



(21) 申请号 202380024072.7

(22) 申请日 2023.03.06

(30) 优先权数据

2022-051407 2022.03.28 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.08.28

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/008343 2023.03.06

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/189242 JA 2023.10.05

(71) 申请人 杰富意钢铁株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 堀田谦弥 岩见友司 樋口隆英

河野崇史 池田幸平

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

专利代理师 李文屿

(51) Int.Cl.

G22B 1/20 (2006.01)

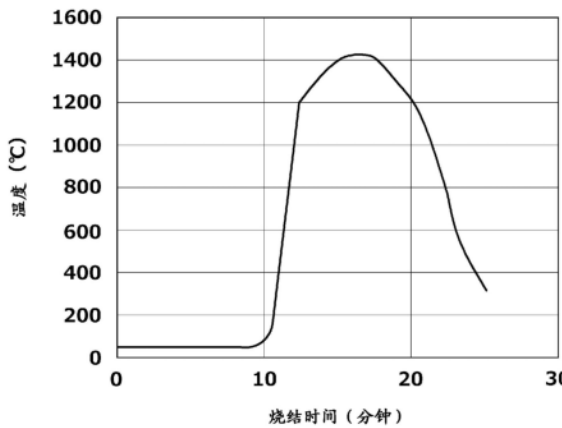
权利要求书1页 说明书7页 附图5页

(54) 发明名称

烧结矿组织的预测方法及使用其的烧结矿的制造方法

(57) 摘要

提出一种烧结矿组织的预测方法及使用其的烧结矿的制造方法,其能够在线对烧结矿的矿物组织、气孔构造等烧结矿组织进行掌握、管理。一种烧结矿组织的预测方法,其是将烧结原料装入德怀特-劳埃德式烧结机的环形移动式托盘台车而形成装入层,对装入层进行烧结而制造的烧结矿的烧结矿组织的预测方法,其中,使用根据烧结矿的制造条件和导热模型求出的装入层内的烧结温度历程,对烧结矿组织进行预测。另外,对使得使用上述烧结矿组织的预测方法预测的烧结矿组织成为预先决定的烧结矿组织的烧结矿的制造条件进行确定,在所确定的制造条件下,制造烧结矿。



1. 一种烧结矿组织的预测方法,其是将烧结原料装入德怀特-劳埃德式烧结机的环形移动式托盘台车而形成装入层,对所述装入层进行烧结而制造的烧结矿的烧结矿组织的预测方法,

其中,使用根据烧结矿的制造条件和导热模型求出的所述装入层内的烧结温度历程,对所述烧结矿组织进行预测。

2. 如权利要求1所述的烧结矿组织的预测方法,其中,作为所述烧结矿的制造条件,使用所述烧结原料中配合的原料的成分浓度、粒度及配合量、所述托盘台车的速度、所述装入层的层厚、和负压。

3. 如权利要求2所述的烧结矿组织的预测方法,其中,作为所述烧结矿的制造条件,还使用气体燃料吹入量、氧吹入量及循环排气量中的任一个以上。

4. 如权利要求1~3中任一项所述的烧结矿组织的预测方法,其中,使用预先求出的烧结温度历程与烧结矿组织的对应关系,对所述烧结矿组织进行预测。

5. 如权利要求1~4中任一项所述的烧结矿组织的预测方法,其中,所述烧结矿组织是烧结矿中的铁酸钙的含量及/或烧结矿的气孔率。

6. 一种烧结矿的制造方法,其是使用权利要求1~5中任一项所述的烧结矿组织的预测方法的烧结矿的制造方法,

其中,对使得使用所述烧结矿组织的预测方法预测的烧结矿组织成为预先设定的烧结矿组织的烧结矿的制造条件进行确定,

在所确定的所述制造条件下制造所述烧结矿。

烧结矿组织的预测方法及使用其的烧结矿的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及作为高炉的原料使用的烧结矿的烧结矿组织的预测方法及使用该预测方法的烧结矿的制造方法。

背景技术

[0002] 烧结矿的强度、可还原性等品质依赖于烧结矿中的矿物组织、气孔构造。烧结矿的矿物组织、气孔构造取决于由原料条件及操作条件决定的烧结温度历程。在确保烧结矿的品质的基础上,重要的是烧结矿的矿物组织、气孔构造的控制,但对于矿物组织、气孔构造的测定,需要在离线下采集制造后的烧结矿,并通过截面观察、XRD等进行评价,不能进行在线的管理。

[0003] 作为测定烧结矿制造时的烧结原料的装入层的烧结温度历程的方法,例如,专利文献1公开了通过根据利用热电偶实测的高度方向的温度数据计算特征量,由此对操作状态进行管理的方法。但是,在实际的环形移动式的托盘台车(pallet truck)上设置热电偶来连续地测定数据,或者以间歇式每天进行测定,在现实中是困难的。而且,在本方法中,由于成为反馈作用(action)而产生操作改善的机会损失(chance loss),因此存在不能无法关于前馈作用提案的课题。

[0004] 另外,推定烧结温度历程的方法已经在非专利文献1中将导热模型公式化。而且,例如专利文献2公开了使用非专利文献1的导热模型,在使用燃烧性不同的碳材料时也能够比较高精度地计算温度历程的方法。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:日本特开2013-44491号公报

[0008] 专利文献2:日本特开2015-137368号公报

[0009] 非专利文献

[0010] 非专利文献1:鞭严等2人、烧结矿的操作解析、铁和钢、第56年(1970)、第3号、P371~381

[0011] 非专利文献2:大野光一郎等5人、焦炭的燃烧速度式对烧结工艺层内的温度分布推定数值模拟的影响、铁和钢、Vol.101、(2015)、No.1、P19~P24

