



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I883405 B

(45)公告日：中華民國 114 (2025) 年 05 月 11 日

(21)申請案號：112110113

(22)申請日：中華民國 112 (2023) 年 03 月 17 日

(51)Int. Cl. : C22B1/20 (2006.01)

(30)優先權：2022/03/28 日本

2022-051407

(71)申請人：日商杰富意鋼鐵股份有限公司(日本) JFE STEEL CORPORATION (JP)
日本(72)發明人：堀田謙弥 HORITA, KENYA (JP)；岩見友司 IWAMI, YUJI (JP)；樋口隆英
HIGUCHI, TAKAHIDE (JP)；河野崇史 KAWANO, TAKASHI (JP)；池田幸平
IKEDA, KOHEI (JP)

(74)代理人：卓俊傑；鮑亞嵐；卓孟儀

(56)參考文獻：

CN 102482729A

CN 111128313A

審查人員：葉猷全

申請專利範圍項數：5 項 圖式數：8 共 24 頁

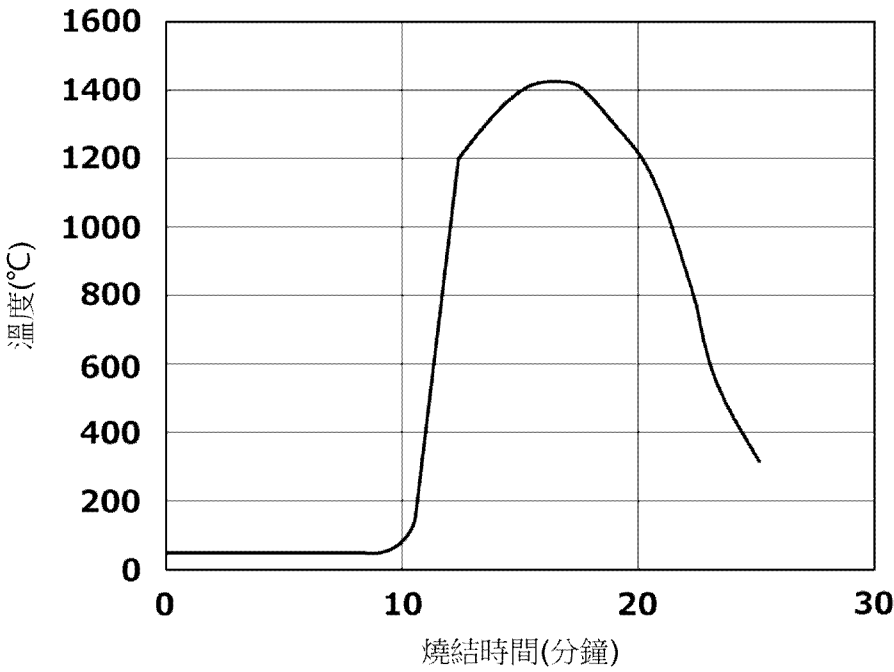
(54)名稱

燒結礦組織的預測方法及使用其的燒結礦的製造方法

(57)摘要

本發明提出一種可在線掌握並管理燒結礦的礦物組織或氣孔結構之類的燒結礦組織的燒結礦組織的預測方法及使用其的燒結礦的製造方法。一種燒結礦組織的預測方法，是向維-勞氏燒結機的環形移動式的托盤台車裝入燒結原料而形成裝入層，並對裝入層進行燒結而製造的燒結礦的燒結礦組織的預測方法，其中，使用根據燒結礦的製造條件與傳熱模型求出的裝入層內的燒結溫度歷程來對燒結礦組織進行預測。另外，確定使得使用所述燒結礦組織的預測方法預測的燒結礦組織成為預先決定的燒結礦組織的燒結礦的製造條件，在所確定的製造條件下製造燒結礦。

指定代表圖：



【圖2】



I883405

【發明摘要】

【中文發明名稱】 燒結礦組織的預測方法及使用其的燒結礦的製造方法

【中文】

本發明提出一種可在線掌握並管理燒結礦的礦物組織或氣孔結構之類的燒結礦組織的燒結礦組織的預測方法及使用其的燒結礦的製造方法。一種燒結礦組織的預測方法，是向維-勞氏燒結機的環形移動式的托盤台車裝入燒結原料而形成裝入層，並對裝入層進行燒結而製造的燒結礦的燒結礦組織的預測方法，其中，使用根據燒結礦的製造條件與傳熱模型求出的裝入層內的燒結溫度歷程來對燒結礦組織進行預測。另外，確定使得使用所述燒結礦組織的預測方法預測的燒結礦組織成為預先決定的燒結礦組織的燒結礦的製造條件，在所確定的製造條件下製造燒結礦。

【指定代表圖】 圖 2。

【代表圖之符號簡單說明】

無

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】燒結礦組織的預測方法及使用其的燒結礦的製造方法

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種用作高爐的原料的燒結礦的燒結礦組織的預測方法及使用該預測方法的燒結礦的製造方法。

【先前技術】

【0002】 燒結礦的強度或被還原性等品質依存於燒結礦中的礦物組織或氣孔結構。燒結礦的礦物組織或氣孔結構被由原料條件及作業條件決定的燒結溫度歷程左右。在確保燒結礦的品質方面，重要的是燒結礦的礦物組織或氣孔結構的控制，但測定礦物組織或氣孔結構時需要離線採集製造後的燒結礦，藉由剖面觀察或 X 射線繞射（X-Ray Diffraction，XRD）等進行評價，從而無法在線管理。

【0003】 作為對燒結礦製造時的燒結原料的裝入層的燒結溫度歷程進行測定的方法，例如在專利文獻 1 中揭示了藉由根據熱電偶實測的高度方向的溫度資料計算特徵量來管理作業狀態的方法。但是，在現實中，難在實際的環形移動式的托盤台車設置熱電偶並連續地對資料進行測定，或以批次式每天進行測定。除此以外，在本方法中，由於成為回饋作用（feedback action）而損

失作業改善機會，因此存在無法提出前饋的作用的課題。

【0004】 另外，推定燒結溫度歷程的方法已在非專利文獻 1 中將傳熱模型數式化。而且，例如，在專利文獻 2 中揭示了如下方法：使用非專利文獻 1 的傳熱模型，在使用燃燒性不同的炭材時亦可比較高精度地計算溫度歷程。

[現有技術文獻]

[專利文獻]

