



(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 I587946 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 06 月 21 日

(21)申請案號：105109501

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 06 月 19 日

(51)Int. Cl. : **B22D11/059 (2006.01)****B22D11/057 (2006.01)**

(30)優先權：2012/06/27 日本

2012-143839

2013/03/04 日本

2013-041673

(71)申請人：J F E 鋼鐵股份有限公司 (日本) JFE STEEL CORPORATION (JP)

日本

(72)發明人：鍋島誠司 NABESHIMA, SEIJI (JP)；岩田直道 IWATA, NAOMICHI (JP)；荒牧則親 ARAMAKI, NORICHIKA (JP)；三木祐司 MIKI, YUJI (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

JP 1-170550A

JP 2001-105102A

審查人員：江國雄

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：7 共 48 頁

(54)名稱

連續鑄造用鑄模及鋼的連續鑄造方法

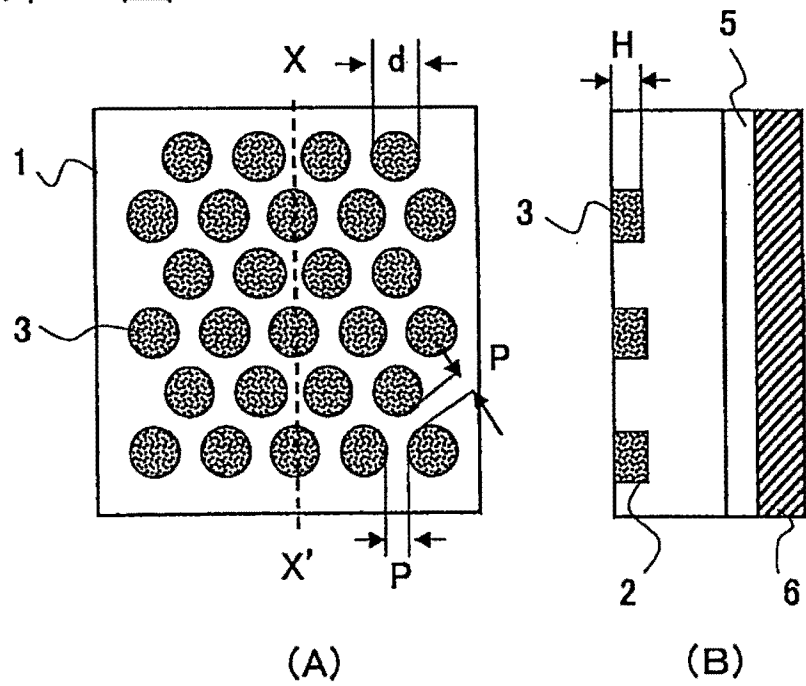
(57)摘要

本發明所提供的連續鑄造用鑄模，係可以防止：因為凝固初期的凝固殼的不均勻冷卻所導致的表面裂隙、以及在會產生包晶反應的中碳鋼中，因為 δ 鐵變態成 γ 鐵所引起的凝固殼厚度不均勻所導致的表面裂隙。

本發明的連續鑄造用鑄模(1)，是在銅鑄模內壁面之從較之彎液面(meniscus)更上方的任意位置起迄較之彎液面更下方 20mm 以上的位置為止的範圍內，具有複數個分別獨立的低熱傳導金屬充填部(3)，該低熱傳導金屬充填部(3)係由：其熱傳導率是銅的熱傳導率的 30%以下的金屬被充填到設在前述內壁面的圓形凹溝(2)的內部，而形成之直徑為 2~20mm 的低熱傳導金屬充填部，並且在低熱傳導金屬充填部之前述金屬的充填厚度(H)，是小於等於前述圓形凹溝，並且相對於前述低熱傳導金屬充填部的直徑(d)，係符合下列數式(1)的關係： $0.5 \leq H \leq d \dots (1)$

指定代表圖：

第 2 圖



- 符號簡單說明：
- 1 . . . 鑄模長邊銅板
 - 2 . . . 圓形凹溝
 - 3 . . . 低熱傳導金屬
充填部
 - 5 . . . 冷卻水流路
 - 6 . . . 背板
 - d . . . 低熱傳導金屬
充填部的直徑
 - H . . . 低熱傳導金
屬充填部之金屬充填
厚度
 - P . . . 低熱傳導金屬
充填部彼此之間的間
隔

公告本

發明摘要

※申請案號：

105109501 (由102121730分割)

※申請日：102年06月19日

※IPC分類：B22D 11/059 (2006.01)

B22D 11/057 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

連續鑄造用鑄模及鋼的連續鑄造方法

【中文】

本發明所提供的連續鑄造用鑄模，係可以防止：因為凝固初期的凝固殼的不均勻冷卻所導致的表面裂隙、以及在會產生包晶反應的中碳鋼中，因為 δ 鐵變態成 γ 鐵所引起的凝固殼厚度不均勻所導致的表面裂隙。

本發明的連續鑄造用鑄模(1)，是在銅鑄模內壁面之從較之彎液面(meniscus)更上方的任意位置起迄較之彎液面更下方 20mm 以上的位置為止的範圍內，具有複數個分別獨立的低熱傳導金屬充填部(3)，該低熱傳導金屬充填部(3)係由：其熱傳導率是銅的熱傳導率的 30%以下的金屬被充填到設在前述內壁面的圓形凹溝(2)的內部，而形成之直徑為 2~20mm 的低熱傳導金屬充填部，並且在低熱傳導金屬充填部之前述金屬的充填厚度(H)，是小於等於前述圓形凹溝，並且相對於前述低熱傳導金屬充填部的直徑(d)，係符合下列數式(1)的關係：

$$0.5 \leq H \leq d \quad \cdots (1)$$

【英文】

【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：鑄模長邊銅板

2：圓形凹溝

3：低熱傳導金屬充填部

5：冷卻水流路

6：背板

d：低熱傳導金屬充填部的直徑

H：低熱傳導金屬充填部之金屬充填厚度

P：低熱傳導金屬充填部彼此之間的間隔

【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）

連續鑄造用鑄模及鋼的連續鑄造方法

【技術領域】

本發明係關於：可以防止鑄模內之凝固殼的不均勻冷卻所導致的鑄片表面裂隙，而可進行熔鋼的連續鑄造之連續鑄造用鑄模，以及使用這種鑄模之鋼的連續鑄造方法。

【先前技術】

在進行鋼的連續鑄造時，注入到鑄模內的熔鋼是利用水冷式鑄模來進行冷卻，在與鑄模的接觸面處，熔鋼會凝固而生成凝固層（稱為「凝固殼」）。以這個凝固殼來作為外殼，內部還保持未凝固層的鑄片，則是一邊利用設置在鑄模下游側的噴水滴或噴水霧來進行冷卻，一邊朝往鑄模下方連續地抽拉出去。鑄片受到噴水滴或噴水霧的冷卻，就連中心部也都凝固之後，就利用氣炬裁切機等機器，將其裁切成預定長度的鑄片。

鑄模內的冷卻不均勻的話，凝固殼的厚度在鑄片的鑄造方向及鑄片寬度方向上會變得不均勻。凝固殼會承受到因凝固殼的收縮、變形所產生的應力。在凝固初期時，這種應力係集中在凝固殼的薄內部，受到這種應力的影響，將會在凝固殼的表面產生龜裂。這種龜裂，因為又受到後

來的熱應力、連續鑄造機的輥子所產生的撓曲應力及矯正應力之類的外力的影像，而會擴大成較大的表面裂隙。

存在於鑄片的表面裂隙，在接下來工序的輥軋工序中，將會成為鋼製品的表面缺陷。因此，為了防止發生鋼製品的表面缺陷，必須對於鑄片表面進行熔削或者研削處理，以資在鑄片階段就將該表面裂隙予以除去。

在鑄模內的不均勻凝固現象，尤其是在含碳量 0.08～0.17 質量%的鋼中特別容易發生。含碳量 0.08～0.17 質量%的鋼，凝固時會引起包晶反應。這種在鑄模內的不均勻凝固現象，被認為是由於：因包晶反應而導致從 δ 鐵（肥粒鐵）變態成為 γ 鐵（沃斯田鐵）時的體積收縮所帶來的變態應力所引起的。換言之，由於這種變態應力所引起的變形，使得凝固殼發生變形，因為這種變形而使得凝固殼離開了鑄模內壁面。從鑄模內壁面分離後的部位，受到鑄模的冷卻效果變低，這種從鑄模內壁面分離的部位（將這種從鑄模內壁面分離的部位稱為「凹陷部」）的凝固殼厚度會變得較薄。被認為是：因為凝固殼厚度變薄，上述應力集中在這個部分，因而發生了表面裂隙。

尤其是在增加了鑄片的抽拉速度的情況下，不僅是從凝固殼傳導到鑄模冷卻水的平均熱流束會增加（凝固殼被急速冷卻），熱流束的分布也變得不規則且不均勻，所以鑄片表面裂隙的發生會有增加的傾向。具體而言，在鑄片厚度 200mm 以上的鋼胚連續鑄造機中，鑄片抽拉速度若是 1.5m/min 以上的話，就很容易發生表面裂隙。

以往，基於防止：會產生上述包晶反應的鋼種（稱為「中碳鋼」）的鑄片表面裂隙之目的，曾經嘗試使用具有容易結晶化的組成分的澆鑄粉（例如：請參考專利文獻 1）。這是基於：若是容易結晶化的組成分的澆鑄粉的話，澆鑄粉層的熱阻抗會增大因而使得凝固殼受到緩冷卻的理由。因為是受到緩冷卻，所以作用在凝固殼的應力也會降低，表面裂隙也會變少的緣故。但是，只是依賴澆鑄粉所帶來的緩冷卻效果的話，無法充分地改善不均勻凝固，若是變態量較大的鋼種的話，還是無法防止其發生裂隙。

因此，曾經有人為了防止鑄片的表面裂隙，而提出許多種用來將連續鑄造用鑄模本身予以緩冷卻化的技術方案。例如：專利文獻 2 和專利文獻 3 的技術方案，為了防止發生表面裂隙，乃在鑄模內壁面實施凹陷加工（凹溝、圓孔），藉由使其形成氣隙來謀求緩冷卻的方法。但是，這種方法，如果凹溝的寬度很大的話，澆鑄粉將會流入凹溝的內部，因而無法形成氣隙，而會有難以獲得緩冷卻的效果之問題。

此外，有人提出的技術方案，是讓澆鑄粉流入設在鑄模內壁面的凹部（縱溝、格子溝、圓孔），帶來規則性的熱傳達分布以資減少不均勻凝固量的方法（例如：請參考專利文獻 4 及專利文獻 5）。但是，根據這種方法，如果流入凹部內的澆鑄粉不夠充分的話，會有：因為熔鋼侵入凹部而產生拘束性邊緣部，或者因為原本已經充填在凹部

內的澆鑄粉在鑄造中剝落，使得熔鋼侵入該部位因而產生拘束性邊緣部之類的問題。

此外，也有人提出一些技術方案，是要在鑄模內壁面形成氣隙的時候，利用設在鑄模內壁面上的噴砂面，或者縮小凹部加工面上的溝寬度、圓孔的方法（例如：請參考專利文獻 6 及專利文獻 7）。根據這種方法，澆鑄粉是受到界面張力的作用，不會流入噴砂面、凹部加工面的凹溝內、圓孔內，而得以保有氣隙。但是，隨著鑄模的磨耗，氣隙量本身也會減少，因此氣隙效果將會逐漸消失殆盡，這是其問題。

