



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

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

(11)



1-0036079

(51)⁷ B22D 11/04; B22D 11/20; B22D 11/059; (13) B
B22D 11/00

(21) 1-2019-00296

(22) 16/01/2017

(86) PCT/JP2017/001146 16/01/2017

(87) WO 2018/016101 25/01/2018

(30) 2016-143909 22/07/2016 JP

(45) 26/06/2023 423

(43) 25/07/2019 376A

(73) JFE Steel Corporation (JP)

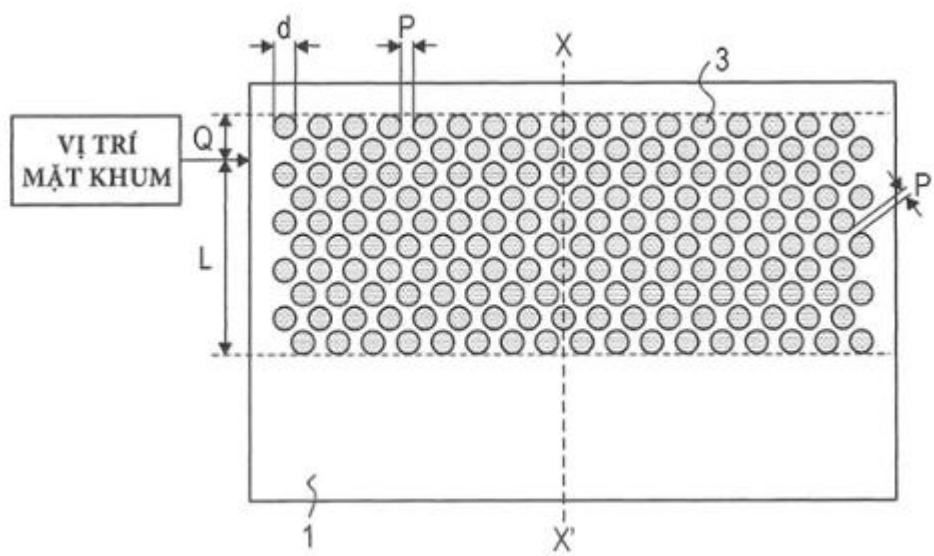
2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0011, Japan

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

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

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

(57) Vết nứt bề mặt do làm mát không đồng nhất của vỏ hóa rắn trong giai đoạn hóa rắn ban đầu và vết nứt bề mặt do biến đổi về chiều dày của vỏ hóa rắn gây ra bởi sự chuyển đổi từ sắt δ sang sắt γ trong thép có hàm lượng cacbon trung bình được ngăn chặn. Sáng chế đề xuất khuôn đúc liên tục bao gồm các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được tạo ra bằng cách làm đầy các rãnh lõm bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp trong vùng, trên bề mặt thành phía trong của tấm đồng làm khuôn mà làm bằng hợp kim đồng và cấu thành nên khuôn đúc liên tục được làm mát bằng nước, từ vị trí nằm ở bên trên mặt khum đến vị trí nằm ở bên dưới mặt khum, trong đó tỉ lệ độ dẫn nhiệt λ_m ($W/(m \times K)$) của kim loại có độ dẫn nhiệt thấp so với độ dẫn nhiệt λ_c ($W/(m \times K)$) của tấm đồng làm khuôn là 80% hoặc thấp hơn, và trong đó tỉ lệ nhiệt trở R được xác định bằng biểu thức (1) dưới đây là 5% hoặc lớn hơn. $R = \{(T - H)/(1000 \times \lambda_c) + H/(1000 \times \lambda_m) - T/(1000 \times \lambda_c)\} / \{T/(1000 \times \lambda_c)\} \times 100$ ••• (1) Ở đây, R biểu thị tỉ lệ nhiệt trở (%) của các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp so với tấm đồng làm khuôn, T biểu thị khoảng cách (mm) từ bề mặt đáy của khe của tấm đồng làm khuôn, được sử dụng làm kênh dẫn dòng của nước làm mát khuôn, đến bề mặt của tấm đồng làm khuôn, và H biểu thị chiều dày làm đầy (mm) của kim loại có độ dẫn nhiệt thấp.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến khuôn đúc liên tục mà với khuôn này việc đúc liên tục có thể được thực hiện đối với thép nóng chảy trong khi ngăn chặn vết nứt bề mặt xuất hiện trong mảnh đúc gây ra bởi việc làm mát không đồng nhất của vỏ đã hóa rắn trong khuôn, và đề cập đến phương pháp đúc liên tục thép bằng khuôn này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong quy trình đúc liên tục thép, bởi vì thép nóng chảy mà được phun vào khuôn được làm mát sử dụng khuôn đúc liên tục được làm mát bằng nước, vỏ đã hóa rắn (còn được gọi là "lớp đã hóa rắn") được tạo ra do phần bề mặt của thép nóng chảy mà tiếp xúc với khuôn được hóa rắn. Mảnh đúc có vỏ đã hóa rắn là vỏ bên ngoài và lớp không hóa rắn phía trong vỏ được kéo liên tục theo hướng xuống dưới qua khuôn trong khi mảnh đúc được làm mát bởi các vòi phun nước hoặc các vòi phun không khí-nước mà được lắp đặt ở phía dòng ra của khuôn. Phần trung tâm theo hướng chiều dày của mảnh đúc được hóa rắn do được làm mát bởi các vòi phun nước hoặc các vòi phun không khí-nước, và sau đó mảnh đúc này được cắt thành các mảnh đúc có chiều dài được xác định trước bằng, ví dụ, máy cắt bằng khí.

Trong trường hợp mà việc làm mát không đồng nhất xảy ra trong khuôn, có sự biến đổi về chiều dày của vỏ đã hóa rắn theo hướng đúc mảnh đúc và hướng chiều rộng của khuôn. Bởi vì vỏ đã hóa rắn chịu tác động của ứng suất gây ra bởi sự co lại và sự biến dạng của vỏ đã hóa rắn, và, bởi vì ứng suất này tập trung trong phần mỏng của vỏ đã hóa rắn trong giai đoạn hóa rắn ban đầu, nên vết nứt xuất hiện trên bề mặt của vỏ đã hóa rắn do ứng suất này. Tiếp theo, vết nứt như vậy lớn dần thành vết nứt bề mặt lớn do ngoại lực gây ra bởi, ví dụ, ứng suất uốn và ứng suất phẳng mà tác động bởi các trục cán của máy đúc liên tục và ứng suất nhiệt. Trong trường hợp mà sự biến đổi về chiều dày của vỏ đã hóa rắn lớn, vết nứt dọc xuất hiện trong khuôn, điều này có thể dẫn đến sự trào ra trong đó thép nóng chảy chảy ra ngoài qua vết nứt dọc. Bởi vì

vết nứt tồn tại trong mảnh đúc trở thành khuyết tật bề mặt trong quy trình cán tiếp theo, cần phải loại bỏ vết nứt bề mặt ở giai đoạn mảnh đúc sau khi đúc bằng cách khôi phục bề mặt của mảnh đúc.

Sự hóa rắn không đồng nhất trong khuôn có xu hướng xảy ra, cụ thể là, trong trường hợp của thép (được gọi là "thép có hàm lượng cacbon trung bình") có hàm lượng cacbon từ 0,08% theo khối lượng đến 0,17% theo khối lượng. Trong trường hợp của thép có hàm lượng cacbon từ 0,08% theo khối lượng đến 0,17% theo khối lượng, phản ứng peritectic (phản ứng trong đó một pha lỏng và một pha rắn tạo ra một pha rắn khác) xảy ra ở thời điểm hóa rắn. Xem xét rằng sự hóa rắn không đồng nhất trong khuôn được gây ra bởi ứng suất chuyển đổi do sự giảm thể tích mà xảy ra khi sự chuyển đổi từ sắt δ (pha ferit) sang sắt γ (pha austenit) xảy ra do phản ứng peritectic này. Tức là, vỏ đã hóa rắn bị biến dạng do sự biến dạng gây ra bởi ứng suất chuyển đổi này, và vỏ đã hóa rắn được tách rời khỏi bề mặt thành phía trong của khuôn do sự biến dạng này. Bởi vì phần mà được tách rời khỏi bề mặt thành phía trong của khuôn trở nên ít có khả năng được làm mát qua khuôn, nên có sự giảm về chiều dày của vỏ đã hóa rắn của phần này mà được tách rời khỏi bề mặt thành phía trong của khuôn (phần này mà được tách rời khỏi bề mặt thành phía trong của khuôn được gọi là "phần nén"). Xem xét rằng, bởi vì có sự giảm về chiều dày của vỏ đã hóa rắn, nên vết nứt bề mặt xuất hiện do ứng suất được mô tả ở trên tập trung trong phần này.

Cụ thể là, trong trường hợp mà có sự tăng về tốc độ kéo mảnh đúc, bởi vì có sự tăng về nhiệt thông trung bình từ vỏ đã hóa rắn đến khuôn (vỏ đã hóa rắn được làm mát nhanh chóng), và bởi vì sự phân phối của nhiệt thông trở nên bất thường và không đồng nhất, nên có xu hướng là số lượng các vết nứt bề mặt xuất hiện trong mảnh đúc tăng lên. Cụ thể là, trong trường hợp của máy đúc liên tục thổi tẩm có chiều dày mảnh đúc là 200 mm hoặc lớn hơn, vết nứt bề mặt có xu hướng xuất hiện khi tốc độ kéo mảnh đúc là 1,5 m/phút hoặc lớn hơn.

Do đó, cho đến nay, nhiều phương pháp khác nhau đã được đề xuất để ngăn chặn vết nứt bề mặt (cụ thể là, vết nứt dọc) xuất hiện trong lớp thép trong đó vết nứt bề

mặt có xu hướng xuất hiện.

Ví dụ, tài liệu sáng chế 1 đề xuất kỹ thuật trong đó bột tạo khuôn có thành phần hóa học mà có xu hướng gây ra sự kết tinh được sử dụng để tăng nhiệt trở của lớp bột tạo khuôn, để cho vỏ đã hóa rắn được làm mát dần dần. Đây là kỹ thuật để ngăn chặn vết nứt bề mặt xuất hiện bằng cách giảm ứng suất tác động lên vỏ đã hóa rắn do sự làm mát dần dần. Tuy nhiên, chỉ với hiệu quả làm mát dần dần sử dụng bột tạo khuôn, bởi vì sự cải thiện về việc hóa rắn không đồng nhất là không đủ, nên không thể ngăn chặn một cách đầy đủ vết nứt bề mặt xuất hiện, cụ thể là, trong trường hợp của thép có hàm lượng cacbon trung bình trong đó sự chuyển đổi từ sắt δ sang sắt γ xảy ra do sự giảm nhẹ về nhiệt độ khi sự hóa rắn xảy ra.

Tài liệu sáng chế 2 đề xuất kỹ thuật trong đó vết nứt dọc được ngăn không xuất hiện trong mảnh đúc bằng cách làm cho bột tạo khuôn chảy vào các rãnh thẳng đứng và các rãnh nằm ngang được tạo ra trên bề mặt thành phía trong của khuôn để giảm dần tốc độ làm mát của khuôn và để đồng nhất hóa tốc độ làm mát theo hướng chiều rộng của khuôn. Tuy nhiên, gặp phải vấn đề là, trong trường hợp mà có sự giảm về chiều sâu của các rãnh được tạo ra trên bề mặt thành phía trong của khuôn do sự mài mòn của bề mặt thành phía trong của khuôn gây ra bởi sự tiếp xúc với mảnh đúc, có sự giảm về hiệu quả làm mát dần dần do sự giảm về lượng bột tạo khuôn chảy vào các rãnh, tức là, gặp phải vấn đề là hiệu quả làm mát dần dần không kéo dài. Ngoài ra, khi thép nóng chảy được phun vào khoảng trống rỗng của khuôn lúc bắt đầu đúc, cũng có rủi ro thép nóng chảy được phun chảy vào các rãnh được tạo ra trên bề mặt thành phía trong của khuôn và hóa rắn, khiến cho không thể kéo vỏ đã hóa rắn do tấm đồng làm khuôn và vỏ đã hóa rắn dính vào nhau, điều này dẫn đến sự trào ra cưỡng bức xảy ra.

Tài liệu sáng chế 3 đề xuất kỹ thuật trong đó vết nứt dọc được ngăn không xuất hiện trong mảnh đúc bằng cách tạo ra các rãnh thẳng đứng song song với hướng đúc hoặc các rãnh dạng mạng lưới trong phần trung tâm theo hướng chiều rộng của bề mặt thành phía trong của khuôn với chiều rộng và chiều sâu của các rãnh được điều chỉnh phù hợp với độ nhớt của bột tạo khuôn, để cho các kẽ hở để dẫn dòng khí vào đó được

tạo ra trong các rãnh mà không làm đầy các rãnh bằng bột tạo khuôn để giảm dần tốc độ làm mát của khuôn và để đồng nhất hóa tốc độ làm mát theo hướng chiều rộng của khuôn. Tuy nhiên, cũng trong trường hợp này, bởi vì các rãnh lộ ra trên bề mặt thành phía trong của khuôn, nên gặp phải vấn đề là hiệu quả làm mát dần dần không kéo dài do sự mài mòn của bề mặt thành phía trong của khuôn như trong trường hợp của tài liệu sáng chế 2. Ngoài ra, lúc bắt đầu đúc, cũng có rủi ro thép nóng chảy chảy vào các rãnh được tạo ra trên bề mặt thành phía trong của khuôn và hóa rắn, khiến cho không thể kéo vỏ đã hóa rắn, điều này dẫn đến sự trào ra cưỡng bức xảy ra.