【0005】 專利文獻 1：日本專利特開 2013-44491 號公報

專利文獻 2：日本專利特開 2015-137368 號公報

[非專利文獻]

【0006】 非專利文獻 1：鞭巖等 2 人，燒結礦的作業解析，「鐵與鋼」，第 56 年（1970），第 3 號，P371～P381

非專利文獻 2：大野光一郎等 5 人，焦炭的燃燒速度式對燒結製程層內的溫度分佈推定數值模擬的影響，「鐵與鋼」，Vol.101，（2015），No.1，P19～P24

【發明內容】

[發明所欲解決之課題]

【0007】 如此，推定燒結溫度歷程的傳熱模型是已知的，但未揭示對礦物組織或氣孔結構等燒結礦的燒結礦組織進行預測的技術。如上所述，為了掌握礦物組織或氣孔結構，需要離線採集製造後的燒結礦，藉由剖面觀察或 XRD 等進行評價。因此，存在無

法在線管理對燒結礦的品質帶來影響的礦物組織或氣孔結構的課題。此外，由於成為對已製造的燒結礦的分析，因此僅限於回饋的作用，亦無法解決損失作業改善機會的問題，因此前饋的作用成為課題。

【0008】 本發明是鑒於此種情況而成，其目的在於提出一種可在線掌握並管理燒結礦的礦物組織或氣孔結構之類的燒結礦組織的燒結礦組織的預測方法及使用其的燒結礦的製造方法。

[解決課題之手段]

【0009】 本發明是一種燒結礦組織的預測方法，是向維-勞氏（Dwight-Lloyd）燒結機的環形移動式的托盤台車裝入燒結原料而形成裝入層，並對所述裝入層進行燒結而製造的燒結礦的燒結礦組織的預測方法，其中，使用根據燒結礦的製造條件與傳熱模型求出的所述裝入層內的燒結溫度歷程來對所述燒結礦組織進行預測。

【0010】 再者，在如上所述構成的本發明的燒結礦組織的預測方法中，認為如下內容為最佳的解決手段：

（1）作為所述燒結礦的製造條件，使用所述燒結原料中所調配的原料的成分濃度、粒度及調配量、所述托盤台車的速度、所述裝入層的層厚、以及負壓；

（2）作為所述燒結礦的製造條件，進而使用氣體燃料吹入量、氧吹入量及循環排氣量中的任一個以上；

（3）使用預先求出的燒結溫度歷程與燒結礦組織的對應關係

來對所述燒結礦組織進行預測；

(4) 所述燒結礦組織為燒結礦中的鐵酸鈣的含量及/或燒結礦的氣孔率。

【0011】 另外，本發明是一種燒結礦的製造方法，是使用上述的燒結礦組織的預測方法的燒結礦的製造方法，其中，確定使得使用所述燒結礦組織的預測方法預測的燒結礦組織成為預先決定的燒結礦組織的燒結礦的製造條件，在所確定的所述製造條件下製造所述燒結礦。

[發明的效果]

【0012】 藉由實施本發明的燒結礦組織的預測方法，可在短時間內對燒結礦組織進行預測，因此可在線掌握並管理燒結礦的礦物組織或氣孔結構之類的燒結礦組織。進而，藉由以所預測的燒結礦組織成為目標燒結礦組織的方式設定燒結礦的製造條件，可對燒結礦的組織進行控制，可實現高品質的燒結礦的製造。

【圖式簡單說明】

【0013】

圖 1 是表示燒結礦的製造設備的一例的示意圖，所述燒結礦的製造設備可實施本實施方式的燒結組織的預測方法。

圖 2 是表示根據裝入層的燒結溫度與燒結時間的關係求出的燒結溫度歷程的一例的圖表。

圖 3 是表示根據燒結溫度歷程計算溫度歷程指數的方法的一

例的圖表。

圖 4 是表示鐵酸鈣的含量與溫度歷程指數的相關關係的一例的圖表。

圖 5 是表示鐵酸鈣的含量的預測值與實測值的相關關係的一例的圖表。

圖 6 是表示所製造的燒結礦的鐵酸鈣含量經時變化的一例的圖表。

圖 7 是表示根據燒結溫度歷程計算溫度歷程指數的方法的另一例的圖表。

圖 8 是表示氣孔率與溫度歷程指數的對應關係的一例的圖表。

【實施方式】

【0014】 以下，對本發明的實施方式進行具體說明。再者，以下的實施方式例示用於將本發明的技術思想具體化的裝置或方法，並不將結構限定於下述結構。即，本發明的技術思想可在申請專利範圍中記載的技術範圍內施加各種變更。

【0015】 <關於作為本發明的實施對象的燒結礦的製造設備>

圖 1 是表示燒結礦的製造設備 1 的一例的示意圖，所述燒結礦的製造設備 1 可實施本實施方式的燒結組織的預測方法。燒結礦的製造設備 1 具有：作為造粒裝置的轉筒混合機 2、燒結機 3、破碎機 4、冷卻器 5、以及篩分裝置 6。包含含鐵原料、副原料及

炭材或焦炭粉之類的凝結材料的燒結原料添加造粒水並利用轉筒混合機 2 進行造粒。造粒後的燒結原料被搬送至燒結機 3。

【0016】 燒結機 3 例如是維-勞氏燒結機。燒結機 3 具有：燒結原料供給裝置 11、環形移動式的托盤台車 12、點火爐 13、以及風箱 14。造粒後的燒結原料自燒結原料供給裝置 11 裝入至托盤台車 12，形成燒結原料的裝入層。藉由點火爐 13 將裝入層表層中所含的凝結材料點火，並且通過風箱 14 而向下方抽吸裝入層內的空氣，藉此裝入層內的燃燒熔融帶向裝入層的下方移動。藉由該燃燒熔融帶的移動，裝入層燒結而成為燒結塊。

【0017】 當通過風箱 14 而向下方抽吸裝入層內的空氣時，亦可自裝入層的上方供給氣體燃料及/或富集了氧而成的富氧化空氣。氣體燃料為選自高爐氣、焦爐氣、轉爐氣、城鎮氣體燃料、天然氣、甲烷氣體、乙烷氣體、丙烷氣體及該些的混合氣體中的任一可燃性氣體。

【0018】 將燒結塊藉由破碎機 4 破碎，並由冷卻器 5 冷卻。燒結塊的破碎物藉由篩分裝置 6 篩分為粒徑 5 mm 以上的燒結礦與粒徑小於 5 mm 的返礦。返礦再次用於燒結原料。以此方式生產燒結礦。

