



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107419093 B

(45) 授权公告日 2021.12.21

(21) 申请号 201710549802.1

(22) 申请日 2014.07.02

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107419093 A

(43) 申请公布日 2017.12.01

(30) 优先权数据
2013-144214 2013.07.10 JP
2013-215334 2013.10.16 JP

(62) 分案原申请数据
201480033411.9 2014.07.02

(73) 专利权人 杰富意钢铁株式会社
地址 日本东京都

(72) 发明人 岩见友司 大山伸幸 山本哲也
樋口隆英 岩瀬一洋

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
11105

代理人 王利波

(51) Int.Cl.
C22B 1/16 (2006.01)
C22B 1/245 (2006.01)

(56) 对比文件
JP H02228428 A, 1990.09.11
JP H04210432 A, 1992.07.31
JP H08199250 A, 1996.08.06
CN 102939395 A, 2013.02.20
CN 102844449 A, 2012.12.26

审查员 王天天

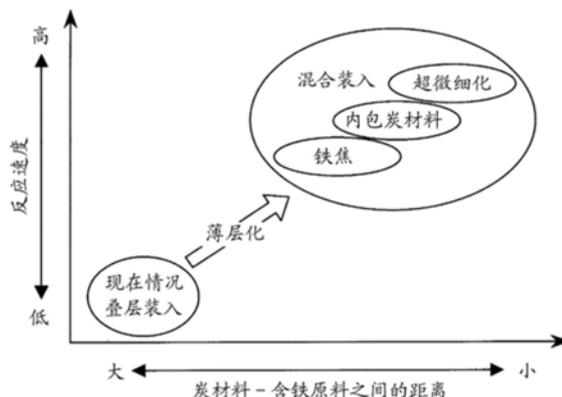
权利要求书1页 说明书9页 附图8页

(54) 发明名称

用于制造烧结矿的内包炭材料的造粒粒子及其制造方法、以及烧结矿的制造方法

(57) 摘要

本发明提供一种内包炭材料的造粒粒子,其是如下制成的准粒子:将成为炭材料核的粒径为3~15mm的小块焦炭、成为外层的粒径为250 μm以下的铁矿石粉和含CaO原料装入造粒机,进行混合、造粒,在炭材料核的周围包覆而形成外层,从而制成准粒子。另外,将上述内包炭材料的造粒粒子与通常的造粒粒子混合而成的烧结原料装入烧结机的烧结小车上,形成装入层,利用上述通常的造粒粒子中所含的炭材料的燃烧热来制造烧结矿(内包炭材料的烧结矿)。另外,由此可以不使用炼铁矿粉、轧制铁鳞等含金属铁的氧化铁粉,且生产量不受限制地得到将含铁原料与炭材料相邻配置的内包炭材料的烧结矿。



1. 一种用于制造烧结矿的内包炭材料的造粒粒子,其是由炭材料核和包覆该炭材料核的周围而形成的外层形成的准粒子,

所述外层由铁矿石粉和含CaO原料构成,且CaO的添加量为5~17质量%,该外层中未混合炭材料,且所述外层的熔点为1200℃以上且1500℃以下,

所述炭材料核是粒径为3mm以上且8mm以下的小块焦炭粒子。

2. 根据权利要求1所述的用于制造烧结矿的内包炭材料的造粒粒子,其中,所述铁矿石粉是粒径为10~1000 μm 的球团料。

3. 根据权利要求2所述的用于制造烧结矿的内包炭材料的造粒粒子,其中,所述球团料的粒径为250 μm 以下。

4. 根据权利要求1~3中任一项所述的用于制造烧结矿的内包炭材料的造粒粒子,其中,所述外层的厚度为2mm以上。

5. 根据权利要求1~3中任一项所述的用于制造烧结矿的内包炭材料的造粒粒子,其中,所述造粒粒子的粒径为8mm以上。

6. 根据权利要求4所述的用于制造烧结矿的内包炭材料的造粒粒子,其中,所述造粒粒子的粒径为8mm以上。

7. 一种用于制造烧结矿的内包炭材料的造粒粒子的制造方法,其是制造权利要求1~6中任一项所述的内包炭材料的造粒粒子的制造方法,该方法包括:

将炭材料核、用来形成外层的铁矿石粉和作为熔点调节剂的含CaO原料装入造粒机,进行混合、造粒,在炭材料核的周围包覆而形成外层,从而制成准粒子。

用于制造烧结矿的内包炭材料的造粒粒子及其制造方法、以及烧结矿的制造方法

[0001] 本申请是申请日为2014年7月2日、申请号为201480033411.9、发明名称为“用于制造烧结矿的内包炭材料的造粒粒子及其制造方法、以及烧结矿的制造方法”的申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及在高炉等中作为炼铁原料使用的烧结矿的制造技术,具体而言,涉及用于烧结矿的制造的内包炭材料的造粒粒子及其制造方法、以及使用了该内包炭材料的造粒物的烧结矿的制造方法。

背景技术

[0003] 在高炉炼铁法中,现在主要使用铁矿石、烧结矿等含铁原料作为铁源。这里,上述烧结矿是块矿的一种,其是将如下制得的粒子作为成品回收而得到的,所述材料通过如下方式制成:向造粒原料中添加适量的水,使用鼓式混合器等进行混合、造粒而制成作为准粒子的烧结原料,然后将该烧结原料装入烧结机的循环移动的烧结小车(pallet)上,使上述准粒子中含有的炭材料燃烧并烧结,将得到的烧结饼粉碎,整粒而制成一定粒径以上的粒子,所述造粒原料由粒径10mm以下的铁矿石、以及包括二氧化硅、蛇纹岩、炼镍炉渣等的含 SiO_2 原料、包括石灰石、生石灰等含CaO原料等的副原料、包括粉状焦、无烟煤等的作为凝结材料的固体燃料(炭材料)等构成。

[0004] 然而,近年来,作为上述块矿,将铁矿石、矿粉等铁源与焦炭等炭材料相邻配置而成的块矿受到了关注。其理由在于,例如,将铁矿石等铁源与炭材料在一个块矿中相邻配置时,铁源侧的还原反应(放热反应)和炭材料侧的气化反应(吸热反应)快速地反复发生,因此炼铁效率得到提高,同时能够降低高炉等的炉内温度。

[0005] 作为上述块矿,例如有专利文献1中公开的如下制得的块矿:在单独的高炉/转炉矿粉、轧制铁鳞、矿泥(sludge)、铁矿石粉等炼铁工序中产生的含铁粉末原料中或者在将它们混合而成的原料中加入煤、焦炭等炭材料、淀粉后进行混合、混炼,再用造粒机供给淀粉溶液而进行造粒。但是,上述专利文献1公开的块矿由于在烧结矿制造时粒料中的炭材料会烧损,实际上并没有实现使铁矿石等含铁原料与炭材料相邻配置。另外,以相邻配置为目的而仅仅单纯地使铁矿石、炭材料的粒径减小,则会使传递热的气体的移动阻力过度增大,反而导致反应速度降低,使炼铁效率下降。

[0006] 因此,提出了若干以将铁矿石与炭材料相邻配置为目的的技术(例如,参照专利文献2~5)。这些公开的技术基本上是使用铁矿石等含铁原料与焦炭等炭材料混合后进行热成型而块化,并将形成的块矿作为高炉等中的炼铁用原料,或者未进行烧成而直接使用原粒子作为高炉等中的炼铁用原料。但是,这些块状物是由均匀混合物或多层造粒物形成的非烧结矿,强度不足且粉末化严重,因此将其装入高炉等时,会导致脱水粉末化、还原粉末化,损害高炉的透气性,因此存在使用量受到限制的问题。

[0007] 另外,作为解决上述专利文献2~5的技术问题的技术,例如在专利文献6中提出了一种炼铁用块矿,所述炼铁用块矿是用含有5重量%以上金属铁和/或5%以上碳的原料形成核,用含有10重量%以上金属铁及5重量%以下碳的原料将上述核包含在内形成一层以上外周层,然后在300~1300℃的氧化气体氛围下进行烧成并块化而成的。但是,专利文献6中公开的块矿也必须使用金属铁作为原料,由于使用的原料在量上存在限制,因此存在能够制造的炼铁用块矿的量受到限制的问题。

