



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0034407

(51)⁷ B22D 11/059; B22D 11/108; B22D
11/04; B22D 11/055

(13) B

(21) 1-2017-01576

(22) 23/10/2015

(86) PCT/JP2015/005339 23/10/2015

(87) WO/2016/067578 A1 06/05/2016

(30) 2014-218833 28/10/2014 JP

(45) 26/12/2022 417

(43) 25/08/2017 353A

(73) JFE Steel Corporation (JP)

2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0011, Japan

(72) FURUMAI, Kohei (JP); IWATA, Naomichi (JP); ARAMAKI, Norichika (JP); MIKI, Yuji (JP).

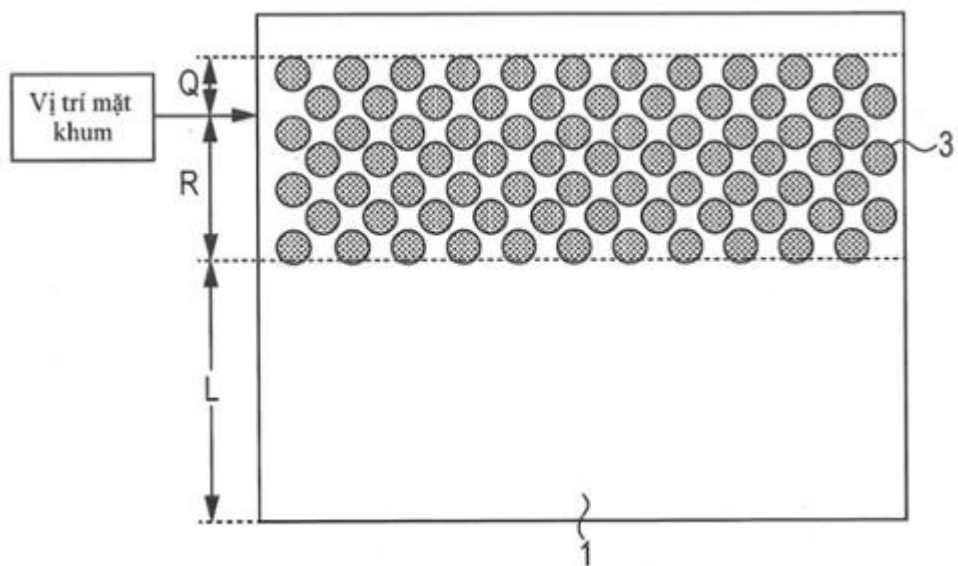
(74) Công ty Cổ phần Sở hữu công nghiệp INVESTIP (INVESTIP)

(54) KHUÔN ĐÚC LIÊN TỤC VÀ PHƯƠNG PHÁP ĐÚC THÉP LIÊN TỤC

(57) Sáng chế đề cập đến khuôn đúc liên tục mà với khuôn này có thể tránh vết nứt trên bề mặt của mảnh đúc do sự thay đổi về độ dày của vỏ hóa cứng được gây ra bởi sự thay đổi từ sắt δ thành sắt γ trong thép cacbon trung bình mà được đi kèm bởi phản ứng peritectic. Khuôn đúc liên tục có tấm khuôn đồng bao gồm đồng hoặc hợp kim đồng, khuôn có nhiều phần tách biệt (3) được lắp đầy kim loại lã được tạo thành bằng cách lắp đầy các rãnh lõm hình tròn được tạo thành trên bề mặt thành bên trong của tấm khuôn đồng và có đường kính nằm trong khoảng từ 2mm đến 20mm ở bề mặt thành bên trong của tấm khuôn đồng (1) ít nhất ở vùng từ mặt khum đến vị trí được đặt thấp hơn mặt khum 20mm hoặc lớn hơn với kim loại lã mà có độ dẫn nhiệt là 80% hoặc nhỏ hơn độ dẫn nhiệt của tấm khuôn đồng hoặc 125% hoặc lớn hơn độ dẫn nhiệt của tấm khuôn đồng, trong đó tỷ lệ của độ cứng Vickers HVc của tấm khuôn đồng với độ cứng Vickers HVm của kim loại lắp đầy thỏa mãn biểu thức quan hệ (1) dưới đây, và trong đó tỷ lệ của hệ số giãn nở nhiệt α của tấm khuôn đồng và hệ số giãn nở nhiệt α_m của kim loại lắp đầy thỏa mãn biểu thức quan hệ (2) dưới đây.

$$0,3 \leq HVc/HVm \leq 2,3 \quad (1),$$

$$0,7 \leq \alpha/\alpha_m \leq 3,5 \quad (2)$$



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến khuôn đúc liên tục mà việc đúc liên tục có thể được thực hiện bằng khuôn này trong khi tránh vết nứt trên bề mặt của mảnh đúc được gây ra do sự làm nguội không đồng nhất của vỏ hóa cứng trong khuôn và đề cập đến phương pháp đúc thép liên tục bằng cách sử dụng khuôn này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong quy trình đúc thép liên tục, do thép nóng chảy mà được đổ vào khuôn được làm nguội bằng cách sử dụng khuôn được làm nguội bằng nước, lớp hóa cứng (được gọi là "vỏ hóa cứng") được tạo thành do phần bề mặt của thép nóng chảy mà tiếp xúc với khuôn được hóa cứng. Mảnh đúc có vỏ hóa cứng làm vỏ bên ngoài và lớp không được hóa cứng bên trong vỏ được rút liên tục theo hướng đi xuống qua khuôn trong khi mảnh đúc được làm nguội bằng cách sử dụng các bình phun nước hoặc các bình phun không khí-nước mà được lắp trên phía hướng xuống của khuôn. Mảnh đúc được hóa cứng bao gồm phần giữa theo hướng chiều dày do được làm nguội bằng cách sử dụng các bình phun nước hoặc các bình phun không khí - nước, và sau đó cắt thành các mảnh đúc có chiều dài quy định bằng cách sử dụng, ví dụ, máy cắt bằng khí.

Trong trường hợp mà việc làm nguội không đồng nhất xảy ra trong khuôn, có sự thay đổi bất thường về độ dày của vỏ hóa cứng theo hướng đúc và hướng chiều rộng của mảnh đúc. Vỏ hóa cứng chịu tác dụng ứng suất được gây ra bởi sự co ngót và sự biến dạng của vỏ hóa cứng. Ở giai đoạn hóa cứng ban đầu, do ứng suất này được tập trung ở phần mỏng của vỏ hóa cứng, vết nứt xuất hiện trên bề mặt của vỏ hóa cứng do ứng suất này. Vết nứt này dần dần trở thành vết nứt bề mặt lớn sau này do ngoại lực được gây ra bởi, ví dụ, ứng suất do nhiệt, và ứng suất uốn và ứng suất làm đều mà được tác dụng bởi các con lăn của máy đúc liên tục. Vết nứt trên bề mặt của mảnh đúc trở thành khuyết tật bề mặt của sản phẩm thép trong quá trình cán tiếp theo. Do đó, để tránh khuyết tật bề mặt của sản phẩm thép không

xuất hiện, cần loại bỏ vết nứt bề mặt ở giai đoạn mãnh đúc bằng cách thực hiện việc làm sạch hoặc đánh bóng trên bề mặt của mãnh đúc.

Sự hóa cứng không đồng nhất trong khuôn có xu hướng xảy ra, cụ thể, trong trường hợp của thép có hàm lượng cacbon nằm trong khoảng từ 0,08% khối lượng đến 0,17% khối lượng. Trong trường hợp thép có hàm lượng cacbon nằm trong khoảng từ 0,08% khối lượng đến 0,17% khối lượng, phản ứng peritecti xảy ra ở thời điểm hóa cứng. Cần xem xét rằng sự hóa cứng không đồng nhất trong khuôn được gây ra bởi sự thay đổi ứng suất do sự giảm về thể tích mà xảy ra khi sự thay đổi từ sắt δ (pha ferit) sang sắt γ (pha austenit) xuất hiện do phản ứng peritecti này. Tức là, vì vỏ hóa cứng bị biến dạng do sức căng được gây ra bởi sự thay đổi ứng suất này, vỏ hóa cứng được tách khỏi bề mặt thành bên trong của khuôn do sự biến dạng này. Vì phần bị tách khỏi bề mặt thành bên trong của khuôn trở nên ít có khả năng được làm nguội thông qua khuôn, có sự giảm về độ dày của vỏ hóa cứng trong phần đã bị tách khỏi bề mặt thành bên trong này của khuôn (phần đã bị tách khỏi bề mặt thành bên trong này của khuôn được gọi là "chỗ lõm"). Cần xem xét rằng, vì có sự giảm về độ dày của vỏ hóa cứng, nên vết nứt bề mặt xảy ra do ứng suất được mô tả ở trên được tập trung ở phần này.

Cụ thể, trong trường hợp mà có sự tăng lên về tốc độ rút mãnh đúc, vì có sự tăng lên về thông lượng nhiệt trung bình từ vỏ hóa cứng đến nước làm nguội khuôn (vỏ hóa cứng được làm nguội nhanh), và vì sự phân bố thông lượng nhiệt trở nên không đều và không đồng nhất, có xu hướng về số lượng các vết nứt xuất hiện trên bề mặt của mãnh đúc tăng lên. Cụ thể, trong trường hợp máy để đúc liên tục thổi tắt có độ dày mãnh đúc là 200mm hoặc lớn hơn, vết nứt bề mặt có xu hướng xuất hiện khi tốc độ rút mãnh đúc là 1,5 m/phút hoặc lớn hơn.

Đã có những thực nghiệm trong đó bột đúc có hợp phần hóa học mà có xu hướng gây ra sự kết tinh được sử dụng để tránh sự xuất hiện của vết nứt trên bột đúc của mãnh đúc của mác thép (được gọi là "thép cacbon trung bình") trong đó phản ứng peritecti được mô tả ở trên có xu hướng xảy ra (ví dụ, tham khảo Tài liệu

sáng chế 1). Điều này dựa trên thực tế rằng, trong trường hợp bột đúc có hợp phần hóa học mà có xu hướng gây ra sự kết tinh, có sự tăng lên về độ bền nhiệt của lớp bột đúc, và vỏ hóa cứng được làm nguội chậm. Vì có sự giảm về ứng suất được tác dụng lên vỏ hóa cứng do làm nguội chậm, nên vết nứt bề mặt ít có khả năng xuất hiện. Tuy nhiên, chỉ với tác dụng làm nguội chậm nhờ sử dụng bột đúc, có sự cải thiện không đầy đủ về sự hóa cứng không đồng nhất, và do đó không thể tránh vết nứt bề mặt không xuất hiện trong trường hợp của mác thép mà có xu hướng bị giảm lượng lớn về thể tích do sự thay đổi.

Ngoài ra, cũng có các phương pháp được đề xuất trong đó mức độ hóa cứng không đồng nhất được giảm xuống bằng cách tạo thành sự phân bố đồng đều của sự trao đổi nhiệt do bột đúc chảy vào các phần lõm (các rãnh dọc, các rãnh lưới, hoặc các lỗ tròn) mà được tạo thành trên bề mặt thành bên trong của khuôn (ví dụ, tham khảo Tài liệu sáng chế 2). Tuy nhiên, trong trường hợp của các phương pháp này, có vấn đề ở chỗ, trong trường hợp mà lượng bột đúc không đủ chảy vào các phần lõm, sự nứt gãy cường bức xảy ra do thép nóng chảy chảy vào các phần mồm, hoặc vấn đề ở chỗ sự nứt gãy cường bức xảy ra do bột đúc được loại bỏ khỏi các phần lõm trong quá trình đúc và thép nóng chảy chảy vào các phần lõm được để lại bởi bột đúc được loại bỏ.

Mặt khác, để làm giảm mức độ hóa cứng không đồng nhất bằng cách tạo thành sự phân bố dẫn nhiệt đồng đều, có các phương pháp được đề xuất mà trong đó các rãnh (các rãnh dọc hoặc các rãnh lưới) được tạo thành trên bề mặt thành bên trong của tấm khuôn đồng và trong đó các rãnh được lấp đầy vật liệu có độ dẫn nhiệt thấp (ví dụ, tham khảo Tài liệu sáng chế 3 và Tài liệu sáng chế 4). Trong trường hợp của các phương pháp này, có vấn đề ở chỗ, vì ứng suất được gây ra bởi sự chênh lệch về biến dạng nhiệt giữa vật liệu có độ dẫn nhiệt thấp mà các rãnh dọc hoặc các rãnh lưới được lấp đầy bằng vật liệu này và tấm khuôn đồng được phết vào mặt phân cách giữa vật liệu có độ dẫn nhiệt thấp và tấm khuôn đồng và vào các chỗ giao nhau của các phần lưới, các vết nứt xuất hiện trên bề mặt của tấm khuôn

đồng.

Danh sách tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Công bố đơn Patent Nhật Bản đang chờ xét nghiệm số 2005-297001

Tài liệu sáng chế 2: Công bố đơn Patent Nhật Bản đang chờ xét nghiệm số 9-276994

Tài liệu sáng chế 3: Công bố đơn Patent Nhật Bản đang chờ xét nghiệm số 2-6037

Tài liệu sáng chế 4: Công bố đơn Patent Nhật Bản đang chờ xét nghiệm số 7-284896

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Sáng chế đã được hoàn thành theo quan điểm về tình trạng đã được mô tả ở trên, và mục đích của sáng chế là đề xuất khuôn đúc liên tục mà với khuôn đúc này có thể tránh vết nứt bề mặt do sự làm nguội không đồng nhất của vỏ hóa cứng ở giai đoạn hóa cứng ban đầu, tức là, vết nứt bề mặt do sự thay đổi về độ dày của vỏ hóa cứng mà không có sự xuất hiện của nứt gãy cưỡng bức và làm giảm tuổi thọ của khuôn do vết nứt trên bề mặt của khuôn bằng cách tạo thành trên bề mặt thành bên trong của khuôn đúc liên tục nhiều phần tách biệt mà được lấp đầy loại kim loại khác với vật liệu của khuôn, và có độ dẫn nhiệt thấp hơn hoặc cao hơn độ dẫn nhiệt của khuôn và đề xuất phương pháp đúc thép liên tục bằng cách sử dụng khuôn đúc liên tục.