Tài liệu sáng chế 4 đề xuất khuôn trong đó các rãnh dạng mạng lưới được tạo ra trên bề mặt thành phía trong của nó và khuôn trong đó các rãnh dạng mạng lưới được làm đầy bằng kim loại ngoại lai (như là Ni hoặc Cr) hoặc gốm (BN, AlN, hoặc ZrO_2). Kỹ thuật này là kỹ thuật trong đó vết nứt dọc được ngăn không xuất hiện trong mảnh đúc bằng cách tạo ra sự biến đổi tuần hoàn về lượng nhiệt được loại bỏ qua các rãnh và các phần không phải là các rãnh để phân tán ứng suất gây ra bởi sự chuyển đổi từ sắt δ sang sắt γ hoặc sự co lại vì nhiệt của vỏ đã hóa rắn trong các vùng trong đó lượng nhiệt bị loại bỏ ít. Tuy nhiên, gặp phải vấn đề là, trong trường hợp của các rãnh dạng mạng lưới, bởi vì đường ranh giới giữa rãnh được tạo ra trên bề mặt thành phía trong của khuôn và tấm đồng làm khuôn (làm bằng đồng hoặc hợp kim đồng) có hình dạng đường thẳng, nên vết nứt có xu hướng xuất hiện và lan truyền trên bề mặt ranh giới do sai khác về độ giãn nở vì nhiệt, điều này dẫn đến giảm tuổi thọ của khuôn.

Tài liệu sáng chế 5 đề xuất phương pháp đúc liên tục trong đó khuôn trong đó các rãnh thẳng đứng song song với hướng đúc được tạo ra trên bề mặt thành phía trong của nó, hoặc khuôn trong đó các rãnh thẳng đứng được làm đầy bằng kim loại ngoại lai (như là Ni hoặc Cr) hoặc gốm (BN, AlN, hoặc ZrO_2) được sử dụng với tốc độ kéo mảnh đúc và chu kỳ dao động khuôn được xác định nằm trong các khoảng được xác định trước. Theo tài liệu sáng chế 5, bằng cách tối ưu chu kỳ dao động khuôn phù hợp với tốc độ kéo mảnh đúc, bởi vì các vạch do dao động được tạo ra trên mảnh đúc có chức năng của các rãnh nằm ngang, nên hiệu quả ngăn chặn vết nứt bề mặt xuất hiện

được thực hiện như trong trường hợp của tài liệu sáng chế 4 bằng cách chỉ tạo ra các rãnh thẳng đứng. Tuy nhiên, như trong trường hợp của tài liệu sáng chế 4, gặp phải vấn đề là, bởi vì đường ranh giới giữa rãnh được tạo ra trên bề mặt thành phía trong của khuôn và tấm đồng làm khuôn (làm bằng đồng hoặc hợp kim đồng) có hình dạng đường thẳng, nên vết nứt có xu hướng xuất hiện và lan truyền trên bề mặt ranh giới do sai khác về độ giãn nở vì nhiệt, điều này dẫn đến sự giảm tuổi thọ của khuôn.

Tài liệu sáng chế 6 đề xuất khuôn trong đó các rãnh lõm có đường kính từ 2 mm đến 10 mm được tạo ra trong một phần của bề mặt thành phía trong của khuôn lân cận với bề mặt phía trên của thép nóng chảy trong khuôn (sau đây, còn được gọi là "mặt khum") và được làm đầy bằng kim loại ngoại lai (như là Ni hoặc thép không gỉ) hoặc gốm (như là BN, AlN, hoặc ZrO_2) với khoảng cách giữa các rãnh từ 5 mm đến 20 mm. Kỹ thuật này cũng là kỹ thuật trong đó, như trong các trường hợp của tài liệu sáng chế 4 và tài liệu sáng chế 5, bằng cách tạo ra sự phân phối tuần hoàn của sự truyền nhiệt để ngăn chặn sự hóa rắn không đồng nhất, vết nứt thẳng đứng được ngăn không xuất hiện trong mảnh đúc. Tuy nhiên, trong trường hợp của tài liệu sáng chế 6, bởi vì các lỗ hổng của rãnh được tạo ra bởi mũi khoan trên bề mặt của tấm đồng làm khuôn, và bởi vì các rãnh được làm đầy bằng kim loại ngoại lai hoặc gốm được tạo hình dạng của các rãnh, nên các điều kiện tiếp xúc giữa các bề mặt đáy của các mảnh để làm đầy làm bằng kim loại hoặc gốm và tấm đồng làm khuôn không phải là không đổi, điều này tăng nguy cơ các kẽ hở được tạo ra trong các phần tiếp xúc. Trong trường hợp mà các kẽ hở như vậy được tạo ra, có sự biến đổi lớn về lượng nhiệt bị loại bỏ giữa các rãnh lõm tùy thuộc vào các kẽ hở như vậy, điều này dẫn đến vấn đề là không thể điều chỉnh một cách thích hợp sự làm mát của vỏ đã hóa rắn. Ngoài ra, cũng có vấn đề là các mảnh để làm đầy làm bằng kim loại ngoại lai hoặc gốm có xu hướng bị tách ra từ tấm đồng làm khuôn.

Danh sách tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Công bố đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản đang xét nghiệm số 2005-297001

Tài liệu sáng chế 2: Công bố đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản đang xét nghiệm số 9-276994

Tài liệu sáng chế 3: Công bố đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản đang xét nghiệm số 10-193041

Tài liệu sáng chế 4: Công bố đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản đang xét nghiệm số 1-289542

Tài liệu sáng chế 5: Công bố đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản đang xét nghiệm số 2-6037

Tài liệu sáng chế 6: Công bố đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản đang xét nghiệm số 1-170550

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Sáng chế đã được hoàn thành xem xét đến tình trạng được mô tả ở trên, và mục đích của sáng chế là tạo ra khuôn đúc liên tục mà với nó có thể ngăn chặn, trong khoảng thời gian dài, vết nứt bề mặt xuất hiện trong mảnh đúc do việc làm mát không đồng nhất của vỏ đã hóa rắn trong giai đoạn hóa rắn ban đầu và vết nứt bề mặt xuất hiện trong mảnh đúc do sự biến đổi về chiều dày của vỏ đã hóa rắn gây ra bởi sự chuyển đổi từ sắt δ sang sắt γ sau phản ứng peritectic trong thép có hàm lượng cacbon trung bình mà không có sự trào ra cưỡng bức xảy ra lúc bắt đầu đúc hoặc sự giảm tuổi thọ của khuôn do vết nứt bề mặt xuất hiện trong tấm đồng làm khuôn, và đề xuất phương pháp đúc liên tục thép sử dụng khuôn đúc liên tục này.

Giải pháp cho vấn đề

Đối tượng bảo hộ của sáng chế để giải quyết các vấn đề được mô tả ở trên như sau.

[1] Khuôn đúc liên tục, khuôn này là khuôn đúc liên tục được làm mát bằng nước, bao gồm:

các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được tạo ra bằng cách làm đầy các rãnh lõm bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp trong vùng, trên bề mặt thành phía trong của tấm đồng làm khuôn mà làm bằng hợp kim đồng và cấu thành nên khuôn, từ vị trí nằm ở bên trên mặt khum đến vị trí nằm ở bên dưới mặt khum, trong đó,

tỉ lệ độ dẫn nhiệt λ_m (W/(m × K)) của kim loại có độ dẫn nhiệt thấp so với độ dẫn nhiệt λ_c (W/(m × K)) của tấm đồng làm khuôn là 80% hoặc thấp hơn, và

tỉ lệ nhiệt trở R được xác định bằng biểu thức (1) dưới đây là 5% hoặc lớn hơn.

$$R = \{(T - H)/(1000 \times \lambda_c) + H/(1000 \times \lambda_m) - T/(1000 \times \lambda_c)\} / \{T/(1000 \times \lambda_c)\} \times 100 \cdots (1)$$

Ở đây, R biểu thị tỉ lệ nhiệt trở (%) của các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp so với tấm đồng làm khuôn, T biểu thị khoảng cách (mm) từ bề mặt đáy của khe của tấm đồng làm khuôn, mà được sử dụng làm kênh dẫn dòng của nước làm mát khuôn, đến bề mặt của tấm đồng làm khuôn, và H biểu thị chiều dày làm đầy (mm) của kim loại có độ dẫn nhiệt thấp.

[2] Khuôn đúc liên tục theo mục [1] ở trên, trong đó các rãnh lõm được tạo ra trong vùng, trên bề mặt thành phía trong của tấm đồng làm khuôn, từ vị trí nằm ở bên trên mặt khum đến vị trí nằm ở bên dưới mặt khum và ở khoảng cách bằng hoặc lớn hơn chiều dài L_0 (mm) từ mặt khum, trong đó L_0 được tính bằng biểu thức (2) dưới đây từ tốc độ kéo mảnh đúc V_c (m/phút).

$$L_0 = 2 \times V_c \times 1000/60 \cdots (2)$$

[3] Khuôn đúc liên tục theo mục [1] hoặc [2] ở trên, có phân bố nhiệt trở tuần hoàn hoặc phân bố nhiệt thông tuần hoàn trong vùng, trên bề mặt thành phía trong của tấm đồng làm khuôn, trong đó các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được tạo ra.

[4] Khuôn đúc liên tục theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [3] ở trên, trong đó, các lỗ hổng của các rãnh lõm trên bề mặt thành phía trong của tấm đồng làm

khuôn có hình tròn hoặc hình gần tròn, và trong đó hình tròn có đường kính từ 2 mm đến 20 mm và hình gần tròn có đường kính của hình tròn tương đương từ 2 mm đến 20 mm.

[5] Khuôn đúc liên tục theo mục [4] ở trên, trong đó khoảng cách giữa các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp thỏa mãn biểu thức (3) dưới đây về đường kính hoặc đường kính của hình tròn tương đương của các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp.

$$P \geq 0,25 \times d \cdots (3)$$

Ở đây, P biểu thị khoảng cách (mm) giữa các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp và d biểu thị đường kính (mm) hoặc đường kính của hình tròn tương đương (mm) của các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp.

[6] Khuôn đúc liên tục theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [5] ở trên, trong đó, tỉ lệ của tổng diện tích B (mm²) của tất cả các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp so với diện tích A (mm²) của vùng, trên bề mặt thành phía trong của tấm đồng làm khuôn, trong đó các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được tạo ra, tức là, tỉ lệ diện tích S ($S = (B/A) \times 100$), là 10% hoặc lớn hơn, và trong đó tỉ lệ của tổng chiều dài C (mm) của các đường ranh giới giữa tất cả các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp và tấm đồng làm khuôn so với diện tích A (mm²), tức là, tỉ lệ ε ($\varepsilon = C/A$), thỏa mãn biểu thức (4) ở bên dưới.

$$0,07 \leq \varepsilon \leq 0,60 \cdots (4)$$

[7] Khuôn đúc liên tục theo mục [6] ở trên, trong đó các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được tạo ra riêng biệt.

[8] Khuôn đúc liên tục theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [7] ở trên, trong đó các rãnh lõm được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp bằng cách xử lý mạ hoặc xử lý phun nhiệt.

[9] Khuôn đúc liên tục theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [8] ở trên, trong đó lớp phủ có chiều dày là 2,0 mm hoặc nhỏ hơn và chứa niken hoặc hợp kim

chứa niken được tạo ra trên bề mặt thành phía trong của tấm đồng làm khuôn, và trong đó các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được bao phủ bởi lớp phủ.

[10] Phương pháp đúc liên tục thép, sử dụng khuôn đúc liên tục theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [9] ở trên, phương pháp bao gồm các bước:

Phun thép có hàm lượng cacbon trung bình có hàm lượng cacbon từ 0,08% theo khối lượng đến 0,17% theo khối lượng vào khuôn, và kéo thép có hàm lượng cacbon trung bình ra khỏi khuôn dưới dạng phôi tấm đúc có chiều dày là 200 mm hoặc lớn hơn ở tốc độ kéo mảnh đúc là 1,5 m/phút hoặc lớn hơn.

Hiệu quả đạt được bởi sáng chế

Theo sáng chế, các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp, mà được tạo ra bằng cách làm đầy các phần bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp có tỉ lệ nhiệt trở R, tức là, tỉ lệ nhiệt trở của các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp so với tấm đồng làm khuôn, là 5% hoặc lớn hơn và độ dẫn nhiệt mà bằng 80% độ dẫn nhiệt của tấm đồng làm khuôn hoặc thấp hơn, được bố trí theo hướng chiều rộng và hướng đúc của khuôn đúc liên tục trong vùng bao gồm vị trí mặt khum lân cận với mặt khum. Với điều này, bởi vì nhiệt trở của khuôn đúc liên tục tăng lên và giảm xuống tuần hoàn theo hướng chiều rộng và hướng đúc của khuôn đúc liên tục lân cận với mặt khum, nên nhiệt thông từ vỏ đã hóa rắn đến khuôn đúc liên tục tăng lên và giảm xuống tuần hoàn trong vùng lân cận với mặt khum, tức là, trong giai đoạn hóa rắn ban đầu. Do sự tăng và giảm nhiệt thông tuần hoàn như vậy, bởi vì có sự giảm về ứng suất do sự chuyển đổi từ sắt δ sang sắt γ và trong ứng suất nhiệt, có sự giảm về lượng biến dạng của vỏ đã hóa rắn gây ra bởi các ứng suất này. Do sự giảm về lượng biến dạng của vỏ đã hóa rắn, bởi vì sự phân phối không đồng nhất của nhiệt thông gây ra bởi sự biến dạng của vỏ đã hóa rắn được đồng nhất hóa, và bởi vì ứng suất tạo ra được phân tán, nên có sự giảm về lượng các biến dạng khác nhau, điều này dẫn đến vết nứt bề mặt được ngăn không xuất hiện trong vỏ đã hóa rắn.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ từ phía bên dạng giản đồ của tấm đồng làm khuôn trên cạnh dài của khuôn cấu thành nên một phần của khuôn đúc liên tục được làm mát bằng nước theo các phương án thực hiện của sáng chế được nhìn từ phía bề mặt thành phía trong.

