



(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 I590892 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 07 月 11 日

(21)申請案號：105110318

(22)申請日：中華民國 105 (2016) 年 03 月 31 日

(51)Int. Cl. : **B22D11/115 (2006.01)**

(30)優先權：2015/03/31 日本

2015-072279

(71)申請人：新日鐵住金股份有限公司 (日本) NIPPON STEEL &amp; SUMITOMO METAL CORPORATION (JP)

日本

(72)發明人：花尾方史 HANAO, MASAHITO (JP)；內山裕陽 UCHIYAMA, HIROAKI (JP)；藤本航平 FUJIMOTO, KOHEI (JP)；宮原正年 MIYAHARA, MASATOSHI (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW 200303800

JP 2002-239691

JP 2009-066618A

US 2014/0190655A1

審查人員：林世崇

申請專利範圍項數：8 項 圖式數：4 共 22 頁

(54)名稱

鋼的連續鑄造方法

METHOD FOR CONTINUOUSLY CASTING STEEL

(57)摘要

本發明的主要目的在於提供一種利用電磁制動來抑制內部缺陷，且同時可避免因該電磁制動而發生的表面缺陷之技術，與先前技術相較可提高扁鋼胚的清潔度。

本發明係一種一面對於自浸漬噴嘴之噴出孔所噴出的噴出流施以電磁制動，並一面對於鑄模內供給熔鋼之鋼的連續鑄造方法，其係使電磁制動的磁束密度(B)，落於下述(式 1)之範圍內：

$$B_{\min} \leq B \leq B_{\max} \dots (\text{式 1})$$

$$B_{\min} = \frac{800 \cdot \left( \frac{D_{\max}}{D_0} \right)^3 \cdot \left( \frac{H_{SEN}}{H_0} \right)}{(v \cdot \sin \theta)}$$

$$B_{\max} = \frac{3000 \cdot \left( \frac{D_{\max}}{D_0} \right)^3 \cdot \left( \frac{H_{SEN}}{H_0} \right)}{(v \cdot \sin \theta)^2}$$

The main object of the present invention is to provide a technique of suppressing the internal defects by means of an electromagnetic brake while avoiding occurrence of the surface defects caused by this electromagnetic brake, to make it possible to improve an index of cleanliness of a slab compared to conventional arts.

The present invention is a method for continuously casting steel comprising supplying molten steel to an inside of a mold while putting on the electromagnetic brake on a discharge stream that is discharged from discharge holes of a submerged nozzle, wherein flux density (B) of the electromagnetic brake is within the range of the following (Formula 1):

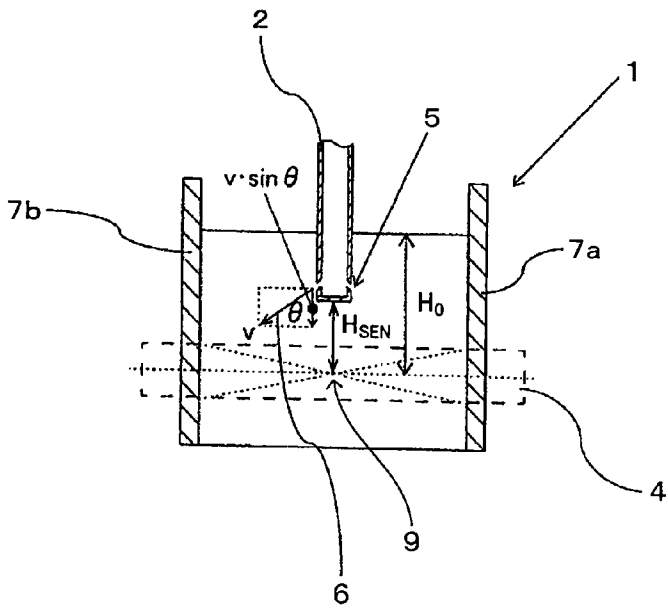
$B_{min} \leq B \leq B_{max}$  ... (Formula 1),

where 
$$B_{min} = \frac{800 \cdot \left(\frac{D_{max}}{D_0}\right)^3 \cdot \left(\frac{H_{SEN}}{H_0}\right)}{(v \cdot \sin \theta)}$$
 and

$$B_{max} = \frac{3000 \cdot \left(\frac{D_{max}}{D_0}\right)^3 \cdot \left(\frac{H_{SEN}}{H_0}\right)}{(v \cdot \sin \theta)^2} .$$

指定代表圖：

第 2 圖



符號簡單說明：

- 1 . . . 鑄模
- 2 . . . 浸漬噴嘴
- 4 . . . 電磁制動裝置
- 5 . . . 噴出孔
- 6 . . . 噴出流
- 7a . . . 短邊壁
- 7b . . . 短邊壁
- 9 . . . 電磁制動線圈
- 中心

## 發明摘要

公告本

※申請案號：105110318

※申請日：105 年 03 月 31 日

※IPC 分類：B22D11/15 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

鋼的連續鑄造方法

Method for continuously casting steel

## 【中文】

本發明的主要目的在於提供一種利用電磁制動來抑制內部缺陷，且同時可避免因該電磁制動而發生的表面缺陷之技術，與先前技術相較可提高扁鋼胚的清潔度。

本發明係一種一面對於自浸漬噴嘴之噴出孔所噴出的噴出流施以電磁制動，並一面對於鑄模內供給熔鋼之鋼的連續鑄造方法，其係使電磁制動的磁束密度（B），落於下述（式1）之範圍內：

$$B_{\min} \leq B \leq B_{\max} \quad \dots \text{(式1)}$$

$$B_{\min} = \frac{800 \cdot \left( \frac{D_{\max}}{D_0} \right)^3 \cdot \left( \frac{H_{SEN}}{H_0} \right)}{(v \cdot \sin \theta)}$$

$$B_{\max} = \frac{3000 \cdot \left( \frac{D_{\max}}{D_0} \right)^3 \cdot \left( \frac{H_{SEN}}{H_0} \right)}{(v \cdot \sin \theta)^2}$$

## 【英文】

The main object of the present invention is to provide a technique of suppressing the internal defects by means of an electromagnetic brake while avoiding occurrence of the surface defects caused by this electromagnetic brake, to make it possible to improve an index of cleanliness of a slab compared to conventional arts.

