



(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 I685577 B

(45)公告日：中華民國 109 (2020) 年 02 月 21 日

(21)申請案號：107117640

(22)申請日：中華民國 107 (2018) 年 05 月 24 日

(51)Int. Cl. : C22C38/04 (2006.01) C21C5/28 (2006.01)
 C21C7/00 (2006.01) C21C7/064 (2006.01)
 C21C7/068 (2006.01) C21C7/10 (2006.01)

(30)優先權：2017/05/25 日本 2017-103666

(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：藤井勇輔 FUJII, YUSUKE (JP)；中井由枝 NAKAI, YOSHIE (JP)；小田信彦 ODA,
 NOBUHIKO (JP)；小笠原太 OGASAWARA, FUTOSHI (JP)；菊池直樹 KIKUCHI,
 NAOKI (JP)

(74)代理人：葉璟宗；卓俊傑

(56)參考文獻：

TW 200920859A JP 1-301815A
JP 2011-153328A

審查人員：潘煒琳

申請專利範圍項數：2 項 圖式數：3 共 28 頁

(54)名稱

高錳鋼的冶煉方法

(57)摘要

本發明提供一種當對含有 5 質量%以上的錳的高錳鋼進行冶煉時，可獲得高的錳良率且可高效率地進行冶煉的、高錳鋼的冶煉方法。當對含有 5 質量%以上的錳的鋼進行冶煉時，具備：脫碳步驟，於轉爐中對鐵水實施脫碳處理，藉此使鐵水成為碳濃度低的熔鋼；還原步驟，於脫碳步驟之後，將錳源及矽源添加至轉爐中所收容的熔鋼中，藉此對熔鋼進行還原處理；以及脫氣步驟，於還原步驟之後，於真空脫氣裝置中對熔鋼進行真空脫氣處理，且於還原步驟中，根據作為目標的鋼的錳濃度添加錳源，以滿足(1)式的方式添加矽源。

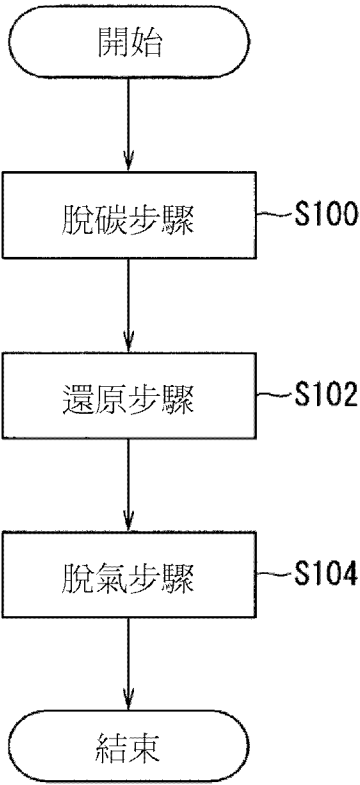
指定代表圖：

符號簡單說明：

S100 . . . 脫碳步驟

S102 . . . 還原步驟

S104 . . . 脫氣步驟



【圖 1】

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種高錳鋼的冶煉方法，其特徵在於，當對含有 5 質量 % 以上的錳的鋼進行冶煉時，具備：

脫碳步驟，於轉爐中對鐵水實施脫碳處理，藉此使所述鐵水成為碳濃度低的熔鋼；

還原步驟，於所述脫碳步驟之後，將錳源及矽源添加至所述轉爐中所收容的所述熔鋼中，藉此對所述熔鋼進行還原處理；以及

脫氣步驟，於所述還原步驟之後，於真空脫氣裝置中對所述熔鋼進行真空脫氣處理，且

於所述還原步驟中，根據所述錳源的添加量，以滿足（1）式的方式添加所述矽源；

$$0.013 \times \frac{W_{Mn} \times x_{Mn}}{x_{Si}} \leq W_{Si} \leq 0.150 \times \frac{W_{Mn} \times x_{Mn}}{x_{Si}} \dots (1)$$

x_{Mn} ：錳源中的錳濃度（質量 %）

x_{Si} ：矽源中的矽濃度（質量 %）

W_{Mn} ：錳源的添加量（kg/t）

W_{Si} ：矽源的添加量（kg/t）。

【第2項】 如申請專利範圍第 1 項所述的高錳鋼的冶煉方法，其中，作為所述真空脫氣裝置，使用藉由自收容所述熔鋼的盛鋼桶的底部吹入攪拌氣體來攪拌所述熔鋼的裝置，且

於所述脫氣步驟中，一面於由（4）式所表示的攪拌動力 ε 成

為 300 W/t 以上、1300 W/t 以下的條件下對所述熔鋼進行攪拌一面進行真空脫氣處理；

$$\varepsilon = \frac{371 \times Q \times T_l}{W_m} \left\{ \ln \left(1 + \frac{9.8 \times \rho_l \times h}{P_2} \right) + \eta \left(1 - \frac{T_n}{T_l} \right) \right\} \cdots (4)$$

