



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201919792 A

(43)公開日：中華民國 108 (2019) 年 06 月 01 日

(21)申請案號：107128928

(22)申請日：中華民國 107 (2018) 年 08 月 20 日

(51)Int. Cl. : **B22D11/10 (2006.01)**

(30)優先權：2017/08/30 日本

2017-165960

(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：橫山英樹 YOKOYAMA, HIDEKI (JP)；田宮堅一郎 TAMIYA, KENICHIRO (JP)

(74)代理人：葉璟宗；卓俊傑

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：6 項 圖式數：8 共 34 頁

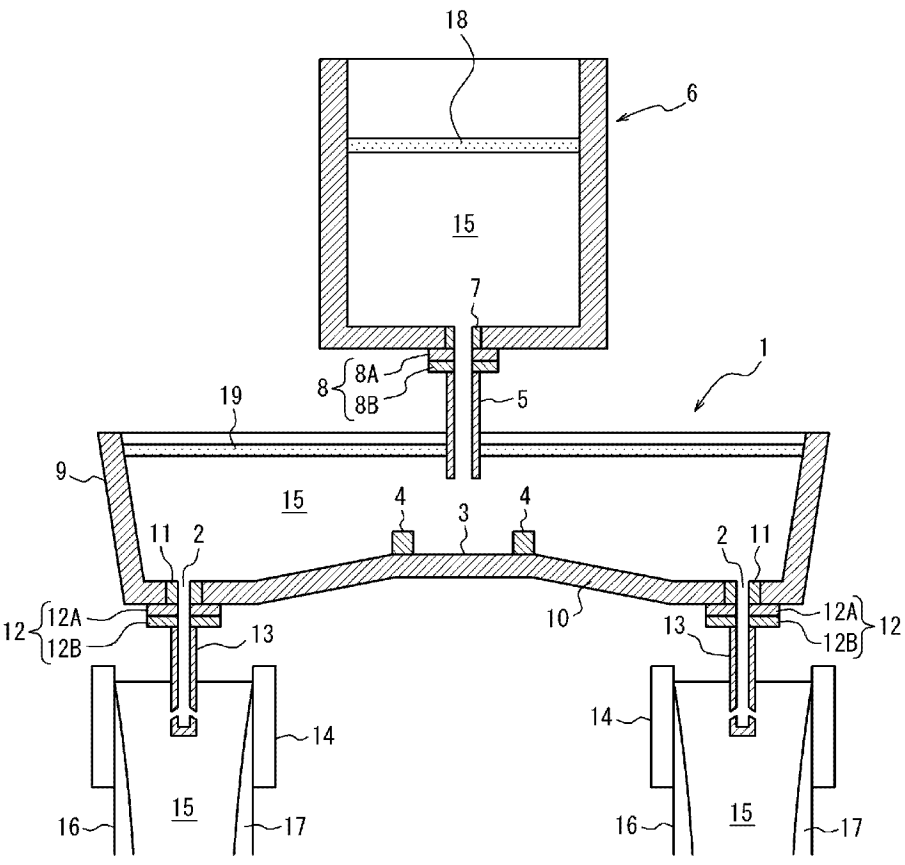
(54)名稱

鋼的連續鑄造方法及薄鋼板的製造方法

(57)摘要

本發明提供一種可抑制微小的礦渣系夾雜物的生成並提高鋼的清潔度的鋼的連續鑄造方法。本發明為一種自澆斗 6 經由餵槽 1 而向連續鑄造鑄模 14 內供給熔鋼 15 來連續鑄造的鋼的連續鑄造方法，所述鋼的連續鑄造方法的特徵在於：自在長頸噴嘴 5 的側面開口的氣體流路向在長頸噴嘴內通過的熔鋼流供給流量 Q (NL/min) 的氮氣，所述流量 Q 滿足以下的式 (1)： $2 \leq Q/W < 200 \times H^{1/2} \times D^{3/2}$... (1) 此處， Q ：氮氣流量 (NL/min)、 W ：熔鋼流通量 (t/min)、 H ：長頸噴嘴浸漬深度 (m)、 D ：長頸噴嘴內徑 (m)。

指定代表圖：



【圖1】

- 符號簡單說明：
- 1 . . . 餵槽
 - 2 . . . 熔鋼流出孔
 - 3 . . . 熔融金屬液對接部
 - 4 . . . 堤部
 - 5 . . . 長頸噴嘴
 - 6 . . . 澆斗
 - 7 . . . 澆斗上噴嘴
 - 8 . . . 澆斗滑動噴嘴
 - 8A、12A . . . 固定板
 - 8B、12B . . . 滑動板
 - 9 . . . 餵槽鐵皮
 - 10 . . . 耐火物
 - 11 . . . 餵槽上噴嘴
 - 12 . . . 餵槽滑動噴嘴
 - 13 . . . 浸漬噴嘴
 - 14 . . . 連續鑄造鑄模(鑄模)
 - 15 . . . 熔鋼
 - 16 . . . 鑄片
 - 17 . . . 凝固殼
 - 18 . . . 澆斗礦渣
 - 19 . . . 餵槽礦渣

【發明說明書】

【中文發明名稱】鋼的連續鑄造方法及薄鋼板的製造方法

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種鋼的連續鑄造方法，特別是有關於一種使用在長頸噴嘴（long nozzle）處的氣體吹入的礦渣（slag）流出判定技術的連續鑄造方法與使用該連續鑄造方法的薄鋼板的製造方法，所述長頸噴嘴用以自澆斗（ladle）向連續鑄造餵槽（tundish）內注入熔鋼。

【先前技術】

【0002】 高清潔度鋼的連續鑄造中，在自澆斗向餵槽內注入熔鋼時，如圖 1 所示，經由設置於澆斗底部的澆斗上噴嘴 7、澆斗滑動噴嘴 8 及長頸噴嘴 5 而將熔鋼注入至餵槽內熔鋼中，藉此防止熔鋼的空氣氧化或餵槽礦渣 19 的捲入。

【0003】 專利文獻 1、專利文獻 2 中記載有偵測澆斗礦渣的流出的技術。該技術中，使用圖 2 所例示的礦渣流出偵測裝置，並使惰性氣體在澆斗噴嘴或長頸噴嘴中流動，藉由惰性氣體的流量或背壓的變化來偵測因澆斗礦渣混入至熔鋼流中所引起的吸引力的變化。藉此，儘早偵測礦渣流出，從而減低成為餵槽內的熔鋼的再氧化的原因的澆斗礦渣的流入量。

【0004】 專利文獻 3 中記載有熔鋼淨化方法，其中，為了減低氧化鋁夾雜物，而向餵槽內的熔鋼中投入包含 $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 為 1.5 以上

的夾雜物吸收劑與含有 SiO_2 的熔點降低劑的粉末，從而在熔鋼表面形成沈澱物化礦渣，並使所上浮的氧化鋁夾雜物吸附於礦渣中。

【0005】 專利文獻 4 中記載有氣體吹入條件，其目的在於：藉由吹入惰性氣體而使長頸噴嘴內的壓力高於大氣壓，(1) 防止由空氣的吸入所引起的熔鋼的再氧化，(2) 長頸噴嘴內的惰性氣體的壓力變得過大，而相對於長頸噴嘴的浸漬深度，長頸噴嘴內的熔融金屬液面位置過度降低，藉此防止大量的惰性氣體上浮（沸騰（boiling））至長頸噴嘴的周圍而產生礦渣的捲入。

【0006】 專利文獻 5 中揭示有提高了氮濃度的強度及加工性等優異的罐用鋼板。專利文獻 6 中揭示有用以向熔鋼中添加氮的、與專利文獻 1、專利文獻 2 類似的礦渣流出偵測方法，且記載有如下方法：自設置於澆斗底部的噴嘴的較用於吹入礦渣流出偵測用的氣體的開孔更靠下游側的開孔吹入含氮的氣體來加氮。

[現有技術文獻]

[專利文獻]

【0007】 [專利文獻 1]日本專利特開昭 61-262454 號公報

[專利文獻 2]日本專利特開平 2-70372 號公報

[專利文獻 3]日本專利特開平 4-111952 號公報

[專利文獻 4]日本專利特開平 2-187239 號公報

[專利文獻 5]日本專利特開 2007-177315 號公報

[專利文獻 6]日本專利特開平 4-75767 號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之課題]

【0008】 對鋼要求高清潔度的方面中，對在薄鋼板製品中產生缺陷的夾雜物的成分進行詳細調查，結果判明，大多檢測到餵槽內的礦渣。若餵槽礦渣系的大型夾雜物存在於薄鋼板製品中，則存在製品缺陷的問題以與氧化鋁團簇系的夾雜物的情況不同的形態變得顯著的情況。該些夾雜物藉由軋製而在軋製方向上延伸得長。此時，在為氧化鋁團簇系的夾雜物的情況下，在微小的氧化鋁的一次粒子基本不發生變形地分散於鋼中的狀態下，其存在範圍在軋製方向上擴展得長。相對於此，在為餵槽礦渣系的大型夾雜物的情況下，在保持連續相的狀態下擴展得薄且長，因此藉由呈層狀薄薄地變形的夾雜物而將表背面側的鋼隔開的部分呈線狀形成。另外，夾雜物的變形能力大幅差於鋼，因此表面側的鋼的厚度顯著變薄。特別是，在面向容器的素材等的 0.2 mm 以下等厚度的薄鋼板製品中，有時藉由彎曲或深衝 (deep drawing) 等加工，在所述鋼變薄的部分破裂而線狀的瑕疵缺陷顯現化，強烈要求礦渣系夾雜物尺寸的極小化或減低礦渣系夾雜物的含量。

【0009】 專利文獻 3 的方法對於氧化鋁系夾雜物的減低而言有效，且對於如上所述般的 0.2 mm 以下等厚度的容器用的薄鋼板製品用素材的連續鑄造而言亦有效。但是，在專利文獻 3 的方法中，在使用專利文獻 1、專利文獻 2 的朝向長頸噴嘴的氣體吹入的礦渣流出偵測技術的情況下，有如下擔憂：因上浮至餵槽內的熔鋼表面的氣體氣泡所引起的攪拌而生成礦渣系的夾雜物。

【0010】 如專利文獻 4 般，藉由控制朝向長頸噴嘴的氣體吹入條件來防止沸騰，從而可某程度抑制粗大的礦渣系夾雜物的生成。但是，如在如上所述般的 0.2 mm 以下等厚度的容器用的薄鋼板製品中成為問題的微小的礦渣系夾雜物難以充分減低。

【0011】 在如專利文獻 5 般的製造高氮濃度的製品的情況下，雖亦實施一邊以專利文獻 6 的方式吹入易溶解於熔鋼中的氮氣並進行加氮一邊進行礦渣流出偵測，但就礦渣系夾雜物的減低的觀點而言，無法獲得充分的效果。

【0012】 即，本發明鑒於所述課題而目的在於提供一種可抑制微小的礦渣系夾雜物的生成並提高鋼的清潔度的鋼的連續鑄造方法及使用該連續鑄造方法的薄鋼板的製造方法。

[解決課題之手段]