Fig.2 là hình vẽ mặt cắt ngang X-X' của tấm đồng làm khuôn trên cạnh dài của khuôn trên Fig.1.

Fig.3 là sơ đồ khái niệm minh họa việc phân phối nhiệt trở phù hợp với các vị trí trong đó các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được tạo ra ở ba vị trí trên tấm đồng làm khuôn có các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp trên cạnh dài của khuôn.

Fig.4 là sơ đồ dạng giản đồ minh họa ví dụ trong đó lớp phủ được tạo ra trên bề mặt thành phía trong của tấm đồng làm khuôn trên cạnh dài của khuôn để bảo vệ bề mặt của khuôn.

Fig.5 là sơ đồ minh họa các kết quả khảo sát về ảnh hưởng của độ dẫn nhiệt của kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được sử dụng cho các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp đối với vết nứt bề mặt xuất hiện trong mảnh đúc.

Fig.6 là sơ đồ minh họa các kết quả khảo sát về ảnh hưởng của tỉ lệ nhiệt trở R của các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp so với tấm đồng làm khuôn đối với vết nứt bề mặt xuất hiện trong mảnh đúc.

Fig.7 là sơ đồ minh họa các kết quả khảo sát về các ảnh hưởng của tỉ lệ diện tích S và tỉ lệ chiều dài ranh giới ε của các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp đối với vết nứt bề mặt xuất hiện trong mảnh đúc.

Fig.8 là sơ đồ minh họa các kết quả khảo sát về ảnh hưởng của đường kính d của các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp đối với vết nứt bề mặt xuất hiện trong mảnh đúc.

Fig.9 là hình vẽ từ phía bên dạng giản đồ minh họa các cách bố trí của các phần

được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp trong các thử nghiệm từ số 40 đến số 44.

Fig.10 là sơ đồ dạng giản đồ minh họa cách bố trí của các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp trong thử nghiệm số 45.

Fig.11 là sơ đồ dạng giản đồ minh họa cách bố trí của các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp trong thử nghiệm số 46.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây, sáng chế sẽ được mô tả cụ thể qua các phương án của sáng chế. Fig.1 là hình vẽ từ phía bên dạng giản đồ của tấm đồng làm khuôn 1 trên cạnh dài của khuôn cấu thành nên một phần của khuôn đúc liên tục được làm mát bằng nước theo các phương án thực hiện của sáng chế, tức là, tấm đồng làm khuôn 1 trên cạnh dài của khuôn có các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được tạo ra ở phía bề mặt thành phía trong của khuôn, được nhìn từ phía bề mặt thành phía trong. Ngoài ra, Fig.2 là hình vẽ mặt cắt ngang X-X' của tấm đồng làm khuôn 1 trên cạnh dài của khuôn trên Fig.1.

Khuôn đúc liên tục trên Fig.1 là ví dụ của khuôn đúc liên tục được sử dụng để đúc phôi tấm đúc. Khuôn đúc liên tục được làm mát bằng nước làm bằng hợp kim đồng dùng cho phôi tấm đúc gồm có dạng kết hợp của cặp các tấm đồng làm khuôn làm bằng hợp kim đồng trên cạnh dài của khuôn và cặp các tấm đồng làm khuôn làm bằng hợp kim đồng trên cạnh ngắn của khuôn. Trong số các tấm đồng làm khuôn như vậy, tấm đồng làm khuôn 1 trên cạnh dài của khuôn được minh họa trên Fig.1. Theo giả định rằng tấm đồng làm khuôn trên cạnh ngắn của khuôn có các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được tạo ra ở phía bề mặt thành phía trong của khuôn như trong trường hợp của tấm đồng làm khuôn 1 trên cạnh dài của khuôn, sự mô tả tấm đồng làm khuôn trên cạnh ngắn của khuôn được bỏ qua ở đây. Tuy nhiên, trong trường hợp của phôi tấm đúc, bởi vì sự tập trung ứng suất có xu hướng xảy ra trong vỏ đã hóa rắn trên cạnh dài của mảnh đúc do hình dạng của nó có chiều rộng

vượt quá đáng kể chiều dày của nó, nên vết nứt bề mặt có xu hướng xuất hiện trên cạnh dài của mảnh đúc. Do đó, không cần tạo ra các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp trên tấm đồng làm khuôn trên cạnh ngắn của khuôn của khuôn đúc liên tục được sử dụng cho phôi tấm đúc.

Như được minh họa trên Fig.1, các phần 3 có đường kính d và được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được tạo ra với khoảng cách P giữa các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp trong vùng, trên bề mặt thành phía trong của tấm đồng làm khuôn 1 trên cạnh dài của khuôn, từ vị trí nằm ở bên trên vị trí của mặt khum khi việc đúc cố định được thực hiện trên tấm đồng làm khuôn 1 trên cạnh dài của khuôn và ở khoảng cách bằng chiều dài Q (chiều dài Q được gán trị số lớn hơn 0) từ mặt khum đến vị trí nằm ở bên dưới mặt khum và ở khoảng cách bằng chiều dài L từ mặt khum. Ở đây, thuật ngữ "mặt khum" chỉ "bề mặt phía trên của thép nóng chảy trong khuôn", và, mặc dù vị trí của nó không rõ ràng khi việc đúc không được thực hiện, nhưng vị trí mặt khum được thiết đặt thấp hơn mép phía trên của tấm đồng làm khuôn khoảng 50 mm đến 200 mm khi vận hành đúc liên tục thép thông thường. Do đó, ngay cả trong trường hợp mà vị trí mặt khum thấp hơn mép phía trên của tấm đồng làm khuôn 1 trên cạnh dài của khuôn 50 mm hoặc 200 mm, các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp có thể được bố trí để cho chiều dài Q và chiều dài L thỏa mãn các điều kiện theo sáng chế như được mô tả dưới đây.

Như được minh họa trên Fig.2, các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được tạo ra trên bề mặt thành phía trong của tấm đồng làm khuôn 1 trên cạnh dài của khuôn bằng cách làm đầy riêng biệt các rãnh lõm được tạo hình tròn 2 có đường kính d bằng kim loại (sau đây, được gọi là "kim loại có độ dẫn nhiệt thấp") có độ dẫn nhiệt λ_m , mà bằng 80% hoặc thấp hơn so với độ dẫn nhiệt λ_c của hợp kim đồng được sử dụng để tạo nên tấm đồng làm khuôn 1 trên cạnh dài của khuôn qua xử lý mạ hoặc xử lý phun nhiệt. Ở đây, các rãnh lõm 2 có hình dạng phần hở hình tròn trên bề mặt thành phía trong của tấm đồng làm khuôn được gọi là "các rãnh lõm hình tròn". Ngoài ra, số chỉ dẫn 4 trên Fig.2 biểu thị khe mà được sử dụng làm kênh dẫn dòng của

nước làm mát khuôn và được bố trí ở phía bề mặt đáy của tấm đồng làm khuôn 1 trên cạnh dài của khuôn, và số chỉ dẫn 5 biểu thị tấm đáy mà tiếp xúc gần với bề mặt đáy của tấm đồng làm khuôn 1 trên cạnh dài của khuôn.

Fig.3 là sơ đồ khái niệm minh họa việc phân phối nhiệt trở phù hợp với các vị trí trong đó các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được tạo ra ở ba vị trí trên tấm đồng làm khuôn 1 có các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp trên cạnh dài của khuôn. Như được minh họa trên Fig.3, có sự tăng tương đối về nhiệt trở ở các vị trí trong đó các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được tạo ra.

Bằng cách bố trí các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp theo hướng chiều rộng và hướng đúc của khuôn đúc liên tục trong vùng bao gồm mặt khum lân cận với mặt khum này, việc phân phối nhiệt trở của khuôn đúc liên tục, trong đó nhiệt trở tăng lên và giảm xuống tuần hoàn theo hướng chiều rộng và hướng đúc của khuôn đúc liên tục lân cận với mặt khum, được thực hiện. Với điều này, việc phân phối nhiệt thông từ vỏ đã hóa rắn đến khuôn đúc liên tục, trong đó nhiệt thông tăng lên và giảm xuống tuần hoàn trong vùng lân cận với mặt khum, tức là, trong giai đoạn hóa rắn ban đầu, được thực hiện.

Do sự tăng và giảm tuần hoàn như vậy về nhiệt thông, bởi vì có sự giảm ứng suất được tạo ra trong vỏ đã hóa rắn do sự chuyển đổi từ sắt δ sang sắt γ (sau đây, được gọi là "sự chuyển đổi δ/γ ") và trong ứng suất nhiệt, có sự giảm về lượng biến dạng của vỏ đã hóa rắn gây ra bởi các ứng suất này. Do sự giảm về lượng biến dạng của vỏ đã hóa rắn, bởi vì sự phân phối không đồng nhất của nhiệt thông gây ra bởi sự biến dạng của vỏ đã hóa rắn được đồng nhất hóa, và bởi vì ứng suất tạo ra được phân tán, nên có sự giảm về lượng của các biến dạng khác nhau, điều này dẫn đến vết nứt bề mặt được ngăn không xuất hiện trong vỏ đã hóa rắn.

Ở đây, tỉ lệ giữa độ dẫn nhiệt λ_c của hợp kim đồng và độ dẫn nhiệt λ_m của kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được xác định là tỉ lệ ở nhiệt độ phòng (khoảng 20°C). Mặc dù các độ dẫn nhiệt của hợp kim đồng và kim loại có độ dẫn nhiệt thấp thường giảm

cùng với sự tăng nhiệt độ, trong trường hợp mà tỉ lệ độ dẫn nhiệt λ_m của kim loại có độ dẫn nhiệt thấp so với độ dẫn nhiệt λ_c của hợp kim đồng là 80% hoặc thấp hơn ở nhiệt độ phòng, có thể tạo ra sai khác về nhiệt trở giữa các vị trí trong đó các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được tạo ra và các vị trí trong đó không phần 3 nào như vậy được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được tạo ra ngay cả ở nhiệt độ (khoảng 200°C đến 350°C) mà ở nhiệt độ đó khuôn đúc liên tục được sử dụng.

Theo các phương án thực hiện của sáng chế, để thực hiện việc phân phối nhiệt thông từ vỏ đã hóa rắn đến khuôn đúc liên tục, trong đó nhiệt thông tăng lên và giảm xuống tuần hoàn, tức là, để tạo ra sai khác rõ rệt về nhiệt trở giữa các vị trí trong đó các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được tạo ra và các vị trí trong đó không có phần 3 nào như vậy được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được tạo ra, các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được tạo ra phù hợp với hình dạng của tấm đồng làm khuôn để cho tỉ lệ nhiệt trở R của các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp so với tấm đồng làm khuôn, mà được xác định bằng biểu thức (1) dưới đây, là 5% hoặc lớn hơn. Ở đây, tỉ lệ nhiệt trở R, như được trình bày trong biểu thức (1), được xác định bởi khoảng cách T từ bề mặt đáy 4a của khe 4 của tấm đồng làm khuôn, mà được sử dụng làm kênh dẫn dòng của nước làm mát khuôn, đến bề mặt của tấm đồng làm khuôn, chiều dày làm đầy H của kim loại có độ dẫn nhiệt thấp trong các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp, độ dẫn nhiệt λ_c của tấm đồng làm khuôn, và độ dẫn nhiệt λ_m của kim loại có độ dẫn nhiệt thấp.

$$R = \{(T - H)/(1000 \times \lambda_c) + H/(1000 \times \lambda_m) - T/(1000 \times \lambda_c)\} / \{T/(1000 \times \lambda_c)\} \times 100 \dots (1)$$

Ở đây, trong biểu thức (1), R biểu thị tỉ lệ nhiệt trở (%) của các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp so với tấm đồng làm khuôn, T biểu thị khoảng cách (mm) từ bề mặt đáy của khe của tấm đồng làm khuôn, mà được sử dụng làm kênh dẫn dòng của nước làm mát khuôn, đến bề mặt của tấm đồng làm khuôn, H biểu thị

chiều dày làm đầy (mm) của kim loại có độ dẫn nhiệt thấp, λ_c biểu thị độ dẫn nhiệt ($W/(m \times K)$) của tấm đồng làm khuôn, và λ_m biểu thị độ dẫn nhiệt ($W/(m \times K)$) của kim loại có độ dẫn nhiệt thấp.