Giải quyết vấn đề

Đối tượng của sáng chế để giải quyết các vấn đề nêu trên là như sau.

[1] Khuôn đúc liên tục có tám khuôn đồng gồm đồng hoặc hợp kim đồng, khuôn này bao gồm: nhiều phần tách biệt được lấp đầy kim loại có độ dẫn nhiệt là 80% hoặc nhỏ hơn độ dẫn nhiệt của tám khuôn đồng hoặc 125% hoặc lớn hơn

của chúng, nhiều phần tách biệt được tạo thành ở dạng các rãnh lõm hình tròn có đường kính nằm trong khoảng từ 2mm đến 20mm hoặc các rãnh lõm gần như hình tròn có đường kính tương đương hình tròn nằm trong khoảng từ 2mm đến 20mm, các rãnh được bố trí trên bề mặt thành bên trong của tấm khuôn đồng, và nhiều phần tách biệt được tạo thành ít nhất ở một vùng từ mặt khum đến vị trí được đặt thấp hơn mặt khum 20mm hoặc lớn hơn, vùng là toàn bộ hoặc một phần của bề mặt thành bên trong, trong đó,

tỷ lệ của độ cứng Vickers HVc [kgf/mm²] của tấm khuôn đồng với độ cứng Vickers HVm [kgf/mm²] của kim loại lạ được lấp đầy thỏa mãn biểu thức quan hệ (1) dưới đây:

$$0,3 \leq HVc/HVm \leq 2,3 \dots (1), \text{ và}$$

tỷ lệ của hệ số giãn nở nhiệt α_c [$\mu\text{m}/(\text{m}\times\text{K})$] của tấm khuôn đồng với hệ số giãn nở nhiệt α_m [$\mu\text{m}/(\text{m}\times\text{K})$] của kim loại lạ được lấp đầy thỏa mãn biểu thức quan hệ (2) dưới đây:

$$0,7 \leq \alpha_c/\alpha_m \leq 3,5 \dots (2).$$

[2] Khuôn đúc liên tục theo mục [1] nêu trên, trong đó lớp phủ được tạo thành trên bề mặt thành bên trong bởi phương pháp mạ hoặc phương pháp phun nhiệt, lớp phủ có độ giãn dài khi đứt 8,0% hoặc lớn hơn, và các phần được lấp đầy kim loại lạ được phủ với lớp phủ.

[3] Khuôn đúc liên tục theo mục [2] nêu trên, trong đó lớp phủ chứa niken hoặc hợp kim niken-coban (có nồng độ coban là 50% khối lượng hoặc lớn hơn).

[4] Phương pháp đúc thép liên tục sử dụng khuôn đúc liên tục theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [3] nêu trên, phương pháp này bao gồm các bước: đổ thép nóng chảy vào khuôn và làm nguội thép nóng chảy trong khuôn để tạo thành vỏ hóa cứng; và rút mảnh đúc có vỏ hóa cứng làm vỏ bên ngoài và thép nóng chảy không hóa cứng bên trong vỏ hóa cứng ra khỏi khuôn để chế tạo mảnh đúc.

[5] Phương pháp đúc thép liên tục theo mục [4] nêu trên, phương pháp này còn bao gồm các bước: lắp tấm khuôn đồng; và đổ bột đúc lên trên bề mặt của thép

nóng chảy mà đã được đổ vào khuôn trong quá trình lã, trong đó bột đúc chứa CaO, SiO₂, Al₂O₃, Na₂O, và Li₂O và độ kiềm, mà được thể hiện bởi tỷ lệ ((CaO theo % khối lượng)/(SiO₂ theo % khối lượng)) của nồng độ CaO với nồng độ SiO₂ trong bột đúc, là 1,0 hoặc lớn hơn và 2,0 hoặc nhỏ hơn, và trong đó tổng của nồng độ Na₂O và nồng độ Li₂O là 5,0% khối lượng hoặc lớn hơn và 10,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn.

[6] Phương pháp đúc thép liên tục theo mục [5] nêu trên, phương pháp này còn bao gồm các bước: làm nguội khuôn để tổng lượng Q của nhiệt được lấy ra qua khuôn là 0,5 MW/m² hoặc lớn hơn và 2,5 MW/m² hoặc nhỏ hơn.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Theo sáng chế, vì nhiều phần được lấp đầy kim loại lã được sắp xếp theo hướng chiều rộng và hướng đúc của tấm khuôn đồng của khuôn đúc liên tục trong vùng ở vùng lân cận của mặt khum bao gồm mặt khum, độ bền nhiệt của khuôn đúc liên tục tăng lên và giảm xuống đều đặn và định kỳ theo hướng chiều rộng và hướng đúc của khuôn trong vùng lân cận của mặt khum. Với điều này, thông lượng nhiệt từ vỏ hóa cứng đến khuôn đúc liên tục tăng lên và giảm xuống đều đặn và định kỳ trong vùng lân cận của mặt khum ở giai đoạn hóa cứng ban đầu. Là kết quả của sự tăng và giảm đều đặn và định kỳ về thông lượng nhiệt này, vì có sự giảm xuống về ứng suất do sự thay đổi từ sắt δ thành sắt γ và về ứng suất do nhiệt, nên lượng biến dạng của vỏ hóa cứng được gây ra bởi các ứng suất này giảm xuống. Là kết quả của sự giảm xuống về lượng biến dạng của vỏ hóa cứng, sự phân bố thông lượng nhiệt không đồng nhất được gây ra bởi sự biến dạng của vỏ hóa cứng được làm đồng nhất, và, do ứng suất tạo thành bị di tản, có sự giảm xuống về các lượng sức căng thay đổi, mà dẫn đến tránh được vết nứt không xuất hiện trên bề mặt của vỏ hóa cứng.

Hơn nữa, theo sáng chế, do tỷ lệ của độ cứng Vickers HVc của tấm khuôn đồng với độ cứng Vickers HVm của kim loại lã và tỷ lệ của hệ số giãn nở nhiệt α của tấm khuôn đồng với hệ số giãn nở nhiệt α_m của kim loại lã được điều khiển

nằm trong các khoảng quy định, có thể làm giảm ứng suất được tác dụng lên bề mặt của tấm khuôn đồng được gây ra bởi sự chênh lệch về lượng mài mòn bề mặt của tấm khuôn đồng do sự chênh lệch về độ cứng giữa tấm khuôn đồng và các phần được lắp đầy kim loại lạ, và chênh lệch về sự giãn nở do nhiệt. Do đó, tuổi thọ của tấm khuôn đồng trở nên dài hơn.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là biểu đồ dạng sơ đồ được nhìn từ phía bề mặt thành bên trong của tấm đồng trên cạnh dài của khuôn cấu thành một phần của khuôn đúc liên tục theo ví dụ của các phương án theo sáng chế.

Fig.2 là hình vẽ phóng to của một phần tấm đồng trên cạnh dài của khuôn trong Fig.1 trong đó các phần được lắp đầy kim loại lạ được tạo thành.

Fig.3 là biểu đồ khái niệm minh họa sự phân bố độ bền nhiệt theo các vị trí mà các phần được lắp đầy kim loại lạ được tạo thành ở ba vị trí trên tấm đồng có các phần được lắp đầy kim loại lạ trên cạnh dài của khuôn.

Fig.4 là biểu đồ minh họa ví dụ trong đó lớp phủ được tạo thành bằng cách sử dụng phương pháp mạ trên bề mặt thành bên trong của tấm khuôn đồng để bảo vệ bề mặt của tấm khuôn đồng.

Fig.5 là đồ thị minh họa mối quan hệ giữa đường kính của các phần được lắp đầy kim loại lạ và mật độ số lượng các vết nứt trên bề mặt của phôi đúc.

Fig.6 là biểu đồ minh họa mối quan hệ giữa HV_c/HV_m và độ sâu vết nứt ở mặt phân cách giữa kim loại lạ và tấm khuôn đồng.

Fig.7 là biểu đồ minh họa mối quan hệ giữa α_c/α_m và độ sâu vết nứt ở mặt phân cách giữa kim loại lạ và tấm khuôn đồng.

Fig.8 là đồ thị minh họa mối quan hệ giữa độ kiềm của bột đúc và nhiệt độ kết tinh.

Fig.9 là đồ thị minh họa mối quan hệ giữa tổng nồng độ của Na_2O và nồng độ của Li_2O của bột đúc và tổng lượng Q của nhiệt được lấy ra qua khuôn.

Fig.10 là đồ thị minh họa mối quan hệ giữa tổng lượng Q của nhiệt được lấy

ra qua khuôn và chỉ số mật độ số lượng các vết nứt trên bề mặt của phôi đúc.

Fig.11 là đồ thị minh họa mối quan hệ giữa độ giãn dài khi đứt của lớp phủ và số lượng các vết nứt của tấm đồng.

Fig.12 là đồ thị minh họa các kết quả so sánh của các chỉ số mật độ số lượng các vết nứt trên các bề mặt của các phôi đúc trong các ví dụ.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây, ví dụ của các phương án theo sáng chế sẽ được mô tả có đề cập đến các hình vẽ kèm theo. Fig.1 là biểu đồ dạng sơ đồ được nhìn từ phía bề mặt thành bên trong của tấm đồng trên cạnh dài của khuôn cấu thành một phần của khuôn đúc liên tục theo ví dụ của các phương án theo sáng chế. Khuôn đúc liên tục được minh họa trong Fig.1 là ví dụ về khuôn đúc liên tục được sử dụng để đúc phôi đúc, và khuôn đúc liên tục cho phôi đúc gồm sự kết hợp của cặp tấm đồng trên các cạnh dài của khuôn và cặp tấm đồng trên các cạnh ngắn của khuôn. Fig.1 minh họa tấm đồng trên cạnh dài của khuôn trong số các tấm đồng.

Nhiều rãnh lõm hình tròn (đề cập đến ký hiệu chỉ dẫn 2 trong Fig.2(B)) được tạo thành trong vùng bề mặt thành bên trong của tấm đồng 1 trên cạnh dài của khuôn từ vị trí được đặt cao hơn vị trí của mặt khum, mà được tạo thành khi thực hiện việc đúc thông thường, và ở khoảng cách Q từ mặt khum (khoảng cách Q được định trị số bằng hoặc lớn hơn 0) đến vị trí được đặt thấp hơn mặt khum và ở khoảng cách R từ mặt khum (khoảng cách R được định trị số bằng hoặc lớn hơn 20mm). Nhiều phần 3 được lấp đầy kim loại lạ được tạo thành bằng cách lấp đầy các rãnh lõm hình tròn này với kim loại (sau đây được gọi là "kim loại lạ") mà có độ dẫn nhiệt thấp hơn hoặc cao hơn độ dẫn nhiệt của tấm khuôn đồng. Ở đây, ký hiệu L trong Fig.1 biểu thị chiều dài theo hướng đúc phần dưới của khuôn ở vùng mà trong đó các phần 3 được lấp đầy kim loại lạ không được tạo thành, tức là, khoảng cách giữa mép dưới của vùng trong đó các phần 3 được lấp đầy kim loại lạ được tạo thành và mép dưới của khuôn.

Ở đây, thuật ngữ "mặt khum" để chỉ "bề mặt phía trên cả thép nóng chảy

trong khuôn", và, mặc dù vị trí của nó không rõ ràng khi thực hiện việc đúc, vị trí mặt khum được điều khiển thấp hơn mép phía trên của tấm khuôn đồng khoảng từ 50mm đến 200mm trong hoạt động đúc liên tục thông thường cho thép. Do đó, thậm chí trong trường hợp mà vị trí mặt khum là 50mm hoặc 200mm thấp hơn mép phía trên của tấm đồng 1 trên cạnh dài của khuôn, các vị trí 3 được lấp đầy kim loại lạ có thể được sắp xếp để khoảng cách Q và khoảng cách R thỏa mãn các điều kiện theo sáng chế như được mô tả dưới đây.

Tức là, khi xem xét ảnh hưởng về sự hóa cứng ở giai đoạn đầu của vỏ hóa cứng, thì các phần 3 được lấp đầy kim loại lạ được tạo thành ít nhất ở vùng từ mặt khum đến vị trí đặt cách 20mm thấp hơn mặt khum là cần thiết, và do đó khoảng cách R là 20mm hoặc lớn hơn là cần thiết.

Lượng nhiệt được lấy ra thông qua khuôn đúc liên tục lớn hơn ở vùng lân cận của vị trí mặt khum so với ở các vị trí khác. Tức là, thông lượng nhiệt q ở vùng lân cận của vị trí mặt khum cao hơn thông lượng nhiệt q ở các vị trí khác. Từ các kết quả của các thực nghiệm được tiến hành bởi các tác giả sáng chế, trong khi thông lượng nhiệt q nhỏ hơn $1,5 \text{ MW/m}^2$ ở vị trí đặt thấp hơn mặt khum 30mm, thì thông lượng nhiệt q gần bằng $1,5 \text{ MW/m}^2$ hoặc lớn hơn ở vị trí đặt thấp hơn mặt khum 20mm, mặc dù các kết quả phụ thuộc vào tốc độ dòng của nước làm nguội được cấp vào khuôn và tốc độ rút mảnh đúc.

Theo sáng chế, độ bền nhiệt được điều khiển trên bề mặt thành bên trong của khuôn ở vùng lân cận của vị trí mặt khum. Với điều này, do ảnh hưởng của sự thay đổi định kỳ về thông lượng nhiệt được gây ra bởi các phần 3 được lấp đầy kim loại lạ được thực hiện một cách đầy đủ, nên hiệu quả tránh sự xuất hiện vết nứt trên bề mặt của mảnh đúc có thể được thực hiện một cách đầy đủ ngay cả trong các điều kiện mà trong đó vết nứt bề mặt có xu hướng xuất hiện, ví dụ, khi việc đúc ở tốc độ cao được thực hiện hoặc khi thép cacbon trung bình được đúc. Tức là, khi xem xét ảnh hưởng về sự hóa cứng ở giai đoạn đầu, thì các phần 3 được lấp đầy kim loại lạ được tạo thành ít nhất ở vùng từ mặt khum đến vị trí đặt thấp hơn mặt khum 20mm

trong đó thông lượng nhiệt q lớn là cần thiết. Trong trường hợp khoảng cách R nhỏ hơn 20mm, thì hiệu quả không đủ để tránh sự xuất hiện của vết nứt trên bề mặt của mảnh đúc.

