



(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 I828175 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 01 月 01 日

(21)申請案號：111120536

(22)申請日：中華民國 111 (2022) 年 06 月 02 日

(51)Int. Cl. : C22B9/00 (2006.01)

C21C7/00 (2006.01)

C21C7/10 (2006.01)

(30)優先權：2021/06/11 日本

2021-098131

(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：根岸秀光 NEGISHI, HIDEMITSU (JP)；山田令 YAMADA, REI (JP)

(74)代理人：賴經臣；宿希成

(56)參考文獻：

CN 109252008A

JP 2000-345234A

審查人員：許嘉展

申請專利範圍項數：4 項 圖式數：6 共 20 頁

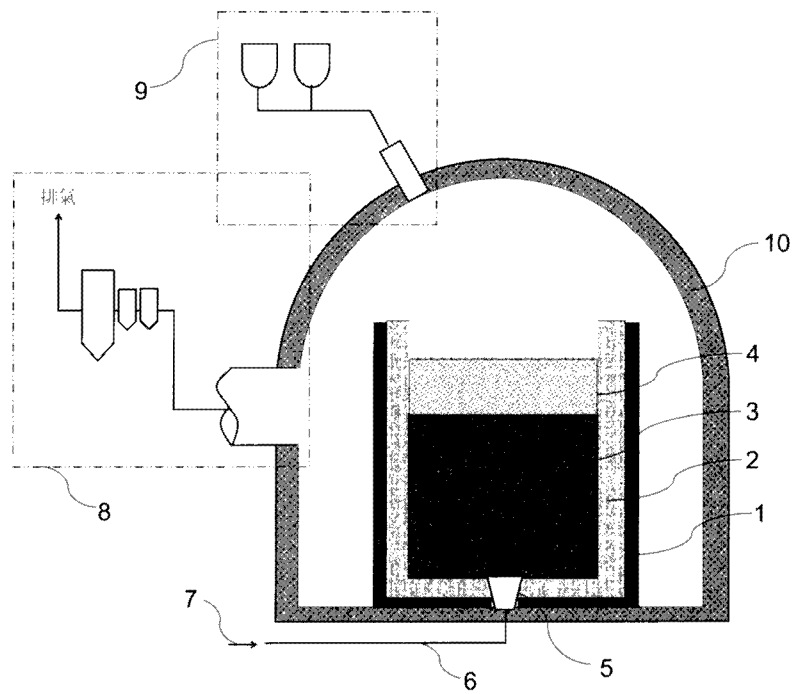
(54)名稱

熔鋼之脫氮方法及鋼之製造方法

(57)摘要

本發明提出一種不使用頂吹氣體而可穩定地於短時間內達到極低氮濃度範圍之方法。本發明之熔鋼之脫氮方法係使含有 CaO 及 Al₂O₃ 之爐渣及含 Al 之熔鋼接觸而除去熔鋼中之氮的脫氮處理，並以 60 W/t 以上之攪拌動力密度 ε 攪拌上述熔鋼；上述含有 CaO 及 Al₂O₃ 之爐渣係組合對熔鋼中添加含金屬 Al 之物質而進行脫酸從而製成上述含 Al 之熔鋼的 Al 添加步驟，及對上述熔鋼中添加含 CaO 之物質的 CaO 添加步驟所形成。於上述脫氮處理中，較佳為將熔鋼或爐渣之表面設為 1.0×10^5 Pa 以下之環境。本發明之鋼之製造方法係對所獲得之熔鋼調整成分後進行鑄造。

指定代表圖：



【圖1】

符號簡單說明：

- 1: 容器
- 2: 耐火物
- 3: 熔鋼
- 4: 含有 CaO 及 Al_2O_3 之爐渣
- 5: 底吹噴嘴
- 6: 氣體配管
- 7: 攪拌用惰性氣體
- 8: 排氣系統
- 9: 合金添加系統
- 10: 真空容器



I828175

【發明摘要】

【中文發明名稱】 熔鋼之脫氮方法及鋼之製造方法

【中文】

本發明提出一種不使用頂吹氣體而可穩定地於短時間內達到極低氮濃度範圍之方法。本發明之熔鋼之脫氮方法係使含有 CaO 及 Al_2O_3 之爐渣及含 Al 之熔鋼接觸而除去熔鋼中之氮的脫氮處理，並以 60 W/t 以上之攪拌動力密度 ε 攪拌上述熔鋼；上述含有 CaO 及 Al_2O_3 之爐渣係組合對熔鋼中添加含金屬 Al 之物質而進行脫酸從而製成上述含 Al 之熔鋼的 Al 添加步驟，及對上述熔鋼中添加含 CaO 之物質的 CaO 添加步驟所形成。於上述脫氮處理中，較佳為將熔鋼或爐渣之表面設為 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 以下之環境。本發明之鋼之製造方法係對所獲得之熔鋼調整成分後進行鑄造。

【指定代表圖】 圖1

【代表圖之符號簡單說明】

- 1: 容器
- 2: 耐火物
- 3: 熔鋼
- 4: 含有 CaO 及 Al_2O_3 之爐渣
- 5: 底吹噴嘴
- 6: 氣體配管

7:攪拌用惰性氣體

8:排氣系統

9:合金添加系統

10:真空容器

【發明說明書】

【中文發明名稱】 熔鋼之脫氮方法及鋼之製造方法

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種藉由使填充於盛桶(ladle)等反應容器中之熔鋼、與添加/形成於熔鋼上之爐渣(slag)接觸而除去熔鋼中之氮的方法、及藉由該方法所熔製的鋼之製造方法。