The present invention is a method for continuously casting steel comprising supplying molten steel to an inside of a mold while putting on the electromagnetic brake on a discharge stream that is discharged from discharge holes of a submerged nozzle, wherein flux density (B) of the electromagnetic brake is within the range of the following (Formula 1):

$$B_{\min} \leq B \leq B_{\max} \quad \dots \text{(Formula 1),}$$

where

$$B_{\min} = \frac{800 \cdot \left( \frac{D_{\max}}{D_0} \right)^3 \cdot \left( \frac{H_{SEN}}{H_0} \right)}{(v \cdot \sin \theta)} \quad \text{and}$$

$$B_{\max} = \frac{3000 \cdot \left( \frac{D_{\max}}{D_0} \right)^3 \cdot \left( \frac{H_{SEN}}{H_0} \right)}{(v \cdot \sin \theta)^2}$$

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(2)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

1：鑄模

2：浸漬噴嘴

4：電磁制動裝置

5：噴出孔

6：噴出流

7a：短邊壁

7b：短邊壁

9：電磁制動線圈中心

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無

# 發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

## 【發明名稱】(中文/英文)

鋼的連續鑄造方法

## 【技術領域】

[0001] 本發明有關一種鋼的連續鑄造方法。

## 【先前技術】

[0002] 按，鋼的連續鑄造係一面將餵槽內之熔鋼經由浸漬噴嘴供給於連續鑄造設備之鑄模內一面進行。熔鋼係自浸漬噴嘴之下端部處形成之噴出孔被噴出至鑄模內，並在鑄模內接受冷卻，而以確保不爆湯（breakout）程度之凝固殼厚度的狀態從鑄模出口被拉出。凝固殼在被拉出之過程中係藉由噴灑而被二次冷卻，在完全凝固後，經切斷而成為扁鋼胚。

[0003] 作為提高扁鋼胚之清潔度的技術，例如專利文獻 1 之中，曾揭示一種藉由於鑄模之長邊側熔鋼面附近對向設置以電磁攪拌裝置，而於鑄模內之熔鋼之表面產生迴旋流的技術，其係利用該迴旋流之洗淨效果來抑制成為扁鋼胚缺陷之要因的夾雜物或氣泡附著於鑄模表面的現象。又，專利文獻 2 中，曾揭示一種藉由對自浸漬噴嘴之噴出孔噴出之噴出流施以電磁制動作用，而抑制熔鋼之下降速度，而確保熔鋼中之夾雜物浮上的時間之技術。

[0004] 然而，上述專利文獻 1 之技術中，針對自浸漬噴嘴之噴出孔噴出之噴出流電磁制動並未作用，故而噴出流之下降速度並未受到抑制。因此，熔鋼中殘存之氧化鋁等之夾雜物或氣泡將以未充分被浮上除去之原狀，侵入扁鋼胚之深處而成為內部缺陷之原因，是為其問題。此一問題係如上述專利文獻 2 所述，可藉由對噴出流施以電磁制動作用而避免。

[0005] 對噴出流施以電磁制動作用之情況下，如第 3 圖（鑄模之正面剖視圖）及第 4 圖（鑄模之側面剖視圖）所示，會產生沿浸漬噴嘴 2 之上昇流，此一上昇流會在熔鋼之表面附近反轉而成為下降流。於此，特別是用以製造厚度薄的扁鋼胚之鑄模中，鑄模之長邊面間之距離（ $D_0$ ）將會接近。因此，被上述下降流搬運之夾雜物或氣泡將與構成鑄模之長邊的長邊壁 3a、3b 之上所形成的凝固殼 8 接觸，於此處將變得容易被捕捉，而有成為表面缺陷之要因的新問題發生。

[先行技術文獻]

[專利文獻]

[0006]

[專利文獻 1] 日本特開 2008-183597 號公報

[專利文獻 2] 日本發明專利第 5245800 號公報

【發明內容】

[發明解決之課題]

[0007] 本發明之目的係為解決上述先前之問題點，提供一種利用電磁制動來抑制內部缺陷，且同時可避免因該電磁制動而發生的表面缺陷之技術，與先前技術相較可提高扁鋼胚的清潔度。

[用以解決課題之手段]

[0008] 解決上述課題之本發明係一種鋼的連續鑄造方法，其係一面對於自浸漬噴嘴之噴出孔噴出的噴出流施以電磁制動，並一面對鑄模內供給熔鋼；前述電磁制動之磁束密度（B）係落於下述（式 1）之範圍內。此處，電磁制動之磁束密度（B），係指電磁制動線圈中心之磁束密度。

$$B_{\min} \leq B \leq B_{\max} \quad \dots \text{ (式 1)}$$

其中，

[0009]

[數 1]

$$B_{\min} = \frac{800 \cdot \left( \frac{D_{\max}}{D_0} \right)^3 \cdot \left( \frac{H_{SEN}}{H_0} \right)}{(v \cdot \sin \theta)}$$