[0008] 因此,作为克服上述专利文献1~6所具有的上述问题的技术,提出了内包炭材料的块矿的技术。例如,在专利文献7中公开了如下的技术:使用造粒机在由小块焦炭构成的炭材料核的周围包覆炼铁粉末、轧制铁鳞等含金属铁的氧化铁粉,形成低氧化度的氧化铁壳,然后在大气中以200℃以上且小于300℃的温度进行加热0.5~5小时的氧化处理,由此仅在该氧化铁壳表面形成由高氧化度的氧化铁构成的硬质薄层,从而得到内包炭材料的块矿;另外,在专利文献8中公开了如下的技术:使用造粒机对炼铁粉末、轧制铁鳞等氧化铁粉或铁矿石粉与炭材料进行混合造粒,接着在其造粒物的外表面包覆含金属铁的氧化铁粉,包覆形成低氧化度的氧化铁壳,由此得到在氧化铁粉或铁矿石粉中以分散状态含有3mm以下尺寸的焦炭粉的块矿。

[0009] 另外,在非专利文献1中报道了在高炉内气体氛围中对内包炭材料的烧结矿进行评价的结果,所述内包炭材料的烧结矿如下获得:在未烧结团料上外包无烟煤,制作用无烟煤包覆了球团料(pellet feed)的未烧结团料,将其装入锅试验装置的层状矿上,在其上装入烧结原料并进行烧结。

[0010] 现有技术文献

[0011] 专利文献

[0012] 专利文献1:日本特开2001-348625号公报

[0013] 专利文献2:日本专利第3502008号公报

[0014] 专利文献3:日本专利第3502011号公报

[0015] 专利文献4:日本特开2005-344181号公报

[0016] 专利文献5:日本特开2002-241853号公报

[0017] 专利文献6:日本特开平10-183262号公报

[0018] 专利文献7:日本特开2011-195943号公报

[0019] 专利文献8:日本特开2011-225926号公报

[0020] 非专利文献

[0021] 非专利文献1:CAMP-ISIJ vol.24(2011),194

发明内容

[0022] 发明要解决的课题

[0023] 根据上述专利文献7和8公开的技术,能够获得一种内包炭材料的块矿,所述内包炭材料的块矿具有作为炼铁原料的适当的尺寸和足够的强度,而且具有含铁原料与炭材料相邻配置、容易发生炼铁反应、能够低温还原的结构。然而,对于上述技术而言,金属铁较多时与炭材料的润湿性变差,因此难以形成含有金属铁的氧化铁粉对炭材料核表面的包覆,为了形成低氧化度的氧化铁壳,需要在造粒后进行氧化处理,由此增加了制造成本,而且炼

铁矿粉、轧制铁鳞等含金属铁的氧化铁粉的产生量少,因此存在生产量受到限制的问题。

[0024] 另外,对于上述非专利文献1公开的技术而言,由于在周围不存在烧结原料,因此虽然在未烧结团料的周围外包有无烟煤,但存在包覆了无烟煤的球团料层熔融而使内部的无烟煤露出,从而发生燃烧/消失的问题。

[0025] 本发明是鉴于现有技术具有的上述问题而完成的,其目的在于,不使用炼铁矿粉、轧制铁鳞等含金属铁的氧化铁粉,从而提供一种生产量不受限制,且能够得到将含铁原料与炭材料相邻配置的内包炭材料的块矿(烧结矿)的内包炭材料的造粒粒子,并提出了其制造方法,同时还提出使用了该内包炭材料的造粒物的烧结矿的制造方法。

[0026] 解决课题的方法

[0027] 发明人等为了解决上述问题进行了深入研究。结果发现,如下制造烧结矿(块矿)是有效的,即,在使用小块焦炭作为中心部的炭材料核,并使用添加了熔点调节剂的含CaO原料的粒径 $250\mu\text{m}$ 以下的铁矿石粉(球团料(PF))作为外层原料,进行准粒子的造粒来作为用于制造烧结矿的内包炭材料的造粒物,将其作为烧结原料的一部分装入烧结机中,由此来制造烧结矿(块矿),从而完成了本发明。

[0028] 即,本发明涉及一种用于制造烧结矿的内包炭材料的造粒粒子,其是由炭材料核和形成在该炭材料核的周围的外层形成的准粒子,所述外层主要由铁矿石粉和含CaO原料构成。

[0029] 本发明的内包炭材料的造粒粒子中的上述铁矿石粉的特征在于,其是粒径为 $10\sim 1000\mu\text{m}$ 的球团料。

[0030] 另外,本发明的内包炭材料的造粒粒子中的上述球团料的特征在于,其粒径为 $250\mu\text{m}$ 以下。

[0031] 另外,本发明的内包炭材料的造粒粒子中的上述外层的特征在于,其熔点为 1200°C 以上且 1500°C 以下。

[0032] 另外,本发明的内包炭材料的造粒粒子中成为上述炭材料核的炭材料的特征在于,其是粒径为 3mm 以上的焦炭粒子。

[0033] 另外,本发明的内包炭材料的造粒粒子中的上述外层的特征在于,其厚度为 2mm 以上。

[0034] 另外,本发明的内包炭材料的造粒粒子的特征在于,其粒径为 8mm 以上。

[0035] 另外,本发明涉及一种用于制造烧结矿的内包炭材料的造粒粒子的制造方法,其是上述任一项所述的内包炭材料的造粒粒子的制造方法,该方法包括:将炭材料核、以及作为外层的铁矿石粉和作为熔点调节剂的含CaO原料装入造粒机,进行混合、造粒,在炭材料核的周围包覆而形成外层,从而制成准粒子。

[0036] 另外,本发明涉及一种内包炭材料的烧结矿的制造方法,该方法包括:将上述任一项所述的内包炭材料的造粒粒子与通常的造粒粒子混合而成的烧结原料装入烧结机的烧结小车上,形成装入层,通过上述通常的造粒粒子中所含的炭材料的燃烧热来制造烧结矿。

[0037] 本发明的内包炭材料的烧结矿的制造方法的特征在于,将上述内包炭材料的造粒粒子较多地装入到装入层的下层侧。

[0038] 另外,本发明的内包炭材料的烧结矿的制造方法中的上述通常的造粒粒子的特征在于,其是用鼓式混合器造粒而成的,且其粒径小于内包炭材料的造粒粒子的粒径。

[0039] 发明的效果

[0040] 根据本发明,可以使用廉价且高纯度的铁矿石粉(球团料(PF))来代替炼铁厂中产生的各种炼铁矿粉、轧制铁鳞等产生量受限的低氧化度氧化铁粉,因此能够不受生产量限制,而且由于不需要氧化处理,因而可以廉价地制造用于制造烧结矿的内包炭材料的造粒粒子。另外,对于本发明的上述内包炭材料的造粒粒子而言,由于能够使用现有的烧结机制成烧结矿,因此可以大量且廉价地制造内包炭材料的烧结矿。另外,本发明的内包炭材料的烧结矿在用作高炉等的原料时,具有足够的强度,并且具有使含铁原料与炭材料相邻配置的结构,因此使炼铁反应的反应效率提高、炉内温度降低、燃料比下降,还有助于制造成本的降低。

附图说明

[0041] 图1是说明含铁原料与炭材料之间的距离对反应速度造成的影响的图。

[0042] 图2(a)~(b)是将现有的高炉内与本发明的内包炭材料的烧结矿进行对比来说明含铁原料与炭材料之间的炼铁反应(还原反应、气化反应)的图。

[0043] 图3(a)~(b)是说明内包炭材料的烧结矿中的还原反应与气化反应的图。

[0044] 图4是 Fe_2O_3 -CaO二元相图。

[0045] 图5是说明内包炭材料的造粒粒子在烧结时的外层内的反应的图。

[0046] 图6是 SiO_2 - Fe_2O_3 -CaO三元相图。

[0047] 图7是示出本发明的内包炭材料的造粒粒子和内包炭材料的烧结矿的制造方法的实例的图。

[0048] 图8是说明实施例中使用的烧结试验锅的图。

[0049] 图9是实施例的烧结实验中得到的烧结矿(块矿)的外观照片。

[0050] 图10是本发明的内包炭材料的烧结矿剖面的显微镜照片。

[0051] 图11是示出本发明的内包炭材料的烧结矿剖面的EPMA分析结果的图。

[0052] 图12(a)~(b)是将本发明的内包炭材料的烧结矿的被还原性指数RI和还原粉化性指数RDI与通常的烧结矿进行对比示出的图。

具体实施方式

[0053] 例如,在高炉炼铁法中,用焦炭等炭材料的燃烧热将铁矿石、烧结矿等含铁原料加热至高温,同时进行还原而制造了生铁。这时,对于从高炉的炉顶装入炼铁原料而言,通常将分别整粒为20~40mm左右大小的含铁原料和炭材料分别以层状装入。在该情况下,可以认为如果减小含铁原料层和炭材料层的层厚,则含铁原料与炭材料之间的距离减小,因此能够提高上述还原反应速度。但是,如上所述,在仅混合装入含铁原料和炭材料时,作为导热方式的气体的移动阻力增大,反而使反应速度变慢。

