



(21)申請案號：104136165

(22)申請日：中華民國 104 (2015) 年 11 月 03 日

(51)Int. Cl. : **B22C3/00 (2006.01)****B22C9/04 (2006.01)****B22C9/10 (2006.01)**

(30)優先權：2014/11/18 日本

2014-233403

(71)申請人：神戶製鋼所股份有限公司 (日本) KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO (KOBE STEEL, LTD.) (JP)

日本

(72)發明人：堤一之 TSUTSUMI, KAZUYUKI (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW 200539968A

CN 102686333A

EP 1447159B1

JP 2002-321036A

JP 2008-221288A

KR 10-2007-0089744A

審查人員：王達偉

申請專利範圍項數：2 項 圖式數：6 共 21 頁

(54)名稱

消失模型鑄造方法

EVAPORATIVE PATTERN CASTING METHOD

(57)摘要

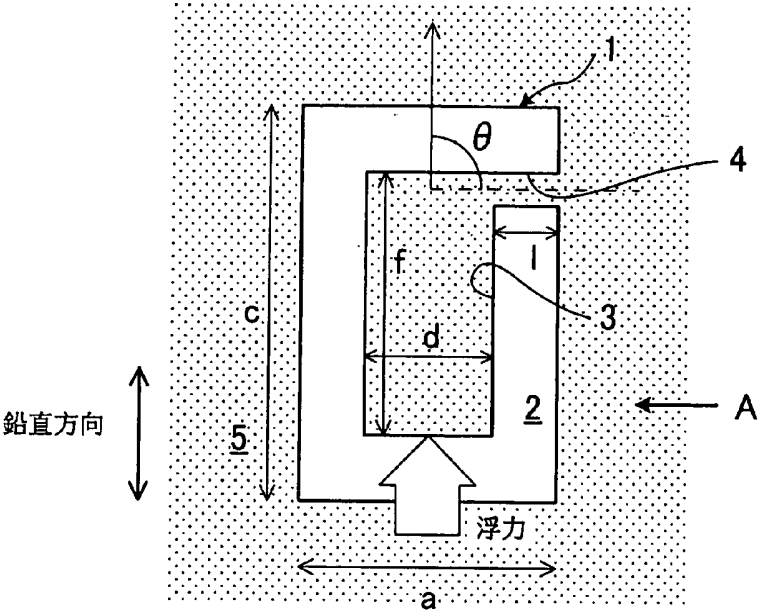
本發明能夠抑制發泡模型之內部所填充之鑄砂浮上，而鑄造完工狀態良好之鑄物。其係於發泡模型(2)設置使鑄模(1)之外部與空洞部(3)連通之開口部(4)，且於前述開口部(4)塗佈前述塗模劑。而且將塗佈於開口部(4)之前述塗模劑視為截面 2 次力矩為 I 、鉛直方向之板厚為 h 、長度為 L 之樑。此時，設前述空洞部(3)之體積為 $V(\text{mm}^3)$ 、填充於前述空洞部(3)之前述鑄砂之鬆密度為 $\rho_s(\text{kg}/\text{mm}^3)$ 、前述熔液之密度為 $\rho_m(\text{kg}/\text{mm}^3)$ 、相對鉛直方向之前述開口部之角度為 θ 、注入熔液時溫度成為最高時之前述塗模劑之抗彎強度為 $\sigma_b(\text{MPa})$ 。以符合下式之方式選定前述開口部(4)之剖視形狀、前述開口部(4)之角度、以及前述塗模劑之抗彎強度： $\sigma_b I > V(\rho_m - \rho_s)\{(hL/2)\sin\theta - \cos\theta\}$ 。

This invention enables to cast a casting with a good finished state by suppressing a flotation of a molding sand with which the inside of a foaming model was filled. A opening 4 which communicates the exterior of a mold 1 with a cavity part 3 is provided in a foaming model 2, and a mold coating agent is applied to the opening 4. The mold coating agent applied to the opening 4 is considered as a beam in which a cross-sectional secondary moment is I , a plate thickness of the vertical direction is h and its length is L . In the following formula, a volume of the cavity part 3 is $V(\text{mm}^3)$, a bulk density of molding sand with which the cavity part 3 is filled is $\rho_s(\text{kg}/\text{mm}^3)$, a density of molten metal is $\rho_m(\text{kg}/\text{mm}^3)$, a angle of the opening 4 to the vertical direction is θ , and a transverse rupture strength of the mold coating agent when the temperature of pouring molten metal is highest is $\sigma_b(\text{MPa})$. A cross-sectional shape of the opening 4, the angle of the

opening 4θ , and the transverse rupture strength of the mold coating agent σ_b are so set as to satisfy the following formula. $\sigma_b I > V(\rho_m - \rho_s) \{ (hL/2) \sin \theta - c \cos \theta \}$