[0010]

[數 2]

$$B_{\max} = \frac{3000 \cdot \left( \frac{D_{\max}}{D_0} \right)^3 \cdot \left( \frac{H_{SEN}}{H_0} \right)}{(v \cdot \sin \theta)^2}$$

$D_0$  = 於水平斷面形狀具有短邊及長邊之鑄模的長邊兩端



中，作為鑄模內對向之長邊間的距離而被計測之鑄模厚度（m），

$D_{\max}$ =於水平斷面形狀具有短邊及長邊之鑄模的長邊中央中，作為鑄模內對向之長邊間的距離而被計測之鑄模厚度之最大值（m），

$H_0$ =自熔鋼表面以至電磁制動線圈中心之鉛直方向距離（m），

$H_{SEN}$ =自浸漬噴嘴底面以至電磁制動線圈中心之鉛直方向距離（m），

$v$ =自浸漬噴嘴噴出的熔鋼之流速（m/s），

$\theta$ =以朝上為正，作為與水平線所成之角度而求得之熔鋼之噴出角度（°）。

[0011] 又，於上述本發明中，作為鑄模可使用水平斷面形狀為具有短邊及長邊之矩形鑄模。

[0012] 又，於作為鑄模使用矩形鑄模之上述本發明中，上述熔鋼之流速  $v$  宜為  $0.685 \text{ m/s} \sim 0.799 \text{ m/s}$ 。藉此，上昇流整體係和緩地形成，抑制沿凝固界面之下降流的形成將變得容易。

[0013] 又，於上述本發明中，作為鑄模，較佳的是使用水平斷面形狀為具有短邊及長邊，且於鑄模內對向之長邊間的距離以長邊中央較長邊兩端更為擴張之漏斗型鑄模。

[0014] 又，作為鑄模使用漏斗型鑄模之上述本發明中， $D_{\max}/D_0$  宜為  $1.16 \sim 1.24$ 。藉此，即使是由下降流搬

運夾雜物之情形，也將容易地降低該夾雜物被供給至凝固界面之頻度。

[0015] 又，作為鑄模使用漏斗型鑄模之上述本發明中， $H_{SEN}/H_0$  宜為  $0.161 \sim 0.327$ 。藉此，上昇流整體係和緩地形成，抑制沿凝固界面之下降流的形成將變得容易。

[0016] 又，作為鑄模使用漏斗型鑄模之上述本發明中，上述熔鋼之流速  $v$  宜為  $0.441 \text{ m/s} \sim 1.256 \text{ m/s}$ 。藉此，可使鑄模內之熔鋼流動安定化，且抑制熔鋼表面之變動將變得容易。

[0017] 又，上述本發明中，上述熔鋼之噴出角度  $\theta$  宜為  $-45^\circ \sim -5^\circ$ 。藉此，可使鑄模內之熔鋼流動安定化，抑制熔鋼表面之變動將變得容易。

#### [發明之效果]

[0018] 根據一面對於自浸漬噴嘴之噴出孔噴出的噴出流施以電磁制動，並一面對鑄模內供給熔鋼之鋼的連續鑄造方法中，將前述電磁制動之磁束密度（ $B$ ）設於上述（式 1）之範圍內的構成之本發明，除可獲致抑制熔鋼之下降速度，而減少鋼片之內部缺陷此一電磁制動之效果之外，還可在即使是使用用以製造厚度薄之扁鋼胚的鑄模之情況下，有效地避免起因於電磁制動之表面缺陷的發生。

[0019] 具體而言，根據本發明，以依據上述（式 1）將電磁制動設定於適當強度此一極其簡便之手法，即可確實降低鑄模之內部缺陷及表面缺陷二者，可提高扁鋼胚之

清潔度。

### 【圖式簡單說明】

[0020]

第 1 圖係本發明之一個實施方式中之連續鑄造裝置的鑄模附近之構成的概略之平面示意說明圖。

第 2 圖係本發明之一個實施方式中之連續鑄造裝置的鑄模附近之構成的概略之正面剖視示意說明圖。

第 3 圖係說明令電磁制動作用時之鑄模內之熔鋼的流動狀態之正面剖視圖。

第 4 圖係說明令電磁制動作用時之鑄模內之熔鋼的流動狀態之側面剖視圖。

### 【實施方式】

[0021] 以下示出本發明之較佳實施方式。

[0022] 本實施方式中，如第 1 圖所示，係於水平斷面形狀為大致長方形之鑄模 1 的長邊及短邊的大致中央附近配置浸漬噴嘴 2，並如第 2 圖所示，於構成鑄模 1 之長邊之長邊壁 3 的外側，在較浸漬噴嘴 2 之下端為下方的高度位置，隔著鑄模 1 對向配置電磁制動裝置 4。

[0023] 本實施方式中，如第 1 圖所示，係使用水平斷面形狀為具有短邊及長邊，且於鑄模內對向之長邊間距離以長邊中央（ $D_{max}$ ）較長邊兩端（ $D_0$ ）更為擴張之漏斗型鑄模（端部開放型鑄模）。此外，本發明亦可使用

$D_{\max}=D_0$  之矩形鑄模。此處，藉由設為  $D_{\max}>D_0$ ，可使熔鋼表面附近之水平方向之迴旋流安定化，還可使凝固殼自熔鋼表面附近反轉而產生之下降流遠離，可降低夾雜物及氣泡之捕捉機會。