[0054] 因此,近年来作为提高反应速度的方法进行研究的是如图1所示的示意图的那样的铁焦、内包炭材料的块矿、超微细化等技术。这里,上述铁焦是将炭材料与铁矿石(含铁原料)混合并烧固而成的材料作为炼铁原料的技术,上述内包炭材料的块矿是将在铁矿石中填充内包了炭材料的材料作为炼铁原料的技术,另外,上述超微细化是主要将炭材料微细化来使用的技术。

[0055] 这些技术的思想是基于图2所示的理论。该图2示出了使铁矿石与炭材料邻接时热交换与铁矿石的还原反应及炭材料(焦炭)的气化反应的关系。在铁矿石侧,发生 Fe_2O_3 与 CO 反应而形成 Fe 与 CO_2 的还原反应。该反应是放热反应。另一方面,在炭材料侧,发生被称为“布德奥德反应(Boudoir reaction)”的气化反应(气体改性反应),该反应是 CO_2 与 C 反应而生成 CO 的反应。该反应是吸热反应(以下,也将两个反应称为“炼铁反应”)。

[0056] 这里,如图2(a)所示,在高炉内以层状装入含铁原料和炭材料时,由于在不同的部位发生作为放热反应的还原反应与作为吸热反应的气化反应,因此对于上述反应所必需的热传导、 CO 、 CO_2 的供给而言,需要气体的移动。与此相对,如图2(b)所示,在铁矿石与炭材料邻接时,由于作为放热反应的还原反应和作为吸热反应的气化反应以较高的速度反复进行,因此炼铁反应效率得到提高。

[0057] 因此可以认为,使含铁原料与炭材料相互接近,即,将含铁原料与炭材料相邻配置对于提高炼铁反应是有效的。根据这样的技术思想,预先将含铁原料与炭材料混合、并将该炭材料埋设于含铁原料中的内包炭材料的块矿是终极的形式。

[0058] 另外,对于将这样的炭材料-含铁原料相邻配置而得到的内包炭材料的块矿而言,在上述气化反应所必需的热到达该内包炭材料的块矿的内部时,如图3所示,发生由该气化反应所产生的 CO 使 Fe_nO_m 还原的还原反应,且该还原反应所产生的 CO_2 引发下一次气化反应,这样一来,从块矿的内部向外部发生连锁反应,内部的 Fe_nO_m 依次被自还原而生成 Fe (金属铁)。如上所述,还原反应和气化反应在块矿的内部进行,因此从外部有少量的热供给即可,仅这一部分就能够降低炉内温度。

[0059] 但是,为了实现上述技术思想,其条件是能够稳定地制造内包炭材料的块矿(烧结矿)。然而,对于制造内包炭材料的块矿而言,存在内包于造粒粒子(准粒子)内的小块焦炭在烧结过程中燃烧而消失的问题,只要不能解决这个问题,就无法稳定地获得内包炭材料的烧结矿。

[0060] 因此,在本发明中,在中心部具有作为炭材料核的小块焦炭,并使该炭材料核的周围被调节过熔点的铁矿石粉包覆而制成准粒子,且以该准粒子作为用于制造内包炭材料的块矿、即用于制造烧结矿的内包炭材料的造粒粒子,由此解决上述问题。

[0061] 即,在使用小块焦炭作为造粒粒子(准粒子)的中心部的炭材料核这点上,本发明的内包炭材料的块矿与现有技术的内包炭材料的块矿相同。但是,本发明用铁矿石粉覆盖该炭材料核的周围,而且向该铁矿石粉中添加生石灰来降低熔点,在烧结时形成致密的外层,因此,在防止烧结时炭材料核的燃烧而消失方面与现有技术不同。

[0062] 这里,作为上述铁矿石粉,优选使用粒径为 $10\sim 1000\mu\text{m}$,更优选为 $250\mu\text{m}$ 以下的球团料。该球团料是 1mm 以下占90%以上的微粒矿石,以高品位(高 Fe 、低脉石)的赤铁矿、磁铁矿为主成分,而且在可以廉价地大量获得方面是优异的。

[0063] 需要说明的是,对于本发明使用的铁矿石粉而言,只要粒径在上述范围内,除了上述球团料以外,还可以是轧制铁鳞、转炉废气回收矿粉(OG矿粉)、选矿时产生的尾矿等,另外,也可以将它们混合成球团料。

[0064] 但是,如图4所示的 Fe_2O_3 - CaO 二元相图可知,上述磁铁矿、特别是高品位的磁铁矿的熔点高达 1580°C 左右,远远高于用于得到高品质烧结矿的优选烧结温度,在通常的烧结温度下不熔融,即不发生烧结反应。

[0065] 因此,本发明的特征在于,通过向上述铁矿石粉中添加含CaO原料,使外层的熔点降低,在烧结时的温度(1200℃以上)下提前熔融而形成熔粘层,使该熔粘层作为氧阻隔层而发挥作用,由此防止内包炭材料的造粒粒子所内包的炭材料核的燃烧、消失,使炭材料核保留下来。

[0066] 另外,通过制成上述结构,即使在烧结矿烧成时进入空气,也能够使内包的炭材料核存在。这是由于,如图5所示,可以认为由于形成在内包炭材料的造粒粒子(准粒子)的中心核的周围的外层的氧阻隔效果,通过形成了中心核的C与进入的O₂的反应,能够在外层以内基本上保持还原性气体氛围的CO气体,因此能够保留炭材料。

[0067] 这里,上述调节的熔点的温度优选为1200~1500℃的范围,从促进在烧结机上熔融的观点考虑,更优选为1200~1400℃的范围。如果低于1200℃,则不生成熔液,而且不会生成烧结矿的构成矿物中强度最高、被还原性也较高的钙铁素体。另一方面,如果超过1500℃,则不会在烧结机上熔融,不会与以钙铁素体为主体的烧结矿组织熔粘。

[0068] 需要说明的是,对于作为熔点调节剂而添加的生石灰CaO的添加量而言,在用于外层的球团料(PF)使用例如Anglo American-PF这样的脉石成分较少(赤铁矿(Fe₂O₃)为97.7质量%)的矿的情况下,可以由上述图4所示的Fe₂O₃-CaO二元相图来确定。另外,在使用脉石成分较多的PF的情况下,可以使用如图6所示的考虑了作为脉石成分的SiO₂的SiO₂-Fe₂O₃-CaO三元相图来确定CaO的添加量。需要说明的是,生石灰除了作为熔点调节剂发挥作用以外,还作为粘结剂发挥作用。

[0069] 另外,对于本发明的内包炭材料的造粒粒子(准粒子)而言,从阻止烧结时炭材料核的燃烧、消失的观点考虑,优选上述炭材料核的大小为3mm以上,且在该炭材料核的周围形成的外层的厚度为2mm以上,且将粒径控制在适当范围。这里,上述炭材料的大小是指炭材料的长径。

[0070] 即,对于本发明的内包炭材料的造粒粒子而言,用作造粒核的炭材料核优选使用小块焦炭和/或鸿基(Hongay)煤等无烟煤这样的挥发成分少的炭材料。特别是小块焦炭除了容易获得,而且加热也不产生气体,因此优选。另外,对于作为上述核的炭材料的粒径而言,为了防止在烧结过程中炭材料核的燃烧、消失,优选使用3mm以上的粒子而非小粒子。更优选为4mm以上,进一步优选为5mm以上。

[0071] 另外,在炭材料核的周围形成的外层优选具有2mm以上的厚度。如果小于2mm,则即使在烧结时熔融而形成致密的外层,也存在不能作为氧阻隔层而充分发挥作用的隐患,并且由于炭材料核的凹凸较多,因此存在无法完全包覆炭材料核的隐患。通常,造粒粒子由外部加热,因此越在中心侧加热时越不容易升温。因此,外层的厚度越厚,越优选将外层的熔点调节得较低。因此,更优选为3~7mm的范围。