【先前技術】

【0002】 對於金屬材料而言，氮為有害成分。在習知之製鋼製程中，主要使熔鐵中之氮[N]吸附在熔鐵之脫碳處理時產生之一氧化碳的氣泡表面而除去。因此，有關碳濃度較低之熔鋼，則由於一氧化碳之產生量有限，因此無法藉由相同之方法除去氮至低濃度。

【0003】 另一方面，為了減少 CO₂ 排出量，有必要將製鋼製程自習知之使用高爐、轉爐之方法轉變為熔解碎鐵(scrap)或還原鐵之方法。於此情形時，所獲得之熔融鐵之碳濃度變低，因上述理由而有無法熔製低氮鋼之虞。

【0004】 因此，已提出有若干自使用爐渣之熔鋼的脫氮方法。例如，專利文獻 1 中揭示一種於真空吹氧脫碳(VOD，Vacuum Oxygen Decarburization)爐中將熔鋼中之 Al 濃度保持在 0.7 mass%以上之濃度至少 5 分鐘，藉由生成氮化鋁(以下記為 AlN)以進行脫氮的方法。

【0005】 又，專利文獻 2 中揭示一種利用電爐以鐵屑為主鐵源熔製熔鋼，並將熔鋼倒出至另一精煉容器中加以保持，然後添加包含含 Al 物

質之脫氮用助熔劑，而使 AlN 轉變成爐渣後，對熔鋼吹送含氧氣體從而進行脫氮的方法。

【0006】 又，專利文獻 3 中揭示一種藉由將熔融金屬裝入具有氣體頂吹功能之精煉容器中，利用以 CaO 及 Al₂O₃ 為主成分之爐渣覆蓋該熔融金屬之表面，然後對該被覆爐渣面以氣體與熔融金屬不直接接觸之程度吹送氧化性氣體從而進行脫氮的方法。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0007】

專利文獻 1：日本專利特開平 5-320733 號公報

專利文獻 2：日本專利特開 2007-211298 號公報

專利文獻 3：日本專利特開平 8-246024 號公報

【發明內容】

(發明所欲解決之問題)

【0008】 然而，上述習知技術中存在以下問題點。

即，專利文獻 1 或 2 所記載之技術存在如下之問題：為了脫氮而利用 AlN 之生成，所生成之 AlN 之一部分會殘存於熔鋼中，在後續步驟之鑄造時則成為破裂之起點。

【0009】 又，若想使用利用 AlN 生成之脫氮方法來熔製數十 massppm 左右之低氮鋼，從 Al 與 N 之溶度積考慮至少需要使 Al 濃度為數 mass%~10 mass%左右。或者，如想有效地利用脫氮反應，則需要數百 massppm 左右之初始氮濃度。專利文獻 1 或 2 所記載之技術存在

第2頁，共 13 頁(發明說明書)

如下之問題：為了熔製低氮鋼，步驟方面所用之成本變得非常高，導致僅可用於不鏽鋼等熔解氮量較高之鋼種。

【0010】 專利文獻 3 所記載之技術中，用以使熔鋼與氧化性氣體阻隔之條件，可例舉：

(1)每 1 噸熔鋼至少確保 15 kg 之爐渣量；及

(2)將爐渣量、底吹氣體量、頂吹氣體組成及其流量、噴槍(lance)高度及環境壓力等控制在適當之範圍內。

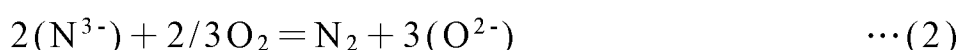
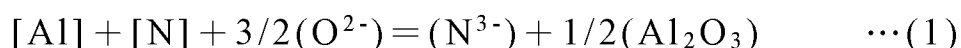
由於條件(1)係根據填充熔鋼之容器之尺寸來增大爐渣量，條件(2)中並未記載具體之控制手段、控制範圍，且確認氣體與熔鋼阻隔之方法並不明確，因此適合條件不明確。本發明人等已確認，即便於與專利文獻 3 所記載之合適例相同之範圍內進行試驗，實際上亦會因氧化性氣體使爐渣-金屬界面之表觀氧分壓增加，而抑制爐渣-金屬間之氮轉移，因此脫氮速度變慢，於操作上並不實用。

【0011】 本發明係鑒於此種情況所完成者，其目的在於提出一種於使用爐渣進行熔鋼之脫氮精煉時，可不使用頂吹氣體而穩定地於短時間內達到極低氮濃度範圍的熔鋼之脫氮方法。進而，提出一種使用藉由該熔鋼之脫氮方法所熔製之熔鋼的鋼之製造方法。

(解決問題之技術手段)

【0012】 本發明人等鑒於該等問題反覆銳意研究，結果發現：對於如先前專利文獻中所提出經由爐渣將熔鋼中之氮轉為氣相而除去之脫氮處理中其反應之速率瓶頸(律速)步驟係，爐渣側及金屬側之氮的物質轉移，亦即，使用金屬、爐渣、氣體三相之熔鋼之脫氮反應，在下述(1)式

及(2)式之反應中，(2)式之反應，因為氣體-爐渣界面之氧分壓即使很小也進行，因此，要對爐渣或金屬賦予充分之攪拌，以及爐渣熔融之比率(以下稱為渣化率)要高，是很重要之事。在下述反應式中，[M]表示元素 M 溶存包含於熔鋼中之狀態，(R)表示元素 R 於爐渣中之形態或化學物質 R 溶存包含於爐渣中之狀態，以下為本說明書中之記法。