指定代表圖：

第 1 圖



符號簡單說明：

- 1 . . . 鑄模
- 2 . . . 發泡模型
- 3 . . . 空洞部
- 4 . . . 開口部
- 5 . . . 鑄砂

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)

消失模型鑄造方法

Evaporative pattern casting method

【技術領域】

● [0001] 本發明有關一種用以鑄造鑄物的消失模型鑄造方法。

【先前技術】

[0002] 按，相對一般之砂模鑄造法尺寸精度更為優異之鑄物的鑄造方法，已開發的有例如包模鑄造法(別名：脫蠟法)、石膏鑄模鑄造法、以及消失模型鑄造法等。

● [0003] 消失模型鑄造法係將於發泡模型之表面塗佈以塗模劑而成之鑄模埋於鑄砂之中後，在鑄模內注入金屬之熔液，令發泡模型消失而以該熔液置換之，藉而鑄造鑄物之方法。

[0004] 專利文獻 1 揭示一種消失模型鑄造法，其係相應於模型之係數(模型之體積÷模型之表面積)而設定鑄造時之鑄造時間。

[先行技術文獻]

[專利文獻]

[0005]

[專利文獻 1]日本特開 2011-110577 號公報

【發明內容】

[發明解決之課題]

[0006] 且說一般之模腔鑄造法中，在製作具有內部空間之鑄物時，如側面剖視圖之第 3 圖所示，係於上模 21 與下模 22 之間所形成之空洞 23 內，配置相當於鑄物之內部空間的形狀之稱為模芯 24 之砂模。然而，如側面剖視圖之第 4 圖所示，在鑄造中，模芯 24 係受熔液之包圍，而於鉛直方向受到浮力。因此，如果沒有支持模芯 24 之支持部分則模芯 24 將會浮上。模芯 24 若是浮上，則會形成內部空間的位置偏移之鑄物。

[0007] 為此，業界乃如側面剖視圖之第 5 圖所示，係在模芯 24 設置於水平方向突出之稱為接縫橫板之過剩部 25，經由過剩部 25 而以上模 21 及下模 22 支持模芯 24，藉而防止模芯 24 之浮上。

[0008] 另一方面，有關消失模型鑄造法，係於發泡模型之內部填充鑄砂而製作內部空間之形狀，但是無法於製品外之部分設置接縫橫板以供支持發泡模型之內部所填充之鑄砂。因此，在鑄造中，發泡模型之內部所填充之鑄砂將會被熔液包圍，而發生於鉛直方向受到浮力而浮上之「漂浮」的事態。

[0009] 為此，業界乃如側面剖視圖之第 6 圖所示，

於發泡模型 12 之上部設置將由鑄砂 15 包圍之發泡模型 12 之外部與發泡模型之內部連通的寬廣狀開口部分 17，而對填充於發泡模型 12 之內部的鑄砂 16 賦予浮力以上之積載荷重。藉此而防止發泡模型 12 之內部填充之鑄砂 16 之浮上。但是，於鑄造之鑄物之形狀受到制約之情況下，將會無法在發泡模型 12 設置寬廣之開口部分 17，以致無法採用消失模型鑄造法。

● [0010] 本發明之目的係在提供一種能夠抑制發泡模型之內部所填充之鑄砂的浮上，而可鑄造完工狀態良好的鑄物之消失模型鑄造方法。

[用以解決課題之手段]

● [0011] 本發明係一種消失模型鑄造方法，其係於內部具有空洞部之發泡模型的表面塗佈塗模劑而成之鑄模埋於鑄砂之中之後，於前述鑄模內注入金屬熔液，令前述發泡模型消失而與前述熔液置換，藉而鑄造鑄物；其特徵在於：於前述發泡模型設置使前述鑄模之外部與前述空洞部連通之開口部，且於前述開口部塗佈前述塗模劑；而且將塗佈於前述開口部之前述塗模劑視為截面 2 次力矩為 I 、鉛直方向之板厚為 h 、長度為 L 之樑時，若設前述空洞部之體積為 $V(\text{mm}^3)$ 、填充於前述空洞部之前述鑄砂之鬆密度為 $\rho_s(\text{kg}/\text{mm}^3)$ 、前述熔液之密度為 $\rho_m(\text{kg}/\text{mm}^3)$ 、相對鉛直方向之前述開口部之角度為 θ 、注入熔液時溫度成為最高時之前述塗模劑之抗彎強度為 $\sigma_b(\text{MPa})$ ，則以符合下

