



(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 I848627 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 07 月 11 日

(21)申請案號：112110543

(22)申請日：中華民國 112 (2023) 年 03 月 22 日

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

(30)優先權：2022/03/28 日本 2022-051807

(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：岩見友司 IWAMI, YUJI (JP)；廣澤寿幸 HIROSAWA, TOSHIYUKI (JP)；橋本佳也 HASHIMOTO, YOSHINARI (JP)；馬場晴久 BAMBA, HARUHISA (JP)；樋口隆英 HIGUCHI, TAKAHIDE (JP)；大屋憲司 OYA, KENJI (JP)

(74)代理人：卓俊傑；鮑亞嵐；卓孟儀

(56)參考文獻：

JP 2005-97658A

JP 2020-12185A

審查人員：黃敬皓

申請專利範圍項數：9 項 圖式數：8 共 46 頁

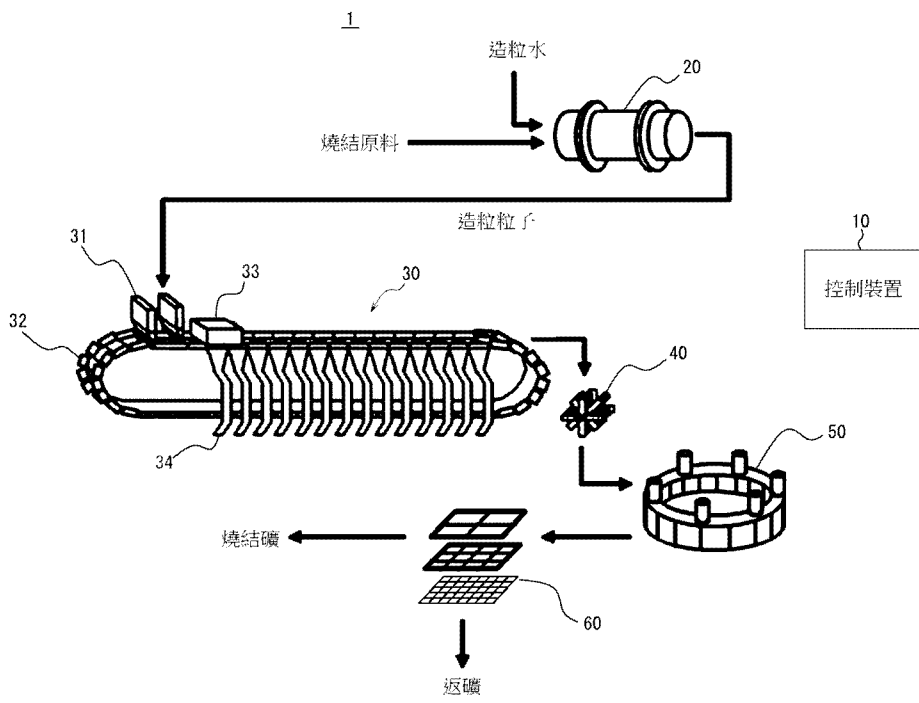
(54)名稱

燒結機的運行管理方法、燒結礦的製造方法及控制裝置

(57)摘要

燒結機 30 的運行管理方法包括：獲取包含燒結原料中所含的各原料的粒度、成分組成及調配比例的原料資訊的步驟；獲取包含自燒結原料對造粒粒子進行造粒時的燒結原料的水分含量的造粒條件的步驟；基於原料資訊及造粒條件來估計包含造粒粒子的粒度及造粒粒子的每個粒度的成分組成的造粒結果的步驟；獲取將造粒粒子裝入燒結機 30 而形成原料裝入層時的裝入條件的步驟；基於造粒結果及裝入條件來估計原料裝入層的高度方向上的造粒粒子的粒度偏析及成分偏析的步驟；以及基於粒度偏析及成分偏析中的至少一者來估計原料裝入層內的燒結溫度及排氣溫度中的至少一者。

指定代表圖：



符號簡單說明：

- 1:燒結設備
- 10:控制裝置
- 20:造粒機
- 30:燒結機
- 31:燒結原料供給裝置
- 32:托架
- 33:點火爐
- 34:風箱
- 40:破碎機
- 50:冷卻器
- 60:篩分裝置

【圖1】



I848627

【發明摘要】

【中文發明名稱】燒結機的運行管理方法、燒結礦的製造方法及控制裝置

【中文】

燒結機 30 的運行管理方法包括：獲取包含燒結原料中所含的各原料的粒度、成分組成及調配比例的原料資訊的步驟；獲取包含自燒結原料對造粒粒子進行造粒時的燒結原料的水分含量的造粒條件的步驟；基於原料資訊及造粒條件來估計包含造粒粒子的粒度及造粒粒子的每個粒度的成分組成的造粒結果的步驟；獲取將造粒粒子裝入燒結機 30 而形成原料裝入層時的裝入條件的步驟；基於造粒結果及裝入條件來估計原料裝入層的高度方向上的造粒粒子的粒度偏析及成分偏析的步驟；以及基於粒度偏析及成分偏析中的至少一者來估計原料裝入層內的燒結溫度及排氣溫度中的至少一者。

【指定代表圖】圖 1。

【代表圖之符號簡單說明】

1:燒結設備

10:控制裝置

20:造粒機

30:燒結機

31:燒結原料供給裝置

32:托架

33:點火爐

34:風箱

40:破碎機

50:冷卻器

60:篩分裝置

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】 燒結機的運行管理方法、燒結礦的製造方法及控制裝置

【技術領域】

【0001】 本揭示是有關於一種燒結機的運行管理方法、燒結礦的製造方法及控制裝置。

【先前技術】

【0002】 先前，於對製造燒結礦的燒結機進行運行管理時，大多由操作員基於各種感測器獲取的資料進行各種操作，進行燒結機的運行管理。

【0003】 然而，藉由各種感測器，並不能獲取全部的成為左右燒結礦的生產性及品質的主要原因的資料。關於不能獲取的資料，基於能夠獲取的其他資料來估計不能獲取的資料，基於估計出的資料進行燒結機的運行管理。

【0004】 專利文獻 1 揭示了一種估計燒結原料層中的高度方向上的原料的粒度分佈的方法。專利文獻 2 揭示了一種基於各種物理式來估計與燒結礦的品質直接相關的燒結層的層內溫度的方法。專利文獻 3 揭示了使用與燒結礦的品質直接相關的燒結層的層內溫度進行燒結機的運行管理。專利文獻 4 揭示了一種提高表示製造製程中的規定狀態的值的預測精度的技術。

[現有技術文獻]

[專利文獻]

【0005】 專利文獻 1：日本專利特開 2020-12185 號公報

專利文獻 2：日本專利第 6527306 號公報

專利文獻 3：日本專利第 5729251 號公報

專利文獻 4：日本專利特開 2019-87152 號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之課題]

【0006】 藉由專利文獻 1 揭示的方法估計的燒結原料層中的高度方向上的原料的粒度分佈並非與燒結礦的品質直接相關的資料。

【0007】 專利文獻 2 揭示的方法使用焦炭的點火溫度及燒結層的空隙率作為用於估計燒結層的層內溫度的輸入資料，但該些資料是難以測定的資料。另外，專利文獻 2 並未揭示如何獲取該些難以測定的資料。

【0008】 專利文獻 3 揭示的方法實際測量燒結層的層內溫度。為了實際測量燒結層的層內溫度，需要對燒結礦的製造設備進行大幅度改造，為了進行改造而需要長期的改造工期。

【0009】 專利文獻 4 揭示的方法中，於將表示製造製程中的規定狀態的值預測為目的變量時，藉由基於製造條件實績及目的變量實績的機械學習來提高精度。但是，於製造製程是多個製程的集合體的情況下，由於亦會學習完全不會對目的變量的變化造成影

響的製造條件，因此有導致偽相關等之虞。另外，機械學習雖然響應性及精度優異，但於使用了僅機械學習的系統的情況下，於使用了無實績的原料、方法等時無法使用。

【0010】 本揭示的目的在於提供一種可容易地估計與燒結礦的品質直接相關的資料的燒結機的運行管理方法、燒結礦的製造方法及控制裝置。

[解決課題之手段]

【0011】 本揭示的一實施方式的燒結機的運行管理方法是如下燒結機的運行管理方法，所述燒結機對在包含含鐵原料及含碳原料的燒結原料中添加水來造粒後的造粒粒子進行燒結，所述燒結機的運行管理方法包括：

原料資訊獲取步驟，獲取包含所述燒結原料中所含的各原料的粒度、成分組成及調配比例的原料資訊；

造粒條件獲取步驟，獲取包含自所述燒結原料對所述造粒粒子進行造粒時的所述燒結原料的水分含量的造粒條件；

造粒結果估計步驟，基於所述原料資訊及所述造粒條件，使用包含粒度估計模型及成分估計模型的造粒估計模型來估計包含所述造粒粒子的粒度及所述造粒粒子的每個粒度的成分組成的造粒結果，所述粒度估計模型於輸入所述含碳原料的粒度、所述燒結原料中所含的各原料的調配比例及所述水分含量時，輸出將所述造粒粒子的粒度劃分為多個的粒度劃分中的一個粒度劃分中的所述造粒粒子的含量，所述成分估計模型於輸入所述含碳原料的

粒度、所述燒結原料中所含的各原料的調配比例及所述水分含量時，輸出將所述造粒粒子的粒度劃分為多個的粒度劃分中的一個粒度劃分中的所述造粒粒子的特定成分的含量；

裝入條件獲取步驟，獲取將所述造粒粒子裝入所述燒結機而形成原料裝入層時的裝入條件；

裝入結果估計步驟，基於所述造粒結果及所述裝入條件，使用裝入估計模型，估計所述原料裝入層的高度方向上的所述造粒粒子的粒度偏析及成分偏析，所述裝入估計模型表示將所述原料裝入層的高度方向劃分為多個的裝入劃分的各個裝入劃分中的各粒度的所述造粒粒子的含有比例；以及

