



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102482730 B

(45) 授权公告日 2014. 07. 02

(21) 申请号 201080036478. X

(22) 申请日 2010. 08. 12

(30) 优先权数据

2009-191966 2009. 08. 21 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 02. 17

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2010/063726 2010. 08. 12

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/021577 JA 2011. 02. 24

(73) 专利权人 新日铁住金株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 樋口谦一 横山浩一 国友和也

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 陈建全

(51) Int. Cl.

C22B 1/243 (2006. 01)

C21B 5/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

RU 2003119682 A, 2005. 01. 10,

CN 1842604 A, 2006. 10. 04,

CN 1468969 A, 2004. 01. 21,

JP 2008095177 A, 2008. 04. 24,

JP 6029471 B, 1987. 03. 05,

JP 3502064 B2, 2004. 03. 02,

CN 1761762 A, 2006. 04. 19,

CN 1358870 A, 2002. 07. 17,

审查员 李啸颖

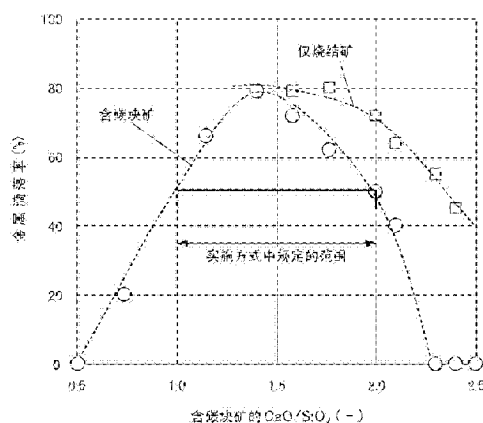
权利要求书1页 说明书15页 附图8页

(54) 发明名称

高炉用的非烧成含碳块矿及其制造方法

(57) 摘要

本发明涉及高炉用的非烧成含碳块矿及其制造方法。该非烧成含碳块矿的碳含量 (T. C) 为 18 ~ 25 质量%, CaO 含量 (质量%) 与 SiO₂ 含量 (质量%) 之比 CaO/SiO₂ 为 1.0 ~ 2.0。该非烧成含碳块矿的制造方法具有下述工序: 成形体的形成工序, 在该工序中将含铁原料、含碳原料以及粘合剂进行混合、混炼, 使混炼物成形而得到成形体; 和接着对上述成形体进行养护来得到非烧成含碳块矿的工序, 其中以上述非烧成含碳块矿的碳含量 (T. C) 为 18 ~ 25 质量% 并且脉石成分的 CaO 含量 (质量%) 与 SiO₂ 含量 (质量%) 之比 CaO/SiO₂ 达到 1.0 ~ 2.0 的方式, 在上述成形体的形成工序中调节选自矿石品种以及粘合剂配合量中的一种以上的配合条件。



1. 一种高炉用的非烧成含碳块矿,其特征在于,其是通过下述方法来制造的:将含铁原料、含碳原料以及粘合剂进行混合、混炼,使混炼物成形而得到成形体,接着对所述成形体进行养护,

其中,以 T.C 表示的碳含量为 18 ~ 25 质量%,并且脉石成分中单位为质量%的 CaO 含量与单位为质量%的 SiO₂ 含量之比 CaO/SiO₂ 为 1.0 ~ 2.0,

由下述式(1)表示的脉石量为 0.25 以下,

$$\text{脉石量} = (\text{CaO} + \text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{MgO}) / (100 - \text{碳含量}) \quad (1)$$

其中,式(1)中的 CaO、SiO₂、Al₂O₃ 和 MgO 分别是单位为质量%的 CaO 含量、单位为质量%的 SiO₂ 含量、单位为质量%的 Al₂O₃ 含量、单位为质量%的 MgO 含量;碳含量是以 T.C 表示的量,单位为质量%。

2. 根据权利要求 1 所述的高炉用的非烧成含碳块矿,其中, MgO 含量为 0.5 质量%以上。

3. 根据权利要求 1 所述的高炉用的非烧成含碳块矿,其中,所述粘合剂的含量为 5 ~ 10 质量%。

4. 一种高炉用的非烧成含碳块矿的制造方法,其特征在于,具有下述工序:

成形体的形成工序,在该工序中将含铁原料、含碳原料以及粘合剂进行混合、混炼,使混炼物成形而得到成形体;和

接着对所述成形体进行养护来得到非烧成含碳块矿的工序,

其中,以所述非烧成含碳块矿的以 T.C 表示的碳含量为 18 ~ 25 质量%、并且脉石成分中单位为质量%的 CaO 含量与单位为质量%的 SiO₂ 含量之比 CaO/SiO₂ 达到 1.0 ~ 2.0、由下述式(1)表示的脉石量达到 0.25 以下的方式,在所述成形体的形成工序中调节选自矿石品种以及粘合剂配合量中的一种以上的配合条件,

$$\text{脉石量} = (\text{CaO} + \text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{MgO}) / (100 - \text{碳含量}) \quad (1)$$

其中,式(1)中的 CaO、SiO₂、Al₂O₃ 和 MgO 分别是单位为质量%的 CaO 含量、单位为质量%的 SiO₂ 含量、单位为质量%的 Al₂O₃ 含量、单位为质量%的 MgO 含量;碳含量是以 T.C 表示的量,单位为质量%。

5. 根据权利要求 4 所述的高炉用的非烧成含碳块矿的制造方法,其中,以所述非烧成含碳块矿的 MgO 含量达到 0.5 质量%以上的方式,在所述成形体的形成工序中调节所述配合条件。

6. 根据权利要求 4 所述的高炉用的非烧成含碳块矿的制造方法,其中,将所述粘合剂配合量调节在 5 ~ 10 质量%的范围内。

7. 根据权利要求 4 所述的高炉用的非烧成含碳块矿的制造方法,其中,在所述成形体的形成工序中,进一步配合副原料以及含高 SiO₂ 矿石之中的任一者或两者,所述副原料选自硅石、蛇纹石、橄榄石、白云石、镍渣、菱镁矿、水镁石,

其中,以所述非烧成含碳块矿的以 T.C 表示的碳含量为 18 ~ 25 质量%并且 CaO 含量与 SiO₂ 含量之比 CaO/SiO₂ 达到 1.0 ~ 2.0 的方式调节所述副原料以及含高 SiO₂ 矿石的配合量。

高炉用的非烧成含碳块矿及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及高炉用的非烧成含碳块矿,特别是涉及降低高炉的炉下部熔渣熔点、从而能够降低高炉的还原材料比的非烧成含碳块矿。

[0002] 本申请基于 2009 年 8 月 21 日在日本申请的特愿 2009-191966 号来主张优先权,并在此援引其内容。

背景技术

[0003] 以往,将从制铁厂的各种集尘装置等中回收的多种含铁粉尘和含碳粉尘进行配合,添加水泥类的水固性粘合剂进行混炼、成型,从而制造 8 ~ 16mm 直径的非烧成块矿,将其作为高炉原料使用。

[0004] 作为非烧成含碳块矿的制造方法,已知有:将制铁粉尘进行造粒来制成颗粒、接着养护颗粒使其固化的方法。将上述制铁粉尘进行造粒来制成颗粒的工序是将粉尘的粒度分布调节至适当的范围,添加生石灰、水泥等粘合剂和 5 ~ 15% 的水分,将混合物通过圆盘造粒机等进行造粒,从而得到颗粒。

[0005] 在这样的非烧成含碳块矿的制造中,为了降低高炉作业中的还原材料比,还要求提高非烧成含碳块矿的碳含量(T.C)。

[0006] 例如,专利文献 1 公开了配合含氧化铁原料和碳系碳材料,加入粘合剂进行混炼、成型、养护,从而制造内装有碳的非烧成块矿。该内装有碳的非烧成块矿具有将含氧化铁原料中所含有的氧化铁还原而形成金属铁所需要的理论碳量的 80 ~ 120% 的碳。另外,以常温下的抗压强度达到 7850kN/m² 以上的方式选择粘合剂,进行混合、成型、养护。非烧成含碳块矿中的氧化铁由于内装的碳而引起还原反应,因此可以使还原率提高。

[0007] 但是,该制造方法中,为了确保强度而限制碳含量,无法得到充分削减高炉中的还原材料比的效果。为了充分地得到削减还原材料比的效果,在高炉中大量使用该非烧成含碳块矿的情况下,在高炉内由粘合剂的脱水反应产生的吸热量增大。由此,具有形成低温热保存带、助长烧结矿的还原粉化的缺点。

[0008] 另外,作为粘合剂,多数使用生石灰和 CaO 系水泥,因此非烧成含碳块矿中的 CaO 含量提高。因此,在反应过程中由非烧成含碳块矿生成的熔融液的粘度过度增高。由此,阻碍生成金属的凝聚和烧穿。由此,具有使高炉的炉下部的通气、通液性变差的缺点。

[0009] 例如,非烧成含碳块矿如果在低温下熔融、滴落,则在竖炉内,非烧成含碳块矿在早期熔融,容易流到在炉内填充的原料的间隙。该情况下,与焦炭接触的期间延长。其结果是,能够促进非烧成含碳块矿中的粉状铁矿石的还原反应和生成的铁的渗碳反应。

[0010] 专利文献 2 着眼于即使是产生了 SiO₂、Al₂O₃ 的表面富集的粉状铁矿石,也能够通过涂覆 CaCO₃ 来降低熔融温度。另外,基于该着眼点,提出了粉状铁矿石与熔剂通过煤结合而成的非烧成含碳块矿。

[0011] 需要说明的是,专利文献 2 中公开了含有煤 23.3 ~ 24.6 质量% 的含碳块矿,通常煤的含碳量为约 70%,剩余部分为灰分和挥发成分。因此,含碳块矿中的碳含量相当于