【0013】 為了解決所述課題，本發明者等人進行了努力研究，結果可知，餵槽內的礦渣以微小的夾雜物的形式混入至熔鋼中的原因在於：藉由來自長頸噴嘴的礦渣流出偵測用的氣體吹入而小徑的氣體氣泡上浮至餵槽內的礦渣/熔鋼界面。而且，判明先前通常所使用的 Ar 氣體可成為礦渣系夾雜物減低的障礙。具體而言，Ar 氣體不易溶解於熔鋼中，因此在餵槽內熔鋼內以氣泡的形式上浮，於在礦渣/熔鋼界面通過時，會生成微小的熔融礦渣滴。為了解決該問題，本發明者等人進一步進行研究，結果發現，重要的是：在礦渣流出偵測用的氣體吹入中，代替 Ar 氣體而使用易溶解於熔鋼內的氮氣，而且根據與熔鋼流通量、長頸噴嘴浸漬深度及

長頸噴嘴內徑的關係而將氮氣流量調整為規定的範圍。藉此，在自吹入氣體起至氣泡到達至餵槽內的熔鋼表面的過程中，使氣泡溶解於鋼中，從而可使在餵槽內的礦渣/熔鋼界面通過的氣泡減低或微小化。其結果發現，可抑制因氣泡在餵槽內的礦渣/熔鋼界面通過而引起的微小的礦渣系夾雜物的生成。

【0014】 本發明是基於所述見解而完成者，其主旨構成如下所述。

[1]一種鋼的連續鑄造方法，其自澆斗經由餵槽而向連續鑄造鑄模內供給熔鋼來連續鑄造，所述鋼的連續鑄造方法的特徵在於：

在使長頸噴嘴的前端浸漬於表面被熔融礦渣覆蓋的餵槽內熔鋼中的狀態下，經由該長頸噴嘴而將自所述澆斗供給的熔鋼注入至所述餵槽內熔鋼中，其中所述長頸噴嘴與設置於所述澆斗的底部的噴嘴連通；

此時，自在所述長頸噴嘴的側面開口的氣體流路向在所述長頸噴嘴內通過的熔鋼流供給流量 Q (NL/min) 的氮氣；

所述流量 Q 滿足以下的式 (1)：

$$2 \leq Q/W < 200 \times H^{1/2} \times D^{3/2} \quad \dots (1)$$

此處， Q ：氮氣流量 (NL/min)、 W ：熔鋼流通量 (t/min)、 H ：長頸噴嘴浸漬深度 (m)、 D ：長頸噴嘴內徑 (m)。

【0015】 [2]如所述[1]所記載的鋼的連續鑄造方法，其中所述熔

融礦渣至少包含液相礦渣， CaO 、 SiO_2 、 Al_2O_3 及 MgO 這四元系中的所述熔融礦渣的組成滿足下述式（2）及式（3）：

$$\{ (\% \text{CaO}) + (\% \text{MgO}) \} / (\% \text{SiO}_2) \geq 1 \quad \dots (2)$$

$$25 \leq (\% \text{Al}_2\text{O}_3) \leq 45 \quad \dots (3)$$

此處， $(\% \text{CaO})$ 、 $(\% \text{SiO}_2)$ 、 $(\% \text{Al}_2\text{O}_3)$ 及 $(\% \text{MgO})$ 分別為 CaO 、 SiO_2 、 Al_2O_3 及 MgO 的質量百分率，且為以合計成為 100 的方式換算而得的值。

【0016】 [3]如所述[1]或[2]所記載的鋼的連續鑄造方法，其中使用所述熔鋼而製造的鋼鐵製品的氮含量的目標範圍的上限值為 50 質量 ppm 以下，以成為與所述上限值相比低 10 質量 ppm 以上的氮含量的方式對所述熔鋼進行精煉，然後進行連續鑄造。

【0017】 [4]如所述[1]或[2]所記載的鋼的連續鑄造方法，其中使用所述熔鋼而製造的鋼鐵製品的氮含量的目標範圍的下限值為 80 質量 ppm 以上，以成為高於所述下限值的氮含量的方式對所述熔鋼進行精煉，然後進行連續鑄造。

【0018】 [5]如所述[1]至[4]中任一項所記載的鋼的連續鑄造方法，其中藉由對所述氮氣的流量及/或背壓的變化進行檢測來偵測澆斗礦渣朝向所述餵槽內的流出。

【0019】 [6]一種薄鋼板的製造方法，其特徵在於：將使用如所述[1]至[5]中任一項所記載的鋼的連續鑄造方法而製造的鋼的鑄片

熱軋後，加以冷軋而製造板厚 0.2 mm 以下的容器用鋼板或捲壓加工用鋼板。

[發明的效果]

【0020】 根據本發明的鋼的連續鑄造方法及薄鋼板的製造方法，可抑制微小的礦渣系夾雜物的生成並提高鋼的清潔度。

【圖式簡單說明】

【0021】

圖 1 是表示通常的鋼的連續鑄造裝置的熔鋼注入部的概略剖面圖。

圖 2 是表示本發明的一實施形態的鋼的連續鑄造方法中所使用的連續鑄造裝置的長頸噴嘴及礦渣流出偵測裝置的概要的示意圖。

圖 3 是表示在實驗例 1 中將熔鋼流通量 W 設為參數時的、氮氣流量 Q 與夾雜物密度指數的關係的圖表。

圖 4 是表示在實驗例 1 中將熔鋼流通量 W 設為參數時的、 $Q/(W \times H^{1/2} \times D^{3/2})$ 與夾雜物密度指數的關係的圖表。

圖 5 是表示在實驗例 2 中將長頸噴嘴內徑 D 設為參數時的、氮氣流量 Q 與夾雜物密度指數的關係的圖表。

圖 6 是表示在實驗例 2 中將長頸噴嘴內徑 D 設為參數時的、 $Q/(W \times H^{1/2} \times D^{3/2})$ 與夾雜物密度指數的關係的圖表。

圖 7 是表示在實驗例 3 中將長頸噴嘴浸漬深度 H 設為參數時的、氮氣流量 Q 與夾雜物密度指數的關係的圖表。

圖 8 是表示在實驗例 3 中將長頸噴嘴浸漬深度 H 設為參數時的、 $Q/(W \times H^{1/2} \times D^{3/2})$ 與夾雜物密度指數的關係的圖表。

【實施方式】

【0022】 本發明的一實施形態的鋼的連續鑄造方法是自澆斗經由餵槽而向連續鑄造鑄模內供給熔鋼來連續鑄造，例如可使用圖 1 所示的具有熔鋼注入部的通常的連續鑄造裝置，進而使用圖 2 所示的構成作為礦渣流出偵測裝置來實施。

【0023】 圖 1 所示的連續鑄造裝置為 2 股(strand)型的鋼坯(slab)連續鑄造裝置，在餵槽 1 的兩端部設置有朝向鑄模的熔鋼流出孔 2，在餵槽 1 的中央部配置有來自澆斗 6 的熔鋼的熔融金屬液對接部 3。

【0024】 在圖 1 中，將外殼設為鐵皮 9，利用耐火物 10 對該鐵皮 9 的內側施工而成的餵槽 1 搭載於餵槽車（未圖示）而配置於連續鑄造鑄模 14 的上方規定位置。另外，在餵槽 1 的上方規定位置配置有收容有熔鋼 15 的澆斗 6。在澆斗 6 的底部設置有澆斗上噴嘴 7。包含固定板 8A 及滑動板 8B 的澆斗滑動噴嘴 8 以熔鋼流量控制裝置的形式與該澆斗上噴嘴 7 的下表面相接地設置。進而，用以阻斷大氣的長頸噴嘴 5 連接於澆斗滑動噴嘴 8 的下表面。滑動板 8B 連接於往返型致動器（未圖示），藉由往返型致動器的動作而在與固定板 8A 緊密地接觸的狀態下移動。藉由該移動來調整固定板 8A 的開口部與滑動板 8B 的開口部的開口部面積，藉此控制自澆斗 6 向餵槽 1 的熔鋼注入量。再者，為了防止熔鋼在澆斗上噴

嘴 7 內凝固而堵塞澆斗上噴嘴 7，而在澆斗的移動中，在澆斗上噴嘴 7 中填塞噴嘴填砂以不使熔鋼侵入。另外，形成熔鋼流出孔 2 的餵槽上噴嘴 11 與耐火物 10 嵌合地設置於餵槽 1 的底部。包含固定板 12A 及滑動板 12B 的餵槽滑動噴嘴 12 以熔鋼流量控制裝置的形式與該餵槽上噴嘴 11 的下表面相接地設置。進而，前端浸漬於連續鑄造鑄模 14 的內部的熔鋼 15 中的浸漬噴嘴 13 連接於餵槽滑動噴嘴 12 的下表面。滑動板 12B 連接於往返型致動器（未圖示），藉由往返型致動器的動作而在與固定板 12A 緊密地接觸的狀態下移動。藉由該移動來調整固定板 12A 的開口部與滑動板 12B 的開口部的開口部面積，藉此控制自餵槽 1 向鑄模 14 的熔鋼供給量。

【0025】 關於餵槽 1 的底面，位於長頸噴嘴 5 的正下方的熔融金屬液對接部 3 的部位最高，另一方面，位於熔融金屬液對接部 3 的兩側的熔鋼流出孔 2 的部位最低。熔融金屬液對接部 3 的底面及熔鋼流出孔 2 的部位的底面均為水平，自包含熔融金屬液對接部 3 的水平部至包含熔鋼流出孔 2 的部位的底面為傾斜面，在包含熔融金屬液對接部 3 的水平部的端部分別設置有堤部 4。

【0026】 在使長頸噴嘴 5 的前端浸漬於表面被餵槽礦渣 19（熔融礦渣）覆蓋的餵槽內熔鋼中的狀態下，經由長頸噴嘴 5 而將自澆斗 6 供給的熔鋼注入至餵槽內熔鋼中。進而，在使熔鋼 15 滯留於餵槽 1 中的狀態下，自餵槽 1 經由熔鋼流出孔 2 而向連續鑄造鑄

模 14 中供給熔鋼 15。供給至鑄模 14 中的熔鋼 15 與鑄模 14 接觸而被冷卻，從而形成凝固殼 17，將外殼設為凝固殼 17 且將內部設為未凝固的熔鋼 15 的鑄片 16 在連續鑄造鑄模 14 的下方被連續地拔出，不久直至中心部為止完全凝固而製造鑄片。自澆斗 6 向餵槽 1 的熔鋼 15 的注入流藉由長頸噴嘴 5 而與大氣阻斷。另外，自餵槽 1 向鑄模 14 的熔鋼 15 的注入流藉由浸漬噴嘴 13 而與大氣阻斷。另外，澆斗 6 內熔鋼的表面由澆斗礦渣 18 覆蓋，餵槽 1 內熔鋼的表面由餵槽礦渣 19 覆蓋。

【0027】 此處，在澆斗 6 內的熔鋼耗盡的情況下，將空的澆斗與另一收容有經加熱的熔鋼的澆斗交換而進行連續連續鑄造（以下，稱為「連連鑄」）。在澆斗 6 內的熔鋼耗盡時，澆斗礦渣 18 流入至長頸噴嘴 5 內，因此需要儘早偵測澆斗礦渣 18 來抑制澆斗礦渣 18 流出至餵槽 1 內。參照圖 2 來對該偵測方法進行說明。