式之方式選定前述開口部之剖視形狀、前述開口部之角度、以及前述塗模劑之抗彎強度：

$$\sigma_{bI} > V(\rho_m - \rho_s) \{ (hL/2) \sin\theta - \cos\theta \}。$$

[發明之效果]

[0012] 根據本發明，係於發泡模型設置使前述鑄模之外部與前述空洞部連通之開口部，且於前述開口部塗佈前述塗模劑。鑄造時，空洞部係由塗佈於開口部之塗模劑支持。支持空洞部之開口部之塗模劑若假定為截面 2 次力矩 I 、鉛直方向之板厚 h 、長度 L 之樑，自樑理論導出上式。因此，藉由將開口部之剖視形狀、開口部之角度及塗模劑之抗彎強度選定成符合上式，能夠使開口部之塗模劑不致損傷。藉此，可抑制填充於發泡模型之內部之鑄砂浮上，因此夠鑄造完工狀態良好之鑄物。

【圖式簡單說明】

[0013]

第 1 圖係鑄模之側面剖視圖。

第 2 圖係將第 1 圖自 A 方向觀察之側視圖。

第 3 圖係模腔鑄造法之側面剖視圖。

第 4 圖係模腔鑄造法之側面剖視圖。

第 5 圖係模腔鑄造法之側面剖視圖。

第 6 圖係消失模型鑄造法之側面剖視圖。

【實施方式】

[0014] 以下，茲就本發明之較佳實施方式，參照圖面進行說明。

[0015]

(消失模型鑄造方法)

根據本發明之實施方式之消失模型鑄造方法，係將在內部具有空洞部之發泡模型的表面塗佈塗模劑而成之鑄模埋入鑄砂(乾燥砂)中之後，於鑄模內注入金屬之熔液，令發泡模型消失而與熔液置換，藉而鑄造鑄物之方法。又，發泡模型之空洞部係藉由鑄造而在製品內形成之空洞部分。

[0016] 消失模型鑄造方法具有：將金屬(鑄鐵)熔解而形成熔液之熔解步驟；將發泡模型成形之成形步驟；以及於發泡模型之表面塗佈以塗模劑而形成鑄模之塗佈步驟。而且，消失模型鑄造方法又具有：將鑄模埋於鑄砂之中並將鑄砂填充至鑄模之各個角落之造型步驟；藉由於鑄模內注入熔液(熔融金屬)，而將發泡模型熔解並與熔液置換之澆鑄步驟。此外，消失模型鑄造方法又具有將注入鑄模內之熔液冷卻而予形成為鑄物之冷卻步驟；以及將鑄物與鑄砂分離之分離步驟。

[0017] 有關形成熔液之金屬，可使用灰口鑄鐵(JIS-FC250)或片狀石墨鑄鐵(JIS-FC300)等。又，作為發泡模型，可使用發泡苯乙烯等之發泡樹脂。又，作為塗模劑可使用二氧化矽系骨材之塗模劑等。又，作為鑄砂，可使用

以 SiO_2 為主成分之「矽砂」、鋳砂、鉻鐵礦砂、或合成陶瓷砂等。又，鑄砂中可添加黏結劑或硬化劑。

[0018] 又，塗模劑之厚度宜為 3 mm 以下。這是因為塗模劑之厚度若為 3 mm 以上，則塗模劑之塗佈及乾燥有必要重複 3 次以上因而費工，而且厚度也易於變得不均一所致。

[0019] 此處，於本實施方式中，係於發泡模型設置使鑄模之外部與空洞部連通之開口部，且於前述開口部塗佈塗模劑；而且以符合下式(1)之方式選定開口部之剖視形狀、開口部之角度及塗模劑之抗彎強度。

$$\sigma_b I > V (\rho_m - \rho_s) \{ (h L / 2) \sin \theta - \cos \theta \} \quad \dots \text{式 (1)}$$

式中， σ_b 係注入熔液時溫度成為最高時之塗模劑之抗彎強度(彎曲強度)(MPa)， V 係空洞部之體積， ρ_s 係填充於前述空洞部之前述鑄砂之鬆密度， ρ_m 係熔液之密度， θ 係相對鉛直方向之前述開口部之角度。又，將塗佈於開口部之塗模劑視為樑時， I 為截面 2 次力矩， h 為鉛直方向之板厚(mm)， L 為樑之長度(mm)。

[0020]

(塗模劑之強度)

第 1 圖係鑄模之側面剖視圖，第 2 圖係將第 1 圖自 A 方向觀察之側視圖。於此，如第 1 圖及第 2 圖所示，係考量於內部具有空洞部 3 之長方體之發泡模型 2 中，使用在