16 ~ 17 质量%。

[0012] 另一方面,关于烧结矿的滴落性与成分的关系,进行了大量报道。

[0013] 例如,非专利文献 1 中报道有:烧结矿的滴落温度相对于 CaO/SiO_2 呈非线性变化,在 CaO/SiO_2 为 1.0 附近滴落温度降低最多,以及使 MgO 增加时滴落温度降低。

[0014] 另外,非专利文献 2 中报道有:在含有 7% 碳的粉尘冷粘结球团(水泥粘结)中添加 2% 的 MgO 时,高温的通气阻力降低。

[0015] 如上所述,众所周知的是,为了改善碳含量低于 10% 的烧结矿和粉尘颗粒的金属滴落性,使脉石组成的 CaO/SiO_2 和 MgO 适宜化。但是,还原行为完全不同的碳含量高的(18 ~ 25 质量%)含碳块矿的金属滴落性、和决定该金属滴落性的炉下部的熔渣熔点的适宜条件至今尚不清楚。

[0016] 另外,发明人等对于碳含量高的含碳块矿(总 C 含量 20%、总 Fe 含量 40%、 CaO 11%、 SiO_2 6%、 Al_2O_3 2.5%、 MgO 0.5%)的还原特性进行考察。图 8 表示对于以往的烧结矿(总 Fe 含量 58.5%、 FeO 8%、 CaO 10%、 SiO_2 5%、 Al_2O_3 1.7%、 MgO 1.0%)和碳含量多的含碳块矿而言温度与还原率的关系。参照图 8 可知,与以往的烧结矿相比,含碳块矿在低温范围内显著地进行还原。这是碳含量高的含碳块矿的一大特征。

[0017] 接着,使用由上述还原试验的结果得到的图 8 的还原率,通过计算机模拟由进行还原而产生的熔渣熔点($\text{CaO}-\text{SiO}_2-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{MgO}-\text{FeO}$)的变化。需要说明的是,在烧结矿以及含碳块矿的铁成分中,假定未还原的铁全部以 FeO 的形式存在,由还原率计算熔渣熔点。将结果示于图 9。其中,熔点是指全部成为液相的温度,在熔点以下也生成熔融液。但是,熔点高时,熔融液量降低,因此熔点间接地表示熔融液量。

[0018] 参照图 9 可以认为,烧结矿在 1200 ~ 1400℃ 下熔渣熔点与试样温度基本上一致,在该温度范围内生成大量的熔融液。与此相对,含碳块矿的熔渣熔点从 900℃ 附近显著上升,达到 1600℃ 以上。因此可以认为,碳含量高的含碳块矿在熔融液量极少的状态下进行还原。因此,通常存在固相,因而阻碍上述金属的凝聚,成为滴落恶化的原因。在上述 5 成分体系($\text{CaO}-\text{SiO}_2-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{MgO}-\text{FeO}$)中,对于碳含量高的含碳块矿来说, FeO 对熔点的影响极大,在低温下快速地进行还原。图 9 中所示的结果是碳含量高的含碳块矿所特有的现象。

[0019] 如上所述,与烧结矿相比,碳含量高的含碳块矿的还原在低温范围内显著地进行,在熔融液量极少的状态下进行还原。因此,对于烧结矿的还原进行中的滴落特性的见解,无法直接适用于碳含量高的含碳块矿。

[0020] 在高炉中使用含碳块矿时,在熔渣熔点高的情况下,软熔带下表面下降,下部滴落带区域变窄,并且滴落带和炉芯部的熔渣滞留量增加。详细而言,在滴落带和炉芯部(金属与熔渣进行比重分离的同时流向凹下部的区域)中,熔融液的流动不顺利,熔融液在空隙部(流路)滞留。由此,气体的流动发生偏流,无法进行均匀的气体加热。因此,局部地出现热不足的部位,炉下部通气性稳定的操作变得困难。

[0021] 现有技术文献

[0022] 专利文献

[0023] 专利文献 1:日本特开 2003-342646 号公报

[0024] 专利文献 2:日本特开 2005-325412 号公报

[0025] 非专利文献

[0026] 非专利文献 1:ISIJ International 44(2004), p. 2057

[0027] 非专利文献 2:铁和钢(鉄と鋼), 70(1984), p. S825

发明内容

[0028] 发明所要解决的课题

[0029] 本发明中,将具有对用于高炉来说是最佳的熔渣熔点的含碳块矿的成分条件进行特定化。基于该研究结果,本发明的目的在于,提供降低熔渣熔点从而能够降低高炉的还原材料比的非烧成含碳块矿及其制造方法。

[0030] 用于解决课题的手段

[0031] 本发明人等发现了一种非烧成含碳块矿成品,其通过使含碳块矿的脉石成分的 CaO/SiO_2 在特定的范围(1.0~2.0)内,能够降低炉下部熔渣熔点,从而能够实现优良的金属滴落性。还发现了,为了使非烧成含碳块矿的脉石成分的 CaO/SiO_2 为 1.0~2.0,如后所述,优选调节含高 SiO_2 矿石以及含 MgO 副原料的配合量。

[0032] 本发明的一个方案的高炉用的非烧成含碳块矿是通过下述方法来制造的:将含铁原料、含碳原料、以及粘合剂进行混合、混炼,使混炼物成形,从而得到成形体,接着对上述成形体进行养护,其中碳含量(T.C)为 18~25 质量%,并且脉石成分的 CaO 含量(质量%)与 SiO_2 含量(质量%)之比 CaO/SiO_2 为 1.0~2.0。

[0033] 对于本发明的一个方案的高炉用的非烧成含碳块矿来说,也可以是由 CaO 含量(质量%)、 SiO_2 含量(质量%)、 Al_2O_3 含量(质量%)、 MgO 含量(质量%)以及碳含量(T.C)(质量%)表示的脉石量($(\text{CaO}+\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{MgO})/(100-\text{碳含量(T.C)})$)的值为 0.25 以下,并且 MgO 含量为 0.5 质量%以上。

[0034] 上述粘合剂的含量可以为 5~10 质量%。

[0035] 本发明的一个方案的高炉用的非烧成含碳块矿的制造方法具有下述工序:成形体的形成工序,在该工序中将含铁原料、含碳原料以及粘合剂进行混合、混炼,使混炼物成形而得到成形体;和接着对上述成形体进行养护来得到非烧成含碳块矿的工序,其中,以上述非烧成含碳块矿的碳含量(T.C)为 18~25 质量%并且脉石成分的 CaO 含量(质量%)与 SiO_2 含量(质量%)之比 CaO/SiO_2 达到 1.0~2.0 的方式,在上述成形体的形成工序中调节选自矿石品种以及粘合剂配合量中的一种以上的配合条件。

[0036] 对于本发明的一个方案的高炉用的非烧成含碳块矿的制造方法来说,可以是以上述非烧成含碳块矿的由 CaO 含量(质量%)、 SiO_2 含量(质量%)、 Al_2O_3 含量(质量%)、 MgO 含量(质量%)以及碳含量(T.C)(质量%)表示的脉石量($(\text{CaO}+\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{MgO})/(100-\text{碳含量(T.C)})$)的值为 0.25 以下并且 MgO 含量达到 0.5 质量%以上的方式,在上述成形体的形成工序中调节上述配合条件。

[0037] 可以将上述粘合剂配合量调节在 5~10 质量%的范围内。

[0038] 在上述成形体的形成工序中,也可以进一步配合副原料以及含高 SiO_2 矿石之中的任一者或两者,上述副原料选自硅石、蛇纹石、橄榄石、白云石、镍渣(镍熔渣)、菱镁矿、水镁石,其中,以上述非烧成含碳块矿的碳含量(T.C)为 18~25 质量%并且 CaO 含量与 SiO_2 含量之比 CaO/SiO_2 达到 1.0~2.0 的方式调节上述副原料以及含高 SiO_2 矿石的配合量。

[0039] 发明的效果

[0040] 本发明的一个方案的高炉用的非烧成含碳块矿具有足以提高非烧成含碳块矿以及烧结矿等主要的高炉用含铁原料的被还原率的碳含量。另外,在高炉的操作中,与以往相比,能够将熔渣熔点抑制得较低,从而能够实现优良的还原生成熔渣特性(金属滴落性)。

[0041] 因此,在将本发明的一个方案的非烧成含碳块矿作为高炉用含铁原料的一部分使用时,在高炉操作时的炉下部能够实现良好的通气性。另外,能够大幅降低还原材料比(焦炭比)。

[0042] 本发明的一个方案的高炉用的非烧成含碳块矿的制造方法采用了非烧成工艺,因此与烧成工艺相比,能够实现节能化、低 CO_2 化。另外,通过比较廉价且简便的方法,能够将制铁工艺中产生的粉尘作为含铁原料以及碳材料进行再利用处理。

附图说明

[0043] 图1是表示粘合剂(水泥)配合量(以及 CaO/SiO_2 之比)与冷抗压强度的关系的图。

[0044] 图2是表示 MgO 含量为1.5%时的烧结矿以及非烧成含碳块矿的 CaO/SiO_2 与熔渣熔点的关系的图。

[0045] 图3是表示 CaO/SiO_2 为1.5时的烧结矿以及非烧成含碳块矿的 MgO 含量与熔渣熔点的关系的图。

[0046] 图4是表示非烧成含碳块矿和烧结矿的 CaO/SiO_2 与金属滴落率的关系的图。

[0047] 图5是表示非烧成含碳块矿和烧结矿的 MgO 含量与金属滴落率的关系的图。

[0048] 图6是表示脉石量 $(\text{CaO}+\text{SiO}_2+\text{MgO}+\text{Al}_2\text{O}_3)/(100-\text{TC})$ 的值与金属滴落率的关系的图。