Ở đây, trong trường hợp mà tỉ lệ nhiệt trở R lớn hơn 100%, bởi vì có độ trễ hóa rắn đáng kể ở các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp, nên việc hóa rắn không đồng nhất được đẩy mạnh, điều này làm tăng nguy cơ vết nứt bề mặt và sự trào ra xảy ra trong mảnh đúc. Do đó, tốt hơn là tỉ lệ nhiệt trở R là 100% hoặc thấp hơn.

Khi xem xét ảnh hưởng đối với sự hóa rắn giai đoạn ban đầu, tốt hơn là mép phía dưới của vùng trong đó các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được đặt ở bên dưới mặt khum và ở khoảng cách bằng hoặc lớn hơn chiều dài L_0 từ mặt khum, trong đó L_0 được tính bằng biểu thức (2) dưới đây từ tốc độ kéo mảnh đúc V_c khi việc đúc cố định được thực hiện. Tức là, tốt hơn là chiều dài L từ mặt khum trên Fig.1 bằng hoặc lớn hơn chiều dài L_0 .

$$L_0 = 2 \times V_c \times 1000/60 \cdots (2)$$

Ở đây, trong biểu thức (2), L_0 biểu thị chiều dài (mm), V_c biểu thị tốc độ kéo mảnh đúc (m/phút).

Chiều dài L_0 có liên quan đến thời gian cần có để mảnh đúc mà đã bắt đầu được hóa rắn đi xuyên qua vùng trong đó các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được tạo ra, và, để ngăn chặn vết nứt bề mặt xuất hiện trong mảnh đúc, tốt hơn là mảnh đúc vẫn ở trong vùng trong đó các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được tạo ra ít nhất 2 giây sau khi sự hóa rắn bắt đầu. Để đảm bảo rằng mảnh đúc vẫn ở trong vùng trong đó các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được tạo ra ít nhất 2 giây sau khi sự hóa rắn bắt đầu, điều cần thiết là chiều dài L_0 thỏa mãn biểu thức (2).

Bằng cách đảm bảo rằng mảnh đúc mà đã bắt đầu được hóa rắn vẫn ở trong vùng trong đó các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được tạo ra

ít nhất 2 giây, bởi vì hiệu quả của sự biến đổi tuần hoàn về nhiệt thông gây ra bởi các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được thực hiện đầy đủ, nên có thể tăng hiệu quả ngăn chặn vết nứt bề mặt xuất hiện trong mảnh đúc trong trường hợp mà vết nứt bề mặt có xu hướng xuất hiện trong vỏ đã hóa rắn, tức là, khi việc đúc tốc độ cao được thực hiện hoặc khi thép có hàm lượng cacbon trung bình được đúc. Để thực hiện một cách ổn định hiệu quả của sự biến đổi tuần hoàn về nhiệt thông gây ra bởi các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp, tốt hơn nữa là đảm bảo rằng thời gian cần có để mảnh đúc đi xuyên qua vùng trong đó các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được tạo ra là 4 giây hoặc lớn hơn. Mặt khác, mặc dù không cần đặt giới hạn đối với giới hạn trên của chiều dài L , tốt hơn là chiều dài L là 5 lần hoặc ít hơn so với chiều dài L_0 xét về việc giảm chi phí để tạo ra các rãnh lõm và thực hiện xử lý mạ hoặc xử lý phun nhiệt trên bề mặt của tấm đồng làm khuôn để tạo ra các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp.

Mặt khác, bởi vì mép phía trên của vùng trong đó các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được tạo ra có thể được đặt ở vị trí bất kỳ miễn là vị trí này ở bên trên mặt khum, nên chiều dài Q trên Fig.1 có thể nhận trị số lớn hơn 0. Tuy nhiên, bởi vì mặt khum di chuyển theo hướng đi lên và đi xuống khi việc đúc được thực hiện, để đảm bảo rằng mép phía trên của vùng trong đó các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được tạo ra luôn luôn được đặt ở vị trí ở bên trên mặt khum, tốt hơn là mép phía trên của các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được đặt cao hơn mặt khum được thiết đặt khoảng 10 mm, hoặc tốt hơn nữa là khoảng 20 mm đến 50 mm.

Mặc dù, trong trường hợp của ví dụ được minh họa trên Fig.1 và Fig.2, hình dạng phần hở của các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp trên bề mặt thành phía trong của tấm đồng làm khuôn 1 trên cạnh dài của khuôn là hình tròn, nhưng hình dạng phần hở không cần phải là hình tròn. Bất kỳ loại hình dạng nào cũng có thể được sử dụng miễn là hình dạng này là hình dạng tương tự như hình tròn như là hình elip mà không có cái được gọi là "góc có cạnh". Sau đây, hình dạng tương tự như

hình tròn sẽ được gọi là "hình gần tròn". Trong trường hợp mà hình dạng phần hở của các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp là hình gần tròn, các rãnh 2 được tạo ra trên bề mặt thành phía trong của tấm đồng làm khuôn 1 trên cạnh dài của khuôn để tạo ra các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được gọi là "các rãnh có hình gần tròn". Các ví dụ về hình gần tròn bao gồm hình elip và hình chữ nhật có các góc có hình dạng cung tròn hoặc cung elip mà không có góc có cạnh, và, hơn nữa, hình dạng như là kiểu mẫu được tạo hình dạng bàn đạp có thể được sử dụng. Kích thước của hình gần tròn được đo theo đường kính của hình tròn tương đương, mà được tính từ diện tích của phần hở có hình gần tròn trên bề mặt thành phía trong của tấm đồng làm khuôn 1 trên cạnh dài của khuôn.

Trong trường hợp của Tài liệu sáng chế 4 và Tài liệu sáng chế 5 mà các rãnh thẳng đứng hoặc các rãnh dạng mạng lưới được tạo ra và các rãnh được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp, gặp phải vấn đề là các vết nứt bề mặt xuất hiện trong tấm đồng làm khuôn bởi vì ứng suất gây ra bởi sai khác về biến dạng do nhiệt giữa kim loại có độ dẫn nhiệt thấp và đồng tập trung ở bề mặt ranh giới giữa kim loại có độ dẫn nhiệt thấp và đồng và ở các giao điểm của các phần dạng mạng lưới. Ngược lại, trong trường hợp của khuôn đúc liên tục theo các phương án thực hiện của sáng chế, hình dạng của các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được thiết đặt là hình tròn hoặc hình gần tròn. Với điều này, bởi vì bề mặt ranh giới giữa kim loại có độ dẫn nhiệt thấp và đồng là bề mặt cong, nên ứng suất ít có khả năng tập trung ở bề mặt ranh giới, điều này dẫn đến lợi thế là vết nứt bề mặt ít có khả năng xuất hiện trong tấm đồng làm khuôn.

Tốt hơn là các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp có đường kính d hoặc đường kính của hình tròn tương đương d từ 2 mm đến 20 mm. Bằng cách điều chỉnh đường kính d hoặc đường kính của hình tròn tương đương d của các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp là 2 mm hoặc lớn hơn, bởi vì nhiệt thông giảm một lượng đủ trong các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp, nên có thể tăng hiệu quả ngăn chặn vết nứt bề mặt xuất hiện trong

mảnh đúc. Ngoài ra, bằng cách điều chỉnh đường kính d hoặc đường kính của hình tròn tương đương d là 2 mm hoặc lớn hơn, dễ dàng làm đầy các rãnh lõm hình tròn 2 hoặc các rãnh lõm hình gần tròn 2 bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp bằng cách thực hiện xử lý mạ hoặc xử lý phun nhiệt. Mặt khác, bằng cách điều chỉnh đường kính d hoặc đường kính của hình tròn tương đương d của các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp là 20 mm hoặc nhỏ hơn, bởi vì sự giảm về nhiệt thông trong các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được ngăn chặn, tức là, bởi vì độ trễ hóa rắn trong các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được ngăn chặn, nên sự tập trung ứng suất trong vỏ đã hóa rắn ở các vị trí tương ứng với các phần 3 được ngăn cản, điều này dẫn đến vết nứt bề mặt được ngăn không xuất hiện trong vỏ đã hóa rắn. Tức là, bởi vì có xu hướng là số lượng các vết nứt bề mặt xuất hiện trong vỏ đã hóa rắn tăng trong trường hợp mà đường kính d hoặc đường kính của hình tròn tương đương d lớn hơn 20 mm, tốt hơn là các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp có đường kính d hoặc đường kính của hình tròn tương đương d là 20 mm hoặc nhỏ hơn. Ở đây, trong trường hợp mà các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp có hình gần tròn, đường kính của hình tròn tương đương d của hình gần tròn được tính bằng biểu thức (5) dưới đây.

$$\text{đường kính của hình tròn tương đương} = (4 \times S/\pi)^{1/2} \dots (5)$$

Ở đây, trong biểu thức (5), S biểu thị diện tích (mm^2) của lỗ hổng của các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp trên bề mặt thành phía trong của tấm đồng làm khuôn.

Điều cần thiết là tỉ lệ độ dẫn nhiệt λ_m của kim loại có độ dẫn nhiệt thấp mà các rãnh lõm hình tròn hoặc các rãnh lõm hình gần tròn được làm đầy so với độ dẫn nhiệt λ_c của hợp kim đồng được sử dụng để tạo nên tấm đồng làm khuôn là 80% hoặc thấp hơn. Nhờ có kim loại có độ dẫn nhiệt thấp mà độ dẫn nhiệt của nó là 80% hoặc thấp hơn so với độ dẫn nhiệt của hợp kim đồng, bởi vì hiệu quả của sự biến đổi tuần hoàn về nhiệt thông gây ra bởi các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được thực hiện đầy đủ, nên có thể thực hiện đầy đủ hiệu quả ngăn chặn vết nứt bề mặt

xuất hiện trong mảnh đúc ngay cả trong trường hợp mà vết nứt bề mặt có xu hướng xuất hiện, tức là, khi việc đúc tốc độ cao được thực hiện hoặc khi thép có hàm lượng cacbon trung bình được đúc.

Các ví dụ về kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được sử dụng làm khuôn đúc liên tục theo các phương án thực hiện của sáng chế bao gồm niken (Ni, có độ dẫn nhiệt là $90,5 \text{ W/(m} \times \text{K)}$), hợp kim nền niken, crom (Cr, có độ dẫn nhiệt là $67 \text{ W/(m} \times \text{K)}$), và coban (Co, có độ dẫn nhiệt là $70 \text{ W/(m} \times \text{K)}$), mà dễ dàng sử dụng làm các nguyên liệu làm đầy trong quá trình xử lý mạ hoặc xử lý phun nhiệt. Ở đây, độ dẫn nhiệt được mô tả trong bản mô tả sáng chế là đại lượng được xác định ở nhiệt độ phòng (khoảng 20°C).

Ngoài ra, hợp kim đồng mà, lượng nhỏ, ví dụ, crom và zirconi (Zr) mà thường được sử dụng làm khuôn đúc liên tục được bổ sung vào đó, có thể được sử dụng làm hợp kim đồng mà được sử dụng làm tấm đồng làm khuôn. Ngày nay, để đồng nhất hóa việc hóa rắn trong khuôn hoặc ngăn cản các chất lẫn trong thép nóng chảy bị giữ lại trong vỏ đã hóa rắn, khuôn đúc liên tục thường có thiết bị khuấy dùng nam châm điện mà bằng thiết bị này, thép nóng chảy trong khuôn được khuấy. Trong trường hợp này, để ngăn chặn sự yếu đi của cường độ từ trường tác động từ cuộn cảm đến thép nóng chảy, hợp kim đồng mà độ dẫn điện của nó bị giảm được sử dụng. Trong trường hợp của hợp kim đồng như vậy, bởi vì độ dẫn nhiệt giảm cùng với sự giảm độ dẫn điện, nên có trường hợp mà hợp kim đồng mà độ dẫn nhiệt của nó bằng khoảng $1/2$ độ dẫn điện của đồng nguyên chất được sử dụng làm tấm đồng làm khuôn ngày nay. Trong trường hợp của khuôn đúc liên tục như vậy, mặc dù có sự giảm về sai khác về độ dẫn nhiệt giữa tấm đồng làm khuôn và kim loại có độ dẫn nhiệt thấp, nhưng hiệu quả ngăn chặn vết nứt bề mặt xuất hiện trong mảnh đúc được thực hiện bằng cách điều chỉnh nhiệt trở R được xác định bằng biểu thức (1) ở trên là 5% hoặc lớn hơn.

Tốt hơn là chiều dày làm đầy H của các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp là 0,5 mm hoặc lớn hơn. Bằng cách điều chỉnh chiều dày làm đầy H là 0,5 mm hoặc lớn hơn, bởi vì nhiệt thông giảm một lượng đủ trong các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp, nên có thể thực hiện hiệu quả ngăn chặn

vết nứt bề mặt xuất hiện trong mảnh đúc.

Ngoài ra, tốt hơn là chiều dày làm đầy H của các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp bằng hoặc nhỏ hơn đường kính d hoặc đường kính của hình tròn tương đương d của các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp. Bởi vì chiều dày làm đầy H được điều chỉnh bằng hoặc nhỏ hơn đường kính d hoặc đường kính của hình tròn tương đương d của các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp, nên dễ dàng làm đầy các rãnh lõm 2 bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp bằng cách thực hiện xử lý mạ hoặc xử lý phun nhiệt, và kê hở hoặc vết nứt không xuất hiện giữa các mảnh để làm đầy làm bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp và tấm đồng làm khuôn. Trong trường hợp mà kê hở hoặc vết nứt xuất hiện giữa các mảnh để làm đầy làm bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp và tấm đồng làm khuôn, vết nứt hoặc sự tách xuất hiện trong kim loại có độ dẫn nhiệt thấp, điều này dẫn đến sự giảm tuổi thọ của khuôn và dẫn đến không chỉ vết nứt mà còn sự trào ra cưỡng bức xảy ra trong mảnh đúc.