[0032] 因此，藉由將開口部 4 之剖視形狀、開口部 4 之角度 θ 及塗模劑之抗彎強度 σ_b 選定成符合式 (12)，則可使開口部 4 之塗模劑不致損傷。

[0033] 例如，開口部 4 之剖視形狀及角度 θ 已決定之情況下，藉由使用符合式 (12) 之抗彎強度 σ_b 的塗模劑，可使開口部 4 之塗模劑不致損傷。又，塗模劑之抗彎強度 σ_b 已決定之情況下，藉由以成為符合式 (12) 之截面 2 次力矩 I 之方式設計開口部 4 之剖視形狀及角度 θ ，可使開口部 4 之塗模劑不致損傷。

[0034]

(實施例)

其次，使用灰口鑄鐵 (JIS-FC250) 作為熔液，使用於長方體之發泡模型之內部設置長方體之空洞部且水平方向 ($\theta = 90^\circ$) 配置直徑 D 為 16 mm、長度 l 為 25 mm 之開口部而成之鑄模來鑄造鑄物。此處，發泡模型乃如第 1 圖及第 2 圖所示，寬 a 為 100 mm、深 b 為 100 mm、高 c 為 200 mm。又，空洞部之寬 d 為 50 mm、深 e 為 50 mm、高 f 為 100 mm。另，灰口鑄鐵之密度 ρ_m 為 $7.1 \times 10^{-6} \text{ kg/mm}^3$ 。塗模劑之種類係示於表 1 中。

[0035]

浮上，故可鑄造完工狀態良好之鑄物。

[0042] 又，相對鉛直方向之開口部 4 之角度 θ 若設為 90° ，則作用於開口部 4 之塗模劑的應力成為最大。然而，即使是此一情況，藉由將開口部 4 之剖視形狀及塗模劑之抗彎強度選定成符合上式(5)，仍可使開口部 4 之塗模劑不致損傷。

[0043] 以上，雖就本發明之實施方式進行了說明，然其無非為具體例之例示，並無特別限定本發明之意義，有關其具體構成等係可適宜地作設計變更。又，發明之實施方式中所記載之作用及效果，無非是列舉由本發明所產生之最適性作用以及效果，本發明之作用及效果，並不受本發明之實施方式中所記載者之限定。

【符號說明】

[0044]

- 1：鑄模
- 2：發泡模型
- 3：空洞部
- 4：開口部
- 5：鑄砂
- 12：發泡模型
- 15：鑄砂
- 16：鑄砂
- 17：開口部分

21：上模

22：下模

23：空洞

24：模芯

25：過剩部

發明摘要

※申請案號：104136165

※申請日：104 年 11 月 03 日

※IPC 分類：

(2006.01)

(2006.01)

(2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

消失模型鑄造方法

Evaporative pattern casting method

【中文】

本發明能夠抑制發泡模型之內部所填充之鑄砂浮上，而鑄造完工狀態良好之鑄物。其係於發泡模型(2)設置使鑄模(1)之外部與空洞部(3)連通之開口部(4)，且於前述開口部(4)塗佈前述塗模劑。而且將塗佈於開口部(4)之前述塗模劑視為截面 2 次力矩為 I 、鉛直方向之板厚為 h 、長度為 L 之樑。此時，設前述空洞部(3)之體積為 $V(\text{mm}^3)$ 、填充於前述空洞部(3)之前述鑄砂之鬆密度為 $\rho_s(\text{kg}/\text{mm}^3)$ 、前述熔液之密度為 $\rho_m(\text{kg}/\text{mm}^3)$ 、相對鉛直方向之前述開口部之角度為 θ 、注入熔液時溫度成為最高時之前述塗模劑之抗彎強度為 $\sigma_b(\text{MPa})$ 。以符合下式之方式選定前述開口部(4)之剖視形狀、前述開口部(4)之角度、以及前述塗模劑之抗彎強度： $\sigma_b I > V(\rho_m - \rho_s) \{ (hL/2) \sin \theta - \cos \theta \}$ 。