【0013】 可有效解決上述問題之本發明的熔鋼之脫氮方法係，使含有 CaO 及 Al_2O_3 之爐渣及含 Al 之熔鋼接觸而除去熔鋼中之氮的脫氮處理，並以 60 W/t 以上之攪拌動力密度 ε 攪拌上述熔鋼；上述含有 CaO 及 Al_2O_3 之爐渣係組合對熔鋼中添加含金屬 Al 之物質而進行脫酸從而製成上述含 Al 之熔鋼的 Al 添加步驟，及對上述熔鋼中添加含 CaO 之物質的 CaO 添加步驟所形成。

【0014】 又，有關本發明的熔鋼之脫氮方法，被認為可採取如下等更佳之解決手段：

(a)於上述脫氮處理中，將熔鋼或爐渣之表面設為 1.0×10^5 Pa 以下之環境；

(b)於上述脫氮處理中，使上述爐渣中之 MgO 濃度(MgO)為 5.0 mass%以下；

(c)於上述脫氮處理中，在上述爐渣中之 MgO 濃度(MgO)超過 5.0 mass%後每增加 1.0 mass%，則使處理中之熔鋼溫度 T_f 增加 5°C 以上；

(d)於上述 Al 添加步驟中，將熔鋼中之 Al 濃度[Al](mass%)設為基

於脫氮處理時之攪拌動力密度 ϵ (W/t)並為利用下述式(A)所計算出之值 $[Al]_e$ 以上。

$$[Al]_e = -0.072 \times \ln(\epsilon) + 0.5822 \quad \cdots (A)$$

【0015】 可有效解決上述問題的本發明之鋼之製造方法其特徵在於，對藉由上述熔鋼之脫氮方法中任一者所熔製之熔鋼任意地調整成分後進行鑄造。

(對照先前技術之功效)

【0016】 根據本發明，當使用爐渣進行熔鋼之脫氮精煉時，可不使用頂吹氣體而穩定地於短時間內除去氮至極低氮濃度範圍。

【圖式簡單說明】

【0017】

圖 1 係表示適合本發明之一實施形態的熔鋼之脫氮方法的裝置之一例之示意圖。

圖 2 係表示熔鋼之攪拌動力密度 ϵ 對爐內壓力 P 與極限氮濃度偏差之上限 $Max[N]_f$ 的關係產生之影響的曲線圖。

圖 3 係表示攪拌動力密度 ϵ 與極限氮濃度 $[N]_f$ 之關係的曲線圖。

圖 4 係表示爐渣中之 MgO 濃度(MgO)對極限氮濃度 $[N]_f$ 產生之影響的曲線圖。

圖 5 係表示爐渣 MgO 濃度(MgO)變化時，用以獲得同一極限氮濃度 $[N]_f$ 之熔鋼溫度 T_f 之曲線圖。

圖 6 係表示用以獲得極限氮濃度 $[N]_f = 25 \text{ massppm}$ 之熔鋼中之 Al 濃度 $[Al]_e$ 與攪拌動力密度 ϵ 之關係的曲線圖。

【實施方式】

【0018】 以下，對本發明之實施形態進行具體說明。再者，各圖式為示意圖，其有時會與實際情況不同。又，以下實施形態係例示用以實現本發明之技術思想的裝置或方法者，並非將構成被限定為下述者。即，本發明之技術思想可在申請專利範圍所記載之技術範圍內施加各種變更。

【0019】 圖 1 中表示實施本發明的較佳之裝置構成。於內襯有耐火物 2 之盛桶等容器 1 中填充熔鋼 3，並於其上形成含有 CaO 及 Al_2O_3 之爐渣 4。在具有排氣系統 8 及合金添加系統 9 之真空容器 10 中將熔鋼 3 及爐渣 4 表面設為減壓環境之狀態下，藉由自與氣體配管 6 連接之底吹噴嘴 5 吹入攪拌用惰性氣體 7 而進行攪拌。攪拌用惰性氣體 7 較佳為不包含氮氣之 Ar 氣體等。

【0020】 對熔鋼 3 中添加含金屬 Al 之物質而進行脫酸從而製成含 Al 之熔鋼的步驟(Al 添加步驟)、與對熔鋼 3 中添加含 CaO 之物質的步驟(CaO 添加步驟)可使用合金添加系統 9 來進行，亦可於放入真空容器 10 前之步驟中進行。對熔鋼 3 進行脫酸之步驟(脫酸步驟)與 Al 添加步驟可分開進行。 CaO 添加步驟可於任意時期實施。 CaO 添加步驟若於脫酸步驟後實施，則可將脫酸反應所致之熔鋼溫度上升用於爐渣之渣化，因此較佳。 CaO 添加步驟若於 Al 添加步驟之後實施，則可抑制因所添加之含 Al 物質被具有厚度之爐渣阻礙而無法到達熔鋼從而導致脫酸不良或爐渣組成之偏差，因此進而較佳。

【0021】 含有 CaO 及 Al_2O_3 之爐渣 4 的形成係利用含 CaO 之物質

之添加及因熔鋼之脫酸而產生之 Al_2O_3 ，例如亦可將作為預熔金屬(pre-melt)或預混品之鋁酸鈣作為含 CaO 之物質使用而進行。有關爐渣組成，如渣化率較高，則對脫氮反應越有利，較佳為使 CaO 與 Al_2O_3 之質量比 C/A 處於 $0.4 \sim 1.8$ 之範圍內，更佳為進而處於 $0.7 \sim 1.7$ 之範圍內。