燒結結果估計步驟，基於所述粒度偏析及所述成分偏析中的至少一者，使用包含能夠計算所述原料裝入層內的規定位置的燒結溫度的傳熱模型的煨燒估計模型，估計所述原料裝入層內的燒結溫度及排氣溫度中的至少一者。

【0012】 本揭示的一實施方式的燒結礦的製造方法使用所述燒結機的運行管理裝置來製造燒結礦。

【0013】 本揭示的一實施方式的控制裝置控制對在包含含鐵原料及含碳原料的燒結原料中添加水來造粒後的造粒粒子進行燒結的燒結機，所述控制裝置包括：

原料資訊獲取部，獲取包含所述燒結原料中所含的各原料的粒度、成分組成及調配比例的原料資訊；

造粒條件獲取部，獲取包含自所述燒結原料對所述造粒粒子

進行造粒時的所述燒結原料的水分含量的造粒條件；

造粒結果估計部，基於所述原料資訊及所述造粒條件，使用包含粒度估計模型及成分估計模型的造粒估計模型來估計包含所述造粒粒子的粒度及所述造粒粒子的每個粒度的成分組成的造粒結果，所述粒度估計模型於輸入所述含碳原料的粒度、所述燒結原料中所含的各原料的調配比例及所述水分含量時，輸出將所述造粒粒子的粒度劃分為多個的粒度劃分中的一個粒度劃分中的所述造粒粒子的含量，所述成分估計模型於輸入所述含碳原料的粒度、所述燒結原料中所含的各原料的調配比例及所述水分含量時，輸出將所述造粒粒子的粒度劃分為多個的粒度劃分中的一個粒度劃分中的所述造粒粒子的特定成分的含量；

裝入條件獲取部，獲取將所述造粒粒子裝入所述燒結機而形成原料裝入層時的裝入條件；

裝入結果估計部，基於所述造粒結果及所述裝入條件，使用裝入估計模型，估計所述原料裝入層的高度方向上的所述造粒粒子的粒度偏析及成分偏析，所述裝入估計模型表示將所述原料裝入層的高度方向劃分為多個的裝入劃分的各個裝入劃分中的各粒度的所述造粒粒子的含有比例；以及

煨燒結果估計部，基於所述粒度偏析及所述成分偏析中的至少一者，使用包含能夠計算所述原料裝入層內的規定位置的燒結溫度的傳熱模型的煨燒估計模型，估計所述原料裝入層內的燒結溫度及排氣溫度中的至少一者。

[發明的效果]

【0014】 藉由本揭示的燒結機的運行管理方法、燒結礦的製造方法及控制裝置，可容易地估計與燒結礦的品質直接相關的資料。

【圖式簡單說明】

【0015】

圖 1 是示意性地表示本揭示的一實施方式的燒結設備的結構例的圖。

圖 2 是示意性地表示本揭示的一實施方式的控制裝置的結構例的圖。

圖 3 是表示本揭示的一實施方式的燒結機的運行管理方法的順序例的流程圖。

圖 4 是表示實施例中的造粒粒子的粒度分佈及每個粒度的碳濃度的實績值的圖。

圖 5 是表示實施例中的實績值與估計的值之間的相關的圖。

圖 6 是表示實施例中的裝入估計模型的一例的圖。

圖 7 是表示實施例中的計算良率與實績良率的相關關係的曲線圖。

圖 8 是表示實施例中的燒結機的規格的圖。

【實施方式】

【0016】 以下，參照圖式對本揭示的實施方式進行說明。

【0017】 圖 1 是示意性地表示本揭示的一實施方式的燒結設備 1 的結構例的圖。燒結設備 1 是能夠由包含含鐵原料及含碳原料的燒結原料製造燒結礦的設備。

【0018】 燒結設備 1 包括控制裝置 10、造粒機 20、燒結機 30、破碎機 40、冷卻器 50、及篩分裝置 60。

【0019】 控制裝置 10 能夠與造粒機 20、燒結機 30、破碎機 40、冷卻器 50 及篩分裝置 60 進行通訊。控制裝置 10 控制造粒機 20、燒結機 30、破碎機 40、冷卻器 50 及篩分裝置 60。

【0020】 關於控制裝置 10 的結構及功能的詳情，將後述。

【0021】 造粒機 20 由包含含鐵原料及含碳原料的燒結原料對造粒粒子進行造粒。於造粒機 20 對造粒粒子進行造粒時，向燒結原料中添加造粒水。燒結原料可進而包含含氧化鈣 (CaO) 原料作為副原料。造粒機 20 所造粒的造粒粒子被搬送至燒結機 30。

【0022】 造粒機 20 可為能夠製造造粒粒子的任意造粒機，例如可為轉鼓混合機。

【0023】 燒結機 30 可為將造粒粒子燒結的任意燒結機，例如可為型帶式的燒結機。燒結機 30 包括燒結原料供給裝置 31、托架 32、點火爐 33、及風箱 34。

【0024】 燒結原料供給裝置 31 將自造粒機 20 供給的造粒粒子裝入托架 32。

【0025】 托架 32 為封閉移動式的托架。自燒結原料供給裝置 31 將造粒粒子裝入托架 32 後，在托架 32 上形成原料裝入層。

【0026】 點火爐 33 對形成於托架 32 上的原料裝入層的表層所包含的含碳原料進行點火。

【0027】 風箱 34 將形成於托架 32 上的原料裝入層的空氣抽吸至下方。藉由風箱 34 將原料裝入層的空氣抽吸至下方後，原料裝入層內的燃燒及熔融體移動至原料裝入層的下方。如此，藉由燃燒及熔融體在原料裝入層內移動，而將原料裝入層燒結。其結果，可由原料裝入層獲得燒結餅。

【0028】 破碎機 40 將自燒結機 30 供給的燒結餅破碎。破碎機 40 將燒結餅的破碎物供給至冷卻器 50。

【0029】 冷卻器 50 將自破碎機 40 供給的燒結餅的破碎物冷卻。經冷卻器 50 冷卻的燒結餅的破碎物被供給至篩分裝置 60。

【0030】 篩分裝置 60 將經冷卻器 50 冷卻的燒結餅的破碎物根據破碎物的粒徑進行篩分。例如，篩分裝置 60 將燒結餅的破碎物篩分為粒徑為 5 mm 以上的燒結礦與粒徑小於 5 mm 的返礦。

【0031】 如此，藉由最終利用篩分裝置 60 進行篩分，而製造燒結礦。另外，可將經篩分裝置 60 篩分所得的返礦調配於燒結原料中而作為燒結礦的原料再次利用。

【0032】 繼而，對控制裝置 10 的結構及功能進行說明。首先對控制裝置 10 的功能的概要進行說明。

【0033】 控制裝置 10 獲取關於供給至造粒機 20 的燒結原料所包含的原料的資訊即原料資訊。

【0034】 控制裝置 10 獲取包含造粒機 20 自燒結原料對造粒粒子

進行造粒時的燒結原料的水分含量的資訊的造粒條件。

【0035】 控制裝置 10 基於所獲取的原料資訊及造粒條件來估計由造粒機 20 造粒的造粒粒子的造粒結果。由控制裝置 10 估計的造粒結果包含造粒粒子的粒度及造粒粒子的每個粒度的成分組成。

【0036】 控制裝置 10 獲取燒結原料供給裝置 31 將造粒粒子裝入至托架 32 而形成原料裝入層時的裝入條件。

【0037】 控制裝置 10 基於所估計的造粒結果及所獲取的裝入條件來估計於托架 32 上形成的原料裝入層的高度方向上的造粒粒子的粒度偏析及成分偏析。

【0038】 控制裝置 10 基於所估計的粒度偏析及成分偏析來估計原料裝入層內的燒結溫度及排氣溫度。此時，控制裝置 10 亦可並非基於粒度偏析及成分偏析此兩者，而是基於粒度偏析及成分偏析中的任一者來估計原料裝入層內的燒結溫度及排氣溫度。另外，控制裝置 10 亦可並非估計原料裝入層內的燒結溫度及排氣溫度此兩者，而是僅估計原料裝入層內的燒結溫度及排氣溫度中的任一者。

【0039】 繼而，對控制裝置 10 的結構進行說明。

【0040】 圖 2 是示意性地表示本揭示的一實施方式的控制裝置 10 的結構例的圖。控制裝置 10 可為如工作站、個人電腦等的通用的電腦，亦可為以作為燒結設備 1 的控制裝置 10 發揮功能的方式構成的專用的電腦。

【0041】 控制裝置 10 包括控制部 11、輸入部 12、輸出部 13、記憶部 14、及通訊部 15。

【0042】 控制部 11 包括至少一個處理器、至少一個專用電路、或該些的組合。處理器為中央處理單元（Central Processing Unit，CPU）或圖像處理單元（Graphics Processing Unit，GPU）等通用處理器、或特化為特定處理的專用處理器。專用電路例如為現場可編程門陣列（Field-Programmable Gate Array，FPGA）或特殊應用積體電路（Application Specific Integrated Circuit，ASIC）。

【0043】 控制部 11 讀取記憶於記憶部 14 中的程式、資料等，而執行各種功能。控制部 11 控制造粒機 20、燒結機 30、破碎機 40、冷卻器 50 及篩分裝置 60。

【0044】 控制部 11 藉由執行自記憶部 14 讀取的程式，而可使控制部 11 作為原料資訊獲取部 111、造粒條件獲取部 112、造粒結果估計部 113、裝入條件獲取部 114、裝入結果估計部 115、煨燒結果估計部 116 及導引資訊獲取部 117 發揮功能。