Mặt khác, do mép phía trên của vùng trong đó các phần 3 được lấp đầy kim loại lạng được tạo thành có thể được đặt ở vị trí bất kỳ miễn là vị trí được đặt ở vị trí giống như mặt khum hoặc ở vị trí cao hơn mặt khum, khoảng cách Q có thể được định ở trị số bất kỳ bằng hoặc lớn hơn 0. Tuy nhiên, do mặt khum được đặt bên trong vùng mà trong đó các phần 3 được lấp đầy kim loại lạng được tạo thành là cần thiết khi thực hiện việc đúc, và do mặt khum di chuyển theo hướng lên và xuống khi thực hiện việc đúc, để đảm bảo rằng mép phía trên của vùng mà trong đó các phần 3 được lấp đầy kim loại lạng được tạo thành luôn cao hơn mặt khum, được ưu tiên là mép phía trên được đặt cao hơn khoảng 10mm vị trí ước lượng của mặt khum, hoặc tốt hơn nữa là cao hơn khoảng từ 20mm đến 50mm so với vị trí ước lượng của mặt khum.

Theo giả định rằng các phần 3 được lấp đầy kim loại lạng cũng được tạo thành trên bề mặt thành bên trong của tấm đồng trên cạnh ngắn của khuôn, mà không được minh họa, như trường hợp với tấm đồng 1 trên cạnh dài của khuôn, phần mô tả về tấm đồng trên cạnh ngắn của khuôn sau đây được bỏ qua. Tuy nhiên, vì sự tập trung ứng suất có xu hướng xảy ra ở vỏ hóa cứng trên bề mặt ở cạnh dài của khuôn do hình dạng của phôi đúc, nên vết nứt có xu hướng xuất hiện trên bề mặt ở cạnh dài của khuôn. Do đó, không phải lúc nào cũng cần phải tạo thành các phần 3 được lấp đầy kim loại lạng trên tấm đồng ở cạnh ngắn của khuôn của khuôn đúc liên tục đối với phôi đúc. Ngoài ra, mặc dù các phần 3 được lấp đầy kim loại lạng được tạo thành trên toàn bộ chiều rộng bề mặt thành bên trong của tấm khuôn đồng 1 ở cạnh dài của khuôn trong Fig.1, có thể chấp nhận rằng các phần 3 được lấp đầy kim loại lạng chỉ được tạo thành ở phần tương ứng với phần ở giữa theo hướng chiều rộng của mảnh đúc trong đó sự tập trung ứng suất có xu hướng xảy ra trong vỏ hóa cứng của mảnh đúc.

Fig.2 là hình vẽ phóng to của một phần tấm đồng trên cạnh dài của khuôn trong Fig.1 trong đó các phần được lấp đầy kim loại lạ được tạo thành, Fig.2(A) là biểu đồ của phần được nhìn từ phía bề mặt thành bên trong, và Fig.2(B) là hình chiếu mặt cắt ngang của Fig.2(A) dọc theo đường X-X'. Các phần 3 được lấp đầy kim loại lạ được tạo thành bằng cách lấp đầy các rãnh lõm hình tròn 2 có đường kính d từ 2mm đến 20mm với kim loại lạ mà có độ dẫn nhiệt là 80% hoặc nhỏ hơn hoặc 125% hoặc lớn hơn độ dẫn nhiệt của tấm khuôn đồng, mà được tạo thành riêng biệt trên bề mặt thành bên trong của tấm đồng 1 trên cạnh dài của khuôn, bằng cách sử dụng, ví dụ, phương pháp mạ hoặc phương pháp phun nhiệt. Ở Fig.2, ký hiệu chỉ dẫn 5 chỉ ra kênh dẫn dòng nước làm nguội, và ký hiệu chỉ dẫn 6 chỉ ra tấm phía sau.

Ở đây, được ưu tiên là độ dày lấp đầy H của các phần 3 được lấp đầy kim loại lạ là 0,5mm hoặc lớn hơn. Bằng cách điều khiển độ dày lấp đầy là 0,5mm hoặc lớn hơn, có sự giảm đủ về thông lượng nhiệt trong các phần 3 được lấp đầy kim loại lạ. Khoảng cách P giữa các phần được lấp đầy kim loại lạ là không đổi với tất cả các phần được lấp đầy kim loại lạ là không cần thiết. Tuy nhiên, để đảm bảo rằng sự thay đổi về độ bền nhiệt được mô tả dưới đây là định kỳ, được ưu tiên là khoảng cách P giữa các phần được lấp đầy kim loại lạ là không đổi cho tất cả các phần được lấp đầy kim loại lạ.

Fig.3 là biểu đồ khái niệm minh họa các phân bố độ bền nhiệt theo các vị trí mà các phần 3 được lấp đầy kim loại lạ được tạo thành ở ba vị trí trên tấm đồng 1 ở cạnh dài của khuôn. Bằng cách sắp xếp nhiều phần 3 được lấp đầy kim loại lạ, mà được lấp đầy kim loại có độ dẫn nhiệt thấp hơn độ dẫn nhiệt của tấm khuôn đồng, tức là, nhiều phần 3 được lấp đầy kim loại lạ có độ bền nhiệt cao hơn độ bền nhiệt của tấm đồng 1, theo hướng chiều rộng và hướng đúc tấm khuôn đồng của khuôn đúc liên tục trong vùng ở vùng lân cận của mặt khum bao gồm mặt khum, độ bền nhiệt của khuôn đúc liên tục tăng lên và giảm xuống đều đặn và định kỳ theo hướng chiều rộng và hướng đúc của khuôn trong vùng lân cận của mặt khum. Do đó,

thông lượng nhiệt từ vỏ hóa cứng đến khuôn đúc liên tục tăng lên và giảm xuống đều đặn và định kỳ trong vùng lân cận của mặt khum, tức là, ở giai đoạn hóa cứng ban đầu. Là kết quả của sự tăng và giảm đều đặn và định kỳ về thông lượng nhiệt này, nên có sự giảm xuống về ứng suất được gây ra do sự thay đổi từ sắt δ thành sắt γ và về ứng suất do nhiệt, và lượng biến dạng của vỏ hóa cứng được gây ra bởi các ứng suất này giảm xuống. Là kết quả của sự giảm xuống về lượng biến dạng của vỏ hóa cứng, sự phân bố thông lượng nhiệt không đồng nhất được gây ra bởi sự biến dạng của vỏ hóa cứng được làm đồng nhất, và do ứng suất tạo thành bị di tản, có sự giảm xuống về các lượng sức căng thay đổi, mà dẫn đến tránh được vết nứt không xuất hiện trên bề mặt của vỏ hóa cứng.

Theo sáng chế, đồng nguyên chất hoặc hợp kim đồng được sử dụng cho tấm khuôn đồng. Khi hợp kim đồng được sử dụng cho tấm khuôn đồng, có thể sử dụng hợp kim đồng mà, ví dụ, các lượng nhỏ của crom (Cr) và zircon (Zr) mà thường được sử dụng cho tấm khuôn đồng của khuôn đúc liên tục được bổ sung vào hợp kim đồng này. Ngày nay, để đạt được sự hóa cứng đồng đều trong khuôn hoặc để tránh các chất lẫn trong thép nóng chảy không bị mắc kẹt trong vỏ hóa cứng, thiết bị khuấy điện từ mà thép nóng chảy trong khuôn được khuấy bằng thiết bị này, thường được bố trí. Trong trường hợp thiết bị khuấy điện từ được bố trí, nhằm hạn chế sự suy giảm cường độ của từ trường được áp dụng từ cuộn dây điện từ đến thép nóng chảy, hợp kim đồng mà có độ dẫn điện được giảm xuống được sử dụng. Trong trường hợp, độ dẫn nhiệt giảm xuống với sự giảm xuống về độ dẫn điện, và có trường hợp mà tấm khuôn đồng của hợp kim đồng có độ dẫn nhiệt là khoảng 1/2 độ dẫn nhiệt của đồng nguyên chất (có độ dẫn nhiệt là $398 \text{ W/(m}\times\text{K)}$) được sử dụng. Thông thường, độ dẫn nhiệt của hợp kim đồng mà được sử dụng cho tấm khuôn đồng thấp hơn độ dẫn nhiệt của đồng nguyên chất.

Kim loại mà có độ dẫn nhiệt là 80% hoặc nhỏ hơn hoặc 125% hoặc lớn hơn độ dẫn nhiệt của tấm khuôn đồng được sử dụng làm kim loại lạ là cần thiết mà các rãnh lõm hình tròn 2 được lấp đầy kim loại lạ này. Trong trường hợp độ dẫn nhiệt

của kim loại lạ lớn hơn 80% hoặc nhỏ hơn 125% độ dẫn nhiệt của tấm khuôn đồng, có hiệu quả không đủ của sự thay đổi định kỳ về thông lượng nhiệt thông qua việc sử dụng các phần 3 được lấp đầy kim loại lạ, và do đó có hiệu quả không đủ tránh vết nứt trên bề mặt của mảnh đúc trong các điều kiện trong đó vết nứt bề mặt có xu hướng xuất hiện, ví dụ, khi việc đúc ở tốc độ cao được thực hiện hoặc khi thép cacbon trung bình được đúc.

Các ví dụ về kim loại lạ mà các rãnh lõm hình tròn 2 tốt hơn là có thể được lấp đầy với kim loại lạ này bao gồm niken (Ni, có độ dẫn nhiệt là khoảng 90 W/(m·K)), hợp kim niken (có độ dẫn nhiệt là nằm trong khoảng từ 40 W/(m·K) đến 90 W/(m·K)), crom (Cr, có độ dẫn nhiệt là 67 W/(m·K)), và coban (Co, có độ dẫn nhiệt là 70 W/(m·K)), mà dễ sử dụng trong việc mạ hoặc phun nhiệt. Ngoài ra, hợp kim đồng (có độ dẫn nhiệt nằm trong khoảng từ 100 W/(m·K) đến 398 W/(m·K)) hoặc đồng nguyên chất cũng có thể được sử dụng làm kim loại lạ mà các rãnh lõm hình tròn 2 được lấp đầy với kim loại lạ này phù hợp với độ dẫn nhiệt của tấm khuôn đồng. Trong trường hợp mà hợp kim đồng có độ dẫn nhiệt thấp được sử dụng cho tấm khuôn đồng và đồng nguyên chất được sử dụng làm kim loại lạ, độ bền nhiệt của một phần mà trong đó các phần 3 được lấp đầy kim loại lạ được tạo thành thấp hơn độ bền nhiệt của tấm khuôn đồng.

Mặc dù hình dạng của các phần 3 được lấp đầy kim loại lạ được tạo thành trên bề mặt thành bên trong của tấm đồng 1 trên cạnh dài của khuôn là hình tròn trong Fig.1 và Fig.2, hình dạng này không nhất thiết là hình tròn. Bất kỳ hình dạng nào có thể được sử dụng miễn là hình dạng là hình dạng tương tự với hình tròn như hình elip mà không có "góc". Sau đây, hình dạng tương tự với hình tròn sẽ được gọi là "gần như hình tròn". Trong trường hợp hình dạng của các phần 3 được lấp đầy kim loại lạ là gần như hình tròn, rãnh được tạo thành trên bề mặt thành bên trong của tấm đồng 1 trên cạnh dài của khuôn để tạo thành các phần 3 được lấp đầy kim loại lạ sẽ được gọi là "rãnh gần như hình tròn". Các ví dụ về gần như hình tròn bao gồm hình elip và hình chữ nhật có các góc có hình dạng cung tròn mà không có chỗ

góc cạnh, và, hơn nữa, hình dạng như họa tiết hình cánh hoa có thể được sử dụng. Kích thước của gần như hình tròn được đo theo đường kính tương đương hình tròn, mà được tính từ diện tích của gần như hình tròn. Đường kính tương đương hình tròn d của gần như hình tròn được tính bằng cách sử dụng biểu thức (3) dưới đây.

$$\text{đường kính tương đương hình tròn } d = (4 \times S / \pi)^{1/2} \dots (3)$$

Ở đây, trong biểu thức (3), S biểu thị diện tích (mm^2) của phần 3 được lấp đầy kim loại lạ.

Trong trường hợp của Tài liệu sáng chế 4 mà các rãnh dọc hoặc các rãnh lưới được tạo thành và các rãnh được lấp đầy kim loại lạ, có vấn đề ở chỗ, do ứng suất được gây ra bởi sự chênh lệch về biến dạng nhiệt giữa kim loại lạ và đồng được tập trung ở mặt phân cách giữa kim loại lạ và đồng và ở các chỗ giao nhau của các phần lưới, các vết nứt xuất hiện trên bề mặt của tấm khuôn đồng. Ngược lại, trong trường hợp của sáng chế mà hình dạng của các phần 3 được lấp đầy kim loại lạ là hình tròn hoặc gần như hình tròn, vì ứng suất ít có khả năng được tập trung ở mặt phân cách do hình dạng của mặt phân cách giữa kim loại lạ và đồng là bề mặt cong, có ưu điểm ở chỗ vết nứt ít có khả năng xuất hiện trên bề mặt của tấm khuôn đồng.