【0022】攪拌用氣體 7 向熔鋼中之供給除了上述方法以外，亦可為例如經由惰性氣體吹入用噴槍(Injection Lance)注入至熔鋼中之形式。

以下，對本發明之較佳之實施形態進行詳細說明。

【0023】

(第 1 實施形態)

第 1 實施形態係於不具有氣體頂吹設備之設備中，檢討如何穩定地脫氮至低氮濃度之方法時所發現者。在滿足圖 1 構成要件之小型高頻真空感應熔解爐中，對 15 kg 熔鋼 3，以肉眼無法確認到熔鋼面之程度的量形成含 15 kg/t 以上、 MgO 濃度為 $0 \sim 17 \text{ mass\%}$ 之含有 CaO 及 Al_2O_3 之爐渣 4。然後，在調整爐內之環境氣壓後，一面以 $200 \text{ W/t} \sim 2000 \text{ W/t}$ 之攪拌動力密度對熔鋼賦予攪拌，一面進行熔鋼之脫氮處理。首先，於改變爐環境之真空度(環境氣壓) $P(\text{Pa})$ 之脫氮試驗中，如圖 2 所示，處理後之氮濃度之偏差上限值 $\text{Max}[\text{N}]_f(\text{massppm})$ 根據攪拌動力密度 $\epsilon(\text{W/t})$ 而變化。此時，熔鋼中之初始氮濃度 $[\text{N}]_i$ 為 50 massppm ， Al 濃度 $[\text{Al}]$ 為 $0.7 \text{ mass\%}$ ，爐渣組成以 CaO 與 Al_2O_3 之質量比 C/A 計為 1.2，爐渣中之 MgO 濃度(MgO)為 $5 \text{ mass\%}$ ，熔鋼溫度 T_f 為 1600°C ，處理時間 t 為 30 分鐘。於低攪拌動力密度($\epsilon \sim 500 \text{ W/t}$)下，在環境氣壓 P 達到 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 之前，極限氮濃度之偏差上限值 $\text{Max}[\text{N}]_f$ 穩定。又，於圖 1

之設備構成之情形，在密閉空間內之溫度上升或底吹氣體之影響下環境氣壓 P 與外部大氣相比壓力上升數%。另一方面，已知，於高攪拌動力密度($\epsilon > 500$ W/t)下，當環境氣壓 P 超過 0.7×10^5 Pa 時極限氮濃度之偏差上限值 $\text{Max}[N]_f$ 開始增加，攪拌動力密度 ϵ 越高，則處理後之極限氮濃度之偏差上限值 $\text{Max}[N]_f$ 越大。因此，於本實施形態中，將較佳之環境氣壓 P 規定為 1.0×10^5 Pa 以下，進而較佳為設為 0.7×10^5 Pa 以下。其被認為原因在於，利用底吹氣體進行之鋼浴攪拌會使熔鋼表面隆起而一部分露出，自此處發生向熔鋼中之吸氮。

【0024】其次，將 MgO 濃度(MgO)固定在 5%，將爐環境氣壓 P 設為 0.7×10^5 Pa，將 Al 濃度[Al]設為 1.0 mass%，初始氮濃度 $[N]_i$ 、爐渣組成之 C/A、熔鋼溫度 T_f 及處理時間 t 與上述相同，且使攪拌動力密度 ϵ 變為 20~1500 W/t 後，進行脫氮試驗。其結果，如圖 3 所示，以 60 W/t 以上之水準之攪拌動力密度 ϵ ，可達到低氮濃度範圍(氮濃度 $[N]_f$ 為 35 massppm 以下)。又，極低氮濃度範圍(氮濃度 $[N]_f$ 為 25 massppm 以下)可以 200 W/t 以上之水準之攪拌動力密度 ϵ 達成。即，第 1 實施形態為使含有 CaO 及 Al_2O_3 之爐渣及含 Al 之熔鋼接觸而除去熔鋼中之氮的脫氮處理，並以 60 W/t 以上之攪拌動力密度 ϵ 攪拌上述熔鋼的熔鋼之脫氮方法；上述含有 CaO 及 Al_2O_3 之爐渣係藉由組合對熔鋼中添加含金屬 Al 之物質而進行脫酸從而製成上述含 Al 之熔鋼的 Al 添加步驟，及對上述熔鋼中添加含 CaO 之物質的 CaO 添加步驟所形成；或者進而於上述脫氮處理中，將熔鋼或爐渣之表面設為 1.0×10^5 Pa 以下之環境的熔鋼之脫氮方法係根據如上所述之調查結果所獲得者。再者，攪拌動力密

度 ε 之上限並未特別限定，但由於即便大量地吹入底吹氣體亦無法有效地利用而穿過，因此將 5000 W/t 左右設為上限，而適當地設定在不會發生可能與攪拌動力密度 ε 之上升相對應地產生之不良情況(例如，原料金屬向爐蓋之附著等)的範圍內。又，由於過度之減壓會導致排氣系統等設備費用增加，因此爐環境氣壓 P 之下限較佳為設為 10^3 Pa 左右。

【0025】

(第 2 實施形態)