[0072] 另外,对于以炭材料为核而形成的本发明的内包炭材料的造粒粒子(准粒子)的粒径而言,从最小的炭材料核的大小和最小的外层厚度来看,最小粒径为7mm,但炭材料核不需要升温,因此从抑制在烧结机上炭材料的反应的观点考虑,优选考虑到造粒粒子内的温度分布而设定为在烧结过程中充分升温至粒子中心的粒径以上,即设定为8mm以上。更优选为10mm以上,进一步优选为20mm以上。

[0073] 另外,在向后面叙述的烧结机装入烧结原料时,从更多地装入到烧结层的下层侧的观点考虑,也优选使粒径大于通常的烧结原料(造粒粒子)的粒径。这里,上述通常的造粒

粒子是指以铁矿石粉、炭材料和包含含CaO原料的副原料作为造粒原料,将其用鼓式混合器、造粒机等造粒成2~4mm(算术平均粒径)的粒径的准粒子(以下,表示相同的意思)。另外,本发明中的粒径是指通过筛分测定的粒径。

[0074] 接下来,对本发明的内包炭材料的造粒粒子和使用该造粒粒子作为烧结原料的烧结矿的制造方法进行说明。

[0075] 图7示出了本发明的内包炭材料的造粒粒子和内包炭材料的烧结矿的制造方法的一个例子。将3mm ϕ 以上的作为核粒子的焦炭粒子、250 μm 以下的作为铁矿石粉的球团料(PF)、作为熔点调节剂的生石灰CaO装入造粒机并混合,进行造粒,制成8mm ϕ 以上大小的内包炭材料的造粒粒子(准粒子)。对于上述原料而言,由于以粒径较大的焦炭粒子作为核进行造粒,因此可以同时添加。另外,确定焦炭粒子与PF的装入比率,使得相对于作为核粒子的焦炭粒子,外层PF层的厚度为2mm以上。

[0076] 接着,将如上所述得到的内包炭材料的造粒粒子(准粒子)与通过将现有的原料用鼓式混合器等搅拌、造粒而得到的通常的烧结用造粒粒子(准粒子)合并并使两种造粒粒子混合,输送至烧结机的聚料斗(surge hopper),由该聚料斗装入到烧结机的循环移动的烧结小车上。需要说明的是,内包炭材料的造粒粒子(准粒子)的粒径大于通常的烧结用造粒粒子(准粒子)的粒径,因此,由于装入时的不均匀装入,烧结时温度比上层侧更容易升高的中层和下层侧含量较多,因此能够使烧结反应充分地进行。

[0077] 如上所述,本发明的内包炭材料的烧结矿(块矿)能够使用烧结机进行生产,因此可以廉价且大量生产。另外,作为外层的原料的球团料(PF)也能够廉价且大量地获得,因此不存在生产上的限制。

[0078] 实施例1

[0079] 使用如图8所示的烧结试验锅进行了下述烧结实验,所述烧结实验以用PF包覆了块状焦炭而成的本发明的内包炭材料的造粒粒子和通常的造粒粒子为烧结原料。

[0080] 烧结原料使用的是按如下所述制成的原料:对于通常的造粒粒子(准粒子)而言,将铁矿石粉、作为副原料的CaO量为10质量%的石灰石、以及作为炭材料达到5质量%的量的焦炭粉作为造粒原料装入鼓式混合器,进行搅拌、混合,造粒得到以算术平均粒径计为2.9mm粒径的粒子。

[0081] 另一方面,对于内包炭材料的造粒粒子(准粒子)而言,使用的是如下制得的粒子:将作为炭材料核的粒径为3mm、4mm及8mm的3种小块焦炭、作为外层原料(铁矿石粉)的粒径为250 μm 以下的Anglo American-PF(赤铁矿(Fe_2O_3):97.7%)、以及作为熔点调节剂的CaO(生石灰)装入造粒机并混合,造粒而得到外层厚度2mm以上且粒径为8~20mm的粒子,制成了表1所示的T1~T7的准粒子。

[0082] [表1]

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
焦炭粒径(mm)	3	4	8	8	8	8	8
CaO 添加量(质量%)	10	10	10	17	17	5	-
煤添加量(质量%)	-	-	-	2	-	-	-
外层厚度(mm)	2.5	3	6	6	6	6	6
造粒粒子粒径(mm)	8	10	20	20	20	20	20

[0083] 需要说明的是,在上述内包炭材料的造粒粒子的制造中,由于作为外层原料而使用的PF的赤铁矿(Fe_2O_3)基本为100%,因此,使用图5所示的 Fe_2O_3 和CaO的二元相图,在将熔点设为1500℃时CaO(生石灰)的添加量为5质量%(T6),在将熔点设为1450℃时CaO(生石灰)的添加量为10质量%(T1~T3),在将熔点设为1300℃时CaO(生石灰)的添加量为17质量%(T4,T5)。需要说明的是,表1中的T4的造粒粒子是外层的PF中与通常的造粒粒子同样地混合有炭材料2质量%的比较例。另外,表1中的T7是未进行外层熔点调节(未添加CaO、熔点:1580℃)的比较例。

[0085] 另外,烧结实验使用图8所示的原料装入部的内径为300mm ϕ 、高度为400mm的烧结锅,在上述原料装入部的下层侧1/3(133mm)使内包炭材料的造粒粒子和通常的造粒粒子均匀地混合装入,使得内包炭材料的造粒粒子与通常的造粒粒子以质量比计为1:1,且使内包炭材料的造粒粒子埋入通常的造粒粒子内,在烧结锅的上层侧2/3(267mm)装入通常的造粒粒子,然后在装入层的上层表面点火,利用设置于试验锅的下侧的鼓风机抽吸试验锅上方的空气并导入装入层内,使烧结原料中的炭材料燃烧。这里,在下层侧1/3以将内包炭材料的造粒粒子埋入通常造粒粒子内的方式进行装入的理由是,通过仅利用周围的通常造粒粒子的燃烧热在该通常造粒粒子与内包炭材料的造粒粒子的外层之间进行烧结反应,由此,可以得到内包的烧结矿而不使中心核的炭材料燃烧,为此,烧结时温度容易升高的下层侧1/3是有利的。

[0086] 将上述烧结实验中得到的烧结矿(块矿)的外观照片示于图9。

[0087] 由该图可知,对于符合本发明的T1~T3、T5及T6造粒粒子而言,除了能够获得内包炭材料的烧结矿以外,还与周围的通常的烧结矿适度熔粘。也就是说,在该例中,除了能得到内包炭材料状态的烧结矿,还能得到与周围存在的烧结矿成为一体的内包炭材料的烧结矿,可以推测将其作为烧结原料装入烧结机中也不会有不良影响。

[0088] 相比之下,由未进行熔点调节的造粒粒子T7得到的烧结矿完全没有与周围的通常的烧结矿熔粘,以单球的形式残留,处于未烧结状态。因此可以预测,在将未进行外层熔点调节的内包炭材料的造粒粒子装入烧结机时,不仅不能获得内包炭材料的烧结矿,而且由于未与周围的烧结矿进行烧成,因此成为烧结矿的破坏位点,粉化率升高,成品率大幅降低。

[0089] 另外,在外层混有焦炭2质量%的造粒粒子T4的情况下,反而处于过融熔状态,未在得到的烧结矿中作为颗粒而残留下来。

[0090] 另外,图10示出的是进行适度烧结、且与周围存在的烧结矿成为一体的内包炭材料的烧结矿T5的显微镜照片。从该图可以观察到进行了适度烧结的烧结矿的PF层包覆了炭

材料核,且在该PF层表层上的PF与其它烧结原料之间观察到熔粘层,即以形成中心核的焦炭残留的状态,PF层与周围的烧结原料发生了熔粘。因此,由于内包炭材料的烧结矿的存在,不存在烧结矿的强度降低的隐患。

[0091] 另外,图11示出的是使用EPMA对进行了适度烧结的上述内包炭材料的烧结矿T5的剖面实施了元素映射而得到的结果。可知,烧结矿中残留的颗粒内残留有碳,即存在内包的炭材料,而且在该碳的周围的局部Fe浓度增高,通过还原而生成了金属铁。

[0092] 对于发生这样的还原反应的原因,可以认为如下所述。

[0093] 在内包炭材料的造粒粒子的情况下,由小块焦炭粒子构成的炭材料核位于中心部,因此形成了完整的内包炭材料的结构。因此,可以认为与图2 (b) 所示的烧结矿的炼铁反应一样,在造粒粒子的内部,相互接近存在的氧化铁粉与焦炭粒子之间发生的还原反应和焦炭的气化反应同时进行,在烧结矿制造阶段生成了金属铁。

