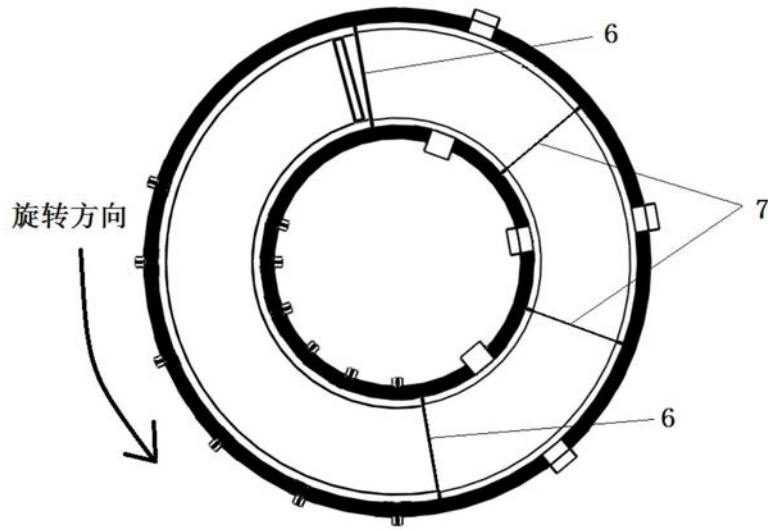


图4

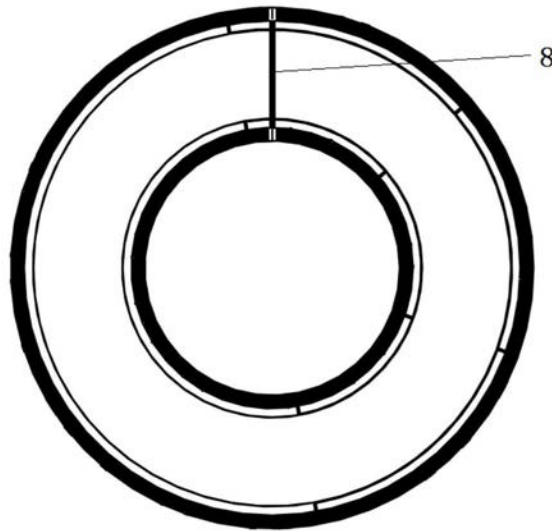


图5

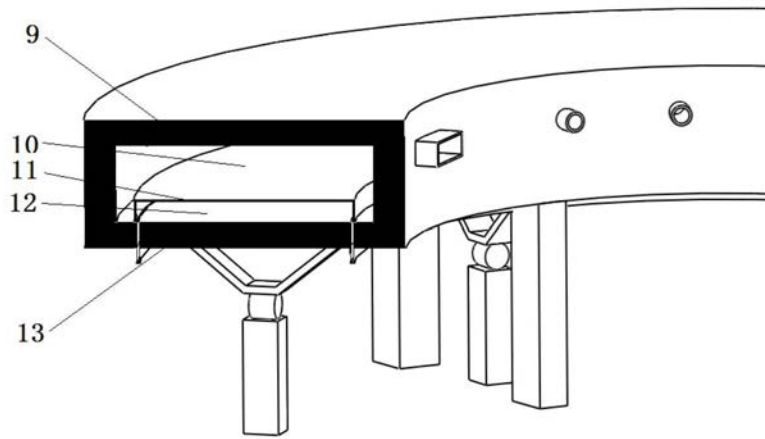


图6