Các phần 3 được lấp đầy kim loại lạ có đường kính d hoặc đường kính tương đương hình tròn d nằm trong khoảng từ 2mm đến 20mm là cần thiết. Bằng cách điều khiển đường kính d hoặc đường kính tương đương hình tròn d là 2mm hoặc lớn hơn, có sự giảm đủ về thông lượng nhiệt trong các phần 3 được lấp đầy kim loại lạ, và do đó có thể đạt được các hiệu quả nêu trên. Ngoài ra, bằng cách điều khiển đường kính d hoặc đường kính tương đương hình tròn d của các phần 3 được lấp đầy kim loại lạ là 2mm hoặc lớn hơn, thì dễ dàng lấp đầy các rãnh lõm hình tròn 2 hoặc các rãnh lõm gần như hình tròn (không được minh họa) với kim loại lạ bằng cách sử dụng phương pháp mạ hoặc phương pháp phun nhiệt. Mặt khác, bằng cách điều khiển đường kính d hoặc đường kính tương đương hình tròn d của các phần 3 được lấp đầy kim loại lạ là 20mm hoặc nhỏ hơn, sự giảm xuống về thông lượng nhiệt ở các phần 3 được lấp đầy kim loại lạ được ngăn chặn, tức là, sự chậm hóa

cứng ở các phần 3 được lấp đầy kim loại lạ được ngăn chặn, và do đó sự tập trung ứng suất trong vỏ hóa cứng ở các vị trí tương ứng với các phần 3 được tránh, mà dẫn đến vết nứt tránh được không xuất hiện trên bề mặt của vỏ hóa cứng. Tức là, vì vết nứt bề mặt xuất hiện trong trường hợp mà đường kính d hoặc đường kính tương đương hình tròn d lớn hơn 20mm, nên các phần 3 được lấp đầy kim loại lạ có đường kính d hoặc đường kính tương đương hình tròn d là 20mm hoặc nhỏ hơn là cần thiết.

Ngoài ra, để tránh sự mài mòn được gây ra bởi vỏ hóa cứng và vết nứt trên bề mặt khuôn do lịch sử nhiệt, được ưu tiên là lớp phủ được tạo thành bằng cách sử dụng phương pháp mạ hoặc phương pháp phun nhiệt trên bề mặt thành bên trong của tấm khuôn đồng mà các phần 3 được lấp đầy kim loại lạ được tạo thành trên tấm khuôn đồng này. Fig.4 là biểu đồ minh họa ví dụ trong đó lớp phủ 4 được tạo thành bằng cách sử dụng phương pháp mạ trên bề mặt thành bên trong của tấm khuôn đồng để bảo vệ bề mặt của tấm khuôn đồng. Việc tạo thành lớp phủ 4 bằng cách thực hiện việc mạ bằng cách sử dụng niken hoặc hợp kim trên cơ sở niken thông dụng như hợp kim niken-coban (hợp kim Ni-Co có hàm lượng coban 50% khối lượng hoặc lớn hơn) là đầy đủ. Tuy nhiên, được ưu tiên là độ dày h của lớp phủ 4 là 2,0mm hoặc nhỏ hơn. Bằng cách điều khiển độ dày h của lớp phủ 4 là 2,0mm hoặc nhỏ hơn, thì sự ảnh hưởng của lớp phủ 4 về thông lượng nhiệt có thể được giảm xuống, và có thể đạt được đủ các hiệu quả của sự thay đổi định kỳ về thông lượng nhiệt được gây ra bởi các phần 3 được lấp đầy kim loại lạ. Ngoài ra, trong trường hợp lớp phủ được tạo thành bằng cách sử dụng phương pháp phun nhiệt, lớp phủ có thể được tạo thành theo cách giống như được mô tả ở trên.

Mặc dù các phần 3 được lấp đầy kim loại lạ có hình dạng giống nhau được tạo thành theo hướng đúc hoặc hướng chiều rộng của khuôn trong Fig.1, không phải lúc nào cũng cần thiết theo sáng chế, các phần 3 được lấp đầy kim loại lạ có hình dạng giống nhau được tạo thành. Ngoài ra, miễn là đường kính hoặc đường kính tương đương hình tròn của các phần 3 được lấp đầy kim loại lạ nằm trong

khoảng từ 2mm đến 20mm, đường kính của các phần 3 được lấp đầy kim loại lạ có thể thay đổi theo hướng đúc hoặc hướng chiều rộng của khuôn. Ngoài ra, trong trường hợp này, có thể tránh sự xuất hiện của vết nứt trên bề mặt của mảnh đúc được gây ra bởi sự làm nguội không đồng nhất của vỏ hóa cứng trong khuôn.

Thực nghiệm 1

Thực nghiệm được tiến hành để nghiên cứu mối quan hệ giữa đường kính d của các phần 3 được lấp đầy kim loại lạ mà được tạo thành trên bề mặt thành bên trong của tấm khuôn đồng và mật độ số lượng các vết nứt trên bề mặt của phôi đúc mà được chế tạo bằng cách sử dụng khuôn. Trong thực nghiệm này, khuôn đồng được làm nguội bằng nước mà có khoảng trống bên trong có chiều dài cạnh dài là 2,1m và chiều dài cạnh ngắn là 0,25m và có các phần 3 được lấp đầy kim loại lạ được tạo thành trên bề mặt thành bên trong của chúng được sử dụng. Chiều dài (=chiều dài khuôn) từ mép phía trên đến mép phía dưới của khuôn đồng được làm nguội bằng nước là 900mm, mặt khum được đặt thấp hơn mép phía trên của khuôn 80mm trong thử nghiệm, và các phần 3 được lấp đầy kim loại lạ được tạo thành trên bề mặt thành bên trong của khuôn trong vùng từ vị trí được đặt cao hơn mặt khum 30mm đến vị trí được đặt thấp hơn mặt khum 190mm (chiều dài của vùng: (khoảng cách Q + khoảng cách R) = 220mm)

Trong thực nghiệm này, việc đúc thép liên tục được thực hiện nhiều lần bằng cách sử dụng khuôn trong đó hợp kim đồng có độ dẫn nhiệt λ_c là 119 W/(m·K) được sử dụng cho tấm khuôn đồng, hợp kim đồng (có độ dẫn nhiệt là 90 W/(m·K)) được sử dụng làm kim loại lạ, và nhiều phần hình tròn 3 được lấp đầy kim loại lạ có độ dày lấp đầy H là 0,5mm được tạo thành.

Bằng cách thực hiện các thử nghiệm đúc liên tục với các trị số đường kính d khác nhau của các rãnh lõm hình tròn 2, tức là, đường kính d của các phần 3 được lấp đầy kim loại lạ, mật độ vết nứt bề mặt của phôi đúc được xác định. Bằng cách phát hiện các vết nứt trên bề mặt của phôi đúc nhờ thực hiện việc kiểm tra bằng mắt thường sử dụng kiểm tra màu sắc, bằng cách xác định chiều dài của mỗi vết nứt

theo chiều dọc trên bề mặt của mảnh đúc, bằng cách định ra vết nứt theo chiều dọc có chiều dài là 1cm hoặc lớn hơn làm vết nứt bề mặt, và bằng cách tính số lượng các vết nứt trên bề mặt của phôi đúc, mật độ số lượng của vết nứt bề mặt (số lượng/m²) được tính.

Fig.5 minh họa mối quan hệ giữa đường kính d của các phần 3 được lấp đầy kim loại lạ và mật độ số lượng các vết nứt trên bề mặt của phôi đúc. Trong trường hợp đường kính của các phần 3 được lấp đầy kim loại lạ nhỏ hơn 2mm hoặc lớn hơn 20mm, thì số lượng các vết nứt lớn xuất hiện trên bề mặt của phôi đúc. Giả định rằng, trong trường hợp đường kính của các phần 3 được lấp đầy kim loại lạ nhỏ hơn 2mm hoặc lớn hơn 20mm, do ứng suất thay đổi được gây ra bởi sự giảm xuống về thể tích ở thời điểm sự thay đổi của vỏ hóa cứng không bị di tản, sự tập trung ứng suất xảy ra, mà dẫn đến mật độ số lượng các vết nứt trên bề mặt của phôi đúc lớn hơn trong trường hợp các phần 3 được lấp đầy kim loại lạ có đường kính d nằm trong khoảng từ 2mm đến 20mm được tạo thành.

Thực nghiệm 2

Vì các đặc tính vật lý như hệ số giãn nở của các phần 3 được lấp đầy kim loại lạ khác với hệ số giãn nở của tấm khuôn đồng (đồng nguyên chất hoặc hợp kim đồng), các phần 3 được lấp đầy kim loại lạ có xu hướng bị tách khỏi mặt phân cách với tấm khuôn đồng. Do đó, tuổi thọ của khuôn đúc liên tục theo sáng chế có xu hướng ngắn hơn tuổi thọ của khuôn thông thường mà các phần 3 được lấp đầy kim loại lạ không được tạo thành trên đó. Do đó, các tác giả sáng chế đã tiến hành các nghiên cứu chuyên sâu về các đặc tính vật lý của các phần 3 được lấp đầy kim loại lạ, và, kết quả là, đã đạt được kết luận rằng độ bền của khuôn phụ thuộc vào tỷ lệ của độ cứng Vickers của tấm khuôn đồng với độ cứng Vickers của kim loại lạ và tỷ lệ của hệ số giãn nở nhiệt của tấm khuôn đồng với hệ số giãn nở nhiệt của kim loại lạ. Các thử nghiệm được thực hiện để chứng thực kết luận này.

Bằng cách sử dụng khuôn có kích thước nhỏ hơn kích thước của khuôn được sử dụng trong Thực nghiệm 1, việc đúc liên tục thực nghiệm được thực hiện 300

lần làm các thử nghiệm để kiểm tra giới hạn tuổi thọ của khuôn. Bằng cách thực hiện việc đúc liên tục thực nghiệm 300 lần, vết nứt có xu hướng xuất hiện ở mặt phân cách trên bề mặt thành bên trong giữa tấm khuôn đồng và kim loại lạ trong hầu hết các trường hợp. Việc đúc liên tục thực nghiệm 300 lần này được thực hiện nhiều lần. Các thử nghiệm được thực hiện bằng cách sử dụng các khuôn có trị số HVc/HVm và $\alpha c/\alpha m$ khác nhau nhờ thay đổi kim loại (đồng nguyên chất hoặc hợp kim đồng) mà tấm khuôn đồng được tạo thành từ kim loại này và kim loại mà các phần 3 được lấp đầy kim loại lạ được tạo thành từ kim loại này. Độ sâu của vết nứt mà đã xuất hiện, tức là, độ sâu của vết nứt khuôn, mà đã xuất hiện ở mặt phân cách, từ bề mặt của khuôn được xác định bằng cách sử dụng phương pháp kiểm tra khuyết tật bằng siêu âm. Fig.6 là đồ thị minh họa mối quan hệ giữa HVc/HVm và độ sâu của vết nứt ở mặt phân cách giữa kim loại lạ và tấm khuôn đồng và Fig.7 là đồ thị minh họa mối quan hệ giữa $\alpha c/\alpha m$ và độ sâu vết nứt được mô tả ở trên [mm].

Như Fig.6 và Fig.7 cho thấy, trong trường hợp HVc/HVm là 0,3 hoặc lớn hơn và 2,3 hoặc nhỏ hơn và trường hợp mà $\alpha c/\alpha m$ là 0,7 hoặc lớn hơn và 3,5 hoặc nhỏ hơn, có thể tạo thành độ sâu vết nứt nhỏ hơn nhiều trong các trường hợp khác, ngay cả nếu các vết nứt xuất hiện trên bề mặt thành bên trong của khuôn.

Tức là, theo sáng chế, tỷ lệ của độ cứng Vickers của tấm khuôn đồng với độ cứng Vickers của kim loại lạ đáp ứng biểu thức quan hệ (1) dưới đây là cần thiết.

$$0,3 \leq HVc/HVm \leq 2,3 \cdots (1)$$

Ở đây, trong biểu thức quan hệ (1), HVc biểu thị độ cứng Vickers (đơn vị: kgf/mm²) của tấm khuôn đồng và HVm biểu thị độ cứng Vickers (đơn vị: kgf/mm²) của kim loại lạ. Có thể xác định độ cứng Vickers HV bằng cách thực hiện thử nghiệm độ cứng Vickers được quy định theo JIS Z 2244. Ví dụ, độ cứng Vickers HVc là 37,6 kgf/mm² trong trường hợp đồng nguyên chất được sử dụng cho tấm khuôn đồng, và độ cứng Vickers HVm là 65,1 kgf/mm² trong trường hợp niken được sử dụng làm kim loại lạ.

Ngoài ra, theo sáng chế, tỷ lệ của hệ số giãn nở nhiệt của tấm khuôn đồng

với hệ số giãn nở nhiệt của kim loại lạ thỏa mãn biểu thức quan hệ (2) dưới đây là cần thiết.

$$0,7 \leq \alpha_c/\alpha_m \leq 3,5 \dots (2)$$

Ở đây, trong biểu thức quan hệ (2), α_c biểu thị hệ số giãn nở nhiệt (đơn vị: $\mu\text{m}/(\text{m}\times\text{K})$) của khuôn, và α_m biểu thị hệ số giãn nở nhiệt (đơn vị: $\mu\text{m}/(\text{m}\times\text{K})$) của kim loại lạ. Có thể xác định hệ số giãn nở nhiệt α bằng cách sử dụng thiết bị phân tích cơ nhiệt (TMA-thermal mechanical analysis). Ví dụ, hệ số giãn nở nhiệt α_c là $16,5 \mu\text{m}/(\text{m}\times\text{K})$ trong trường hợp đồng nguyên chất được sử dụng cho tấm khuôn đồng, và hệ số giãn nở nhiệt α_m là $13,4 \mu\text{m}/(\text{m}\times\text{K})$ trong trường hợp niken được sử dụng làm kim loại lạ.

Có thể thay đổi các trị số độ cứng Vickers HV và hệ số giãn nở nhiệt α bằng cách thay đổi hợp phần hóa học của kim loại hoặc bằng cách thay đổi vật liệu của kim loại. Ví dụ, trong trường hợp crom được sử dụng làm kim loại lạ thay vì niken, có sự tăng lên về HVm, và có sự giảm xuống về α_m .

Trong trường hợp của khuôn đúc liên tục mà thỏa mãn các biểu thức quan hệ (1) và (2), kim loại lạ ít có khả năng bị tách khỏi bề mặt của khuôn khi việc đúc thép liên tục được thực hiện, và vết nứt ít có khả năng xuất hiện trên bề mặt của khuôn. Ngoài ra, ngay cả nếu vết nứt xuất hiện, vì độ sâu của vết nứt ít có khả năng là lớn, có sự tăng lên về tuổi thọ của khuôn. Ở đây, thuật ngữ "vết nứt" để chỉ vết nứt xuất hiện trên bề mặt thành bên trong của tấm khuôn đồng, và, cụ thể, vết nứt này có xu hướng xuất hiện ở mặt phân cách giữa tấm khuôn đồng và kim loại lạ trên bề mặt thành bên trong.