[0094] 因此,可以期待在将本发明的内包炭材料的烧结矿装入高炉时,与通常的烧结矿相比,炼铁反应能够以更高速度、更高效率、且在低温度下进行。

[0095] 实施例2

[0096] 将在实施例1中制造的内包炭材料的造粒粒子T5和通常的造粒粒子与实施例1同样地装入图8所示的烧结实验锅中进行烧结实验,对于由原料装入部的下层侧1/3 (133mm) 得到的内包炭材料的烧结矿和由原料装入部的上层侧2/3 (267mm) 得到的通常烧结矿,用JIS M8713规定的方法测定了还原度指数(还原率)RI,且用JIS M8720规定的方法测定了还原粉化指数RDI。

[0097] 图12 (a) 示出的是还原度指数(还原率)RI随还原时间的变化,可知,本发明的内包炭材料的烧结矿与通常的烧结矿相比,还原率增高,即还原反应速度高。

[0098] 另外,图12 (b) 对比示出了本发明的内包炭材料的烧结矿的还原度指数RI与还原粉化指数RDI的关系和通常的烧结矿的还原度指数RI与还原粉化指数RDI的关系,可知,本发明的内包炭材料的烧结矿与通常的烧结矿相比,还原度指数RI和还原粉化指数RDI均优异。

[0099] 工业实用性

[0100] 本发明的技术并不限于上述说明的实施例,也可以应用于例如除了在烧结原料中添加的炭材料以外还供给气体燃料作为烧结热源的烧结技术、以及富氧供给的烧结技术。