【英文】

This invention enables to cast a casting with a good finished state by suppressing a flotation of a molding sand with which the inside of a foaming model was filled. A opening 4 which communicates the exterior of a mold 1 with a cavity part 3 is provided in a foaming model 2, and a mold coating agent is applied to the opening 4. The mold coating agent applied to the opening 4 is considered as a beam in which a cross-sectional secondary moment is I , a plate thickness of the vertical direction is h and its length is L . In the following formula, a volume of the cavity part 3 is V (mm^3), a bulk density of molding sand with which the cavity part 3 is filled is ρ_s (kg/mm^3), a density of molten metal is ρ_m (kg/mm^3), a angle of the opening 4 to the vertical direction is θ , and a transverse rupture strength of the mold coating agent when the temperature of pouring molten metal is highest is σ_b (MPa). A cross-sectional shape of the opening 4, the angle of the opening 4 θ , and the transverse rupture strength of the mold coating agent σ_b are so set as to satisfy the following formula. $\sigma_b I > V (\rho_m - \rho_s) \{ (h L / 2) \sin \theta - \cos \theta \}$

申請專利範圍

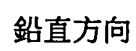
1. 一種消失模型鑄造方法，其係於內部具有空洞部之發泡模型的表面塗佈塗模劑而成之鑄模埋於鑄砂之中之後，於前述鑄模內注入金屬熔液，令前述發泡模型消失而與前述熔液置換，藉而鑄造鑄物；其特徵在於：

於前述發泡模型設置使前述鑄模之外部與前述空洞部連通之開口部，且於前述開口部塗佈前述塗模劑；而且

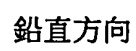
將塗佈於前述開口部之前述塗模劑視為截面 2 次力矩為 I 、鉛直方向之板厚為 h 、長度為 L 之樑時，若設前述空洞部之體積為 $V(\text{mm}^3)$ 、填充於前述空洞部之前述鑄砂之鬆密度為 $\rho_s(\text{kg}/\text{mm}^3)$ 、前述熔液之密度為 $\rho_m(\text{kg}/\text{mm}^3)$ 、相對鉛直方向之前述開口部之角度為 θ 、注入熔液時溫度成為最高時之前述塗模劑之抗彎強度為 $\sigma_b(\text{MPa})$ ，則以符合下式之方式選定前述開口部之剖視形狀、前述開口部之角度、以及前述塗模劑之抗彎強度：

$$\sigma_b I > V(\rho_m - \rho_s) \{ (hL/2) \sin \theta - \cos \theta \}。$$

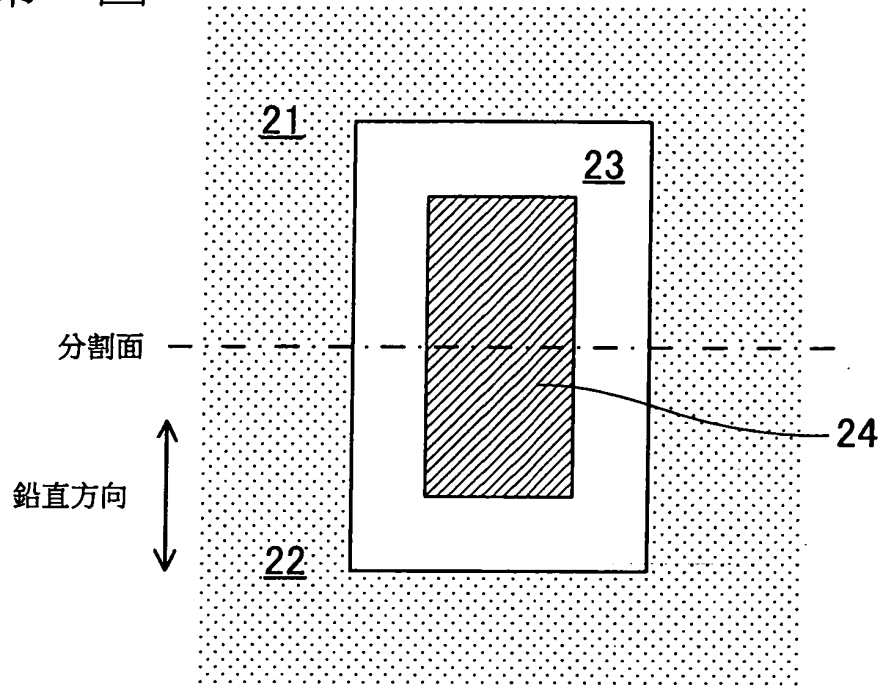
2. 如申請專利範圍第 1 項之消失模型鑄造方法，其中相對鉛直方向之前述開口部之角度 θ 係設為 90° 。