此外，也有人提出的技術方案，是基於：藉由賦予規則性的熱傳達分布來降低不均勻凝固之目的，而在鑄模內壁面實施溝加工（縱溝、格子溝），在這個溝內充填入低熱傳導材料的方法（例如：請參考專利文獻 8 及專利文獻 9）。但是這種方法的問題為：低熱傳導材料與銅之間的熱變形差所產生的應力會作用在縱溝或格子溝與銅（鑄模）的境界面、以及在格子部的正交部位，因而使得鑄模銅板表面發生裂隙。

〔 先前技術文獻 〕

〔 專利文獻 〕

〔 專利文獻 1 〕 日本特開 2005-297001 號公報

〔 專利文獻 2 〕 日本特開平 6-297103 號公報

〔 專利文獻 3 〕 日本特開平 9-206891 號公報

〔 專利文獻 4 〕 日本特開平 9-276994 號公報

- [專利文獻 5] 日本特開平 10-193041 號公報
[專利文獻 6] 日本特開平 8-257694 號公報
[專利文獻 7] 日本特開平 10-296399 號公報
[專利文獻 8] 日本特開平 1-289542 號公報
[專利文獻 9] 日本特開平 2-6037 號公報

【發明內容】

〔發明所欲解決的技術課題〕

本發明是有鑒於上述情事而進行開發完成的，其目的是要提供：一種連續鑄造用鑄模以及使用這種連續鑄造用鑄模之鋼的連續鑄造方法。該連續鑄造用鑄模，是在連續鑄造用鑄模的內壁面，分別獨立地形成了複數個其熱傳導率較銅的熱傳導率更低的部位，藉此，不會引起因為拘束性邊緣部的發生及鑄模表面的裂隙所導致的鑄模壽命降低問題，亦可防止：因凝固初期之凝固殼的不均勻冷卻所導致的表面裂隙、以及在會產生包晶反應的中碳鋼中，因為從 δ 鐵變態成 γ 鐵所產生的凝固殼厚度不均勻所造成的表面裂隙。

〔用以解決課題的技術方案〕

為了解決上述技術課題，本發明的技術方案如下所述。

〔1〕一種連續鑄造用鑄模，係在水冷式銅鑄模的內壁面，在該內壁面之從較之彎液面（meniscus）更上方的

任意位置起迄較之彎液面更下方 20mm 以上的位置為止的範圍內，具有複數個分別獨立的低熱傳導金屬充填部，該低熱傳導金屬充填部係由：其熱傳導率是銅的熱傳導率的 30% 以下的金屬被充填到設在前述內壁面的圓形凹溝或擬似圓形凹溝的內部，而形成之直徑為 2~20mm 或換算成圓的直徑為 2~20mm 的低熱傳導金屬充填部，並且在前述低熱傳導金屬充填部之前述金屬的充填厚度，是小於等於前述圓形凹溝或前述擬似圓形凹溝的深度，並且相對於前述低熱傳導金屬充填部的直徑或換算成圓的直徑，係符合下列數式（1）的關係：

$$0.5 \leq H \leq d \quad \cdots (1)$$

在數式（1）中，H 是金屬的充填厚度（mm），d 是低熱傳導金屬充填部的直徑（mm）或換算成圓的直徑（mm）。

〔2〕如前述〔1〕項所述的連續鑄造用鑄模，其中，在前述水冷式銅鑄模的內壁面，形成有：厚度為 2.0mm 以下的鎳合金的鍍覆層，而前述低熱傳導金屬充填部是被前述鍍覆層所覆蓋著。

〔3〕如前述〔1〕項或〔2〕項所述的連續鑄造用鑄模，其中，前述低熱傳導金屬充填部彼此之間的間隔，相對於該低熱傳導金屬充填部的直徑或換算成圓的直徑，係符合下列數式（2）的關係：

$$P \geq 0.25 \times d \quad \cdots (2)$$

在數式（2）中，P 是低熱傳導金屬充填部彼此之間

的間隔（mm）， d 是低熱傳導金屬充填部的直徑（mm）或換算成圓的直徑（mm）。

〔4〕如前述〔3〕項所述的連續鑄造用鑄模，其中，前述低熱傳導金屬充填部彼此之間的間隔，在符合上述數式（2）的關係的範圍內，在前述鑄模的寬度方向上或在鑄造方向上，該間隔是不同的。

〔5〕如前述〔1〕項至〔4〕項之任一項所述的連續鑄造用鑄模，其中，在被形成有前述低熱傳導金屬充填部的範圍內之銅鑄模內壁面，該低熱傳導金屬充填部所佔的面積率為 10% 以上。

〔6〕如前述〔1〕項至〔5〕項之任一項所述的連續鑄造用鑄模，其中，在鑄模下部之未形成有前述低熱傳導金屬充填部的範圍內之鑄造方向的長度上，從前述低熱傳導金屬充填部的下端位置起迄鑄模下端位置為止的距離，相對於定常鑄造時之鑄片抽拉速度，係符合下列數式（3）的關係：

$$L \geq V_c \times 100 \quad \cdots (3)$$

在數式（3）中， L 是從低熱傳導金屬充填部的下端位置起迄鑄模下端位置為止的距離（mm）， V_c 是定常鑄造時之鑄片抽拉速度（m/min）。

〔7〕如前述〔1〕項至〔6〕項之任一項所述的連續鑄造用鑄模，其中，前述低熱傳導金屬充填部的直徑或換算成圓的直徑，在 2~20mm 的範圍內，在前述鑄模的寬度方向上或在鑄造方向上，該直徑是不同的。

〔 8 〕如前述〔 1 〕項至〔 7 〕項之任一項所述的連續鑄造用鑄模，其中，前述低熱傳導金屬充填部的厚度，在符合上述數式（ 1 ）的關係的範圍內，在前述鑄模的寬度方向上或在鑄造方向上，該厚度是不同的。

〔 9 〕一種鋼的連續鑄造方法，係使用如前述〔 1 〕項至〔 8 〕項之任一項所述的連續鑄造用鑄模，將澆筒內的熔鋼注入到前述連續鑄造用鑄模內，將熔鋼進行連續鑄造。

〔 10 〕如前述〔 9 〕項所述的鋼的連續鑄造方法，其中，係在前述連續鑄造用鑄模上，在該鑄模之較之彎液面（ meniscus ）更下方大於等於某一距離（ R ）的位置為止的範圍內，形成有前述低熱傳導金屬充填部，而該距離（ R ）係因應定常鑄造時的鑄片抽拉速度根據下列數式（ 4 ）而計算出來的距離，

並且將定常鑄造時的鑄片抽拉速度設定在 0.6m/min 以上的範圍內，使用其結晶化溫度為 1100℃ 以下，且鹽基度（（質量%CaO）/（質量%SiO₂））為 0.5~1.2 的澆鑄粉（ mold powder ）來進行連續鑄造：

$$R = 2 \times V_c \times 1000/60 \quad \cdots (4)$$

在數式（ 4 ）中， R 是從彎液面起算的距離（ mm ）， V_c 是定常鑄造時之鑄片抽拉速度（ m/min ）。

〔 11 〕如前述〔 9 〕項或〔 10 〕項所述的鋼的連續鑄造方法，其中，前述熔鋼是含碳量為 0.08~0.17 質量%的中碳鋼，將該熔鋼當成鑄片厚度為 200mm 以上的鋼胚鑄

片，以 1.5 m/min 以上的鑄片抽拉速度進行連續鑄造。

〔 發明的效果 〕

根據本發明，是將複數個低熱傳導金屬充填部設置在：包含彎液面位置在內的彎液面近旁的連續鑄造用鑄模的寬度方向及鑄造方向上，所以在彎液面近旁的鑄模寬度方向及鑄造方向上的連續鑄造用鑄模的熱阻抗，係有規則性且周期性地的進行增減。藉此，在彎液面近旁，亦即，在凝固初期之從凝固殼傳導到連續鑄造用鑄模的熱流束是有規則性且周期性地的進行增減。利用這種熱流束的有規則性且周期性地的進行增減，從 δ 鐵變態為 γ 鐵時的應力和熱應力也會減少，由這些應力所產生的凝固殼的變形也會變小。因為凝固殼的變形變得很小，所以因凝固殼的變形所導致的不均勻熱流束分布也被予以均勻化，而且所發生的應力也被分散而使得各個變形量變得更小。其結果，可以防止凝固殼表面發生裂隙。

【圖式簡單說明】

第 1 圖是從內壁面側來觀看構成本發明的連續鑄造用鑄模的一部分的鑄模長邊銅板時的概略側面圖。

第 2 圖是第 1 圖所示的鑄模長邊銅板之形成有低熱傳導金屬充填部的部位的擴大圖。

第 3 圖是將位在鑄模長邊銅板的三個地方的熱阻抗依據低熱傳導金屬充填部的位置予以概念性地顯示的示意

圖。

第 4 圖是構成本發明的連續鑄造用鑄模的一部分的鑄模長邊銅板，而且是從內壁面側來觀看該在鑄造方向及鑄模寬度方向上設置了不同直徑的低熱傳導金屬充填部的鑄模長邊銅板時的概略側面圖。

第 5 圖是構成本發明的連續鑄造用鑄模的一部分的鑄模長邊銅板，而且是從內壁面側來觀看該在鑄造方向及鑄模寬度方向上設置了不同厚度的低熱傳導金屬充填部的鑄模長邊銅板時的概略側面圖及其 A-A'剖面圖、B-B'剖面圖。

第 6 圖是構成本發明的連續鑄造用鑄模的一部分的鑄模長邊銅板，而且是從內壁面側來觀看該在鑄造方向及鑄模寬度方向上以不同的間距來設置了低熱傳導金屬充填部的鑄模長邊銅板時的概略側面圖。

第 7 圖是在銅鑄模內壁面設有用來保護銅鑄模表面的鍍覆層的例子概略圖。

【實施方式】

以下，將佐以圖面更具體地說明本發明。第 1 圖是構成本發明的連續鑄造用鑄模的一部分的鑄模長邊銅板，而且是從內壁面側來觀看在內壁面側形成有低熱傳導金屬充填部的鑄模長邊銅板時的概略側面圖。第 2 圖是第 1 圖所示的鑄模長邊銅板之形成有低熱傳導金屬充填部的部位的擴大圖，第 2 圖（A）是從內壁面側來觀看時的概略側面

圖、第 2 圖 (B) 是第 2 圖 (A) 的 X-X' 剖面圖。

第 1 圖所示的連續鑄造用鑄模，是用來鑄造鋼胚鑄片的連續鑄造用鑄模之一例。鋼胚鑄片用的連續鑄造用鑄模，是將一對鑄模長邊銅板與一對鑄模短邊銅板組合而構成的。第 1 圖是顯示出其中的鑄模長邊銅板。鑄模短邊銅板也是採用與鑄模長邊銅板同樣的在其內壁面側形成了低熱傳導金屬充填部的銅板，在此，將省略對於鑄模短邊銅板的說明。但是，就鋼胚鑄片而言，因為其形狀的緣故，應力比較容易集中在長邊面側的凝固殼，在長邊面側比較容易發生表面裂隙。因此，在鋼胚鑄片用的連續鑄造用鑄模的鑄模短邊銅板，不一定要設置低熱傳導金屬充填部。

如第 1 圖所示，在於較之鑄模長邊銅板 1 之定常鑄造時的彎液面的位置更上方達到距離 (Q) (距離 (Q) 是任意的數值) 的位置起迄較之彎液面更下方達到距離 (R) 的位置為止的鑄模長邊銅板 1 的內壁面，設置了複數個低熱傳導金屬充填部 3。此處所稱的「彎液面」就是「鑄模內熔鋼液面」。