Q：攪拌氣體的流量（Nm³/min）

T_l：熔鋼的溫度（K）

W_m：熔鋼的重量（t）

ρ_l：熔鋼的密度（kg/m³）

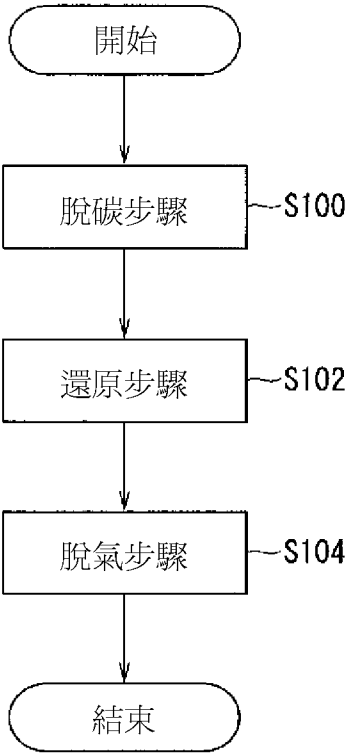
h：液面高度（m）

P₂：環境壓力（Torr）

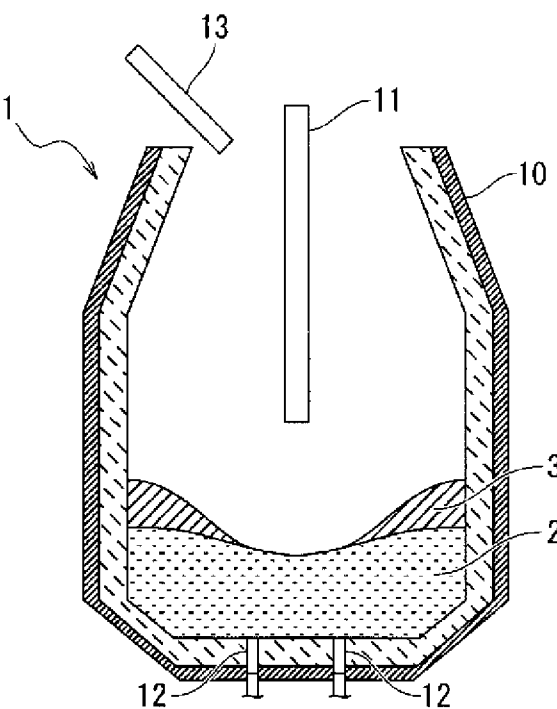
η：能量傳遞效率（-）

T_n：攪拌氣體的溫度（K）。

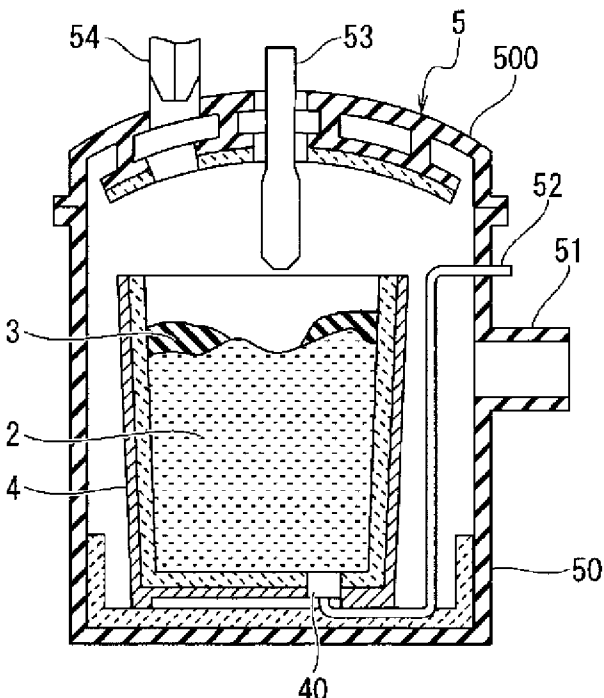
【發明圖式】



【圖 1】



【圖 2】



【圖 3】

【發明說明書】

【中文發明名稱】高錳鋼的冶煉方法

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種高錳鋼的冶煉方法。

【先前技術】

【0002】 錳具有藉由添加至鋼中而使鋼材料的強度提升的優點。另外，錳具有與作為不可避免的雜質而殘留於鋼中的硫反應並形成 MnS ，防止有害的 FeS 的生成從而抑制鋼材料中的硫的影響等優點。根據所述情況，大部分鋼材料含有錳。近年來，以結構物的輕量化為目的而開發出一種兼顧高拉伸強度與高加工性的、碳含量低、錳含量高的低碳·高錳鋼，並被廣泛用作管線用鋼板或汽車用鋼板等。

【0003】 於製鋼步驟中，作為用以調整熔鋼中的錳濃度的錳源，一般使用錳礦石或高碳錳鐵合金（碳含量：7.5 質量%以下）、中碳錳鐵合金（碳含量：2.0 質量%以下）、低碳錳鐵合金（碳含量：1.0 質量%以下）、矽錳合金（碳含量：2.0 質量%以下）、金屬錳（碳含量：0.01 質量%以下）等。另外，於該些錳源中，除錳礦石以外，碳含量越低越昂貴。因此，以降低製造成本為目的，提出有一種使用作為廉價錳源的錳礦石或高碳錳鐵合金來對含錳鋼進行冶煉的方法。

【0004】 例如，專利文獻 1 中，作為對高錳鋼進行冶煉的方法，

提出有一種如下方法：於轉爐的吹煉結束後，藉由底吹氣體進行沖洗處理後向盛鋼桶中出鋼時，投入碳濃度為 1.0 質量%以上的高碳錳鐵合金後投入鋁並進行脫氧處理，其後，實施魯爾海拉斯（Rheinstahl Heraeus，RH）氣體脫氣處理。

另外，專利文獻 2 中，作為對高錳鋼進行冶煉的方法，提出有一種如下的冶煉方法：使用錳礦石，一面對錳礦石進行還原一面進行鐵水的脫碳精煉，脫碳結束後，不實施利用鋁的熔鋼的脫氧處理而將熔鋼運送至真空脫氣設備，噴附氧氣與惰性氣體的混合氣體來實施脫碳處理。

進而，專利文獻 3 中，作為對高錳鋼進行冶煉的方法，提出有一種如下方法：於減壓下對錳濃度為 8 質量%以上的高 Mn 鐵水進行脫碳精煉直至成為 0.1 質量%以下的碳濃度時，將精煉氣體作為運送氣體，將含有 Mn 氧化物的粉體狀的脫碳精煉用添加劑噴附於鐵水。

[現有技術文獻]

[專利文獻]

【0005】 專利文獻 1：日本專利特開 2013-112855 號公報

專利文獻 2：日本專利第 4534734 號公報

專利文獻 3：日本專利特開平 5-125428 號公報

【發明內容】

【0006】 [發明所欲解決之課題]

且說，於專利文獻 1～專利文獻 3 的高錳鋼的冶煉方法中，

於轉爐中的鐵水的脫碳吹煉時將投入至轉爐內的錳礦石還原、或者於自轉爐出鋼時或盛鋼桶精煉時、真空脫氣精煉時將錳源添加至熔鋼中，藉此提高了熔鋼的錳濃度。

然而，於此種冶煉方法中，於脫碳吹煉時或出鋼時添加錳源的情況下，所添加的錳源的良率低，因此需要添加大量的錳源，從而處理時間的增加和錳成本的增加成為問題。另外，於出鋼時或盛鋼桶精煉時、真空脫氣精煉時添加錳源的情況下，因錳源的熔解而產生熱損失，因此，於轉爐以後的製程中需要使熔鋼升熱。但是，與轉爐中的升熱處理相比，利用盛鋼桶精煉裝置或真空脫氣裝置進行的熔鋼的升熱處理的效率差，處理所花費的成本的增加成為問題。特別是於錳濃度為 5 質量%以上的高錳鋼中，該些問題顯著。