Tốt hơn là khoảng cách P giữa các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp bằng 0,25 lần hoặc nhiều hơn so với đường kính d hoặc đường kính của hình tròn tương đương d của các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp. Tức là, tốt hơn là khoảng cách P giữa các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp thỏa mãn biểu thức (3) dưới đây về đường kính d hoặc đường kính của hình tròn tương đương d của các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp.

$$P \geq 0,25 \times d \cdots (3)$$

Ở đây, trong biểu thức (3), P biểu thị khoảng cách (mm) giữa các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp và d biểu thị đường kính (mm) hoặc đường kính của hình tròn tương đương (mm) của các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp.

Ở đây, biểu thức "khoảng cách P giữa các phần được làm đầy bằng kim loại có

độ dẫn nhiệt thấp" chỉ khoảng cách ngắn nhất giữa các mép của các phần gần kề 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp như được minh họa trên Fig.1. Bằng cách điều chỉnh khoảng cách P giữa các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp bằng hoặc lớn hơn " $0,25 \times d$ ", bởi vì khoảng cách đủ lớn và sai khác về nhiệt thông giữa các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp và phần hợp kim đồng (trong đó không phần 3 nào như vậy được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được tạo ra) đủ lớn, nên có thể thực hiện hiệu quả ngăn chặn vết nứt bề mặt xuất hiện trong mảnh đúc. Mặc dù không có giới hạn cụ thể đối với giới hạn trên của khoảng cách P giữa các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp, bởi vì có sự giảm về tỉ lệ diện tích của các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp trong trường hợp mà khoảng cách P lớn, nên tốt hơn là khoảng cách P bằng hoặc nhỏ hơn " $2,0 \times d$ ".

Mặc dù tốt hơn là các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được bố trí theo kiểu mẫu zic-zắc như được minh họa trên Fig.1, nhưng kiểu mẫu bố trí của các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp không bị giới hạn ở kiểu mẫu zic-zắc, và cách bố trí bất kỳ có thể được sử dụng miễn là khoảng cách P giữa các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp thỏa mãn biểu thức (3) ở trên.

Tốt hơn là tỉ lệ của tổng diện tích B (mm^2) của tất cả các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp so với diện tích A (mm^2) của vùng, trên bề mặt thành phía trong của tấm đồng làm khuôn, trong đó các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được tạo ra, tức là, tỉ lệ diện tích S ($S = (B/A) \times 100$), là 10% hoặc lớn hơn. Bằng cách điều chỉnh tỉ lệ diện tích S là 10% hoặc lớn hơn, bởi vì có thể đạt được đủ diện tích chiếm chỗ bởi các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp và có nhiệt thông thấp, nên có thể đạt được đủ sai khác về nhiệt thông giữa các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp và phần hợp kim đồng, điều này dẫn đến hiệu quả ngăn chặn vết nứt bề mặt xuất hiện trong mảnh đúc được thực hiện một cách ổn định. Ở đây, mặc dù không cần đặt giới hạn cụ thể đối với giới

hạn trên của tỉ lệ diện tích S của diện tích chiếm chỗ bởi các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp, bởi vì tốt hơn là khoảng cách P giữa các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp bằng hoặc lớn hơn " $0,25 \times d$ " như được mô tả ở trên, nên biểu thức " $P = 0,25 \times d$ " có thể được sử dụng để xác định tỉ lệ diện tích tối đa S .

Ngoài ra, tốt hơn là tỉ lệ của tổng chiều dài C (mm) của các đường ranh giới giữa tất cả các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp và tám đồng làm khuôn so với diện tích A (mm²) của vùng, trên bề mặt thành phía trong của tám đồng làm khuôn, trong đó các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được thiết lập, tức là, tỉ lệ ε ($\varepsilon = C/A$), thỏa mãn biểu thức (4) dưới đây.

$$0,07 \leq \varepsilon \leq 0,60 \cdots (4)$$

Từ các kết quả khảo sát về ảnh hưởng của tỉ lệ ε đối với vết nứt bề mặt xuất hiện trong mảnh đúc, rõ ràng là hiệu quả ngăn chặn vết nứt bề mặt xuất hiện trong trường hợp mà tỉ lệ ε không thỏa mãn biểu thức (4) nhỏ. Tỉ lệ ε thay đổi tùy thuộc vào đường kính d hoặc đường kính của hình tròn tương đương d của các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp và số lượng các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp.

Khi tỉ lệ ε nhỏ hơn 0,07, bởi vì số lượng các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp ít, nên ứng suất gây ra bởi sự giảm thể tích khi sự chuyển đổi δ/γ xảy ra hoặc sự co lại vì nhiệt ít có khả năng được phân tán khắp vỏ, điều này dẫn đến việc giảm hiệu quả ngăn chặn vết nứt bề mặt xuất hiện trong mảnh đúc. Mặt khác, khi tỉ lệ ε lớn hơn 0,60, bởi vì số lượng các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp lớn quá mức, nên lượng tăng và giảm tuần hoàn về nhiệt thông không đạt mức đích, điều này dẫn đến việc giảm hiệu quả ngăn chặn vết nứt bề mặt xuất hiện trong mảnh đúc. Ngoài ra, khi tỉ lệ ε lớn hơn 0,60, sự lỗi ra xảy ra trong mảnh đúc ngay ở bên dưới khuôn.

Mặc dù các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp về cơ bản

được tạo ra trên các tấm đồng làm khuôn trên cả cạnh dài và cạnh ngắn của khuôn đúc liên tục, nhưng trong trường hợp của phôi tấm đúc trong đó tỉ lệ của chiều dài cạnh dài của mảnh đúc so với chiều dài cạnh ngắn của mảnh đúc lớn đáng kể, bởi vì vết nứt bề mặt có xu hướng xuất hiện trên cạnh dài của mảnh đúc, có thể thực hiện hiệu quả ngăn chặn vết nứt bề mặt xuất hiện trong mảnh đúc ngay cả trong trường hợp mà các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp chỉ được tạo ra trên các tấm đồng làm khuôn trên cạnh dài của khuôn.

Ngoài ra, như được minh họa trên Fig.4, tốt hơn là lớp phủ 6 được tạo ra trên bề mặt thành phía trong của tấm đồng làm khuôn mà trên đó các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được tạo ra để ngăn cản sự mài mòn gây ra bởi vỏ đã hóa rắn và ngăn cản vết nứt bề mặt xuất hiện trong bề mặt khuôn do quá trình nhiệt. Có thể tạo ra lớp phủ 6 bằng cách thực hiện xử lý mạ mà sử dụng niken hoặc hợp kim chứa niken thường được sử dụng như là hợp kim niken-coban (hợp kim Ni-Co) hoặc hợp kim niken-crom (hợp kim Ni-Cr). Tốt hơn là chiều dày h của lớp phủ 6 là 2,0 mm hoặc nhỏ hơn. Bằng cách điều chỉnh chiều dày h của lớp phủ 6 là 2,0 mm hoặc nhỏ hơn, bởi vì ảnh hưởng của lớp phủ 6 đối với nhiệt thông giảm, có thể thực hiện đầy đủ hiệu quả biến đổi tuần hoàn về nhiệt thông gây ra bởi các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp. Tuy nhiên, trong trường hợp mà chiều dày h của lớp phủ 6 lớn hơn 0,5 lần chiều dày làm đầy H của các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp, sự biến đổi tuần hoàn về nhiệt thông gây ra bởi các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp bị ngăn không được tạo ra. Do đó, tốt hơn là chiều dày h của lớp phủ 6 bằng 0,5 lần hoặc nhỏ hơn so với chiều dày làm đầy H của các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp. Miễn là điều kiện này được thỏa mãn, chiều dày của lớp phủ 6 có thể là không đổi hoặc biến đổi từ mép phía trên của khuôn đến mép phía dưới của khuôn. Fig.4 là sơ đồ dạng giản đồ minh họa ví dụ trong đó lớp phủ được tạo ra trên bề mặt thành phía trong của tấm đồng làm khuôn trên cạnh dài của khuôn để bảo vệ bề mặt của khuôn.

Tốt hơn là khuôn đúc liên tục, mà được tạo kết cấu như được mô tả ở trên, được

sử dụng khi thổi tẩm đúc (có chiều dày là 200 mm hoặc lớn hơn) làm bằng thép có hàm lượng cacbon trung bình có hàm lượng cacbon từ 0,08% theo khối lượng đến 0,17% theo khối lượng, mà có độ nhạy vết nứt bề mặt cao, được chế tạo bằng cách thực hiện đúc liên tục. Trong trường hợp mà thổi tẩm đúc làm bằng thép có hàm lượng cacbon trung bình được chế tạo bằng cách thực hiện đúc liên tục, tốc độ kéo mảnh đúc thường đã bị giảm để ngăn chặn vết nứt bề mặt xuất hiện trong mảnh đúc. Tuy nhiên, bằng cách sử dụng khuôn đúc liên tục, mà được tạo kết cấu như được mô tả ở trên, bởi vì có thể ngăn chặn vết nứt bề mặt xuất hiện trong mảnh đúc, có thể chế tạo mảnh đúc không có vết nứt bề mặt hoặc số lượng các vết nứt bề mặt nhỏ đáng kể ngay cả bằng cách thực hiện đúc liên tục ở tốc độ kéo mảnh đúc là 1,5 m/phút hoặc lớn hơn.

Như được mô tả ở trên, trong khuôn đúc liên tục theo sáng chế, các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp và có tỉ lệ nhiệt trở R, mà được xác định bằng biểu thức (1), là 5% hoặc lớn hơn được bố trí theo hướng chiều rộng và hướng đúc của khuôn đúc liên tục trong vùng bao gồm vị trí mặt khum lân cận với mặt khum. Với điều này, bởi vì nhiệt trở của khuôn đúc liên tục lân cận với mặt khum của khuôn đúc liên tục tăng lên và giảm xuống tuần hoàn theo chiều rộng và hướng đúc của khuôn, nên nhiệt thông từ vỏ đã hóa rắn đến khuôn đúc liên tục trong giai đoạn hóa rắn ban đầu tăng lên và giảm xuống tuần hoàn. Do sự tăng và giảm tuần hoàn như vậy về nhiệt thông, bởi vì có sự giảm về ứng suất do sự chuyển đổi δ/γ và trong ứng suất nhiệt, có sự giảm lượng biến dạng của vỏ đã hóa rắn gây ra bởi các ứng suất này. Do sự giảm lượng biến dạng của vỏ đã hóa rắn, bởi vì sự phân phối không đồng nhất của nhiệt thông gây ra bởi sự biến dạng của vỏ đã hóa rắn được đồng nhất hóa, và bởi vì ứng suất được tạo ra được phân tán, nên có sự giảm về lượng của các biến dạng khác nhau, điều này dẫn đến vết nứt bề mặt được ngăn không xuất hiện trong vỏ đã hóa rắn.

Ở đây, mặc dù ví dụ trong đó các phần được tạo hình dạng giống nhau 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được bố trí theo hướng đúc hoặc hướng chiều rộng của khuôn được minh họa trên Fig.1, nhưng việc các phần được tạo hình dạng giống nhau 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được bố trí là

không cần thiết. Miền là đường kính d hoặc đường kính của hình tròn tương đương d của các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp nằm trong khoảng từ 2 mm đến 20 mm, các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp và có các đường kính khác nhau có thể được bố trí theo hướng đúc hoặc hướng chiều rộng của khuôn. Tuy nhiên, trong trường hợp mà đường kính d hoặc đường kính của hình tròn tương đương d của các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp khác nhau đáng kể giữa các địa điểm, bởi vì độ trễ hóa rắn xảy ra trong vùng trong đó tỉ lệ diện tích của các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp cao cục bộ, nên có nguy cơ vết nứt bề mặt xuất hiện trong vùng của mảnh đúc. Do đó, tốt hơn là đường kính hoặc đường kính của hình tròn tương đương của các phần bằng nhau.

Ngoài ra, mặc dù ví dụ trong đó các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp và có cùng chiều dày làm đầy H được bố trí theo hướng đúc của khuôn được minh họa trên Fig.2, nhưng điều không cần thiết là các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp và được bố trí theo hướng chiều rộng của khuôn hoặc theo hướng chiều rộng của mảnh đúc có cùng chiều dày làm đầy H , tức là, các chiều dày làm đầy H của các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp có thể khác nhau giữa các phần. Tuy nhiên, tốt hơn là tất cả các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp có chiều dày làm đầy H là 0,5 mm hoặc lớn hơn.

Hơn nữa, mặc dù ví dụ trong đó các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được bố trí ở các cách quãng đều nhau theo hướng đúc hoặc hướng chiều rộng của khuôn được minh họa trên Fig.1, nhưng việc các phần 3 được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được bố trí ở các cách quãng đều nhau là không cần thiết. Tuy nhiên, cũng trong trường hợp này, tốt hơn là khoảng cách P giữa các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp thỏa mãn biểu thức (3).