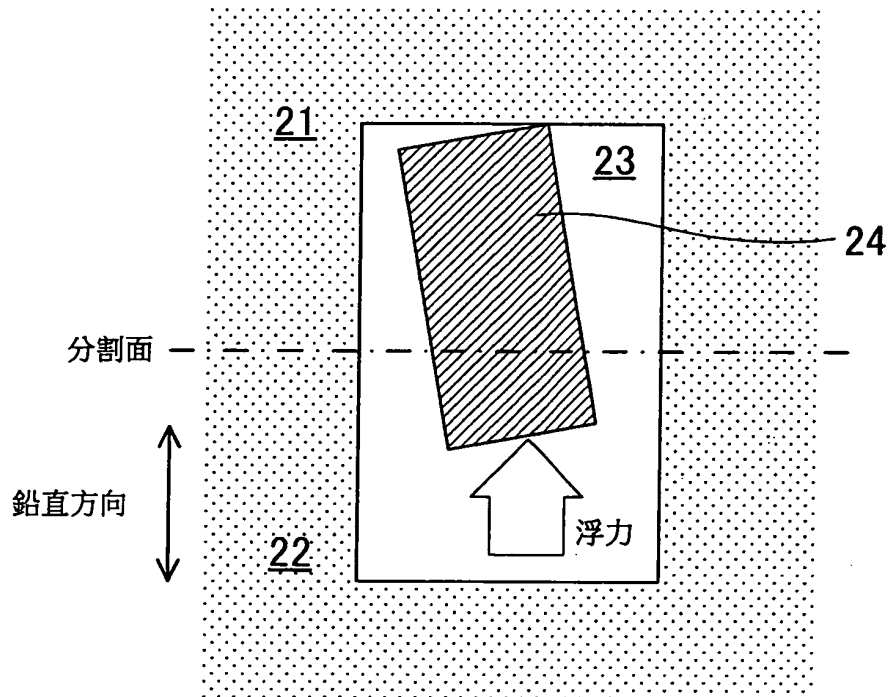
鉛直方向



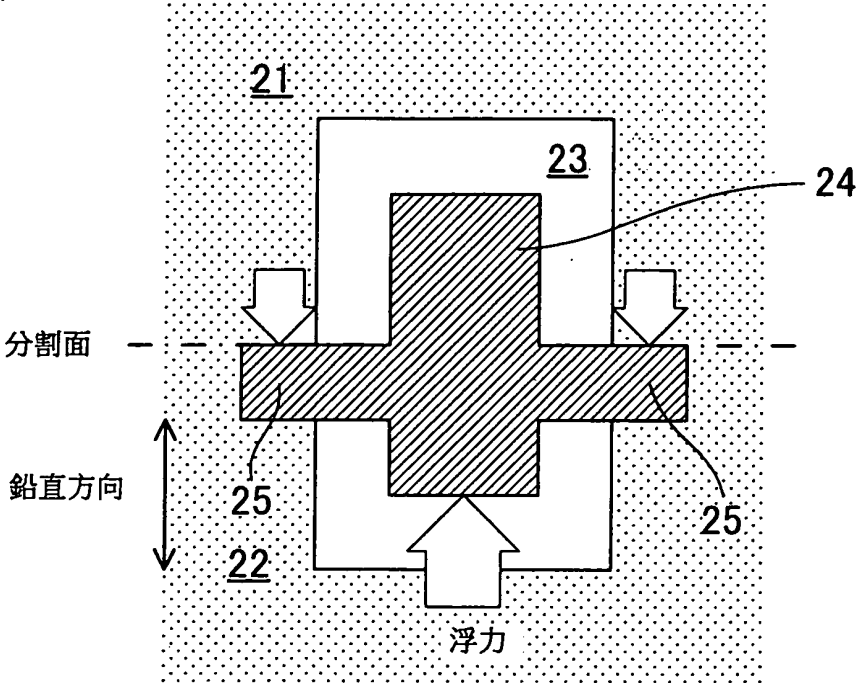
第 3 圖



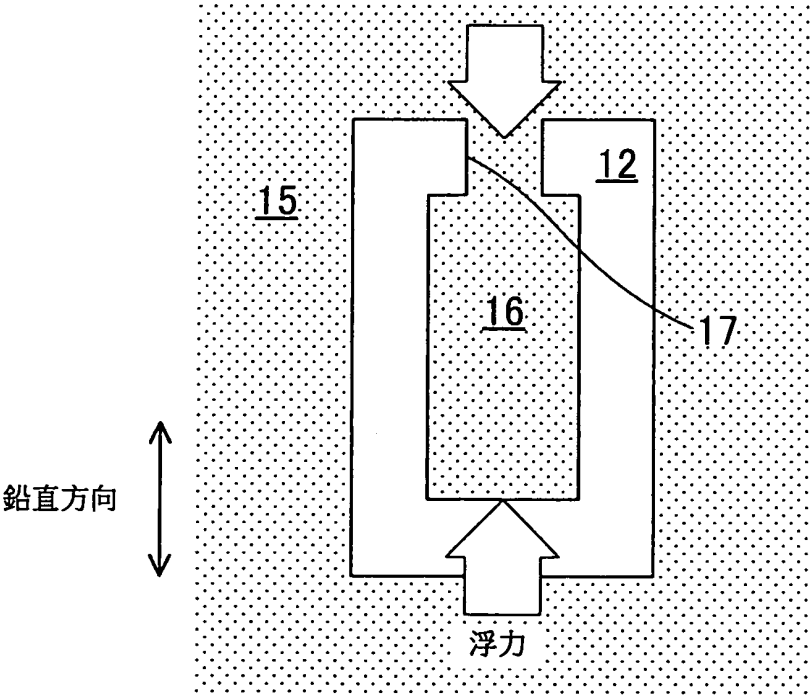
第 4 圖



第 5 圖



第 6 圖



【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(1)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- 1：鑄模
- 2：發泡模型
- 3：空洞部
- 4：開口部
- 5：鑄砂

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無

水平方向($\theta = 90^\circ$)設置將發泡模型 2 之外部與空洞部 3 連通之開口部 4 而成的鑄模 1，來鑄造在內部具有空洞部 3 之鑄物的情況。此處，發泡模型 2 之寬為 $a(\text{mm})$ 、深為 $b(\text{mm})$ 、高為 $c(\text{mm})$ 。又，空洞部 3 之寬為 $d(\text{mm})$ 、深為 $e(\text{mm})$ 、高為 $f(\text{mm})$ 。另，開口部 4 之直徑為 $D(\text{mm})$ 而長為 $l(\text{mm})$ 。又，鑄模 1 之周圍係由鑄砂 5 所包覆。又，發泡模型 2 之形狀不限為長方體。

[0021] 首先，基於阿基米德之原理，根據下式(2)求得作用於空洞部 3 之浮力 F 。

$$F = V (\rho_m - \rho_s) \quad \dots \text{式 (2)}$$

[0022] 鑄造時，空洞部 3 係由塗佈於開口部 4 之塗模劑所支持。支持空洞部 3 之開口部 4 之塗模劑係假定為截面 2 次力矩 I 、鉛直方向之板厚 h 、長度 L 之樑。若基於樑理論，求取作用於端部之浮力 F 之懸臂樑之最大應力 $\sigma_{\max}$ ，則可作如下式(3)般之概算。又，此處之前提是開口部 4 內之砂不負擔荷重。