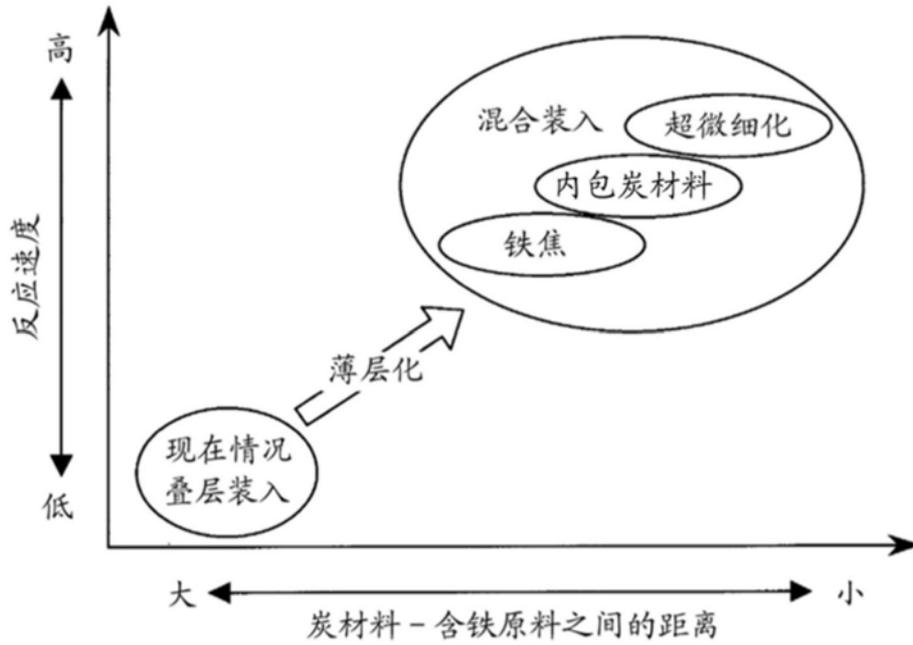


图1

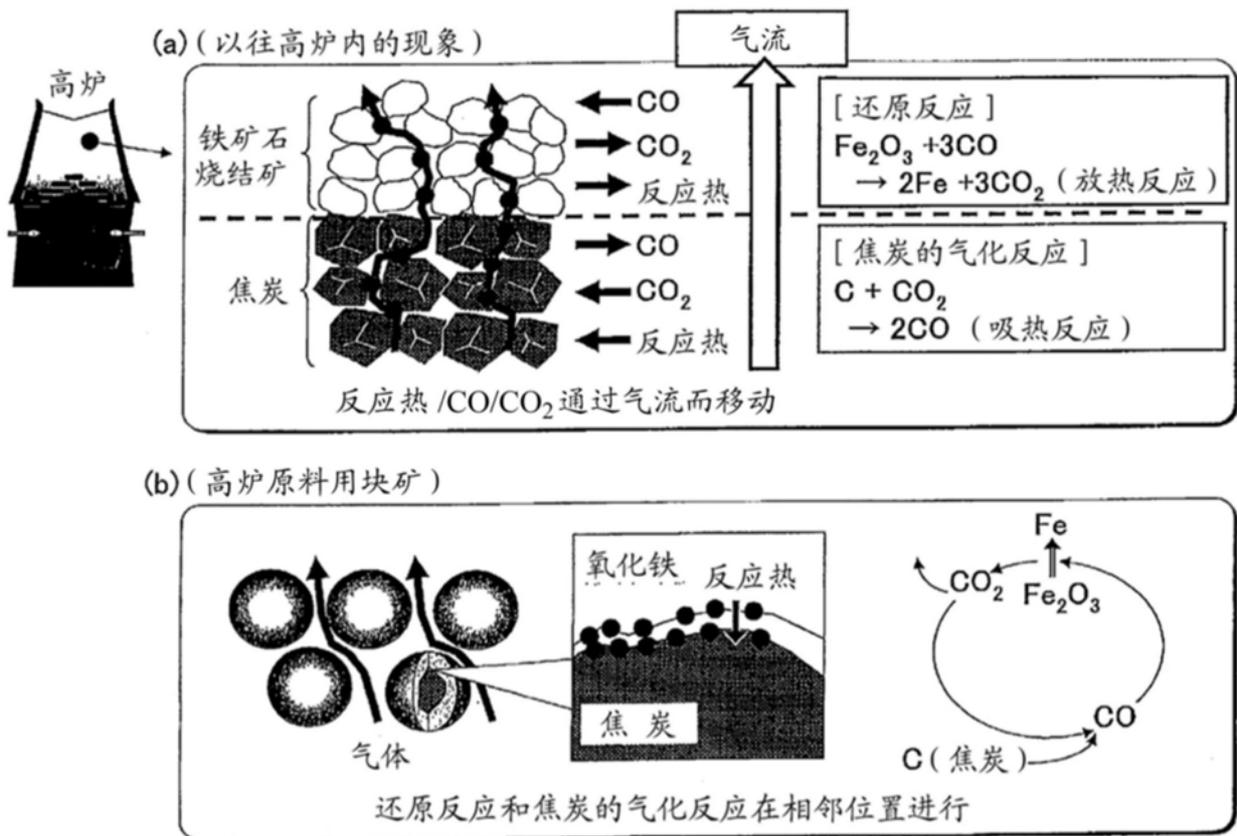


图2

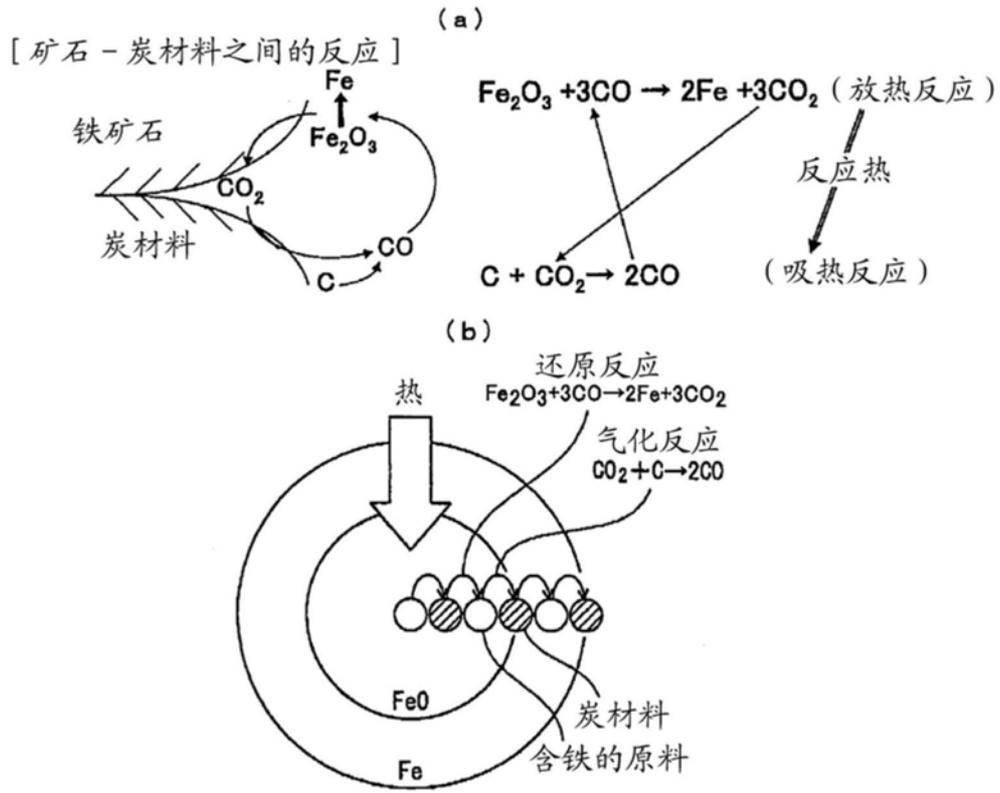


图3

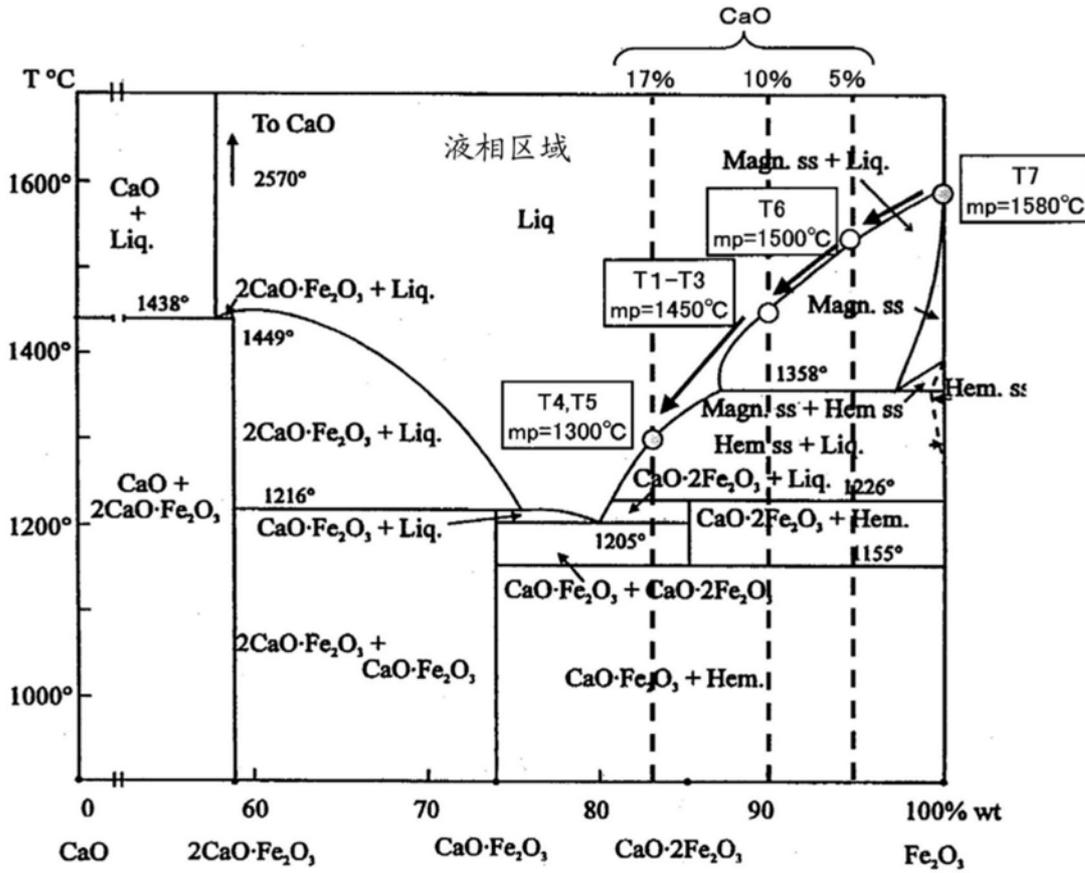
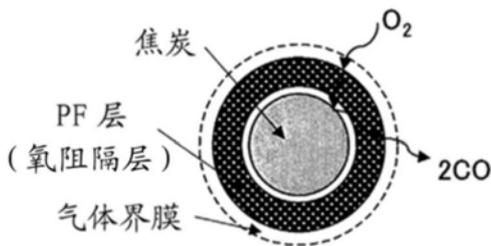