【0045】 關於原料資訊獲取部 111、造粒條件獲取部 112、造粒結果估計部 113、裝入條件獲取部 114、裝入結果估計部 115、煨燒結果估計部 116 及導引資訊獲取部 117 所執行的處理，將後述。

【0046】 輸入部 12 包括一個以上輸入用介面，所述輸入用介面檢測用戶輸入，並獲取基於用戶操作的輸入資訊。輸入部 12 例如包括物理鍵、靜電電容鍵、與輸出部 13 的顯示器一體設置的觸控螢幕、或接收聲音輸入的麥克風等。

【0047】 輸出部 13 包括輸出資訊並通知用戶的一個以上輸出用介面。輸出部 13 例如包括以圖像輸出資訊的顯示器、以聲音輸出資訊的擴音器等。輸出部 13 所包括的顯示器例如可為液晶顯示器 (Liquid Crystal Display, LCD)、陰極射線管 (Cathode Ray Tube, CRT) 顯示器等。

【0048】 記憶部 14 例如為快閃記憶體、硬碟、光記憶體等。記憶部 14 的一部分可處於控制裝置 10 的外部。於該情況下，記憶部 14 的一部分可為經由任意介面而與控制裝置 10 連接的硬碟、記憶卡等。

【0049】 記憶部 14 儲存用以使控制部 11 執行各功能的程式、該程式所使用的資料等。

【0050】 通訊部 15 包括應對有線通訊的通訊模組及應對無線通訊的通訊模組的至少一者。控制裝置 10 能夠經由通訊部 15 而與其他終端裝置等進行通訊。

【0051】 繼而，對原料資訊獲取部 111、造粒條件獲取部 112、造粒結果估計部 113、裝入條件獲取部 114、裝入結果估計部 115、煨燒結果估計部 116 及導引資訊獲取部 117 所執行的處理進行說明。

【0052】 原料資訊獲取部 111 獲取關於供給至造粒機 20 的燒結原料所包含的原料的資訊即原料資訊。原料資訊包含燒結原料中所含的各原料的粒度、成分組成及調配比例的資訊。例如，於燒結原料包含含鐵原料、含 CaO 原料及含碳原料的情況下，原料資

訊包含關於含鐵原料、含 CaO 原料及含碳原料的各自的粒度、成分組成及調配比例的資訊。含鐵原料例如可為鐵礦石。含 CaO 原料例如可為石灰石。含碳原料例如可為焦炭粉。

【0053】 各原料的粒度的資訊亦可包含預先確定的每個粒度劃分的含有比例的資訊。各原料的成分組成的資訊例如亦可包含碳 (C) 濃度、水分濃度、氧化鈣 (CaO) 濃度及氧化鋁 (Al₂O₃) 濃度中的至少一者的資訊。

【0054】 原料資訊獲取部 111 可藉由操作員對輸入部 12 的輸入操作來獲取原料資訊。操作員藉由對各原料進行篩分、化學分析等，可預先獲取原料資訊。另外，原料資訊獲取部 111 亦可藉由經由通訊部 15 接收由操作員輸入至其他終端裝置的原料資訊，而獲取原料資訊。

【0055】 原料資訊獲取部 111 將所獲取的原料資訊輸出至造粒條件獲取部 112。

【0056】 造粒條件獲取部 112 獲取造粒條件，所述造粒條件包含造粒機 20 自燒結原料對造粒粒子進行造粒時的燒結原料的水分含量的資訊。造粒條件獲取部 112 可自造粒機 20 獲取造粒條件，亦可藉由操作員對輸入部 12 的輸入操作來獲取造粒條件。造粒機 20 自燒結原料對造粒粒子進行造粒時的燒結原料的水分含量根據燒結原料所包含的各原料的水分含量及添加至造粒機 20 中的造粒水添加量來求出。另外，各原料的水分含量例如可使用紅外水分計來進行測定。

【0057】 造粒條件獲取部 112 獲取的造粒條件只要包含造粒機 20 自燒結原料對造粒粒子進行造粒時的燒結原料的水分含量的資訊即可，但亦可進而包含造粒機 20 自燒結原料對造粒粒子進行造粒時設定的其他條件的資訊。例如，造粒條件亦可進而包含造粒機 20 的佔空因數、旋轉速度及滯留時間的資訊。

【0058】 造粒條件獲取部 112 將造粒條件及自原料資訊獲取部 111 獲取的原料資訊輸出至造粒結果估計部 113。

【0059】 造粒結果估計部 113 基於自造粒條件獲取部 112 獲取的原料資訊及造粒條件來估計由造粒機 20 造粒的造粒粒子的造粒結果。藉由控制裝置 10 估計的造粒結果包含造粒粒子的粒度及造粒粒子的每個粒度的成分組成。

【0060】 造粒結果估計部 113 於估計造粒結果時，使用包含粒度估計模型及成分估計模型的造粒估計模型，估計造粒結果。粒度估計模型及成分估計模型可儲存於記憶部 14 中。

【0061】 粒度估計模型是已學習的機械學習模型，所述已學習的機械學習模型於輸入燒結原料中所含的各原料的調配比例及造粒時的燒結原料的水分含量時，輸出將造粒粒子的粒度劃分為多個的粒度劃分中的一個粒度劃分中的造粒粒子的含量。

【0062】 造粒結果估計部 113 藉由將各原料的調配比例及包含造粒時的燒結原料的水分含量的造粒條件輸入至自記憶部 14 讀出的粒度估計模型，可估計一個粒度劃分中的造粒粒子的含量。

【0063】 再者，一個粒度劃分中的造粒粒子的含量是造粒粒子的

粒度的一例。造粒粒子的粒度可藉由其他指標來表現。

【0064】 粒度劃分例如可為 3 級。於粒度劃分為 3 級的情況下，例如可以超過 8 mm、2.8 mm 以上且 8.0 mm 以下、小於 2.8 mm 的方式進行劃分。粒度劃分並不限於 3 級，亦可為劃分得較其更多的粒度劃分。

【0065】 造粒結果估計部 113 對其他粒度劃分亦重覆相同的處理，可估計各個粒度劃分中的造粒粒子的含量。而且，造粒結果估計部 113 可藉由估計所有粒度劃分中的造粒粒子的含量來求出造粒粒子的粒度分佈。

【0066】 成分估計模型是已學習的機械學習模型，所述已學習的機械學習模型於輸入燒結原料中所含的各原料的調配比例及造粒時的燒結原料的水分含量時，輸出將造粒粒子的粒度劃分為多個的粒度劃分中的一個粒度劃分中的造粒粒子的特定成分的含量。

【0067】 造粒結果估計部 113 藉由將各原料的調配比例及包含造粒時的燒結原料的水分含量的造粒條件輸入至自記憶部 14 讀出的成分估計模型，可估計一個粒度劃分中的造粒粒子的特定成分的含量。

【0068】 造粒結果估計部 113 對其他粒度劃分亦重覆相同的處理，可估計各個粒度劃分中的造粒粒子的特定成分的含量。而且，造粒結果估計部 113 可藉由估計所有粒度劃分中的造粒粒子的特定成分的含量來求出造粒粒子的特定成分的含量。

【0069】 造粒結果估計部 113 將估計出的各個粒度劃分中的造粒

粒子的含量及各個粒度劃分中的造粒粒子的特定成分的含量輸出至裝入結果估計部 115。

【0070】 粒度估計模型及成分估計模型可藉由使用將輸入值與輸出的實績值作為一組的多個資料集來進行機械學習而預先生成，並儲存於記憶部 14 中。

【0071】 於粒度估計模型及成分估計模型的輸入中可包含其他原料的粒度。另外，於向粒度估計模型及成分估計模型的輸入中，亦可包含造粒機 20 的旋轉速度、滯留時間等造粒條件。

【0072】 另外，對使用機械學習模型作為粒度估計模型及成分估計模型的情況進行了說明，但粒度估計模型及成分估計模型可為多重迴歸模型。於該情況下，機械學習模型中的輸入成為多重迴歸模型的說明變量，機械學習模型中的輸出成為多重迴歸模型的目的變量。即便於多重迴歸模型中，亦可使用將輸入的值與輸出的實績值作為一組的多個資料集，預先計算出多重迴歸模型的各參數，並儲存於記憶部 14 中。

【0073】 另外，於粒度估計模型及成分估計模型為機械學習模型的情況下，粒度估計模型及成分估計模型可藉由使用隨後獲取的資料集進行機械學習來更新。於粒度估計模型及成分估計模型為多重迴歸模型的情況下，可使用隨後獲取的資料集更新多重迴歸模型的各參數。

【0074】 裝入條件獲取部 114 獲取燒結原料供給裝置 31 將造粒粒子裝入托架 32 而形成原料裝入層時的裝入條件。裝入條件獲取

部 114 可自燒結機 30 獲取裝入條件，亦可藉由操作員對輸入部 12 的輸入操作獲取裝入條件。

【0075】 裝入條件獲取部 114 獲取的裝入條件例如可包含托架 32 的速度、燒結原料供給裝置 31 所包括的副澆口的開度、燒結原料供給裝置 31 所包括的滑槽的角度的資訊等。

【0076】 裝入條件獲取部 114 將獲取的裝入條件輸出至裝入結果估計部 115。

【0077】 記憶部 14 按照每個造粒粒子的粒度分佈及裝入條件，儲存表示將原料裝入層的高度方向劃分為多個的每個裝入劃分的各粒度的造粒粒子的含有比例的表格。於本實施方式中，表示每個裝入劃分的各粒度的造粒粒子的含有比例的表格是裝入估計模型的一例。