第 2 實施形態係於調查含有 CaO 及 Al_2O_3 之爐渣中之 MgO 濃度 (MgO) 之影響時所發現者。將攪拌動力密度 ε 固定在 500 W/t，將爐環境氣壓 P 設為 0.7×10^5 Pa，初始氮濃度 $[\text{N}]_i$ 、 Al 濃度 $[\text{Al}]$ 、爐渣組成之 C/A 、熔鋼溫度 T_f 及處理時間與上述相同，將爐渣中之 MgO 濃度 (MgO) 變更為 0~17 mass% 而進行脫氮試驗。其結果，如圖 4 所示，爐渣中之 MgO 濃度 (MgO) 為 5 mass% 以下之水準時達到低氮濃度範圍(氮濃度 $[\text{N}]_f$ 為 35 massppm 以下)，但若為更多之濃度，則極限氮濃度 $[\text{N}]_f$ 不下降而維持在高位。第 2 實施形態係除上述第 1 實施形態以外，進而將爐渣中之 MgO 濃度 (MgO) 限制在 5 mass% 以下的熔鋼之脫氮方法，其根據如上所述之調查結果所獲得。再者，熔鋼溫度 T_f 使用脫氮處理後之熔鋼溫度，雖亦取決於作為後續步驟之鑄造步驟或搬送時間，但較佳為以 1600℃ 以上結束脫氮處理。又，爐渣中之 MgO 濃度 (MgO) 之下限並未特別限定，亦可為 0 mass%。

【0026】

(第 3 實施形態)

第 3 實施形態係對填充熔鋼之容器的耐火物保護之觀點而言必須提高 MgO 濃度時脫氮速度會下降之點，研究改善方案時所發現者。使用上述小型高頻真空感應熔解爐，使含有 CaO 及 Al₂O₃ 之爐渣中之 MgO 濃度(MgO)於 0 mass%至飽和濃度之範圍內變化時，使熔鋼中之氮[N]_f下降至 25 massppm 所需之熔鋼溫度 T_f作調查。其結果，如圖 5 所示，隨著爐渣中之 MgO 濃度(MgO)增加 1.0 mass%，則需要使熔鋼溫度 T_f增加約 5℃。將調查之爐環境氣壓 P 設為 4×10³ Pa，將 Al 濃度[Al]設為 0.7 mass%，將初始氮濃度[N]_i設為 50 massppm，將爐渣組成之 C/A 設為 1.2，將攪拌動力密度 ε 設為 60 W/t，且將處理時間設為 30 分鐘。藉由該調查，因 MgO 濃度增加所導致可補償脫氮反應下降的熔鋼溫度增加量可定量地被判明。第 3 實施形態係除了第 1 實施形態以外，在爐渣中之 MgO 濃度(MgO)超過 5.0 mass%後每增加 1.0 mass%，使熔鋼之溫度增加 5℃ 以上的熔鋼之脫氮方法，其根據如上所述之調查結果所獲得。

【0027】

(第 4 實施形態)

於專利文獻 3 中，為了提高爐渣-金屬間之氮分配比所需之熔鋼中之 Al 濃度[Al]被要求為 0.3 mass%至 2 mass%之濃度，因此於熔製普通鋼時成本變高。第 4 實施形態為了解決該問題，而進行將熔鋼中之 Al 濃度[Al]抑制為更低之濃度是否可進行脫氮之研究時所發現者。對在上述小型高頻真空感應熔解爐中，為了使熔鋼中之氮下降至 25 massppm 所需之最低限度之 Al 濃度[Al]_e進行了調查，結果如圖 6 所示，所需之 Al 濃

度 $[Al]_e(\text{mass}\%)$ 根據攪拌動力密度 $\epsilon(\text{W/t})$ 而變化。此處，將爐渣中之 MgO 濃度 (MgO) 設為 $0 \text{ mass}\%$ ，將熔鋼溫度 T_f 設為 1600°C ，初始氮濃度 $[N]_i$ 及爐渣組成之 C/A 與上述相同。將成為調查之前提之爐環境氣壓 P 設為 $0.7 \times 10^5 \text{ Pa}$ ，將攪拌動力密度 ϵ 以於處理中固定之方式控制在 $200 \sim 2000 \text{ W/t}$ 之範圍內，將處理時間設為 30 分鐘。第 3 實施形態係除了第 1～第 3 實施形態中之任一者以外，於 Al 添加步驟中，將熔鋼中之 Al 濃度 $[Al](\text{mass}\%)$ 設為基於脫氮處理時之攪拌動力密度 $\epsilon(\text{W/t})$ 並為利用下述式(A)所計算出之值 $[Al]_e$ 。以上的熔鋼之脫氮方法，其根據如上所述之調查結果所獲得。

$$[Al]_e = -0.072 \times \ln(\epsilon) + 0.5822 \quad \dots(A)$$

【0028】

(鋼之製造方法)

對藉由上述熔鋼之脫氮方法所熔製之熔鋼，視需要調整為其他既定之成分，並於中介物之形態控制或懸浮分離之後進行鑄造，如此較佳。其亦可於製成低氮鋼後，調整各種成分而製造高級鋼。

[實施例]

【0029】 以下，對本發明之實施例進行詳細說明。使用圖 1 構成之裝置，對盛桶內之 1600°C 以上之熔鋼添加金屬 Al ，而使熔鋼中之 Al 濃度為 $0.085 \sim 0.1 \text{ mass}\%$ ，並且添加 CaO 或耐火物保護用 MgO 而形成 $CaO-Al_2O_3$ 二元系爐渣、或 $CaO-Al_2O_3-MgO$ 三元系爐渣之後，以攪拌動力密度 ϵ 成為 $60 \sim 1000 \text{ W/t}$ 之方式供給底吹攪拌氣體。以 160 t 之熔鋼量進行試驗。以爐渣組成計， CaO 與 Al_2O_3 之質量比 C/A 處於 $0.4 \sim$