這種低熱傳導金屬充填部 3 係如第 2 圖所示，係在鑄模長邊銅板 1 的內壁面側，分別獨立加工而形成的直徑 (d) 為 2~20mm 的圓形凹溝 2 的內部，利用鍍覆方式或者熔射方式等，充填入相對於銅 (Cu) 的熱傳導率，其熱傳導率是 30% 以下的金屬 (以下稱為「低熱傳導金屬」) 而形成的。此處，第 1 圖中的符號 L 是表示：鑄模下部之未形成有低熱傳導金屬充填部 3 的範圍之鑄造方向長度，

是從低熱傳導金屬充填部 3 的下端位置起迄鑄模下端位置為止的距離。第 2 圖中的符號 5 是冷卻水流路，符號 6 是背板。

在第 1 圖及第 2 圖中，低熱傳導金屬充填部 3 在鑄模長邊銅板 1 的內壁面上的形狀雖然是圓形，但不一定要製作成圓形。例如：只要是像橢圓形這樣的不帶有「角」的近似圓形的形狀的話，無論是何種形狀也都無妨。但是，即使是近似於圓形的形狀的情況下，從這個近似於圓形的形狀的低熱傳導金屬充填部 3 的面積所求出來的換算成圓的直徑，必須在 2~20mm 的範圍內。

藉由將複數個低熱傳導金屬充填部 3 設置在：包含彎液面位置在內的彎液面近旁的連續鑄造用鑄模的寬度方向及鑄造方向上，即可如第 3 圖所示般的，在彎液面近旁的鑄模寬度方向及鑄造方向上的連續鑄造用鑄模的熱阻抗會呈現具有規則性且周期性的增減。如此一來，在彎液面近旁，亦即，在凝固初期之從凝固殼傳導到連續鑄造用鑄模的熱流束係呈現具有規則性且周期性的增減。藉由這種熱流束之具有規則性且周期性的增減，從 δ 鐵變態為 γ 鐵（以下稱為「 δ/γ 變態」）時所產生的應力和熱應力會減少，因這些應力而導致的凝固殼的變形也隨著變小。因為凝固殼的變形變小，所以因凝固殼的變形所引起的不均勻的熱流束分布也受到均勻化，而且所發生的應力被分散而使得各個變形量變小。其結果，可防止在凝固殼表面上發生表面裂隙。此外，第 3 圖是將位在鑄模長邊銅板 1 的三

個地方的熱阻抗依據低熱傳導金屬充填部 3 的位置予以概念性地顯示的示意圖。如第 3 圖所示，在低熱傳導金屬充填部 3 的設置位置，熱阻抗相對的變高。

考慮到對於初期凝固的影響，低熱傳導金屬充填部 3 的設置位置，必須設置成到達較之彎液面位置更高和更低各 20mm 以上的位置為止。藉由將低熱傳導金屬充填部 3 的設置範圍，設定為較之彎液面位置更高和更低各 20mm 以上的範圍，可充分的確保低熱傳導金屬充填部 3 所達成的熱流束的周期性變動的效果，即使在進行容易發生表面裂隙的高速鑄造時和中碳鋼的鑄造時，亦可充分的獲得防止鑄片表面裂隙的效果。如果低熱傳導金屬充填部 3 的設置範圍未達到從彎液面位置起算 20mm 的情況下，防止鑄片表面裂隙的效果就不夠充分。

又，低熱傳導金屬充填部 3 的設置位置，係因應定常鑄造時的鑄片抽拉速度，係採用：較之彎液面更往下方達到以下列數式（4）所算出的距離（R）以上的位置為宜。

$$R = 2 \times V_c \times 1000/60 \quad \cdots (4)$$

在數式（4）中，R 是從彎液面起算的距離（mm）， V_c 是定常鑄造時之鑄片抽拉速度（m/min）。

換言之，距離（R）是與凝固開始之後的鑄片通過該低熱傳導金屬充填部 3 的設置範圍的時間有關連，從凝固開始後起算的至少 2 秒鐘，鑄片是滯留在低熱傳導金屬充填部 3 的設置範圍內為宜。為了可使得鑄片在凝固開始之後的至少 2 秒鐘是存在於低熱傳導金屬充填部 3 的設置範

圍內，距離（ R ）必須符合數式（4）的關係。

藉由將：凝固開始之後的鑄片滯留在低熱傳導金屬充填部 3 的設置範圍內的時間予以確保在 2 秒鐘以上，可以充分獲得低熱傳導金屬充填部 3 所導致的熱流束的周期性變動的效果，即使是進行容易發生表面裂隙的高速鑄造時和中碳鋼的鑄造時，亦可獲得防止鑄片表面裂隙的效果。爲了穩定的獲得：低熱傳導金屬充填部 3 所導致的熱流束的周期性變動的效果，將鑄片通過低熱傳導金屬充填部 3 的設置範圍的時間，予以確保在 4 秒鐘以上更好。

另一方面，低熱傳導金屬充填部 3 的上端部的位置，只要是位於彎液面位置更上方的話，哪一個位置都無妨，因此，距離（ Q ）只要是超過零的任意的數值都無妨。但是，在鑄造中，彎液面是會在上下方向發生變動，因此，低熱傳導金屬充填部 3 的上端部最好是可以一直位在彎液面的更上方位置，也就是設置在較之彎液面更爲上方處 10mm 程度的上方位置爲宜，更好是將低熱傳導金屬充填部 3 設置成到達更爲上方處 20mm 程度的上方位置爲止。此外，彎液面的位置，一般而言，是位在從鑄模長邊銅板 1 的上端起算往下方達到 60~150mm 的下方位置，只要配合這個位置來決定出低熱傳導金屬充填部 3 的設置範圍即可。

低熱傳導金屬充填部 3 在鑄模長邊銅板 1 的內壁面上的形狀，係設成：圓形或接近圓形的形狀。以下，係將接近圓形的形狀稱爲「擬似圓形」。低熱傳導金屬充填部 3

的形狀是擬似圓形的情況下，爲了形成低熱傳導金屬充填部 3 而在鑄模長邊銅板 1 的內壁面被加工形成的溝就被稱爲「擬似圓形溝」。擬似圓形係指：例如橢圓形、將角部修成圓或橢圓的長方形之類的不具有角部的形，此外，類似花瓣圖案的這種形狀也是無妨。

如專利文獻 8 及專利文獻 9 所揭示的這種，係加工形成縱溝或格子溝，並且在這種溝內充填了低熱傳導金屬的情況下，因低熱傳導金屬與銅之間的熱變形差所產生的應力，會集中在低熱傳導金屬與銅的境界面以及格子部的正交部位，所以會引起鑄模銅板表面發生裂隙的問題。相對於此，本發明的作法，是將低熱傳導金屬充填部 3 的形狀設成圓形或擬似圓形，如此一來，低熱傳導金屬與銅的境界面是呈現曲面狀，所以應力不容易集中在境界面，可以獲得：在鑄模銅板表面不易發生裂隙的優點。

低熱傳導金屬充填部 3 的直徑以及換算成圓的直徑，必須爲 2~20mm。藉由設定爲 2mm 以上的作法，在低熱傳導金屬充填部 3 處的熱流束的降低變得很充分，因此可獲得上述效果。又，藉由採用設成 2mm 以上的作法，可利用鍍覆方式或者熔射方式，很容易就將低熱傳導金屬予以充填到圓形凹溝 2 或擬似圓形凹溝（未圖示）的內部。另一方面，藉由將低熱傳導金屬充填部 3 的直徑及換算成圓的直徑設成 20mm 以下的作法，可以抑制在低熱傳導金屬充填部 3 處的熱流束的降低，換言之，可以抑制在低熱傳導金屬充填部 3 處的延遲凝固，而可防止應力集中到該

位置處的凝固殼，因此可防止凝固殼發生表面裂隙。亦即，如果直徑及換算成圓的直徑超過 20mm 的話，就會發生表面裂隙，所以必須將低熱傳導金屬充填部 3 的直徑及換算成圓的直徑，予以設置在 20mm 以下。此外，如果低熱傳導金屬充填部 3 的形狀是擬似圓形的情況下，這個擬似圓形之換算成圓的直徑是依據下列數式（5）予以計算出來。

$$\text{換算成圓的直徑} = (4 \times S/\pi)^{1/2} \quad \dots (5)$$

在數式（5）中，S 是低熱傳導金屬充填部 3 的面積（mm²）。

在第 1 圖中，雖然是在鑄造方向或鑄模寬度方向上，設置了同一形狀的低熱傳導金屬充填部 3，但是，在本發明中，並不必要設置成同一形狀的低熱傳導金屬充填部 3。只要低熱傳導金屬充填部 3 的直徑或換算成圓的直徑是在 2~20mm 的範圍內的話，如第 4 圖所示這樣的，在鑄造方向或鑄模寬度方向上設置了直徑不同的低熱傳導金屬充填部 3 也是無妨（在第 4 圖中，直徑 d1 > 直徑 d2）。這種情況下，也是可以防止：因鑄模內的凝固殼的不均勻冷卻所導致的鑄片表面裂隙。但是，如果低熱傳導金屬充填部 3 的直徑或換算成圓的直徑依其位置的不同而有大幅度的差異的話，將會在於低熱傳導金屬充填部 3 的面積率局部性的偏高的區域，發生延遲凝固的現象，在該位置會有發生表面裂隙的虞慮，所以較好的作法是採用單一的直徑或換算成圓的直徑。第 4 圖是構成本發明的連續

鑄造用鑄模的一部的鑄模長邊銅板，而且是從內壁面側來觀看該在鑄造方向及鑄模寬度方向上設置了不同直徑的低熱傳導金屬充填部的鑄模長邊銅板時的概略側面圖。

用來充填到圓形凹溝及擬似圓形凹溝內的低熱傳導金屬的熱傳導率，相對於銅的熱傳導率（約 $380\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ），必須是在 30%以下。藉由使用相對於銅的熱傳導率，係為 30%以下的低熱傳導金屬，低熱傳導金屬充填部 3 所導致之熱流束的周期性變動的效果變得充分，即使在進行容易發生鑄片表面裂隙的高速鑄造時以及中碳鋼的鑄造時，亦可充分獲得防止鑄片表面裂隙的效果。本發明所使用的低熱傳導金屬，係適合使用可易於進行鍍覆、熔射的鎳（Ni，熱傳導率：約 $80\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ）及鎳合金。

又，低熱傳導金屬充填部 3 的充填厚度（H）必須是 0.5mm 以上。藉由將充填厚度設定在 0.5mm 以上，在低熱傳導金屬充填部 3 處的熱流束的降低變得充分，而可獲得上述的效果。

又，低熱傳導金屬充填部 3 的充填厚度，必須是小於等於低熱傳導金屬充填部 3 的直徑及換算成圓的直徑。藉由將充填厚度設成與低熱傳導金屬充填部 3 的直徑及換算成圓的直徑相等，或者較其更小的話，可以更容易以鍍覆方式或熔射方式來將低熱傳導金屬充填到圓形凹溝及擬似圓形凹溝，而且充填後的低熱傳導金屬與鑄模銅板之間，也不會產生間隙或裂隙。如果在低熱傳導金屬與鑄模銅板之間產生了間隙或裂隙的話，充填後的低熱傳導金屬會產

生龜裂或剝離，將會成為降低鑄模壽命、發生鑄片龜裂、以及產生拘束性邊緣部的原因。亦即，低熱傳導金屬充填部 3 的充填厚度必須是符合下列數式（1）的關係。

$$0.5 \leq H \leq d \quad \cdots (1)$$

在數式（1）中，H 是金屬的充填厚度（mm）；d 是圓形凹溝的直徑（mm）或擬似圓形凹溝的換算成圓的直徑（mm）。此時，金屬的充填厚度是小於等於圓形凹溝或擬似圓形凹溝的深度。