发明内容

[0012] 发明所要解决的课题

[0013] 如此,已知推定烧结温度历程的导热模型,但未公开对矿物组织、气孔构造等烧结矿的烧结矿组织进行预测的技术。如上所述,为了掌握矿物组织、气孔构造,需要在离线下采集制造后的烧结矿,并通过截面观察、XRD等进行评价。因此,存在不能在线对影响烧结矿的品质的矿物组织、气孔构造进行管理的课题。而且,由于是对已制造的烧结矿的分析,因此仅限于反馈的作用,不能解决产生操作改善的机会损失这一点,因此前馈的作用成为课

题。

[0014] 本发明是鉴于这种情况而完成的,其目的在于提供一种烧结矿组织的预测方法及使用其的烧结矿的制造方法,其能够在线对烧结矿的矿物组织、气孔构造等烧结矿组织进行掌握、管理。

[0015] 用于解决课题的手段

[0016] 本发明是一种烧结矿组织的预测方法,其是将烧结原料装入德怀特-劳埃德式烧结机(dwight-lloyd type sintering machine)的环形移动式托盘台车而形成装入层,对前述装入层进行烧结而制造的烧结矿的烧结矿组织的预测方法,其中,使用根据烧结矿的制造条件和导热模型求出的前述装入层内的烧结温度历程,对前述烧结矿组织进行预测。

[0017] 需要说明的是,在如上所述构成的本发明涉及的烧结矿组织的预测方法中,认为如下内容为更优选的解决手段:

[0018] (1)作为前述烧结矿的制造条件,使用前述烧结原料中配合的原料的成分浓度、粒度及配合量、前述托盘台车的速度、前述装入层的层厚、和负压;

[0019] (2)作为前述烧结矿的制造条件,还使用气体燃料吹入量、氧吹入量及循环排气量中的任一个以上;

[0020] (3)使用预先求出的烧结温度历程与烧结矿组织的对应关系,对前述烧结矿组织进行预测;

[0021] (4)前述烧结矿组织是烧结矿中的铁酸钙的含量及/或烧结矿的气孔率气孔率。

[0022] 另外,本发明是一种烧结矿的制造方法,其是使用上述烧结矿组织的预测方法的烧结矿的制造方法,其中,对使得使用前述烧结矿组织的预测方法预测的烧结矿组织成为预先设定的烧结矿组织的烧结矿的制造条件进行确定,在所确定的前述制造条件下制造前述烧结矿。

[0023] 发明效果

[0024] 通过实施本发明涉及的烧结矿组织的预测方法,能够在短时间内预测烧结矿组织,因此能够在线对烧结矿的矿物组织、气孔构造等烧结矿组织进行掌握、管理。而且,通过以使所预测的烧结矿组织成为作为目标的烧结矿组织的方式设定烧结矿的制造条件,能够对烧结矿的组织进行控制,能够实现高品质的烧结矿的制造。

附图说明

[0025] [图1]是示出能够实施本实施方式涉及的烧结组织的预测方法的烧结矿的制造设备的一例的示意图。

[0026] [图2]是示出根据装入层的烧结温度与烧结时间的关系求出的烧结温度历程的一例的图表。

[0027] [图3]是示出根据烧结温度历程算出温度历程指数的方法的一例的图表。

[0028] [图4]是示出铁酸钙的含量与温度历程指数的相关关系的一例的图表。

[0029] [图5]是示出铁酸钙的含量的预测值与实测值的相关关系的一例的图表。

[0030] [图6]是示出所制造的烧结矿的铁酸钙的含量的经时变化的一例的图表。

[0031] [图7]是示出根据烧结温度历程算出温度历程指数的方法的另一例的图表。

[0032] [图8]是示出气孔率与温度历程指数的对应关系的一例的图表。

具体实施方式

[0033] 以下,具体说明本发明的实施方式。需要说明的是,以下的实施方式例示了用于将本发明的技术思想具体化的装置、方法,并不限定于下述构成。即,本发明的技术思想能够在权利要求书所记载的技术范围内施加各种变更。

[0034] <关于成为本发明的实施对象的烧结矿的制造设备>

[0035] 图1是示出能够实施本实施方式涉及的烧结组织的预测方法的烧结矿的制造设备1的一例的示意图。烧结矿的制造设备1具有作为造粒装置的滚筒式搅拌器2、烧结机3、破碎机4、冷却器5和筛分装置6。包含含铁原料、副原料及碳材料、焦炭粉等凝结材料的烧结原料被添加造粒水并利用滚筒式搅拌器2进行造粒。造粒后的烧结原料被搬送至烧结机3。

[0036] 烧结机3例如为德怀特-劳埃德式烧结机。烧结机3具有烧结原料供给装置11、环形移动式托盘台车12、点火炉13和风箱14。将造粒后的烧结原料从烧结原料供给装置11装入托盘台车12,形成烧结原料的装入层。在点火炉13中对装入层表层中包含的凝结材料进行点火,并且通过风箱14将装入层内的空气向下方抽吸,由此装入层内的燃烧熔融区向装入层的下方移动。通过该燃烧熔融区的移动,装入层被烧结而成为烧结块。

[0037] 在通过风箱14向下方抽吸装入层内的空气时,也可以从装入层的上方供给气体燃料及/或富集了氧而成的富氧空气。气体燃料是选自高炉煤气、焦炉煤气、转炉煤气、城镇燃气、天然气、甲烷气体、乙烷气体、丙烷气体及它们的混合气体中的任一者的可燃性气体。

[0038] 烧结块由破碎机4破碎,并利用冷却器5冷却。烧结块的破碎物由筛分装置6筛分为粒径5mm以上的烧结矿和粒径小于5mm的返矿。返矿再次用于烧结原料。由此来生产烧结矿。

[0039] <关于本发明的烧结矿组织的预测方法>

[0040] 在本实施方式涉及的烧结矿组织的预测方法中,对由烧结矿的制造设备1制造的烧结矿的烧结矿组织进行预测。对于烧结矿组织的预测,首先,(1)使用烧结矿的制造条件和导热模型算出烧结温度历程,然后,(2)使用算出的烧结温度历程对烧结矿组织进行预测。在优选的实施方式中,使用预先求出的烧结温度历程与烧结矿组织的对应关系,对烧结矿的烧结矿组织进行预测。