【0007】 因此，本發明是著眼於所述課題而成者，目的在於提供一種當對含有 5 質量%以上的錳的高錳鋼進行冶煉時，可獲得高的錳良率且可高效率地進行冶煉的、高錳鋼的冶煉方法。

[解決課題之手段]

【0008】 根據本發明的一態樣，提供一種高錳鋼的冶煉方法，其特徵在於，當對含有 5 質量%以上的錳的鋼進行冶煉時，具備：脫碳步驟，於轉爐中對鐵水實施脫碳處理，藉此使所述鐵水成為碳濃度低的熔鋼；還原步驟，於所述脫碳步驟之後，將錳源及矽源添加至所述轉爐中所收容的所述熔鋼中，藉此對所述熔鋼進行還原處理；以及脫氣步驟，於所述還原步驟之後，於真空脫氣裝置

中對所述熔鋼進行真空脫氣處理，且於所述還原步驟中，根據所述錳源的添加量，以滿足（1）式的方式添加所述矽源。

【0009】 [數 1]

$$0.013 \times \frac{W_{Mn} \times x_{Mn}}{x_{Si}} \leq W_{Si} \leq 0.150 \times \frac{W_{Mn} \times x_{Mn}}{x_{Si}} \dots (1)$$

x_{Mn} ：錳源中的錳濃度（質量%）

x_{Si} ：矽源中的矽濃度（質量%）

W_{Mn} ：錳源的添加量（kg/t）

W_{Si} ：矽源的添加量（kg/t）

[發明的效果]

【0010】 根據本發明的一態樣，提供一種當對含有 5 質量%以上的錳的高錳鋼進行冶煉時，可獲得高的錳良率且可高效率地進行冶煉的、高錳鋼的冶煉方法。

【圖式簡單說明】

【0011】

圖 1 是表示本發明的一態樣的高錳鋼的冶煉方法的流程圖。

圖 2 是表示轉爐的示意圖。

圖 3 是表示真空脫氣裝置的示意圖。

【實施方式】

【0012】 於以下的詳細說明中，為了提供對本發明的完全性的理解，例示了本發明的實施形態來對許多特定的詳細部分進行說明。然而明確到，即便沒有對所述特定的詳細部分的說明，亦可

實施一個以上的實施態樣。另外，為了使圖式簡潔，省略眾所周知的結構及裝置來表示。

< 高錳鋼的冶煉方法 >

參照圖 1～圖 3，對本發明的一實施形態的高錳鋼的冶煉方法進行說明。本實施形態中，對自高爐出銑的鐵水實施後述精煉處理，藉此對含有 5 質量%以上的錳的作為熔鋼的高錳鋼進行冶煉。

【0013】 首先，如圖 1 及圖 2 所示般，進行對轉爐 1 中所收容的作為鐵水的熔液 2（亦稱作「熔鐵」）實施脫碳處理的脫碳步驟（S100）。

熔液 2 是自高爐出銑的鐵水，自高爐出銑後，藉由鐵水桶或魚雷車（torpedo car）等可收容鐵水的運送容器被運送至成為下一步驟的製鋼工廠。再者，為了減少轉爐 1 中所使用的石灰源等介質溶劑，較佳為於將鐵水裝入轉爐 1 之前，實施使鐵水的磷濃度降低的脫磷處理。於脫磷處理中，對鐵水運送容器中所收容的鐵水添加氧化鐵等固體氧或氣體氧之類的氧源、和包含石灰的介質溶劑，藉由氣體氧或攪拌用的氣體對鐵水進行攪拌，藉此進行脫磷反應。再者，於脫磷處理中，為了最大限度地減少轉爐 1 中所使用的介質溶劑，較佳為使鐵水的磷濃度低於高錳鋼的最終成分規格的上限濃度。進而，由於擔心於之後的步驟中自所添加的錳源朝鐵水的磷拾取、或者源於熔渣的復磷所引起的磷濃度的上升，因此更佳為進行脫磷處理，直至鐵水的磷濃度較成分規格的上限值低 0.05 質量%（mass%）左右為止，其後，將藉由處理而

產生的熔渣去除（亦稱作「除渣」）。進而，為了使鐵水的磷濃度低於成分規格的上限值，較佳為於脫磷處理之前實施脫矽處理，將阻礙有效率的脫磷反應的矽預先去除。

【0014】 於脫碳步驟中，進行脫碳處理之前，將藉由運送容器運送的作為鐵水的熔液 2 移注於鐵水桶中之後，裝入作為一次精煉爐的轉爐 1 中。再者，亦可於裝入熔液 2 之前將成為鐵源的廢料（scrap）裝入爐體 10 中。

轉爐 1 是慣用的轉爐設備，如圖 2 所示般，具備：爐體 10、頂吹式吹管 11、多個底吹式噴嘴 12、及滑槽（chute）13。爐體 10 是於上部具有作為開口部的爐口的筒型或西洋梨型的精煉爐，且於內部設置有耐火材料。頂吹式吹管 11 配置於爐體 10 的上方，並被構成為可沿鉛垂方向（圖 2 的上下方向）升降。頂吹式吹管 11 於下端形成有多個噴嘴孔，自所述多個噴嘴孔將由未圖示的供給設備所供給的至少包含氧的氧化性氣體噴射於爐體 10 中所收容的熔液 2。多個底吹式噴嘴 12 設置於爐體 10 的底部，將由未圖示的供給裝置所供給的氬或氮等作為惰性氣體的攪拌氣體吹入至爐體 10 中所收容的熔液 2，藉此對熔液 2 進行攪拌。滑槽 13 配置於爐體 10 的上方，且連接於儲存包含石灰的介質溶劑或合金鐵等各種副原料的未圖示的多個爐上料斗，自各爐上料斗將所切取的副原料添加於爐體 10 內部。