【0028】 氣體配管 20 所劃分的氣體流路在長頸噴嘴 5 的側面開口，經由該氣體流路而向在長頸噴嘴內通過的熔鋼流中供給惰性氣體。氣體配管 20 是 N₂ 用配管 21 與 Ar 用配管 22 合流而成。藉由對分別設置於配管 21、配管 22 的減壓閥 23、減壓閥 24 與設置於氣體配管 20 的調節閥 25 進行控制而可控制氣體配管 20 內的惰性氣體的種類及流量。

【0029】 本實施形態中，在經由長頸噴嘴 5 而將自澆斗 6 供給的熔鋼注入至餵槽內熔鋼中時，自氣體配管 20 向在長頸噴嘴內通過的熔鋼流中供給氮氣。於在長頸噴嘴內僅熔鋼通過的階段中，對

氣體配管 20 內的氣體流路施加的吸引力為一定，因此設置於氣體配管 20 的壓力計 26 或流量計 27 所示的壓力（背壓）或流量為一定。另一方面，於在長頸噴嘴內熔鋼以外的澆斗礦渣 18 亦通過時，由於澆斗礦渣 18 與熔鋼相比為輕量，因此吸引力變小。其結果，壓力計 26 所示的壓力（通常相對於大氣壓而為負壓）上升，流量計 27 所示的流量變小。藉由利用記錄計 28 對此種氮氣的流量及/或背壓的變化進行檢測來偵測澆斗礦渣 18 朝向餵槽 1 內的流出。

【0030】 本發明者等人使用圖 1、圖 2 所示的 2 股型的鋼坯連續鑄造裝置，並將溶解於熔鋼中的氮氣用作澆斗礦渣流出偵測用的朝向長頸噴嘴的吹入氣體，並且在各種熔鋼流通量 W (t/min)、長頸噴嘴浸漬深度 H (m) 及長頸噴嘴內徑 D (m) 的條件下，對氮氣流量 Q (NL/min) 給微小夾雜物的生成帶來的影響進行調查。以下，以實驗例 1～實驗例 3 的形式進行說明。

【0031】 在各實驗例中，利用洩漏磁通式的夾雜物感測器對冷軋為板厚 0.2 mm 以下的薄鋼板進行測定，並對粒徑約 100 μm 以上的微小夾雜物在鋼中的個數密度進行評價。如此發現，該夾雜物的個數密度藉由將 $Q/(W \times H^{1/2} \times D^{3/2})$ 設為指標而可統一地整理各種條件下的調查結果。

【0032】 針對所述夾雜物的個數密度，將 Ar 氣體用作為朝向長頸噴嘴的吹入氣體，並將熔鋼流通量 W 設為 7.0 (t/min)、將長頸噴嘴浸漬深度 H 設為 0.5 (m)、將長頸噴嘴內徑 D 設為 0.175 (m)、將穩定澆鑄時的 Ar 氣體流量 Q_{Ar} 設為 20 (NL/min)，以將此時的

值設為基準（即 1）的指數（夾雜物密度指數）在各種條件下進行評價。

【0033】（實驗例 1）

首先，將 W (t/min) 設為參數而變更為 5、7、9，在以 H 為 0.4 m、以 D 為 0.175 m 的一定的條件下，對在 15~100 的範圍內變更 Q (NL/min) 時的夾雜物密度指數的變化進行調查，將結果示於圖 3 中。在任一熔鋼流通量 W 下，均成為隨著氮氣流量 Q 增大而夾雜物密度指數增大的傾向，另外，在 W 相對小的情況下，該傾向變得顯著。

【0034】 因此，將圖表的橫軸變更為與 Q 一起亦使用 W 的指標，對 W 的影響進行各種評價，結果如圖 4 所示，可知，藉由將 $Q/(W \times H^{1/2} \times D^{3/2})$ 設為指標而可統一地整理各種條件下的調查結果。

【0035】（實驗例 2）

繼而，將長頸噴嘴內徑 D (m) 設為參數而變更為 0.115、0.145、0.175，在以 H 為 0.4 m、以 W 為 7 t/min 的一定的條件下，對在 15~80 的範圍內變更 Q (NL/min) 時的夾雜物密度指數的變化進行調查，將結果示於圖 5 中。在任一長頸噴嘴內徑 D 下，均成為隨著氮氣流量 Q 增大而夾雜物密度指數增大的傾向，另外，在 D 相對小的情況下，該傾向變得顯著。

【0036】 因此，將圖表的橫軸變更為與 Q 一起亦使用 D 的指標，對 D 的影響進行各種評價，結果如圖 6 所示，可知，藉由將 $Q/(W \times H^{1/2} \times D^{3/2})$ 設為指標而可統一地整理各種條件下的調查結果。

【0037】（實驗例 3）

繼而，將長頸噴嘴浸漬深度 H (m) 設為參數而變更為 0.2、0.3、0.4、0.5，在以 D 為 0.175 m、以 W 為 7 t/min 的一定的條件下，對在 15~80 的範圍內變更 Q (NL/min) 時的夾雜物密度指數的變化進行調查，將結果示於圖 7 中。在任一長頸噴嘴浸漬深度 H 下，均成為隨著氮氣流量 Q 增大而夾雜物密度指數增大的傾向，另外，在 H 相對小的情況下，該傾向變得顯著。

【0038】 因此，將圖表的橫軸變更為與 Q 一起亦使用 H 的指標，對 H 的影響進行各種評價，結果如圖 8 所示，可知，藉由將 $Q/(W \times H^{1/2} \times D^{3/2})$ 設為指標而可統一地整理各種條件下的調查結果。

【0039】 如上所述，可知，在將氮氣用作為澆斗礦渣流出偵測用的朝向長頸噴嘴的吹入氣體的情況下，在氮氣流量 Q (NL/min)、熔鋼流通量 W (t/min)、長頸噴嘴浸漬深度 H (m) 及長頸噴嘴內徑 D (m) 的各種工作條件下，藉由將 $Q/(W \times H^{1/2} \times D^{3/2})$ 設為指標而可統一地整理夾雜物密度指數。而且，確認到：藉由將指標值 $Q/(W \times H^{1/2} \times D^{3/2})$ 設為未滿 200、更理想為未滿 150，與將 Ar 氣體用作朝向長頸噴嘴的吹入氣體的現有技術相比，可大幅減低夾雜物的個數密度。

【0040】 其中，若相對於熔鋼流通量 W 而過度減小氮氣流量 Q ，則存在如下情況：在穩定注入時，礦渣流出偵測用氣體的吹入壓力（負壓）亦擺動而不穩定，從而難以判定伴隨礦渣流出的吹入壓力的上升。因此，為了使氮氣的吹入壓力穩定而可在短時間內

精度良好地判定礦渣流出，較佳為將 Q/W 設為 2 以上、更理想為 3 以上。

【0041】 即，藉由將 Q/W 設為滿足下述式（1）的範圍，在將氮氣用作礦渣流出偵測用氣體的情況下，可在短時間內精度良好地判定礦渣流出，且可抑制因餵槽礦渣而引起的微小夾雜物的生成。

$$2 \leq Q/W < 200 \times H^{1/2} \times D^{3/2} \quad \dots (1)$$

Q ：氮氣流量（NL/min）

W ：熔鋼流通量（t/min）

H ：長頸噴嘴浸漬深度（m）

D ：長頸噴嘴內徑（m）

關於所述式（1）的條件式，實驗性確認到：可應用於 W 為 4 t/min～12 t/min、 H 為 0.2 m～0.8 m、 D 為 0.1 m～0.25 m 的範圍廣的條件中，並且可判定礦渣流出且對於微小夾雜物的抑制而言有效。

【0042】 再者，在所述調查中，作為為了將餵槽內的熔鋼與大氣阻斷而添加至餵槽內的餵槽助熔劑，使用表 1 所示的組成者，在開放澆斗上噴嘴時，根據流入至餵槽內的噴嘴填砂的量及熔鋼朝向餵槽的流入量來添加。

【0043】 [表 1]

	T.Fe	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	揮發成分	水分	其他
餵槽助熔劑組成 (質量%)	0.0	1.3	19.7	58.5	0.6	8.5	7.5	3.9

【0044】 餵槽礦渣是將如下成分組合而合成：所添加的餵槽助熔劑、SiO₂ 為主要成分的噴嘴填砂、Al₂O₃ 為主要成分且自鋼中上浮的脫氧產物、CaO 及 Al₂O₃ 為主要成分且含有 SiO₂、MgO、FeO 等的澆斗礦渣的流入成分以及通常對高氧化鋁質耐火物實施 MgO 塗佈的餵槽的內襯耐火物的溶解成分等。因此，藉由各自的混合比例的變化或礦渣與熔鋼的反應，餵槽礦渣的組成發生變化。該些的結果，餵槽礦渣的組成在 CaO、SiO₂、Al₂O₃ 及 MgO 這四元系中，以 $\{(\%CaO) + (\%MgO)\} / (\%SiO_2) \geq 1$ 且 $25 \leq (\%Al_2O_3) \leq 45$ 的範圍在連續鑄造中推移。此處， $(\%CaO)$ 、 $(\%SiO_2)$ 、 $(\%Al_2O_3)$ 及 $(\%MgO)$ 分別為 CaO、SiO₂、Al₂O₃ 及 MgO 的質量百分率，且為以該些的合計成為 100 的方式換算而得的值。將餵槽礦渣的組成的例子示於表 2 中。

【0045】 [表 2]

	T.Fe	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	其他
餵槽礦渣組成 (質量%)	0.6	14.0	36.8	41.1	4.6	2.9

【0046】 所述組成範圍的礦渣中，在餵槽內的熔鋼溫度下，產生

大量的低黏度的液相，可高效地吸收自熔鋼上浮的 Al_2O_3 系夾雜物，並且熔鋼中的 Al 被礦渣氧化而可抑制 Al_2O_3 系夾雜物增加。

【0047】 此時，作為本發明的對象的鋼主要為鋼中 Al 含量為 0.005 質量%～0.06 質量%的 Al 脫氧鋼，但未必限定於此。在理想為特別減低餵槽礦渣系的夾雜物的情況下，可不限於所述 Al 脫氧鋼地應用本發明。

【0048】 如上所述般的流動性高的礦渣中，因由自熔鋼中上浮的氣泡所引起的攪拌而容易產生微小的礦渣系夾雜物，因此對於朝向長頸噴嘴的吹入氣體而言，需要代替 Ar 氣體而使用易溶解於熔鋼中的氮氣，並且限制為與工作條件對應的適當的氮氣吹入速度。

【0049】 其中，在代替 Ar 氣體而將氮氣用作礦渣流出偵測用氣體的情況下，無法避免鋼中氮濃度的上升。因此，在精煉階段中，需要事先使氮濃度充分降低，理想為以成為與使用熔鋼而製造的鋼鐵製品的氮含量的目標範圍的上限值相比低 10 質量 ppm 以上的氮含量的方式對該熔鋼進行精煉。因此，在該上限值為 50 ppm 以下的情況下，在轉爐等的精煉步驟中，需要注意使供於連續鑄造中的熔鋼的氮含量充分降低來決定所使用的副原料或各種製程氣體種類、合金添加方法等。