此外，低熱傳導金屬充填部 3 的充填厚度（H）的上限值，是取決於圓形凹溝的直徑（d）。但是，若充填厚度（H）超過 10.0mm 的話，上述效果將會趨於飽和，所以充填厚度（H）是圓形凹溝的直徑（d）以下，並且是 10.0mm 以下為宜。

在本發明中，並不必在鑄造方向或鑄模寬度方向上，設置：厚度相同的低熱傳導金屬充填部 3。只要低熱傳導金屬充填部 3 的厚度落在上述數式（1）的範圍內的話，即使是如第 5 圖所示般地，在鑄造方向或鑄模寬度方向上，設置：厚度不同的低熱傳導金屬充填部 3 也無妨（在第 5 圖中，厚度 $H1 >$ 厚度 $H2$ ）。這種情況也是可以防止：因鑄模內的凝固殼的不均勻冷卻所引起的鑄片表面裂隙。但是，如果低熱傳導金屬充填部 3 的厚度因其位置不同而有大幅度的差異的話，將會在於低熱傳導金屬充填部 3 的厚度相對地較厚的區域，發生局部性的凝固延緩現象，在那個位置會有發生表面裂隙的虞慮，所以最好是設

成單一的厚度。第 5 圖是構成本發明的連續鑄造用鑄模的一部分的鑄模長邊銅板，而且是從內壁面側來觀看該在鑄造方向及鑄模寬度方向上設置了不同厚度的低熱傳導金屬充填部的鑄模長邊銅板時的概略側面圖及其 A-A'剖面圖、B-B'剖面圖。

此外，低熱傳導金屬充填部彼此之間的間隔，是落在低熱傳導金屬充填部 3 的直徑及換算成圓的直徑的 0.25 倍以上為宜。換言之，低熱傳導金屬充填部彼此之間的間隔，相對於低熱傳導金屬充填部 3 的直徑或換算成圓的直徑，係符合下列數式（2）的關係為宜。

$$P \geq 0.25 \times d \quad \cdots (2)$$

在數式（2）中，P 是低熱傳導金屬充填部彼此之間的間隔（mm）；d 是低熱傳導金屬充填部的直徑（mm）或換算成圓的直徑（mm）。

此處所稱的低熱傳導金屬充填部彼此之間的間隔，係如第 2 圖所示般地，係指：相鄰的低熱傳導金屬充填部 3 的端部之間的最短距離。藉由將低熱傳導金屬充填部彼此之間的間隔，予以設定為「 $0.25 \times d$ 」以上，可使得間隔充分地夠大，可使得位於低熱傳導金屬充填部 3 的熱流束與位於銅部（未形成低熱傳導金屬充填部 3 的部位）的熱流束的差值變大，而可獲得上述的效果。低熱傳導金屬充填部彼此之間的間隔的上限值，雖然未特別地規定，但是這個間隔變大的話，低熱傳導金屬充填部 3 的面積率將會下降，所以是設定在「 $2.0 \times d$ 」以下為宜。

在第 1 圖中，雖然是以相同的間隔在鑄造方向或鑄模寬度方向上設置低熱傳導金屬充填部 3，但是，本發明並不必要以相同間隔來設置低熱傳導金屬充填部 3。亦可如第 6 圖所示的方式，在鑄造方向或鑄模寬度方向上，改變低熱傳導金屬充填部彼此之間的間隔來設置低熱傳導金屬充填部 3（在第 6 圖中，間隔 $P1 > \text{間隔 } P2$ ）。這種情況也是以低熱傳導金屬充填部彼此之間的間隔係符合數式（2）的關係為宜。即使低熱傳導金屬充填部彼此之間的間隔，在鑄造方向或鑄模寬度方向上有所不同的情況下，還是可以防止：因鑄模內的凝固殼的不均勻冷卻所引起的鑄片表面裂隙。但是，低熱傳導金屬充填部彼此之間的間隔，在單一鑄模內有很大的差異的話，在於低熱傳導金屬充填部 3 的面積率局部性偏高的區域，將會產生延緩凝固的現象，在那個位置會有發生表面裂隙的虞慮，所以最好是設成單一的間隔。第 6 圖是構成本發明的連續鑄造用鑄模的一部分的鑄模長邊銅板，而且是從內壁面側來觀看該在鑄造方向及鑄模寬度方向上以不同的間距來設置了低熱傳導金屬充填部的鑄模長邊銅板時的概略側面圖。

在形成有低熱傳導金屬充填部 3 的範圍內的銅鑄模內壁面之低熱傳導金屬充填部 3 所佔據的面積率（ ε ）是 10% 以上為宜。藉由將這個面積率（ ε ）確保在 10% 以上，可以確保住熱流束很小的低熱傳導金屬充填部 3 所佔據的面積，而可獲得低熱傳導金屬充填部 3 與銅部之間的熱流束差，進而可以穩定地獲得上述的效果。此外，低熱

傳導金屬充填部 3 所佔據的面積率 (ε) 的上限，雖然沒有特別地規定，但如前所述，是將低熱傳導金屬充填部彼此之間の間隔設定在「 $0.25 \times d$ 」以上為宜，只要將這個條件當作最大面積率 (ε) 的話即可。

又，鑄模下部之並未形成有低熱傳導金屬充填部 3 的範圍之在於鑄造方向上的長度，換言之，從低熱傳導金屬充填部 3 的下端位置起迄鑄模下端位置為止的距離，相對於定常鑄造時的鑄片抽拉速度，是以符合下列數式 (3) 的條件為宜。

$$L \geq V_c \times 100 \quad \cdots (3)$$

在數式 (3) 中， L 是從低熱傳導金屬充填部的下端位置起迄鑄模下端位置為止的距離 (mm) ； V_c 是定常鑄造時的鑄片抽拉速度 (m/min) 。

從低熱傳導金屬充填部 3 的下端位置起迄鑄模下端位置為止的距離 (L) ，若是符合數式 (3) 的關係的話，可將緩冷卻的區域控制在適度的範圍，特別是即使在進行高速鑄造時，亦可確保從鑄模抽拉時的凝固殼的厚度，可防止產生鑄片的膨脹溢出 (因為熔鋼靜態壓力而使凝固殼產生膨脹的現象) 或者產生邊緣部。

低熱傳導金屬充填部 3 的排列方式係以第 1 圖所示的這種交錯排列方式為宜，但是在本發明中，低熱傳導金屬充填部 3 的排列並不限定為這種交錯排列方式，哪一種排列方式也都無妨。但是，還是以可使得上述的低熱傳導金屬充填部彼此之間の間隔 (P) 及低熱傳導金屬充填部 3

所佔據的面積率（ ε ）符合前述條件的範圍內的排列方式為佳。

此外，低熱傳導金屬充填部 3，基本上是同時設置在連續鑄造用鑄模的長邊鑄模銅板與短邊鑄模銅板的兩者上，如果是類似鋼胚鑄片這樣的鑄片長邊長度與鑄片短邊長度的比值很大的情況下，會有容易在鑄片長邊側發生表面裂隙的傾向，因此，即使只在長邊的這一側設置低熱傳導金屬充填部 3，亦可獲得本發明的效果。

又，如第 7 圖所示般地，基於為了防止：在形成有低熱傳導金屬充填部 3 的銅鑄模內壁面，由於凝固殼所導致的磨耗和熱履歷所引起的鑄模表面龜裂之目的，最好是設置有鍍覆層 4。這種鍍覆層 4，只要以一般常用的鎳系合金，例如：鎳-鈷合金（Ni-Co 合金）等，來進行鍍覆處理就可以了。但是，鍍覆層 4 的厚度（h）是以 2.0mm 以下為宜。藉由將鍍覆層 4 的厚度（h）設定為 2.0mm 以下，可將鍍覆層 4 對於熱流束的影響程度抑制成很小，而能夠充分地獲得：由低熱傳導金屬充填部 3 所帶來的熱流束的周期性變動的效果。此外，第 7 圖是顯示在銅鑄模內壁面設置了用以保護銅鑄模表面的鍍覆層的例子的大略圖。

在使用這種結構的連續鑄造用鑄模來進行鑄片的連續鑄造時，作為添加到鑄模內的澆鑄粉，係採用結晶化溫度在 1100℃ 以下，鹽基度（（質量 %CaO）/（質量 %SiO₂））在 0.5～1.2 的範圍內的澆鑄粉為宜。此處的結晶化溫度係指：先將熔融狀態的澆鑄粉予以急速冷卻而使

其玻璃化，在將這種已經玻璃化的澆鑄粉再度予以昇溫的過程中，結晶生成時的溫度。相對於此，如果是在將熔融狀態的澆鑄粉予以降溫的過程中，顯示出該澆鑄粉的黏度急遽增加時的溫度，就稱為：凝固溫度。因此，在澆鑄粉身上，結晶化溫度與凝固溫度是不同的溫度，結晶化溫度是比凝固溫度更低。

藉由將澆鑄粉的結晶化溫度選定在 1100°C 以下，且將其鹽基度（ $(\text{質量}\%\text{CaO}) / (\text{質量}\%\text{SiO}_2)$ ）選定在 1.2 以下，可以防止澆鑄粉的附著層形成在鑄模壁上，因而可將澆鑄粉層之對於由低熱傳導金屬充填部 3 所造成的具有規則性且具有周期性的熱流束的變動之影響，抑制到最小限度。換言之，可將由低熱傳導金屬充填部 3 所造成的具有規則性且具有周期性的熱流束的變動有效地加諸到凝固殼身上。另一方面，藉由將澆鑄粉的鹽基度（ $(\text{質量}\%\text{CaO}) / (\text{質量}\%\text{SiO}_2)$ ）確保在 0.5 以上的作法，澆鑄粉的黏度不會升高，可確保澆鑄粉流入到鑄模與凝固殼之間的間隙的流入量，可將拘束性邊緣部的生成防範於未然。

在本發明所使用的澆鑄粉之中，爲了控制其熔融特性，亦可添加入 Al_2O_3 、 Na_2O 、 MgO 、 CaF_2 、 Li_2O 、 BaO 、 MnO 、 B_2O_3 、 Fe_2O_3 、 ZrO_2 等。此外，爲了控制澆鑄粉的熔融速度，亦可添加碳，再者，含有其他之不可避免的雜質也無妨。但是，具有促進澆鑄粉結晶化的效果之氟（F）的含量則是未達 10 質量%爲宜； MgO 則是未達 5

質量%爲宜； ZrO_2 則是未達 2 質量%爲宜。

如上所述，根據本發明，是將複數個低熱傳導金屬充填部 3 設置在連續鑄造用鑄模的寬度方向及鑄造方向上之包含彎液面位置在內的彎液面近旁，所以在彎液面近旁之鑄模寬度方向及鑄造方向上的連續鑄造用鑄模的熱阻抗會呈現具有規則性且具有周期性的增減。如此一來，在彎液面近旁，換言之，從凝固初期的凝固殼傳導到連續鑄造用鑄模的熱流束將會呈現具有規則性且具有周期性的增減。利用這種熱流束的具有規則性且具有周期性的增減，因 δ/γ 變態所產生的應力和熱應力會減少，由於這些應力而產生的凝固殼的變形會變小。因爲凝固殼的變形變小，所以由於凝固殼的變形所引起的不均勻的熱流束分布也趨於均勻化，而且其所發生的應力受到分散而使得各個變形量變小。其結果，可以防止在凝固殼表面發生裂隙。