【0019】 <關於本發明的燒結礦組織的預測方法>

在本實施方式的燒結礦組織的預測方法中，對由燒結礦的製造設備 1 製造的燒結礦的燒結礦組織進行預測。關於燒結礦組織的預測，首先，(1) 使用燒結礦的製造條件與傳熱模型來計算燒結溫度歷程，繼而(2) 使用計算出的燒結溫度歷程來對燒結礦組

織進行預測。在較佳的實施方式中，使用預先求出的燒結溫度歷程與燒結礦組織的對應關係來對燒結礦的燒結礦組織進行預測。

【0020】 <（1）關於燒結溫度歷程的計算>

燒結溫度歷程的計算是使用作為公知方法的非專利文獻 2 中記載的方法進行。具體而言，使用包含燒結原料中所調配的含鐵原料、副原料及凝結材料的成分濃度、粒度及調配量、托盤台車速度、裝入層的層厚、以及負壓的燒結礦的製造條件與傳熱模型來計算燒結溫度歷程。在本實施方式中，傳熱模型例如是由能量守恆式導出的固相的熱平衡式（下述（1）式）及氣相的熱平衡式（下述（2）式）。

【0021】 [數 1]

$$\rho_s C_{p,s} \frac{\partial T_s}{\partial t} - \frac{6(1-\varepsilon_a)}{d} h (T_g - T_s) + Q(\text{反應}) = k_s \frac{\partial^2 T_s}{\partial Z^2} \dots (1)$$

【0022】 [數 2]

$$\rho_g C_{p,g} \frac{\partial T_g}{\partial t} - \frac{6(1-\varepsilon_a)}{d} h (T_g - T_s) + C_{p,g} \frac{\partial \rho_g u T}{\partial Z} = k_g \frac{\partial^2 T_g}{\partial Z^2} \dots (2)$$

【0023】 在所述（1）式、（2）式中， ρ_s 是固體的密度[kg/m³]， $C_{p,s}$ 是固體的比熱[J/(kg×K)]， T_s 是固體的溫度[K]， t 是時間[sec]，

d 是平均粒徑[m]， ε_a 是空隙率[-]， h 是對流傳熱係數[J/($m^2 \times s \times K$)]， T_g 是氣體溫度[K]， k_s 是固體熱傳導度[J/($m^2 \times s \times K$)]， Z 是座標[m]。另外， Q 是燒結原料中所含的各物質的反應熱[J/s]，該反應熱是將各物質的反應熱與反應速度相乘而計算出。在所述(2)式中， ρ_g 是氣體的密度[kg/m³]， $C_{p \cdot g}$ 是氣體的比熱[J/($kg \times K$)]， u 是氣體流速[m/s]， T 是溫度[K]， k_g 是氣體熱傳導度[J/($m^2 \times s \times K$)]。

【0024】 固體的密度 ρ_s 及氣體的密度 ρ_g 使用臨時值。使用下述中記載的值作為固體的密度 ρ_s 的臨時值，使用下述中記載的值作為氣體的密度 ρ_g 的臨時值。另外，固體的比熱 $C_{p \cdot s}$ 及氣體的比熱 $C_{p \cdot g}$ 分別使用下述中記載的值。

【0025】 <固體的物性（使用赤鐵礦）>

[數 3]

密度：

$$\rho_s = 5.260 \times 10^3 \quad [kg/m^3]$$

比熱：

$$C_{p \cdot s} = 800.0 \quad [J/K]$$

熱傳導率：

$$298 < T_s < 912$$

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

$$912 < T_s < 1500$$

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

【0026】 < 氣體的物性（使用空氣） >

[數 4]

熱傳導率：

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

密度：

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

比熱：

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

【0027】 以下，對各物性進行說明。

固體的溫度 T_s 是當前的固體的計算溫度，另外，氣體的溫度 T_g 是當前的氣體的計算溫度。時間 t 是根據使用該模型計算多長時間間隔的溫度變化而決定的設定值。平均粒徑 d 使用造粒後的燒結原料的平均粒徑的實測值。空隙率 ε_a 使用臨時值。使用「0.5」作為空隙率 ε_a 的臨時值。對流傳熱係數 h 可根據負壓、空隙率以及平均粒徑計算風量並使用該風量與蘭茨 - 馬歇爾（Ranz-Marshall）公式來計算。固體熱傳導度 k_s 使用上述中記載的值。反應熱 Q 可使用燒結原料中所調配的成分濃度、粒度及調配量、各成分的反應熱、以及反應速度來計算。氣體流速 u 可使用負壓、空隙率以及平均粒徑來計算。負壓使用設置於風箱的壓力計的實測值。氣體熱傳導度 k_g 使用上述中記載的值。

【0028】 托盤台車的速度是作為燒結礦的製造條件而預先設

定，用於決定點火時間（暴露於高溫的時間）、或自計算開始至計算結束的時間。層厚亦是作為燒結礦的製造條件而預先設定，用於決定開始計算或結束計算之前的時間。

【0029】 另外，在使用具有氣體燃料吹入裝置或氧氣吹入裝置的燒結機的情況下，作為作業條件，亦可使用氣體燃料的吹入量、氧氣的吹入量及循環排氣量中的一個以上的作業條件來對（1）式的反應熱 Q 進行修正。

【0030】 若對所述（1）式及（2）式輸入所述值、對 T_s 及 T_g 輸入當前的溫度，則可計算所設定的時間單位（ Δt ：例如 1 秒）後的溫度變化。 T_s 及 T_g 的初始溫度使用點火爐的溫度即 1300°C 。另外，例如，若時間單位為 1 秒，計算時間為 30 分鐘，則可獲取 1800 個溫度資料，使用該溫度資料可製作如圖 2 所示般的表示燒結溫度歷程的圖表。

【0031】 <（2）關於燒結礦組織的預測>

如以下依次說明般，使用（1）中計算出的燒結溫度歷程來對燒結礦組織、此處為燒結礦中的鐵酸鈣的含量及燒結礦的氣孔率進行預測。

【0032】 <關於燒結礦中的鐵酸鈣的含量的預測>

使用（1）式、（2）式及作業資料求出裝入層的燒結溫度歷程。由於認為裝入層的中心部成為平均的燒結溫度，因此求出裝入層的高度中心部（層厚 600 mm 時的 300 mm 地點）的燒結溫度歷程，根據該溫度歷程計算 $1200^{\circ}\text{C} \sim 1350^{\circ}\text{C}$ 的高溫保持時間作為溫度歷