Thực nghiệm 3

Khi việc đúc thép liên tục được thực hiện, bằng cách đổ thép nóng chảy vào khuôn đúc liên tục, bằng cách lắc khuôn, bằng cách đổ bột đúc lên trên bề mặt của thép nóng chảy mà đã được đổ vào khuôn, và bằng cách rút vỏ hóa cứng ra khỏi khuôn trong khi làm nguội khuôn, thì mảnh đúc được chế tạo. Đã có nhiều thực nghiệm mà trong đó bột đúc có hợp phần hóa học mà có xu hướng gây ra sự kết

tinj đượ sử dụng để tránh vết nứt trên bề mặt của mảnh đúc thép cacbon trung bình mà đượ đi kèm với phản ứng peritecti. Bằng cách sử dụng bột đúc có hợp phần hóa học mà có xu hướng gây ra sự kết tinh, có sự tăng lên về độ bền nhiệt của lớp bột đúc, và do đó sự làm nguội chậm của vỏ hóa cứng đượ thúc đẩy. Như đượ mô tả ở trên, trong trường hợp khuôn đúc liên tục mà với khuôn này hiệu quả của sự thay đổi định kỳ về thông lượng nhiệt do các phần 3 đượ lấp đầy kim loại lạ đượ đượ sử dụng, vì có sự giảm về ứng suất đượ áp dụng vào vỏ hóa cứng do sự làm nguội chậm mà không cần điều khiển hợp phần hóa học của bột đúc, có thể mong đợi hiệu quả tránh vết nứt bề mặt ngay cả trong trường hợp của mác thép chịu lượng thay đổi lớn.

Tuy nhiên, để tránh vết nứt trên bề mặt của mảnh đúc ở mức độ cao hơn trong trường hợp mảnh đúc của thép cacbon trung bình đượ đúc liên tục bằng cách sử dụng khuôn đúc liên tục đượ mô tả ở trên, các tác giả sáng chế đã tiến hành các nghiên cứu về hợp phần hóa học của bột đúc mà thúc đẩy sự làm nguội chậm thông qua việc sử dụng các phần 3 đượ lấp đầy kim loại lạ.

Trong trường hợp bột đúc, mà thúc đẩy sự làm nguội chậm, đượ sử dụng trong khuôn thông thường, có nguy cơ về độ dày không đủ của vỏ hóa cứng do sự giảm về lượng nhiệt đượ lấy ra khỏi khuôn. Tuy nhiên, trong trường hợp của khuôn đúc liên tục đượ mô tả ở trên, do có sự tăng lên về tính dính kết giữa vỏ hóa cứng và bề mặt của khuôn do sự giảm xuống về lượng biến dạng của vỏ hóa cứng ở vùng lân cận của mặt khum, nên có thể ngăn chặn sự giảm xuống về độ dày của vỏ hóa cứng vì xu hướng lượng nhiệt đượ lấy ra khỏi khuôn tăng lên, mà có thể sử dụng bột đúc mà thúc đẩy sự làm nguội chậm và là không thích hợp đượ. Hợp phần hóa học của bột đúc này sẽ đượ mô tả dưới đây.

Theo sáng chế, bột đúc chứa chủ yếu là CaO , SiO_2 , và Al_2O_3 đượ sử dụng, và độ kiềm, mà đượ thể hiện bởi tỷ lệ $((\text{CaO theo \% khối lượng})/(\text{SiO}_2 \text{ theo \% khối lượng}))$ của nồng độ CaO với nồng độ SiO_2 trong bột đúc, là 1,0 hoặc lớn hơn và 2,0 hoặc nhỏ hơn. Ở đây, thuật ngữ "bột đúc chứa chủ yếu là CaO , SiO_2 , và Al_2O_3 "

để chỉ trường hợp mà tổng các nồng độ của CaO , SiO_2 , và Al_2O_3 nằm trong khoảng từ 80% khối lượng đến 90% khối lượng. Vì độ kiềm là chỉ số quan trọng để tạo thành tinh thể cuspidin đồng đều, các tác giả sáng chế đã tiến hành các nghiên cứu về mối quan hệ giữa độ kiềm của bột đúc và nhiệt độ (nhiệt độ kết tinh) mà ở nhiệt độ này bột đúc được kết tinh. Fig.8 minh họa mối quan hệ này.

Như Fig.8 cho thấy, trong trường hợp mà độ kiềm của bột đúc là 1,0 hoặc lớn hơn và 2,0 hoặc nhỏ hơn, thì nhiệt độ kết tinh là cao, và có thể mong đợi rằng sự xuất hiện của vết nứt được ngăn chặn một cách hiệu quả nhờ hiệu quả làm nguội chậm trong khuôn. Trong trường hợp mà độ kiềm nhỏ hơn 1,0 hoặc lớn hơn 2,0, nhiệt độ kết tinh là thấp, và được dự đoán rằng hiệu quả làm nguội chậm bởi sự kết tinh của bột đúc là nhỏ.

Mặc dù rõ ràng là nhiệt độ kết tinh cao trong trường hợp độ kiềm của bột đúc là 1,0 hoặc lớn hơn và 2,0 hoặc nhỏ hơn như được mô tả ở trên, các tác giả sáng chế thảo luận bổ sung một số thành phần vào bột đúc để tránh sự thúc đẩy làm nguội chậm quá mức trong khuôn bằng cách tránh sự kết tinh quá mức, tức là, để tránh sự giảm quá mức về độ dày của vỏ hóa cứng ở lõi ra của khuôn.

Do đó, đã phát hiện ra rằng, trong trường hợp bột đúc còn chứa Na_2O và Li_2O và trường hợp mà tổng nồng độ Na_2O và nồng độ Li_2O là 5,0% khối lượng hoặc lớn hơn và 10,0% hoặc nhỏ hơn, có thể đạt được vỏ hóa cứng dày trong khuôn mặc dù làm nguội một cách chậm chạp vỏ hóa cứng. Sau đây, thử nghiệm mà bột đúc tối ưu được tìm ra qua thử nghiệm này sẽ được mô tả.

Thử nghiệm được thực hiện bằng cách sử dụng khuôn mà trong đó các phần 3 được lấp đầy kim loại lạ có đường kính d là 20mm được tạo thành và bằng cách sử dụng bột đúc chứa chủ yếu là CaO , SiO_2 , và Al_2O_3 và thêm Na_2O và Li_2O . Các điều kiện khác là giống như được sử dụng trong Thử nghiệm 1, và việc đúc thép liên tục được thực hiện nhiều lần. Các thử nghiệm được thực hiện bằng cách sử dụng nhiều loại bột đúc có độ kiềm không đổi là 1,5 và các trị số khác cho tổng nồng độ Na_2O và nồng độ Li_2O . Để làm rõ sự ảnh hưởng của bột đúc đến lượng

nhiệt được lấy ra thông qua khuôn, tốc độ dòng của nước làm nguội được cấp vào khuôn là giống nhau trong tất cả các thử nghiệm.

Bằng cách sử dụng các kết quả của nhiều thử nghiệm, sự ảnh hưởng của tổng nồng độ Na_2O và nồng độ Li_2O của bột đúc đến tổng lượng Q của nhiệt được lấy ra thông qua khuôn được nghiên cứu. Fig.9 là đồ thị minh họa mối quan hệ giữa tổng nồng độ Na_2O và nồng độ Li_2O của bột đúc và tổng lượng Q của nhiệt được lấy ra thông qua khuôn.

Như Fig.9 cho thấy, trong trường hợp tổng nồng độ Na_2O và nồng độ Li_2O nhỏ hơn 5,0% khối lượng, có xu hướng tổng lượng Q của nhiệt được lấy thông qua khuôn tăng lên, và do đó việc đạt được sự làm nguội chậm trong khuôn là khó khăn. Mặt khác, trong trường hợp tổng nồng độ Na_2O và nồng độ Li_2O lớn hơn 10,0% khối lượng, sự làm nguội chậm trong khuôn được thúc đẩy quá mức do sự kết tinh của bột khuôn được thúc đẩy nhiều hơn mức cần thiết, và do đó độ dày của vỏ hóa cứng ở lõi ra của khuôn là nhỏ, mà làm tăng nguy cơ xảy ra nứt gãy. Rõ ràng là, trong trường hợp mà tổng nồng độ Na_2O và nồng độ Li_2O của bột đúc là 5,0% khối lượng hoặc lớn hơn và 10,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn, thì tổng lượng Q của nhiệt được lấy ra thông qua khuôn có trị số trung bình. Tức là, khi kết hợp với hiệu quả làm đồng nhất sự hóa cứng vỏ nhờ sử dụng kim loại lấp đầy, thì có thể ngăn chặn vết nứt trên bề mặt của mảnh đúc ở mức độ cao hơn.

Mặc dù bột đúc chứa chủ yếu là CaO , SiO_2 , và Al_2O_3 và thêm Na_2O và Li_2O , nhưng bột đúc có thể chứa thêm các thành phần khác. Bột đúc có thể chứa, ví dụ, MgO , CaF_2 , BaO , MnO , B_2O_3 , Fe_2O_3 , và ZrO_2 và, để điều khiển tốc độ nóng chảy của bột đúc, cacbon, và bột đúc có thể chứa các tạp chất không tránh được khác.

Bột đúc được đổ lên trên mặt khum nóng chảy và đi vào giữa bề mặt thành bên trong của khuôn đang lắc và vỏ hóa cứng. Ở thời điểm này, hành trình lắc có thể nằm trong khoảng từ 4mm đến 10mm, và tần số biên thiên có thể nằm trong khoảng từ 50cpm đến 180cpm.

Thực nghiệm 4

Các thử nghiệm được thực hiện bằng cách sử dụng bột đúc có tổng nồng độ Na_2O và nồng độ Li_2O là 7,5% khối lượng với các tốc độ dòng khác nhau của nước làm nguội được cấp vào khuôn để thay đổi một cách cưỡng bức tổng lượng Q của nhiệt được lấy ra thông qua khuôn. Các điều kiện khác được sử dụng giống như trong Thử nghiệm 3, và việc đúc thép liên tục được thực hiện nhiều lần.

Từ các kết quả của nhiều thử nghiệm, thu được mối quan hệ giữa tổng lượng Q của nhiệt được lấy ra thông qua khuôn và mật độ số lượng của các vết nứt trên bề mặt của phôi đúc. Trong các thử nghiệm này, bằng cách định rõ chỉ số mật độ số lượng của các vết nứt bề mặt của mỗi thử nghiệm làm tỷ lệ của mật độ số lượng (số lượng/ m^2) của các vết nứt trên bề mặt của phôi đúc với mật độ số lượng (số lượng/ m^2) của các vết nứt trên bề mặt của phôi đúc mà được chế tạo bằng cách thực hiện việc đúc thép liên tục với khuôn thông thường, làm khuôn đúc liên tục, trong đó không có phần 3 được lấp đầy kim loại lã được tạo thành để chỉ số của phôi đúc được chế tạo bằng cách thực hiện đúc thép liên tục với khuôn thông thường trong đó không có phần 3 được lấp đầy kim loại lã được tạo thành là 1,0, chỉ số này được sử dụng làm số đo của số lượng các vết nứt bề mặt.

Fig.10 là đồ thị minh họa mối quan hệ giữa tổng lượng Q của nhiệt được lấy ra thông qua khuôn và chỉ số mật độ số lượng của các vết nứt trên bề mặt của phôi đúc. Như Fig.10 cho thấy, rõ ràng rằng, trong trường hợp mà tổng lượng Q của nhiệt được lấy ra thông qua khuôn là $0,5 \text{ MW/m}^2$ hoặc lớn hơn và $2,5 \text{ MW/m}^2$ hoặc nhỏ hơn, thì có thể làm giảm đáng kể số lượng của các vết nứt bề mặt. Ở đây, trong trường hợp mà tổng lượng Q của nhiệt được lấy ra thông qua khuôn nằm trong khoảng từ $1,5 \text{ MW/m}^2$ đến $2,5 \text{ MW/m}^2$, có xu hướng quan sát thấy chỉ số mật độ số lượng của các vết nứt bề mặt tăng nhẹ với sự tăng lên về tổng lượng Q của nhiệt được lấy ra thông qua khuôn. Giả định rằng điều này là vì, mặc dù có hiệu quả do kim loại lã lấp đầy, nhưng có sự giảm xuống về hiệu quả làm nguội chậm.

Tức là, trong trường hợp việc đúc thép liên tục được thực hiện bằng cách đổ thép nóng chảy vào khuôn đúc liên tục mà trong đó các phần 3 được lấp đầy kim

loại lạ được tạo thành và bằng cách đổ bột đúc chứa chủ yếu là CaO , SiO_2 , và Al_2O_3 và thêm Na_2O and Li_2O lên trên bề mặt của thép nóng chảy trong khuôn, được ưu tiên là khuôn được làm nguội để tổng lượng Q của nhiệt được lấy ra thông qua khuôn là $0,5 \text{ MW/m}^2$ hoặc lớn hơn và $2,5 \text{ MW/m}^2$ hoặc nhỏ hơn. Với điều này, có thể làm giảm đáng kể số lượng các vết nứt trên bề mặt của phôi đúc.

Thực nghiệm 5

Ảnh hưởng của độ giãn dài khi đứt của lớp phủ (được tạo thành bằng cách sử dụng phương pháp mạ hoặc phương pháp phun nhiệt) được tạo thành trên bề mặt thành bên trong của tấm khuôn đồng đến sự xuất hiện của vết nứt trên bề mặt của khuôn được nghiên cứu. Ở đây, thuật ngữ "độ giãn dài khi đứt của lớp phủ" để chỉ "tỷ lệ phần trăm độ giãn dài sau khi đứt gãy" được xác định theo "Vật liệu kim loại - Thử rút" được quy định trong JIS Z 2241.