[0049] 图7是表示非烧成含碳块矿的碳含量(T.C)与金属滴落率的关系的图。

[0050] 图8是表示以往的烧结矿以及高碳含量的非烧成含碳块矿的温度与还原率的关系的图。

[0051] 图9是表示以往的烧结矿以及高碳含量的非烧成含碳块矿的温度与熔渣熔点的计算值的关系的图。

具体实施方式

[0052] 本实施方式的高炉用的非烧成含碳块矿是通过如下方法来制造的:将含铁原料、含碳原料、以及粘合剂进行混合、混炼,使混炼物成形而得到成型体,接着对上述成型体进行养护。碳含量(T.C)为18~25质量%,脉石成分的 CaO/SiO_2 为1.0~2.0。由此,得到对用于高炉来说最适宜的熔渣熔点。

[0053] 本实施方式中,非烧成含碳块矿的碳含量(T.C)为18~25质量%,优选为20~23质量%。

[0054] 碳含量低于18%时,即使调节脉石成分,降低还原材料比的效果也变小。碳含量超过25质量%时,无法具有用于高炉所需要的最低限的冷抗压强度。

[0055] 非烧成含碳块矿的脉石成分的 CaO 含量(质量%)与 SiO_2 含量(质量%)之比 CaO/SiO_2 (也称为碱度)为1.0~2.0,优选为1.4~1.7。

[0056] 通过使 CaO/SiO_2 为1.0~2.0范围内的低值,可以提高金属滴落率。在 CaO/SiO_2

超过 2.0 的情况下,金属滴落率低于 50%。在 CaO/SiO_2 低于 1.0 的情况下,金属滴落率提高的效果饱和。

[0057] 本实施方式中,脉石量的值优选为 0.25 以下,更优选为 0.22 ~ 0.25。其中,脉石量是通过下式计算出的值。

[0058] 脉石量 = $(\text{CaO} + \text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{MgO}) / (100 - \text{碳含量 (T.C)})$

[0059] 需要说明的是,式中的 CaO 、 SiO_2 、 Al_2O_3 以及 MgO 分别表示非烧成含碳块矿中的 CaO 含量(质量%)、 SiO_2 含量(质量%)、 Al_2O_3 含量(质量%)以及 MgO 含量(质量%)。

[0060] 通过使脉石量的值为 0.25 以下,能够使熔渣量降低,进一步改善滴落性。

[0061] MgO 含量优选为 0.5 质量%以上,更优选为 0.6 ~ 2.0 质量%。由此,低 FeO 熔渣(FeO 含量少的熔渣)的熔点由于 MgO 而降低,能够进一步提高金属滴落性。

[0062] 本实施方式的高炉用的非烧成含碳块矿的制造方法具有下述工序:成形体的形成工序,在该工序中将含铁原料、含碳原料以及粘合剂进行混合、混炼,使混炼物成形而得到成形体;和接着对上述成形体进行养护来得到非烧成含碳块矿的工序。在成形体的形成工序中,以非烧成含碳块矿的碳含量(T.C)达到 18 ~ 25 质量%并且脉石成分的 CaO 含量(质量%)与 SiO_2 含量(质量%)之比 CaO/SiO_2 达到 1.0 ~ 2.0 的方式,调节选自矿石品种以及粘合剂配合量中的一种以上的配合条件。

[0063] 作为本实施方式中使用的含铁原料,可以列举出:制铁工艺中产生的烧结粉尘、高炉粉尘等含铁粉尘、粒度比烧结用粉状铁矿石小的球团原料、将烧结用粉状铁矿石进行破碎和/或整粒来制作的微粉状铁矿石等。

[0064] 根据使用的矿石品种,铁以及 SiO_2 等脉石成分的含量大大不同。因此,通过选择使用的矿石品种,能够调节 CaO/SiO_2 值。特别是 CaO/SiO_2 值受到 SiO_2 含量多的矿石的配合量很大影响。

[0065] 作为本实施方式中使用的矿石品种,可以列举出:印度高硅矿(インドハイシリシヤス)、罗伯河矿(Robe River)、扬迪库吉那矿(Yandicoogina)、淡水河谷伊塔比腊矿(Rio Doce(Itabira))、马拉曼巴矿(Marra Mamba)等。

[0066] 作为本实施方式中使用的含碳原料,可以列举出:高炉一次灰、焦炭粉尘、微粉焦炭、无烟碳等。

[0067] 作为本实施方式中使用的粘合剂,可以列举出:以通常使用的高炉水碎熔渣作为主成分的微粉和由碱刺激剂构成的时效性粘合剂、生石灰、波特兰水泥、膨润土等。粘合剂的配合量(添加量)可以考虑其他配合条件等来适当确定。粘合剂的配合量过少时,难以充分地维持非烧成含碳块矿的冷轧强度。另外,粘合剂的配合量过多时,非烧成含碳块矿的熔渣量增大,炉下部的通气性变得不稳定。由此,无法得到稳定的还原材料比降低效果。

[0068] 于是,对调节粘合剂配合量使 CaO/SiO_2 发生变化的非烧成含碳块矿的冷轧强度进行考察。将所得到的结果示于表 1 以及图 1。

[0069] 表 1

[0070]

CaO/SiO ₂ (-)	冷抗压强度 (kg/cm ²)	水泥配合量 (重量%)
0.5	20	2.3
0.74	50	3.2
0.99	102	4.2
1.1	105	5.1
1.3	120	6.3
1.5	130	7.4
1.7	140	8.5
1.9	162	9.6
2.1	192	10.8
2.3	194	11.6
2.5	198	12.5

[0071] 在粘合剂（水泥）配合量减少（CaO/SiO₂ 降低）的同时，冷强度降低。于是，在 CaO/SiO₂ 低于 1.0（粘合剂（水泥）配合量低于 5 质量%）的情况下，难以维持冷抗压强度 100kg/cm²。非烧成含碳块矿的冷抗压强度低于 100kg/cm² 时，有时在向高炉中的运送、装入时引起非烧成含碳块矿的粉化。为了使冷抗压强度维持到 100kg/cm² 以上，优选使粘合剂（水泥）配合量为 5 质量%以上。另外，粘合剂（水泥）配合量超过 10 质量%时，有时导致脉石量的增大。因此，优选使粘合剂（水泥）配合量为 10 质量%以下。由此，粘合剂的配合量优选为 5 ~ 10 质量%。

[0072] 需要说明的是，在混合、混炼、成形以及养护的制造工序中，养护中通过水泥的水合反应而使游离水分进入含碳块矿中的水合物中。因此，经过制造工序时，原料的总配合量发生若干变化，但其变化量微小，可以认为基本上没有发生变化。因此，例如粘合剂的配合量与所制造的非烧成含碳块矿中的粘合剂含量基本上相同。对于其他成分也同样，制造工序中的配合量与非烧成含碳块矿中的含量基本上相同。

[0073] 因此，本实施方式的非烧成含碳块矿中，粘合剂的含量优选为 5 ~ 10 质量%，由此如上所述能够实现 100kg/cm² 以上的冷抗压强度。

[0074] 本实施方式中，优选进一步配合副原料以及含高 SiO₂ 矿石。由此，能够更加严密地进行成分调节。特别是能够在不受粘合剂量影响的情况下调节 CaO/SiO₂ 值。

[0075] 作为副原料，可以列举出：以 SiO₂ 作为主成分的硅石、以 MgO 作为主成分的蛇纹岩、橄榄石、白云石、镍渣（镍熔渣）、菱镁矿、水镁石等。另外，含高 SiO₂ 矿石是 SiO₂ 含量为 3.5 质量%以上的矿石。

[0076] 通常来说，当作为目标的非烧成含碳块矿的化学成分被规定时，这些副原料和含高 SiO₂ 矿石的配合量就被自动地确定了。因此，这些副原料和含高 SiO₂ 矿石的配合量没有特别的限定，根据非烧成含碳块矿的化学成分来适当地确定。

[0077] 接着，对调节 CaO/SiO₂、MgO 含量以及脉石量的方法进行更详细地描述。

[0078] CaO/SiO₂ 根据所配合的原料中含有的 CaO 量以及 SiO₂ 量来确定。

[0079] CaO 主要包含在粘合剂、作为含碳原料使用的高炉一次灰、作为含铁原料使用的烧结类粉尘和转炉类粉尘等中,通过对它们的配合量进行适当调节,能够调节 CaO 含量。但是,在使用 CaO 成分高的水泥类粘合剂作为粘合剂的情况下,由于以 CaO/SiO₂ 达到 1.0 ~ 2.0 的方式调节 CaO 含量,因此需要使粘合剂的配合量自身减少。因而,需要考虑是否得到充分的冷抗压强度。

[0080] SiO₂、MgO 主要包含在粘合剂、作为含碳原料使用的高炉一次灰、作为含铁原料使用的烧结类粉尘、碳类损耗量中的灰分等中。

[0081] 本实施方式中,如果非烧成含碳块矿中的 CaO/SiO₂ 为 1.0 ~ 2.0,则不论 SiO₂ 的添加形式(含有 SiO₂ 的原料的形式)如何,都能够带来恒定的效果。另外,关于 MgO,如果 MgO 含量为 0.5 质量%以上,则不论 MgO 的添加形式(含有 MgO 的原料的形式)如何,都能够带来恒定的效果。

[0082] 在积极地降低 CaO/SiO₂ 的值、或使 MgO 含量为 0.5 质量%以上的情况下,优选配合硅石、蛇纹岩、橄榄石、白云石、镍渣(镍熔渣)、菱镁矿、水镁石等副原料或含高 SiO₂ 矿石。由此,如上所述,能够在不受粘合剂量影响的情况下调节 CaO/SiO₂ 的值和 MgO 含量。但是,在大量配合这些副原料和含高 SiO₂ 矿石时,脉石量增大。因此,优选以脉石量达到 0.25 以下的方式调节 CaO/SiO₂、MgO。