程指數 1。溫度歷程指數 1 可藉由自圖 3 中的 Δt_1 減去 Δt_2 來計算。

【0033】 鐵酸鈣在 1200℃ 以上生成，若高於 1350℃ 則會熔融分解，因此可謂溫度歷程指數 1 與燒結礦中所含的鐵酸鈣的含量存在相關性。因此，若預先進行利用 XRD 來實測溫度歷程指數 1 已知的燒結礦中所含的鐵酸鈣的含量的實驗，預先求出如圖 4 所示般的高溫保持時間與燒結礦中所含的鐵酸鈣的對應關係，則可根據該對應關係及溫度歷程指數 1 來對燒結礦中所含的鐵酸鈣的含量進行預測。此處，燒結礦的鐵酸鈣的含量為燒結礦組織的一例。

【0034】 再者，如圖 4 所示，鐵酸鈣的含量與溫度歷程指數 1 的對應關係可根據燒結原料中所含的 CaO 的含量而變化。因此，鐵酸鈣的含量與溫度歷程指數 1 的對應關係較佳為針對每一 CaO 的含量求出。藉此，可以高精度對燒結礦中所含的鐵酸鈣的含量進行預測。

【0035】 另外，與 CaO 的情況同樣地，鐵酸鈣的含量與溫度歷程指數 1 的對應關係亦可根據燒結原料中所含的 Al_2O_3 的含量而變化。因此，鐵酸鈣的含量與溫度歷程指數 1 的對應關係較佳為針對每一 Al_2O_3 的含量求出。藉此，可以更高的精度對燒結礦中所含的鐵酸鈣的含量進行預測。

【0036】 圖 5 是表示鐵酸鈣的含量的預測值與實測值的相關關係的圖表。鐵酸鈣的含量的預測值是根據溫度歷程指數 1、CaO 含量、以及圖 4 所示的圖表計算出的值，鐵酸鈣的含量的實測值是

對該燒結礦中所含的鐵酸鈣的含量進行 XRD 測定而求出的測定值。如圖 5 所示，確認到預測值與實測值的決定係數（ R^2 ）成為 0.84，可以高精度對燒結礦中所含的鐵酸鈣的含量進行預測。

【0037】 如此，若可對鐵酸鈣的含量進行預測，則亦可對燒結礦的製造條件進行調整，以使所製造的燒結礦的鐵酸鈣的含量成為預先決定的目標鐵酸鈣的含量。

【0038】 圖 6 是表示所製造的燒結礦的鐵酸鈣含量經時變化的圖表。將鐵酸鈣的含量為 25 質量%~30 質量%的燒結礦的製造條件變更為使得鐵酸鈣的含量成為 35 質量%~40 質量%的燒結礦的製造條件。具體而言，作為燒結原料的製造條件，增加焦炭屑的調配量，以使溫度歷程指數 1 成為與鐵酸鈣的含量 35 質量%~40 質量%對應的時間。其結果，製造條件變更後製造的燒結礦的鐵酸鈣的含量成為 35 質量%~40 質量%，可實現轉鼓指數（tumbler index，TI）強度高的燒結礦的製造。再者，TI 強度（轉鼓強度）可藉由日本工業標準（Japanese Industrial Standards，JIS）M 8712：2017 中記載的方法進行測定。

【0039】 作為燒結礦的製造條件的調整，例如，在操作條件為兩個的情況下，只要製作以下的表 1 所示般的二維矩陣表，並以成為與目標鐵酸鈣的含量對應的溫度歷程指數 1 的方式決定製造條件即可。再者，表 1 所示的例子作為一例而示出了利用兩個條件（風量與焦炭屑含量）製作溫度歷程指數 1 的二維矩陣表的例子，但並不限於此，亦可利用三個條件製作三維矩陣表。

【0040】 [表 1]

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

溫度歷程指數 1：a1～a4，b1～b4，c1～c4，d1～d4

【0041】<關於燒結礦的氣孔率的預測>

另外，亦可根據該燒結溫度歷程，計算燒結溫度歷程的圖表的成為 1200℃ 以上的區域的積分值作為溫度歷程指數 2。所謂成為 1200℃ 以上的區域的積分值，是指圖 7 的斜線部所示的區域。

【0042】若生成熔液且所生成的熔液流動，則氣孔被填埋，因此可謂溫度歷程指數 2 與燒結礦的氣孔率存在相關性。因此，若預先以下述流程對溫度歷程指數 2 已知的燒結礦的氣孔率進行測定，藉由實驗求出溫度歷程指數 2 與燒結礦中所含的氣孔率的對應關係（圖 8），則可根據該對應關係與溫度歷程指數 2 來對燒結礦的氣孔率進行預測。燒結礦的氣孔率為燒結礦組織的另一例。

【0043】燒結礦的氣孔率可以下述 S11 及 S12 的流程進行測定。

（S11）將燒結礦 S1 粉碎，篩至+1 mm-2 mm 的粒徑。作為粉碎方法，較佳為使用如盤式磨機或顎式壓碎機般已粉碎成規定粒徑以下的物質不會被進一步粉碎的粉碎裝置。

（S12）對於所獲得的粒徑+1 mm-2 mm 的燒結礦，依據 JIS R 1655：2003，藉由水銀壓入法測定氣孔徑分佈，根據氣孔徑 3.6 nm～200 μm 的累積氣孔體積求出氣孔率及平均氣孔徑。

【0044】 圖 8 是表示氣孔率與溫度歷程指數 2 的對應關係的圖表。如圖 8 所示，氣孔率與溫度歷程指數 2 的對應關係可根據燒結原料中所含的 CaO 的含量而變化。因此，氣孔率與溫度歷程指數 2 的對應關係較佳為針對每一 CaO 的含量求出。藉此，可以高精度對燒結礦的氣孔率進行預測。

【0045】 另外，與鐵酸鈣的含量同樣地，可使用所述對應關係對燒結礦的製造條件進行調整，以使所製造的燒結礦的氣孔率成為預先決定的氣孔率。燒結礦的製造條件的調整方法與鐵酸鈣的含量同樣地，亦可使用表 1 所示般的矩陣表進行調整。