[0041] <(1)关于烧结温度历程的算出>

[0042] 烧结温度历程的算出是使用已知的方法,即非专利文献2中记载的方法进行的。具体而言,使用烧结矿的制造条件和导热模型算出烧结温度历程,前述烧结矿的制造条件包括烧结原料中配合的含铁原料、副原料及凝结材料的成分浓度、粒度及配合量、托盘台车速度、装入层的层厚、和负压。在本实施方式中,导热模型例如为由能量守恒定律公式导出的固相的热平衡公式(下述(1)式)及气相的热平衡公式(下述(2)式)。

[0043] [数学式1]

$$[0044] \quad \rho_s C_{p,s} \frac{\partial T_s}{\partial t} - \frac{6(1-\varepsilon_a)}{d} h(T_g - T_s) + Q(\text{reaction}) = k_s \frac{\partial^2 T_s}{\partial z^2} \quad \dots (1)$$

[0045] [数学式2]

$$[0046] \quad \rho_g C_{p,g} \frac{\partial T_g}{\partial t} - \frac{6(1-\varepsilon_a)}{d} h(T_s - T_g) + C_{p,g} \frac{\partial \rho_g u T}{\partial z} = k_s \frac{\partial^2 T_g}{\partial z^2} \quad \dots (2)$$

[0047] 在上述(1)、(2)式中, ρ_s 为固体的密度[kg/m^3], $C_{p,s}$ 为固体的比热[$\text{J}/(\text{kg} \times \text{K})$], T_s 为固体的温度[K], t 为时间[sec], d 为平均粒径[m], ε_a 为空隙率[-], h 为对流导热系数[$\text{J}/$

$(\text{m}^2 \times \text{s} \times \text{K})$], T_g 为气体温度 [K], k_s 为固体热导率 [$\text{J}/(\text{m}^2 \times \text{s} \times \text{K})$], Z 为坐标 [m]。另外, Q 为烧结原料中包含的各物质的反应热 [J/s], 该反应热是将各物质的反应热与反应速度相乘而算出的。在上述 (2) 式中, ρ_g 为气体的密度 [kg/m^3], $C_{p.g}$ 为气体的比热 [$\text{J}/(\text{kg} \times \text{K})$], u 为气体流速 [m/s], T 为温度 [K], k_g 为气体热导率 [$\text{J}/(\text{m}^2 \times \text{s} \times \text{K})$]。

[0048] 固体的密度 ρ_s 及气体的密度 ρ_g 使用临时值。使用下述记载的值作为固体的密度 ρ_s 的临时值, 使用下述记载的值作为气体的密度 ρ_g 。另外, 固体的比热 $C_{p.s}$ 及气体的比热 $C_{p.g}$ 分别使用下述记载的值。

[0049] <固体的物性(使用赤铁矿)>

[0050] [数学式3]

[0051] 密度:

$$[0052] \quad \rho_s = 5.260 \times 10^3 [\text{kg}/\text{m}^3]$$

[0053] 比热:

$$[0054] \quad C_{p.s} = 800.0 [\text{J}/\text{K}]$$

[0055] 热导率:

$$[0056] \quad 298 < T_s < 912$$

$$[0057] \quad k_s = \frac{1}{1.887 \cdot 10^{-4} T_s} \quad [\text{J}/\text{m} \cdot \text{s} \cdot \text{K}]$$

$$[0058] \quad 912 < T_s < 1500$$

$$[0059] \quad k_s = \frac{1}{8.319 \cdot 10^{-5} T_s + 9.243 \cdot 10^{-2}} \quad [\text{J}/\text{m} \cdot \text{s} \cdot \text{K}]$$

[0060] <气体的物性(使用空气)>

[0061] [数学式4]

[0062] 热导率:

$$[0063] \quad k_g = (28.836\sqrt{T} - 244.89) \times 10^{-4} \quad [\text{J}/\text{m} \cdot \text{s} \cdot \text{K}]$$

[0064] 密度:

$$[0065] \quad \rho_g = \frac{1.293}{\{1.0 + 0.00367(T - 273.15)\}} \quad [\text{kg}/\text{m}^3]$$

[0066] 比热:

$$[0067] \quad C_{p.g} = -2 \times 10^{-6} T^3 + 4 \times 10^{-3} T^2 - 8 \times 10^{-1} T + 998.3 [\text{J}/\text{K}]$$

[0068] 以下, 针对各物性进行说明。

[0069] 固体的温度 T_s 是当前的固体的计算温度, 另外, 气体的温度 T_g 是当前的气体的计算温度。时间 t 是通过使用该模型算出多长时间间隔的温度变化而决定的设定值。平均粒径 d 使用造粒后的烧结原料的平均粒径的实测值。空隙率 ϵ_a 使用临时值。使用“0.5”作为空隙率 ϵ_a 的临时值。对流导热系数 h 能够由负压、空隙率和平均粒径计算风量, 并使用该风量和 Ranz-Marshall 方程算出。固体热导率 k_s 使用上述记载的值。反应热 Q 能够使用烧结原料中配合的成分浓度、粒度及配合量、各成分的反应热、和反应速度算出。气体流速 u 能够使用负压、空隙率和平均粒径算出。负压使用设置于风箱的压力计的实测值。气体的热导率 k_g 使用上述记载的值。

[0070] 托盘台车的速度是作为烧结矿的制造条件而预先设定的,用于决点火时间(暴露于高温的时间)、从计算开始至计算结束的时间。层厚也是作为烧结矿的制造条件而预先设定的,用于决定计算开始、计算完成为止的时间。

[0071] 另外,在使用具有气体燃料吹入装置、氧气吹入装置的烧结机的情况下,作为操作条件,也可以使用气体燃料的吹入量、氧气的吹入量及循环排气量中的1个以上的操作条件来修正(1)式的反应热 Q 。