【0015】 於脫碳步驟中，一面利用自底吹式噴嘴 12 吹入的攪拌氣體對爐體 10 中所收容的熔液 2 進行攪拌，一面自頂吹式吹管 11

向熔液 2 噴射（亦稱作「送氧」）氧化性氣體，藉由向熔液 2 中供給氧而於大氣壓下進行脫碳處理（亦稱作「脫碳吹煉」）。於脫碳吹煉中，使藉由頂吹式吹管 11 吹入至熔液 2 中的氧、與熔液 2 中的碳進行反應，藉此進行脫碳反應。再者，於高錳鋼的成分規格中含有 Cr 或 Ni 的情況下（於必須添加的情況下），於脫碳吹煉過程中，將含有 Cr 或 Ni 的合金鐵等副原料經由滑槽 13 添加於熔液 2 中。於脫碳步驟中進行脫碳吹煉，直至熔液 2 的碳濃度成為規定的範圍為止，熔液 2 自碳濃度高的鐵水成為碳濃度低的熔鋼。此時碳濃度的規定範圍較佳為 0.05 質量%以上、0.2 質量%以下。其原因在於，於脫碳步驟後的熔液 2 的碳濃度未滿 0.05 質量%的情況下，熔液 2 的氧勢變高，導致錳源的良率降低。另一方面，於脫碳步驟後的熔液 2 的碳濃度大於 0.2 質量%的情況下，需要二次精煉步驟中的脫碳處理，從而處理成本增加。而且，若熔液 2 的碳濃度成為規定的範圍，則停止向爐體 10 內供給氧化性氣體，脫碳步驟結束。

【0016】 於脫碳步驟之後，進行向收容有熔液 2 的爐體 10 內添加錳源與矽源並對作為熔鋼的熔液 2 進行還原處理的還原步驟（S102）。錳源是含有錳的礦石或合金、金屬。錳源例如可使用錳礦石或高碳錳鐵合金、中碳錳鐵合金、低碳錳鐵合金、矽錳合金、金屬錳等。矽源是含有矽（silicon）的礦石或合金、金屬。矽源例如可使用矽鐵合金或矽錳合金等。關於錳源及矽源，可經由滑槽 13 而自爐口添加，另外，亦可使用用於廢料的裝入的廢料滑槽（未

圖示)而自爐體 10 的爐口進行添加。進而，當添加錳源與矽源時，一面自多個底吹式噴嘴 12 吹入攪拌氣體來對熔液 2 進行攪拌一面進行添加。

【0017】 於還原步驟中，以與作為高錳鋼的成分規格的目標錳濃度相對應的添加量添加錳源。即，錳源的添加量是根據目標錳濃度而由錳源的錳含量或熔液 2 的碳濃度等決定。此時，亦可考慮到錳源的良率的實績。另外，於還原步驟中，無需將熔液 2 的錳濃度設為目標濃度，亦可以能夠於後述脫氣步驟中調整的方式將熔液 2 的錳濃度設為較目標濃度低的濃度。再者，就熱效率的觀點而言，較佳為相對於脫氣步驟中的錳源的添加量而儘可能增加還原步驟中的錳源的添加量。進而，就降低處理所花費的成本的觀點而言，若不對碳等除錳以外的成分調整產生影響，則較佳為儘可能使用錳礦石或碳濃度高的廉價錳源。

【0018】 以滿足下述 (1) 式的添加量添加矽源。(1) 式中， x_{Mn} 表示錳源中的錳濃度(質量%)， x_{Si} 表示矽源中的矽濃度(質量%)， W_{Mn} 表示錳源的添加量(kg/t)， W_{Si} 表示矽源的添加量(kg/t)。即，以與所添加的錳源的添加量相對應的量添加矽源。

【0019】 [數 2]

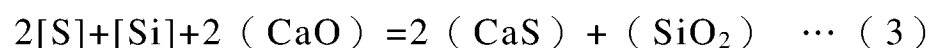
$$0.013 \times \frac{W_{Mn} \times x_{Mn}}{x_{Si}} \leq W_{Si} \leq 0.150 \times \frac{W_{Mn} \times x_{Mn}}{x_{Si}} \dots (1)$$

【0020】 另外，於還原步驟中，添加錳源及矽源之後，自多個底吹式噴嘴 12 吹入攪拌氣體，並以規定時間對熔液 2 進行攪拌。

此處，由於脫碳步驟後的熔液 2 的氧勢高，因此若向所述熔液 2 中添加錳源，則錳源中的錳並不存留於熔液 2 內，而是經氧化成為氧化錳（ MnO ）並包含於熔渣 3 中。但是，本實施形態中，除錳源以外亦添加矽源，因此，錳源中的錳或藉由脫碳步驟而產生的熔渣 3 中的氧化錳經下述（2）式所表示的反應而被還原，藉此，熔液 2 的錳濃度變高。另外，藉由將矽源中的矽優先氧化而熔液 2 的氧勢下降。藉此，錳源中的錳容易存留於熔液 2 中，熔液 2 的錳濃度變高。



【0021】 進而，於還原步驟中，較佳為以藉由熔渣 3 中的 CaO 的濃度（質量%）相對於 SiO_2 的濃度（質量%）之比所定義的熔渣 3 的鹼度（ CaO/SiO_2 ）成為 1.6 以上、2.4 以下的方式向爐體 10 內添加石灰。藉此促進熔渣 3 的渣化以及由下述（3）式所表示的熔液 2 的脫硫。



【0022】 再者，於矽源的添加量較（1）式的範圍低的情況下，即，於矽源的添加量少的情況下，不進行氧化錳的還原反應，因此無法提高熔液 2 的錳濃度。另一方面，於矽源的添加量較（1）

式的範圍高的情況下，即，於矽源的添加量多的情況下，用以調整鹼度的石灰的添加量變得過多，因此精煉處理所花費的成本增多。另外，於矽源的添加量多的情況下，熔液 2 的矽濃度變高，有可能超過成分規格值的上限。此種情況下，於下一步驟中，需要進行使熔液 2 的矽濃度降低的脫矽處理，因此欠佳。