$$\sigma_{\max} = M / I \times h / 2 = h F L / 2 I = h V (\rho_m - \rho_s) L / 2 I \quad \dots \text{式 (3)}$$

[0023] 若設注入熔液時溫度成為最高時之塗模劑之抗彎強度(熱強度)為 σ_b ，則於下式(4)成立時，開口部 4 之塗模劑不會損傷，換言之，可使填充於空洞部 3 之砂浮

上之「漂浮」事態不致發生。

$$\sigma_b > \sigma_{\max} \cdots \text{式(4)}$$

[0024] 若將式(3)代入式(4)，則成為式(5)。

$$\sigma_b I > h V (\rho_m - \rho_s) L / 2 \cdots \text{式(5)}$$

[0025] 例如，若設開口部 4 為圓柱狀，則塗模劑成為圓管狀之層。若設開口部 4 之圓柱之直徑為 D 、塗模劑之厚度為 t ，則截面 2 次力矩 I 可以下式(6)表示。又，鉛直方向之板厚 h 可以下式(7)表示。

$$I = \pi \{ D^4 - (D - 2t)^4 \} / 64 \cdots \text{式(6)}$$

$$h = D \cdots \text{式(7)}$$

[0026] 因此，選擇將式(6)及式(7)所得之值分別代入式(5)時，具有式(5)成立之熱強度 σ_b 的塗模劑即可。

[0027]

(開口部之剖視形狀)

又，如將式(5)變形，則成為式(8)。

$$I > h V (\rho_m - \rho_s) L / 2 \sigma_b \cdots \text{式(8)}$$

[0028] 是以，藉由以截面 2 次力矩 I 符合式(8)之方

式設計開口部 4 之剖視形狀，則可使「漂浮」之事態不致發生。

[0029]

(開口部之角度)