【0050】 另外，在目標氮含量例如高至 80 質量 ppm 以上的鋼種的連續鑄造中，先前使用向長頸噴嘴中吹入大量的氮氣來加氮的方法。但是，本發明的方法中，未必能夠增大吹入長頸噴嘴中的氮氣流量，而未必能夠確保充分的加氮量。因此，在目標氮含量

的下限值為 80 質量 ppm 以上的鋼種的連續鑄造中，亦需要在精煉階段中以成為高於該下限值的氮含量的方式決定精煉方法、副原料、添加合金等。

【0051】 關於將以所述方式連續鑄造的鑄片熱軋後，冷軋為板厚 0.2 mm 以下而製造的容器用鋼板或捲壓加工用鋼板，與將 Ar 氣體用作礦渣流出偵測用氣體的先前的方法相比，因礦渣系的微小夾雜物減低而由壓製加工後的線狀瑕疵所引起的不良率大幅減低至 1/2 以下。

[實施例]

【0052】 藉由使用圖 1、圖 2 所示的 2 股型的鋼坯連續鑄造裝置來連續鑄造面向容器的素材的低碳鋁脫氧鋼，而實施對本發明例與比較例進行比較的實驗。

【0053】 利用容量 300 噸的轉爐對在鐵水預備處理中實施了脫磷處理的鐵水進行脫碳，將所獲得的熔鋼在未脫氧狀態下受鋼至澆斗。其後，將鋁灰添加至澆斗內的礦渣上而使礦渣還原改質，然後，利用 RH 脫氣裝置添加鋁來對熔鋼進行脫氧，從而進行二次精煉。經過二次精煉而獲得表 3 所示的成分的熔鋼後，利用 2 股的垂直彎曲鋼坯連續鑄造機來製造作為熱軋用的素材的厚度 260 mm 的鋼坯鑄片。如圖 1 所示，自澆斗 6 的底部的澆斗上噴嘴 7 經由長頸噴嘴 5 而向容量 50 噸的餵槽 1 中注入熔鋼。進而，自餵槽 1 的底部的餵槽上噴嘴 11 經由浸漬噴嘴 13 而注入至連續鑄造鑄模 14 中，拔出鑄片 16，並在表 4 所示的各條件下實施連續鑄造。

以將連續鑄造鑄模內的熔鋼位準保持為一定的方式自動控制餵槽滑動噴嘴 12 的開度，並且在穩定澆鑄時，以將餵槽內的熔鋼量保持為一定的方式自動控制澆斗滑動噴嘴 8 的開度。來自澆斗的熔鋼流通量 W 是藉由在單位時間的期間所拔出的鑄片的質量與餵槽內熔鋼質量的增加量的和來算出。

【0054】 [表 3]

(質量%)	C	Si	Mn	P	S	Al	目標 N
鋼種 A	0.04	0.01	0.25	0.017	0.012	0.041	≤ 0.0050
鋼種 B	0.04	0.01	0.26	0.016	0.013	0.039	0.0080~0.0110

【0055】 [表 4]

	比較例 1	比較例 2	比較例 3	發明例 1	發明例 2
礦渣流出偵測用氣體種類	氫	氮	氮	氮	氮
礦渣流出偵測用氣體流量、Q (NL/min)	20	30	100	20	60
長頸噴嘴內徑、D (m)	0.175	0.115	0.175	0.175	0.175
長頸噴嘴浸漬深度、H (m)	0.50	0.25	0.30	0.50	0.45
熔鋼流通量、W (t/min)	7.0	6.0	6.5	7.0	8.2
Q/W	2.9	5.0	15.4	2.9	7.3
Q/(W×H ^{1/2} ×D ^{3/2})	-	256	384	55	149
製品氮含量目標範圍 (質量 ppm)	≤ 50	≤ 50	80~110	≤ 50	80~110
澆斗內熔鋼氮濃度 (質量 ppm)	45	40	73	40	82
餵槽內熔鋼氮濃度 (質量 ppm)	45	45	87	44	91
冷軋鋼板夾雜物數指數	1	1.1	1.2	0.4	0.6

【0056】 在來自澆斗的熔鋼注入中，使用圖 2 中示意性示出概要的裝置，自設置於長頸噴嘴 5 的上部的氣體吹入孔吹入礦渣流出偵測用的氣體。此時，基於測定氣體的吹入壓力及氣體的吹入速

度而得的結果，判定來自澆斗的熔鋼注入末期的澆斗礦渣流出，從而結束來自澆斗的熔鋼的注入，並進行澆斗交換。將氮氣或氬氣用作礦渣流出偵測用的氣體，利用減壓閥 23 或減壓閥 24 調整為規定的供給壓後，在穩定澆鑄時，將調整為規定的吹入速度 Q (NL/min) 的流量調節閥 25 的開度保持為一定，利用設置於流量調節閥 25 的下游側（長頸噴嘴的吹入孔側）的壓力計 26 及流量計 27 來測定氣體的吹入壓力及吹入速度。若在來自澆斗的熔鋼注入的末期，澆斗礦渣混入至注入流，則由長頸噴嘴內的下落流所引起的吸引力減小，氣體的吹入壓力上升，並且氣體的吹入速度降低。因此，對該些吹入壓力及吹入速度的至少任一者進行偵測而結束澆斗的熔鋼注入，並交換澆斗來繼續進行連連鑄。

【0057】 在任一試驗條件下，餵槽助熔劑使用表 1 所示的組成者，且根據噴嘴填砂及熔鋼朝向餵槽的流入量來添加，其結果，餵槽礦渣的組成在 CaO 、 SiO_2 、 Al_2O_3 及 MgO 這四元系中，以 $\{(\% \text{CaO}) + (\% \text{MgO})\} / (\% \text{SiO}_2) \geq 1$ 且 $25 \leq (\% \text{Al}_2\text{O}_3) \leq 45$ 的範圍在連續鑄造中推移，從而實現上浮至熔鋼/礦渣界面附近的夾雜物的吸收促進。關於餵槽礦渣的組成，在來自澆斗的熔鋼注入量成為澆斗內的初始的熔鋼量的 10%、50% 及 90% 的各時間點，自餵槽採取試樣，並藉由螢光 X 射線分析裝置來分析而求出。

【0058】 針對目標氮濃度（鋼製品的氮含量的目標範圍）低的鋼種 A 及目標氮濃度高的鋼種 B，如表 4 般變更連續鑄造時的礦渣流出偵測用氣體的氣體種類及氣體吹入速度 Q (NL/min)、長頸噴

嘴的內徑 D (m) 及浸漬深度 H (m)、來自澆斗的熔鋼流通量 W (t/min) 各條件，並實施各發明例及各比較例。

【0059】 在目標氮濃度低的鋼種 A 中，將氮氣用作礦渣流出偵測用氣體的發明例 1 及比較例 2 中，為了減低熔鋼的氮含量，在轉爐精煉時，不使用通常添加的焦炭作為熱源，作為熱源，使用相對昂貴的土壤石墨或矽鐵合金。在目標氮濃度高的鋼種 B 中，實施了本發明的發明例 2 中，為了事先充分提高 2 次精煉階段中的熔鋼的氮含量，而在 RH 處理後，添加氮化錳，並且吹入氮氣，攪拌熔鋼來進行成分調整。

【0060】 利用連續鑄造機而製成作為熱軋用的鋼素材的鋼坯後，對該些鋼坯在熱精加工溫度：890℃、捲取溫度：650℃下進行熱軋，加以酸洗後，以軋製率 92% 實施冷軋，從而製成板厚 0.14 mm。繼而，利用連續退火爐升溫至退火溫度 760℃ 後，實施以平均冷卻速度 5℃/s 冷卻至 500℃ 的連續退火。其後，以軋製率 1.5% 實施回火軋製後，將藉此所獲得的鋼板通板至具有可檢測至夾雜物直徑 100 μm 的洩漏磁通式的夾雜物感測器的製造生產線，藉此進行夾雜物指數（單位質量的鋼中的直徑 100 μm 以上的夾雜物的個數密度除以將氮氣用作礦渣流出偵測用氣體的比較例 1 時的值並指數化而得的值）的評價。

【0061】 將氮氣用作礦渣流出偵測用氣體並設為滿足 $Q/(W \times H^{1/2} \times D^{3/2}) < 200$ 的條件的發明例 1、發明例 2 中，夾雜物指數大幅減低，將所獲得的鋼板製品壓製加工成食罐用容器而得的

製品的由線狀瑕疵所引起的不良率大幅減低至 1/2。

【0062】 即便將氮氣用作礦渣流出偵測用氣體亦不滿足 $Q/(W \times H^{1/2} \times D^{3/2}) < 200$ 的條件的比較例 2、比較例 3 中，未確認到夾雜物指數的減少，壓製加工後的製品的由線狀瑕疵所引起的不良率亦與使用氬氣的比較例 1 為相同程度。

【0063】 在任一試驗條件下，來自澆斗的熔鋼注入末期中的礦渣流出偵測用氣體的吹入壓的變化的偵測狀況均良好，且澆斗礦渣的流出偵測亦無問題。

[產業上的可利用性]

【0064】 根據本發明的鋼的連續鑄造方法及薄鋼板的製造方法，可抑制微小的礦渣系夾雜物的生成並提高鋼的清潔度。

【符號說明】

【0065】

- 1：餵槽
- 2：熔鋼流出孔
- 3：熔融金屬液對接部
- 4：堤部
- 5：長頸噴嘴
- 6：澆斗
- 7：澆斗上噴嘴
- 8：澆斗滑動噴嘴
- 8A、12A：固定板

8B、12B：滑動板

9：餵槽鐵皮

10：耐火物

11：餵槽上噴嘴

12：餵槽滑動噴嘴

13：浸漬噴嘴

14：連續鑄造鑄模

15：熔鋼

16：鑄片

17：凝固殼

18：澆斗礦渣

19：餵槽礦渣

20：氣體配管

21：N₂ 用配管

22：Ar 用配管

23、24：減壓閥

25：調節閥

26：壓力計

27：流量計（質量流量計）

28：記錄計

H：長頸噴嘴浸漬深度

D：長頸噴嘴內徑



201919792

【發明摘要】

【中文發明名稱】鋼的連續鑄造方法及薄鋼板的製造方法

【中文】

本發明提供一種可抑制微小的礦渣系夾雜物的生成並提高鋼的清潔度的鋼的連續鑄造方法。本發明為一種自澆斗 6 經由餵槽 1 而向連續鑄造鑄模 14 內供給熔鋼 15 來連續鑄造的鋼的連續鑄造方法，所述鋼的連續鑄造方法的特徵在於：自在長頸噴嘴 5 的側面開口的氣體流路向在長頸噴嘴內通過的熔鋼流供給流量 Q (NL/min) 的氮氣，所述流量 Q 滿足以下的式 (1)：

$$2 \leq Q/W < 200 \times H^{1/2} \times D^{3/2} \quad \dots (1)$$

此處， Q ：氮氣流量 (NL/min)、 W ：熔鋼流通量 (t/min)、 H ：長頸噴嘴浸漬深度 (m)、 D ：長頸噴嘴內徑 (m)。

【指定代表圖】圖 1。

【代表圖之符號簡單說明】

- 1：餵槽
- 2：熔鋼流出孔
- 3：熔融金屬液對接部
- 4：堤部

5：長頸噴嘴

6：澆斗

7：澆斗上噴嘴

8：澆斗滑動噴嘴

8A、12A：固定板

8B、12B：滑動板

9：餵槽鐵皮

10：耐火物

11：餵槽上噴嘴

12：餵槽滑動噴嘴

13：浸漬噴嘴

14：連續鑄造鑄模（鑄模）

15：熔鋼

16：鑄片

17：凝固殼

18：澆斗礦渣

19：餵槽礦渣

【特徵化學式】

無

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種鋼的連續鑄造方法，其自澆斗經由餵槽而向連續鑄造鑄模內供給熔鋼來連續鑄造，所述鋼的連續鑄造方法的特徵在於：