[0024] 浸漬噴嘴 2 之中，面向鑄模 1 之短邊壁 7a、7b 之部分處，分別形成有朝鑄模 1 內斜向下之噴出熔鋼的噴出孔 5。浸漬噴嘴 2 內因吹入有 Ar 氣體，故而自噴出孔 5 噴出之噴出流 6 中，含有 Ar 氣體之氣泡、氧化鋁、熔渣系之夾雜物。

[0025] 為了避免此等 Ar 氣體之氣泡、氧化鋁、熔渣系之夾雜物，以在鑄模 1 內無法充分浮上除去之原狀侵入鋼片之深處而成為內部缺陷之現象，本實施方式中，較浸漬噴嘴 2 之下端部為下方的高度位置，隔著鑄模 1 對向配置有電磁制動裝置 4。

[0026] 電磁制動裝置 4 係由電磁鐵等所構成，可對於自浸漬噴嘴 2 之噴出孔 5 剛噴出的噴出流 6，將具有遍及沿鑄模 1 之長邊壁 3a、3b 的鑄模寬度方向（第 1 圖之 X 方向）大致均一之磁束密度分布的直流磁場，賦與至沿鑄模 1 之短邊壁 7a、7b 的鑄模厚度方向（第 1 圖之 Y 方向）。藉由此一直流磁場與噴出流，第 1 圖之 X 方向將會發生感應電流，藉由該感應電流與前述之直流磁場，於噴出流 6 之附近將會形成與噴出流 6 逆向之對向流，而抑制熔鋼之下降速度。藉此，可避免熔鋼中殘存之氧化鋁等之夾雜物或氣泡以無法充分被浮上除去之原狀侵入鋼片（扁

鋼胚)之深處的現象。

[0027] 又，先前技術中，對於噴出流令電磁制動作用時，如第 3 圖及第 4 圖所示，會產生沿浸漬噴嘴 2 之上昇流，此一上昇流於熔鋼之表面附近會反轉成為下降流。特別是  $D_0$  為 400 mm 以下程度之鑄模中，由此一下降流所搬運之夾雜物或氣泡會與長邊壁 3a、3b 上之凝固殼 8 接觸而易於被捕捉，而有易於成為表面缺陷之要因的問題。相對於此，本發明中，藉由依據上述(式 1)將電磁制動之磁束密度設為適當之強度，而可抑制由下降流所搬運之夾雜物或氣泡被長邊壁 3a、3b 上之凝固殼 8 捕捉之現象。

[0028] 上述(式 1)係由發明人之各種研討所導出，根據構成上述(式 1)之所有要素的組合，才能達成本發明之效果。此處， $B_{min}$  係電磁制動之磁束密度的適當強度範圍之下限值，磁束密度若低於此一下限值，則難以防止夾雜物或氣泡搭乘噴出流朝下方侵入。又， $B_{max}$  係電磁制動之磁束密度的適當強度範圍之上限值，磁束密度若超過此一上限值，則沿浸漬噴嘴 2 之上昇流將會變得過強，而與此相應而反轉之下降流也會增強，使得由此下降流搬運之夾雜物或氣泡與凝固殼 8 的接觸頻度增高。其結果為，表面缺陷變得易於產生。此等  $B_{min}$  及  $B_{max}$ ，係由對於鑄模內之流動有影響之諸個因子的組合而定義。

[0029] 具體而言，藉由將於水平斷面形狀具有短邊及長邊之鑄模的長邊兩端中，作為鑄模內對向之長邊間的

距離而被計測之鑄模厚度 ( $D_0$ )，於水平斷面形狀具有短邊及長邊之鑄模的長邊中央中，作為鑄模內對向之長邊間的距離而被計測之鑄模厚度之最大值 ( $D_{max}$ )，自熔鋼表面以至電磁制動線圈中心之鉛直方向距離 ( $H_0$ )，自浸漬噴嘴底面以至電磁制動線圈中心之鉛直方向距離 ( $H_{SEN}$ )，自浸漬噴嘴噴出的熔鋼之流速 ( $v$ )，以及熔鋼之噴出角度 ( $\theta$ )，組合成滿足上述 (式 1)，才能夠減少鑄模之內部缺陷與表面缺陷二者，而提高扁鋼胚之清潔度。

[0030]  $H_{SEN}$  之值愈小，則源自電磁制動之對於噴出流的制動力增大，因此噴出流之下降速度獲得抑制，而第 3 圖及第 4 圖所示之上昇流之流速增大。其結果為，此一上昇流於熔鋼之表面附近反轉而形成之下降流的流速也增大，因此由此一下降流搬運之夾雜物或氣泡，將與鑄模之長邊壁 3a、3b 上之凝固殼 8 接觸而被捕捉，致使成為表面缺陷之機率提高。

[0031] 另一方面， $H_{SEN}$  之值若是增大而接近  $H_0$ ，除電磁制動之效果薄弱外，熔鋼表面之變動也會變大。其結果為，易於造成保護渣之捲入。

[0032] 另外， $\theta$  之值愈大，則源自大的電磁制動之制動力乃成為必要，以致上昇流亦有增大的傾向。

[0033] 如是，因上述 (式 1) 之各變數的增減乃分別發揮不同之作用，故而先前之將其等組合而構成之連續鑄造設備，在每次變更鑄模尺寸、鑄造速度或浸漬噴嘴等之

際，難以決定電磁制動之最適強度。相對於此，根據本發明，係利用依據上述（式 1）而將電磁制動設為適當強度此一極其簡便之手法，確實減少鑄模之內部缺陷及表面缺陷二者，可提高扁鋼胚之清潔度。