於此，上述開口部 4 係設於水平方向($\theta = 90^\circ$)。開口部 4 若設於水平方向($\theta = 90^\circ$)，則作用於開口部 4 之塗模劑的應力成為最大。然而，若改變開口部 4 之角度，則可降低作用於開口部 4 之塗模劑的應力 $\sigma_{\max}$ 。若假定相對鉛直方向之開口部 4 之角度為 $\theta (0^\circ \leq \theta \leq 180^\circ)$ 、開口部 4 之塗模劑為樑，則浮力之軸向成分 F_a 成為下式(9)，其直角方向成分 F_v 成為下式(10)。

$$F_a = F \cos \theta \quad \dots \text{式 (9)}$$

$$F_v = F \sin \theta \quad \dots \text{式 (10)}$$

[0030] 若設開口部 4 之塗模劑之剖面積為 A ，則自樑理論求取端部有浮力 F 作用之懸臂樑之最大應力 $\sigma_{\max}$ 時，可如次式(11)般之概算。

$$\begin{aligned} \sigma_{\max} &= M / I \times h / 2 - F_a = h F_v L / 2 I - F_a \\ &= V (\rho_m - \rho_s) \{ (h L / 2 I) \sin \theta - \cos \theta \} \quad \dots \text{式 (11)} \end{aligned}$$

[0031] 若將式(11)代入式(4)，則成為式(12)。

$$\sigma_b I > V (\rho_m - \rho_s) \{ (h L / 2) \sin \theta - \cos \theta \} \quad \dots \text{式 (12)}$$

【表 1】

塗模劑	鬆密度 ρ_c (g/cm ³)	常溫抗彎強度 TSc' (MPa)	骨材粒徑 ($\times 100 \mu m$)
A	1.3~1.5	>1.5	1
B	2.8~3.0	>4.4	0.9

[0036] 空洞部中，填充有「呋喃自硬性砂」。此一「呋喃自硬性砂」係砂與樹脂與硬化劑混練而成。用於自硬性砂之砂為矽砂(主成分 SiO_2)。又，作為黏結劑而用於自硬性砂之樹脂，係含有糠醇之酸硬化性之呋喃樹脂，相對砂之添加量為 0.8%。又，作為硬化觸媒而用於自硬性砂之硬化劑，為二甲苯磺酸系硬化劑及硫酸系硬化劑混合成之呋喃樹脂用之硬化劑，相對呋喃樹脂之添加量為 40%。此自硬性砂之鬆密度 ρ_s 為 $1.4 \times 10^{-6} \text{ kg/mm}^3$ 。

[0037] 灰口鑄鐵之密度及自硬性砂之鬆密度代入式(2)中，則成為以下所示。

$$F = V (\rho_m - \rho_s) = 50 \times 50 \times 100 \times (7.1 - 1.4) \times 10^{-6} \text{ kg f} \\ = 1.4 \text{ kg f} = 14 \text{ N}$$

[0038] 此處，係將熱強度 σ_b 不明之塗模劑作 2 次塗佈，令塗模劑之平均厚度為 0.8 mm。又，塗模劑之熱強度直接測定困難。則將其代入式(5)中求取開口部之塗模劑之截面 2 次力矩 I 時，成為以下所示。

$$I = \pi \{ 16^4 - (16 - 2 \times 0.8)^4 \} / 64 = 1.1 \times 10^3$$

[0039] 又，式(3)之右邊成為以下所示。

$$\begin{aligned} h V (\rho_m - \rho_s) L / 2 I &= 16 \times 14 \times 25 / (2 \times (1.1 \times 10^3)) \\ &= 8 \times 14 \times 25 / (1.1 \times 10^3) \\ &= 2.5 \text{ MPa} \end{aligned}$$

[0040] 此處，一般而言，塗模劑之熱強度(注入熔液時溫度成為最高時之塗模劑之抗彎強度)，係較常溫之抗彎強度(將塗模劑乾燥而測定之抗彎強度)為小。因此，為了防止「漂浮」，選擇常溫之抗彎強度較熱強度之 2.5 MPa 為高之塗模劑即可。塗模劑 A 因不符合式(5)故不採用。塗模劑 B 其常溫之抗彎強度較 2.5 MPa 為高，故予以選擇。其結果，鑄造出不發生「漂浮」之鑄物。

[0041]

(效果)

如以上所述，根據本實施方式之消失模型鑄造方法，係於發泡模型 2 設置使鑄模 1 之外部與空洞部 3 連通之開口部 4，並於開口部 4 塗佈以塗模劑。鑄造時，空洞部 3 係由塗佈於開口部 4 之塗模劑所支持。支持空洞部 3 之開口部 4 之塗模劑，若假定為截面 2 次力矩 I、鉛直方向之板厚 h、長度 L 之樑時，根據樑理論導出上述式(12)。因此，藉由將開口部 4 之剖視形狀、開口部 4 之角度及塗模劑之抗彎強度選定為符合上式(12)，可使開口部 4 之塗模劑不致損傷。藉此，可抑制填充於發泡模型 2 內部之鑄砂