【0078】 裝入結果估計部 115 於自造粒結果估計部 113 獲取造粒粒子的造粒結果，自裝入條件獲取部 114 獲取裝入條件時，自記憶部 14 讀出與粒度分佈及裝入條件對應的表示將原料裝入層的高度劃分為多個的每個裝入劃分的各粒度的造粒粒子的含有比例的表格。此處，自造粒結果估計部 113 獲取的造粒粒子的造粒結果是指造粒粒子的各個粒度劃分中的造粒粒子的含量、及造粒粒子的各個粒度劃分中的造粒粒子的特定成分的含量。

【0079】 藉由使用離散元素法（Discrete Element Method，DEM）執行模擬燒結機 30 的燒結原料供給裝置 31 的模擬，可對每個裝入劃分預先計算出將原料裝入層於高度方向上劃分為多個的每個

裝入劃分的各粒度的造粒粒子的含有比例。以所述方式計算出的表格可預先儲存於記憶部 14 中。

【0080】 DEM 是如下方法：計算出以估計的粒度分佈分佈的造粒粒子彼此碰撞時造粒粒子產生的力，並基於計算出的力，每隔規定的時間間隔計算出解析時間中的造粒粒子的行為。

【0081】 於 DEM 中，作為輸入的資訊，除了使用造粒粒子的粒度分佈、托架 32 的速度、燒結原料供給裝置 31 所包括的副澆口的開度、及燒結原料供給裝置 31 所包括的滑槽的角度以外，還使用造粒粒子彼此的彈簧常數、造粒粒子與壁元件（托架 32、滑槽、造粒機 20）之間的切線方向及法線方向的彈簧常數以及造粒粒子與壁元件之間的摩擦係數（靜摩擦、滾動摩擦）。

【0082】 托架 32 的速度、燒結原料供給裝置 31 所包括的副澆口的開度、以及燒結原料供給裝置 31 所包括的滑槽的角度可使用實際的裝置中的運行資料。另外，對於各種常數，設定各自的常數，以使多個原料的調配及水分含量中的安息角的實驗值與基於 DEM 計算出的計算值一致。

【0083】 造粒粒子的平均粒徑的造粒粒子的數量變得最多，隨著遠離平均粒徑，其粒徑的造粒粒子的數量變少。因此，造粒粒子的粒度劃分可使接近平均粒徑的粒度劃分的大小變窄。藉此，可減小各粒子劃分中所含的造粒粒子的數量之差。若使粒度劃分的大小整體變窄，則計算負荷變高，但藉由僅使接近平均粒徑的粒度劃分的大小變窄，能夠抑制計算負荷的增大，並且獲取更詳細

的裝入資料。

【0084】 裝入結果估計部 115 基於自造粒結果估計部 113 獲取的造粒結果及自裝入條件獲取部 114 獲取的裝入條件，來估計於托架 32 上形成的原料裝入層的高度方向上的造粒粒子的粒度偏析及成分偏析。

【0085】 裝入結果估計部 115 使用表示每個裝入劃分的各粒度的造粒粒子的含有比例的表格，來估計原料裝入層的高度方向上的造粒粒子的粒度偏析。另外，由於造粒粒子的每個粒度的成分組成由造粒結果估計部 113 估計，因此裝入結果估計部 115 可基於原料裝入層的高度方向上的造粒粒子的粒度偏析及每個裝入劃分的每個粒度的成分組成，來估計原料裝入層的高度方向上的造粒粒子的成分偏析。

【0086】 再者，裝入結果估計部 115 不限於原料裝入層的高度方向，亦可估計於原料裝入層的寬度方向上亦劃分的裝入劃分中的造粒粒子的粒度偏析及成分偏析。於該情況下，於記憶部 14 中儲存表示不僅於原料裝入層的高度方向上，而且於寬度方向上亦分割的每個裝入劃分的各粒度的造粒粒子的含有比例的表格。

【0087】 再者，表示每個裝入劃分的各粒度的造粒粒子的含有比例的表格是裝入估計模型的一例。另外，作為裝入估計模型，亦可使用在輸入每個粒度劃分的造粒粒子的含量、成分組成及裝入條件時，輸出每個裝入劃分的各粒度的造粒粒子的含有比例的已學習的機械學習模型或多重迴歸模型。

【0088】 裝入結果估計部 115 將所估計的、原料裝入層的高度方向上的造粒粒子的粒度偏析及成分偏析輸出至煨燒結果估計部 116。

【0089】 煨燒結果估計部 116 基於自裝入結果估計部 115 獲取的、原料裝入層的高度方向上的造粒粒子的粒度偏析及成分偏析，有效利用計算了各種物理方程式的傳熱模型，來估計原料裝入層內的燒結溫度及排氣溫度。此時，煨燒結果估計部 116 亦可並非基於粒度偏析及成分偏析此兩者，而是基於粒度偏析及成分偏析中的任一者來估計原料裝入層內的燒結溫度及排氣溫度。另外，煨燒結果估計部 116 亦可並非估計原料裝入層內的燒結溫度及排氣溫度此兩者，而是僅估計原料裝入層內的燒結溫度及排氣溫度中的任一者。

【0090】 煨燒結果估計部 116 例如亦可使用以下所示的參考文獻 1 中揭示的傳熱模型，來估計原料裝入層內的燒結溫度及排氣溫度。輸入至傳熱模型的資訊可為原料裝入層的厚度、托架 32 的速度、點火爐 33 內的溫度、原料裝入層內的成分濃度、原料裝入層內的空隙率以及排氣流量。原料裝入層的厚度、托架 32 的速度、點火爐 33 內的溫度亦可使用燒結機 30 的設定值。原料裝入層內的成分濃度及原料裝入層內的空隙率亦可使用利用由裝入結果估計部 115 估計的粒度偏析及成分偏析而計算出的值。排氣流量亦可使用燒結機 30 中所測定的值。再者，點火爐 33 內的溫度由點火爐 33 內的氣體流量決定，因此亦可代替點火爐 33 內的溫度而

將點火爐 33 內的氣體流量輸入至傳熱模型。

(參考文獻 1：大野光一郎 其他 4 人，焦炭的燃燒速度式對燒結製程層內的溫度分佈估計數值模擬造成的影響、鐵與鋼、Vol.101、2015、No.1、P19~P24)

【0091】 煨燒結果估計部 116 藉由使用所述傳熱模型，可按照所設定的每個時間刻度來計算出原料裝入層內的規定位置處的燒結溫度及排氣溫度。時間刻度例如可為 1 秒。

【0092】 所述傳熱模型是煨燒估計模型的一例。作為煨燒估計模型，亦可使用以下所示的參考文獻 2 中揭示的物理模型。(參考文獻 2：山岡等人 (Yamaoka et al)。「日本鋼鐵學會國際化 (ISIJ International)」, Vol. 45, No.4, pp. 522)

【0093】 煨燒結果估計部 116 將所估計的燒結溫度及排氣溫度中的至少一者輸出至導引資訊獲取部 117。

【0094】 導引資訊獲取部 117 獲取包含用於將燒結溫度及排氣溫度中的至少一者作為目標值的設定值的導引資訊。導引資訊亦可包含含碳原料的調配比例、含碳原料的粒度、含 CaO 原料的調配比例、造粒時的水分含量、造粒機 20 內的佔空因數、造粒機 20 的旋轉速度、原料裝入層的厚度、燒結機 30 所包括的托架 32 的速度、副澆口的開度、滑槽角度及燒結機 30 所包括的點火爐 33 內的溫度中的至少一者的設定值。該些設定值中，含碳原料的粒度可藉由改變棒磨機的處理量來控制。造粒機 20 內的佔空因數可藉由改變向造粒機 20 的燒結原料的搬送量來控制。另外，點火爐

33 內的溫度可藉由改變點火爐 33 內的氣體流量及空燃比來控制。

【0095】 燒結溫度及排氣溫度中的至少一者的目標值是將由燒結設備 1 製造的燒結礦的品質滿足作為目標的燒結礦的品質為條件來決定。具體而言，於輸入燒結溫度及排氣溫度中的至少一者時，構築輸出燒結礦的良率的良率估計模型（品質估計模型），於該良率估計模型中輸入各種燒結溫度及排氣溫度。判定輸出的燒結礦的良率是否超過了目標值，於判定為輸出的燒結礦的良率超過了目標值時，將此時輸入的燒結溫度及排氣溫度確定為目標值。亦可使用已學習的機械學習模型或多重迴歸模型作為良率估計模型。

【0096】 再者，燒結礦的良率是燒結礦的品質的一例。燒結礦的良率例如可為由下述式（1）計算出的值。

$$\frac{(\text{粒徑 } 5 \text{ mm 以上的燒結礦的質量} \times 100)}{(\text{粒徑 } 5 \text{ mm 以上的燒結礦的質量} + \text{粒徑小於 } 5 \text{ mm 的返礦的質量})} \quad (1)$$

【0097】 作為燒結礦的品質，亦可使用燒結礦的強度、燒結礦的被還原性等代替燒結礦的良率。

【0098】 於確定燒結溫度及排氣溫度中的至少一者的目標值時，導引資訊獲取部 117 對煨燒估計模型、裝入估計模型及造粒估計模型進行逆運算，獲取可達成燒結溫度及排氣溫度中的至少一者的目標值的含碳原料的調配比例、含碳原料的粒度、含 CaO

原料的調配比例、造粒時的水分含量、造粒機 20 內的佔空因數、造粒機 20 的旋轉速度、原料裝入層的厚度、燒結機 30 所包括的托架 32 的速度、副澆口的開度、滑槽角度及燒結機 30 所包括的點火爐 33 內的溫度中的至少一者的設定值。

【0099】 導引資訊獲取部 117 於獲取含碳原料的調配比例、含碳原料的粒度、含 CaO 原料的調配比例、造粒時的水分含量、造粒機 20 內的佔空因數、造粒機 20 的旋轉速度、原料裝入層的厚度、燒結機 30 所包括的托架 32 的速度、副澆口的開度、滑槽角度及燒結機 30 所包括的點火爐 33 內的溫度中的至少一者的設定值時，將所獲取的設定值輸出至輸出部 13。