[0034] 本發明中，鑄模為  $D_{\max}=D_0$  之矩形鑄模的情況下，自浸漬噴嘴噴出之熔鋼之流速  $v$  宜為  $0.685 \text{ m/s} \sim 0.799 \text{ m/s}$ 。藉由使熔鋼流速  $v$  為  $0.685 \text{ m/s}$  以上，可容易的獲得用以抑制夾雜物之朝向凝固界面被捕捉之熔鋼流動。又，藉由使熔鋼流速  $v$  為  $0.799 \text{ m/s}$  以下，抑制熔鋼表面之變動將變得容易。

[0035] 另一方面，本發明中，於鑄模為漏斗型鑄模之情況下， $D_{\max}/D_0$  宜為  $1.16 \sim 1.24$ 。藉由使  $D_{\max}/D_0$  為  $1.16$  以上，上昇流遍及其全體將會和緩地形成，使得抑制沿凝固界面之下降流之形成變得容易。此外，藉由使  $D_{\max}/D_0$  為  $1.24$  以下，可容易的減小自鑄模內拉出凝固殼時之阻力。鑄模為漏斗型鑄模時，基於使上述之效果顯著化的觀點， $D_{\max}/D_0$  更好的是  $1.18 \sim 1.22$ 。

[0036] 又，鑄模為漏斗型鑄模時， $H_{\text{SEN}}/H_0$  宜為  $0.161 \sim 0.327$ 。藉由使  $H_{\text{SEN}}/H_0$  為  $0.161$  以上，將使對於熔鋼表面之熱供給的安定化變得容易。另外，藉由使  $H_{\text{SEN}}/H_0$  為  $0.327$  以下，抑制熔鋼表面之變動將變得容易。鑄模為漏斗型鑄模時，基於使上述之效果顯著化的觀點， $H_{\text{SEN}}/H_0$  更好的是  $0.15 \sim 0.30$ 。

[0037] 此外，鑄模為漏斗型鑄模時，自浸漬噴嘴噴

出之熔鋼之流速  $v$  宜為  $0.441 \text{ m/s} \sim 1.256 \text{ m/s}$ 。藉由使熔鋼流速  $v$  為  $0.441 \text{ m/s}$  以上，除可獲得夾雜物之捕捉獲得抑制的熔鋼流動以外，對於熔鋼表面之熱供給也會變得容易。又，藉由使熔鋼流速  $v$  為  $1.256 \text{ m/s}$  以下，抑制熔鋼表面之變動將變得容易。鑄模為漏斗型鑄模時，基於使上述之效果顯著化的觀點，熔鋼流速  $v$  宜為  $0.500 \text{ m/s} \sim 1.100 \text{ m/s}$ 。

[0038] 另，鑄模為漏斗型鑄模時，熔鋼之噴出角度  $\theta$  宜為  $-45^\circ \sim -5^\circ$ 。藉由使熔鋼之噴出角度  $\theta$  為  $-45^\circ$  以上，對於熔鋼表面之熱供給將變得容易。又，藉由使熔鋼之噴出角度  $\theta$  為  $-5^\circ$  以下，抑制熔鋼表面之變動將變得容易。鑄模為漏斗型鑄模時，基於使上述之效果顯著化的觀點，熔鋼之噴出角度  $\theta$  宜為  $-45^\circ \sim -15^\circ$ 。

#### [實施例]

[0039] 於下述表 1 所示之各條件的鑄造條件下，進行鋼的連續鑄造，評估製造之鋼帶捲之品質。鋼帶捲之品質評估，具體而言，係針對各 50 個以上之鋼帶捲，以目視檢查計數其裂縫瑕疵，根據其瑕疵個數，賦與◎（瑕疵個數  $\leq 0.5$  個/鋼帶捲）、○（ $0.5$  個/鋼帶捲  $<$  瑕疵個數  $\leq 1.0$ /鋼帶捲）、×（瑕疵個數  $> 1.0$  個/鋼帶捲）之各種評估結果。

[0040]