Bằng cách tạo thành nhiều phần 3 được lấp đầy kim loại lạ trên bề mặt của tấm đồng, và bằng cách tiếp tục tạo thành lớp phủ phủ các phần 3 này được lấp đầy kim loại lạ bằng cách sử dụng phương pháp mạ, các mẫu có các lớp phủ có các trị số khác nhau cho các độ giãn dài khi đứt được chuẩn bị. Bằng cách thực hiện thử nghiệm độ mỏi về nhiệt (JIS 2278, nhiệt độ cao hơn: 700°C , nhiệt độ thấp hơn: 25°C) trên các mẫu này, tuổi thọ khuôn được đánh giá trên cơ sở số lượng của các vết nứt mà đã xuất hiện trên bề mặt của các mẫu. Fig.11 là đồ thị minh họa mối quan hệ giữa độ giãn dài khi đứt của lớp phủ và số lượng các vết nứt của tấm đồng.

Rõ ràng rằng, trong trường hợp độ giãn dài khi đứt của lớp phủ là 8% hoặc lớn hơn, thì có thể ngăn chặn vết nứt trên bề mặt của tấm đồng được gây ra bởi sự giãn nở vì nhiệt của tấm đồng và các phần 3 được lấp đầy kim loại lạ. Ngoài ra, độ giãn dài khi đứt của lớp phủ nhỏ hơn 8% không được ưu tiên, bởi vì do không thể làm giảm ảnh hưởng của sự giãn nở vì nhiệt của tấm đồng và các phần 3 được lấp đầy kim loại lạ, vết nứt có xu hướng xuất hiện trên bề mặt của tấm đồng.

Như được mô tả ở trên, theo sáng chế, vì nhiều phần 3 được lấp đầy kim loại lạ được sắp xếp theo hướng chiều rộng và hướng đúc của khuôn đúc liên tục trong

vùng ở vùng lân cận của mặt khum bao gồm mặt khum, độ bền nhiệt của khuôn đúc liên tục tăng lên và giảm xuống đều đặn và định kỳ theo hướng chiều rộng và hướng đúc của khuôn ở vùng lân cận của mặt khum. Với điều này, thông lượng nhiệt từ vỏ hóa cứng đến khuôn đúc liên tục tăng lên và giảm xuống đều đặn và định kỳ trong vùng lân cận của mặt khum ở giai đoạn hóa cứng ban đầu. Là kết quả của sự tăng lên và giảm xuống đều đặn và định kỳ này về thông lượng nhiệt, vì có sự giảm xuống về ứng suất do sự thay đổi sắt δ thành sắt γ và về ứng suất nhiệt, nên có sự giảm xuống về lượng biến dạng của vỏ hóa cứng được gây ra bởi các ứng suất này. Là kết quả của sự giảm xuống về lượng biến dạng của vỏ hóa cứng, sự phân bố thông lượng nhiệt không đồng nhất được gây ra bởi sự biến dạng của vỏ hóa cứng được làm đồng nhất, và, do ứng suất tạo thành bị di tản, có sự giảm xuống về các lượng sức căng thay đổi, mà dẫn đến tránh được vết nứt không xuất hiện trên bề mặt của vỏ hóa cứng.

Hơn nữa, do tỷ lệ của độ cứng Vickers HVc của tấm khuôn đồng với độ cứng Vickers HVm của kim loại lạ và tỷ lệ của hệ số giãn nở nhiệt α của tấm khuôn đồng với hệ số giãn nở nhiệt α của kim loại lạ được điều khiển nằm trong các khoảng quy định, có thể làm giảm ứng suất được áp dụng vào bề mặt của khuôn được gây ra bởi sự chênh lệch về lượng mài mòn của bề mặt khuôn do sự chênh lệch về độ cứng giữa tấm khuôn đồng và các phần được lấp đầy kim loại, và do sự chênh lệch về sự giãn nở vì nhiệt. Do đó, tuổi thọ của khuôn trở nên dài hơn.

Ngoài ra, vì tổng lượng Q của lượng nhiệt được lấy ra thông qua khuôn được điều khiển nằm trong khoảng quy định bằng cách điều khiển hợp phần hóa học của bột đúc và bằng cách điều khiển tốc độ dòng của nước làm nguội được cấp, thì có thể ngăn chặn vết nứt không xuất hiện trên bề mặt của vỏ hóa cứng, và có thể ngăn chặn vết nứt không xuất hiện ở phôi đúc.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Bằng cách chuẩn bị khuôn đồng được làm nguội bằng nước như được minh họa trong Fig.1 trong đó nhiều phần hình tròn có đường kính 20mm được lấp đầy

kim loại lạ được tạo thành trên bề mặt thành bên trong của tấm khuôn đồng, và bằng cách đúc thép cacbon trung bình (có hợp phần hóa học chứa C: từ 0,08% khối lượng đến 0,17% khối lượng, Si: từ 0,10% khối lượng đến 0,30% khối lượng, Mn: từ 0,50% khối lượng đến 1,20% khối lượng, P: từ 0,010% khối lượng đến 0,030% khối lượng, S: từ 0,005% khối lượng đến 0,015% khối lượng, và Al: từ 0,020% khối lượng đến 0,040% khối lượng) bằng cách sử dụng khuôn đúc được làm nguội bằng nước được chuẩn bị, thì thử nghiệm được thực hiện để nghiên cứu các vết nứt trên bề mặt của các mảnh đúc. Khoảng trống bên trong của khuôn đồng được làm nguội bằng nước có chiều dài cạnh dài là 1,8m và chiều dài cạnh ngắn 0,26m.

Chiều dài (= chiều dài khuôn) từ mép phía trên đến mép phía dưới của khuôn đồng làm nguội bằng nước được sử dụng là 900mm, và vị trí của mặt khum (bề mặt phía trên của thép nóng chảy trong khuôn) khi việc đúc thông thường được thực hiện được thiết lập là thấp hơn mép phía dưới của khuôn 100mm. Các rãnh lõm hình tròn được tạo thành ở vùng giữa vị trí thấp hơn mép phía dưới của khuôn 80mm và vị trí thấp hơn mép phía trên của khuôn 300mm trên bề mặt thành phía trong của tấm khuôn đồng (khoảng cách $Q = 20\text{mm}$, khoảng cách $R = 200\text{mm}$, chiều dài của vùng: (khoảng cách $Q +$ khoảng cách R) = 220 mm), và các vị trí được lấp đầy kim loại lạ được tạo thành bằng cách lấp đầy các rãnh lõm hình tròn với kim loại lạ như hợp kim niken (có độ dẫn nhiệt là $80 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$) bằng cách sử dụng phương pháp mạ.

Bằng cách sử dụng hợp kim đồng có độ dẫn nhiệt khoảng $380 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$, độ cứng Vickers HVc là $37,6 \text{ kgf/mm}^2$, và hệ số giãn nở nhiệt α là $16,5 \mu\text{m/(m}\cdot\text{K)}$ cho tấm khuôn đồng, thì việc đúc thép liên tục được thực hiện nhiều lần với các rãnh lõm hình tròn được lấp đầy nhiều loại kim loại lạ khác nhau, với các hợp phần hóa học khác nhau của bột đúc, và với các trị số khác nhau cho tổng lượng Q của nhiệt được lấy ra thông qua khuôn (các ví dụ từ 1 đến 11 theo sáng chế và ví dụ so sánh từ 1 đến 7). Ngoài ra, để so sánh với các ví dụ từ 1 đến 11 theo sáng chế và các ví dụ so sánh từ 1 đến 7, việc đúc thép liên tục được thực hiện bằng

cách sử dụng khuôn đúc liên tục thông thường trong đó không có phần được lấp đầy kim loại lã được tạo thành (ví dụ thông thường).

Các điều kiện và v.v. như các trị số về độ cứng Vickers HVm và hệ số giãn nở nhiệt α của kim loại lã của các khuôn đúc liên tục được sử dụng trong các ví dụ từ 1 đến 11 theo sáng chế và các ví dụ so sánh từ 1 đến 7 và các trị số về độ kiềm của bột đúc, các trị số về tổng nồng độ Na_2O và nồng độ Li_2O , và tổng lượng Q của nhiệt được lấy ra thông qua khuôn được sử dụng trong các ví dụ từ 1 đến 11 theo sáng chế, các ví dụ so sánh từ 1 đến 7, và ví dụ thông thường được đưa ra trong Bảng 1.

Bảng 1

	HV _m [kgf/mm ²]	ơm [μm/(m×K)]	HV _c /HV _m [-]	ơc/ơm [-]	Độ kiểm [-]	Na ₂ O+Li ₂ O [% khối lượng]	Tổng lượng Q của nhiệt được lấy ra thông qua khôn [MW/m ²]	Độ giãn dài khi đứt của lớp phủ [%]
Ví dụ thông	-	-	-	-	2,1	0	2,6	5,0
Ví dụ 1	65,1	13,4	0,58	1,23	1,2	6,5	2,1	9,0
Ví dụ 2	108,1	4,9	0,35	3,37	1,3	5,7	2,0	10,0
Ví dụ 3	106,4	13,0	0,35	1,27	1,6	7,2	1,9	8,5
Ví dụ 4	17,0	23,1	2,21	0,71	1,8	6,1	1,7	6,0
Ví dụ 5	65,1	13,4	0,58	1,23	1,5	6,5	0,5	11,0
Ví dụ 6	65,1	14,5	0,58	1,14	1,4	6,3	1,7	12,0
Ví dụ 7	71,4	13,4	0,53	1,23	1,2	4,2	1,8	8,6
Ví dụ 8	65,1	15,6	0,58	1,06	2,3	9,2	1,1	3,0
Ví dụ 9	65,1	13,4	0,58	1,23	0,9	5,2	2,8	10,5
Ví dụ 10	65,1	13,4	0,58	1,23	0,8	4,5	0,7	3,5
Ví dụ 11	65,1	13,4	0,58	1,23	0,8	4,5	0,4	10,8
Ví dụ so sánh 1	65,1	35,6	0,58	0,46	1,2	6,5	1,6	9,6
Ví dụ so sánh 2	14,6	13,4	2,58	1,23	1,5	7,2	0,9	9,4
Ví dụ so sánh 3	14,6	35,6	2,58	0,46	1,5	6,5	0,7	7,4
Ví dụ so sánh 4	147,9	4,2	0,25	3,93	1,5	6,8	2,8	8,9
Ví dụ so sánh 5	14,6	4,2	2,58	3,93	2,2	10,2	2,4	5,0
Ví dụ so sánh 6	147,9	35,6	0,25	0,46	2,2	3,5	0,4	8,2
Ví dụ so sánh 7	14,6	4,2	2,58	3,93	0,8	11,1	2,8	3,0

Các khuôn trong các ví dụ từ 1 đến 11 theo sáng chế được thỏa mãn các điều kiện mà tỷ lệ (HV_c/HV_m) của độ cứng Vickers HV_c của khuôn với độ cứng Vickers HV_m của kim loại lấp đầy là 0,3 hoặc lớn hơn và 2,3 hoặc nhỏ hơn và tỷ lệ (α_c/α_m) của hệ số giãn nở nhiệt α_c của khuôn và hệ số giãn nở nhiệt α_m của kim loại lấp đầy là 0,7 hoặc lớn hơn và 3,5 hoặc nhỏ hơn. Do đó, các khuôn trong các ví dụ từ 1 đến 11 theo sáng chế đã thỏa mãn các biểu thức quan hệ (1) và (2). Mặt khác, các ví dụ so sánh chỉ thỏa mãn một trong số các biểu thức quan hệ (1) và (2) hoặc không biểu thức nào.

Trong các ví dụ từ 1 đến 11 theo sáng chế, các ví dụ so sánh từ 1 đến 7, và ví dụ thông thường, thì mật độ các vết nứt trên bề mặt của các phôi đúc được chế tạo được xác định. Bằng cách phát hiện các vết nứt trên bề mặt của phôi đúc bằng cách thực hiện thử nghiệm bằng mắt thường sử dụng kiểm tra màu sắc, bằng cách xác định chiều dài của mỗi vết nứt theo chiều dọc trên bề mặt của mảnh đúc, bằng cách định ra vết nứt theo chiều dọc có chiều dài 1 cm hoặc lớn hơn làm vết nứt bề mặt, thì mật độ số lượng của vết nứt bề mặt (số lượng/ m^2) được tính. Bằng cách định ra chỉ số mật độ số lượng của các vết nứt bề mặt của mỗi thử nghiệm làm tỷ lệ của mật độ số lượng (số lượng/ m^2) của các vết nứt trên bề mặt của phôi đúc với mật độ số lượng (số lượng/ m^2) của các vết nứt trên bề mặt của phôi đúc trong ví dụ thông thường sao cho chỉ số của phôi đúc trong ví dụ thông thường là 1,0, thì chỉ số này được sử dụng làm số đo của số lượng các vết nứt bề mặt. Fig.12 minh họa các chỉ số mật độ số lượng của các vết nứt bề mặt trong các ví dụ từ 1 đến 11 theo sáng chế và các ví dụ so sánh từ 1 đến 7.

Như Fig.12 cho thấy, mặc dù chỉ số mật độ số lượng của các vết nứt bề mặt nhỏ hơn 0,4 trong trường hợp của các ví dụ từ 1 đến 11 theo sáng chế, chỉ số này lớn hơn 0,4 trong trường hợp của các ví dụ so sánh từ 1 đến 7. Do đó, rõ ràng là, theo sáng chế trong đó các biểu thức quan hệ (1) và (2) được thỏa mãn, có thể ngăn chặn vết nứt không xuất hiện trên bề mặt của vỏ hóa cứng, và có thể ngăn chặn vết nứt không xuất hiện ở phôi đúc.