【0023】 進而，於還原步驟中，若還原處理結束，則將爐體 10 的熔液 2 移注（亦稱作「出鋼」）於盛鋼桶中。此時，較佳為以相對於每 1 t 鐵水的量將 5 kg/t 以上、10 kg/t 以下的石灰預先前置於盛鋼桶內。藉由將石灰前置於盛鋼桶，可防止出鋼時產生白煙，並且抑制由源於熔渣 3 的復硫引起的熔液 2 的硫濃度的上升。

【0024】 於還原步驟之後，進行於真空脫氣裝置 5 中對作為熔鋼的熔液 2 實施真空脫氣處理的脫氣步驟（S104）。真空脫氣裝置 5 為真空氧脫碳（vacuum oxygen decarburization，VOD）方式的脫氣裝置，於減壓下對盛鋼桶 4 中所收容的熔液 2 進行攪拌處理，藉此實施脫氣處理。真空脫氣裝置 5 具有真空槽 50、排氣管 51、攪拌氣體供給路徑 52、頂吹式吹管 53、及供給口 54。真空槽 50 是可於內部收容盛鋼桶 4 的容器，且以可將盛鋼桶 4 於內部取出裝入的方式具有裝卸式的上蓋 500。排氣管 51 設置於真空槽 50 的側面，並連接於未圖示的排氣裝置。攪拌氣體供給路徑 52 自真空槽 50 的外部配置於內部，且真空槽 50 的內部側的前端連接於盛鋼桶 4 的吹入口 40。另外，關於攪拌氣體供給路徑 52，真空槽 50 的外部側的前端連接於未圖示的攪拌氣體供給裝置，並將由攪

拌氣體供給裝置供給的氬氣等攪拌氣體供給於盛鋼桶 4 的吹入口 40。頂吹式吹管 53 插通於上蓋 500 的中央，並被構成為可沿鉛垂方向（圖 3 的上下方向）升降。另外，頂吹式吹管 53 於下端形成有噴嘴孔，並將由未圖示的供給設備所供給的至少包含氧的氧化性氣體自噴嘴孔噴射至盛鋼桶 4 中所收容的熔液 2。供給口 54 是一種投入口，其形成於上蓋 500，並連接於儲存包含石灰的介質溶劑或合金鐵等各種副原料的未圖示的多個爐上料斗，自各爐上料斗將所切取的副原料添加至盛鋼桶 4 中所收容的熔液 2。

【0025】 於脫氣步驟中，將盛鋼桶 4 收容於真空槽 50 內之後，一面藉由自吹入口 40 吹入攪拌氣體來對熔液 2 進行攪拌，一面使用排氣裝置自排氣管 51 進行排氣，從而對真空槽 50 內進行減壓，藉此進行真空脫氣處理。藉由進行此種真空脫氣處理來進行熔液 2 中的氣體成分（氮或氬等）的去除、或者熔液 2 的成分的均勻化、熔液 2 的夾雜物等的去除、熔液 2 的溫度的調整等。另外，於脫氣步驟中，當進行真空脫氣處理時，根據真空脫氣處理的處理前或處理途中的熔液 2 的成分，以成為目標成分範圍的方式將成分調整用的副原料通過供給口 54 添加於熔液 2 中。此時，於真空脫氣處理前的熔液 2 的錳濃度低於目標濃度的情況下，以成分調整所需要的量將金屬錳或高碳錳鐵合金、低碳錳鐵合金等錳源添加於熔液 2 中。另外，於需要 Al、Ni、Cr、Cu、Nb、Ti、V、Ca、B 等的成分調整的情況下，將含有各成分的副原料添加於熔液 2 中。進而，亦可以脫硫等為目的，將含 CaO 的物質或含 MgO 的物

質、含鋁的物質、含 Al_2O_3 的物質、含 SiO_2 的物質等用於調整熔渣 3 的組成或促進脫硫反應的副原料添加於熔液 2 中。

【0026】 另外，於脫氣步驟中，較佳為於由下述（4）式所表示的攪拌動力 ε （W/t）成為 300 W/t 以上、1300 W/t 以下的條件下對熔液 2 進行攪拌。於攪拌動力 ε 未滿 300 W/t 的情況下，由於攪拌力變小，因此脫氮處理或脫氫處理需要時間，真空脫氣處理的處理時間延長，因此欠佳。另外，於攪拌動力 ε 大於 1300 W/t 的情況下，熔渣 3 朝熔液 2 的捲入量變多，由熔渣系夾雜物引起的不良率增加，因此欠佳。再者，（4）式中， Q_n 表示攪拌氣體的流量（ Nm^3/min ）， T_l 表示熔液 2 的溫度（K）， W_m 表示熔液 2 的重量（t）， ρ_l 表示熔液 2 的密度（ kg/m^3 ）， h 表示盛鋼桶 4 內的熔液 2 的深度即液面高度（m）， P_1 表示環境壓力（托（Torr））， η 表示能量傳遞效率（-）， T_n 表示攪拌氣體的溫度（K）。另外，1 Torr 為（101325/760）Pa。

【0027】 [數 3]

$$\varepsilon = \frac{371 \times Q_n \times T_l}{W_m} \left\{ \ln \left(1 + \frac{9.8 \times \rho_l \times h}{P_1} \right) + \eta \left(1 - \frac{T_n}{T_l} \right) \right\} \cdots (4)$$

【0028】 進而，於脫氣步驟中，於熔液 2 的溫度較脫氣步驟結束後的目標溫度低的情況下，亦可於真空脫氣處理中進行提高熔液 2 的溫度的升溫處理。於升溫處理中，自供給口 54 將鋁添加於熔液 2 之後，自頂吹式吹管 53 將含有氧的氧化性氣體噴射於熔液 2。藉此，使熔液 2 內的鋁與氧化性氣體的氧進行反應，藉此可使熔

液 2 的溫度上升。再者，於升溫處理中，較佳為以成為 10 kPa 以上、50 kPa 以下的方式對根據（5）式及（6）式計算的自頂吹式吹管 53 所噴射的氧化性氣體的噴流的動壓 P （kPa）進行控制。藉由將動壓 P 控制於所述範圍，即便將源於熔液 2 的錳的蒸發抑制為最低限度，亦可效率佳地使熔液 2 升熱。再者，（5）式中， ρ_g 表示氧化性氣體的密度（kg/Nm³）， U 表示自頂吹式吹管 53 的噴嘴噴出的氧化性氣體於噴嘴前端的流速（m/sec）。另外，（6）式中， F 表示氧化性氣體的流量（Nm³/h）， S 表示頂吹式吹管 53 的噴嘴的剖面積（m²）。