在使長頸噴嘴的前端浸漬於表面被熔融礦渣覆蓋的餵槽內熔鋼中的狀態下，經由所述長頸噴嘴而將自所述澆斗供給的熔鋼注入至所述餵槽內熔鋼中，其中所述長頸噴嘴與設置於所述澆斗的底部的噴嘴連通；

此時，自在所述長頸噴嘴的側面開口的氣體流路向在所述長頸噴嘴內通過的熔鋼流供給流量 Q (NL/min) 的氮氣；

所述流量 Q 滿足以下的式 (1)：

$$2 \leq Q/W < 200 \times H^{1/2} \times D^{3/2} \quad \dots (1)$$

此處， Q ：氮氣流量 (NL/min)、 W ：熔鋼流通量 (t/min)、 H ：長頸噴嘴浸漬深度 (m)、 D ：長頸噴嘴內徑 (m)。

【第2項】 如申請專利範圍第 1 項所述的鋼的連續鑄造方法，其中所述熔融礦渣至少包含液相礦渣， CaO 、 SiO_2 、 Al_2O_3 及 MgO 這四元系中的所述熔融礦渣的組成滿足下述式 (2) 及式 (3)：

$$\{ (\% \text{CaO}) + (\% \text{MgO}) \} / (\% \text{SiO}_2) \geq 1 \quad \dots (2)$$

$$25 \leq (\% \text{Al}_2\text{O}_3) \leq 45 \quad \dots (3)$$

此處，(%CaO)、(%SiO₂)、(%Al₂O₃) 及 (%MgO) 分別為 CaO、SiO₂、Al₂O₃ 及 MgO 的質量百分率，且為以合計成為 100 的方式換算而得的值。

【第3項】 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項所述的鋼的連續鑄造方法，其中使用所述熔鋼而製造的鋼鐵製品的氮含量的目標範圍的上限值為 50 質量 ppm 以下，以成為與所述上限值相比低 10 質量 ppm 以上的氮含量的方式對所述熔鋼進行精煉，然後進行連續鑄造。

【第4項】 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項所述的鋼的連續鑄造方法，其中使用所述熔鋼而製造的鋼鐵製品的氮含量的目標範圍的下限值為 80 質量 ppm 以上，以成為高於所述下限值的氮含量的方式對所述熔鋼進行精煉，然後進行連續鑄造。

【第5項】 如申請專利範圍第 1 項至第 4 項中任一項所述的鋼的連續鑄造方法，其中藉由對所述氮氣的流量及/或背壓的變化進行檢測來偵測澆斗礦渣朝向所述餵槽內的流出。

【第6項】 一種薄鋼板的製造方法，其特徵在於：將使用如申請專利範圍第 1 項至第 5 項中任一項所述的鋼的連續鑄造方法而製造的鋼的鑄片熱軋後，加以冷軋而製造板厚 0.2 mm 以下的容器用鋼板或捲壓加工用鋼板。

【發明說明書】

【中文發明名稱】鋼的連續鑄造方法及薄鋼板的製造方法

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種鋼的連續鑄造方法，特別是有關於一種使用在長頸噴嘴（long nozzle）處的氣體吹入的礦渣（slag）流出判定技術的連續鑄造方法與使用該連續鑄造方法的薄鋼板的製造方法，所述長頸噴嘴用以自澆斗（ladle）向連續鑄造餵槽（tundish）內注入熔鋼。

【先前技術】

【0002】 高清潔度鋼的連續鑄造中，在自澆斗向餵槽內注入熔鋼時，如圖 1 所示，經由設置於澆斗底部的澆斗上噴嘴 7、澆斗滑動噴嘴 8 及長頸噴嘴 5 而將熔鋼注入至餵槽內熔鋼中，藉此防止熔鋼的空氣氧化或餵槽礦渣 19 的捲入。

【0003】 專利文獻 1、專利文獻 2 中記載有偵測澆斗礦渣的流出的技術。該技術中，使用圖 2 所例示的礦渣流出偵測裝置，並使惰性氣體在澆斗噴嘴或長頸噴嘴中流動，藉由惰性氣體的流量或背壓的變化來偵測因澆斗礦渣混入至熔鋼流中所引起的吸引力的變化。藉此，儘早偵測礦渣流出，從而減低成為餵槽內的熔鋼的再氧化的原因的澆斗礦渣的流入量。

【0004】 專利文獻 3 中記載有熔鋼淨化方法，其中，為了減低氧化鋁夾雜物，而向餵槽內的熔鋼中投入包含 $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 為 1.5 以上

的夾雜物吸收劑與含有 SiO_2 的熔點降低劑的粉末，從而在熔鋼表面形成沈澱物化礦渣，並使所上浮的氧化鋁夾雜物吸附於礦渣中。

【0005】 專利文獻 4 中記載有氣體吹入條件，其目的在於：藉由吹入惰性氣體而使長頸噴嘴內的壓力高於大氣壓，（1）防止由空氣的吸入所引起的熔鋼的再氧化，（2）長頸噴嘴內的惰性氣體的壓力變得過大，而相對於長頸噴嘴的浸漬深度，長頸噴嘴內的熔融金屬液面位置過度降低，藉此防止大量的惰性氣體上浮（沸騰（boiling））至長頸噴嘴的周圍而產生礦渣的捲入。

【0006】 專利文獻 5 中揭示有提高了氮濃度的強度及加工性等優異的罐用鋼板。專利文獻 6 中揭示有用以向熔鋼中添加氮的、與專利文獻 1、專利文獻 2 類似的礦渣流出偵測方法，且記載有如下方法：自設置於澆斗底部的噴嘴的較用於吹入礦渣流出偵測用的氣體的開孔更靠下游側的開孔吹入含氮的氣體來加氮。

[現有技術文獻]

[專利文獻]

【0007】 [專利文獻 1]日本專利特開昭 61-262454 號公報

[專利文獻 2]日本專利特開平 2-70372 號公報

[專利文獻 3]日本專利特開平 4-111952 號公報

[專利文獻 4]日本專利特開平 2-187239 號公報

[專利文獻 5]日本專利特開 2007-177315 號公報

[專利文獻 6]日本專利特開平 4-75767 號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之課題]

【0008】 對鋼要求高清潔度的方面中，對在薄鋼板製品中產生缺陷的夾雜物的成分進行詳細調查，結果判明，大多檢測到餵槽內的礦渣。若餵槽礦渣系的大型夾雜物存在於薄鋼板製品中，則存在製品缺陷的問題以與氧化鋁團簇系的夾雜物的情況不同的形態變得顯著的情況。該些夾雜物藉由軋製而在軋製方向上延伸得長。此時，在為氧化鋁團簇系的夾雜物的情況下，在微小的氧化鋁的一次粒子基本不發生變形地分散於鋼中的狀態下，其存在範圍在軋製方向上擴展得長。相對於此，在為餵槽礦渣系的大型夾雜物的情況下，在保持連續相的狀態下擴展得薄且長，因此藉由呈層狀薄薄地變形的夾雜物而將表背面側的鋼隔開的部分呈線狀形成。另外，夾雜物的變形能力大幅差於鋼，因此表面側的鋼的厚度顯著變薄。特別是，在面向容器的素材等的 0.2 mm 以下等厚度的薄鋼板製品中，有時藉由彎曲或深衝 (deep drawing) 等加工，在所述鋼變薄的部分破裂而線狀的瑕疵缺陷顯現化，強烈要求礦渣系夾雜物尺寸的極小化或減低礦渣系夾雜物的含量。

【0009】 專利文獻 3 的方法對於氧化鋁系夾雜物的減低而言有效，且對於如上所述般的 0.2 mm 以下等厚度的容器用的薄鋼板製品用素材的連續鑄造而言亦有效。但是，在專利文獻 3 的方法中，在使用專利文獻 1、專利文獻 2 的朝向長頸噴嘴的氣體吹入的礦渣流出偵測技術的情況下，有如下擔憂：因上浮至餵槽內的熔鋼表面的氣體氣泡所引起的攪拌而生成礦渣系的夾雜物。

【0010】 如專利文獻 4 般，藉由控制朝向長頸噴嘴的氣體吹入條件來防止沸騰，從而可某程度抑制粗大的礦渣系夾雜物的生成。但是，如在如上所述般的 0.2 mm 以下等厚度的容器用的薄鋼板製品中成為問題的微小的礦渣系夾雜物難以充分減低。

【0011】 在如專利文獻 5 般的製造高氮濃度的製品的情況下，雖亦實施一邊以專利文獻 6 的方式吹入易溶解於熔鋼中的氮氣並進行加氮一邊進行礦渣流出偵測，但就礦渣系夾雜物的減低的觀點而言，無法獲得充分的效果。

【0012】 即，本發明鑒於所述課題而目的在於提供一種可抑制微小的礦渣系夾雜物的生成並提高鋼的清潔度的鋼的連續鑄造方法及使用該連續鑄造方法的薄鋼板的製造方法。

[解決課題之手段]

【0013】 為了解決所述課題，本發明者等人進行了努力研究，結果可知，餵槽內的礦渣以微小的夾雜物的形式混入至熔鋼中的原因在於：藉由來自長頸噴嘴的礦渣流出偵測用的氣體吹入而小徑的氣體氣泡上浮至餵槽內的礦渣/熔鋼界面。而且，判明先前通常所使用的 Ar 氣體可成為礦渣系夾雜物減低的障礙。具體而言，Ar 氣體不易溶解於熔鋼中，因此在餵槽內熔鋼內以氣泡的形式上浮，於在礦渣/熔鋼界面通過時，會生成微小的熔融礦渣滴。為了解決該問題，本發明者等人進一步進行研究，結果發現，重要的是：在礦渣流出偵測用的氣體吹入中，代替 Ar 氣體而使用易溶解於熔鋼內的氮氣，而且根據與熔鋼流通量、長頸噴嘴浸漬深度及