Danh sách các số chỉ dẫn

- 1 tấm đồng trên cạnh dài của khuôn
- 2 rãnh lõm hình tròn
- 3 phần được lấp đầy kim loại lạ
- 4 lớp phủ được tạo thành bằng cách sử dụng phương pháp mạ
- 5 kênh dẫn dòng nước làm nguội
- 6 tấm phía sau

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Khuôn đúc liên tục có tấm khuôn đồng bao gồm đồng hoặc hợp kim đồng, khuôn này bao gồm:

nhiều phần tách biệt được lắp đầy kim loại lạ mà độ dẫn nhiệt là 80% hoặc nhỏ hơn hoặc 125% hoặc lớn hơn độ dẫn nhiệt của tấm khuôn đồng,

nhiều phần tách biệt được bố trí trên bề mặt thành bên trong của tấm khuôn đồng sao cho độ bền nhiệt của khuôn tăng lên hoặc giảm xuống đều đặn và định kỳ theo hướng chiều rộng và hướng đúc của khuôn ở vùng lân cận của mặt khum, và

nhiều phần tách biệt được tạo thành ít nhất ở vùng từ mặt khum đến vị trí được đặt thấp hơn mặt khum 20mm hoặc lớn hơn, vùng này là toàn bộ hoặc một phần của bề mặt thành bên trong, trong đó,

tỷ lệ của độ cứng Vickers HVc [kgf/mm²] của tấm khuôn đồng với độ cứng Vickers HVm [kgf/mm²] của kim loại lạ được lắp đầy thỏa mãn biểu thức quan hệ (1) dưới đây:

$$0,3 \leq HVc/HVm \leq 2,3 \quad (1),$$

tỷ lệ của hệ số giãn nở nhiệt α_c [$\mu\text{m}/(\text{m}\times\text{K})$] của tấm khuôn đồng với hệ số giãn nở nhiệt α_m [$\mu\text{m}/(\text{m}\times\text{K})$] của kim loại lạ được lắp đầy thỏa mãn biểu thức quan hệ (2) dưới đây:

$$0,7 \leq \alpha_c/\alpha_m \leq 3,5 \quad (2),$$

lớp phủ được tạo thành trên bề mặt thành bên trong bằng phương pháp mạ hoặc phương pháp phun nhiệt, lớp phủ này có độ giãn dài khi đứt là 8% hoặc lớn hơn, và

các phần được lắp đầy kim loại lạ được phủ bằng lớp phủ.

2. Khuôn đúc liên tục có tấm khuôn đồng bao gồm đồng hoặc hợp kim đồng, khuôn này bao gồm:

nhiều phần tách biệt được lắp đầy kim loại lạ mà độ dẫn nhiệt là 80% hoặc nhỏ hơn hoặc 125% hoặc lớn hơn độ dẫn nhiệt của tấm khuôn đồng,

nhiều phần tách biệt được tạo thành ở dạng các rãnh lõm hình tròn có đường

kính nằm trong khoảng từ 2mm đến 20mm hoặc các rãnh lõm gần như hình tròn có đường kính tương đương hình tròn nằm trong khoảng từ 2mm đến 20mm, các rãnh này được bố trí trên bề mặt thành bên trong của tấm khuôn đồng, và

nhiều phần tách biệt được tạo thành ít nhất trong vùng từ mặt khum đến vị trí được đặt thấp hơn mặt khum 20mm hoặc lớn hơn, vùng này là toàn bộ hoặc một phần của bề mặt thành bên trong, trong đó,

tỷ lệ của độ cứng Vickers HVc [kgf/mm²] của tấm khuôn đồng với độ cứng Vickers HVm [kgf/mm²] của kim loại lạ được lấp đầy thỏa mãn biểu thức quan hệ (1) dưới đây:

$$0,3 \leq HVc/HVm \leq 2,3 \quad (1),$$

tỷ lệ của hệ số giãn nở nhiệt α_c [$\mu\text{m}/(\text{m}\times\text{K})$] của tấm khuôn đồng với hệ số giãn nở nhiệt α_m [$\mu\text{m}/(\text{m}\times\text{K})$] của kim loại lạ được lấp đầy thỏa mãn biểu thức quan hệ (2) dưới đây:

$$0,7 \leq \alpha_c/\alpha_m \leq 3,5 \quad (2),$$

lớp phủ được tạo thành trên bề mặt thành bên trong bằng phương pháp mạ hoặc phương pháp phun nhiệt, lớp phủ này có độ giãn dài khi đứt là 8% hoặc lớn hơn, và

các phần được lấp đầy kim loại lạ được phủ bằng lớp phủ.

3. Khuôn đúc liên tục theo điểm 1 hoặc 2, trong đó lớp phủ chứa niken hoặc hợp kim niken-coban có hàm lượng coban là 50% khối lượng hoặc lớn hơn.

4. Phương pháp đúc thép liên tục sử dụng khuôn đúc liên tục theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, phương pháp này bao gồm các bước:

đổ thép nóng chảy vào khuôn và làm nguội thép nóng chảy trong khuôn để tạo thành vỏ hóa cứng; và

rút mảnh đúc có vỏ hóa cứng làm vỏ bên ngoài và thép nóng chảy không hóa cứng bên trong vỏ hóa cứng ra khỏi khuôn để chế tạo mảnh đúc.

5. Phương pháp đúc thép liên tục theo điểm 4, phương pháp này còn bao gồm các bước:

lắc tấm khuôn đồng; và

đổ bột đúc lên trên bề mặt của thép nóng chảy mà đã được đổ vào khuôn trong quá trình lắc,

trong đó bột đúc chứa CaO , SiO_2 , Al_2O_3 , Na_2O , và Li_2O và độ kiềm, mà được thể hiện bởi tỷ lệ $((\text{CaO theo \% khối lượng})/(\text{SiO}_2 \text{ theo \% khối lượng}))$ của nồng độ CaO với nồng độ SiO_2 trong bột đúc, là 1,0 hoặc lớn hơn và 2,0 hoặc nhỏ hơn, và trong đó tổng nồng độ Na_2O và nồng độ Li_2O là 5,0% khối lượng hoặc lớn hơn và 10,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn.

6. Phương pháp đúc thép liên tục theo điểm 5, phương pháp này còn bao gồm bước:

làm nguội khuôn để tổng lượng Q của nhiệt được lấy ra thông qua khuôn là $0,5 \text{ MW/m}^2$ hoặc lớn hơn và $2,5 \text{ MW/m}^2$ hoặc nhỏ hơn.

1/6

FIG. 1

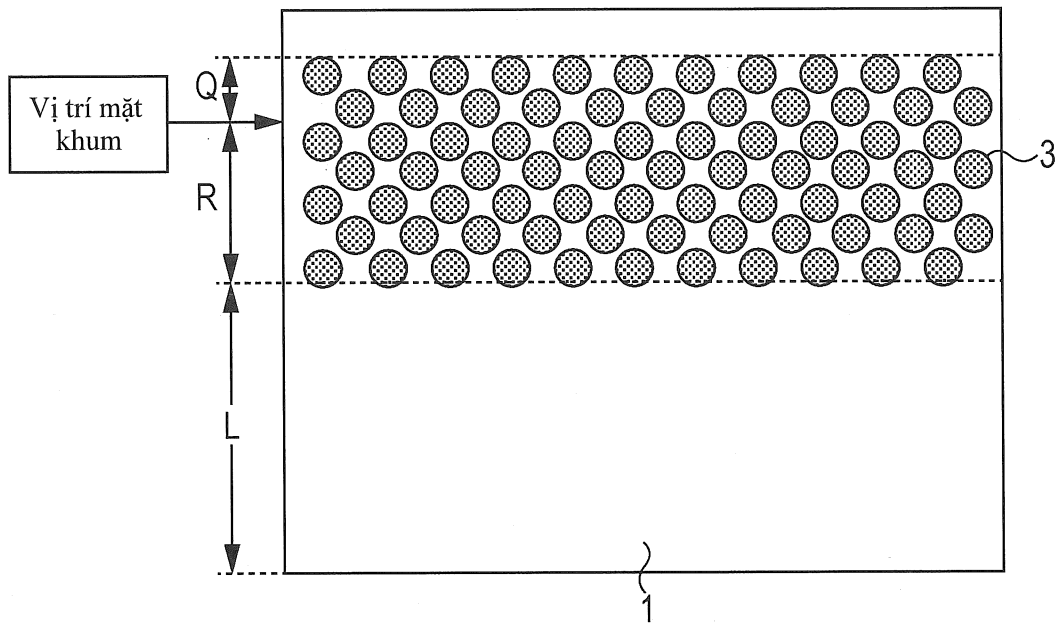


FIG. 2

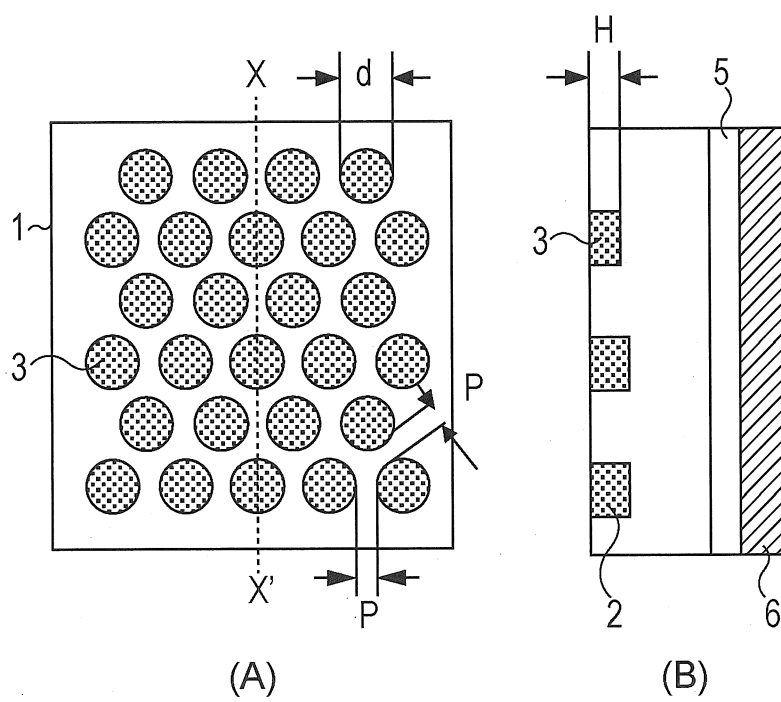


FIG. 3

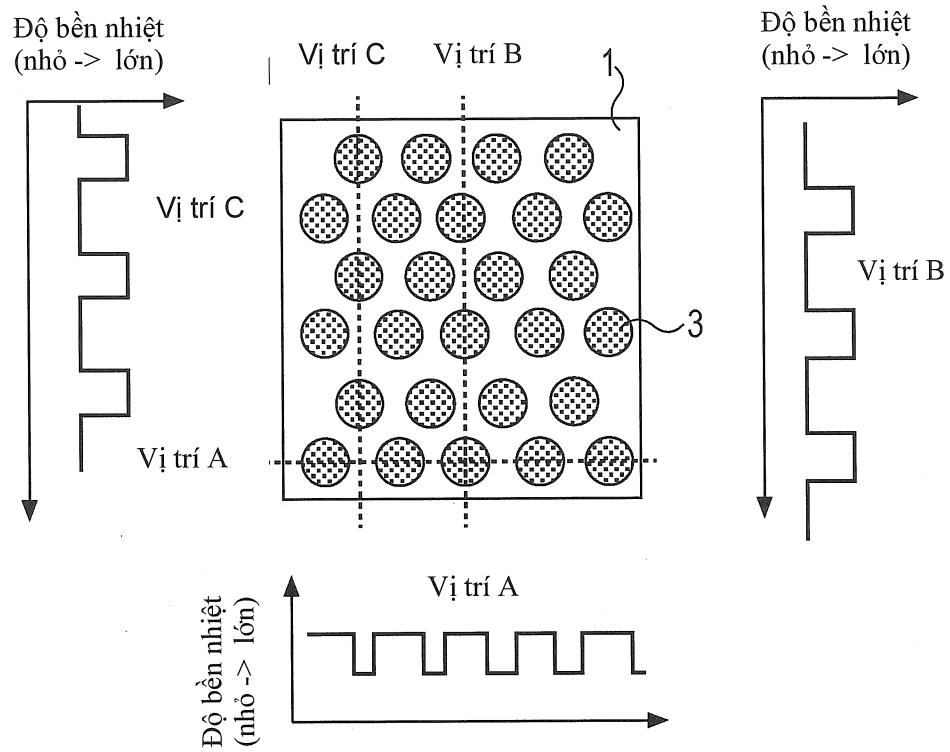
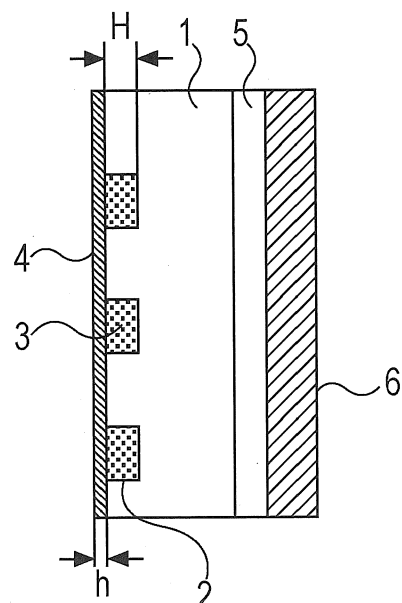