1.8 之範圍內。

表 1 中表示試驗條件及結果。於充分之攪拌動力密度 ϵ 下之處理 No.1~4 中，處理後之 N 濃度[N]_f 變為 35 massppm 以下，結果良好。另一方面，攪拌動力密度 ϵ 較低之處理 No.5 於相同之處理時間內未進行充分之脫氮。

【0030】

[表 1]

No.	爐渣	熔鋼			P 10 ⁵ Pa	[N] _i massppm	[N] _f massppm	t min	備註
	(MgO)	[Al]	T _f	ϵ					
	mass%	mass%	°C	W/t					
1	10	0.1	1600	60	0.67	50	35	30	發明例
2	5	0.1	1600	60	0.67	50	30	30	發明例
3	10	0.1	1625	200	0.67	50	25	30	發明例
4	10	0.085	1625	1000	0.67	50	13	30	發明例
5	10	0.1	1600	30	1.0	50	49	30	比較例

(產業上之可利用性)

【0031】 本發明之熔鋼之脫氮方法可適用於利用電爐等熔解低碳之碎鐵或還原鐵而製造熔鋼之製鋼製程中，從而穩定地量產低氮鋼，因此其有助於削減 CO₂，並於產業上極為有用。

【符號說明】

【0032】

- 1: 容器
- 2: 耐火物
- 3: 熔鋼
- 4: 含有 CaO 及 Al₂O₃ 之爐渣
- 5: 底吹噴嘴

6:氣體配管

7:攪拌用惰性氣體

8:排氣系統

9:合金添加系統

10:真空容器

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種熔鋼之脫氮方法，其係使含有CaO及Al₂O₃之爐渣及含Al之熔鋼接觸而除去熔鋼中之氮的脫氮處理；

其中上述含有CaO及Al₂O₃之爐渣係組合對熔鋼中添加含金屬Al之物質而進行脫酸從而製成含Al之熔鋼的Al添加步驟，及對上述熔鋼中添加含CaO之物質的CaO添加步驟所形成；該熔鋼之脫氮方法其特徵在於，以60 W/t以上之攪拌動力密度 ϵ 攪拌上述熔鋼；

於上述脫氮處理中，使上述爐渣中之MgO濃度(MgO)為5.0 mass%以下；且

於上述脫氮處理中，在上述爐渣中之MgO濃度(MgO)超過5.0 mass%後每增加1.0 mass%，則使處理中之熔鋼溫度 T_f 增加5℃以上。

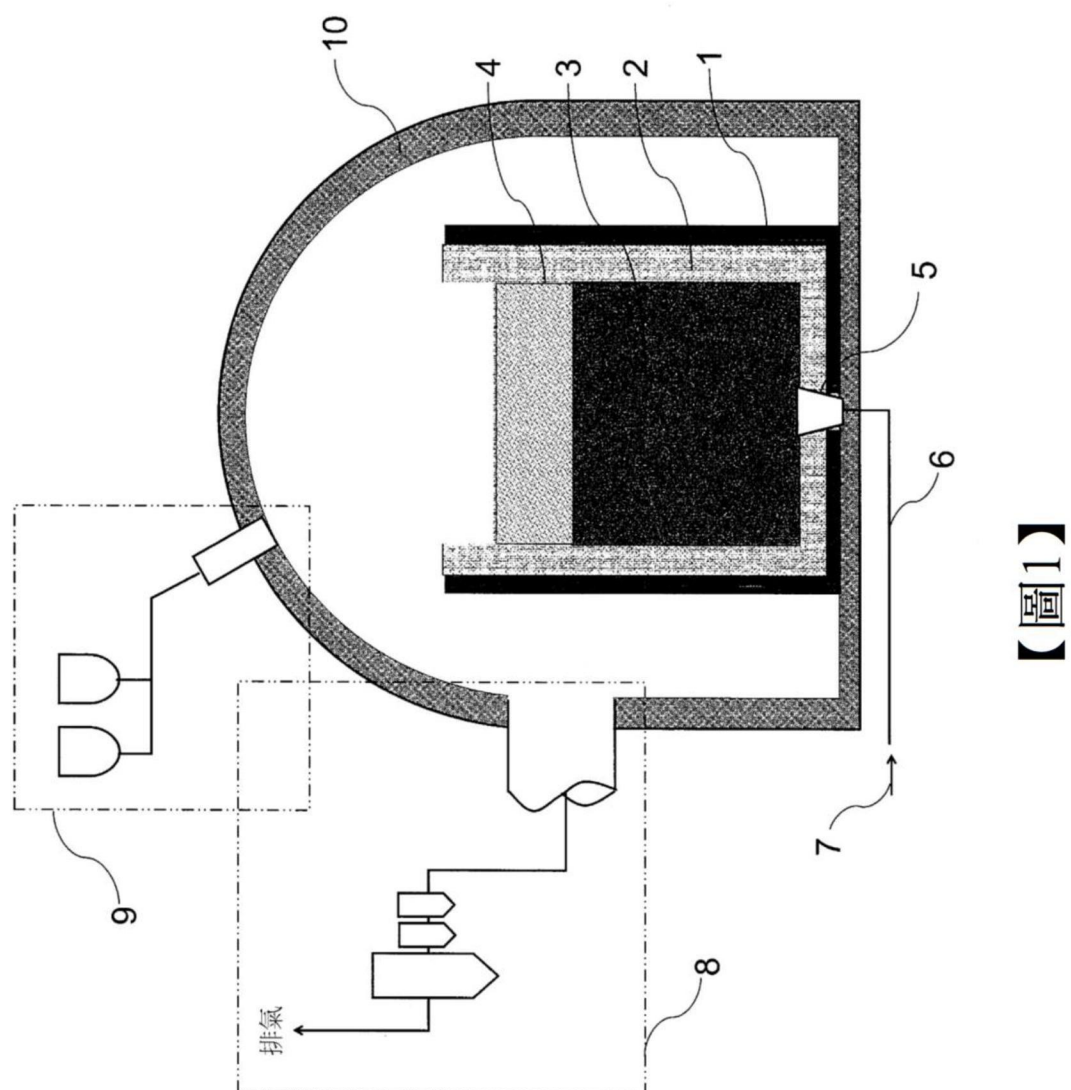
【請求項2】 如請求項1之熔鋼之脫氮方法，其中，於上述脫氮處理中，將熔鋼或爐渣之表面設為 1.0×10^5 Pa以下之環境。