長頸噴嘴內徑的關係而將氮氣流量調整為規定的範圍。藉此，在自吹入氣體起至氣泡到達至餵槽內的熔鋼表面的過程中，使氣泡溶解於鋼中，從而可使在餵槽內的礦渣/熔鋼界面通過的氣泡減低或微小化。其結果發現，可抑制因氣泡在餵槽內的礦渣/熔鋼界面通過而引起的微小的礦渣系夾雜物的生成。

【0014】 本發明是基於所述見解而完成者，其主旨構成如下所述。

[1]一種鋼的連續鑄造方法，其自澆斗經由餵槽而向連續鑄造鑄模內供給熔鋼來連續鑄造，所述鋼的連續鑄造方法的特徵在於：

在使長頸噴嘴的前端浸漬於表面被熔融礦渣覆蓋的餵槽內熔鋼中的狀態下，經由該長頸噴嘴而將自所述澆斗供給的熔鋼注入至所述餵槽內熔鋼中，其中所述長頸噴嘴與設置於所述澆斗的底部的噴嘴連通；

此時，自在所述長頸噴嘴的側面開口的氣體流路向在所述長頸噴嘴內通過的熔鋼流供給流量 Q (NL/min) 的氮氣；

所述流量 Q 滿足以下的式 (1)：

$$2 \leq Q/W < 200 \times H^{1/2} \times D^{3/2} \quad \dots (1)$$

此處， Q ：氮氣流量 (NL/min)、 W ：熔鋼流通量 (t/min)、 H ：長頸噴嘴浸漬深度 (m)、 D ：長頸噴嘴內徑 (m)。

【0015】 [2]如所述[1]所記載的鋼的連續鑄造方法，其中所述熔

融礦渣至少包含液相礦渣， CaO 、 SiO_2 、 Al_2O_3 及 MgO 這四元系中的所述熔融礦渣的組成滿足下述式（2）及式（3）：

$$\{ (\% \text{CaO}) + (\% \text{MgO}) \} / (\% \text{SiO}_2) \geq 1 \quad \dots (2)$$

$$25 \leq (\% \text{Al}_2\text{O}_3) \leq 45 \quad \dots (3)$$

此處， $(\% \text{CaO})$ 、 $(\% \text{SiO}_2)$ 、 $(\% \text{Al}_2\text{O}_3)$ 及 $(\% \text{MgO})$ 分別為 CaO 、 SiO_2 、 Al_2O_3 及 MgO 的質量百分率，且為以合計成為 100 的方式換算而得的值。

【0016】 [3]如所述[1]或[2]所記載的鋼的連續鑄造方法，其中使用所述熔鋼而製造的鋼鐵製品的氮含量的目標範圍的上限值為 50 質量 ppm 以下，以成為與所述上限值相比低 10 質量 ppm 以上的氮含量的方式對所述熔鋼進行精煉，然後進行連續鑄造。

【0017】 [4]如所述[1]或[2]所記載的鋼的連續鑄造方法，其中使用所述熔鋼而製造的鋼鐵製品的氮含量的目標範圍的下限值為 80 質量 ppm 以上，以成為高於所述下限值的氮含量的方式對所述熔鋼進行精煉，然後進行連續鑄造。

【0018】 [5]如所述[1]至[4]中任一項所記載的鋼的連續鑄造方法，其中藉由對所述氮氣的流量及/或背壓的變化進行檢測來偵測澆斗礦渣朝向所述餵槽內的流出。

【0019】 [6]一種薄鋼板的製造方法，其特徵在於：將使用如所述[1]至[5]中任一項所記載的鋼的連續鑄造方法而製造的鋼的鑄片

熱軋後，加以冷軋而製造板厚 0.2 mm 以下的容器用鋼板或捲壓加工用鋼板。

[發明的效果]

【0020】 根據本發明的鋼的連續鑄造方法及薄鋼板的製造方法，可抑制微小的礦渣系夾雜物的生成並提高鋼的清潔度。

【圖式簡單說明】

【0021】

圖 1 是表示通常的鋼的連續鑄造裝置的熔鋼注入部的概略剖面圖。

圖 2 是表示本發明的一實施形態的鋼的連續鑄造方法中所使用的連續鑄造裝置的長頸噴嘴及礦渣流出偵測裝置的概要的示意圖。

圖 3 是表示在實驗例 1 中將熔鋼流通量 W 設為參數時的、氮氣流量 Q 與夾雜物密度指數的關係的圖表。

圖 4 是表示在實驗例 1 中將熔鋼流通量 W 設為參數時的、 $Q/(W \times H^{1/2} \times D^{3/2})$ 與夾雜物密度指數的關係的圖表。

圖 5 是表示在實驗例 2 中將長頸噴嘴內徑 D 設為參數時的、氮氣流量 Q 與夾雜物密度指數的關係的圖表。

圖 6 是表示在實驗例 2 中將長頸噴嘴內徑 D 設為參數時的、 $Q/(W \times H^{1/2} \times D^{3/2})$ 與夾雜物密度指數的關係的圖表。

圖 7 是表示在實驗例 3 中將長頸噴嘴浸漬深度 H 設為參數時的、氮氣流量 Q 與夾雜物密度指數的關係的圖表。

圖 8 是表示在實驗例 3 中將長頸噴嘴浸漬深度 H 設為參數時的、 $Q/(W \times H^{1/2} \times D^{3/2})$ 與夾雜物密度指數的關係的圖表。

【實施方式】

【0022】 本發明的一實施形態的鋼的連續鑄造方法是自澆斗經由餵槽而向連續鑄造鑄模內供給熔鋼來連續鑄造，例如可使用圖 1 所示的具有熔鋼注入部的通常的連續鑄造裝置，進而使用圖 2 所示的構成作為礦渣流出偵測裝置來實施。

【0023】 圖 1 所示的連續鑄造裝置為 2 股(strand)型的鋼坯(slab)連續鑄造裝置，在餵槽 1 的兩端部設置有朝向鑄模的熔鋼流出孔 2，在餵槽 1 的中央部配置有來自澆斗 6 的熔鋼的熔融金屬液對接部 3。

【0024】 在圖 1 中，將外殼設為鐵皮 9，利用耐火物 10 對該鐵皮 9 的內側施工而成的餵槽 1 搭載於餵槽車（未圖示）而配置於連續鑄造鑄模 14 的上方規定位置。另外，在餵槽 1 的上方規定位置配置有收容有熔鋼 15 的澆斗 6。在澆斗 6 的底部設置有澆斗上噴嘴 7。包含固定板 8A 及滑動板 8B 的澆斗滑動噴嘴 8 以熔鋼流量控制裝置的形式與該澆斗上噴嘴 7 的下表面相接地設置。進而，用以阻斷大氣的長頸噴嘴 5 連接於澆斗滑動噴嘴 8 的下表面。滑動板 8B 連接於往返型致動器（未圖示），藉由往返型致動器的動作而在與固定板 8A 緊密地接觸的狀態下移動。藉由該移動來調整固定板 8A 的開口部與滑動板 8B 的開口部的開口部面積，藉此控制自澆斗 6 向餵槽 1 的熔鋼注入量。再者，為了防止熔鋼在澆斗上噴

嘴 7 內凝固而堵塞澆斗上噴嘴 7，而在澆斗的移動中，在澆斗上噴嘴 7 中填塞噴嘴填砂以不使熔鋼侵入。另外，形成熔鋼流出孔 2 的餵槽上噴嘴 11 與耐火物 10 嵌合地設置於餵槽 1 的底部。包含固定板 12A 及滑動板 12B 的餵槽滑動噴嘴 12 以熔鋼流量控制裝置的形式與該餵槽上噴嘴 11 的下表面相接地設置。進而，前端浸漬於連續鑄造鑄模 14 的內部的熔鋼 15 中的浸漬噴嘴 13 連接於餵槽滑動噴嘴 12 的下表面。滑動板 12B 連接於往返型致動器（未圖示），藉由往返型致動器的動作而在與固定板 12A 緊密地接觸的狀態下移動。藉由該移動來調整固定板 12A 的開口部與滑動板 12B 的開口部的開口部面積，藉此控制自餵槽 1 向連續鑄造鑄模 14 的熔鋼供給量。

【0025】 關於餵槽 1 的底面，位於長頸噴嘴 5 的正下方的熔融金屬液對接部 3 的部位最高，另一方面，位於熔融金屬液對接部 3 的兩側的熔鋼流出孔 2 的部位最低。熔融金屬液對接部 3 的底面及熔鋼流出孔 2 的部位的底面均為水平，自包含熔融金屬液對接部 3 的水平部至包含熔鋼流出孔 2 的部位的底面為傾斜面，在包含熔融金屬液對接部 3 的水平部的端部分別設置有堤部 4。

【0026】 在使長頸噴嘴 5 的前端浸漬於表面被餵槽礦渣 19（熔融礦渣）覆蓋的餵槽內熔鋼中的狀態下，經由長頸噴嘴 5 而將自澆斗 6 供給的熔鋼注入至餵槽內熔鋼中。進而，在使熔鋼 15 滯留於餵槽 1 中的狀態下，自餵槽 1 經由熔鋼流出孔 2 而向連續鑄造鑄

模 14 中供給熔鋼 15。供給至連續鑄造鑄模 14 中的熔鋼 15 與連續鑄造鑄模 14 接觸而被冷卻，從而形成凝固殼 17，將外殼設為凝固殼 17 且將內部設為未凝固的熔鋼 15 的鑄片 16 在連續鑄造鑄模 14 的下方被連續地拔出，不久直至中心部為止完全凝固而製造鑄片。自澆斗 6 向餵槽 1 的熔鋼 15 的注入流藉由長頸噴嘴 5 而與大氣阻斷。另外，自餵槽 1 向連續鑄造鑄模 14 的熔鋼 15 的注入流藉由浸漬噴嘴 13 而與大氣阻斷。另外，澆斗 6 內熔鋼的表面由澆斗礦渣 18 覆蓋，餵槽 1 內熔鋼的表面由餵槽礦渣 19 覆蓋。

【0027】 此處，在澆斗 6 內的熔鋼耗盡的情況下，將空的澆斗與另一收容有經加熱的熔鋼的澆斗交換而進行連續連續鑄造（以下，稱為「連連鑄」）。在澆斗 6 內的熔鋼耗盡時，澆斗礦渣 18 流入至長頸噴嘴 5 內，因此需要儘早偵測澆斗礦渣 18 來抑制澆斗礦渣 18 流出至餵槽 1 內。參照圖 2 來對該偵測方法進行說明。

【0028】 氣體配管 20 所劃分的氣體流路在長頸噴嘴 5 的側面開口，經由該氣體流路而向在長頸噴嘴內通過的熔鋼流中供給惰性氣體。氣體配管 20 是 N₂ 用配管 21 與 Ar 用配管 22 合流而成。藉由對分別設置於 N₂ 用配管 21、Ar 用配管 22 的減壓閥 23、減壓閥 24 與設置於氣體配管 20 的調節閥 25 進行控制而可控制氣體配管 20 內的惰性氣體的種類及流量。

【0029】 本實施形態中，在經由長頸噴嘴 5 而將自澆斗 6 供給的熔鋼注入至餵槽內熔鋼中時，自氣體配管 20 向在長頸噴嘴內通過的熔鋼流中供給氮氣。於在長頸噴嘴內僅熔鋼通過的階段中，對