[0072] 若在上述(1)式及(2)式中输入上述值,在 T_s 及 T_g 中输入当前的温度,则能够算出所设定的时间刻度(Δt :例如1秒)后的温度变化。 T_s 及 T_g 的初始温度使用点火炉的温度,即 1300°C 。另外,例如,若时间刻度为1秒、计算时间为30分钟,则能够取得1800个温度数据,使用该温度数据能够制作如图2所示的表示烧结温度历程的图表。

[0073] <(2)关于烧结矿组织的预测>

[0074] 如以下依次说明,使用(1)中算出的烧结温度历程,对烧结矿组织、此处为烧结矿中的铁酸钙的含量及烧结矿的气孔率进行预测。

[0075] <关于烧结矿中的铁酸钙的含量的预测>

[0076] 使用(1)式、(2)式及操作数据求出装入层的烧结温度历程。由于认为装入层的中心部为平均的烧结温度,因此求出装入层的高度中心部(层厚600mm时的300mm地点处)的烧结温度历程,根据该温度历程算出 $1200 \sim 1350^{\circ}\text{C}$ 的高温保持时间作为温度历程指数1。温度历程指数1能够通过由图3中的 Δt_1 减去 Δt_2 算出。

[0077] 铁酸钙在 1200°C 以上生成,在高于 1350°C 时发生熔融分解,因此可以认为温度历程指数1与烧结矿中包含的铁酸钙的含量相关。因此,若预先进行利用XRD实测温度历程指数1已知的烧结矿中包含的铁酸钙的含量的实验,预先求出如图4所示的高温保持时间与烧结矿中包含的铁酸钙的对应关系,则能够根据该对应关系和温度历程指数1对烧结矿中包含的铁酸钙的含量进行预测。在此,烧结矿的铁酸钙的含量是烧结矿组织的一例。

[0078] 需要说明的是,如图4所示,铁酸钙的含量与温度历程指数1的对应关系能够根据烧结原料中包含的CaO的含量而变化。因此,铁酸钙的含量与温度历程指数1的对应关系优选按CaO的含量求出。由此,能够以高精度对烧结矿中包含的铁酸钙的含量进行预测。

[0079] 另外,铁酸钙的含量与温度历程指数1的对应关系与CaO同样,也能够根据烧结原料中包含的 Al_2O_3 的含量而变化。因此,铁酸钙的含量与温度历程指数1的对应关系优选按 Al_2O_3 的含量求出。由此,能够以更高的精度对烧结矿中包含的铁酸钙的含量进行预测。

[0080] 图5是示出铁酸钙的含量的预测值与实测值的相关关系的图表。铁酸钙的含量的预测值是由温度历程指数1、CaO含量和图4所示的图表算出的值,铁酸钙的含量的实测值是对该烧结矿中包含的铁酸钙的含量进行XRD测定而求出的测定值。如图5所示,预测值和实测值的决定系数(R^2)为0.84,确认到能够以高精度对烧结矿中包含的铁酸钙的含量进行预测。

[0081] 如此,若能够对铁酸钙的含量进行预测,则也能够以使所制造的烧结矿的铁酸钙的含量成为作为预先设定的目标的铁酸钙的含量的方式对烧结矿的制造条件进行调整。

[0082] 图6是示出所制造的烧结矿的铁酸钙的含量的经时变化的图表。将铁酸钙的含量为25~30质量%的烧结矿的制造条件变更为铁酸钙的含量为35~40质量%的烧结矿的制造条件。具体而言,作为烧结原料的制造条件,以使温度历程指数1成为与铁酸钙的含量35

~40质量%对应的时间的方式增加焦炭粉的配合量。其结果是,在变更制造条件后制造的烧结矿的铁酸钙的含量为35~40质量%,实现了TI强度高的烧结矿的制造。需要说明的是, TI强度(转鼓强度)能够利用JIS M 8712:2017中记载的方法测定。

[0083] 作为烧结矿的制造条件的调整,例如,在操作的条件为2个的情况下,制作如以下表1所示的二维的矩阵表,以成为与作为目标的铁酸钙的含量对应的温度历程指数1的方式决定制造条件即可。需要说明的是,表1所示的例子是作为一例示出了在2个条件(风量和焦炭粉含量)下制作的温度历程指数1的二维的矩阵表的例子,但不限于于此,也可以在3个条件下制作三维的矩阵表。

[0084] [表1]

		风量(m/s)			
		0.1	0.2	~	1
[0085] 焦炭含量 (质量%)	3	a1	a2	a3	a4
	4	b1	b2	b3	b4
	~	c1	c2	c3	c4
	7	d1	d2	d3	d4

[0086] 温度历程指数1:a1~a4,b1~b4,c1~c4,d1~d4

[0087] <关于烧结矿的气孔率的预测>

[0088] 另外,也可以根据该烧结温度历程算出烧结温度历程的图表中为1200°C以上的区域的积分值作为温度历程指数2。1200°C以上的区域的积分值是指由图7的斜线部所示的区域。

[0089] 若熔液生成且生成的熔液流动,则气孔被填埋,因此可以认为温度历程指数2与烧结矿的气孔率相关。因此,若预先按照下述顺序测定温度历程指数2已知的烧结矿的气孔率,通过实验求出温度历程指数2与烧结矿中包含的气孔率的对应关系(图8),则能够根据该对应关系和温度历程指数2对烧结矿的气孔率进行预测。烧结矿的气孔率是烧结矿组织的另一例。

[0090] 烧结矿的气孔率能够按照下述S11及S12的顺序测定。

[0091] (S11) 将烧结矿S1粉碎,筛分为+1mm-2mm的粒径。作为粉碎方法,优选使用如盘磨机(disk mill)、颚式破碎机这样的使被粉碎至规定粒径以下的粉碎物不会被进一步粉碎的粉碎装置。

[0092] (S12) 按照JIS R 1655:2003,利用压汞法对所得到的粒径+1mm-2mm的烧结矿测定气孔孔径分布,由气孔孔径3.6nm~200μm的累积气孔体积求出气孔率及平均气孔孔径。