[0058]

Ngoài ra, mặc dù khuôn đúc liên tục để đúc phôi tấm đúc được mô tả ở trên, khuôn đúc liên tục theo các phương án thực hiện của sáng chế không bị giới hạn ở khuôn đúc liên tục để đúc phôi tấm đúc, tức là, có thể sử dụng khuôn đúc liên tục được

mô tả ở trên để đúc thổi hoặc thanh.

Các ví dụ

Thử nghiệm được tiến hành trong đó thép nóng chảy có thành phần hóa học chứa C: 0,05% theo khối lượng đến 0,25% theo khối lượng, Si: 0,10% theo khối lượng đến 0,35% theo khối lượng, Mn: 0,70% theo khối lượng đến 1,30% theo khối lượng, P: 0,010% theo khối lượng đến 0,030% theo khối lượng, S: 0,002% theo khối lượng đến 0,006% theo khối lượng, và Al: 0,02% theo khối lượng đến 0,05% theo khối lượng được chế tạo thành các phôi tấm đúc có chiều dài cạnh dài từ 1500 mm đến 2450 mm và chiều dài cạnh ngắn là 220 mm bằng cách thực hiện đúc liên tục sử dụng các khuôn đúc liên tục làm bằng hợp kim đồng được làm mát bằng nước trong đó các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được tạo ra trong các điều kiện khác nhau trên các bề mặt thành phía trong của các tấm đồng làm khuôn làm bằng hợp kim đồng trên các cạnh dài của khuôn và các bề mặt thành phía trong của các tấm đồng làm khuôn làm bằng hợp kim đồng trên các cạnh ngắn của khuôn, và các vết nứt bề mặt xuất hiện trong các mảnh đúc sau khi việc đúc được khảo sát.

Chiều dài từ mép phía trên đến mép phía dưới của khuôn đúc liên tục làm bằng hợp kim đồng được làm mát bằng nước được sử dụng cho thử nghiệm là 950 mm, và vị trí của mặt khum (bề mặt phía trên của thép nóng chảy trong khuôn) khi việc đúc cố định được thực hiện được thiết đặt nằm ở vị trí thấp hơn mép phía trên của khuôn 100 mm. Các rãnh lõm hình tròn được tạo ra trong vùng, trên bề mặt thành phía trong của tấm đồng làm khuôn, từ vị trí thấp hơn mép phía trên của khuôn 60 mm đến vị trí nằm ở bên dưới mặt khum được thiết đặt và ở khoảng cách bằng chiều dài L (mm) từ mặt khum, và các rãnh lõm hình tròn được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp bằng cách thực hiện xử lý mạ điện. Bằng cách lặp lại quy trình nhiều lần trong đó, sau khi thực hiện xử lý mạ điện, việc mài bề mặt được thực hiện để loại bỏ kim loại có độ dẫn nhiệt thấp mà dính vào các phần không phải là các rãnh lõm hình tròn, và xử lý mạ điện sau đó được thực hiện lại, các rãnh lõm hình tròn được làm đầy hoàn toàn bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp để tạo ra các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn

nhệt thấp. Trong trường hợp này, bề mặt nhẵn được tạo ra để cho không có sai khác về mức giữa các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp và các phần hợp kim đồng xung quanh (các phần trong đó không có phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp như vậy được tạo ra). Tiếp theo, bằng cách thực hiện xử lý mạ bằng hợp kim Ni-Co dọc theo toàn bộ bề mặt thành phía trong của tấm đồng làm khuôn, lớp phủ có chiều dày là 0,2 mm ở mép phía trên của khuôn và 2,0 mm ở mép phía dưới của khuôn được tạo ra.

Hai loại hợp kim đồng có các độ dẫn nhiệt khác nhau, tức là, 298,5 W/(m × K) và 120,0 W/(m × K), được sử dụng làm tấm đồng làm khuôn. Niken nguyên chất (có độ dẫn nhiệt là 90,5 W/(m × K)), coban nguyên chất (có độ dẫn nhiệt là 70 W/(m × K)), crom nguyên chất (có độ dẫn nhiệt là 67 W/(m × K)), và đồng nguyên chất (có độ dẫn nhiệt là 398 W/(m × K)) được sử dụng làm kim loại có độ dẫn nhiệt thấp để làm đầy (sau đây, còn được gọi là "kim loại làm đầy").

Khi vận hành đúc liên tục, bột tạo khuôn có tính kiềm ((% theo khối lượng CaO)/(% theo khối lượng SiO₂)) từ 1,0 đến 1,5 và độ nhớt ở nhiệt độ 1300°C dưới áp suất từ 0,05 Pa·s đến 0,20 Pa·s được sử dụng. Sau khi hoạt động đúc liên tục được hoàn thành, việc kiểm tra chất thấm nhuộm màu được thực hiện để khảo sát trạng thái trong đó các vết nứt bề mặt xuất hiện trong mảnh đúc. Bằng cách đếm số lượng các vết nứt bề mặt có chiều dài là 2 mm hoặc lớn hơn được phát hiện khi kiểm tra chất thấm nhuộm màu, và bằng cách xác định trị số (số lượng/m) được tính bằng cách chia tổng số lượng các vết nứt bề mặt như vậy cho chiều dài (m) theo hướng đúc mảnh đúc, mà số lượng các vết nứt bề mặt được khảo sát đối với mảnh đúc, làm chỉ số vết nứt bề mặt, trạng thái trong đó vết nứt bề mặt xuất hiện được đánh giá bằng chỉ số vết nứt bề mặt.

Các điều kiện để tạo nên các khuôn và các kết quả khảo sát bề mặt của các mảnh đúc cho các thử nghiệm từ số 1 đến số 26 được đưa ra trong Bảng 1, và các điều kiện để tạo nên các khuôn và các kết quả khảo sát bề mặt của các mảnh đúc cho các thử nghiệm từ số 27 đến số 48 được đưa ra trong Bảng 2. Ở đây, trong cột "Chú thích"

trong Bảng 1 và Bảng 2, thuật ngữ "ví dụ" chỉ trường hợp mà khuôn đúc liên tục làm bằng hợp kim đồng được làm mát bằng nước nằm trong phạm vi của sáng chế được sử dụng, thuật ngữ "ví dụ so sánh" chỉ trường hợp mà khuôn đúc liên tục làm bằng hợp kim đồng được làm mát bằng nước ngâm ngoài phạm vi của sáng chế mặc dù có các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được sử dụng, và thuật ngữ "ví dụ thông thường" chỉ trường hợp mà khuôn đúc liên tục làm bằng hợp kim đồng được làm mát bằng nước không có phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được sử dụng.

Bảng 1

Thứ nhịệm số	Độ dẫn nhiệt λ_c của tấm đồng làm khôn (W/(m·K))	Độ dẫn nhiệt λ_m của kim loại làm đầy (W/(m·K))	λ_m/λ_c $\times 100$ (%)	Chiều dày T của tấm đồng làm khôn (mm)	Đường kính d (mm)	Chiều dày H (mm)	Khoảng cách P (mm)	Tỉ lệ nhiệt trở R (%)	Tỉ lệ diện tích S của kim loại làm đầy (%)	Tỉ lệ chiều dài ranh giới ε (-)	Tốc độ kéo mảnh đúc Vc (m/phút)	Chiều dài L ₀ (mm)	Chiều dài L (mm)	Chỉ số vết nứt bề mặt của mảnh đúc (số lượng/m)	Chú thích
1	298,5	90,5	30,3	20,0	6	2	4	23,0	32,7	0,218	2,0	66,7	150	0,0	Ví dụ
2	298,5	70,0	23,5	20,0	6	2	4	32,6	32,7	0,218	2,0	66,7	150	0,0	Ví dụ
3	298,5	67,0	22,4	20,0	6	2	4	34,6	32,7	0,218	2,0	66,7	150	0,0	Ví dụ
4	298,5	398,0	133,3	20,0	6	2	4	-2,5	32,7	0,218	2,0	66,7	150	0,7	Ví dụ so sánh
5	120,0	90,5	75,4	10,0	8	4	3	13,0	48,0	0,240	2,0	66,7	150	0,0	Ví dụ
6	120,0	70,0	58,3	10,0	8	4	3	28,6	18,0	0,240	2,0	66,7	150	0,0	Ví dụ
7	120,0	67,0	55,8	10,0	8	4	3	31,6	48,0	0,240	2,0	66,7	150	0,0	Ví dụ
8	120,0	398,0	331,7	10,0	8	4	3	-27,9	48,0	0,240	2,0	83,3	200	1,0	Ví dụ so sánh
9	120,0	90,5	75,4	10,0	10	1	5	3,3	40,4	0,161	2,5	83,3	200	0,0	Ví dụ
10	120,0	90,5	75,4	10,0	10	2	5	6,5	40,4	0,161	2,5	83,3	200	0,0	Ví dụ
11	120,0	90,5	75,4	10,0	10	3	5	9,8	40,4	0,161	2,5	83,3	200	0,0	Ví dụ
12	120,0	90,5	75,4	10,0	10	5	5	16,3	40,4	0,161	2,5	83,3	200	0,0	Ví dụ
13	120,0	90,5	75,4	10,0	10	7	5	22,8	40,4	0,161	2,5	83,3	200	0,0	Ví dụ
14	120,0	90,5	75,4	10,0	10	7	5	22,8	40,4	0,161	2,5	83,3	200	0,0	Ví dụ
15	298,5	90,5	30,3	20,0	10	2	5	23,0	40,4	0,161	2,5	83,3	200	0,0	Ví dụ
16	298,5	90,5	30,3	20,0	10	5	5	57,5	40,4	0,161	2,5	83,3	200	0,0	Ví dụ
17	298,5	90,5	30,3	20,0	10	7	5	80,4	40,4	0,161	2,5	83,3	200	0,0	Ví dụ
18	298,5	90,5	30,3	20,0	10	10	5	114,9	40,4	0,161	2,5	83,3	200	0,3	Ví dụ
19	298,5	90,5	30,3	20,0	10	15	5	172,4	40,4	0,161	2,5	83,3	200	0,1	Ví dụ
20	298,5	90,5	30,3	20,0	2	1	1	11,5	40,4	0,807	2,0	66,7	100	0,0	Ví dụ
21	298,5	90,5	30,3	21,0	2	1	1,5	10,9	29,6	0,593	2,0	66,7	100	0,0	Ví dụ
22	298,5	90,5	30,3	20,0	2	1	2	11,5	22,7	0,454	2,0	66,7	100	0,0	Ví dụ
23	298,5	90,5	30,3	20,0	2	1	4	11,5	10,1	0,202	2,0	66,7	100	0,0	Ví dụ
24	298,5	90,5	30,3	20,0	2	1	7	11,5	4,5	0,090	2,0	66,7	100	0,3	Ví dụ
25	298,5	90,5	30,3	20,0	20	5	10	57,5	40,4	0,081	2,0	66,7	100	0,0	Ví dụ
26	298,5	90,5	30,3	20,0	20	5	20	57,5	22,7	0,045	2,0	66,7	100	0,2	Ví dụ

Bảng 2

Thứ nghiệm số	Độ dẫn nhiệt λ_c của tấm đồng làm khuôn (W/(m·K))	Độ dẫn nhiệt λ_m của kim loại làm đầy (W/(m·K))	λ_m/λ_c $\times 100$ (%)	Chiều dày T của tấm đồng làm khuôn (mm)	Đường kính d (mm)	Chiều dày H (mm)	Khoảng cách P (mm)	Tỉ lệ nhiệt trở R (%)	Tỉ lệ diện tích S của kim loại làm đầy (%)	Tỉ lệ chiều dài ranh gờ ε (-)	Tốc độ kéo mảnh đúc Vc (m/phút)	Chiều dài L_0 (mm)	Chiều dài L (mm)	Chỉ số vết nứt bề mặt của mảnh đúc (số lượng/m)	Chú thích
27	298,5	90,5	30,3	20,0	1,5	1	1	11,5	32,7	0,872	2,0	66,7	100	0,5	Ví dụ
28	298,5	90,5	30,3	20,0	2	1	1	11,5	40,4	0,807	2,0	66,7	100	0,0	Ví dụ
29	298,5	90,5	30,3	20,0	5	2	2	23,0	46,3	0,371	2,0	66,7	100	0,0	Ví dụ
30	298,5	90,5	30,3	20,0	10	4	4	46,0	46,3	0,185	2,0	66,7	100	0,0	Ví dụ
31	298,5	90,5	30,3	20,0	20	5	10	57,5	40,4	0,081	2,0	66,7	100	0,0	Ví dụ
32	298,5	90,5	30,3	20,0	25	5	10	57,5	46,3	0,074	2,0	66,7	100	0,6	Ví dụ
33	298,5	90,5	30,3	20,0	6	3	1	34,5	66,7	0,445	1,5	50,0	100	0,1	Ví dụ
34	298,5	90,5	30,3	20,0	6	3	2	34,5	51,1	0,340	1,5	50,0	100	0,0	Ví dụ
35	298,5	90,5	30,3	20,0	6	3	3	34,5	40,4	0,269	1,5	50,0	100	0,0	Ví dụ
36	298,5	90,5	30,3	20,0	6	3	5	34,5	27,0	0,180	1,5	50,0	100	0,0	Ví dụ
37	120,0	70	58,3	10,0	10	2	4	14,3	46,3	0,185	2,5	83,3	50	0,5	Ví dụ
38	120,0	70	58,3	10,0	10	2	4	14,3	46,3	0,185	2,5	83,3	100	0,0	Ví dụ
39	120,0	70	58,3	10,0	10	2	4	14,3	46,3	0,185	2,5	83,3	150	0,0	Ví dụ
40	298,5	90,5	30,3	20,0	3	2	1	23,0	49,7	0,660	2,0	66,7	150	0,1	Ví dụ
41	298,5	90,5	30,3	20,0	3	2	3	23,0	32,4	0,410	2,0	66,7	150	0,0	Ví dụ
42	298,5	90,5	30,3	20,0	3	2	6	23,0	21,9	0,290	2,0	66,7	150	0,0	Ví dụ
43	298,5	90,5	30,3	20,0	3	2	14	23,0	11,0	0,150	2,0	66,7	150	0,0	Ví dụ
44	298,5	90,5	30,3	20,0	3	2	24	23,0	5,1	0,068	2,0	66,7	150	0,3	Ví dụ
45	298,5	90,5	30,3	20,0	8 & 4	4 & 1	0	46,0 &	50,4	0,302	2,0	66,7	150	0,2	Ví dụ
46	298,5	90,5	30,3	20,0	8	4	0	46,0	78,5	0,393	2,0	66,7	150	0,4	Ví dụ
47	298,5	-	-	20,0	-	-	-	-	-	-	2,0	66,7	-	1,8	Ví dụ thông thường
48	120,0	-	-	10,0	-	-	-	-	-	-	2,0	66,7	-	1,1	Ví dụ thông thường