此外，上述說明係針對於鋼胚鑄片用的連續鑄造用鑄模所做的說明，但本發明並不限定爲鋼胚（slab）鑄片用的連續鑄造用鑄模，大塊鋼胚（bloom）鑄片用、小塊鋼胚（billet）鑄片用的連續鑄造用鑄模，亦可適用本發明。

〔實施例 1〕

將中碳鋼（化學組成分爲 C：0.08～0.17 質量%、Si：0.10～0.30 質量%、Mn：0.50～1.20 質量%、P：0.010～0.030 質量%、S：0.005～0.015 質量%、Al：0.020

~ 0.040 質量%)，使用在內壁面依據各種不同條件來設置了低熱傳導金屬充填部的水冷銅鑄模，進行鑄造，並且實施了對於鑄造後的鑄片，調查其表面裂隙的試驗。所採用的水冷銅鑄模的內面空間尺寸，其長邊長度是 1.8m，短邊長度是 0.26m。

所使用的水冷銅鑄模之從上端起迄下端為止的長度 (= 鑄模長) 是 900mm，並且將定常鑄造時的彎液面 (鑄模內熔鋼液面) 的位置，設定在從鑄模上端起算往下方 100mm 的位置。首先，在從鑄模上端起算往下方 80mm 的位置起迄從鑄模上端起算往下方 300mm 的位置為止的範圍 (範圍長度 = 220mm) 內，在鑄模內壁面實施了圓形凹溝的加工。接下來，使用鍍覆裝置將鎳 (熱傳導率：80W/(m·K)) 充填到這種圓形凹溝的內部，使其形成低熱傳導金屬充填部。另外也製備出：在於從鑄模上端起算往下方 80mm 的位置起迄從鑄模上端起算往下方 190mm 的位置為止的範圍內；以及在於從鑄模上端起算往下方 190mm 的位置起迄從鑄模上端起算往下方 300mm 的位置為止的範圍內，將低熱傳導金屬充填部的直徑 (d)、充填厚度 (H)、低熱傳導金屬充填部彼此之間的間隔 (P) 等各種條件加以改變的數種水冷銅鑄模。鎳之在於圓形凹溝內的充填深度，是與圓形凹溝的深度相同。

此外，也製備了：在於從鑄模上端起算往下方 80mm 的位置起迄從鑄模上端起算往下方 750mm 的位置為止的範圍 (範圍長度 = 670mm) 內，利用與上述同樣的方法來

形成有低熱傳導金屬充填部的水冷銅鑄模。

因為是將鑄模內的彎液面位置設定在從鑄模上端起算往下方 100mm 的位置，所以如果是在從鑄模上端起算往下方 300mm 的位置為止的範圍內，設置有低熱傳導金屬充填部的鑄模的話，第 1 圖中的距離（Q）是 20mm，距離（R）是 200mm，距離（L）是 600mm，如果是在從鑄模上端起算往下方 750mm 的位置為止的範圍內，設置有低熱傳導金屬充填部的鑄模的話，距離（Q）是 20mm，距離（R）是 650mm，距離（L）是 150mm。

圓形凹溝的孔深度很深的話，就分成數次反覆地實施鍍覆、表面研削處理，而使其將所期望形狀的低熱傳導金屬充填部形成在鑄模內壁面。然後，對於整個鑄模內壁面實施 Ni-Co 合金的鍍覆處理，在鑄模上端鍍覆了厚度 0.5mm 的鍍覆層，在鑄模下端鍍覆了厚度 1.0mm 的鍍覆層（在低熱傳導金屬充填部的 Ni-Co 鍍覆層的厚度則是約 0.6mm）。

此外，為了用來進行比較，也製備了：不設置有低熱傳導金屬充填部，只在鑄模內壁面鍍覆了 Ni-Co 鍍覆層的水冷銅鑄模，在鑄模上端的鍍覆層的厚度是 0.5mm、在鑄模下端的鍍覆層的厚度是 1.0mm。

在進行連續鑄造過程中的澆鑄粉，係使用了鹽基度（（質量%CaO）/（質量%SiO₂））為 1.1，凝固溫度為 1210℃，在 1300℃ 溫度時的黏性率為 0.15Pa·s 的澆鑄粉。這種澆鑄粉是在本發明的較佳範圍內的澆鑄粉。所稱

的凝固溫度，係如前述般地，是在將熔融狀態的澆鑄粉進行降溫的過程中，顯示出澆鑄粉的黏度急遽地增加的溫度。定常鑄造時之鑄模內的彎液面位置，是採取從鑄模上端起算往下方 100mm 的位置，並且控制成：使得彎液面存在於低熱傳導金屬充填部的設置範圍內。此外，將定常鑄造時的鑄片抽拉速度選定為 1.7~2.2m/min，用來調查是否有鑄片表面裂隙的鑄片，是以：在所有的試驗中，將定常鑄造時的鑄片抽拉速度設為 1.8m/min 的鑄片來當作調查對象。從彎液面起迄低熱傳導金屬充填部的下端位置為止的距離（R）是 200mm 以上，所以在所有的試驗中，距離（R）與定常鑄造時的鑄片抽拉速度（Vc）的關係是符合數式（4）的關係。將澆筒內的熔鋼過熱度設定為 25~35℃。

連續鑄造結束之後，對於鑄片長邊的表面進行酸洗以除去鏽皮，才進行測定表面裂隙的發生數目。將中碳鋼鑄片的表面裂隙的發生狀況顯示於表 1 及表 2。鑄片表面裂隙的發生狀況，是以鑄片的長度當作分母，將發生表面裂隙的部位之鑄片的長度當作分子，使用根據這種關係所計算出來的數值來進行評比。此外，在表 1 及表 2 的備考欄中，則是將本發明的範圍內的試驗標示為本發明例；將使用了雖然是具有低熱傳導金屬充填部，但未符合本發明的範圍的水冷銅鑄模的試驗標示為比較例；將使用了不具有低熱傳導金屬充填部的水冷鑄模的試驗標示為習知例。

[表1]

試驗 No.	充填 金屬	直徑d (mm)	厚度H (mm)	間隔P (mm)	面積率ε (%)	距離R (mm)	距離L (mm)	充填範圍 (mm)	抽拉速度Vc (m/min)	鑄片 表面裂隙	鑄模的 狀態	鑄片的 膨脹溢出	備註
1	Ni	2	0.5	1.0	40	200	600	220	1.8	無裂痕	良好	無	本發明例
2	Ni	2	1.0	2.0	23	200	600	220	1.8	無裂隙	良好	無	本發明例
3	Ni	2	2.0	4.0	10	200	600	220	1.8	無裂隙	良好	無	本發明例
4	Ni	4	1.0	2.0	40	200	600	220	1.8	無裂隙	良好	無	本發明例
5	Ni	4	2.0	4.0	23	200	600	220	1.8	無裂隙	良好	無	本發明例
6	Ni	4	4.0	8.0	10	200	600	220	1.8	無裂隙	良好	無	本發明例
7	Ni	6	0.5	1.5	58	200	600	220	1.8	無裂隙	良好	無	本發明例
8	Ni	6	2.0	3.0	40	200	600	220	1.8	無裂隙	良好	無	本發明例
9	Ni	6	2.0	6.0	23	200	600	220	1.8	無裂隙	良好	無	本發明例
10	Ni	6	3.0	6.0	23	200	600	220	1.8	無裂隙	良好	無	本發明例
11	Ni	6	6.0	12.0	10	200	600	220	1.8	無裂隙	良好	無	本發明例
12	Ni	10	2.0	5.0	40	200	600	220	1.8	無裂隙	良好	無	本發明例
13	Ni	10	4.0	10.0	23	200	600	220	1.8	無裂隙	良好	無	本發明例
14	Ni	10	8.0	15.0	15	200	600	220	1.8	無裂隙	良好	無	本發明例
15	Ni	20	2.0	10.0	40	200	600	220	1.8	無裂隙	良好	無	本發明例
16	Ni	20	5.0	20.0	23	200	600	220	1.8	無裂隙	良好	無	本發明例
17	Ni	2	1.0	5.0	7	200	600	220	1.8	裂隙少	良好	無	本發明例
18	Ni	4	2.0	0.8	63	200	600	220	1.8	裂隙少	良好	無	本發明例
19	Ni	4	4.0	10.0	7	200	600	220	1.8	裂隙少	良好	無	本發明例
20	Ni	6	2.0	1.0	67	200	600	220	1.8	裂隙少	良好	無	本發明例
21	Ni	6	3.0	14.0	8	200	600	220	1.8	裂隙少	良好	無	本發明例
22	Ni	10	5.0	24.0	8	200	600	220	1.8	裂隙少	良好	無	本發明例

[表2]

試驗 No.	充填 金屬	直徑d (mm)	厚度H (mm)	間隔P (mm)	面積率ε (%)	距離R (mm)	距離L (mm)	充填範圍 (mm)	抽拉速度Vc (m/min)	鑄片 表面裂隙	鑄模的 狀態	鑄片的 膨脹溢出	備註
23	Ni	20	4.0	4.0	63	200	600	220	1.8	裂隙少	良好	無	本發明例
24	Ni	4	2.0	4.0	23	650	150	670	1.8	無裂隙	良好	發生	本發明例
25	Ni	4	2.0	6.0	15	200	600	110(上部)	1.8	無裂隙	良好	無	本發明例
		6	2.0	6.0	23			110(下部)					
26	Ni	10	2.0	5.0	40	200	600	110(上部)	1.8	無裂隙	良好	無	本發明例
		10	2.0	10.0	23			110(下部)					
27	Ni	10	4.0	10.0	23	200	600	110(上部)	1.8	無裂隙	良好	無	本發明例
		10	2.0	10.0	23			110(下部)					
28	Ni	1.8	1.0	2.0	20	200	600	220	1.8	發生裂隙	良好	無	比較例
29	Ni	2	0.4	1.0	40	200	600	220	1.8	發生裂隙	良好	無	比較例
30	Ni	4	0.4	4.0	23	200	600	220	1.8	發生裂隙	良好	無	比較例
31	Ni	6	8.0	3.0	40	200	600	220	1.8	無裂隙	表面龜裂	無	比較例
32	Ni	10	0.4	2.5	58	200	600	220	1.8	發生裂隙	良好	無	比較例
33	Ni	10	12.0	10.0	23	200	600	220	1.8	無裂隙	表面龜裂	無	比較例
34	Ni	25	5.0	10.0	46	200	600	220	1.8	發生裂隙	良好	無	比較例
35	Ni	1.5	2.0	6.0	33	200	600	110(上部)	1.8	發生裂隙	良好	無	比較例
		6	2.0	6.0	23			110(下部)					
36	Ni	6	2.0	1.0	69	200	600	110(上部)	1.8	發生裂隙	良好	無	比較例
		6	2.0	2.0	23			110(下部)					
37	Ni	10	15.0	10.0	23	200	600	110(上部)	1.8	無裂隙	表面龜裂	無	比較例
		10	10.0	10.0	23			110(下部)					
38	-	-	-	-	-	0	900	0	1.8	發生裂隙	良好	無	傳統例