图4



O_2 : 气体界膜扩散 + PF 层内扩散



反应 $(2C + O_2 \rightarrow 2CO)$



CO : PF 层内扩散 + 气体界膜扩散

图5

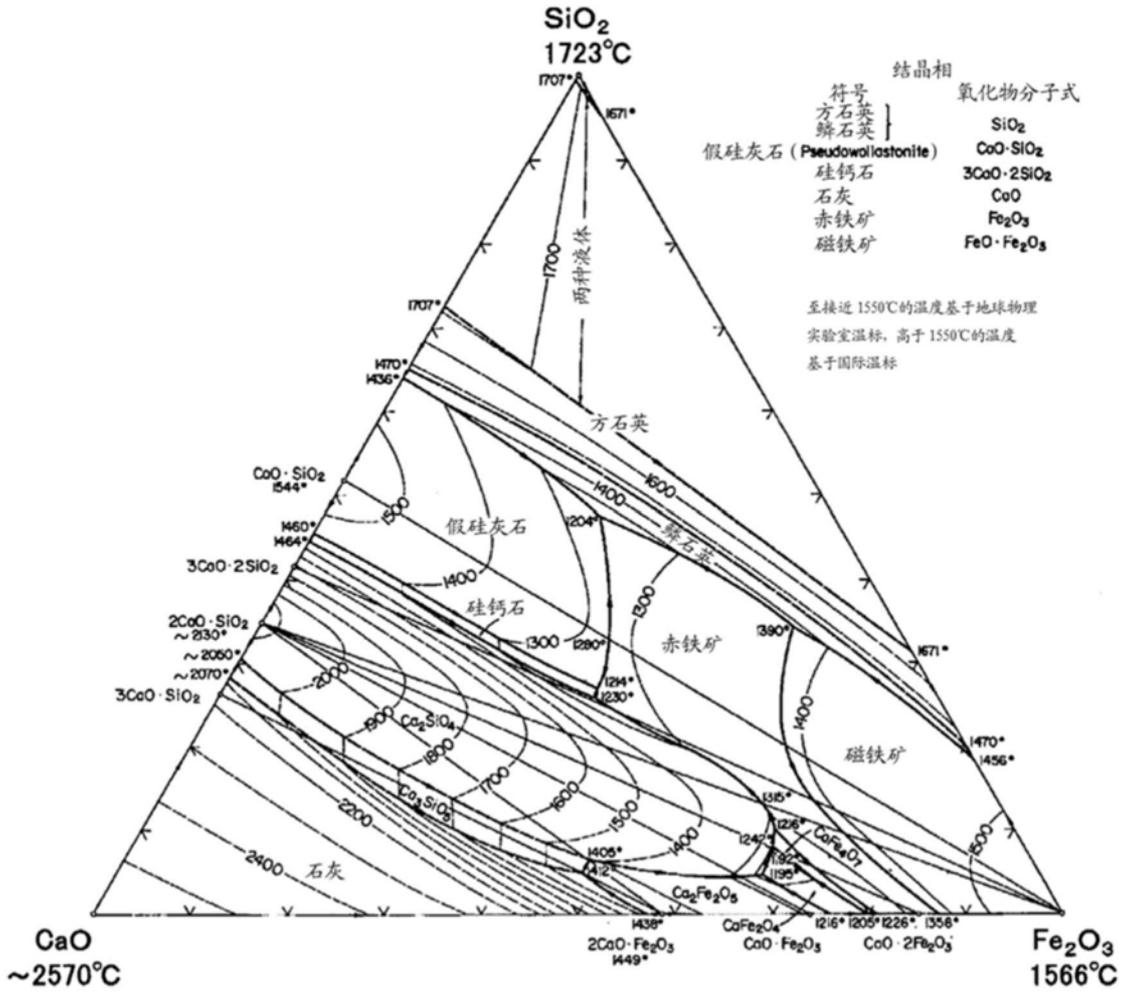


图6

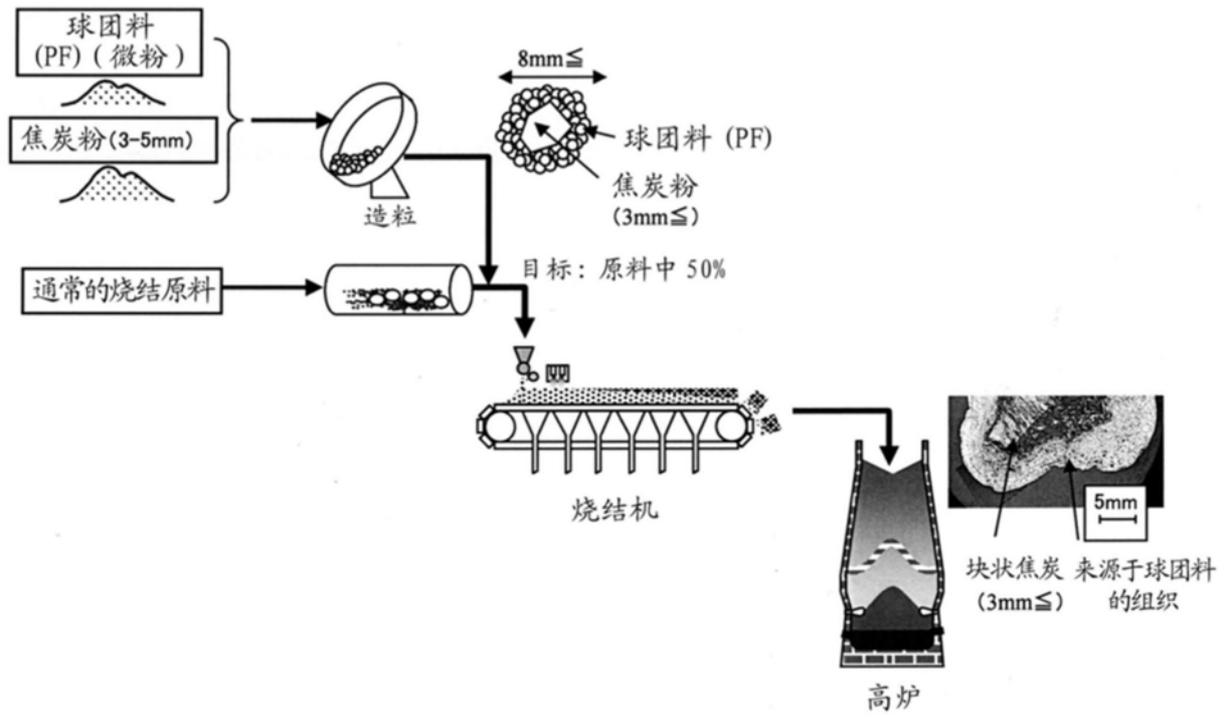


图7

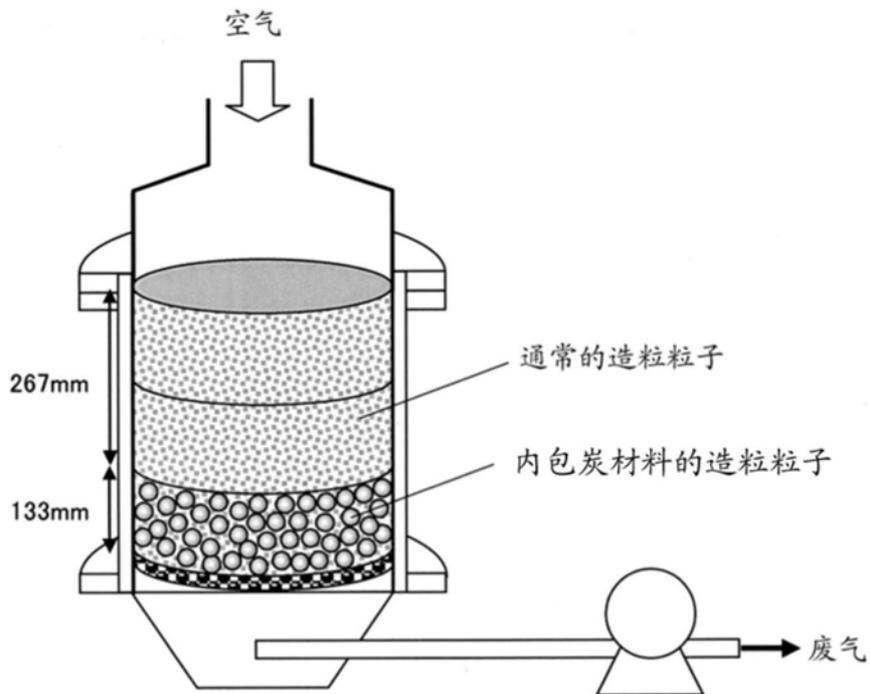