[0083] 本实施方式中,如上所述,规定了碳含量(T.C)、CaO/SiO₂、脉石量以及 MgO 含量的数值范围。将表示这些数值范围的临界意义的实验结果在以下示出。

[0084] 对 CaO/SiO₂ 为 1.5 并且 MgO 含量为 1.5% 的烧结矿和非烧成含碳块矿的 1400℃ 下的还原率进行测定。另外,假定未还原的铁全部以 FeO 的形式存在于熔渣中,由所得到的还原率计算出熔渣中的 FeO 浓度。结果可知,熔渣中的 FeO 浓度在使用烧结矿的情况下为 34%,在使用非烧成含碳块矿的情况下为 2%。使用该 FeO 浓度,针对烧结矿和非烧成含碳块矿来考察 CaO/SiO₂ 的值或 MgO 含量与熔渣熔点的关系。需要说明的是,熔渣熔点(CaO-SiO₂-Al₂O₃-MgO-FeO) 由计算机进行的模拟来求出。

[0085] 图 2 表示 MgO 含量为 1.5% 时的 CaO/SiO₂ 与熔渣熔点的关系。图 3 表示 CaO/SiO₂ 为 1.5 时的 MgO 含量与熔渣熔点的关系。

[0086] 由图 2 所示可知,对于烧结矿和非烧成含碳块矿来说,CaO/SiO₂ 对熔渣熔点产生的影响的程度不同。这是由于高温下的还原率(即熔渣中的 FeO 浓度)之差引起的。具体而言,对于烧结矿来说,CaO/SiO₂ 降低 1.0 时,熔渣熔点降低 278℃。与此相对,对于非烧成含碳块矿来说,CaO/SiO₂ 降低 1.0 时,熔渣熔点降低 620℃。因此,非烧成含碳块矿中的 CaO/SiO₂ 的影响比烧结矿中的 CaO/SiO₂ 的影响大 2 倍以上。

[0087] 非烧成含碳块矿在低温下的还原率高。在与碳含量少的烧成块矿相比使用碳含量多的非烧成含碳块矿的情况下,在高炉的上部更早地被还原。这样,在上部还原并移动到下部的熔渣中残留的未还原的铁成分的量(FeO 的量)减少。熔渣中的 FeO 的量减少时,熔渣熔点上升。如上所述,熔渣的熔点受碱度(CaO/SiO₂) 影响。因此可以认为,根据非烧成含碳块矿中的碱度,熔渣熔点会大幅变化。另外可以认为,非烧成含碳块矿中的碱度大时,熔渣熔点变得非常高。

[0088] 另外,参照图 3 可知,对于烧结矿来说,如果 MgO 含量增加 1.0%,则熔渣熔点降低 50℃。与此相对,对于非烧成含碳块矿来说,如果 MgO 含量增加 1.0%,则熔渣熔点降低

22℃。因此,非烧成含碳块矿中的 MgO 含量的影响与烧结矿中的 MgO 含量的影响相比约为一半。

[0089] 但是,严格来说,滴落行为不能仅仅由熔渣熔点确定,也受熔渣量和其他熔渣物性(粘度和与金属的浸润性等)影响。因此,滴落行为是复杂的现象,目前尚未完全明确。但是已知的是,对于烧结矿和非烧成含碳块矿来说,使熔渣熔点降低来促进金属滴落的成分条件不同。

[0090] 于是,使用荷重软化试验装置,对具有各种脉石成分的非烧成含碳块矿的滴落特性进行考察。

[0091] 将含铁原料和含碳原料进行粉碎,与粘合剂、副原料一起混合,混炼,从而得到混炼物。接着,将混炼物成形,对成形体进行预定期间的养护,从而制造非烧成含碳块矿。非烧成含碳块矿的碳含量 T.C(总碳)为 20 质量%。另外,以 CaO/SiO₂ 和 MgO 含量达到规定的值的方式调节含铁原料和副原料的配合率。粘合剂(水泥)的配合量为 10 质量%。

[0092] 具体而言,以使脉石量 $((\text{CaO} + \text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{MgO}) / (100 - \text{碳含量(T.C)}))$ 为 0.22 并保持恒定、使 MgO 含量为 0.9 质量%并保持恒定、CaO/SiO₂ 达到规定值为 0.5 ~ 2.5 的范围内的方式,调节波特兰水泥和微粉硅石的配合量。由此,制造脉石成分的 CaO/SiO₂ 在 0.5 ~ 2.5 的范围内且各自不同的非烧成含碳块矿。

[0093] 另外,制造使 CaO/SiO₂ 为 2.0 并保持恒定、且具有各种 MgO 含量的非烧成含碳块矿。

[0094] 首先,对于脉石成分的 CaO/SiO₂ 在 0.5 ~ 2.5 的范围内且各自不同的非烧成含碳块矿实施荷重软化试验。

[0095] 假定实际的高炉使用,将非烧成含碳块矿相对于通常的烧结矿(CaO/SiO₂ = 1.8)以 10%的比例进行混合。在加热至 1600℃来进行还原的阶段,测定从坩埚滴落的金属量(率)。另外,计算由下式定义的金属滴落率(%)。

[0096] 金属滴落率(%) = 滴落金属量 / (装入的总 Fe 量 × 0.95) × 100

[0097] 另外,对仅为烧结矿的情况同样地测定金属滴落率。需要说明的是,烧结矿的金属滴落率低于 50%时,软熔带下表面下降,下部滴落带区域变窄。因此,下部通气性恶化,稳定的操作变得困难。

[0098] 将所得到的结果示于表 2、图 4。

[0099] 表 2

[0100]

金属滴落率(%)		
CaO/SiO ₂ (-)	非烧成含碳块矿	仅烧结矿
0.51	0	—
0.74	20	—
1.15	66	—
1.4	79	—
1.58	72	79
1.77	62	80
2	50	72
2.1	40	64
2.3	0	55
2.4	0	45
2.5	0	—

[0101] 由图 4 所示可知,非烧成含碳块矿的 CaO/SiO₂ 越高,金属滴落率越减少。特别是非烧成含碳块矿的 CaO/SiO₂ 超过 2.0 时,难以维持 50%的金属滴落率。通过使用非烧成含碳块矿,从低温区域进行间接还原,因此在热粘合层中与金属共存的熔渣中的 FeO 含量降低,熔渣熔点上升。通常来说,通过还原生成的铁的熔融液在下降至高炉下部时,包含了焦炭的碳,碳含量增加(还原生成金属渗碳)。通过熔渣熔点上升,还原生成金属渗碳后的铁的熔融液之间的凝聚受到妨碍,得到如图 4 所示的结果。CaO/SiO₂ 低于 1.0 时,尽管共存熔渣熔点足够低,但熔渣滴落率低于 50%。这是因为,作为网络形成体的 SiO₂ 的比例增加,因而共存熔渣的粘度上升,阻碍金属的凝聚。

[0102] 另外,图 4 中,也示出了表示 MgO 含量为 1.5%的烧结矿的 CaO/SiO₂ 与金属滴落率的关系的测定结果。对于烧结矿来说也观察到随着 CaO/SiO₂ 的上升而发生金属滴落率降低倾向。但是,其变化缓慢。由图 4 的结果也可以确认,对于非烧成含碳块矿和烧结矿来说,用于实现优良的金属滴落性所应该具备的成分条件不同。

[0103] 如上所述,为提高金属滴落率,需要使 CaO/SiO₂ 为 1.0 ~ 2.0。CaO/SiO₂ 优选为 1.4 ~ 1.7,能够实现超过 60%的金属滴落率。

[0104] 另外,对于 CaO/SiO₂ 为 2.0、并且具有各种 MgO 含量的非烧成含碳块矿,通过同样的方法实施荷重软化试验。另外,对将非烧成含碳块矿以 10%的比例混合到烧结矿中时非烧成含碳块矿中的 MgO 含量与金属滴落率的关系进行考察。将所得到的结果示于表 3、图 5。

[0105] 表 3

[0106]

金属滴落率(%)		
MgO(重量%)	非烧成含碳块矿	仅烧结矿
0.2	40	0
0.3	45	10
0.4	48	19
0.5	50	20
0.72	55	37
1.06	60	54
1.63	65	80
1.97	73	82
2.51	71	84
2.8	72	—
3	73	—

[0107] 由图 5 所示可知,为了提高金属滴落率,使非烧成含碳块矿中的 MgO 含量上升也是有效的。由将 CaO/SiO₂ 为 2.0 的非烧成含碳块矿以 10% 的比例混合到烧结矿中时金属滴落率的变化可知,MgO 含量达到 0.5 质量%以上时,金属滴落率能够维持 50%。MgO 含量越高,金属滴落率上升。但是,MgO 含量在 2.0% 附近开始,效果饱和。这是因为,上述低 FeO 熔渣 (FeO 含量少的熔渣) 的熔点由于 MgO 而降低,因此在 CaO/SiO₂ 越高的条件下,能够有效地得到由 MgO 带来的效果。

[0108] 因此,MgO 含量优选为 0.5 质量%以上。上限没有特别地设定。

[0109] 另外,图 5 中也示出了表示 CaO/SiO₂ 为 2.0 的烧结矿的 MgO 含有率与金属滴落率 (%) 的关系的测定结果。对于烧结矿来说也观察到随着 MgO 含量的上升而发生金属滴落率上升的倾向。但是,该变化 (影响) 与非烧成含碳块矿相比更大。由图 5 的结果也可以确认,对于非烧成含碳块矿和烧结矿来说,用于实现优良的金属滴落性所应该具备的成分条件不同。

[0110] 另外,共存的熔渣量 (脉石量 + 未还原的 FeO 量) 也是决定滴落性的重要因素。于是,制造 CaO/SiO₂ 为 1.5、MgO 为 1.0%、脉石量不同的非烧成含碳块矿。测定其金属滴落率,考察滴落特性。