【0100】 輸出部 13 輸出自導引資訊獲取部 117 獲取的設定值。例如，於輸出部 13 包含顯示器的情況下，輸出部 13 將自導引資訊獲取部 117 獲取的設定值顯示於顯示器。

【0101】 對顯示於顯示器的設定值進行了視認的操作員藉由調整為該設定值並使燒結設備 1 運作，可於作為目標的燒結溫度及排氣溫度下製造燒結礦。

【0102】 或者，導引資訊獲取部 117 亦可將計算出的設定值自動設定為使燒結設備 1 運作時的設定值。藉此，燒結設備 1 可於作為目標的燒結溫度及排氣溫度下自動製造燒結礦。

【0103】 參照圖 3 所示的流程圖，對本實施方式的燒結設備 1 所執行的燒結機 30 的運行管理方法進行說明。

【0104】 於步驟 S101 中，控制裝置 10 的控制部 11 獲取包含燒

結原料中所含的各原料的粒度、成分組成及調配比例的資訊的原料資訊。

【0105】 於步驟 S102 中，控制部 11 獲取包含造粒機 20 自燒結原料對造粒粒子進行造粒時的燒結原料的水分含量的資訊的造粒條件。

【0106】 於步驟 S103 中，控制部 11 基於所獲取的原料資訊及造粒條件，來估計包含造粒粒子的粒度及造粒粒子的每個粒度的成分組成的造粒結果。

【0107】 於步驟 S104 中，控制部 11 獲取於燒結機 30 中裝入造粒粒子而形成原料裝入層時的裝入條件。

【0108】 於步驟 S105 中，控制部 11 基於所估計的造粒結果及所獲取的所述裝入條件，來估計原料裝入層的高度方向上的造粒粒子的粒度偏析及成分偏析。

【0109】 於步驟 S106 中，控制部 11 基於所估計的粒度偏析及成分偏析中的至少一者，來估計原料裝入層內的燒結溫度及排氣溫度中的至少一者。控制部 11 可將所估計的燒結溫度及排氣溫度輸出至輸出部 13，並顯示於輸出部 13。

【0110】 （實施例）

參照圖 4～圖 8，對本實施方式的燒結設備 1 中的燒結機 30 的運行管理方法的實施例進行說明。

【0111】 圖 4 是表示於各種條件下製造造粒粒子時的造粒粒子的粒度分佈及每個粒度的碳濃度的實績值的表。

【0112】 如圖 4 所示，於 T1~T24 的 24 種條件下進行了測定。於圖 4 中，作為條件，示出了調配比例、焦炭粉粒度及水分含量。另外，作為實績值，示出了造粒粒子的粒度分佈及每個粒度的碳濃度。

【0113】 於圖 4 所示的調配比例中，原料 A 是南美產的鐵礦石。原料 B 是與原料 A 品種不同的南美產的鐵礦石。原料 C 是澳大利亞產的鐵礦石。另外，於焦炭粉粒度中，「-2 mm」表示直徑大小小於 2 mm 的焦炭粉的比例。「-1 mm」表示直徑大小小於 1 mm 的焦炭粉的比例。另外，於造粒粒子的粒度分佈中，「+8.0」表示直徑大小超過 8.0 mm 的造粒粒子的比例。「2.8-8.0」表示直徑大小為 2.8 mm 以上且 8.0 mm 以下的造粒粒子的比例。「-2.8」表示直徑大小小於 2.8 mm 的造粒粒子的比例。另外，於每個粒度的碳濃度下，「+8.0」表示直徑大小超過 8.0 mm 的碳的濃度。「2.8-8.0」表示直徑大小為 2.8 mm 以上且 8.0 mm 以下的碳的濃度。「-2.8」表示直徑大小小於 2.8 mm 的碳的濃度。

【0114】 使用圖 4 所示的實績值生成粒度估計模型及成分估計模型，使用該些來估計各粒度劃分中的造粒粒子的含量及每個粒度的碳濃度。此時，進行了使用機械學習模型的估計及使用多重迴歸模型的估計此兩種估計。

【0115】 於使用機械學習模型進行估計的情況下，使用粒度估計模型及成分估計模型來進行估計。粒度估計模型使用在輸入焦炭粉的粒度、燒結原料的調配比例及造粒時的水分含量時，輸出各

粒度劃分的造粒粒子的含量的模型。成分估計模型使用在輸入焦炭粉的粒度、燒結原料的調配比例及造粒時的水分含量時，輸出每個粒度的碳濃度的模型。

【0116】 於使用多重迴歸模型來進行估計的情況下，粒度估計模型使用以焦炭粉的粒度、燒結原料的調配比例及造粒時的水分含量為說明變量、以各粒度劃分的造粒粒子的含量為目的變量的模型。成分估計模型使用以焦炭粉的粒度、燒結原料的調配比例及造粒時的水分含量為說明變量、以每個粒度的碳濃度為目的變量的模型。

【0117】 圖 5 是表示使用機械學習模型來進行估計的情況及使用多重迴歸模型進行估計的情況下的估計值與實績值的相關係數的表。另外，關於使用機械學習模型的情況，示出了使用類神經網路（neural network）時的相關係數與使用分類與迴歸樹（Classification and Regression Tree, C & R Tree）時的相關係數。

【0118】 參照圖 5，於對任一模型進行了規格化的情況下均為高的相關係數，確認到控制裝置 10 可以高精度估計造粒粒子的粒度及每個粒度的特定成分的成分濃度。

【0119】 另外，於使用機械學習模型時的相關係數與使用多重迴歸模型時的相關係數進行比較時，整體上使用機械學習模型時的相關係數變大，藉由使用機械學習，確認到可以更高的精度估計造粒粒子的粒度及每個粒度的碳濃度。

【0120】 圖 6 是表示裝入估計模型的一例的圖。裝入估計模型是

表示每個裝入劃分的各粒度的造粒粒子的含有比例的表格。

【0121】 圖 6 中，對原料裝入層的每個裝入劃分示出各粒度的造粒粒子的含有比例。造粒粒子的粒度示出「+8.0」、「2.8~8.0」及「-2.8」此三種。「+8.0」為造粒粒子的粒徑超過 8.0 mm，「2.8~8.0」為造粒粒子的粒徑為 2.8 mm 以上且 8.0 mm 以下，「-2.8」為造粒粒子的粒徑小於 2.8 mm。

【0122】 圖 6 所示的表格是藉由對每個造粒粒子的粒度分佈及裝入條件實施基於 DEM 的模擬而生成。所生成的表示每個裝入劃分的各粒度的造粒粒子的含有比例的表格儲存於記憶部 14 中。

【0123】 圖 7 是表示計算良率與實績良率的相關關係的曲線圖。如圖 7 所示，使用根據傳熱模型求出的排氣溫度最高點位置進行計算的情況與使用原料裝入層內的空隙率進行估計的情況相比，計算良率與實績良率的相關性高。根據該結果，確認到藉由使用直接影響燒結的排氣溫度最高點位置，可以較使用不直接影響燒結的原料裝入層內的空隙率而言更高的精度來估計燒結礦的良率。

【0124】 繼而，對將所述排氣溫度最高點位置調整為作為目標的排氣溫度最高點位置的結果進行說明。此時，藉由調整托架 32 的速度、原料裝入層的厚度、焦炭粉的調配比例、造粒水的添加量，來調整排氣溫度最高點位置。

【0125】 圖 8 中示出於計算排氣溫度最高點位置時使用的燒結機 30 的規格。

【0126】 首先，對計算出托架 32 的速度的設定值作為導引資訊的情況進行說明。可使燒結礦的良率為目標以上的排氣溫度最高點位置的目標值為 18.0，相對於此，使用造粒估計模型、裝入估計模型及煨燒估計模型而估計的排氣溫度最高點位置為 18.9。

【0127】 此處，對煨燒估計模型進行逆運算，計算出用於使排氣溫度最高點位置為目標值即 18.0 的托架 32 的速度，結果計算出 2.46 m/min 作為托架 32 的速度的設定值。

【0128】 基於該結果，將托架 32 的速度自 2.50 m/min 變更為 2.46 m/min，結果排氣溫度最高點位置自 18.9 變為 17.9。藉此，確認到可使排氣溫度最高點位置接近目標值即 18.0。

【0129】 接著，對計算出原料裝入層的厚度的設定值作為導引資訊的情況進行說明。

【0130】 對煨燒估計模型及裝入估計模型進行逆運算後，結果可使排氣溫度最高點位置為目標值即 18.0 的原料裝入層的厚度的設定值計算出為 623 mm。

【0131】 基於該結果，將原料裝入層的厚度自 650 mm 變更為 623 mm，結果排氣溫度最高點位置自 18.9 變為 18.1。藉此，確認到可使排氣溫度最高點位置接近目標值即 18.0。

【0132】 接著，對計算出焦炭粉的調配比例及造粒水添加量的設定值作為導引資訊的情況進行說明。再者，造粒時的水分含量是藉由於燒結原料的水分含量中加入造粒水添加量而計算出，因此確定造粒水添加量的設定值與確定造粒時的水分含量的設定值為

相同含義。

【0133】 對煨燒估計模型、裝入估計模型及造粒估計模型進行逆運算，結果可使排氣溫度最高點位置為目標值即 18.0 的焦炭粉的調配比例計算出為 5.18 質量%，造粒水添加量計算出為 13.7 t/h。

【0134】 基於該結果，將焦炭粉的調配比例自 5.10 質量%變更為 5.18 質量%，將造粒水添加量自 13.0 t/h 變更為 13.7 t/h，結果排氣溫度最高點位置自 18.9 變為 18.1。藉此，確認到可使排氣溫度最高點位置接近目標值即 18.0。