Trong các thử nghiệm từ số 1 đến số 8, ảnh hưởng của tỉ lệ độ dẫn nhiệt λ_m của kim loại làm đầy so với độ dẫn nhiệt λ_c của tấm đồng làm khuôn đối với vết nứt bề mặt xuất hiện trong mảnh đúc được khảo sát. Từ các kết quả của các thử nghiệm từ số 1 đến số 8 được minh họa trên Fig.5, rõ ràng là có thể ngăn chặn vết nứt bề mặt xuất hiện trong mảnh đúc trong trường hợp mà tỉ lệ độ dẫn nhiệt λ_m của kim loại làm đầy so với độ dẫn nhiệt λ_c của tấm đồng làm khuôn là 80% hoặc thấp hơn.

Trong các thử nghiệm từ số 9 đến số 19, ảnh hưởng của tỉ lệ nhiệt trở R của các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp so với tấm đồng làm khuôn đối với vết nứt bề mặt xuất hiện trong mảnh đúc được khảo sát. Từ các kết quả của các thử nghiệm từ số 9 đến số 19 được minh họa trên Fig.6, rõ ràng là có thể ngăn chặn vết nứt bề mặt xuất hiện trong mảnh đúc trong trường hợp mà tỉ lệ nhiệt trở R là 5% hoặc lớn hơn. Tuy nhiên, rõ ràng là có sự giảm về hiệu quả ngăn chặn vết nứt bề mặt trong trường hợp mà tỉ lệ nhiệt trở R lớn hơn 100%. Ở đây, từ kết quả của thử nghiệm số 9, rõ ràng là không thể thực hiện hiệu quả ngăn chặn vết nứt bề mặt xuất hiện trong mảnh đúc trừ khi tỉ lệ nhiệt trở R nhỏ hơn 5% ngay cả trong trường hợp mà tỉ lệ độ dẫn nhiệt λ_m của kim loại làm đầy so với độ dẫn nhiệt λ_c của tấm đồng làm khuôn là 80% hoặc thấp hơn.

Trong các thử nghiệm từ số 20 đến số 26, ảnh hưởng của tỉ lệ tổng diện tích B (mm^2) của tất cả các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp so với diện tích A (mm^2) của vùng, trên bề mặt thành phía trong của tấm đồng làm khuôn, trong đó các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được tạo ra, tức là, tỉ lệ diện tích S đối với vết nứt bề mặt xuất hiện trong mảnh đúc, và ảnh hưởng của tỉ lệ tổng chiều dài C (mm) của các đường ranh giới giữa tất cả các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp và tấm đồng làm khuôn so với diện tích A (mm^2), tức là, tỉ lệ ϵ đối với vết nứt bề mặt xuất hiện trong mảnh đúc được khảo sát. Từ các kết quả của các thử nghiệm từ số 20 đến số 26 được minh họa trên Fig.7, rõ ràng là vết nứt bề mặt được ngăn không xuất hiện trong mảnh đúc trong trường hợp mà tỉ lệ diện tích S là 10% hoặc lớn hơn và tỉ lệ ϵ này từ 0,07 đến 0,60. Trong trường hợp mà tỉ lệ diện tích S không nằm trong khoảng 10% hoặc lớn hơn hoặc trong trường hợp mà tỉ lệ ϵ này nằm

ngoài khoảng từ 0,07 đến 0,60, vết nứt bề mặt nhỏ xuất hiện trong mảnh đúc.

Trong các thử nghiệm từ số 27 đến số 32, ảnh hưởng của đường kính d của các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp đối với vết nứt bề mặt xuất hiện trong mảnh đúc được khảo sát. Từ các kết quả của các thử nghiệm từ số 27 đến số 32 được minh họa trên Fig.8, rõ ràng là có thể ngăn chặn vết nứt bề mặt xuất hiện trong mảnh đúc trong trường hợp mà đường kính d của các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp từ 2 mm đến 20 mm.

Trong các thử nghiệm từ số 33 đến số 36, ảnh hưởng của khoảng cách P giữa các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp đối với vết nứt bề mặt xuất hiện trong mảnh đúc được khảo sát. Rõ ràng là vết nứt bề mặt được ngăn không xuất hiện trong mảnh đúc trong trường hợp mà biểu thức " $P \geq 0,25 \times d$ " được thỏa mãn. Trong trường hợp mà khoảng cách P không thỏa mãn biểu thức " $P \geq 0,25 \times d$ ", vết nứt bề mặt nhỏ xuất hiện trong mảnh đúc.

Trong các thử nghiệm từ số 37 đến số 39, ảnh hưởng của chiều dài L chỉ ra vùng trong đó các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được tạo ra đối với vết nứt bề mặt xuất hiện trong mảnh đúc được khảo sát. Rõ ràng là vết nứt bề mặt được ngăn không xuất hiện trong mảnh đúc trong trường hợp mà chiều dài L bằng hoặc lớn hơn chiều dài L_0 , mà được tính từ tốc độ kéo mảnh đúc V_c .

Trong các thử nghiệm từ số 40 đến số 46, các khuôn đúc liên tục làm bằng hợp kim đồng được làm mát bằng nước, trong đó các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được tạo ra trên các bề mặt thành phía trong của các tấm đồng làm khuôn làm bằng hợp kim đồng trên các cạnh dài của các khuôn và các bề mặt thành phía trong của các tấm hợp kim đồng trên các cạnh ngắn của các khuôn để cho các phần được kết hợp với nhau, tức là, các khuôn đúc liên tục làm bằng hợp kim đồng được làm mát bằng nước, trong đó các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp không bị phân cách, được sử dụng.

Trong số các thử nghiệm như vậy, trong các thử nghiệm từ số 40 đến số 44, như được minh họa trên Fig.9, các phần được kết hợp được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp mà được tạo ra bằng cách kết hợp ba phần được làm đầy bằng kim loại

có độ dẫn nhiệt thấp có đường kính là 3 mm được bố trí với các khoảng cách khác nhau P giữa các phần được kết hợp được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp. Ngoài ra, trong các thử nghiệm từ số 40 đến số 44, rõ ràng là vết nứt bề mặt được ngăn không xuất hiện trong mảnh đúc trong trường hợp mà tỉ lệ độ dẫn nhiệt λ_m của kim loại làm đầy so với độ dẫn nhiệt λ_c của tấm đồng làm khuôn là 80% hoặc thấp hơn, tỉ lệ nhiệt trở R là 5% hoặc lớn hơn, chiều dài L bằng hoặc lớn hơn chiều dài L_0 , mà được tính từ tốc độ kéo mảnh đúc V_c , và đường kính d, khoảng cách P, tỉ lệ diện tích S, và tỉ lệ ε thỏa mãn các điều kiện tốt hơn. Trong trường hợp mà một tỉ lệ diện tích S, và tỉ lệ ε không thỏa mãn điều kiện tốt hơn, vết nứt bề mặt nhỏ xuất hiện trong mảnh đúc.

Trong thử nghiệm số 45, như được minh họa trên Fig.10, khuôn đúc liên tục làm bằng hợp kim đồng được làm mát bằng nước trong đó các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được bố trí với các phần được kết hợp theo hướng chiều rộng của khuôn được sử dụng. Trong thử nghiệm số 46, như được minh họa trên Fig.11, khuôn đúc liên tục làm bằng hợp kim đồng được làm mát bằng nước trong đó các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được bố trí với tất cả các phần được kết hợp theo hướng chiều rộng và hướng đúc của khuôn được sử dụng. Ở đây, Fig.10-(A) và Fig.11-(A) là các hình vẽ từ phía bên dạng giản đồ của tấm đồng làm khuôn trên cạnh dài của khuôn mà trên đó các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được tạo ra như được nhìn từ phía bề mặt thành phía trong. Fig.10-(B) là hình vẽ mặt cắt ngang Y-Y' của tấm đồng làm khuôn trên cạnh dài của khuôn được minh họa trên Fig.10-(A), và Fig.11-(B) là hình vẽ mặt cắt ngang Y-Y' của tấm đồng làm khuôn trên cạnh dài của khuôn được minh họa trên Fig.11-(A).

Trong thử nghiệm số 45, các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp có đường kính d là 8 mm, chiều dày làm đầy H là 4 mm, và khoảng cách P là 4 mm, mà giữa chúng, các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp có đường kính d là 4 mm và chiều dày làm đầy H là 1 mm được đặt xen giữa, được bố trí theo hướng chiều rộng của mỗi tấm đồng làm khuôn trên cạnh dài của khuôn và tấm đồng làm khuôn trên cạnh ngắn của khuôn. Xem xét rằng, bởi vì chiều dày làm đầy H

của các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp có đường kính là 8 mm là lớn hơn chiều dày của các phần khác, ứng suất gây ra bởi sự giảm về thể tích khi sự chuyển đổi δ/γ xảy ra hoặc sự co lại vì nhiệt được phân tán trong vùng của vỏ đã hóa rắn tương ứng với các phần như vậy, điều này dẫn đến sự giảm số lượng các vết nứt bề mặt xuất hiện trong mảnh đúc.

Mặt khác, trong thử nghiệm số 46, xem xét rằng, bởi vì tất cả các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được kết hợp, độ trễ hóa rắn luôn luôn xuất hiện ở cùng vị trí trong vỏ đã hóa rắn khi đúc liên tục được thực hiện, điều này dẫn đến ứng suất gây ra bởi sự chuyển đổi δ/γ hoặc ứng suất nhiệt tập trung ở vị trí như vậy và sau đó vết nứt bề mặt nhỏ xuất hiện.

Trong các thử nghiệm số 47 và 48, các khuôn đúc liên tục thông thường trong đó không có phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp nào được tạo ra được sử dụng. Trong các thử nghiệm số 47 và 48, nhiều vết nứt bề mặt xuất hiện trong các mảnh đúc.

Danh sách số chỉ dẫn

- 1 tấm đồng làm khuôn trên cạnh dài của khuôn
- 2 rãnh lõm
- 3 phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp
- 4 khe
- 5 tấm đáy
- 6 lớp phủ

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Khuôn đúc liên tục, khuôn này là khuôn đúc liên tục được làm mát bằng nước, khuôn đúc này bao gồm:

các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được tạo ra bằng cách làm đầy các rãnh lõm bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp trong vùng, trên bề mặt thành phía trong của tấm đồng làm khuôn mà làm bằng hợp kim đồng và cấu thành nên khuôn, từ vị trí nằm ở bên trên mặt khum đến vị trí nằm ở bên dưới mặt khum, trong đó:

tỉ lệ độ dẫn nhiệt λ_m (W/(m × K)) của kim loại có độ dẫn nhiệt thấp so với độ dẫn nhiệt λ_c (W/(m × K)) của tấm đồng làm khuôn là 80% hoặc thấp hơn,

tỉ lệ nhiệt trở R được xác định bằng biểu thức (1) dưới đây là 5% hoặc lớn hơn:

$$R = \{(T - H)/(1000 \times \lambda_c) + H/(1000 \times \lambda_m) - T/(1000 \times \lambda_c)\} / \{T/(1000 \times \lambda_c)\} \times 100 \dots (1),$$
 trong đó:

R biểu thị tỉ lệ nhiệt trở (%) của các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp so với tấm đồng làm khuôn,

T biểu thị khoảng cách (mm) từ bề mặt đáy của khe của tấm đồng làm khuôn, mà được sử dụng làm kênh dẫn dòng của nước làm mát khuôn, đến bề mặt của tấm đồng làm khuôn, và

H biểu thị chiều dày làm đầy (mm) bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp,

tỉ lệ tổng diện tích B (mm²) của tất cả các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp so với diện tích A (mm²) của vùng, trên bề mặt thành phía trong của tấm đồng làm khuôn, trong đó các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được tạo ra, tức là, tỉ lệ diện tích S ($S = (B/A) \times 100$) là 10% hoặc lớn hơn, và

tỉ lệ tổng chiều dài C (mm) của các đường ranh giới giữa tất cả các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp và tấm đồng làm khuôn so với diện tích A (mm²), tức là, tỉ lệ ε ($\varepsilon = C/A$), thỏa mãn biểu thức (4) dưới đây:

$$0,07 \leq \varepsilon \leq 0,60 \dots (4).$$

2. Khuôn đúc liên tục theo điểm 1, trong đó các rãnh lõm được tạo ra trong vùng, trên bề mặt thành phía trong của tấm đồng làm khuôn, từ vị trí nằm ở bên trên mặt khum

đến vị trí nằm ở bên dưới mặt khum và ở khoảng cách bằng hoặc lớn hơn chiều dài L_0 (mm) từ mặt khum, trong đó L_0 được tính bằng biểu thức (2) dưới đây từ tốc độ kéo mảnh đúc V_c (m/phút):

$$L_0 = 2 \times V_c \times 1000/60 \cdots (2).$$

3. Khuôn đúc liên tục theo điểm 1 hoặc 2, trong đó có phân bố nhiệt trở tuần hoàn hoặc phân bố nhiệt thông tuần hoàn trong vùng, trên bề mặt thành phía trong của tấm đồng làm khuôn, trong đó các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được tạo ra.