【表1】

|        | 鑄造<br>速度 | 鑄模   |                |                |                  |                | 浸漬噴嘴                 |                  |          | 申請範圍要件 |                  | 鋼帶<br>捲品質 |
|--------|----------|------|----------------|----------------|------------------|----------------|----------------------|------------------|----------|--------|------------------|-----------|
|        |          | 底部形狀 |                | 漏斗部            | 電磁制動             |                | 噴嘴底面-<br>線圈中心<br>間距離 | 噴出<br>流速         | 噴出<br>角度 | 電磁制動   |                  |           |
|        |          | 寬度   | 厚度             | 厚度             | 磁束<br>密度         | 表面-線圈<br>中心間距離 |                      |                  |          | 適當強度範圍 |                  |           |
|        |          | Vc   | W <sub>0</sub> | D <sub>0</sub> | D <sub>max</sub> | B              | H <sub>0</sub>       | H <sub>SEN</sub> | v        | θ      | B <sub>min</sub> |           |
|        | m/min    | mm   | mm             | mm             | G                | mm             | mm                   | m/s              | deg.     | G      | G                |           |
| 實施例 1  | 1.4      | 1630 | 250            | 290            | 4100             | 606.5          | 198                  | 0.799            | -45      | 722    | 4789             | ◎         |
| 實施例 2  | 1.4      | 1630 | 250            | 310            | 4100             | 606.5          | 198                  | 0.799            | -45      | 881    | 5850             | ◎         |
| 實施例 3  | 1.4      | 1630 | 250            | 250            | 4100             | 606.5          | 148                  | 0.799            | -30      | 489    | 4587             | ○         |
| 實施例 4  | 1.4      | 1630 | 250            | 290            | 4100             | 606.5          | 148                  | 0.799            | -30      | 763    | 7159             | ◎         |
| 實施例 5  | 1.4      | 1630 | 250            | 310            | 4100             | 606.5          | 148                  | 0.799            | -30      | 932    | 8745             | ◎         |
| 實施例 6  | 1.4      | 1630 | 250            | 300            | 4100             | 606.5          | 198                  | 0.799            | -45      | 799    | 5302             | ◎         |
| 實施例 7  | 1.4      | 1400 | 250            | 300            | 4100             | 606.5          | 198                  | 0.686            | -45      | 930    | 7187             | ◎         |
| 實施例 8  | 1.4      | 1150 | 250            | 300            | 4100             | 606.5          | 198                  | 0.564            | -45      | 1132   | 10651            | ◎         |
| 實施例 9  | 1.4      | 900  | 250            | 300            | 4100             | 606.5          | 198                  | 0.441            | -45      | 1447   | 17390            | ◎         |
| 實施例 10 | 1.0      | 1630 | 250            | 300            | 4100             | 606.5          | 148                  | 0.571            | -30      | 1182   | 15534            | ○         |
| 實施例 11 | 1.4      | 1630 | 250            | 300            | 4100             | 606.5          | 148                  | 0.799            | -30      | 844    | 7926             | ◎         |
| 實施例 12 | 1.8      | 1630 | 250            | 300            | 1100             | 606.5          | 148                  | 1.027            | -30      | 657    | 4795             | ○         |
| 實施例 13 | 1.8      | 1630 | 250            | 300            | 1800             | 606.5          | 148                  | 1.027            | -30      | 657    | 4795             | ◎         |
| 實施例 14 | 1.8      | 1630 | 250            | 300            | 4100             | 606.5          | 148                  | 1.027            | -30      | 657    | 4795             | ◎         |
| 實施例 15 | 1.8      | 1630 | 250            | 300            | 4400             | 606.5          | 148                  | 1.027            | -30      | 657    | 4795             | ◎         |
| 實施例 16 | 1.8      | 1630 | 250            | 300            | 4600             | 606.5          | 148                  | 1.027            | -30      | 657    | 4795             | ○         |
| 實施例 17 | 1.0      | 1630 | 250            | 300            | 4100             | 608.5          | 198                  | 0.571            | -45      | 1118   | 10391            | ○         |
| 實施例 18 | 1.4      | 1630 | 250            | 300            | 4100             | 606.5          | 198                  | 0.799            | -45      | 799    | 5302             | ◎         |
| 實施例 19 | 1.0      | 1630 | 250            | 300            | 4100             | 606.5          | 198                  | 0.571            | -30      | 1581   | 20783            | ○         |
| 實施例 20 | 1.4      | 1630 | 250            | 300            | 4100             | 606.5          | 198                  | 0.799            | -30      | 1130   | 10603            | ◎         |
| 實施例 21 | 1.8      | 1630 | 250            | 300            | 4100             | 606.5          | 198                  | 1.027            | -30      | 879    | 6414             | ◎         |
| 實施例 22 | 2.2      | 1630 | 250            | 300            | 800              | 606.5          | 198                  | 1.256            | -30      | 719    | 4294             | ○         |
| 實施例 23 | 1.4      | 1630 | 250            | 300            | 4100             | 606.5          | 98                   | 0.799            | -30      | 559    | 5248             | ◎         |
| 實施例 24 | 1.4      | 1630 | 250            | 300            | 4100             | 606.5          | 98                   | 0.799            | -15      | 1080   | 19586            | ◎         |
| 實施例 25 | 1.4      | 1630 | 250            | 300            | 4100             | 606.5          | 98                   | 0.799            | -5       | 3208   | 172724           | ○         |
| 實施例 26 | 1.0      | 1630 | 300            | 300            | 3000             | 606.5          | 148                  | 0.685            | -30      | 570    | 6243             | ○         |
| 實施例 27 | 1.0      | 1630 | 300            | 350            | 1500             | 606.5          | 148                  | 0.685            | -30      | 905    | 9914             | ○         |
| 比較例 1  | 1.4      | 1630 | 250            | 250            | 4100             | 606.5          | 198                  | 0.799            | -45      | 462    | 1303             | ×         |
| 比較例 2  | 1.4      | 1630 | 250            | 300            | 4100             | 606.5          | 148                  | 0.799            | -45      | 597    | 3963             | ×         |
| 比較例 3  | 2.2      | 1630 | 250            | 300            | 4100             | 606.5          | 148                  | 1.256            | -30      | 537    | 3210             | ×         |
| 比較例 4  | 1.8      | 1630 | 250            | 300            | 4100             | 606.5          | 198                  | 1.027            | -45      | 621    | 3207             | ×         |
| 比較例 5  | 2.2      | 1630 | 250            | 300            | 4100             | 606.5          | 198                  | 1.256            | -45      | 508    | 2147             | ×         |
| 比較例 6  | 1.4      | 1630 | 250            | 300            | 4100             | 606.5          | 98                   | 0.799            | -45      | 395    | 2624             | ×         |
| 比較例 7  | 1.8      | 1630 | 250            | 300            | 500              | 606.5          | 148                  | 1.027            | -30      | 657    | 4795             | ×         |
| 比較例 8  | 1.8      | 1630 | 250            | 300            | 5000             | 606.5          | 148                  | 1.027            | -30      | 657    | 4795             | ×         |
| 比較例 9  | 1.4      | 1630 | 300            | 300            | 4500             | 606.5          | 148                  | 0.959            | -30      | 407    | 3185             | ×         |
| 比較例 10 | 1.4      | 1630 | 300            | 350            | 500              | 606.5          | 148                  | 0.959            | -30      | 647    | 5058             | ×         |