[0111] 如上所述,脉石量是通过下式计算出来的。

[0112] 脉石量 = (CaO+SiO₂+Al₂O₃+MgO) / (100- 碳含量 (T. C))

[0113] 将所得到的结果示于表 4、图 6。

[0114] 表 4

[0115]

脉石量 (%)	金属滴落率 (%)
0	72
0.05	68
0.1	75
0.15	60
0.2	63
0.25	68
0.3	40
0.35	20
0.4	8
0.45	0
0.5	0

[0116] 如上所述,熔渣中的 FeO 浓度在比较低温部已经降低至 2%,因此 FeO 浓度的影响小。其结果是,在脉石量为 0.25 以下时,不论熔渣量如何,均显示出良好的金属滴落性。可以认为,在脉石量在 0.25 以下的范围时,与熔渣量相比,固相率、粘度、与金属的浸润性等熔渣物性成为金属滴落性的支配因素。但是,在脉石量超过 0.25 时,不能无视熔渣量的影响,滴落性变差。进而,如果采用该水平(超过 0.25)的脉石量,则在高炉内大量使用非烧成含碳块矿时,导致炉床熔渣量显著增大,出渣作业不稳定,成为通气变动的原因。

[0117] 由以上的结果可知,优选以脉石量 $((\text{CaO}+\text{SiO}_2+\text{MgO}+\text{Al}_2\text{O}_3)/(100-\text{TC}))$ 为 0.25 以下的方式调节非烧成含碳块矿的成分。

[0118] 进而,对于非烧成含碳块矿中的碳含量(T.C)对金属滴落率产生的影响进行考察。

[0119] 以 MgO 为 1.0 质量%并保持恒定、脉石量为 0.22 并保持恒定、CaO/SiO₂ 达到 0.5、1.0、1.5、2.0 或 2.5、碳含量(T.C)达到 10、15、18、25 或 30 质量%的方式,调节原料的配合比,从而制造非烧成含碳块矿。

[0120] 与上述方法同样地测定金属滴落量(率)。将所得到的结果示于图 7。

[0121] 表 5

[0122]

金属滴落率 (%)					
碳含量(T.C) (质量%)	CaO/SiO ₂ (-)				
	0.5	1	1.5	2	2.5
10	55	80	75	70	52
15	47	80	75	65	45
18	42	80	70	60	40
25	25	75	60	50	20
30	10	70	50	40	0

[0123] 由图 7 的结果可知,随着碳含量 (T. C) 的增加,金属滴落率降低。这是因为,如上所述,随着碳含量 (T. C) 的增加,与金属共存的熔渣中的 FeO 浓度减少。

[0124] 如上所述,为了实现高炉中的稳定的操作,金属滴落率需要为 50% 以上。可知, CaO/SiO₂ 为 1.0 ~ 2.0、碳含量 (T. C) 为 25 质量% 以下时,能够实现 50% 以上的金属滴落率。因此,需要使碳含量 (T. C) 的上限值为 25 质量%。

[0125] 需要说明的是,本实施方式中,将非烧成含碳块矿的成分和脉石的配合量调节至预定的范围内,但非烧成含碳块矿的成形方法、形状、物理结构 (气孔 / 空隙率等) 没有限制。如果为高炉用的非烧成含碳块矿,则可以采用颗粒或团块等各种形式。另外,也可以采用挤出成形等各种成形方法,能够得到同等的效果。

[0126] 在高炉内,装入物从上部向下部移动,还原气体从下部向上部移动,由此进行热交换和反应。因此,高炉为对流反应器。通常在高炉的连续操作中,在矿石层的上层,有时还原气体的还原力失去,从而还原没有充分地进行。特别是烧成块矿不含有碳,不具有自身还原能力。因此,在使用烧成块矿的情况下,烧成块矿在矿石层的上部没有被充分地还原。于是,在还原不完全的状态下,烧成块矿向高炉下部移动时,在高炉的滴落带和炉芯部被还原,引起直接还原。在这样的情况下,存在对高炉的负荷增高而且通气性变差的问题。

[0127] 与此相对,在使用本实施方式的非烧成含碳块矿时,在高炉内本实施方式的非烧成含碳块矿与铁矿石同时存在,由此能够使特别是矿石层的上层中的还原效率大幅提高。

[0128] 但是,对于碳含量高的非烧成含碳块矿来说,如上所述,特别是由碱度 (CaO/SiO₂) 产生的对熔渣熔点的影响大 (图 2)。本实施方式中,基于上述发明人等的研究结果,通过规定碳含量 (T. C) 以及 CaO/SiO₂,实现了良好的金属滴落性。因此,滴落带和炉芯部的熔渣滞留量减少,能够确保良好的通气性。

[0129] 进而,如上所述,在高炉内本实施方式的非烧成含碳块矿与铁矿石同时存在,由此能够大幅提高特别是矿石层的上层中的还原效率。由于能够使难以进行还原的矿石层的上层中的还原效率大幅提高,因此整个高炉内的还原效率大幅提高。因而,能够降低比与本实施方式的非烧成含碳块矿中的碳量的剩余部分等量的焦炭量更多的量的还原材料。

[0130] 实施例

[0131] 作为含铁原料,准备微粉状含铁原料 (烧结粉尘和铁矿石),作为含碳原料,准备碳材料 (焦炭粉尘、粉焦炭以及高炉一次灰)。另外,作为粘合剂,准备水泥 (早强波特兰水泥)。需要说明的是,在几个实施例中,也使用了 SiO₂ 含量高的副原料。

[0132] 以水泥 (早强波特兰水泥) 的配合比率为 4 ~ 9 质量%、碳材料以及微粉状含铁原料的配合比例达到各种值的方式,调节原料的配合量。将这些原料与水分一起混合,用艾氏混合机进行混炼。将所得到的混炼物用圆盘造粒机进行造粒 (成形) 而得到未处理的颗粒。接着,将未处理的颗粒在阳光下养护 2 周,从而制造非烧成含碳块矿。需要说明的是,未处理的颗粒的水分根据配合的水泥量调节至 10 ~ 14 质量%。

[0133] 对于所得到的非烧成含碳块矿,基于 JISM8718,通过以下的方法测定冷抗压强度。对 1 个试样,以规定的加压速度施加压缩荷重,测定试样破坏时的荷重值。求出每单位截面积的荷重值 (kg/cm²)。然后,计算出 100 个试样的平均值,将其作为强度指数使用。

[0134] 通过上述方法,测定非烧成含碳块矿的熔渣熔点以及金属滴落率。

[0135] 另外,在有效容积为 5500m³ 的高炉中,使用 50kg/tp 的量的非烧成含碳块矿作为

原料的一部分,进行高炉的操作。进而,测定高炉的操作中的上部K值、下部K值、风压变动以及还原材料比,求出约1个月的操作结果的平均值。将结果示于表6。

[0136]

表 6

	实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4	实施例 5	比较例 1	比较例 2	比较例 3
碳含量(T.C)	20 (质量%)	20	20	20	20	17	20	30
铁含量(T.Fe)	50 (质量%)	50	50	50	50	52	50	46
CaO 含量	10 (质量%)	10	6	6	9	9.5	11	7
SiO ₂ 含量	5.1 (质量%)	10	5.1	5.8	7.5	5	5	4.7
MgO 含量	0.6 (质量%)	0.6	0.6	3	0.4	1.0	0.4	0.9
Al ₂ O ₃ 含量	1.8 (质量%)	1.8	1.8	1.8	0.7	1.8	1.8	2.8
CaO/SiO ₂	2.0 (-)	1.0	1.2	1.0	1.2	1.9	2.2	1.5
脉石量	0.22 (-)	0.28	0.17	0.21	0.22	0.19	0.23	0.22
粘合剂的配合量	9 (质量%)	9	4	9	9	9	9	9
副原料的配合量	0 (质量%)	2	0	2	1.8	0	0	1.2
冷抗压强度	125 (kg/cm ²)	128	85	135	112	107	120	60
熔渣熔点	1590 (°C)	1502	1550	1540	1570	1540	1780	1575
金属滴落率	52 (%)	38	75	78	52	80	15	65
高炉中的使用量	50 (kg/tp)	50	50	50	50	50	50	50
炉下部 K 值	0.9 (-)	1.29	0.9	0.9	1.13	0.9	1.35	1.62
炉上部 K 值	0.33 (-)	0.48	0.51	0.33	0.33	0.38	0.36	0.63
风压变动	38 (hPa)	66	38	33	40	33	65	72
还原材料比	470 (kg/tp)	510	502	465	498	520	500	530

[0137] 参照表 6 可知,在实施例 1 中,实施了成分的适宜化,使 CaO/SiO₂ 为 2.0、MgO 为

0.6%、脉石量为 0.22。在高炉中使用时,炉下部的通气性得到改善,还原材料比降低至 470kg/tp。因此,发挥了使用碳含量高的非烧成含碳块矿的效果。

[0138] 另外,在实施例 2 中,配合 SiO_2 含量高的副原料来提高 SiO_2 含量,使 CaO/SiO_2 进一步降低为 1.0。该实施例 2 中,由于 CaO/SiO_2 和 MgO 含量在适当范围内,因此降低了熔渣熔点。但是,由于脉石量增大为 0.28,因此金属滴落性略微降低,还原材料比没有太降低。

[0139] 在实施例 3 中,为了降低脉石量,使粘合剂量降低至 4%。但是,由于化学成分的含量适当,因此金属滴落率提高。但是,由于粘合剂量少,因此冷抗压强度变得不充分,为 $85\text{kg}/\text{cm}^2$ 。因而,在高炉内使用的情况下,炉内的粉量增加,由此上部通气性变差,还原材料比略微处于高位。