【0046】 <關於本發明的燒結礦的製造方法>

藉由實施所述燒結礦組織的預測方法，可在短時間內對燒結礦組織進行預測，因此可在線掌握並管理燒結礦的礦物組織或氣孔結構之類的燒結礦組織。進而，藉由以所預測的燒結礦組織成為目標燒結礦組織的方式設定燒結礦的製造條件，可對燒結礦的組織進行控制，可實現高品質的燒結礦的製造。

[產業上的可利用性]

【0047】 藉由本發明的燒結礦組織的預測方法，可在線掌握並管理燒結礦的礦物組織或氣孔結構之類的燒結礦組織，從而連同使用該燒結礦組織的預測方法的燒結礦的製造方法在內可在產業上有效使用。

【符號說明】

【0048】

1:燒結礦的製造設備

2:轉筒混合機

3:燒結機

4:破碎機

5:冷卻器

6:篩分裝置

11:燒結原料供給裝置

12:托盤台車

13:點火爐

14:風箱

R^2 :預測值與實測值的決定係數

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種燒結礦組織的預測方法，是向維-勞氏燒結機的環形移動式的托盤台車裝入燒結原料而形成裝入層，並對所述裝入層進行燒結而製造的燒結礦的燒結礦組織的預測方法，包括：

根據燒結礦的傳熱模型求出所述裝入層內的燒結溫度歷程，

其中，所述傳熱模型包括以下式(1)的固相熱平衡式及式(2)的氣相熱平衡式：

$$\rho_s C_{p,s} \frac{\partial T_s}{\partial t} - \frac{6(1-\varepsilon_a)}{d} h (T_g - T_s) + Q(\text{反應}) = k_s \frac{\partial^2 T_s}{\partial Z^2} \dots (1)$$

$$\rho_g C_{p,g} \frac{\partial T_g}{\partial t} - \frac{6(1-\varepsilon_a)}{d} h (T_g - T_s) + C_{p,g} \frac{\partial \rho_g u T}{\partial Z} = k_g \frac{\partial^2 T_g}{\partial Z^2} \dots (2)$$

其中， ρ_s 是固體的密度[kg/m³]， $C_{p,s}$ 是固體的比熱[J/(kg×K)]， T_s 是固體的溫度[K]， t 是時間[sec]， d 是平均粒徑[m]， ε_a 是空隙率， h 是對流傳熱係數[J/(m²×s×K)]， T_g 是氣體溫度[K]， k_s 是固體熱傳導度[J/(m²×s×K)]， Z 是座標[m]， Q 是所述燒結原料的反應熱[J/s]， ρ_g 是氣體的密度[kg/m³]， $C_{p,g}$ 是氣體的比熱[J/(kg×K)]， u 是氣體流速[m/s]， T 是溫度[K]， k_g 是氣體熱傳導度[J/(m²×s×K)]，從式(1)及式(2)計算出設定的時間單位後的溫度變化，以得到所述燒結溫度歷程；

根據所述燒結溫度歷程計算溫度歷程指數；以及

使用預先求出的所述溫度歷程指數與所述燒結礦組織的對應關係及所計算出來的所述溫度歷程指數來預測所述燒結礦組織，其中，所述燒結礦組織為所述燒結礦中的鐵酸鈣的含量及/或所述

燒結礦的氣孔率。

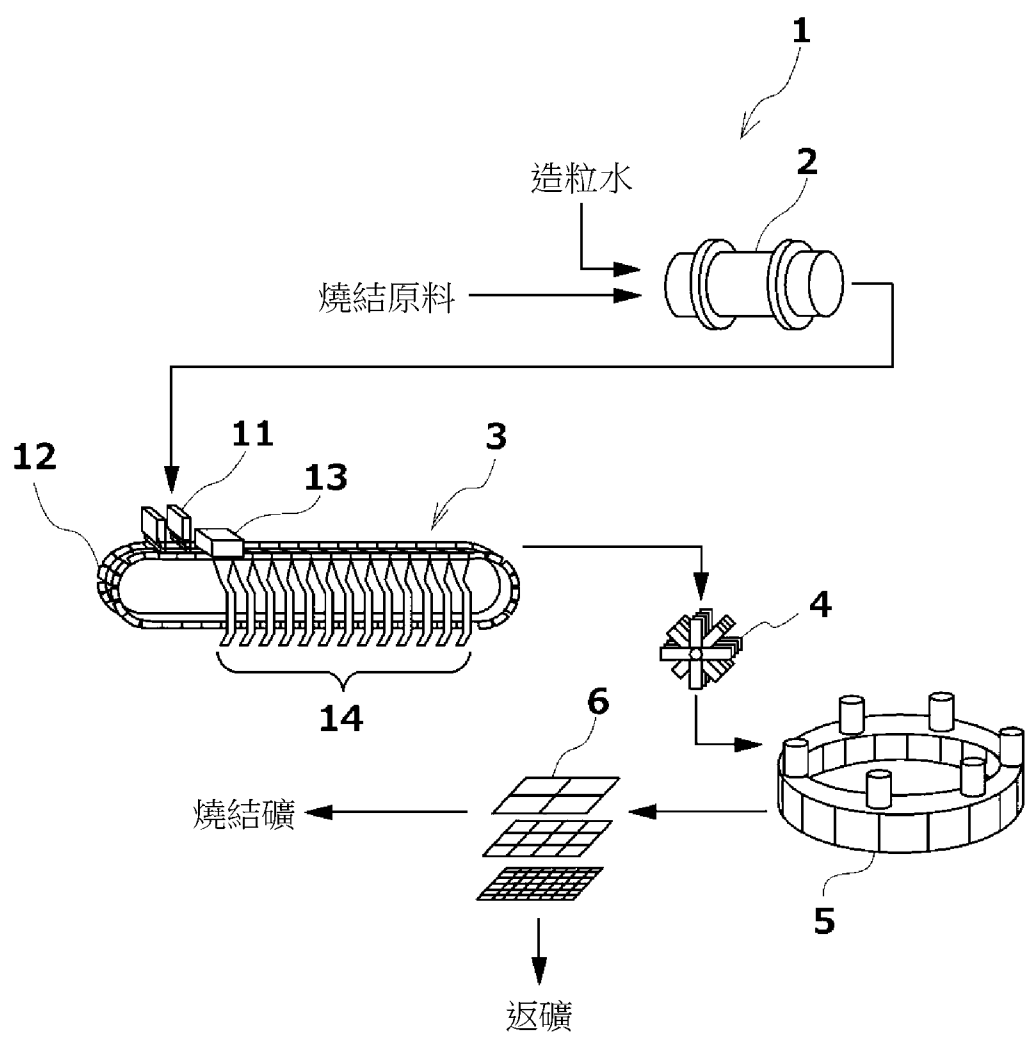
【請求項2】 如請求項 1 所述的燒結礦組織的預測方法，其中，所述溫度歷程指數是藉由所述燒結溫度歷程中燒結溫度高於所述鐵酸鈣的生成溫度的燒結時間減去所述燒結溫度高於所述鐵酸鈣的熔融分解溫度的所述燒結時間來計算。