【0135】 如此，確認到藉由基於導引資訊獲取部 117 獲取的導引資訊來調整燒結設備 1 的製造條件，可實現高品質的燒結礦的製造。

【0136】 如上所述，於本實施方式的燒結機 30 的運行管理方法及本實施方式的控制裝置 10 中，控制裝置 10 執行如下步驟：原料資訊獲取步驟，獲取包含燒結原料中所含的各原料的粒度、成分組成及調配比例的原料資訊；造粒條件獲取步驟，獲取包含自燒結原料對造粒粒子進行造粒時的燒結原料的水分含量的造粒條件；造粒結果估計步驟，基於原料資訊及造粒條件，來估計包含造粒粒子的粒度及造粒粒子的每個粒度的成分組成的造粒結果；裝入條件獲取步驟，獲取將造粒粒子裝入燒結機 30 而形成原料裝入層時的裝入條件；裝入結果估計步驟，基於造粒結果及裝入條件，估計原料裝入層的高度方向上的造粒粒子的粒度偏析及成分偏析；以及燒結結果估計步驟，基於粒度偏析及成分偏析中的至

少一者，估計原料裝入層內的燒結溫度及排氣溫度中的至少一者。如此，控制裝置 10 可估計原料裝入層內的燒結溫度及排氣溫度此與燒結機 30 的品質直接相關的資料。因此，由於不需要實際測量原料裝入層內的燒結溫度及排氣溫度，因此不需要對燒結機 30 的設備進行大幅度的改造。因此，本實施方式的燒結機 30 的運行管理方法及本實施方式的控制裝置 10 可容易地估計與燒結礦的品質直接相關的資料。

【0137】 另外，本實施方式的導引資訊獲取部 117 可獲取包含用於將燒結溫度及排氣溫度中的至少一者作為目標值的設定值的導引資訊。藉由基於導引資訊獲取部 117 獲取的導引資訊來調整由燒結設備 1 製造的燒結礦的製造條件，可製造滿足作為目標的品質的燒結礦。例如，若以燒結礦的良率進行考慮，則先前必須於利用篩分裝置 60 篩分為粒徑 5 mm 以上的燒結礦與粒徑小於 5 mm 的返礦而求出良率後，才能實施基於良率的燒結礦的製造條件的調整。相對於此，藉由本實施方式的燒結機 30 的運行管理方法，可獲取導引資訊，可基於該導引資訊來調整燒結礦的製造條件，因此能夠進行更迅速的調整。進而，藉由本實施方式的燒結機 30 的運行管理方法，可考慮燒結溫度及排氣溫度此直接影響燒結礦的品質的因素來估計良率，因此可以高精度估計良率。若良率的估計精度變高，則伴隨於此，導引資訊的精度亦變高，因此可以更高的精度實現基於該導引資訊的燒結礦的製造條件的調整。如此，藉由於基於導引資訊調整後的製造條件下製造燒結礦，能夠

製造高品質的燒結礦。

【0138】 本揭示並不限定於所述實施方式。例如，可將方塊圖所記載的多個方塊加以整合，或可將一個方塊進行分割。亦可根據執行各步驟的裝置的處理能力或視需要並行地或按照不同的順序來執行，來代替依照記述按照時間序列執行流程圖所記載的多個步驟。除此以外，能夠於不脫離本揭示的主旨的範圍內進行變更。

【0139】 例如，於所述實施方式中，列舉燒結原料包含含鐵原料、含 CaO 原料及含碳原料的情況為例進行了說明。然而，並不限於此，燒結原料只要包含含鐵原料及含碳原料即可，亦可不包含含 CaO 原料。其中，於導引資訊中包含含 CaO 原料的調配比例的情況下，燒結原料包含含鐵原料、含 CaO 原料及含碳原料。

【0140】 進而，於所述實施方式中，列舉控制部 11 具有導引資訊獲取部 117 的功能的情況為例進行了說明。然而，並不限於此，控制部 11 亦可不具有導引資訊獲取部 117 的功能。其中，若控制部 11 具有導引資訊獲取部 117 的功能，則可製造滿足作為目標的品質的燒結礦，因此較佳為控制部 11 具有導引資訊獲取部 117 的功能。

【符號說明】

【0141】

1:燒結設備

10:控制裝置

- 11:控制部
- 12:輸入部
- 13:輸出部
- 14:記憶部
- 15:通訊部
- 20:造粒機
- 30:燒結機
- 31:燒結原料供給裝置
- 32:托架
- 33:點火爐
- 34:風箱
- 40:破碎機
- 50:冷卻器
- 60:篩分裝置
- 111:原料資訊獲取部
- 112:造粒條件獲取部
- 113:造粒結果估計部
- 114:裝入條件獲取部
- 115:裝入結果估計部
- 116:煨燒結果估計部
- 117:導引資訊獲取部
- S101～S106:步驟

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種燒結機的運行管理方法，其中，所述燒結機對在包含含鐵原料及含碳原料的燒結原料中添加水來造粒後的造粒粒子進行燒結，所述燒結機的運行管理方法包括：

原料資訊獲取步驟，獲取包含所述燒結原料中所含的各原料的粒度、成分組成及調配比例的原料資訊；

造粒條件獲取步驟，獲取包含自所述燒結原料對所述造粒粒子進行造粒時的所述燒結原料的水分含量的造粒條件；

造粒結果估計步驟，基於所述原料資訊及所述造粒條件，使用包含粒度估計模型及成分估計模型的造粒估計模型來估計包含所述造粒粒子的粒度及所述造粒粒子的每個粒度的成分組成的造粒結果，所述粒度估計模型於輸入所述含碳原料的粒度、所述燒結原料中所含的各原料的調配比例及所述水分含量時，輸出將所述造粒粒子的粒度劃分為多個的粒度劃分中的一個粒度劃分中的所述造粒粒子的含量，所述成分估計模型於輸入所述含碳原料的粒度、所述燒結原料中所含的各原料的調配比例及所述水分含量時，輸出將所述造粒粒子的粒度劃分為多個的粒度劃分中的一個粒度劃分中的所述造粒粒子的特定成分的含量；

裝入條件獲取步驟，獲取將所述造粒粒子裝入所述燒結機而形成原料裝入層時的裝入條件；

裝入結果估計步驟，基於所述造粒結果及所述裝入條件，使用裝入估計模型，估計所述原料裝入層的高度方向上的所述造粒

粒子的粒度偏析及成分偏析，所述裝入估計模型表示將所述原料裝入層的高度方向劃分為多個的裝入劃分的各個裝入劃分中的各粒度的所述造粒粒子的含有比例；以及

燒結結果估計步驟，基於所述粒度偏析及所述成分偏析中的至少一者，使用包含能夠計算所述原料裝入層內的規定位置的燒結溫度的傳熱模型的煨燒估計模型，估計所述原料裝入層內的燒結溫度及排氣溫度中的至少一者。

【請求項2】 如請求項 1 所述的燒結機的運行管理方法，其中，所述原料資訊獲取步驟獲取碳(C)濃度、水分濃度、氧化鈣(CaO)濃度及氧化鋁(Al_2O_3)濃度中的至少一者作為所述成分組成。

【請求項3】 如請求項 1 或 2 所述的燒結機的運行管理方法，其中，所述裝入結果估計步驟使用裝入估計模型來估計所述粒度偏析及所述成分偏析，所述裝入估計模型表示將所述原料裝入層的寬度方向劃分為多個的裝入劃分的各個裝入劃分中的各粒度的所述造粒粒子的含有比例。

【請求項4】 如請求項 1 所述的燒結機的運行管理方法，進而包括：導引資訊獲取步驟，獲取包含用於將所述燒結溫度及所述排氣溫度中的至少一者作為目標值的設定值的導引資訊，

所述導引資訊包含所述含碳原料的調配比例、所述含碳原料的粒度、所述水分含量、所述原料裝入層的厚度、所述燒結機所包括的托架的速度、副澆口的開度、滑槽角度及所述燒結機所包括的點火爐內的溫度中的至少一者的設定值。

【請求項5】 如請求項 4 所述的燒結機的運行管理方法，其中，所述燒結原料進而包含含 CaO 原料，

所述造粒條件進而包含造粒機內的佔空因數及造粒機的旋轉速度，

所述導引資訊包含所述含碳原料的調配比例、所述含碳原料的粒度、所述含 CaO 原料的調配比例、所述水分含量、造粒機內的佔空因數、造粒機的旋轉速度、所述原料裝入層的厚度、所述燒結機所包括的托架的速度、副澆口的開度、滑槽角度及所述燒結機所包括的點火爐內的溫度中的至少一者的設定值。

【請求項6】 如請求項 4 所述的燒結機的運行管理方法，其中，於輸入所述燒結溫度及所述排氣溫度中的至少一者時，所述目標值是使用輸出由所述燒結機製造的燒結礦的品質的品質估計模型，以所述燒結礦的品質滿足作為目標的燒結礦的品質為條件來決定。

【請求項7】 如請求項 6 所述的燒結機的運行管理方法，其中，所述品質估計模型使用所述燒結機的運行中獲取的所述燒結溫度及所述排氣溫度中的至少一者、以及由所述燒結機製造的燒結礦的品質的實績值進行更新。