【0029】 [數 4]

$$P = \frac{\rho_g U^2}{2} \quad \cdots (5)$$

$$U = \frac{F}{S} \times \frac{1}{3600} \quad \cdots (6)$$

【0030】 藉由經過脫氣步驟而對作為目標的規定成分濃度的熔鋼進行冶煉。再者，於脫氣步驟之後，對所冶煉的熔鋼進行連續鑄造，藉此製造板坯等規定形狀的高錳鋼的鑄片。

【0031】 <變形例>

以上，參照特定的實施形態對本發明進行了說明，但並不意圖藉由該些說明對發明進行限定。藉由參照本發明的說明，對於本領域技術人員而言，與所揭示的實施形態一併，亦明確了包含各種變形例的本發明的其他實施形態。因而應理解為，於申請專利範圍所記載的發明的實施形態中亦包羅有單獨包含或組合包含

本說明書所記載的該些變形例的實施形態。

【0032】 例如，於所述實施形態中，將真空脫氣裝置 5 設為 VOD 方式的精煉裝置，但本發明並不限定於所述例子。例如，真空脫氣裝置 5 亦可為 RH 方式的脫氣裝置或多特蒙特豪特爾(Dortmund Horder, DH) 方式的脫氣裝置。再者，於真空脫氣裝置為 RH 方式的脫氣裝置的情況下，為了抑制錳的蒸發，較佳為於真空槽的槽內空間壓力成為 50 Torr~100 Torr 的條件下，將由下述(7)式所表示的熔鋼的回流量 Q (t/min) 設為 150 t/min 以上、200 t/min 以下。再者，於需要熔鋼的脫氮或脫氫的情況下，亦可以未滿 50 Torr 的槽內空間壓力進行處理，但較佳為於脫氮及脫氫後以 50 Torr 以上、100 Torr 以下的槽內空間壓力進行處理。(7) 式中， K 表示常數， G 表示自浸漬管吹入的回流用的吹入氣體的流量 (NL/min)、 D 表示浸漬管的內徑 (m)、 P_2 表示外部壓力 (Torr)， P_3 表示真空槽的槽內空間壓力 (Torr)。

【0033】 [數 5]

$$Q = KG^{1/3} D^{4/3} \left(\ln \left(\frac{P_2}{P_3} \right) \right)^{1/3} \cdots (7)$$

【0034】 另外，於所述實施形態中設為，僅將利用轉爐 1 製造的作為熔鋼的熔液 2 用作利用真空脫氣裝置 5 處理的熔液 2，但本發明並不限定於所述例子。例如，亦可將於利用轉爐 1 製造的熔鋼中混合利用其他精煉爐冶煉的熔鋼而成的混合液用作利用真空脫氣裝置 5 處理的熔液 2。該情況下，藉由提高利用其他精煉爐冶煉

的熔鋼的錳濃度，可降低利用轉爐 1 製造的熔鋼的錳濃度。

【0035】 進而，於所述實施形態中設為，於還原步驟中添加錳源及矽源之後，自多個底吹式噴嘴 12 吹入攪拌氣體，並以規定的時間對熔液 2 進行攪拌，但本發明並不限定於所述例子。於還原步驟中，除攪拌氣體的吹入之外，亦可噴射源於頂吹式吹管 11 的氧化性氣體。特別是於需要使熔液 2 的溫度上升的情況下，亦可藉由利用氧化性氣體的氧化反應進行升熱處理。

【0036】 進而，於所述實施形態中設為，於脫碳處理之前對鐵水實施脫磷處理，但本發明並不限定於所述例子。例如，於脫碳處理之前，除脫磷處理之外，亦可進行使鐵水中的硫濃度降低的脫硫處理。根據設備構成，脫硫處理亦可於脫磷處理之前或脫磷處理之後進行。

進而，於所述實施形態中設為，對鐵水運送容器中所收容的鐵水實施脫磷處理，但本發明並不限定於所述例子。脫磷處理例如亦可為藉由自頂吹式吹管對轉爐型精煉爐中所收容的鐵水噴射氧化性氣體來進行處理的方法。

【0037】 <實施形態的效果>

(1) 關於本發明的一態樣的高錳鋼的冶煉方法，當對含有 5 質量%以上的錳的鋼進行冶煉時，具備：脫碳步驟（步驟 S100），於轉爐 1 中對鐵水（熔液 2）實施脫碳處理，藉此將鐵水製成碳濃度低的熔鋼（熔液 2）；還原步驟（步驟 S102），於脫碳步驟之後，將錳源及矽源添加至轉爐 1 中所收容的熔鋼中，藉此對熔鋼進行

還原處理；以及脫氣步驟（步驟 S104），於還原步驟之後，於真空脫氣裝置 5 中對熔鋼進行真空脫氣處理，且於還原步驟中，根據作為目標的鋼的錳濃度添加錳源，以滿足（1）式的方式添加矽源。

【0038】 根據所述（1）的構成，可促進（2）式的還原反應，因此所添加的錳源中的錳容易存留於熔液 2 中。另外，由於在轉爐 1 內進行錳源的添加，因此可抑制由錳源的添加引起的熱損失（熔液 2 的溫度的降低）。進而，於添加錳源之後，可於轉爐 1 內對熔液 2 進行升熱處理，因此可效率佳地進行升熱處理。進而，可抑制足以促進還原反應的量以上的過剩的矽源的添加，於脫氣步驟中無需進行脫矽處理，因此可於短處理時間內效率佳地進行脫氣處理。若脫氣處理時間變長，則不僅處理所花費的成本增大，而且生產效率亦下降。即，根據所述（1）的構成，當對含有 5 質量 % 以上的錳的高錳鋼進行冶煉時，可獲得高的錳良率，且可高效率地對高錳鋼進行冶煉。

【0039】 （2）於所述（1）的構成中，作為真空脫氣裝置 5，使用藉由自收容熔鋼的盛鋼桶的底部吹入攪拌氣體來對熔鋼進行攪拌的裝置，於脫氣步驟中，一面於由（4）式所表示的攪拌動力 ε 成為 300 W/t 以上、1300 W/t 以下的條件下對熔鋼進行攪拌一面進行真空脫氣處理。