[0140] 实施例 4 中,通过不使粘合剂量降低来配合副原料,进行化学成分的含量的调节。其结果,在不损害冷抗压强度的情况下,能够制造金属滴落性良好的非烧成含碳块矿。在高炉内使用的情况下,还原材料比降低最多。

[0141] 实施例 5 中, CaO/SiO_2 以及脉石量在本实施方式中规定的范围(CaO/SiO_2 :1.0~2.0、脉石量:0.25 以下)内,但 MgO 含量设定得较低,为 0.4%。因此,金属滴落率停留至 52%,虽然还原材料比降低,但其还原材料比降低的效果比较小。

[0142] 与此相对,比较例 1 中,制造了碳含量(T.C)低至 17 质量%、 CaO/SiO_2 低至 1.9、 MgO 含量高达 1.0%的非烧成含碳块矿。碳含量(T.C)低时,熔渣熔点足够低,对滴落性不存在问题。但是,在高炉内使用的情况下,由于碳含量低,因此难以降低还原材料比。

[0143] 比较例 2 中,制造了将碳含量(T.C)增高至 20%、并且将 CaO/SiO_2 增高至 2.2 的非烧成含碳块矿。由于在低温下的还原率提高,因此熔渣熔点显著上升。进而,由于 CaO/SiO_2 超过 2.0,因此金属滴落性降低。但是,在高炉内使用的情况下,在炉下部的通气性变差,风压的变动显著增加。由此,操作变得不稳定。因此,无法充分享受由碳含量高所带来的效果,还原材料比停留在 500kg/tp 水平。

[0144] 比较例 3 中,制造了碳含量为 30%、超过本实施方式中规定的范围的上限 25 质量%的高碳的非烧成含碳块矿。由于其他成分的含量在适当的范围内,因此滴落率提高至 65%。但是,冷强度低至 $60\text{kg}/\text{cm}^2$,没有得到在高炉内使用所需要的最低限的强度。因此,向高炉内的粉的装入量增加,长期的稳定操作变得困难。

[0145] 如上所述可知,对非烧成含碳块矿来说,通过使碳含量(T.C)为 18~25 质量%、使 CaO/SiO_2 在 1.0~2.0 的范围内,金属滴落性良好,并且能够降低在高炉内使用时的还原材料比。特别是在脉石量 $(\text{CaO}+\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{MgO})/(100-\text{碳含量(T.C)})$ 的值为 0.25 以下、以及 MgO 含量为 0.5 质量%以上的情况下,该效果显著。另外,通过副原料的添加进行这样的成分调节,使粘合剂配合量为 5~10%,由此也能够维持冷抗压强度。

[0146] 产业上利用的可能性

[0147] 本发明的一个方案的高炉用的非烧成含碳块矿具有足以提高在高炉中使用时非烧成含碳块矿以及烧结矿等主要的高炉用含铁原料的被还原率的碳含量。进而,在高炉的操作中,与以往相比,能够将熔渣熔点抑制得较低,从而可以实现优良的还原生成熔渣特性(金属滴落性)。

[0148] 因此,在使用本发明的一个方案的非烧成含碳块矿作为高炉用含铁原料的一部分时,在高炉操作时的炉下部能够实现良好的通气性,能够大幅降低还原材料比(焦炭比)。

[0149] 本发明的一个方案的高炉用的非烧成含碳块矿的制造方法采用了非烧成工艺,因此与烧成工艺相比,能够实现节能化、低 CO₂ 化。另外,通过比较廉价且简便的方法,能够将制铁工艺中产生的粉尘作为含铁原料以及碳材料进行再利用处理。