[0093] 图8是示出气孔率与温度历程指数2的对应关系的图表。如图8所示,气孔率与温度历程指数2的对应关系能够根据烧结原料中包含的CaO的含量而变化。因此,气孔率与温度历程指数2的对应关系优选按CaO的含量求出。由此,能够以高精度对烧结矿的气孔率进行预测。

[0094] 另外,与铁酸钙的含量同样,能够使用上述对应关系以使所制造的烧结矿的气孔率成为预先设定的气孔率的方式对烧结矿的制造条件进行调整。烧结矿的制造条件的调整方法与铁酸钙的含量同样,也可以使用表1所示的矩阵表进行调整。

[0095] <关于本发明涉及的烧结矿的制造方法>

[0096] 通过实施上述烧结矿组织的预测方法,能够在短时间内预测烧结矿组织,因此能够在线对烧结矿的矿物组织、气孔构造等烧结矿组织进行掌握、管理。而且,通过以使所预测的烧结矿组织成为作为目标的烧结矿组织的方式设定烧结矿的制造条件,能够对烧结矿的组织进行控制,能够实现高品质的烧结矿的制造。

[0097] 产业上的可利用性

[0098] 根据本发明涉及的烧结矿组织的预测方法,能够在线对烧结矿的矿物组织、气孔构造等烧结矿组织进行掌握、管理,与使用该烧结矿组织的预测方法的烧结矿的制造方法一起,在产业上有用。