根據所述（2）的構成，可縮短脫氮處理或脫氫處理所需要的時間，進而，可抑制熔渣 3 朝熔液 2 的捲入。因此，可縮短真空脫氣處理的處理時間。

[實施例 1]

【0040】 繼而，對本發明者等人所進行的實施例 1 進行說明。實施例 1 中，對自高爐出銑的鐵水實施脫矽處理及脫磷處理的鐵水預備處理，將磷濃度設為 0.010 質量%。與所述實施形態同樣地，對所述鐵水進行脫碳步驟、還原步驟及脫氣步驟，藉此對錳濃度為 5 質量%以上的高錳鋼進行冶煉。再者，所冶煉的高錳鋼的成分為碳濃度：0.145 質量%以上、0.155 質量%以下，錳濃度：24 質量%以上、25 質量%以下，矽濃度：0.1 質量%以上、0.2 質量%以下，硫濃度：0.002 質量%以下，氮濃度：100 ppm 以下，氫濃度：5 ppm 以下。

【0041】 於脫碳步驟中，與所述實施形態同樣地，對實施了鐵水預備處理的作為鐵水的熔液 2 實施脫碳處理，並實施脫碳吹煉直至碳濃度成為 0.05 質量%為止，從而製成熔鋼。

於還原步驟中，向實施了脫碳處理的作為熔鋼的熔液 2 中添加高碳錳鐵合金與金屬錳作為錳源，並添加矽鐵合金作為矽源。然後，一面利用攪拌氣體對熔液 2 進行攪拌，一面進而持續進行源於頂吹式吹管 11 的送氧來實施還原處理，藉此使錳源溶解，從而使熔液 2 的錳濃度上升。將矽源的添加量設為滿足（1）式者。另外，於還原步驟中一併添加錳源與石灰。還原處理結束時的熔液 2 的錳濃度為大約 24 質量%。進而，於還原步驟中，當將熔液 2 自轉爐 1 移注（出鋼）於盛鋼桶 4 時，針對所出鋼的熔液 2，每 1 噸熔鋼添加約 0.8 kg 的金屬鋁。

【0042】 於脫氣步驟中，與所述實施形態同樣地，使用 VOD 方式的真空脫氣裝置 5 對經過了還原步驟的 150 噸作為熔鋼的熔液 2 進行脫氣處理。於脫氣步驟中，一面自盛鋼桶 4 的吹入口 40 將 2000 Nl/min 的流量的 Ar 氣體吹入至熔液 2 中並進行攪拌，一面將真空槽 50 的槽內空間壓力設為 2 Torr 來進行脫氣處理。另外，於脫氣步驟中，於脫氣處理中，向熔液 2 中添加金屬錳及高碳錳鐵合金來進行成分調整。

【0043】 另外，實施例 1 中，作為比較，即便於還原步驟中矽源的添加量不滿足 (1) 式的條件下，亦進行了高錳鋼的冶煉 (比較例 1)。再者，比較例 1 中，關於還原步驟中的矽源的添加量以外的條件，與實施例 1 相同。

作為實施例 1 的結果，表 1 中示出還原步驟中的矽源的添加量、Mn 良率、出鋼時的熔液 2 的矽濃度及脫氣步驟中的脫氣處理所需要的時間。再者，表 1 中， $0.013 \times W_{Mn} \times X_{Mn} / X_{Si}$ 表示 (1) 式所示範圍的下限值， $0.150 \times W_{Mn} \times X_{Mn} / X_{Si}$ 表示 (1) 式所示範圍的上限值。如表 1 所示般，實施例 1 中，於矽源的添加量 W_{Si} 成為 (1) 式的範圍內的實施例 1-1～實施例 1-6 的 6 個條件、以及矽源的添加量 W_{Si} 成為 (1) 式的範圍外的比較例 1-1～比較例 1-4 的 4 個條件的合計 10 個條件下對高錳鋼進行冶煉。另外，表 1 中的 Mn 良率表示將還原步驟中使用的錳源中所含的錳於熔液 2 中添加了多少，即，錳源中所含的錳成分對還原步驟前後的熔液 2 的錳濃度的增加有多大貢獻。

【0044】 [表 1]

	$0.013 \times W_{Mn} \times X_{Mn} / X_{Si}$	$0.150 \times W_{Mn} \times X_{Mn} / X_{Si}$	W_{Si}	Mn 良率	出鋼時 [Si]	脫氣處 理時間
	kg/t	kg/t	kg/t	%	質量%	min
比較例 1-1	4.9	56	1	36	0.02	65
比較例 1-2	4.9	56	3	46	0.03	63
比較例 1-3	4.9	56	65	73	0.23	64
比較例 1-4	4.9	56	70	74	0.25	70
實施例 1-1	4.9	56	5	50	0.06	56
實施例 1-2	4.9	56	15	53	0.09	50
實施例 1-3	4.9	56	25	55	0.10	46
實施例 1-4	4.9	56	35	58	0.13	48
實施例 1-5	4.9	56	45	61	0.16	48
實施例 1-6	4.9	56	55	68	0.18	50

【0045】 如表 1 所示般，於比較例 1-1、比較例 1-2 的條件下，與其他條件相比，錳良率低至 46%以下。認為其原因在於，由於矽源的添加量少，因此未充分地進行由（2）式所表示的熔渣 3 的還原反應。於比較例 1-1、比較例 1-2 中，由於 Mn 良率低，因此，於脫氣步驟中需要添加矽源來進行還原處理，其後進行成分及溫度的調整，脫氣步驟所需要的時間較實施例 1-1～實施例 1-6 長。

【0046】 另外，於比較例 1-3、比較例 1-4 的條件下，雖然錳良率高，但出鋼時的矽濃度超過了作為規格上限值的 0.20 質量%。認為其原因在於，向熔液 2 供給了由（2）式所表示的熔渣 3 的還原反應或由（3）式所表示的脫硫反應中所消耗的量以上的矽。於比較例 1-3、比較例 1-4 中，出鋼時的矽濃度高，因此於脫氣處理步驟中需要進行脫矽處理，脫氣步驟所需要的時間較實施例 1-1～實施例 1-6 長。再者，於脫矽處理中，自頂吹式吹管 53 將氧化