【請求項3】 如請求項 2 所述的燒結礦組織的預測方法，其中，所述對應關係是利用 X 射線繞射來實測對應於已知所述溫度歷程指數的所述燒結礦中的所述鐵酸鈣的所述含量而得到。

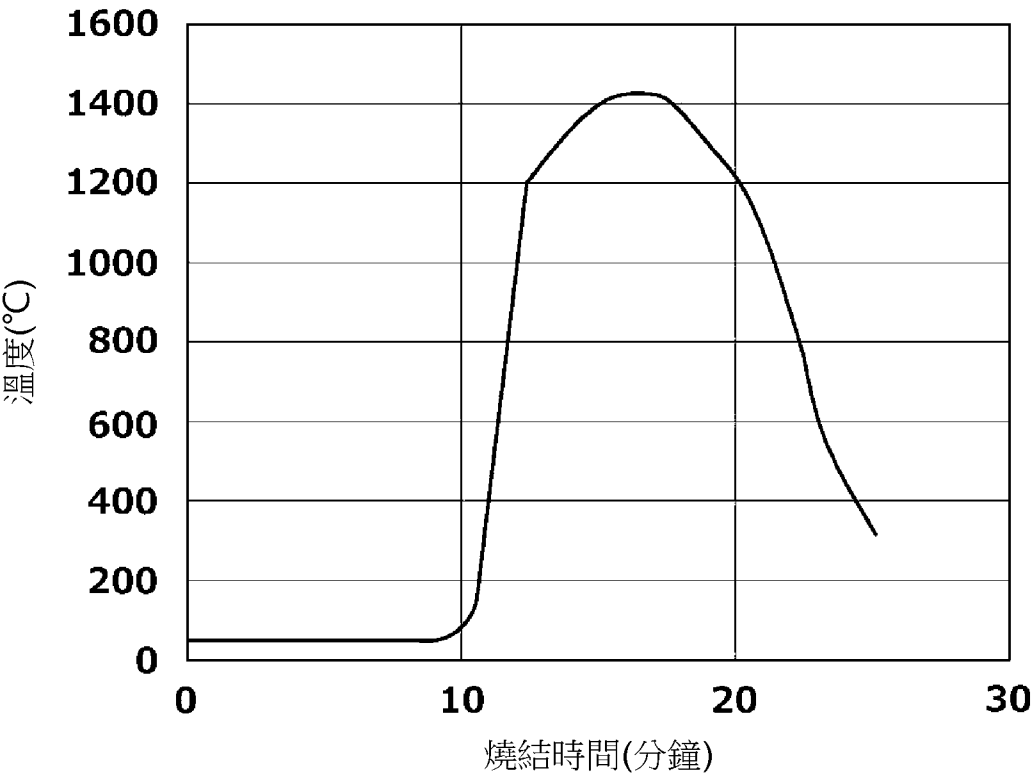
【請求項4】 如請求項 1 所述的燒結礦組織的預測方法，其中，所述溫度歷程指數是藉由計算所述燒結溫度歷程中所述鐵酸鈣的生成溫度以上的區域的積分值而得到。