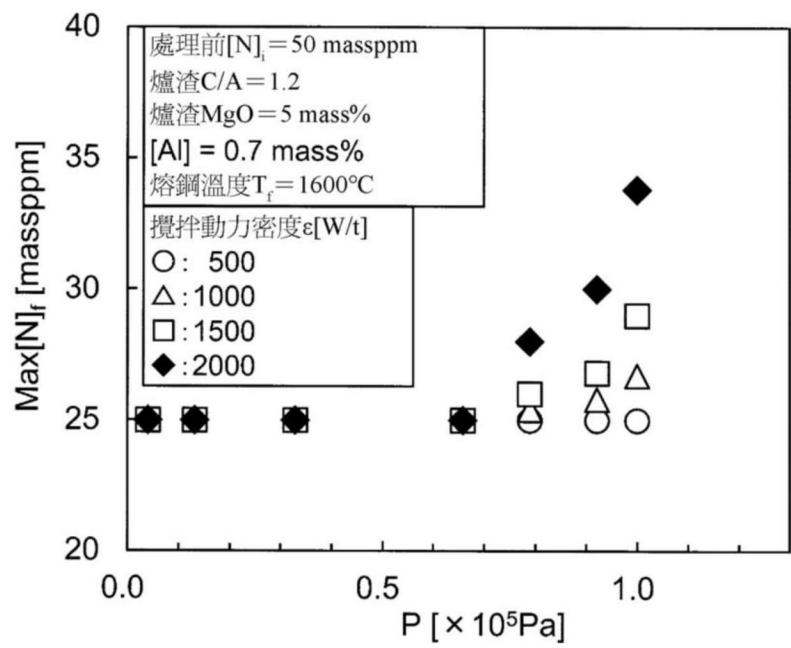
【請求項3】 如請求項1或2之熔鋼之脫氮方法，其中，於上述Al添加步驟中，將熔鋼中之Al濃度[Al](mass%)設為基於脫氮處理時之攪拌動力密度 ϵ (W/t)並為利用下述式(A)所計算出之值[Al]_e以上：

$$[Al]_e = -0.072 \times \ln(\epsilon) + 0.5822 \quad \cdots (A)。$$

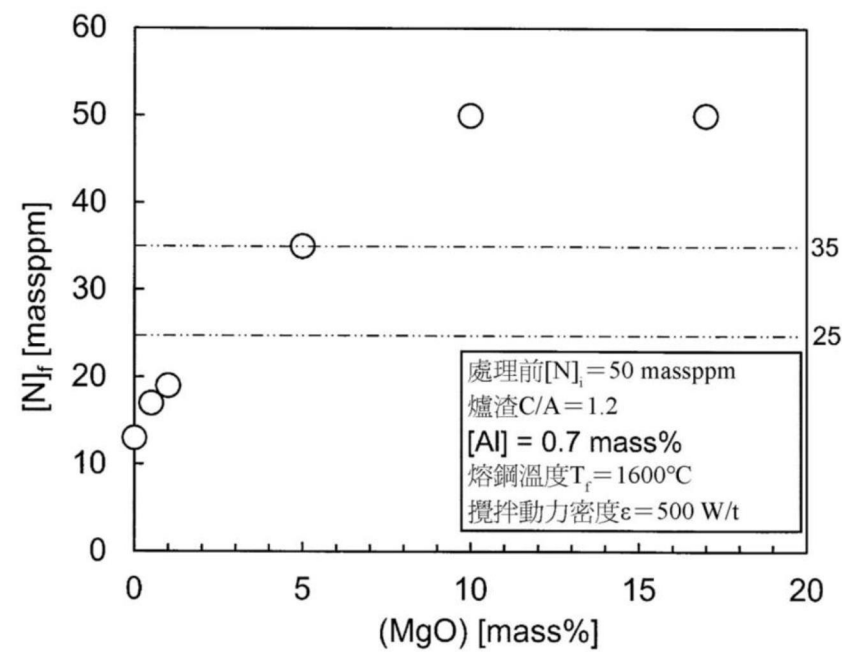
【請求項4】 一種鋼之製造方法，其特徵在於，對藉由請求項1至3中任一項之熔鋼之脫氮方法所熔製之熔鋼任意地調整成分後進行鑄造。