性氣體噴射於熔液 2，藉此，熔液 2 中所含的矽被氧化去除。

另一方面，於實施例 1-1～實施例 1-6 的條件下，於還原步驟中可獲得高的錳良率，進而未超出必要地添加矽源，藉此可降低出鋼時的矽濃度。因此，可縮短脫氣步驟所需要的時間。

[實施例 2]

【0047】 繼而，對本發明者等人所進行的實施例 2 進行說明。於實施例 2 中，利用與實施例 1-4 同樣的冶煉方法，於變更脫氣步驟中的攪拌動力 ε 的多個條件下進行高錳鋼的冶煉。再者，所冶煉的高錳鋼的成分為碳濃度：0.145 質量%以上、0.155 質量%以下，錳濃度：24 質量%以上、25 質量%以下，矽濃度：0.1 質量%以上、0.2 質量%以下，硫濃度：0.002 質量%以下，氮濃度：100 ppm 以下，氫濃度：5 ppm 以下。

【0048】 具體而言，作為脫碳步驟，與實施例 1-4 同樣地，針對於轉爐 1 中實施了鐵水預備處理的作為鐵水的熔液 2 實施脫碳處理，並實施脫碳吹煉直至碳濃度成為 0.05 質量%為止，從而製成熔鋼。繼而，作為還原步驟，與實施例 1-4 同樣地，添加 35 kg/t 的矽源來對熔液 2 實施還原處理。還原處理結束時的熔液 2 的錳濃度為大約 24 質量%。進而，作為脫氣步驟，與實施例 1-4 同樣地，於真空脫氣裝置 5 中對熔液 2 實施脫氣處理。於脫氣步驟中，對自盛鋼桶 4 的吹入口 40 吹入的 Ar 氣體的流量進行調整，藉此，於任意變更攪拌動力 ε 的多個條件下進行脫氣處理。

【0049】 作為實施例 2 的結果，表 2 中示出還原步驟中的矽源的

添加量、Mn 良率、出鋼時的熔液 2 的矽濃度、脫氣步驟中的攪拌動力及脫氣步驟中的脫氣處理所需要的時間。如表 2 所示般，實施例 2 中，於脫氣步驟中的攪拌動力不同的實施例 2-1～實施例 2-10 的 10 個條件下對高錳鋼進行冶煉。再者，實施例 1-4 中的脫氣步驟中的攪拌動力 ε 相當於實施例 2-1。另外，於實施例 2-1～實施例 2-10 中，關於所述以外的冶煉條件，與實施例 1-4 相同。

【0050】 [表 2]

	$0.013 \times W_{Mn} \times X_{Mn} / X_{Si}$	$0.150 \times W_{Mn} \times X_{Mn} / X_{Si}$	W_{Si}	Mn 良率	出鋼時 [Si]	攪拌 動力	脫氣處 理時間
	kg/t	kg/t	kg/t	%	質量%	W/t	min
實施例 2-1	4.9	56	35	58	0.13	226.1	48
實施例 2-2	4.9	56	35	57	0.13	282.6	47
實施例 2-3	4.9	56	35	56	0.13	339.1	44
實施例 2-4	4.9	56	35	58	0.13	538.7	42
實施例 2-5	4.9	56	35	57	0.13	616.6	40
實施例 2-6	4.9	56	35	56	0.13	805.1	42
實施例 2-7	4.9	56	35	56	0.13	1037.8	43
實施例 2-8	4.9	56	35	57	0.13	1141.5	45
實施例 2-9	4.9	56	35	58	0.13	1375.0	47
實施例 2-10	4.9	56	35	59	0.13	1556.6	49

【0051】 如表 2 所示般，於攪拌動力 ε 成為 300 W/t 以上、1300 W/t 以下的實施例 2-3～實施例 2-8 的條件下，與攪拌動力 ε 未滿 300 W/t 的實施例 2-1、實施例 2-2 或攪拌動力 ε 超過 1300 W/t 的實施例 2-9、實施例 2-10 相比，可確認到脫氣處理所需要的時間變短。認為其原因在於，對熔液 2 賦予適當的攪拌動力並進行攪拌，藉此促進了真空脫氣處理中的脫氫、脫氮及夾雜物的浮出。

【0052】 相對於此，於攪拌動力 ε 未滿 300 W/t 的實施例 2-1、實

施例 2-2 的條件下，由於攪拌弱，故脫氫或脫氮需要時間，因此成為脫氣處理所需要的時間變長的結果。另外，於攪拌動力 ε 超過 1300 W/t 的實施例 2-9、實施例 2-10 的條件下，攪拌過強，因此熔渣 3 朝熔液 2 的捲入量變多，使熔液 2 中的熔渣系夾雜物浮出需要時間，因此成為脫氣處理所需要的時間變長的結果。

【符號說明】

【0053】

1：轉爐

10：爐體

11、53：頂吹式吹管

12：底吹式噴嘴

13：滑槽

2：熔液

3：熔渣

4：盛鋼桶

40：吹入口

5：真空脫氣裝置

50：真空槽

500：上蓋

51：排氣管

52：攪拌氣體供給路徑

54：供給口

S100：脫碳步驟

S102：還原步驟

S104：脫氣步驟



I685577

【發明摘要】

【中文發明名稱】高錳鋼的冶煉方法

【中文】

本發明提供一種當對含有 5 質量%以上的錳的高錳鋼進行冶煉時，可獲得高的錳良率且可高效率地進行冶煉的、高錳鋼的冶煉方法。當對含有 5 質量%以上的錳的鋼進行冶煉時，具備：脫碳步驟，於轉爐中對鐵水實施脫碳處理，藉此使鐵水成為碳濃度低的熔鋼；還原步驟，於脫碳步驟之後，將錳源及矽源添加至轉爐中所收容的熔鋼中，藉此對熔鋼進行還原處理；以及脫氣步驟，於還原步驟之後，於真空脫氣裝置中對熔鋼進行真空脫氣處理，且於還原步驟中，根據作為目標的鋼的錳濃度添加錳源，以滿足（1）式的方式添加矽源。

【指定代表圖】圖 1。

【代表圖之符號簡單說明】

S100：脫碳步驟

S102：還原步驟

S104：脫氣步驟

【特徵化學式】

無