[0041] 實施例 1、2、4、5、6、7、8、9、11、13、14、15、18、20、21、23、24 係電磁制動磁束密度在適當範圍內，且使用漏斗型鑄模者。如此等實施例所示，於電磁制動磁束密度在適當範圍內且使用漏斗型鑄模之情況下，確認可在不受其他之鑄造條件（鑄造速度、鑄造寬度、漏斗型部之膨脹厚及浸漬噴嘴條件）影響下，均顯示極其良好◎之鋼帶捲品質。

[0042] 實施例 3、26 均是電磁制動磁束密度在適當範圍內，但使用無漏斗型部之矩形鑄模者。於此條件下之鋼帶捲品質為良好○。

實施例 10、17、19、27 均是使用漏斗型鑄模，且電磁制動磁束密度設為適當範圍內，同時鑄造速度設為低的實施例。此一條件下之鋼帶捲品質均為良好○。

實施例 22 係使用漏斗型鑄模，且電磁制動磁束密度設為適當範圍內，同時鑄造速度設為快速之實施例。此一條件下之鋼帶捲品質為良好○。

實施例 25 係使用漏斗型鑄模，且電磁制動磁束密度設為適當範圍內，同時噴出角度設為淺（ $-5^{\circ}$ ）的實施例。此一條件下之鋼帶捲品質為良好○。

[0043] 比較例 1~10 均為電磁制動磁束密度不在適當範圍內者。此一條件下之鋼帶捲品質均為不良×

[0044] 比較例 7、8 與實施例 12~16 係將電磁制動磁束密度以外之其他條件統一，並將依據上述（式 1）之電磁制動磁束密度的適當範圍設為 657~4795（Gauss）

之例子。

實施例 13～15 均是電磁制動磁束密度在適當範圍內，但與上限值及下限值之任一者遠離者，確認任一例均顯示極其良好◎之鋼帶捲品質。

比較例 7 係電磁制動磁束密度較適當下限值小 24%，比較例 8 係電磁制動磁束密度較適當上限值大 4%者。其等均是鋼帶捲品質不良×

使用漏斗型鑄模之實施例 12，係電磁制動磁束密度雖在適當範圍內，但與實施例 13～15 之電磁制動磁束密度相比，接近下限值之例子。此一條件下之鋼帶捲品質良好○。

使用漏斗型鑄模之實施例 16，係電磁制動磁束密度雖在適當範圍內，但與實施例 13～15 之電磁制動磁束密度相比，接近上限值之例子。此一條件下之鋼帶捲品質良好○。

## 【符號說明】

[0045]

1：鑄模

2：浸漬噴嘴

3、3a、3b：長邊壁

4：電磁制動裝置

5：噴出孔

6：噴出流

7a、7b：短邊壁

8：凝固殼

9：電磁制動線圈中心

## 申請專利範圍

1.一種鋼的連續鑄造方法，其特徵在於：其係一面對於自浸漬噴嘴之噴出孔噴出的噴出流施以電磁制動，並一面對鑄模內供給熔鋼；

前述電磁制動之磁束密度（B）係落於下述（式 1）之範圍內：

$$B_{\min} \leq B \leq B_{\max} \quad \cdots \text{（式 1）}$$

其中，

$$B_{\min} = \frac{800 \cdot \left( \frac{D_{\max}}{D_0} \right)^3 \cdot \left( \frac{H_{SEN}}{H_0} \right)}{(v \cdot \sin \theta)}$$

$$B_{\max} = \frac{3000 \cdot \left( \frac{D_{\max}}{D_0} \right)^3 \cdot \left( \frac{H_{SEN}}{H_0} \right)}{(v \cdot \sin \theta)^2}$$

$D_0$ =於水平斷面形狀具有短邊及長邊之鑄模的長邊兩端中，作為鑄模內對向之長邊間的距離而被計測之鑄模厚度（m），

$D_{\max}$ =於水平斷面形狀具有短邊及長邊之鑄模的長邊中央中，作為鑄模內對向之長邊間的距離而被計測之鑄模厚度之最大值（m），

$H_0$ =自熔鋼表面以至電磁制動線圈中心之鉛直方向距離（m），

$H_{SEN}$ =自浸漬噴嘴底面以至電磁制動線圈中心之鉛直方向距離（m），

$v$ =自浸漬噴嘴噴出的熔鋼之流速（m/s），

$\theta$ =熔鋼之噴出角度（°）。

2.如申請專利範圍第 1 項之鋼的連續鑄造方法，其中作為前述鑄模，係使用水平斷面形狀為具有短邊及長邊之矩形鑄模。

3.如申請專利範圍第 2 項之鋼的連續鑄造方法，其中前述熔鋼之流速  $v$  為  $0.685 \text{ m/s} \sim 0.799 \text{ m/s}$ 。

4. 如申請專利範圍第 1 項之鋼的連續鑄造方法，其中作為前述鑄模，係使用水平斷面形狀為具有短邊及長邊，且於鑄模內對向之長邊間的距離以長邊中央較長邊兩端更為擴張之漏斗型鑄模。