氣體配管 20 內的氣體流路施加的吸引力為一定，因此設置於氣體配管 20 的壓力計 26 或流量計 27 所示的壓力（背壓）或流量為一定。另一方面，於在長頸噴嘴內熔鋼以外的澆斗礦渣 18 亦通過時，由於澆斗礦渣 18 與熔鋼相比為輕量，因此吸引力變小。其結果，壓力計 26 所示的壓力（通常相對於大氣壓而為負壓）上升，流量計 27 所示的流量變小。藉由利用記錄計 28 對此種氮氣的流量及/或背壓的變化進行檢測來偵測澆斗礦渣 18 朝向餵槽 1 內的流出。

【0030】 本發明者等人使用圖 1、圖 2 所示的 2 股型的鋼坯連續鑄造裝置，並將溶解於熔鋼中的氮氣用作澆斗礦渣流出偵測用的朝向長頸噴嘴的吹入氣體，並且在各種熔鋼流通量 W (t/min)、長頸噴嘴浸漬深度 H (m) 及長頸噴嘴內徑 D (m) 的條件下，對氮氣流量 Q (NL/min) 給微小夾雜物的生成帶來的影響進行調查。以下，以實驗例 1～實驗例 3 的形式進行說明。

【0031】 在各實驗例中，利用洩漏磁通式的夾雜物感測器對冷軋為板厚 0.2 mm 以下的薄鋼板進行測定，並對粒徑約 100 μm 以上的微小夾雜物在鋼中的個數密度進行評價。如此發現，該夾雜物的個數密度藉由將 $Q/(W \times H^{1/2} \times D^{3/2})$ 設為指標而可統一地整理各種條件下的調查結果。

【0032】 針對所述夾雜物的個數密度，將 Ar 氣體用作為朝向長頸噴嘴的吹入氣體，並將熔鋼流通量 W 設為 7.0 (t/min)、將長頸噴嘴浸漬深度 H 設為 0.5 (m)、將長頸噴嘴內徑 D 設為 0.175 (m)、將穩定澆鑄時的 Ar 氣體流量 Q_{Ar} 設為 20 (NL/min)，以將此時的

值設為基準（即 1）的指數（夾雜物密度指數）在各種條件下進行評價。

【0033】 （實驗例 1）

首先，將 W (t/min) 設為參數而變更為 5、7、9，在以 H 為 0.4 m、以 D 為 0.175 m 的一定的條件下，對在 15~100 的範圍內變更 Q (NL/min) 時的夾雜物密度指數的變化進行調查，將結果示於圖 3 中。在任一熔鋼流通量 W 下，均成為隨著氮氣流量 Q 增大而夾雜物密度指數增大的傾向，另外，在 W 相對小的情況下，該傾向變得顯著。

【0034】 因此，將圖表的橫軸變更為與 Q 一起亦使用 W 的指標，對 W 的影響進行各種評價，結果如圖 4 所示，可知，藉由將 $Q/(W \times H^{1/2} \times D^{3/2})$ 設為指標而可統一地整理各種條件下的調查結果。

【0035】 （實驗例 2）

繼而，將長頸噴嘴內徑 D (m) 設為參數而變更為 0.115、0.145、0.175，在以 H 為 0.4 m、以 W 為 7 t/min 的一定的條件下，對在 15~80 的範圍內變更 Q (NL/min) 時的夾雜物密度指數的變化進行調查，將結果示於圖 5 中。在任一長頸噴嘴內徑 D 下，均成為隨著氮氣流量 Q 增大而夾雜物密度指數增大的傾向，另外，在 D 相對小的情況下，該傾向變得顯著。

【0036】 因此，將圖表的橫軸變更為與 Q 一起亦使用 D 的指標，對 D 的影響進行各種評價，結果如圖 6 所示，可知，藉由將 $Q/(W \times H^{1/2} \times D^{3/2})$ 設為指標而可統一地整理各種條件下的調查結果。

【0037】 （實驗例 3）

繼而，將長頸噴嘴浸漬深度 H （m）設為參數而變更為 0.2、0.3、0.4、0.5，在以 D 為 0.175 m、以 W 為 7 t/min 的一定的條件下，對在 15～80 的範圍內變更 Q （NL/min）時的夾雜物密度指數的變化進行調查，將結果示於圖 7 中。在任一長頸噴嘴浸漬深度 H 下，均成為隨著氮氣流量 Q 增大而夾雜物密度指數增大的傾向，另外，在 H 相對小的情況下，該傾向變得顯著。

【0038】 因此，將圖表的橫軸變更為與 Q 一起亦使用 H 的指標，對 H 的影響進行各種評價，結果如圖 8 所示，可知，藉由將 $Q/（W \times H^{1/2} \times D^{3/2}）$ 設為指標而可統一地整理各種條件下的調查結果。

【0039】 如上所述，可知，在將氮氣用作為澆斗礦渣流出偵測用的朝向長頸噴嘴的吹入氣體的情況下，在氮氣流量 Q （NL/min）、熔鋼流通量 W （t/min）、長頸噴嘴浸漬深度 H （m）及長頸噴嘴內徑 D （m）的各種工作條件下，藉由將 $Q/（W \times H^{1/2} \times D^{3/2}）$ 設為指標而可統一地整理夾雜物密度指數。而且，確認到：藉由將指標值 $Q/（W \times H^{1/2} \times D^{3/2}）$ 設為未滿 200、更理想為未滿 150，與將 Ar 氣體用作朝向長頸噴嘴的吹入氣體的現有技術相比，可大幅減低夾雜物的個數密度。

【0040】 其中，若相對於熔鋼流通量 W 而過度減小氮氣流量 Q ，則存在如下情況：在穩定注入時，礦渣流出偵測用氣體的吹入壓力（負壓）亦擺動而不穩定，從而難以判定伴隨礦渣流出的吹入壓力的上升。因此，為了使氮氣的吹入壓力穩定而可在短時間內

精度良好地判定礦渣流出，較佳為將 Q/W 設為 2 以上、更理想為 3 以上。

【0041】 即，藉由將 Q/W 設為滿足下述式（1）的範圍，在將氮氣用作礦渣流出偵測用氣體的情況下，可在短時間內精度良好地判定礦渣流出，且可抑制因餵槽礦渣而引起的微小夾雜物的生成。

$$2 \leq Q/W < 200 \times H^{1/2} \times D^{3/2} \quad \dots (1)$$

Q ：氮氣流量（NL/min）

W ：熔鋼流通量（t/min）

H ：長頸噴嘴浸漬深度（m）

D ：長頸噴嘴內徑（m）

關於所述式（1）的條件式，實驗性確認到：可應用於 W 為 4 t/min～12 t/min、 H 為 0.2 m～0.8 m、 D 為 0.1 m～0.25 m 的範圍廣的條件中，並且可判定礦渣流出且對於微小夾雜物的抑制而言有效。

【0042】 再者，在所述調查中，作為為了將餵槽內的熔鋼與大氣阻斷而添加至餵槽內的餵槽助熔劑，使用表 1 所示的組成者，在開放澆斗上噴嘴時，根據流入至餵槽內的噴嘴填砂的量及熔鋼朝向餵槽的流入量來添加。

【0043】 [表 1]

	T.Fe	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	揮發成分	水分	其他
餵槽助熔劑組成 (質量%)	0.0	1.3	19.7	58.5	0.6	8.5	7.5	3.9

【0044】 餵槽礦渣是將如下成分組合而合成：所添加的餵槽助熔劑、SiO₂ 為主要成分的噴嘴填砂、Al₂O₃ 為主要成分且自鋼中上浮的脫氧產物、CaO 及 Al₂O₃ 為主要成分且含有 SiO₂、MgO、FeO 等的澆斗礦渣的流入成分以及通常對高氧化鋁質耐火物實施 MgO 塗佈的餵槽的內襯耐火物的溶解成分等。因此，藉由各自的混合比例的變化或礦渣與熔鋼的反應，餵槽礦渣的組成發生變化。該些的結果，餵槽礦渣的組成在 CaO、SiO₂、Al₂O₃ 及 MgO 這四元系中，以{ (%CaO) + (%MgO) } / (%SiO₂) ≥ 1 且 25 ≤ (%Al₂O₃) ≤ 45 的範圍在連續鑄造中推移。此處，(%CaO)、(%SiO₂)、(%Al₂O₃) 及 (%MgO) 分別為 CaO、SiO₂、Al₂O₃ 及 MgO 的質量百分率，且為以該些的合計成為 100 的方式換算而得的值。將餵槽礦渣的組成的例子示於表 2 中。

【0045】 [表 2]

	T.Fe	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	其他
餵槽礦渣組成 (質量%)	0.6	14.0	36.8	41.1	4.6	2.9

【0046】 所述組成範圍的礦渣中，在餵槽內的熔鋼溫度下，產生

大量的低黏度的液相，可高效地吸收自熔鋼上浮的 Al_2O_3 系夾雜物，並且熔鋼中的 Al 被礦渣氧化而可抑制 Al_2O_3 系夾雜物增加。

【0047】 此時，作為本發明的對象的鋼主要為鋼中 Al 含量為 0.005 質量%~0.06 質量%的 Al 脫氧鋼，但未必限定於此。在理想為特別減低餵槽礦渣系的夾雜物的情況下，可不限於所述 Al 脫氧鋼地應用本發明。

【0048】 如上所述般的流動性高的礦渣中，因由自熔鋼中上浮的氣泡所引起的攪拌而容易產生微小的礦渣系夾雜物，因此對於朝向長頸噴嘴的吹入氣體而言，需要代替 Ar 氣體而使用易溶解於熔鋼中的氮氣，並且限制為與工作條件對應的適當的氮氣吹入速度。

【0049】 其中，在代替 Ar 氣體而將氮氣用作礦渣流出偵測用氣體的情況下，無法避免鋼中氮濃度的上升。因此，在精煉階段中，需要事先使氮濃度充分降低，理想為以成為與使用熔鋼而製造的鋼鐵製品的氮含量的目標範圍的上限值相比低 10 質量 ppm 以上的氮含量的方式對該熔鋼進行精煉。因此，在該上限值為 50 質量 ppm 以下的情況下，在轉爐等的精煉步驟中，需要注意使供於連續鑄造中的熔鋼的氮含量充分降低來決定所使用的副原料或各種製程氣體種類、合金添加方法等。

【0050】 另外，在目標氮含量例如高至 80 質量 ppm 以上的鋼種的連續鑄造中，先前使用向長頸噴嘴中吹入大量的氮氣來加氮的方法。但是，本發明的方法中，未必能夠增大吹入長頸噴嘴中的氮氣流量，而未必能夠確保充分的加氮量。因此，在目標氮含量

的下限值為 80 質量 ppm 以上的鋼種的連續鑄造中，亦需要在精煉階段中以成為高於該下限值的氮含量的方式決定精煉方法、副原料、添加合金等。

【0051】 關於將以所述方式連續鑄造的鑄片熱軋後，冷軋為板厚 0.2 mm 以下而製造的容器用鋼板或捲壓加工用鋼板，與將 Ar 氣體用作礦渣流出偵測用氣體的先前的方法相比，因礦渣系的微小夾雜物減低而由壓製加工後的線狀瑕疵所引起的不良率大幅減低至 1/2 以下。