FIG. 4



3/6

FIG. 5

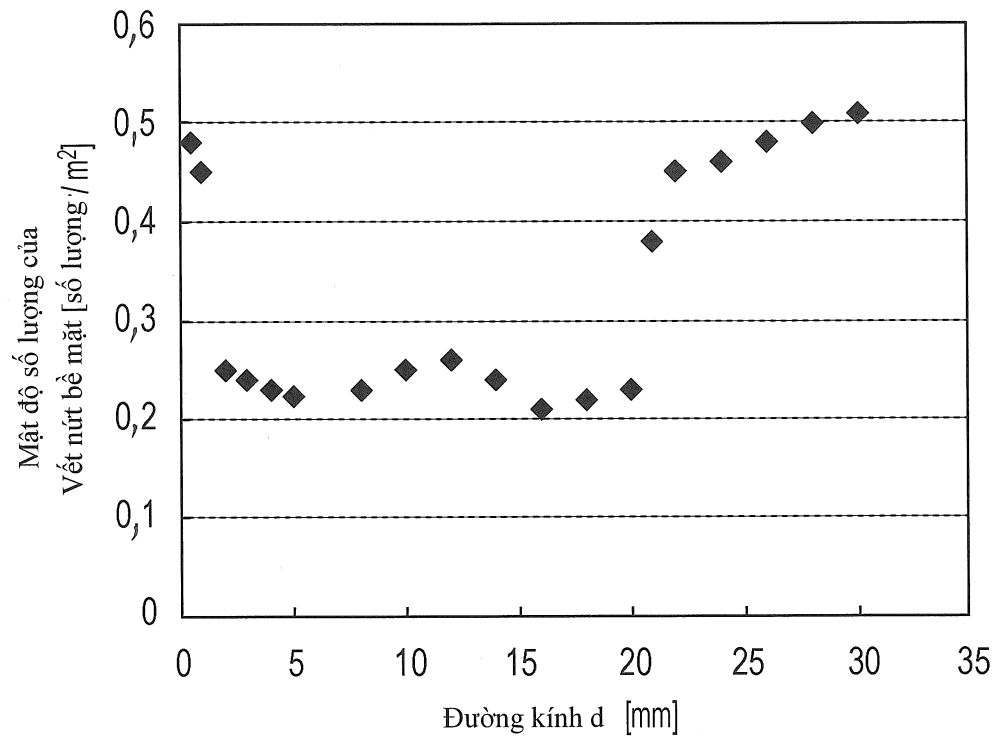
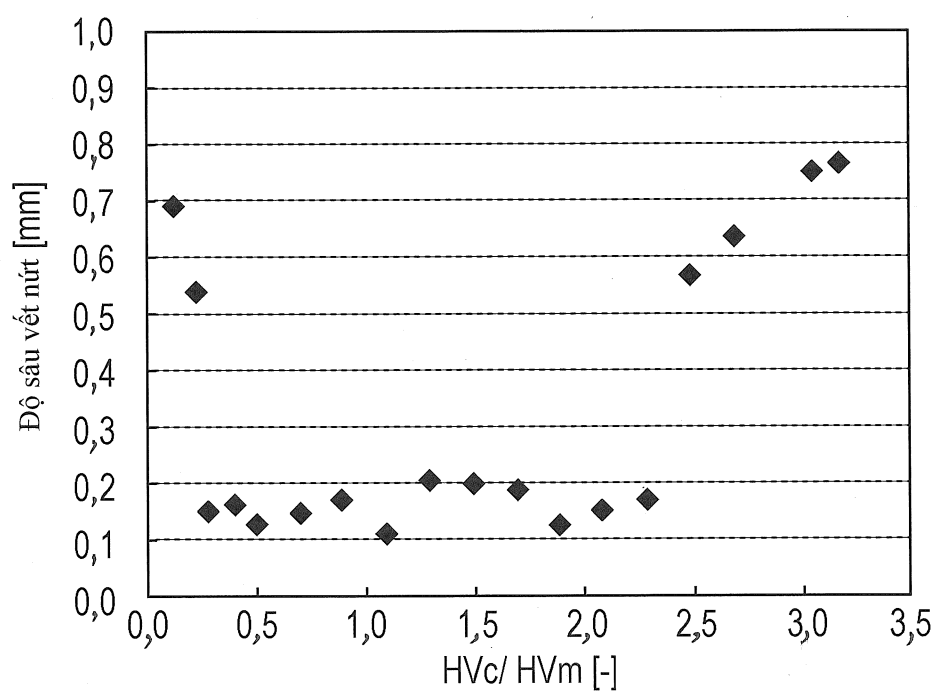


FIG. 6



4/6

FIG. 7

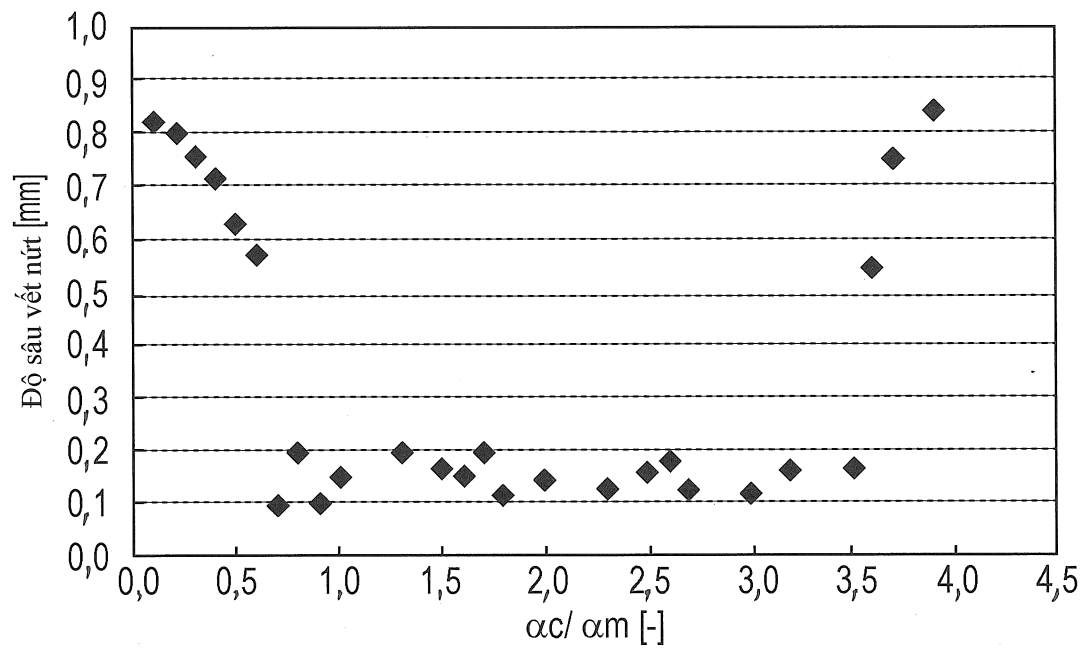
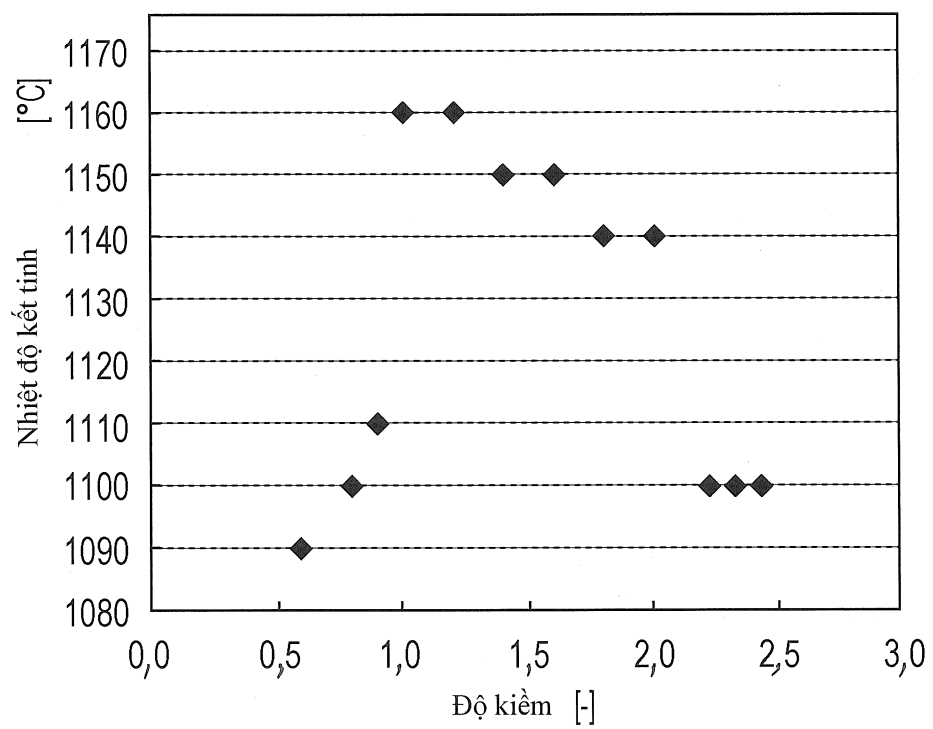


FIG. 8



5/6

FIG. 9

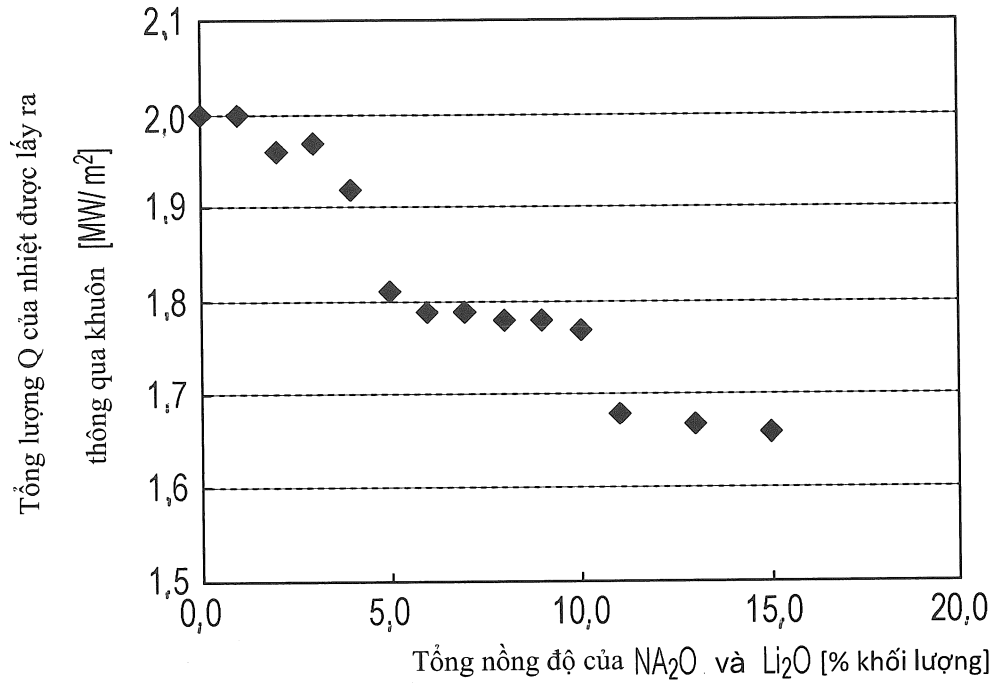
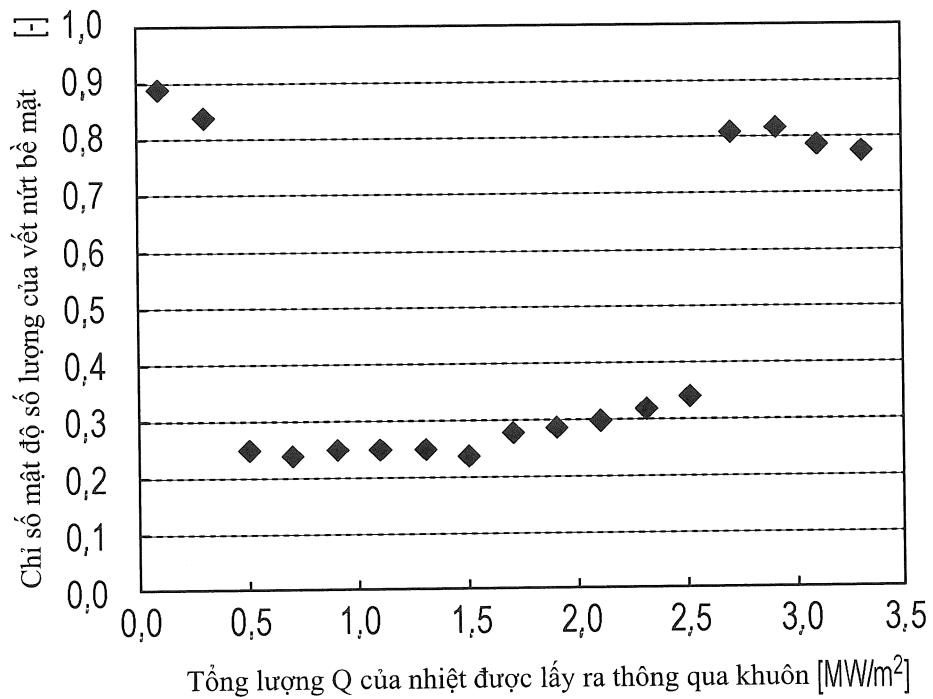


FIG. 10



6/6

FIG. 11

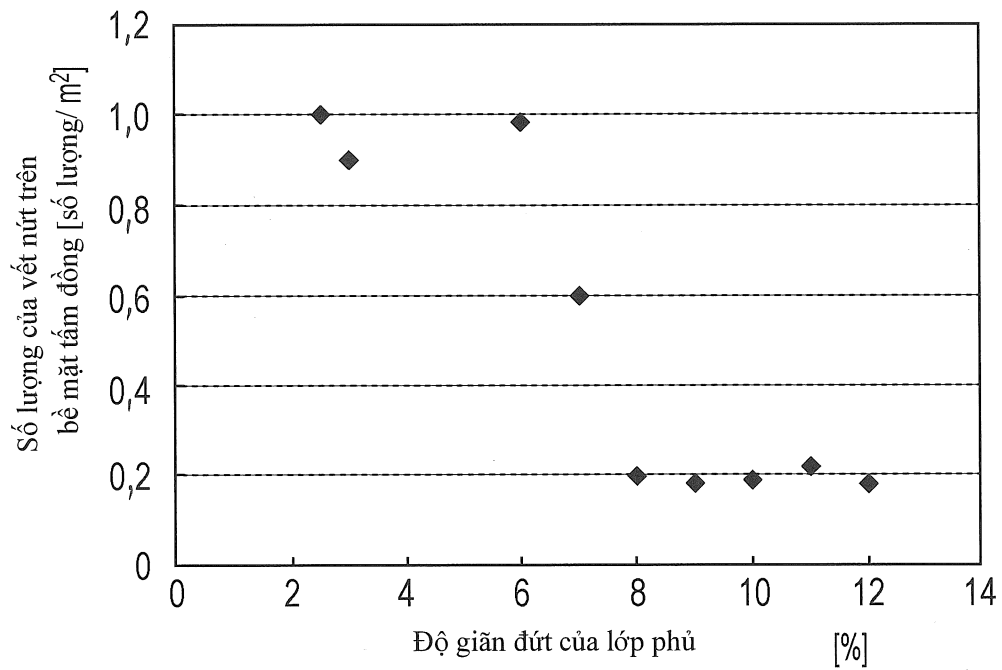


FIG. 12