5.如申請專利範圍第 4 項之鋼的連續鑄造方法，其中前述  $D_{\max}/D_0$  為  $1.16 \sim 1.24$ 。

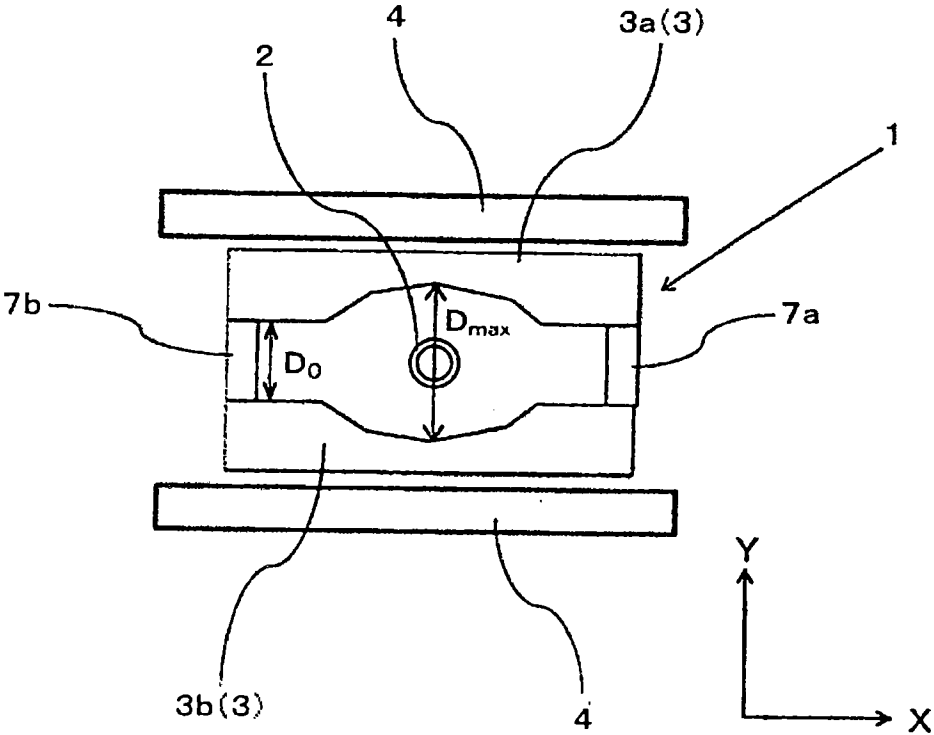
6.如申請專利範圍第 4 或 5 項之鋼的連續鑄造方法，其中前述  $H_{\text{SEN}}/H_0$  為  $0.161 \sim 0.327$ 。

7.如申請專利範圍第 4~6 項中任一項之鋼的連續鑄造方法，其中前述熔鋼之流速  $v$  為  $0.441 \text{ m/s} \sim 1.256 \text{ m/s}$ 。

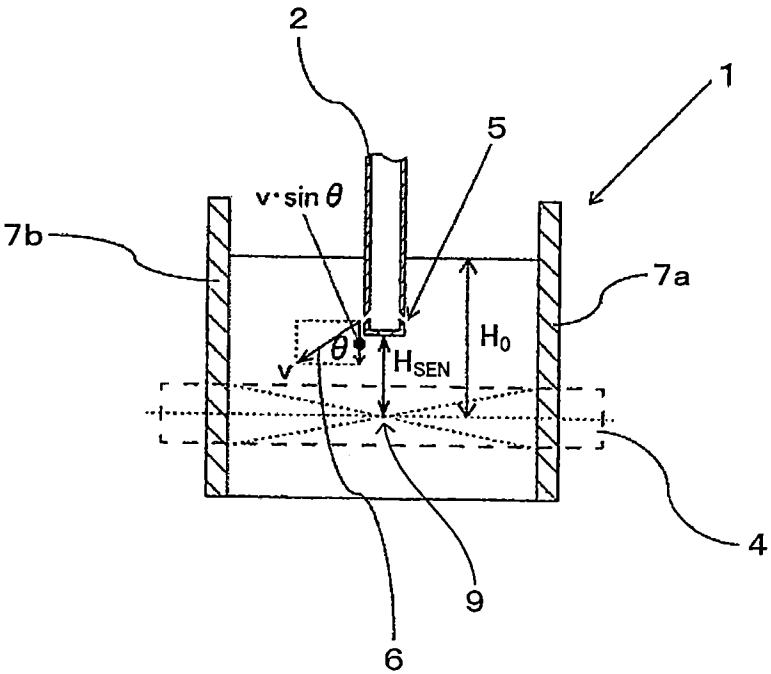
8.如申請專利範圍第 4~7 項中任一項之鋼的連續鑄造方法，其中前述熔鋼之噴出角度  $\theta$  為  $-45^\circ \sim -5^\circ$ 。

圖式

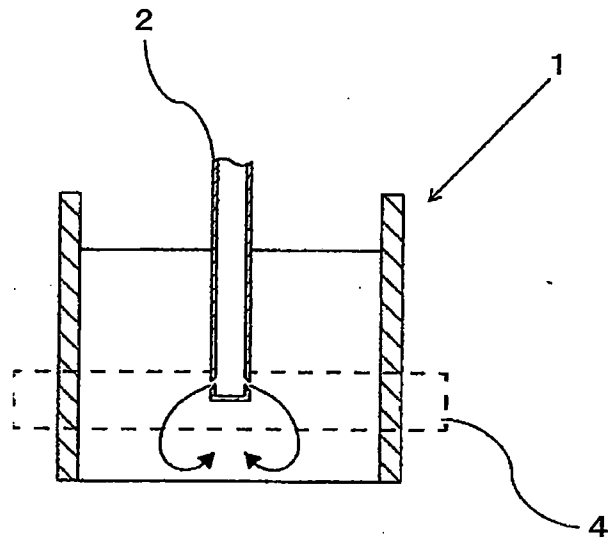
第 1 圖



第 2 圖



第 3 圖



第 4 圖