【實施例】

【0052】 藉由使用圖 1、圖 2 所示的 2 股型的鋼坯連續鑄造裝置來連續鑄造面向容器的素材的低碳鋁脫氧鋼，而實施對本發明例與比較例進行比較的實驗。

【0053】 利用容量 300 噸的轉爐對在鐵水預備處理中實施了脫磷處理的鐵水進行脫碳，將所獲得的熔鋼在未脫氧狀態下受鋼至澆斗。其後，將鋁灰添加至澆斗內的礦渣上而使礦渣還原改質，然後，利用 RH 脫氣裝置添加鋁來對熔鋼進行脫氧，從而進行二次精煉。經過二次精煉而獲得表 3 所示的成分的熔鋼後，利用 2 股的垂直彎曲鋼坯連續鑄造機來製造作為熱軋用的素材的厚度 260 mm 的鋼坯鑄片。如圖 1 所示，自澆斗 6 的底部的澆斗上噴嘴 7 經由長頸噴嘴 5 而向容量 50 噸的餵槽 1 中注入熔鋼。進而，自餵槽 1 的底部的餵槽上噴嘴 11 經由浸漬噴嘴 13 而注入至連續鑄造鑄模 14 中，拔出鑄片 16，並在表 4 所示的各條件下實施連續鑄造。

以將連續鑄造鑄模內的熔鋼位準保持為一定的方式自動控制餵槽滑動噴嘴 12 的開度，並且在穩定澆鑄時，以將餵槽內的熔鋼量保持為一定的方式自動控制澆斗滑動噴嘴 8 的開度。來自澆斗的熔鋼流通量 W 是藉由在單位時間的期間所拔出的鑄片的質量與餵槽內熔鋼質量的增加量的和來算出。

【0054】 [表 3]

(質量%)	C	Si	Mn	P	S	Al	目標 N
鋼種 A	0.04	0.01	0.25	0.017	0.012	0.041	≤ 0.0050
鋼種 B	0.04	0.01	0.26	0.016	0.013	0.039	0.0080~0.0110

【0055】 [表 4]

	比較例 1	比較例 2	比較例 3	發明例 1	發明例 2
礦渣流出偵測用氣體種類	氫	氮	氮	氮	氮
礦渣流出偵測用氣體流量、Q (NL/min)	20	30	100	20	60
長頸噴嘴內徑、D (m)	0.175	0.115	0.175	0.175	0.175
長頸噴嘴浸漬深度、H (m)	0.50	0.25	0.30	0.50	0.45
熔鋼流通量、W (t/min)	7.0	6.0	6.5	7.0	8.2
Q/W	2.9	5.0	15.4	2.9	7.3
Q/ (W×H ^{1/2} ×D ^{3/2})	-	256	384	55	149
製品氮含量目標範圍 (質量 ppm)	≤ 50	≤ 50	80~110	≤ 50	80~110
澆斗內熔鋼氮濃度 (質量 ppm)	45	40	73	40	82
餵槽內熔鋼氮濃度 (質量 ppm)	45	45	87	44	91
冷軋鋼板夾雜物指數	1	1.1	1.2	0.4	0.6

【0056】 在來自澆斗的熔鋼注入中，使用圖 2 中示意性示出概要的裝置，自設置於長頸噴嘴 5 的上部的氣體吹入孔吹入礦渣流出偵測用的氣體。此時，基於測定氣體的吹入壓力及氣體的吹入速

度而得的結果，判定來自澆斗的熔鋼注入末期的澆斗礦渣流出，從而結束來自澆斗的熔鋼的注入，並進行澆斗交換。將氮氣或氬氣用作礦渣流出偵測用的氣體，利用減壓閥 23 或減壓閥 24 調整為規定的供給壓後，在穩定澆鑄時，將調整為規定的吹入速度 Q (NL/min) 的調節閥 25 的開度保持為一定，利用設置於調節閥 25 的下游側（長頸噴嘴的吹入孔側）的壓力計 26 及流量計 27 來測定氣體的吹入壓力及吹入速度。若在來自澆斗的熔鋼注入的末期，澆斗礦渣混入至注入流，則由長頸噴嘴內的下落流所引起的吸引力減小，氣體的吹入壓力上升，並且氣體的吹入速度降低。因此，對該些吹入壓力及吹入速度的至少任一者進行偵測而結束澆斗的熔鋼注入，並交換澆斗來繼續進行連連鑄。

【0057】 在任一試驗條件下，餵槽助熔劑使用表 1 所示的組成者，且根據噴嘴填砂及熔鋼朝向餵槽的流入量來添加，其結果，餵槽礦渣的組成在 CaO 、 SiO_2 、 Al_2O_3 及 MgO 這四元系中，以 $\{(\% \text{CaO}) + (\% \text{MgO})\} / (\% \text{SiO}_2) \geq 1$ 且 $25 \leq (\% \text{Al}_2\text{O}_3) \leq 45$ 的範圍在連續鑄造中推移，從而實現上浮至熔鋼/礦渣界面附近的夾雜物的吸收促進。關於餵槽礦渣的組成，在來自澆斗的熔鋼注入量成為澆斗內的初始的熔鋼量的 10%、50%及 90%的各時間點，自餵槽採取試樣，並藉由螢光 X 射線分析裝置來分析而求出。

【0058】 針對目標氮濃度（鋼製品的氮含量的目標範圍）低的鋼種 A 及目標氮濃度高的鋼種 B，如表 4 般變更連續鑄造時的礦渣流出偵測用氣體的氣體種類及氣體吹入速度 Q (NL/min)、長頸噴

嘴的內徑 D (m) 及浸漬深度 H (m)、來自澆斗的熔鋼流通量 W (t/min) 各條件，並實施各發明例及各比較例。

【0059】 在目標氮濃度低的鋼種 A 中，將氮氣用作礦渣流出偵測用氣體的發明例 1 及比較例 2 中，為了減低熔鋼的氮含量，在轉爐精煉時，不使用通常添加的焦炭作為熱源，作為熱源，使用相對昂貴的土壤石墨或矽鐵合金。在目標氮濃度高的鋼種 B 中，實施了本發明的發明例 2 中，為了事先充分提高 2 次精煉階段中的熔鋼的氮含量，而在 RH 處理後，添加氮化錳，並且吹入氮氣，攪拌熔鋼來進行成分調整。

【0060】 利用連續鑄造機而製成作為熱軋用的鋼素材的鋼坯後，對該些鋼坯在熱精加工溫度：890℃、捲取溫度：650℃下進行熱軋，加以酸洗後，以軋製率 92% 實施冷軋，從而製成板厚 0.14 mm。繼而，利用連續退火爐升溫至退火溫度 760℃ 後，實施以平均冷卻速度 5℃/s 冷卻至 500℃ 的連續退火。其後，以軋製率 1.5% 實施回火軋製後，將藉此所獲得的鋼板通板至具有可檢測至夾雜物直徑 100 μm 的洩漏磁通式的夾雜物感測器的製造生產線，藉此進行夾雜物指數（單位質量的鋼中的直徑 100 μm 以上的夾雜物的個數密度除以將氮氣用作礦渣流出偵測用氣體的比較例 1 時的值並指數化而得的值）的評價。

【0061】 將氮氣用作礦渣流出偵測用氣體並設為滿足 $Q/(W \times H^{1/2} \times D^{3/2}) < 200$ 的條件的發明例 1、發明例 2 中，夾雜物指數大幅減低，將所獲得的鋼板製品壓製加工成食罐用容器而得的

製品的由線狀瑕疵所引起的不良率大幅減低至 1/2。

【0062】 即便將氮氣用作礦渣流出偵測用氣體亦不滿足 $Q/(W \times H^{1/2} \times D^{3/2}) < 200$ 的條件的比較例 2、比較例 3 中，未確認到夾雜物指數的減少，壓製加工後的製品的由線狀瑕疵所引起的不良率亦與使用氬氣的比較例 1 為相同程度。

【0063】 在任一試驗條件下，來自澆斗的熔鋼注入末期中的礦渣流出偵測用氣體的吹入壓的變化的偵測狀況均良好，且澆斗礦渣的流出偵測亦無問題。

[產業上的可利用性]

【0064】 根據本發明的鋼的連續鑄造方法及薄鋼板的製造方法，可抑制微小的礦渣系夾雜物的生成並提高鋼的清潔度。

【符號說明】

【0065】

1：餵槽

2：熔鋼流出孔

3：熔融金屬液對接部

4：堤部

5：長頸噴嘴

6：澆斗

7：澆斗上噴嘴

8：澆斗滑動噴嘴

8A、12A：固定板

8B、12B：滑動板

9：鐵皮

10：耐火物

11：餵槽上噴嘴

12：餵槽滑動噴嘴

13：浸漬噴嘴

14：連續鑄造鑄模

15：熔鋼

16：鑄片

17：凝固殼

18：澆斗礦渣

19：餵槽礦渣

20：氣體配管

21：N₂ 用配管

22：Ar 用配管

23、24：減壓閥

25：調節閥

26：壓力計

27：流量計

28：記錄計

H：長頸噴嘴浸漬深度

D：長頸噴嘴內徑



【發明摘要】

【中文發明名稱】鋼的連續鑄造方法及薄鋼板的製造方法

【中文】

本發明提供一種可抑制微小的礦渣系夾雜物的生成並提高鋼的清潔度的鋼的連續鑄造方法。本發明為一種自澆斗 6 經由餵槽 1 而向連續鑄造鑄模 14 內供給熔鋼 15 來連續鑄造的鋼的連續鑄造方法，所述鋼的連續鑄造方法的特徵在於：自在長頸噴嘴 5 的側面開口的氣體流路向在長頸噴嘴 5 內通過的熔鋼流供給流量 Q (NL/min) 的氮氣，所述流量 Q 滿足以下的式 (1)：

$$2 \leq Q/W < 200 \times H^{1/2} \times D^{3/2} \quad \dots (1)$$

此處， Q ：氮氣流量 (NL/min)、 W ：熔鋼流通量 (t/min)、 H ：長頸噴嘴浸漬深度 (m)、 D ：長頸噴嘴內徑 (m)。

【指定代表圖】圖 1。

【代表圖之符號簡單說明】

- 1：餵槽
- 2：熔鋼流出孔
- 3：熔融金屬液對接部
- 4：堤部

- 5：長頸噴嘴
- 6：澆斗
- 7：澆斗上噴嘴
- 8：澆斗滑動噴嘴
- 8A、12A：固定板
- 8B、12B：滑動板
- 9：鐵皮
- 10：耐火物
- 11：餵槽上噴嘴
- 12：餵槽滑動噴嘴
- 13：浸漬噴嘴
- 14：連續鑄造鑄模（鑄模）
- 15：熔鋼
- 16：鑄片
- 17：凝固殼
- 18：澆斗礦渣
- 19：餵槽礦渣

【特徵化學式】

無