【請求項8】 一種燒結礦的製造方法，使用如請求項 4 至 7 中任一項所述的燒結機的運行管理方法中獲取的導引資訊作為燒結礦的製造條件來製造燒結礦。

【請求項9】 一種控制裝置，控制對在包含含鐵原料及含碳原料

的燒結原料中添加水來造粒後的造粒粒子進行燒結的燒結機，所述控制裝置包括：

原料資訊獲取部，獲取包含所述燒結原料中所含的各原料的粒度、成分組成及調配比例的原料資訊；

造粒條件獲取部，獲取包含自所述燒結原料對所述造粒粒子進行造粒時的所述燒結原料的水分含量的造粒條件；

造粒結果估計部，基於所述原料資訊及所述造粒條件，使用包含粒度估計模型及成分估計模型的造粒估計模型來估計包含所述造粒粒子的粒度及所述造粒粒子的每個粒度的成分組成的造粒結果，所述粒度估計模型於輸入所述含碳原料的粒度、所述燒結原料中所含的各原料的調配比例及所述水分含量時，輸出將所述造粒粒子的粒度劃分為多個的粒度劃分中的一個粒度劃分中的所述造粒粒子的含量，所述成分估計模型於輸入所述含碳原料的粒度、所述燒結原料中所含的各原料的調配比例及所述水分含量時，輸出將所述造粒粒子的粒度劃分為多個的粒度劃分中的一個粒度劃分中的所述造粒粒子的特定成分的含量；

裝入條件獲取部，獲取將所述造粒粒子裝入所述燒結機而形成原料裝入層時的裝入條件；

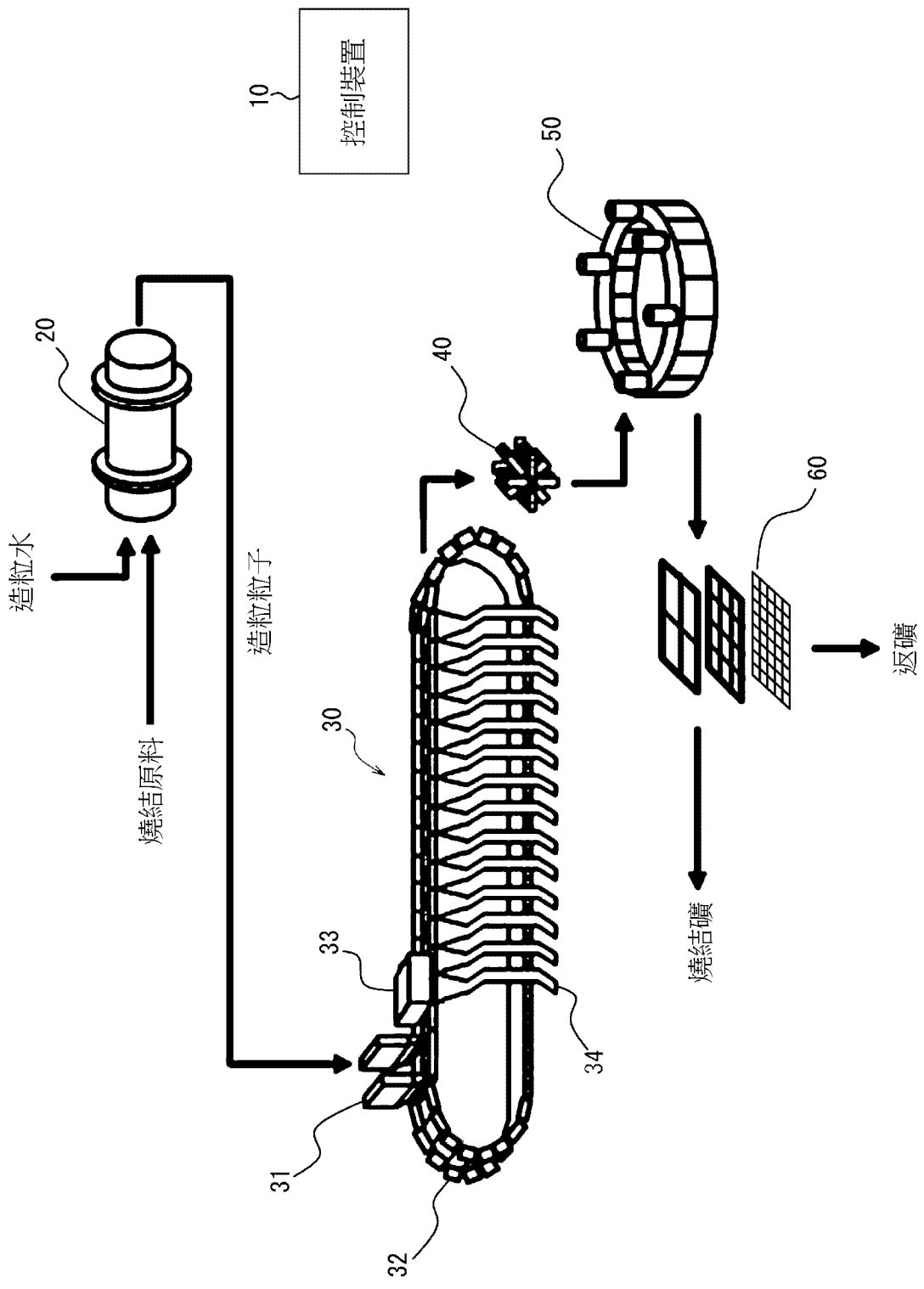
裝入結果估計部，基於所述造粒結果及所述裝入條件，使用裝入估計模型，估計所述原料裝入層的高度方向上的所述造粒粒子的粒度偏析及成分偏析，所述裝入估計模型表示將所述原料裝入層的高度方向劃分為多個的裝入劃分的各個裝入劃分中的各粒

度的所述造粒粒子的含有比例；以及

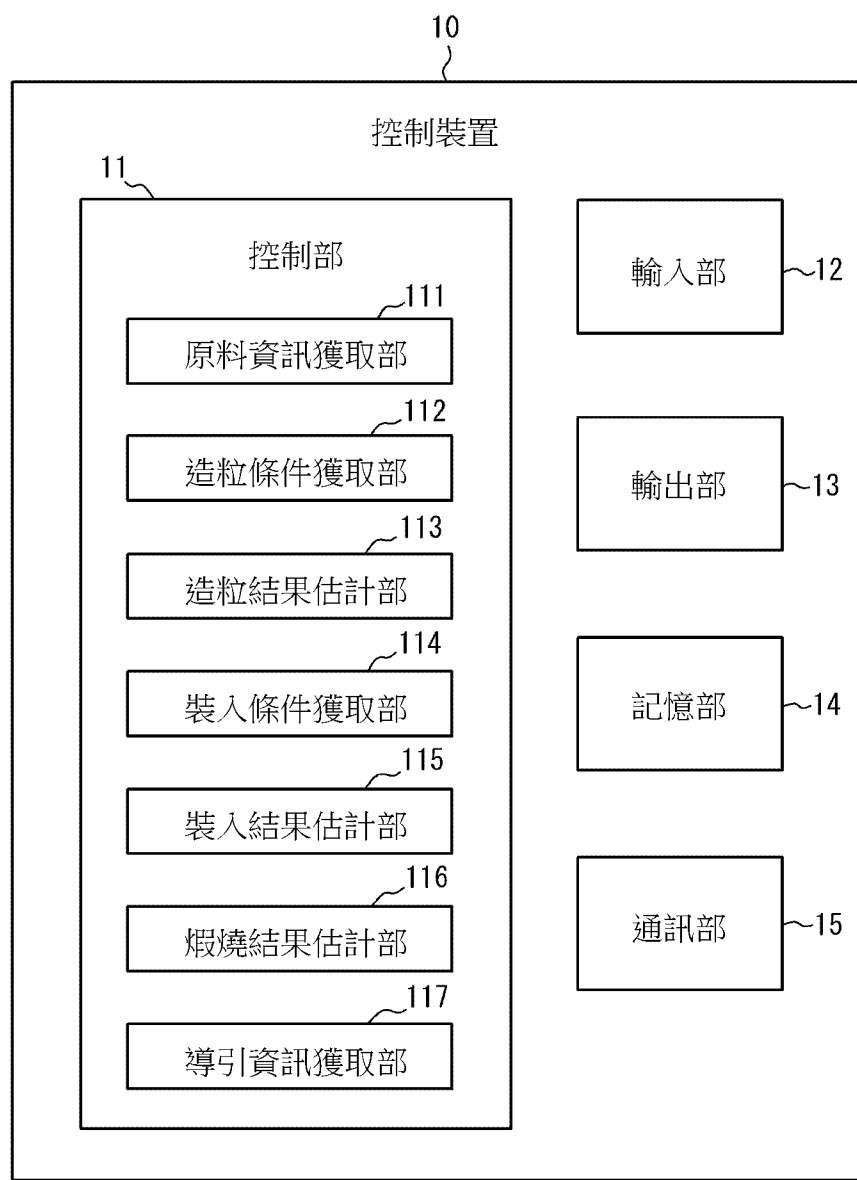
煨燒結果估計部，基於所述粒度偏析及所述成分偏析中的至少一者，使用包含能夠計算所述原料裝入層內的規定位置的燒結溫度的傳熱模型的煨燒估計模型，估計所述原料裝入層內的燒結溫度及排氣溫度中的至少一者。