[0150] 因此,本发明的一个方案可以适宜地应用于在高炉内使用的含碳块矿的技术领域中。

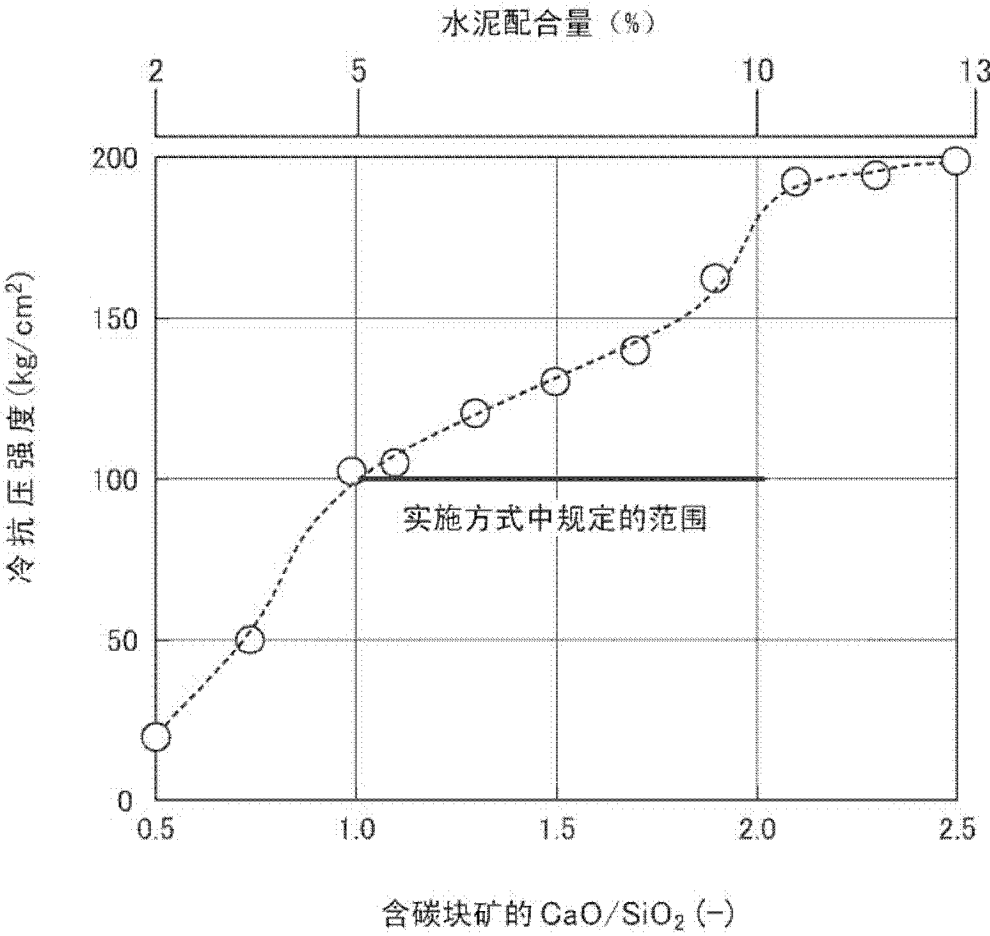


图 1

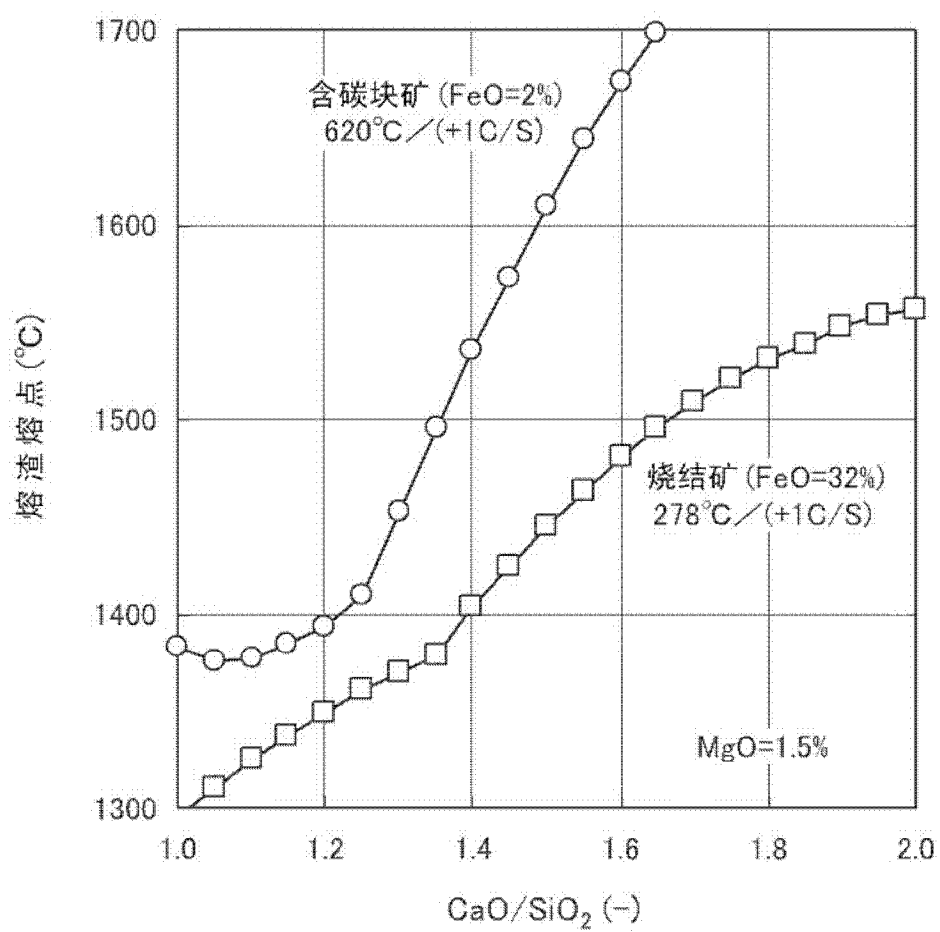


图 2

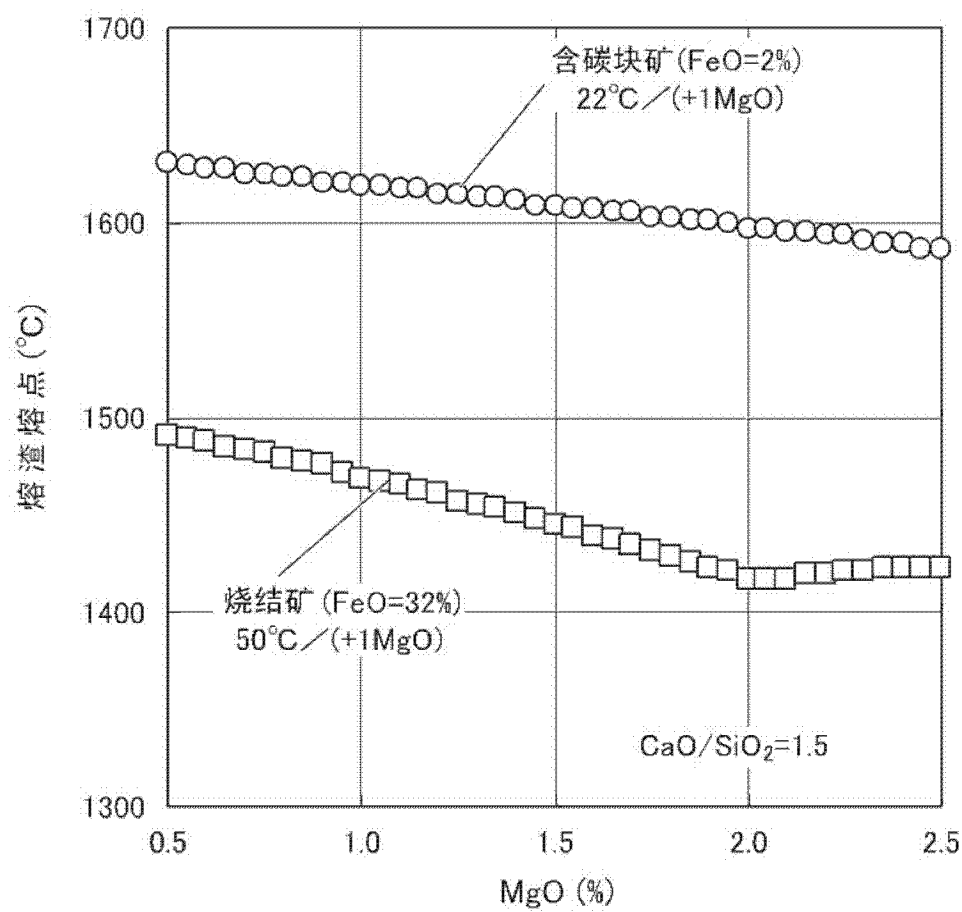


图 3

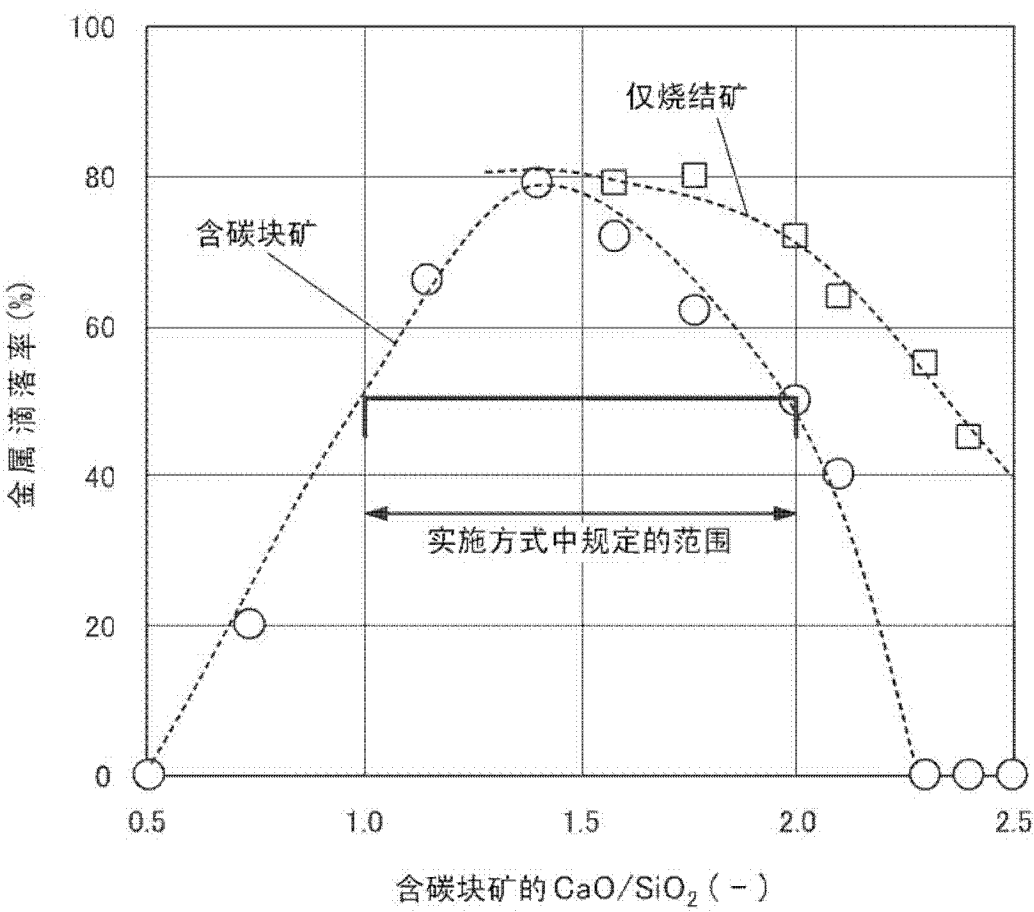


图 4