【發明圖式】

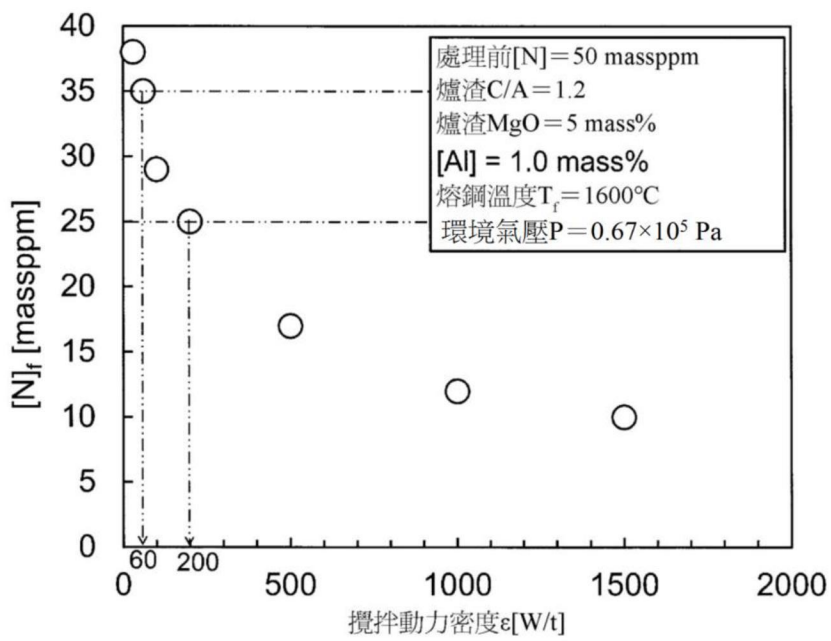




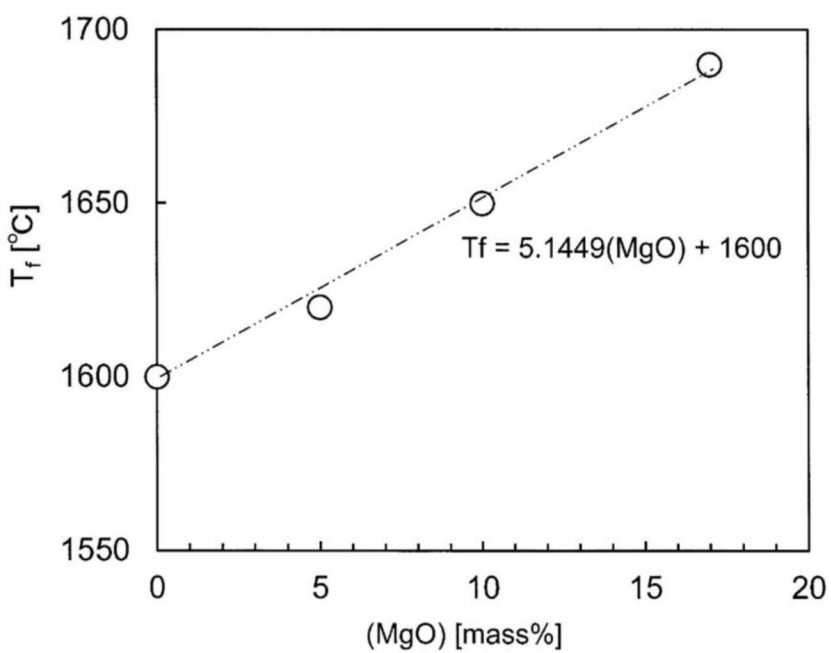
【圖2】



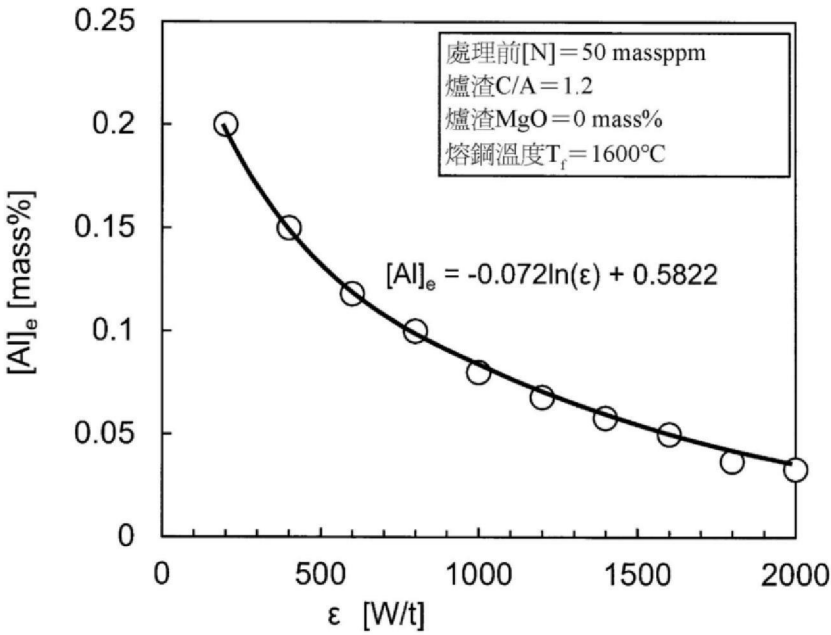
【圖3】



【圖4】



【圖5】



【圖6】