試驗 No.1~16，低熱傳導金屬充填部的直徑（ d ）及充填厚度（ H ）都落在本發明的範圍內，且低熱傳導金屬充填部彼此之間的間隔（ P ）、低熱傳導金屬充填部所佔據的面積率（ ε ）、從低熱傳導金屬充填部的下端位置起迄鑄模下端位置為止的距離（ L ）與鑄片抽拉速度（ V_c ）之間的關係、從彎液面起迄低熱傳導金屬充填部的下端位置為止的距離（ R ）與鑄片抽拉速度（ V_c ）之間的關係、以及所使用的澆鑄粉，都是落在本發明的較佳範圍內。在這些試驗 No.1~16，鑄模並未發生龜裂，而且鑄片也未發生表面裂隙。換言之，根據試驗 No.1~16 可以確認出：鑄模並未發生龜裂，即使針對於中碳鋼的這種容易發生表面裂隙的鋼，鑄片的表面裂隙與傳統方式進行比較，亦可大幅度地減少。

試驗 No.17、19、21、22，低熱傳導金屬充填部所佔據的面積率（ ε ）是在 10%以下，落在本發明的較佳範圍之外。但是，其他的條件則是落在本發明的範圍內及本發明的較佳範圍內，根據試驗 No.17、19、21、22 可以確認出：鑄片雖然發生了細微的表面裂隙，但是，與傳統方式進行比較，可大幅度地減少表面裂隙。

試驗 No.18、20、23，低熱傳導金屬充填部彼此之間的間隔（ P ）之相對於低熱傳導金屬充填部的直徑（ d ）的關係，是落在本發明的較佳範圍的下限值之外。但是，其他的條件則是落在本發明的範圍內及本發明的較佳範圍內，根據試驗 No.18、20、23 可以確認出：鑄片雖然發生

了細微的表面裂隙，但是，與傳統方式進行比較，可大幅度地減少表面裂隙。

試驗 No.24，距離（ L ）與鑄片抽拉速度（ V_c ）之間的關係是落在本發明的較佳範圍之外，所以鑄模正下方的凝固殼厚度變薄，在鑄模正下方的膨脹溢出量變大。但是，在鑄模正下方之後的二次冷卻領域中，凝固殼的表面受到二次冷卻水的冷卻，凝固殼厚度增加，所以在二次冷卻領域中的膨脹溢出量是一般情況同等程度，不至於生出邊緣部，不會造成特別的問題。其他的條件則是落在本發明的範圍內及本發明的較佳範圍內，可以確認出：鑄片並未發生細微的表面裂隙，與傳統方式進行比較，可大幅度地減少表面裂隙。

試驗 No.25，是在低熱傳導金屬充填部的設置範圍的上部 110mm 的範圍與下部 110mm 的範圍內，將低熱傳導金屬充填部的直徑（ d ）在本發明所規定的範圍內做各種改變的試驗。試驗 No.25，低熱傳導金屬充填部的充填厚度（ H ）是落在本發明的範圍內，且低熱傳導金屬充填部彼此之間の間隔（ P ）、低熱傳導金屬充填部所佔據的面積率（ ε ）、距離（ L ）與鑄片抽拉速度（ V_c ）之間的關係、距離（ R ）與鑄片抽拉速度（ V_c ）之間的關係、以及所使用的澆鑄粉都是落在本發明的較佳範圍內。這個試驗 No.25，鑄模並未發生龜裂，而且鑄片也未發生表面裂隙。

試驗 No.26，是在低熱傳導金屬充填部的設置範圍的

上部 110mm 的範圍與下部 110mm 的範圍內，將低熱傳導金屬充填部彼此之間的間隔（ P ）在本發明的較佳範圍內做各種改變的試驗。試驗 No.26，低熱傳導金屬充填部的直徑（ d ）及充填厚度（ H ）是落在本發明的範圍內，且低熱傳導金屬充填部所佔據的面積率（ ε ）、距離（ L ）與鑄片抽拉速度（ V_c ）之間的關係、距離（ R ）與鑄片抽拉速度（ V_c ）之間的關係、以及所使用的澆鑄粉都是落在本發明的較佳範圍內。這個試驗 No.26，鑄模並未發生龜裂，而且鑄片也未發生表面裂隙。

試驗 No.27，是在低熱傳導金屬充填部的設置範圍的上部 110mm 的範圍與下部 110mm 的範圍內，將低熱傳導金屬充填部的厚度（ H ）在本發明所規定的範圍內做各種改變的試驗。試驗 No.27，低熱傳導金屬充填部的直徑（ d ）是落在本發明的範圍內，且低熱傳導金屬充填部所佔據的面積率（ ε ）、距離（ L ）與鑄片抽拉速度（ V_c ）之間的關係、距離（ R ）與鑄片抽拉速度（ V_c ）之間的關係、以及所使用的澆鑄粉是落在本發明的較佳範圍內。這個試驗 No.27，鑄模並未發生龜裂，而且鑄片也未發生表面裂隙。

試驗 No.28～37，雖然是在鑄模內壁面形成有低熱傳導金屬充填部，但是其設置條件是落在本發明的範圍之外，無法同時達成可以防止在鑄片發生表面裂隙以及鑄模發生龜裂的現象。又，在並未形成有低熱傳導金屬充填部的試驗 No.38，則是在鑄片表面發生了裂隙。

〔實施例 2〕

將中碳鋼（化學組成分為 C：0.08～0.17 質量%、Si：0.10～0.30 質量%、Mn：0.50～1.20 質量%、P：0.010～0.030 質量%、S：0.005～0.015 質量%、Al：0.020～0.040 質量%），使用了在內壁面根據各種不同條件來設置了低熱傳導金屬充填部的水冷銅鑄模，並且以各種鑄造條件以及使用各種澆鑄粉來進行鑄造，針對於鑄造後的鑄片進行了調查其表面裂隙的試驗。所使用的水冷銅鑄模，是具有：長邊長度為 1.8m、短邊長度為 0.26m 的內面空間大小的鑄模。

從所使用的水冷銅鑄模的上端起迄下端為止的長度（＝鑄模長度）是 900mm，將定常鑄造時的彎液面位置設定在從鑄模上端起算之位於下方 100mm 的位置。首先，在於從鑄模上端的下方 80mm 的位置起迄位於鑄模上端的下方 140～300mm 的位置為止的範圍的鑄模內壁面，實施了圓形凹溝的加工。其次，在這種圓形凹溝的內部，使用鍍覆方式，充填入鎳（熱傳導率：80W/（m·K））而形成低熱傳導金屬充填部。圓形凹溝的孔深度較深的情況下，就分成好幾次，反覆地實施鍍覆、表面研削的處理，將所期望形狀的低熱傳導金屬充填部形成在鑄模內壁面。

因為是將鑄模內的彎液面位置設定在鑄模上端起算位於下方 100mm 的位置，所以在第 1 圖中的距離（Q）是 20mm，距離（R）是 40～200mm，距離（L）是 600～

760mm。

然後，在鑄模內壁面上全面地鍍覆了 Ni-Co 合金，以形成在鑄模上端處的厚度為 0.5mm 的鍍覆層，在鑄模下端處的厚度為 1.0mm 的鍍覆層（在低熱傳導金屬充填部處的 Ni-Co 鍍覆層的厚度約為 0.6mm）。

在進行連續鑄造過程中的澆鑄粉，係使用了鹽基度（（質量%CaO）/（質量%SiO₂））為 0.4～1.8，結晶化溫度為 920～1250℃ 的澆鑄粉。所稱的結晶化溫度，係如前述般地，是在將熔融狀態的澆鑄粉進行急速冷卻使其玻璃化之後的澆鑄粉，再度進行昇溫的過程中，結晶生成時的溫度。此外，將定常鑄造時的鑄片抽拉速度選定為 1.5～2.4m/min，將澆筒內的熔鋼過熱度設定為 20～35℃。定常鑄造時的彎液面的位置，是設定在從鑄模上端起算往下方 100mm，彎液面是存在於低熱傳導金屬充填部的設置範圍內，且控制成在進行定常鑄造時，低熱傳導金屬充填部是位在從彎液面的上方 20mm 起迄彎液面的下方 40～200mm 的範圍內。

連續鑄造結束之後，對於鑄片長邊的表面進行酸洗以除去鏽皮，才進行測定表面裂隙的發生數目。將中碳鋼鑄片的表面裂隙的發生狀況顯示於表 3。鑄片表面裂隙的發生狀況，是與使用了未設置有低熱傳導金屬充填部的鑄模來進行鑄造中碳鋼鑄片時的鑄片表面裂隙發生狀況進行比較評比。此處，表面裂隙的發生及凹陷部（凹坑）的發生狀況，是以鑄片的長度當作分母，將發生了表面裂隙或凹

陷部的部位之鑄片的長度當作分子，所計算出來的數值來進行評比。

[表3]

試驗 No.	充填 金屬	直徑 d (mm)	厚度 H (mm)	間隔 P (mm)	面積率 ε (%)	距離R (mm)	距離I (mm)	抽拉速度Vc Vc (m/min)	溫鑄粉		鑄片表面裂隙	鑄模的 狀態	邊緣部 警報	備註
									鹽基度	結晶化 溫度(℃)				
51	Ni	2	0.5	1.5	30	100	700	1.5	0.80	1050	無裂隙	良好	無	本發明例
52	Ni	2	1.0	2.0	23	150	650	1.8	0.95	1020	無裂隙	良好	無	本發明例
53	Ni	2	2.0	4.0	10	150	650	2.0	1.15	1100	無裂隙	良好	無	本發明例
54	Ni	4	1.0	2.5	34	120	680	1.5	1.00	1080	無裂隙	良好	無	本發明例
55	Ni	4	2.0	4.0	23	100	700	2.0	1.20	1000	無裂隙	良好	無	本發明例
56	Ni	4	4.0	8.0	10	120	680	2.4	0.85	980	無裂隙	良好	無	本發明例
57	Ni	6	0.5	1.5	58	80	720	1.5	0.80	1050	無裂隙	良好	無	本發明例
58	Ni	6	2.0	4.0	33	100	700	1.8	1.05	950	無裂隙	良好	無	本發明例
59	Ni	6	2.0	7.0	19	150	650	2.0	1.05	1020	無裂隙	良好	無	本發明例
60	Ni	6	3.0	7.0	19	120	680	2.0	0.90	1080	無裂隙	良好	無	本發明例
61	Ni	6	6.0	12.0	10	200	600	2.4	0.90	960	無裂隙	良好	無	本發明例
62	Ni	10	2.0	6.0	35	100	700	1.8	1.10	1020	無裂隙	良好	無	本發明例
63	Ni	10	4.0	12.0	19	100	700	2.0	1.00	1060	無裂隙	良好	無	本發明例
64	Ni	10	8.0	15.0	15	150	650	2.4	1.20	960	無裂隙	良好	無	本發明例
65	Ni	20	2.0	12.0	35	100	700	2.0	0.80	1010	無裂隙	良好	無	本發明例
68	Ni	20	5.0	20.0	23	100	700	2.4	1.00	1060	無裂隙	良好	無	本發明例
67	Ni	4	2.0	0.8	63	100	700	1.5	1.10	1020	微小裂隙	良好	無	本發明例
68	Ni	6	2.0	1.4	60	120	680	2.0	1.00	980	微小裂隙	良好	無	本發明例
69	Ni	20	4.0	4.0	63	120	680	2.4	1.10	970	微小裂隙	良好	無	本發明例
70	Ni	2	2.0	4.0	10	100	700	2.0	1.50	1150	輕度的凹陷部、微小裂隙	良好	無	本發明例
71	Ni	4	2.0	5.0	18	100	700	2.0	1.80	1250	輕度的凹陷部、微小裂隙	良好	無	本發明例
72	Ni	6	2.0	6.0	23	150	650	2.0	0.40	920	無裂隙	良好	發生	本發明例
73	Ni	6	2.0	8.0	17	100	700	2.4	1.50	1080	輕度的凹陷部、微小裂隙	良好	無	本發明例
74	Ni	6	2.0	8.0	17	120	680	2.0	1.00	1180	輕度的凹陷部、微小裂隙	良好	無	本發明例
75	Ni	10	4.0	12.0	19	100	700	1.5	1.60	1230	輕度的凹陷部、微小裂隙	良好	無	本發明例
76	Ni	6	0.5	1.5	58	40	760	1.5	0.90	980	輕度的凹陷部、微小裂隙	良好	無	本發明例
77	Ni	6	2.0	4.0	33	40	760	1.8	1.00	1030	輕度的凹陷部、微小裂隙	良好	無	本發明例
78	Ni	6	2.0	7.0	19	50	750	2.0	1.10	1040	輕度的凹陷部、微小裂隙	良好	無	本發明例