图8

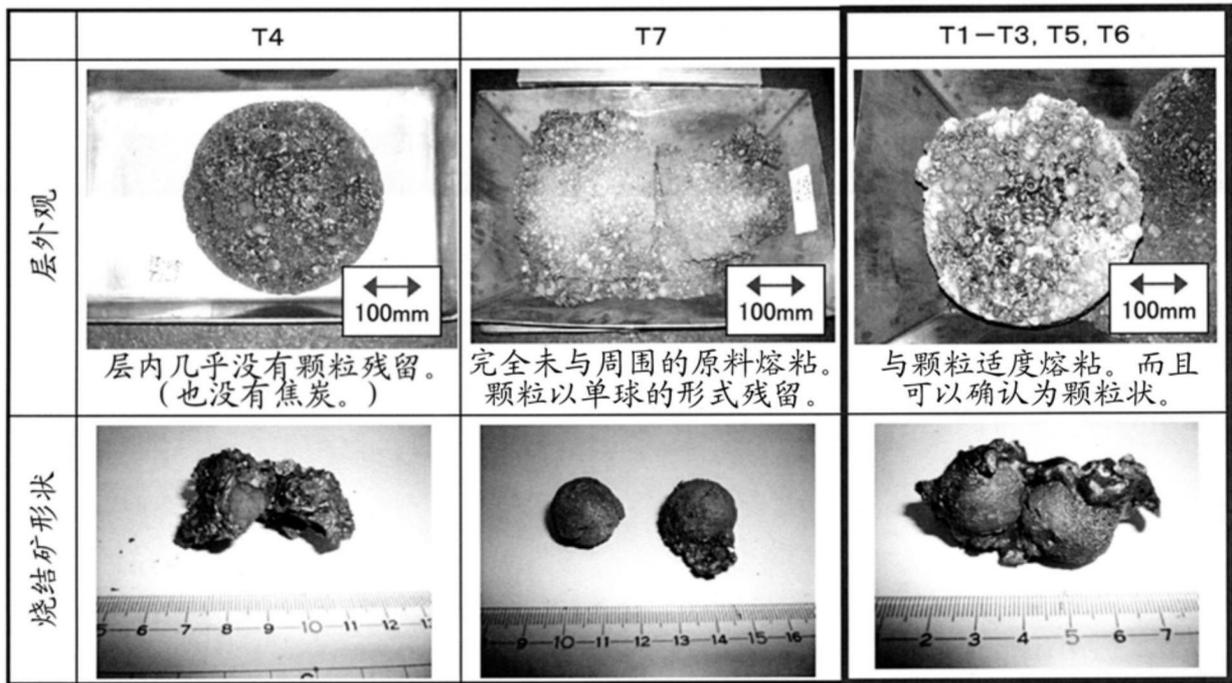


图9

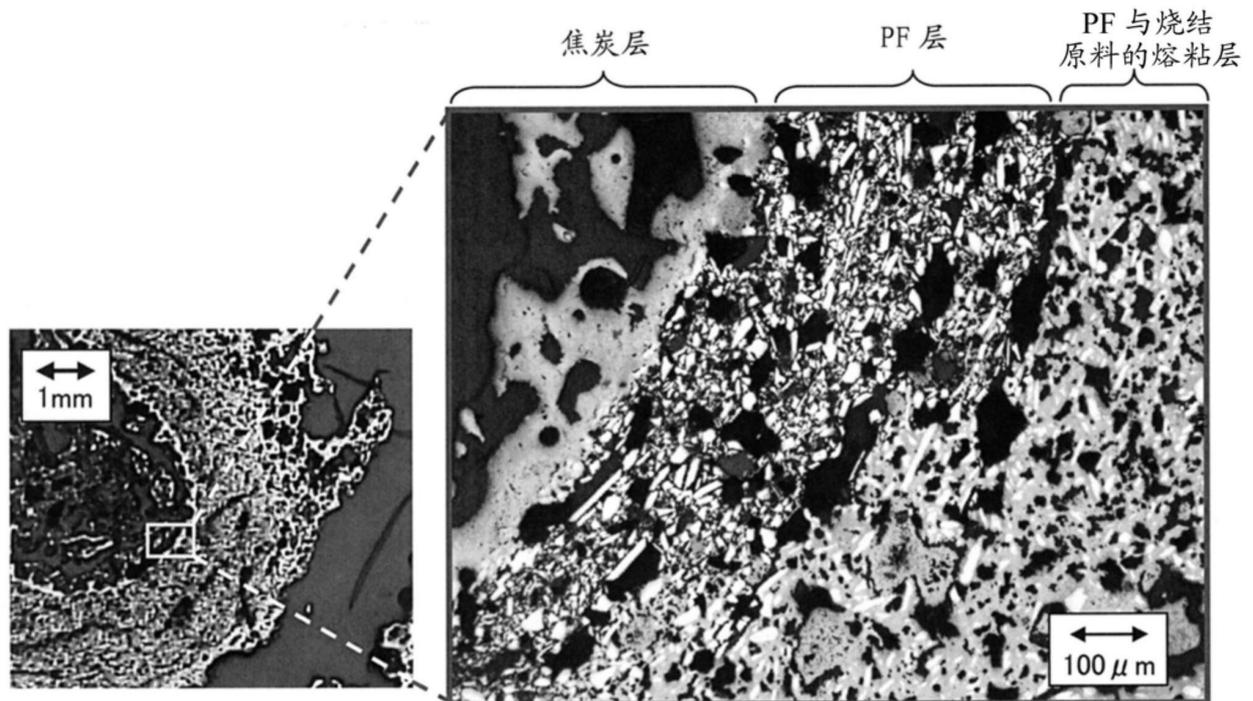


图10

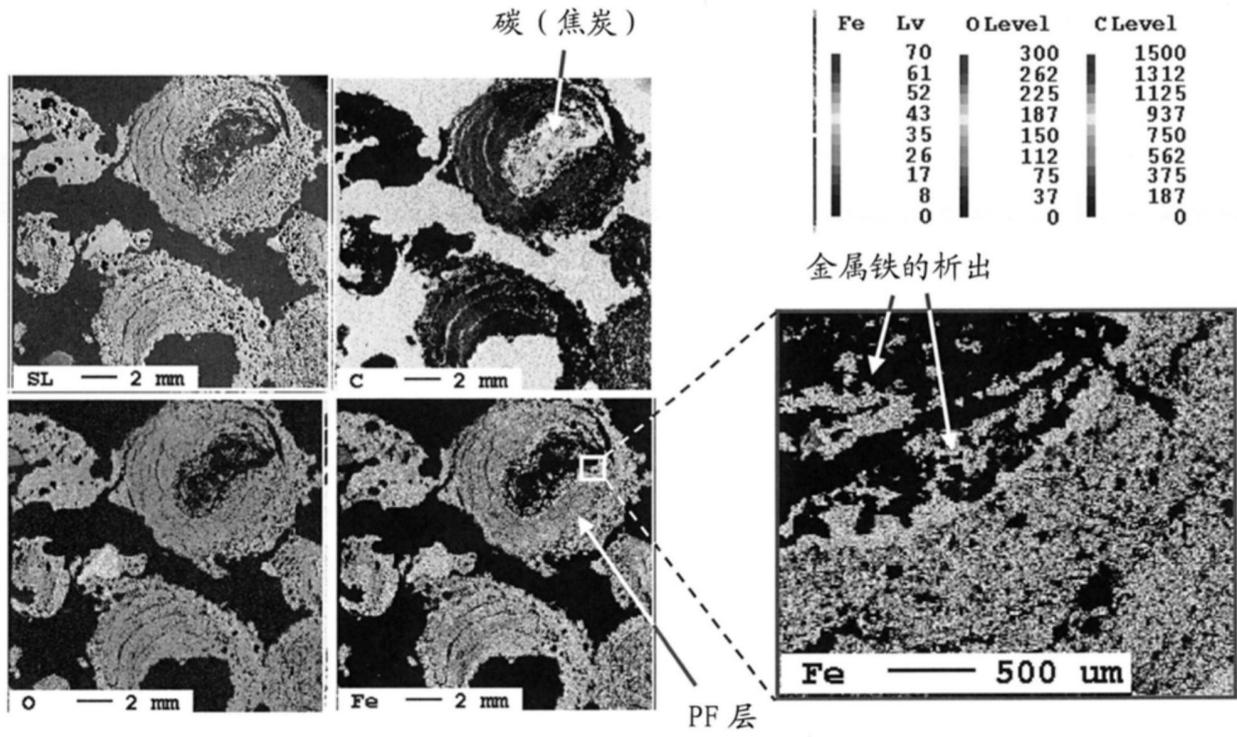


图11

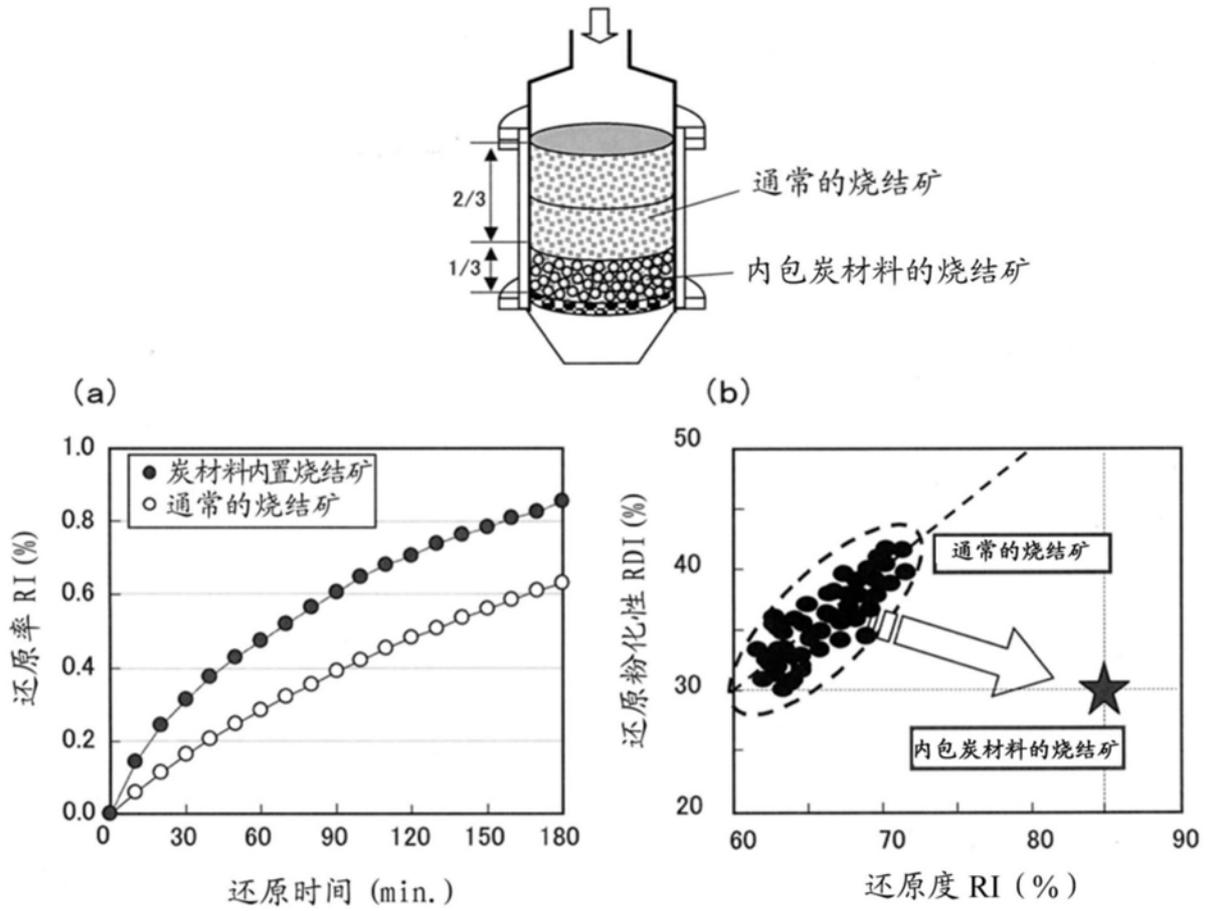


图12