【發明圖式】

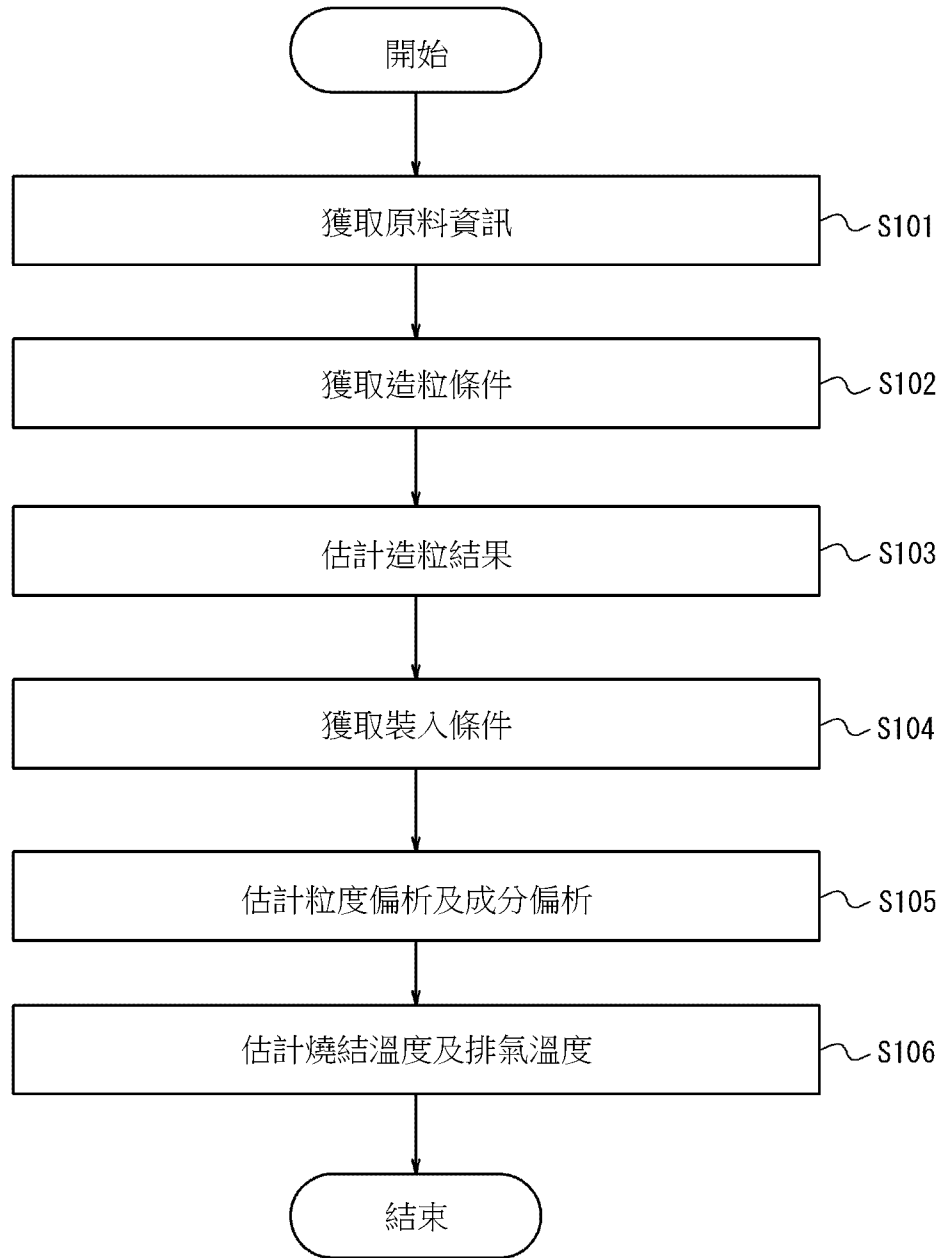
1



【圖1】



【圖2】



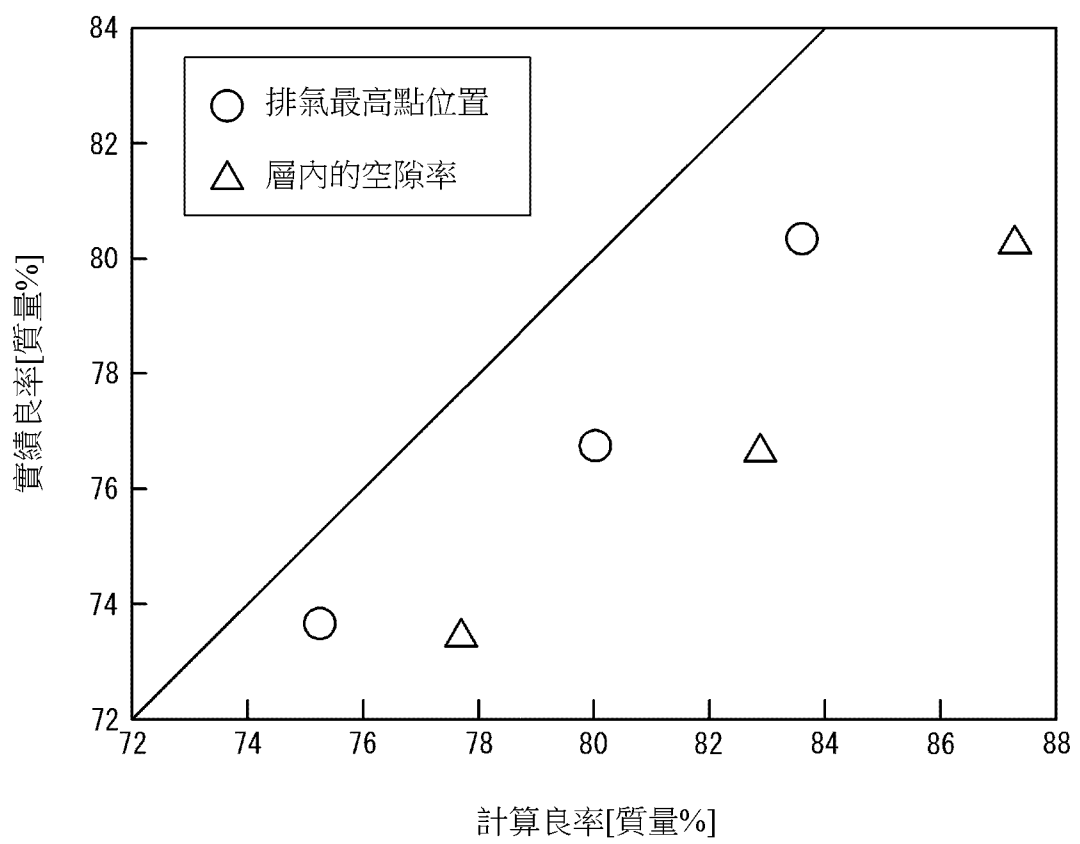
【圖3】

	調配比例[質量%]				焦炭粉粒度[質量%]		水分含量 [質量%]	造粒粒子的粒度分佈[質量%]			每個粒度的碳濃度[質量%]			
	原料A		原料B		焦炭粉			+8.0	2.8-8.0	-2.8	+8.0	2.8-8.0	-2.8	
					-2mm	-1mm								
T1	19	19	19	57	5	100.0	100.0	6.8	4.0	43.0	53.0	2.9	2.5	6.0
T2	19	19	19	57	5	100.0	100.0	7.8	3.3	54.6	42.1	2.0	3.0	5.9
T3	19	19	19	57	5	100.0	100.0	8.8	15.0	63.8	21.2	4.2	4.7	3.2
T4	19	19	19	57	5	100.0	100.0	9.8	30.2	53.1	16.7	5.1	4.6	2.9
T5	19	19	19	57	5	92.5	85.6	6.8	2.6	40.1	57.3	1.0	2.8	5.2
T6	19	19	19	57	5	92.5	85.6	7.8	7.1	59.0	33.9	2.5	3.2	5.3
T7	19	19	19	57	5	92.5	85.6	8.8	24.3	59.3	16.4	3.1	4.2	3.7
T8	19	19	19	57	5	92.5	85.6	9.8	17.5	60.2	22.3	2.9	4.4	4.0
T9	19	19	19	57	5	92.5	85.6	6.8	2.0	52.8	45.2	0.6	2.8	6.3
T10	19	19	19	57	5	84.9	71.1	7.8	6.3	63.0	30.7	1.6	3.4	5.6
T11	19	19	19	57	5	84.9	71.1	8.8	20.9	59.3	19.8	3.0	4.6	5.2
T12	19	19	19	57	5	84.9	71.1	9.8	24.1	58.6	17.3	3.3	5.0	4.4
T13	38	38	38	19	5	100.0	100.0	5.9	1.7	38.2	60.1	1.6	1.9	5.3
T14	38	38	38	19	5	100.0	100.0	6.9	1.4	36.0	62.6	1.8	2.5	5.4
T15	38	38	38	19	5	100.0	100.0	7.9	12.3	51.1	36.6	3.0	3.0	5.3
T16	38	38	38	19	5	100.0	100.0	8.9	11.9	64.1	24.0	3.9	3.4	5.0
T17	38	38	38	19	5	92.5	85.6	5.9	4.1	35.0	60.9	1.4	2.2	5.7
T18	38	38	38	19	5	92.5	85.6	6.9	1.4	43.1	55.5	0.9	2.7	4.4
T19	38	38	38	19	5	92.5	85.6	7.9	9.6	52.0	38.4	2.9	3.2	4.1
T20	38	38	38	19	5	92.5	85.6	8.9	15.5	64.2	20.3	3.1	3.5	4.4
T21	38	38	38	19	5	92.5	85.6	5.9	0.8	34.4	64.8	1.5	1.9	4.5
T22	38	38	38	19	5	84.9	71.1	6.9	10.4	43.2	46.4	0.0	2.5	4.5
T23	38	38	38	19	5	84.9	71.1	7.9	4.2	53.7	42.1	1.5	3.4	3.9
T24	38	38	38	19	5	84.9	71.1	8.9	19.6	61.8	18.6	2.3	3.3	4.1

【圖4】

		造粒粒子的粒度分佈[質量%]			每個粒度的碳濃度[質量%]		
		+8.0	2.8-8.0	-2.8	+8.0	2.8-8.0	-2.8
機械學習	種類	分類與迴歸樹	類神經網路	分類與迴歸樹	類神經網路	分類與迴歸樹	分類與迴歸樹
	相關係數	0.917	0.929	0.979	0.933	0.995	0.833
多重迴歸	相關係數	0.867	0.848	0.949	0.890	0.952	0.667

【圖5】



【圖7】

項目	單位	值
風箱個數	-	19
初始層厚	mm	650
托架台車速度	m/min	2.50
焦炭粉調配比例	質量%	5.10
造粒水添加量	t/h	13.0

【圖8】