如表 3 所示，在試驗 No.51~66，低熱傳導金屬充填部的直徑（ d ）、充填厚度（ H ）是落在本發明的範圍內，而且低熱傳導金屬充填部彼此之間的間隔（ P ）、低熱傳導金屬充填部所佔據的面積率（ ε ）、距離（ L ）與鑄片抽拉速度（ V_c ）之間的關係、距離（ R ）與鑄片抽拉速度（ V_c ）之間的關係、以及所使用的澆鑄粉都是落在本發明的較佳範圍內。根據這個試驗 No.51~66，鑄模並未發生龜裂，而且鑄片也未發生表面裂隙。換言之，根據試驗 No.51~66 可以確認出：鑄模並未發生龜裂，而且未生成邊緣部，即使是針對於中碳鋼的這種容易發生表面裂隙的鋼，與傳統方式進行比較，亦可大幅度地減少鑄片的表面裂隙。

試驗 No.67、68、69，是低熱傳導金屬充填部彼此之間的間隔（ P ）是落在本發明的較佳範圍之外的試驗。但是，其他的條件則是落在本發明的範圍內以及本發明的較佳範圍內。根據這些試驗，可以確認出，雖然鑄片發生了細微的表面裂隙，但是與傳統方式進行比較，可以大幅度地減少表面裂隙。

試驗 No.70、71、75，所使用的澆鑄粉的結晶化溫度及鹽基度是落在本發明的較佳範圍之外的試驗。但是，其他的條件則是落在本發明的範圍內以及本發明的較佳範圍內。根據這些試驗，可以確認出，雖然鑄片發生了輕度的凹陷部及細微的表面裂隙，但是與傳統方式進行比較，可以大幅度地減少表面裂隙。

試驗 No.72，所使用的澆鑄粉的鹽基度是落在本發明的較佳範圍之外的試驗。但是其他的條件都是在本發明的範圍內以及本發明的較佳範圍內。這個試驗，雖然產生了邊緣部警報，但是並未產生邊緣部。根據這個試驗，可以確認出：鑄模並未發生龜裂，且鑄片並未發生表面裂隙，與傳統方式進行比較，可以大幅度地減少表面裂隙。

試驗 No.73，所使用的澆鑄粉的鹽基度是落在本發明的較佳範圍之外的試驗。試驗 No.74，所使用的澆鑄粉的結晶化溫度是落在本發明的較佳範圍之外的試驗。但是其他的條件都是在本發明的範圍內以及本發明的較佳範圍內。根據試驗 No.73、74，可以確認出：雖然在鑄片發生了輕度的凹陷部及細微的表面裂隙，但是與傳統方式進行比較，可以大幅度地減少表面裂隙。

試驗 No.76～78，是距離（R）與鑄片抽拉速度（Vc）之間的關係是落在本發明的較佳範圍之外的試驗。但是其他的條件都是在本發明的範圍內以及本發明的較佳範圍內。根據這些試驗，可以確認出：雖然在鑄片發生了輕度的凹陷部及細微的表面裂隙，但是與傳統方式進行比較，可以大幅度地減少表面裂隙。

【符號說明】

- 1：鑄模長邊銅板
- 2：圓形凹溝
- 3：低熱傳導金屬充填部

4：鍍覆層

5：冷卻水流路

6：背板

申請專利範圍

1.一種連續鑄造用鑄模，係在水冷式銅鑄模的內壁面，在該內壁面之從較之彎液面（meniscus）更上方的任意位置起迄較之彎液面更下方 20mm 以上的位置為止的範圍內，具有複數個分別獨立的低熱傳導金屬充填部，該低熱傳導金屬充填部係由：將熱傳導率是銅的熱傳導率的 30% 以下的金屬藉由鍍覆方式或熔射方式被充填到設在前述內壁面的圓形凹溝或擬似圓形凹溝的內部，而形成之直徑為 2~20mm 或換算成圓的直徑為 2~20mm 的低熱傳導金屬充填部，並且在前述低熱傳導金屬充填部之前述金屬的充填厚度，是小於等於前述圓形凹溝或前述擬似圓形凹溝的深度，並且相對於前述低熱傳導金屬充填部的直徑或換算成圓的直徑，係符合下列數式（1）的關係：

$$0.5 \leq H \leq d \quad \cdots (1)$$

在數式（1）中，H 是金屬的充填厚度（mm），d 是低熱傳導金屬充填部的直徑（mm）或換算成圓的直徑（mm）。

2.如申請專利範圍第 1 項所述的連續鑄造用鑄模，其中，前述低熱傳導金屬充填部彼此之間的間隔，相對於該低熱傳導金屬充填部的直徑或換算成圓的直徑，係符合下列數式（2）的關係：

$$P \geq 0.25 \times d \quad \cdots (2)$$

在數式（2）中，P 是低熱傳導金屬充填部彼此之間的間隔（mm），d 是低熱傳導金屬充填部的直徑（mm）

或換算成圓的直徑（mm）。

3.如申請專利範圍第 2 項所述的連續鑄造用鑄模，其中，前述低熱傳導金屬充填部彼此之間的間隔，在符合上述數式（2）的關係的範圍內，在前述鑄模的寬度方向上或在鑄造方向上，該間隔是不同的。

4.如申請專利範圍第 1 項至第 3 項之任一項所述的連續鑄造用鑄模，其中，在被形成有前述低熱傳導金屬充填部的範圍內之銅鑄模內壁面，該低熱傳導金屬充填部所佔的面積率為 10%以上。

5.如申請專利範圍第 1 項或第 2 項所述的連續鑄造用鑄模，其中，在鑄模下部之未形成有前述低熱傳導金屬充填部的範圍內之鑄造方向的長度上，從前述低熱傳導金屬充填部的下端位置起迄鑄模下端位置為止的距離，相對於定常鑄造時之鑄片抽拉速度，係符合下列數式（3）的關係：

$$L \geq V_c \times 100 \quad \cdots (3)$$

在數式（3）中，L 是從低熱傳導金屬充填部的下端位置起迄鑄模下端位置為止的距離（mm）， V_c 是定常鑄造時之鑄片抽拉速度（m/min）。

6.如申請專利範圍第 1 項或第 2 項所述的連續鑄造用鑄模，其中，前述低熱傳導金屬充填部的直徑或換算成圓的直徑，在 2~20mm 的範圍內，在前述鑄模的寬度方向上或在鑄造方向上，該直徑是不同的。

7.如申請專利範圍第 1 項或第 2 項所述的連續鑄造用

鑄模，其中，前述低熱傳導金屬充填部的厚度，在符合上述數式（1）的關係的範圍內，在前述鑄模的寬度方向上或在鑄造方向上，該厚度是不同的。

8.一種鋼的連續鑄造方法，係使用如申請專利範圍第1項至第7項之任一項所述的連續鑄造用鑄模，將澆筒內的熔鋼注入到前述連續鑄造用鑄模內，將熔鋼進行連續鑄造。

9.如申請專利範圍第8項所述的鋼的連續鑄造方法，其中，係在前述連續鑄造用鑄模上，在該鑄模之較之彎液面（meniscus）更下方大於等於某一距離（R）的位置為止的範圍內，形成有前述低熱傳導金屬充填部，而該距離（R）係因應定常鑄造時的鑄片抽拉速度根據下列數式（4）而計算出來的距離，

並且將定常鑄造時的鑄片抽拉速度設定在 0.6m/min 以上的範圍內，使用其結晶化溫度為 1100℃ 以下，且鹽基度（（質量%CaO）/（質量%SiO₂））為 0.5～1.2 的澆鑄粉（mold powder）來進行連續鑄造：

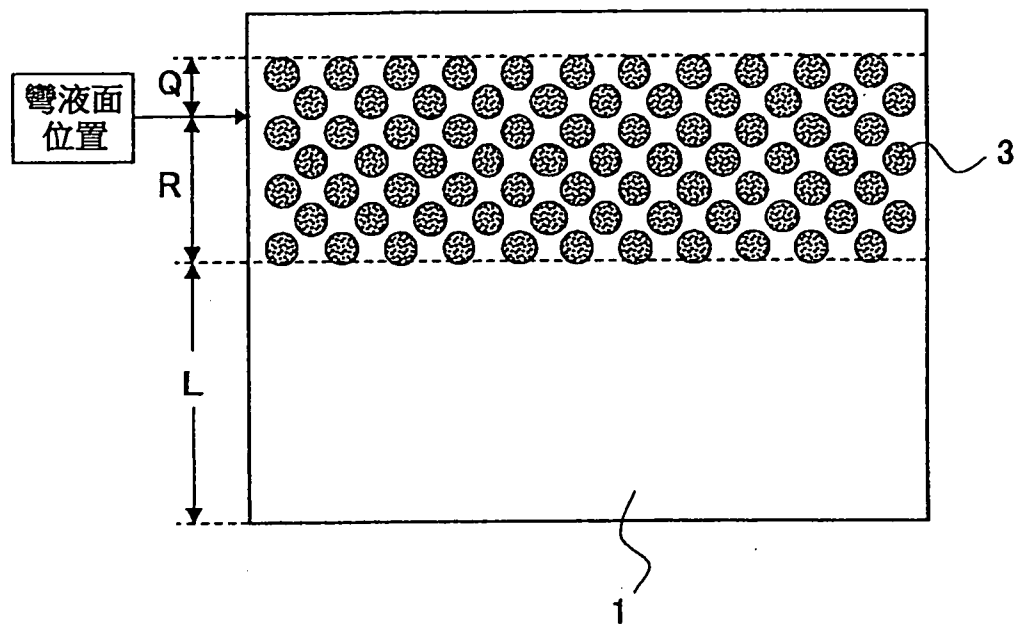
$$R = 2 \times V_c \times 1000/60 \quad \cdots (4)$$