【請求項5】 如請求項 4 所述的燒結礦組織的預測方法，其中，所述對應關係是利用水銀壓入法來實測對應於已知所述溫度歷程指數的所述燒結礦的所述氣孔率而得到。

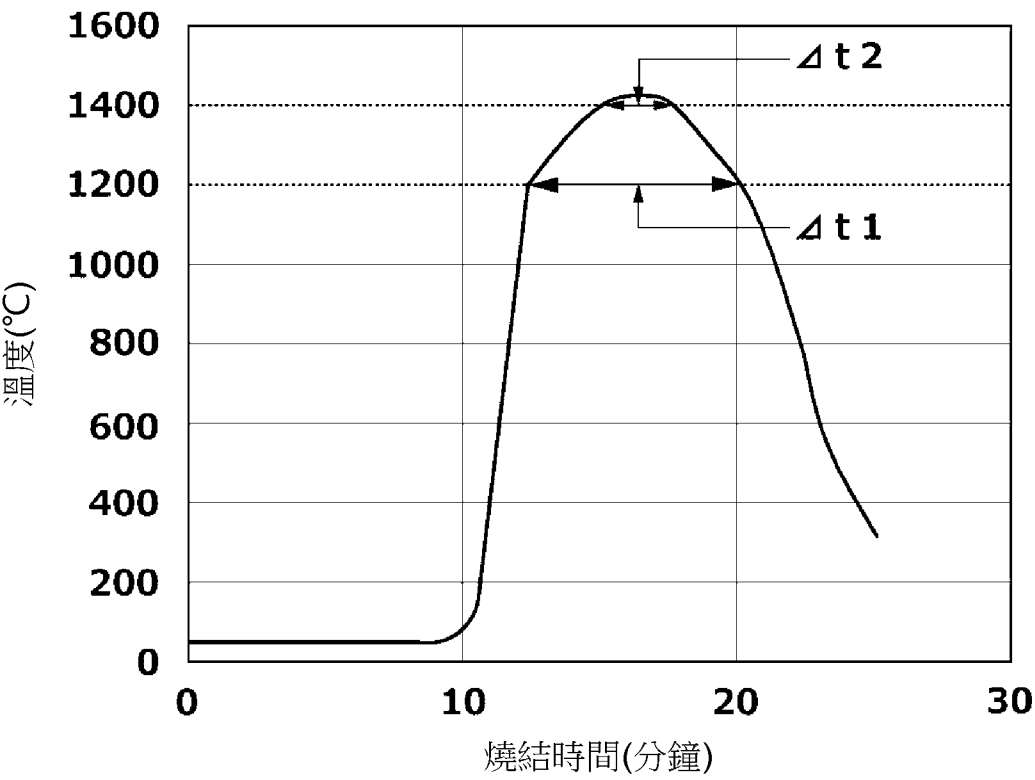
【發明圖式】



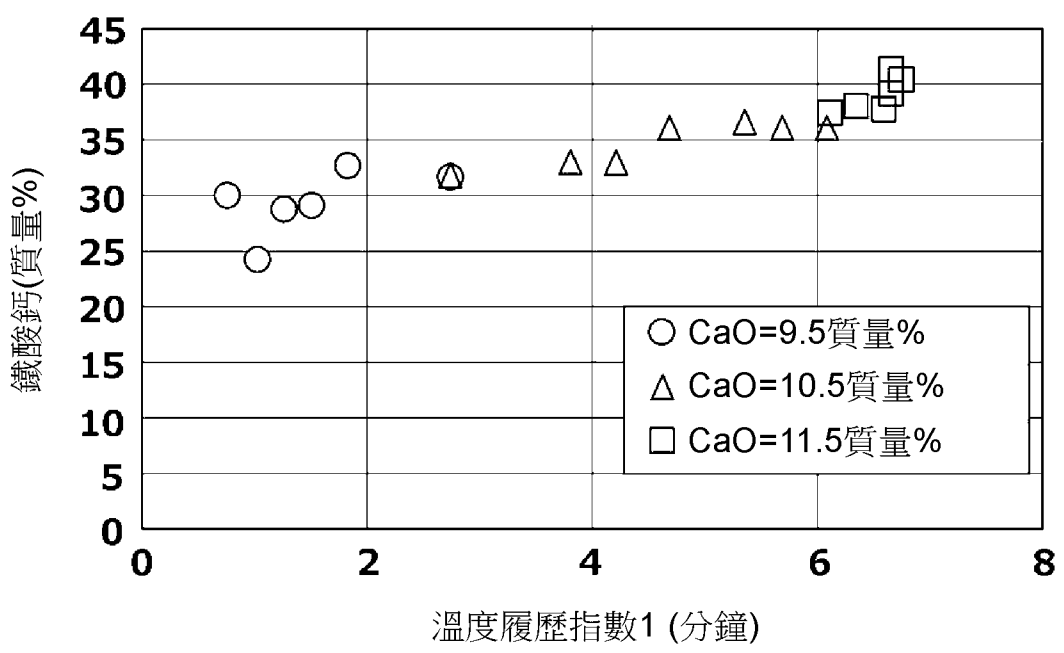
【圖1】