[0099] 附图标记说明

[0100] 1 烧结矿的制造设备

[0101] 2 滚筒式搅拌器

[0102] 3 烧结机

[0103] 4 破碎机

[0104] 5 冷却器

[0105] 6 筛分装置

[0106] 11 原料供给装置

[0107] 12 托盘台车

[0108] 13 点火炉

[0109] 14 风箱

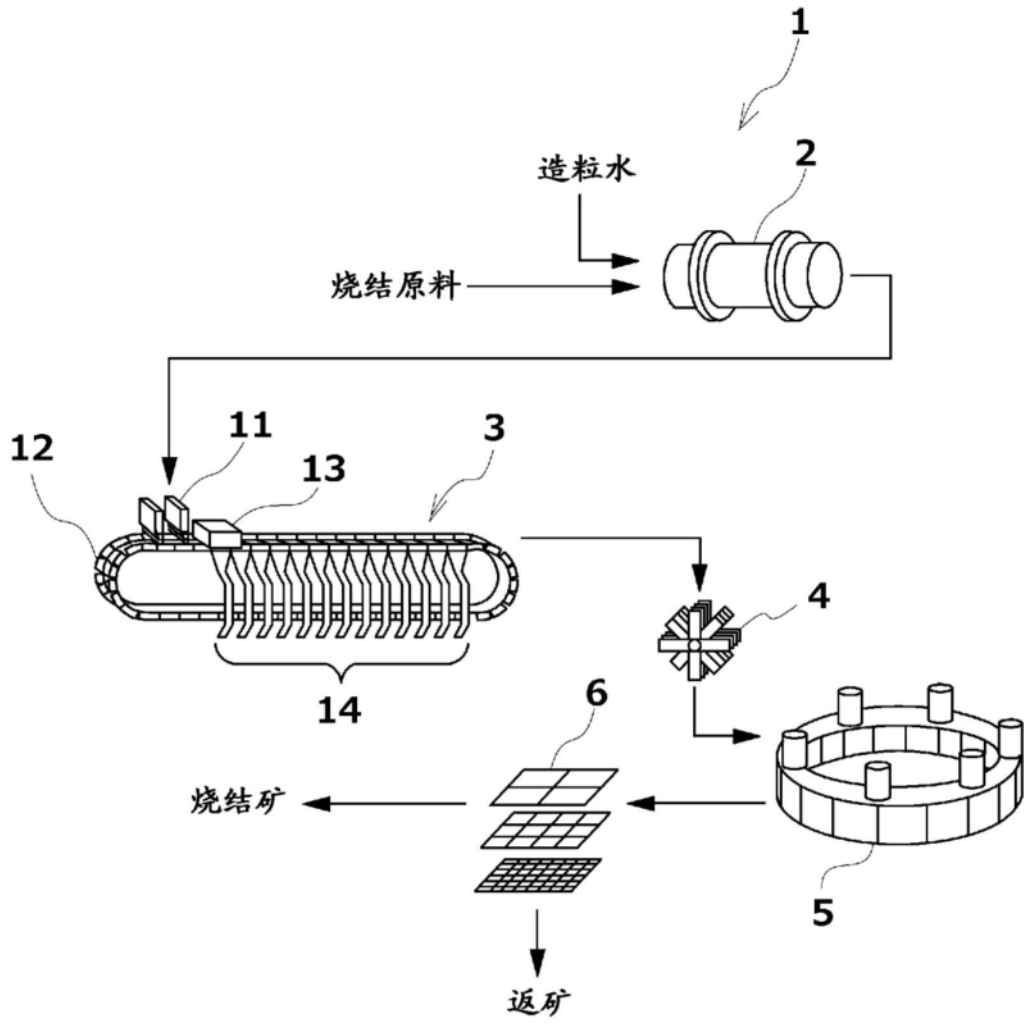


图1

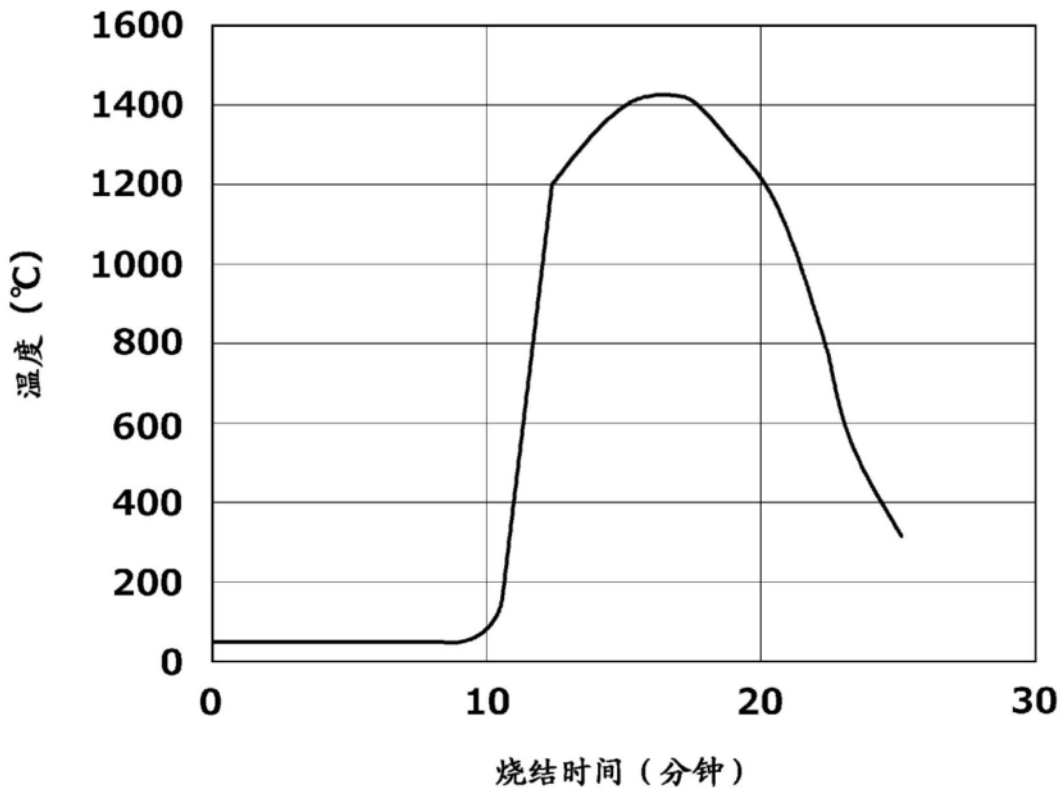


图2

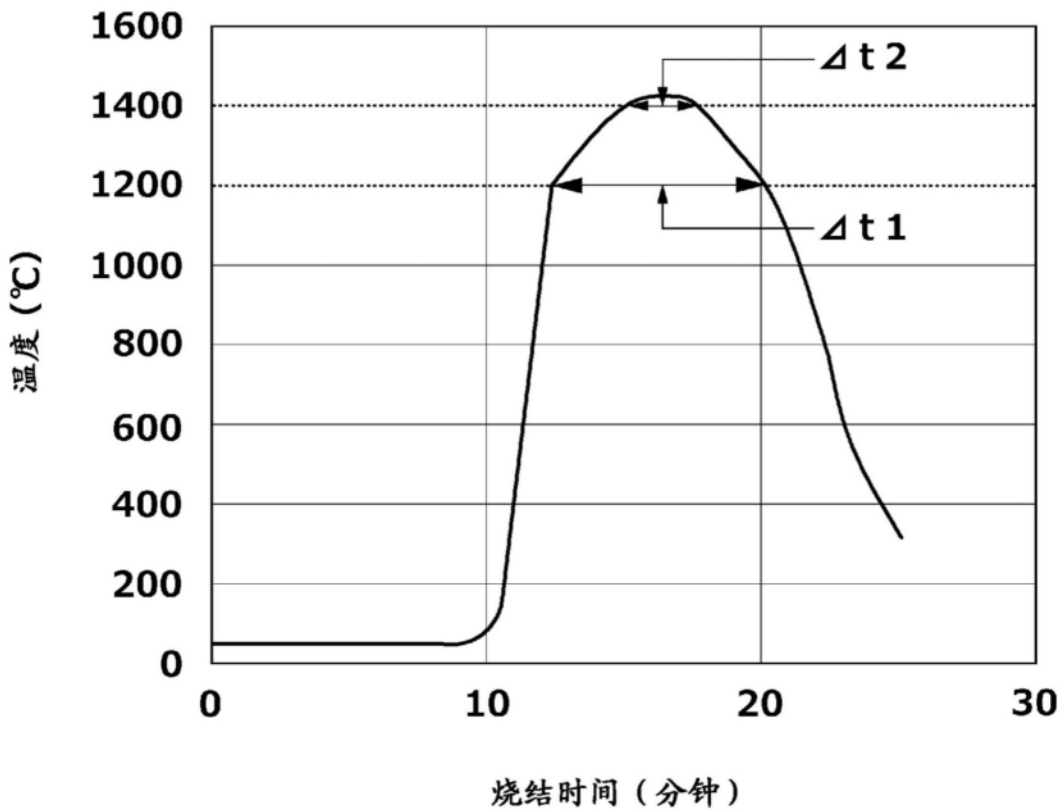


图3

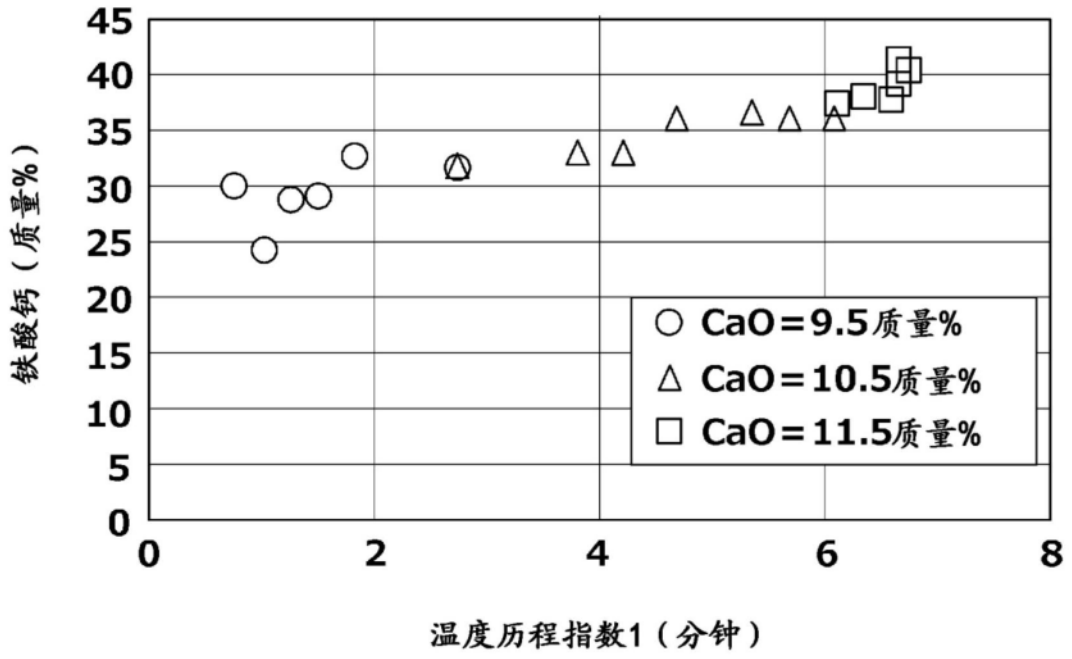


图4