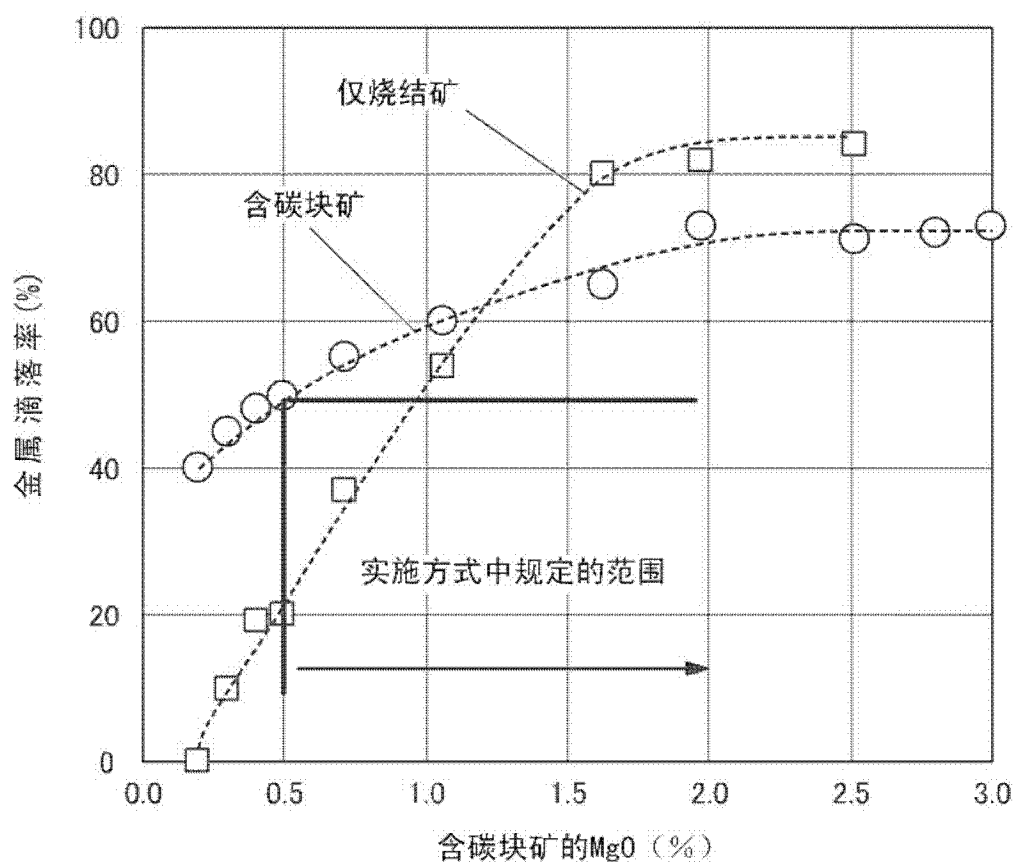


图 5

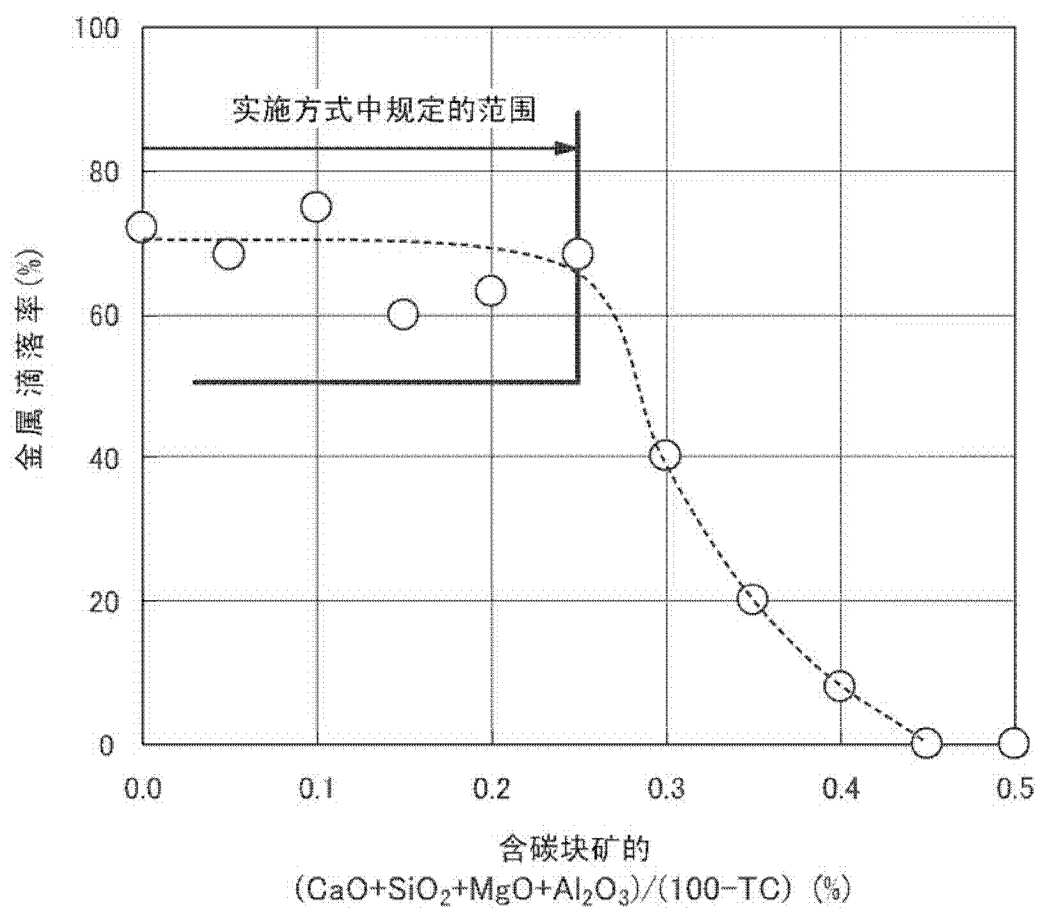


图 6

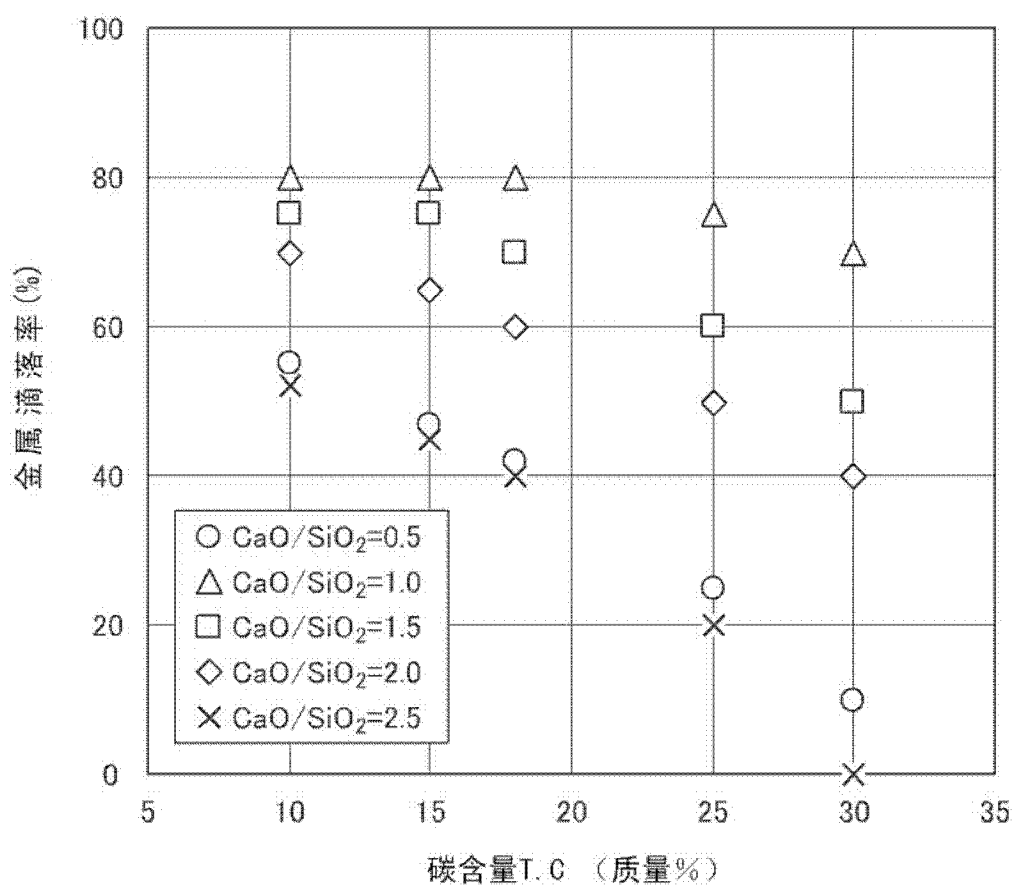


图 7

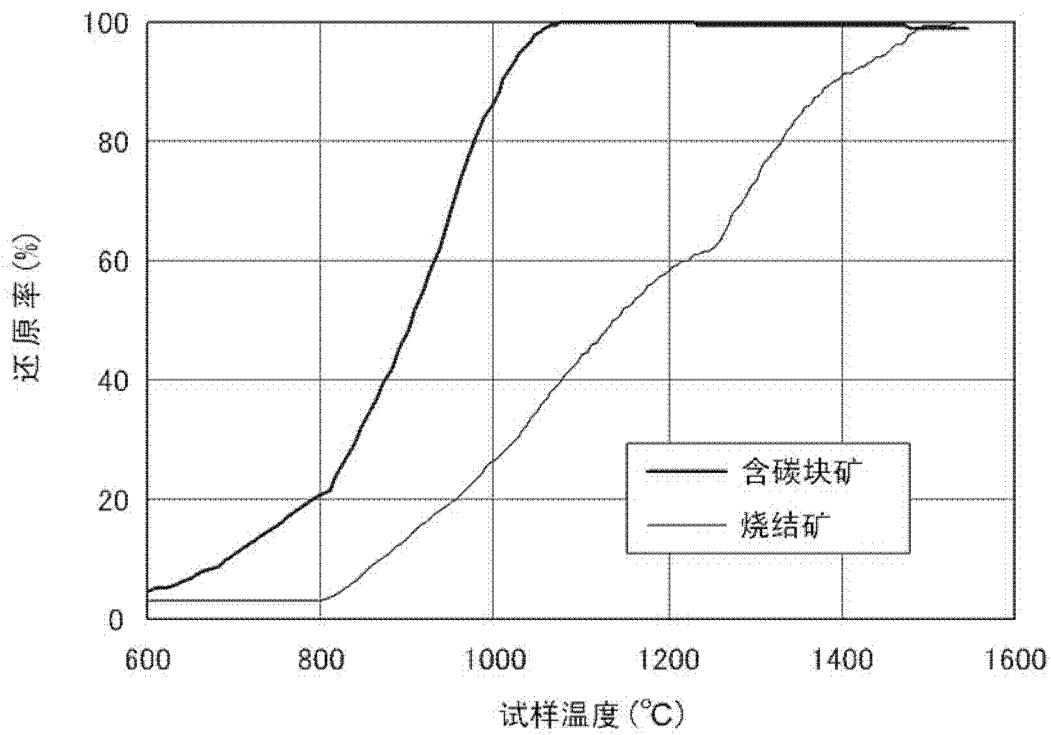


图 8

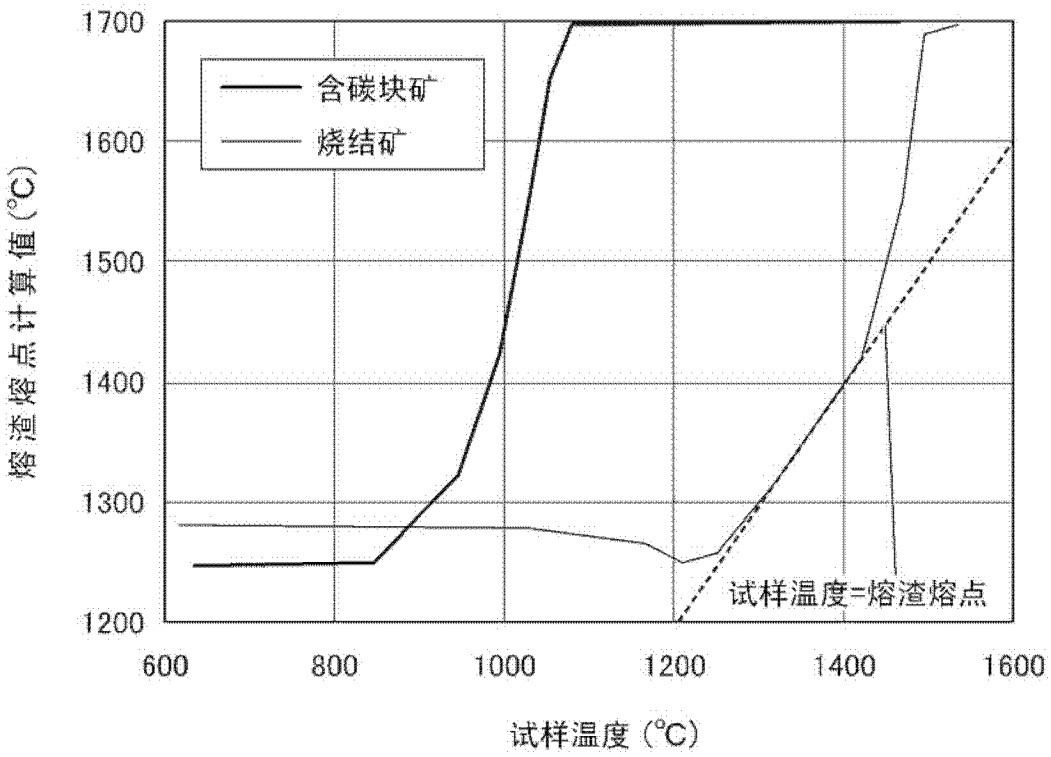


图 9