在數式（4）中，R 是從彎液面起算的距離（mm），V_c 是定常鑄造時之鑄片抽拉速度（m/min）。

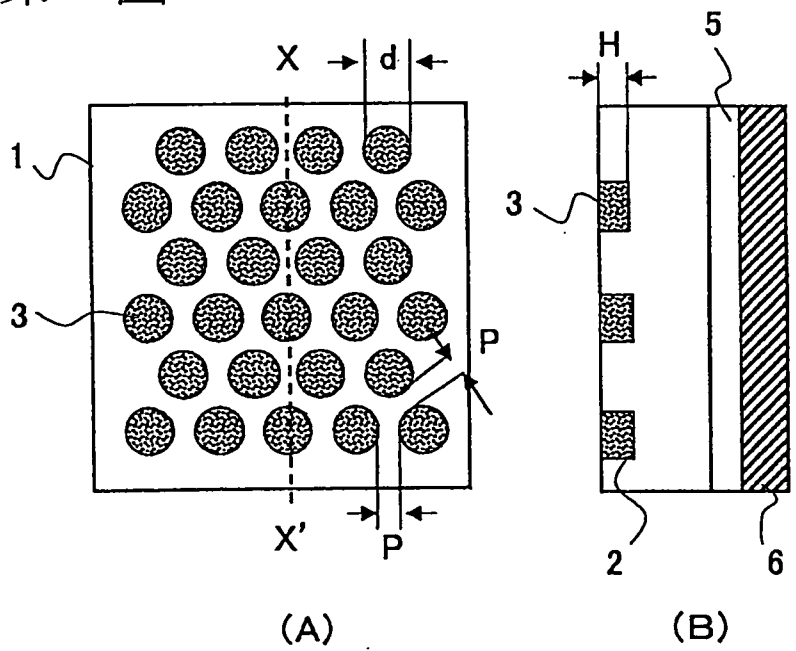
10.如申請專利範圍第8項或第9項所述的鋼的連續鑄造方法，其中，前述熔鋼是含碳量為 0.08～0.17 質量%的中碳鋼，將該熔鋼當成鑄片厚度為 200mm 以上的鋼胚鑄片，以 1.5 m/min 以上的鑄片抽拉速度進行連續鑄造。

圖式

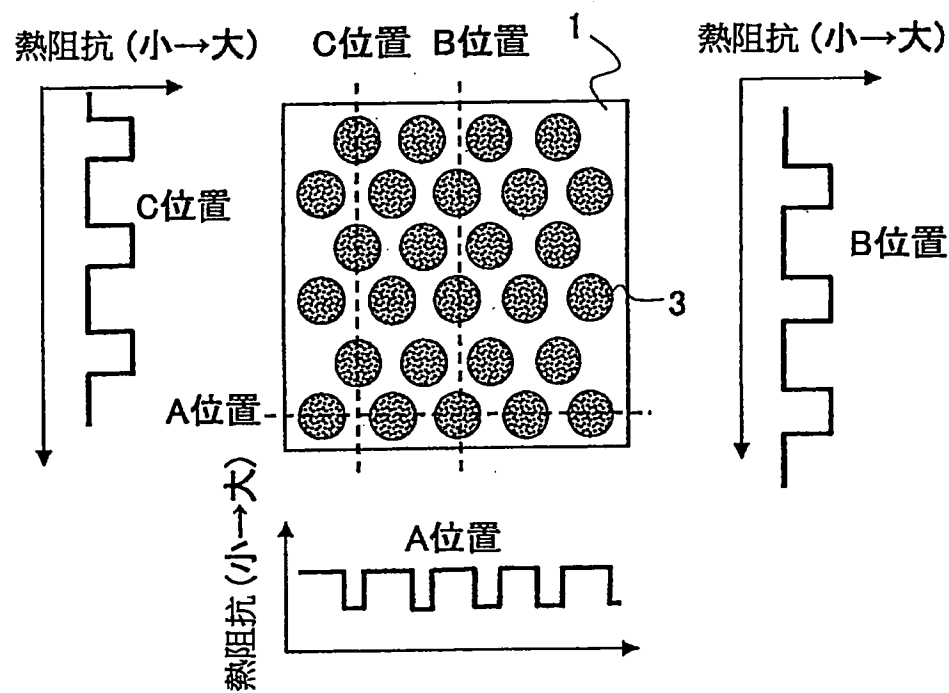
第 1 圖



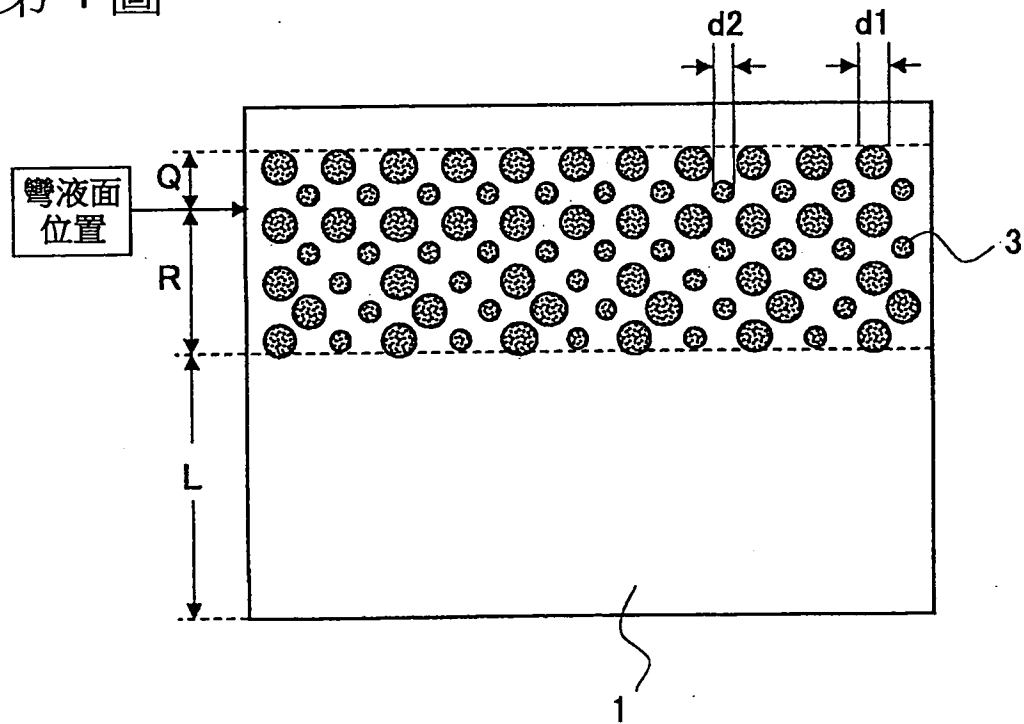
第 2 圖



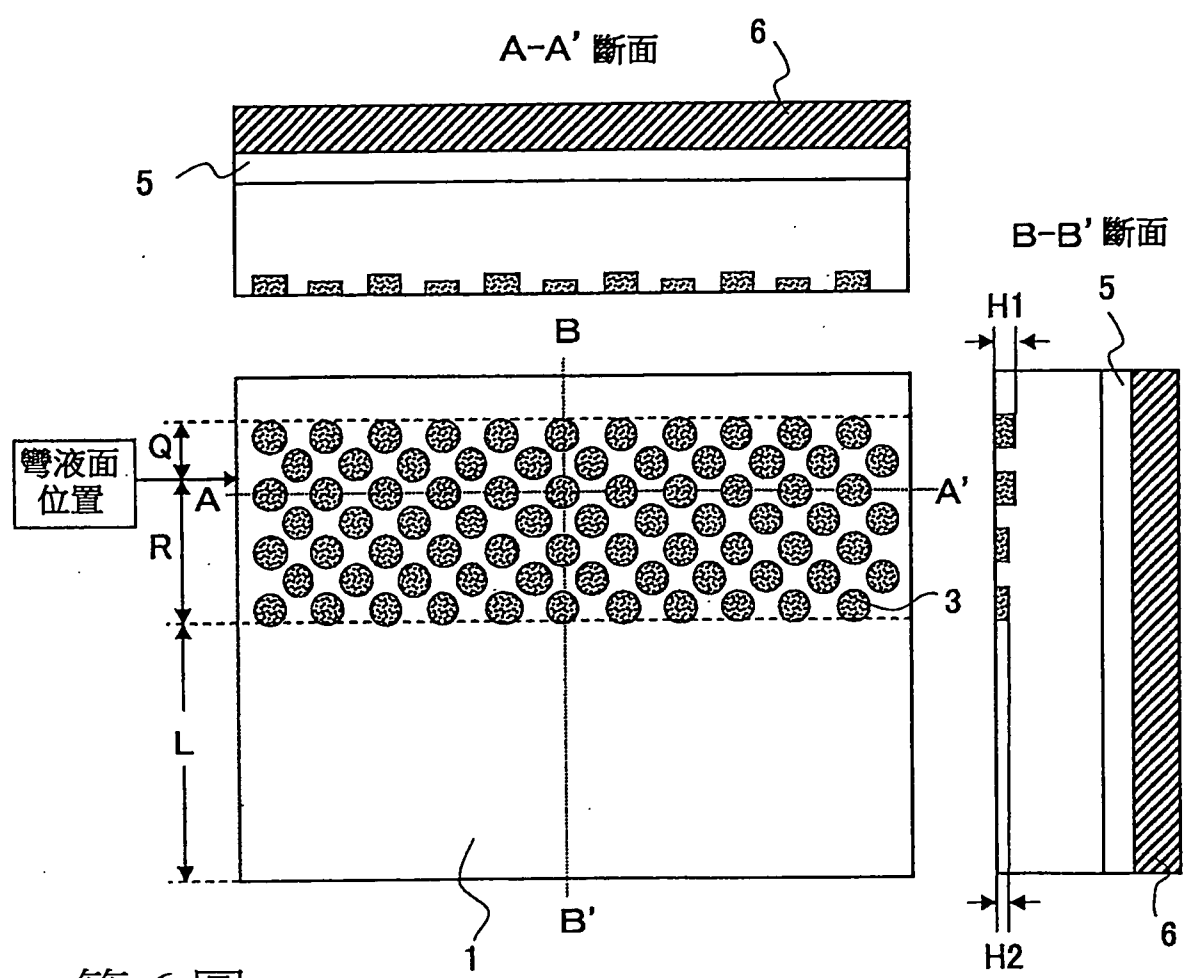
第 3 圖



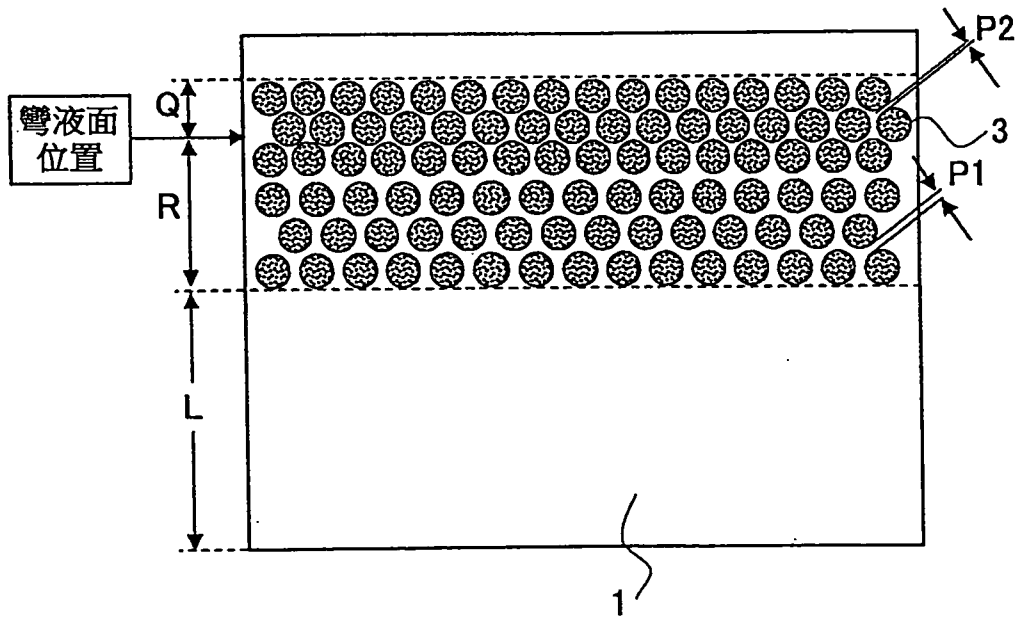
第 4 圖



第 5 圖



第 6 圖



第 7 圖