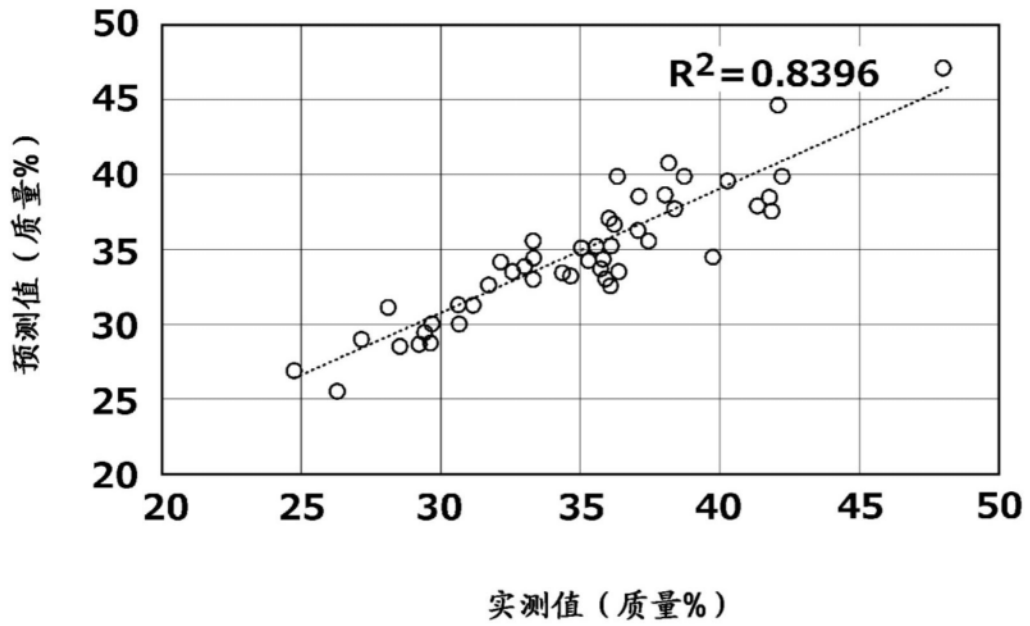


图5

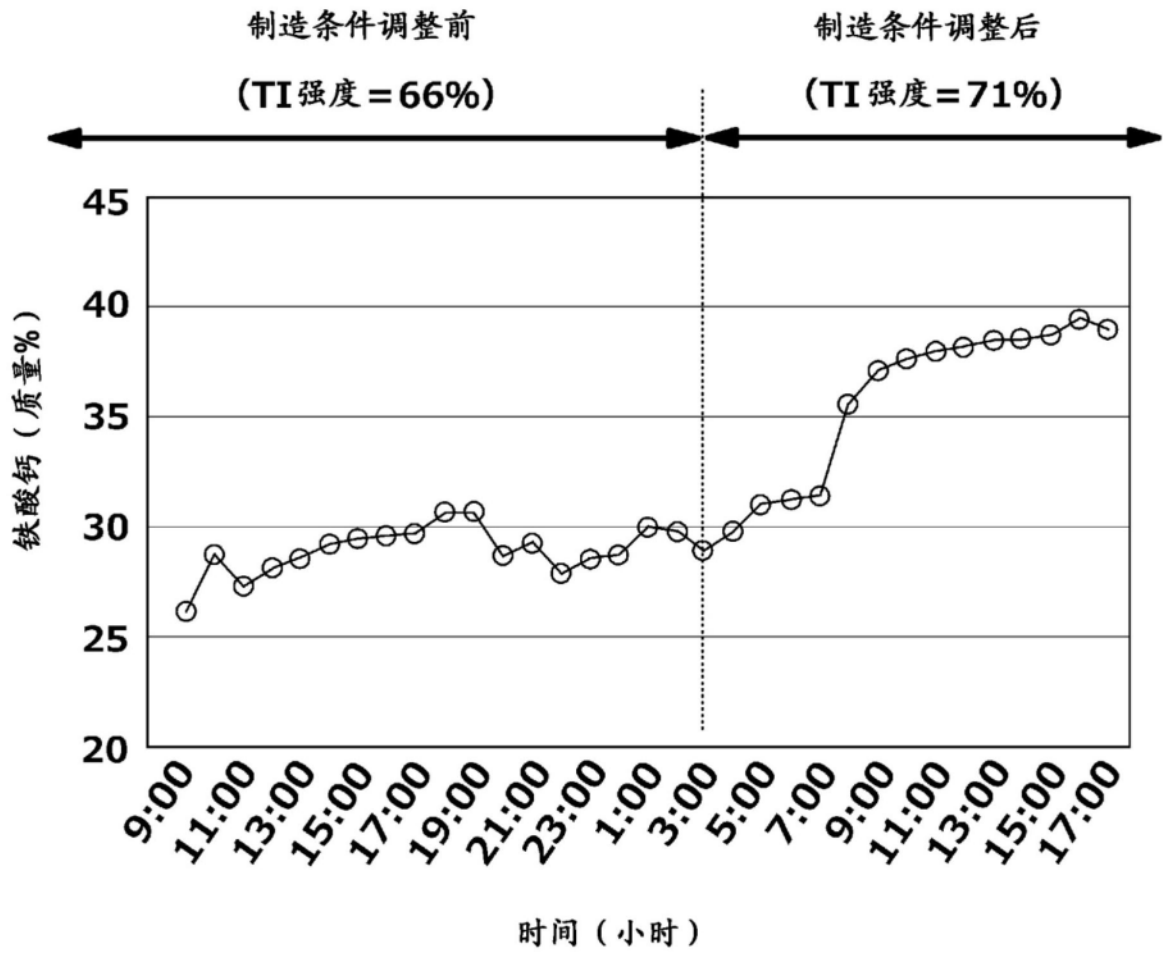


图6

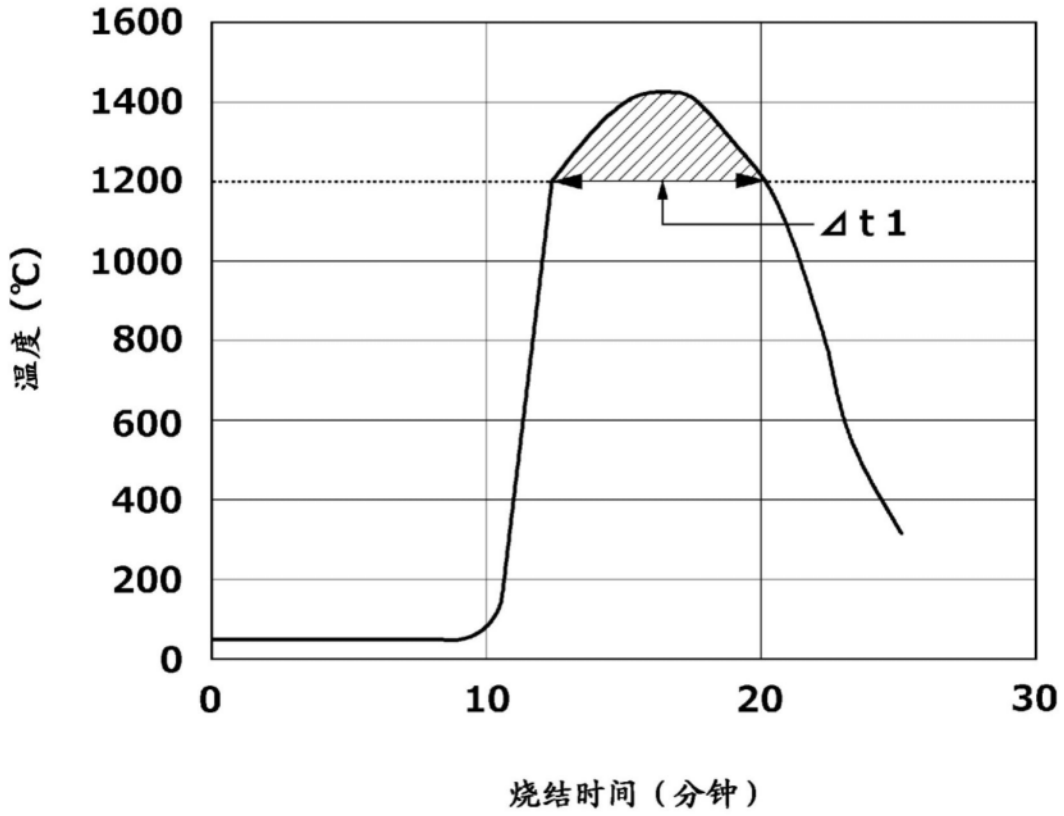


图7

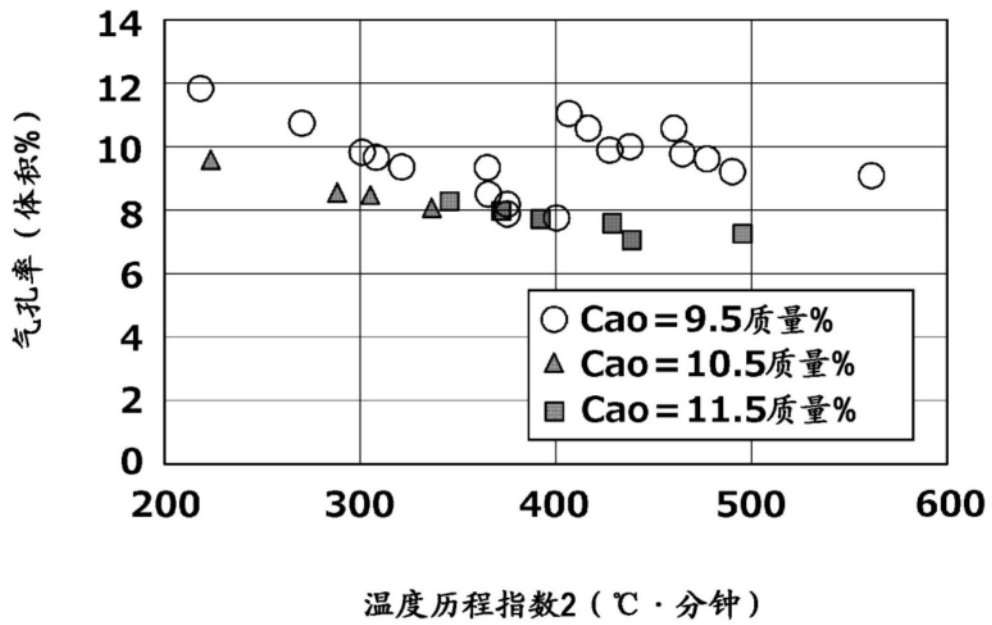


图8