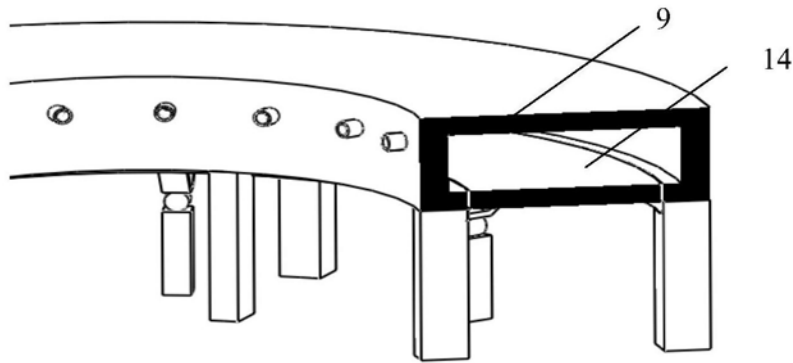


图7

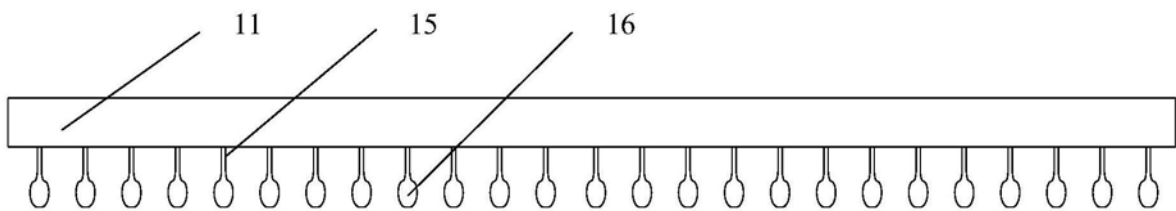


图8

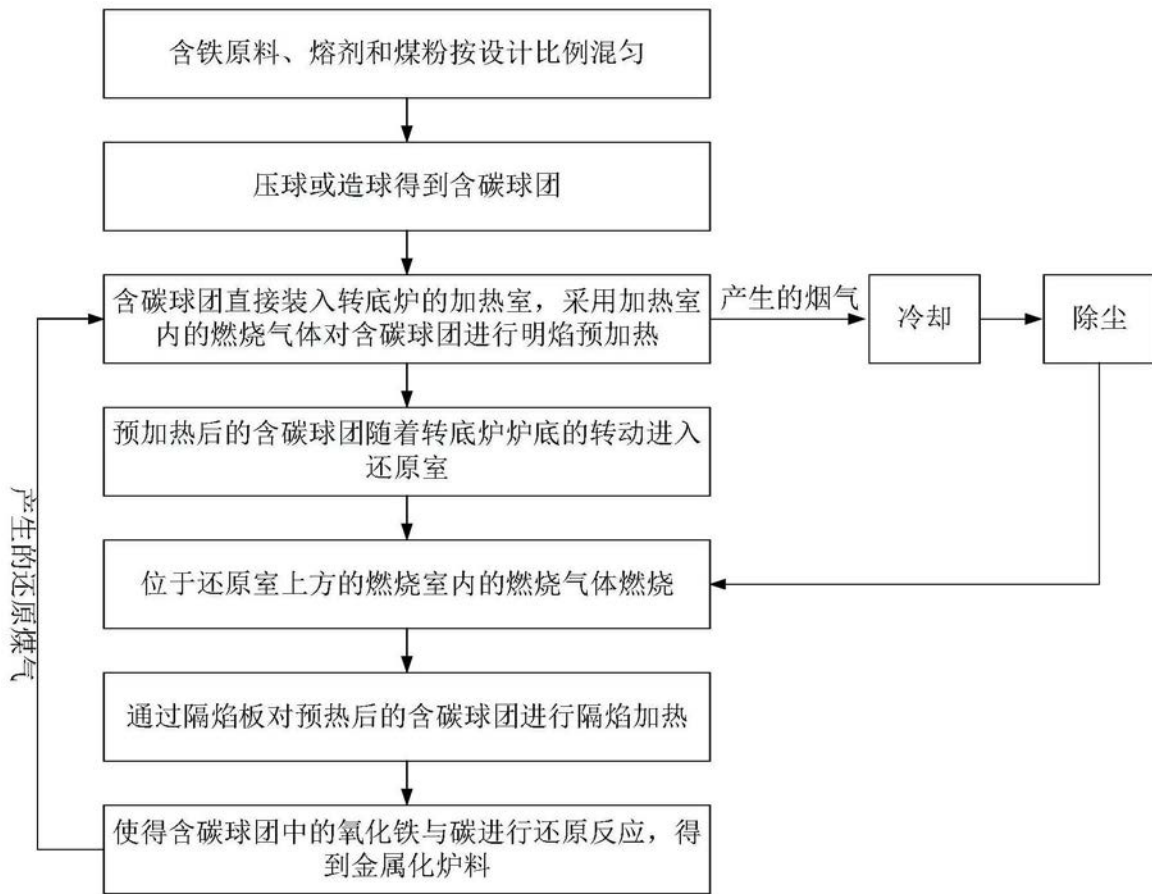


图9