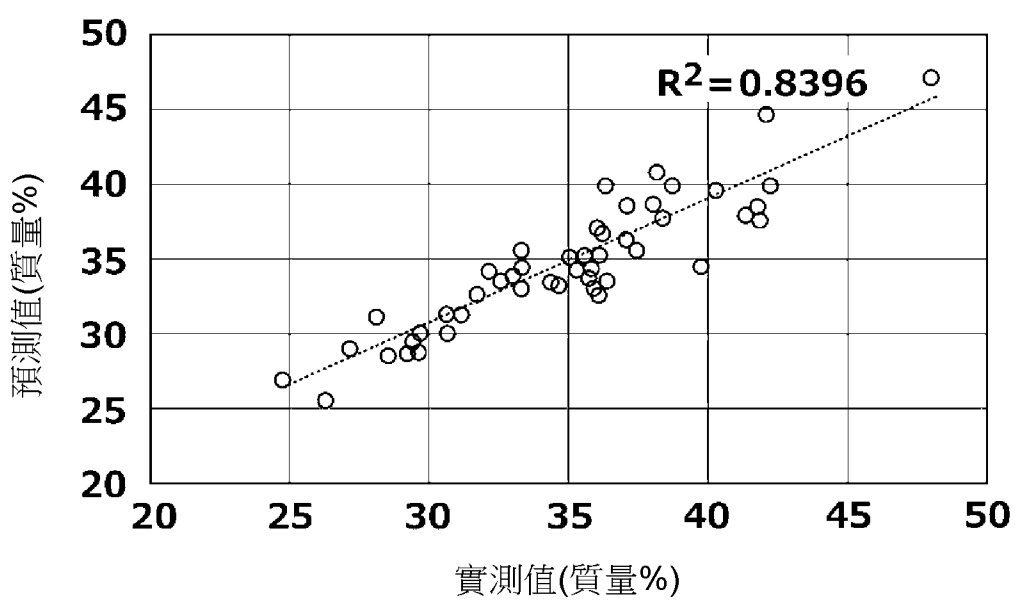
【圖2】



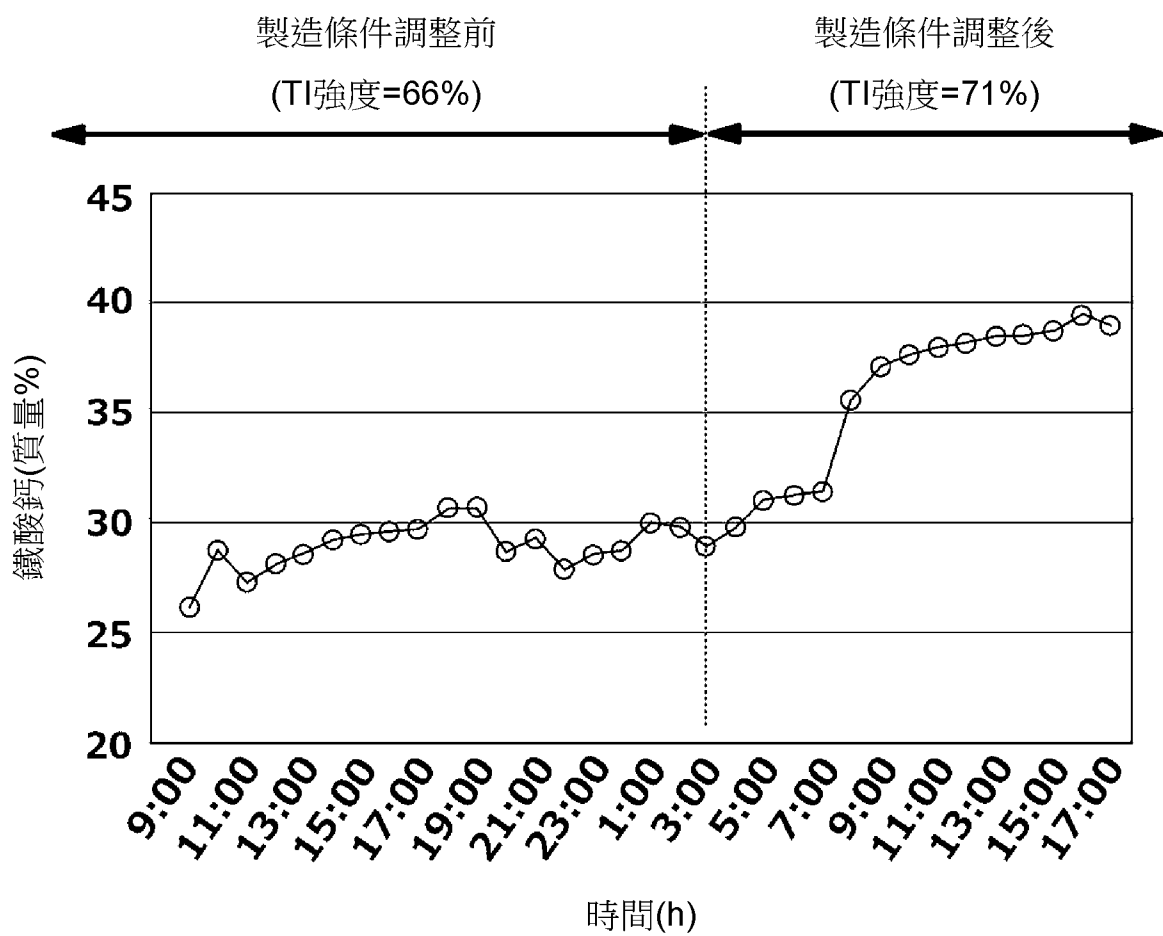
【圖3】



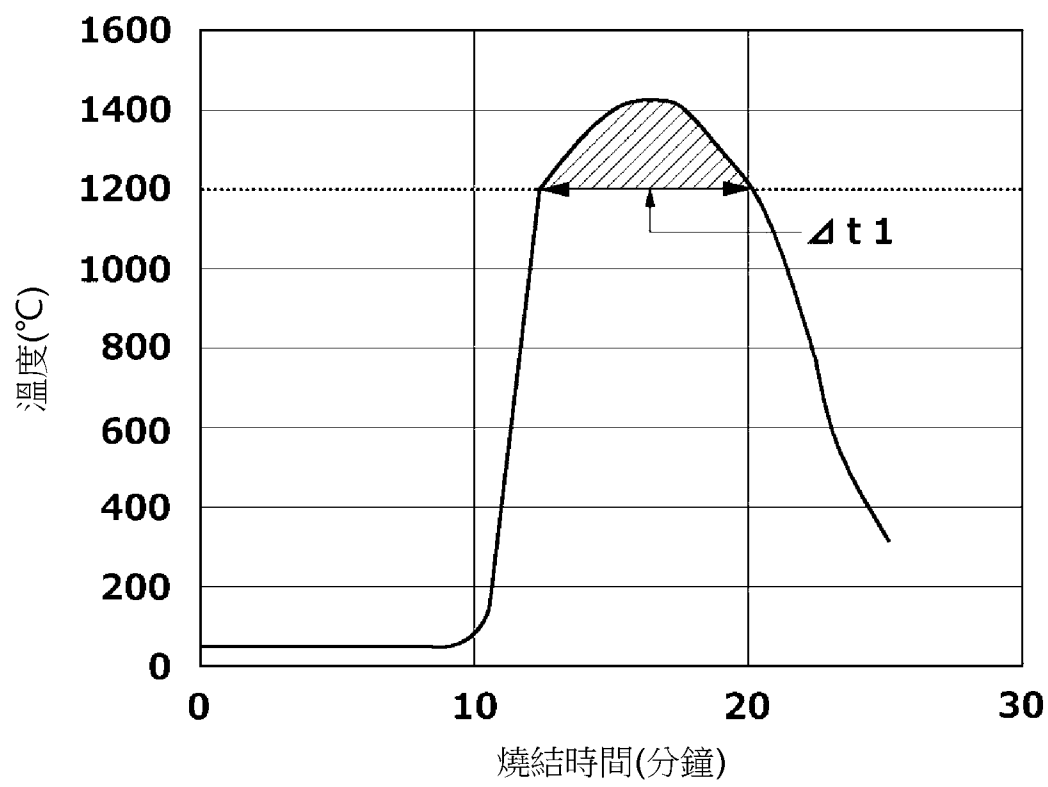
【圖4】



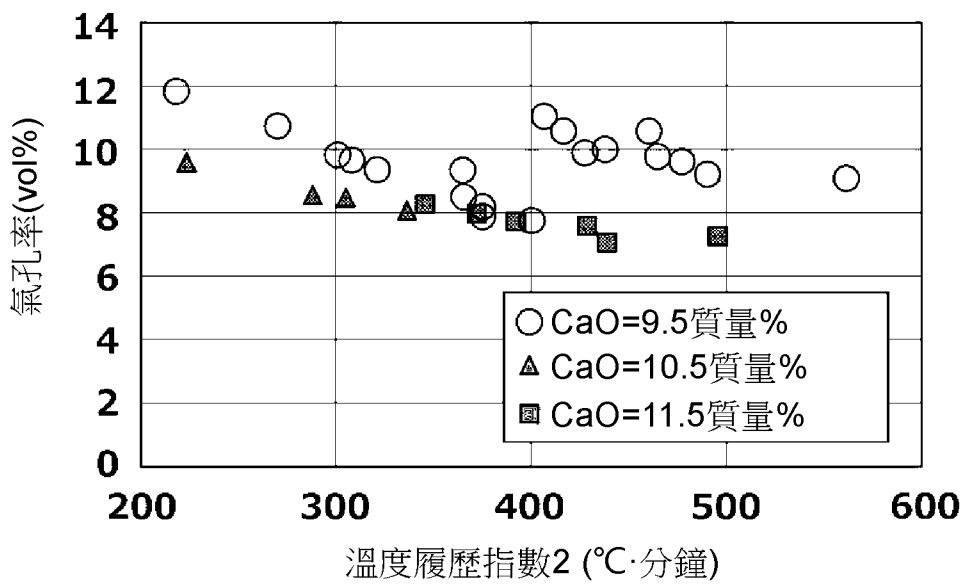
【圖5】



【圖6】



【圖7】



【圖8】