4. Khuôn đúc liên tục theo điểm 1 hoặc 2, trong đó:

các lỗ hở của các rãnh lõm trên bề mặt thành phía trong của tấm đồng làm khuôn có dạng hình tròn hoặc hình gần tròn, và

dạng hình tròn có đường kính từ 2 mm đến 20 mm và hình gần tròn có đường kính của hình tròn tương đương từ 2 mm đến 20 mm.

5. Khuôn đúc liên tục theo điểm 4, trong đó khoảng cách giữa các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp thỏa mãn biểu thức (3) dưới đây về đường kính hoặc đường kính của hình tròn tương đương của các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp:

$$P \geq 0,25 \times d \cdots (3), \text{ trong đó}$$

P biểu thị khoảng cách (mm) giữa các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp, và

d biểu thị đường kính (mm) hoặc đường kính của hình tròn tương đương (mm) của các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp.

6. Khuôn đúc liên tục theo điểm 1, trong đó các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được tạo ra tách biệt.

7. Khuôn đúc liên tục theo điểm 1 hoặc 2, trong đó các rãnh lõm được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp bằng cách xử lý mạ hoặc xử lý phun nhiệt.

8. Khuôn đúc liên tục theo điểm 1 hoặc 2, trong đó:

lớp phủ có chiều dày là 2,0 mm hoặc nhỏ hơn và chứa niken hoặc hợp kim chứa niken được tạo ra trên bề mặt thành phía trong của tấm đồng làm khuôn, và

các phần được làm đầy bằng kim loại có độ dẫn nhiệt thấp được bao phủ bởi lớp phủ.

9. Phương pháp đúc liên tục thép, sử dụng khuôn đúc liên tục theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 8, phương pháp này bao gồm các bước:

phun thép có hàm lượng cacbon trung bình có hàm lượng cacbon từ 0,08% theo khối lượng đến 0,17% theo khối lượng vào khuôn, và

kéo thép có hàm lượng cacbon trung bình ra khỏi khuôn dưới dạng phôi tấm đúc có chiều dày là 200 mm hoặc lớn hơn ở tốc độ kéo mảnh đúc là 1,5 m/phút hoặc lớn hơn.

Fig. 1

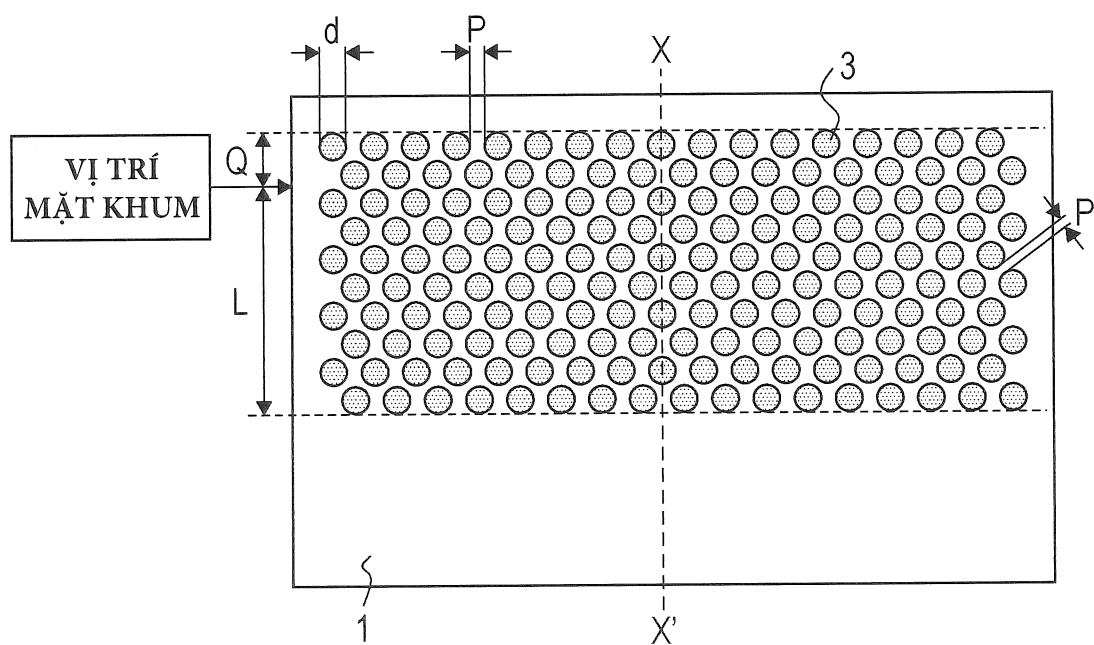


Fig. 2

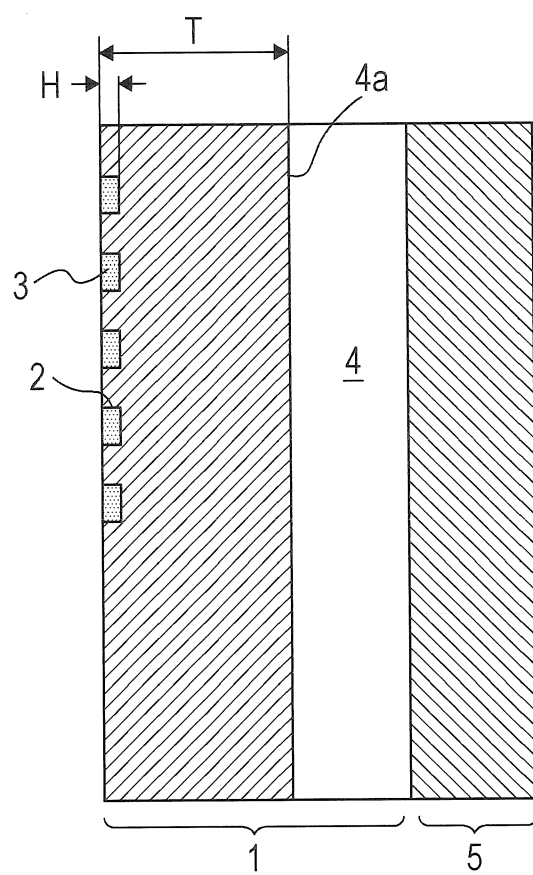


Fig. 3

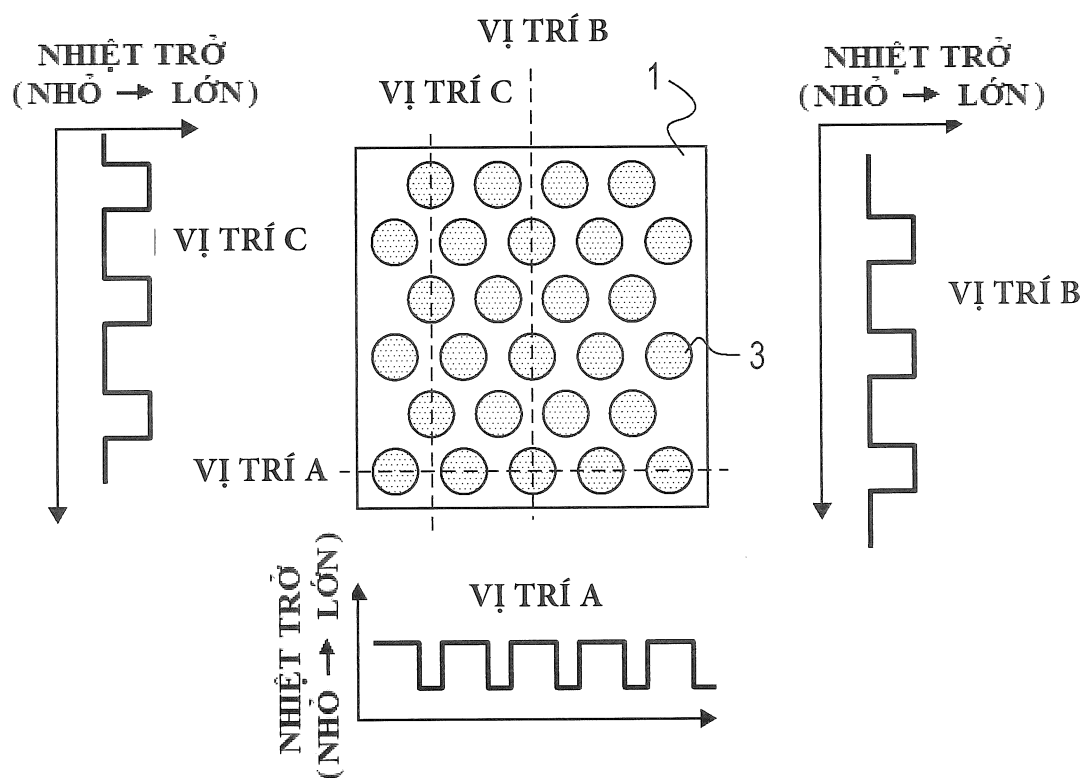
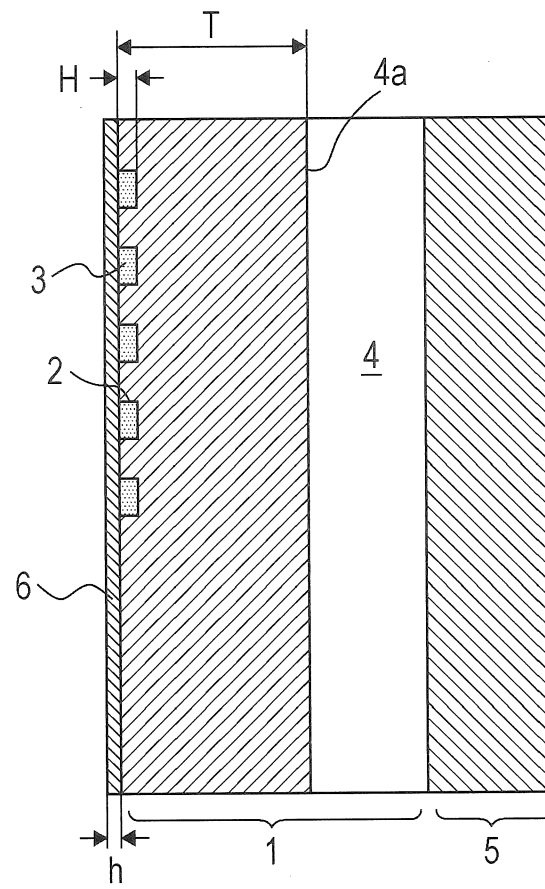
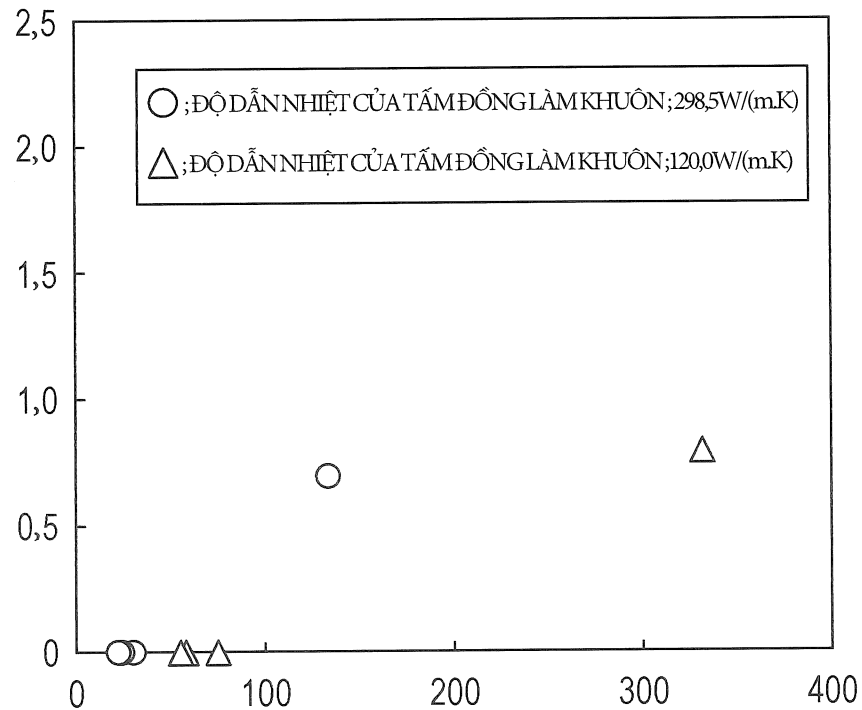


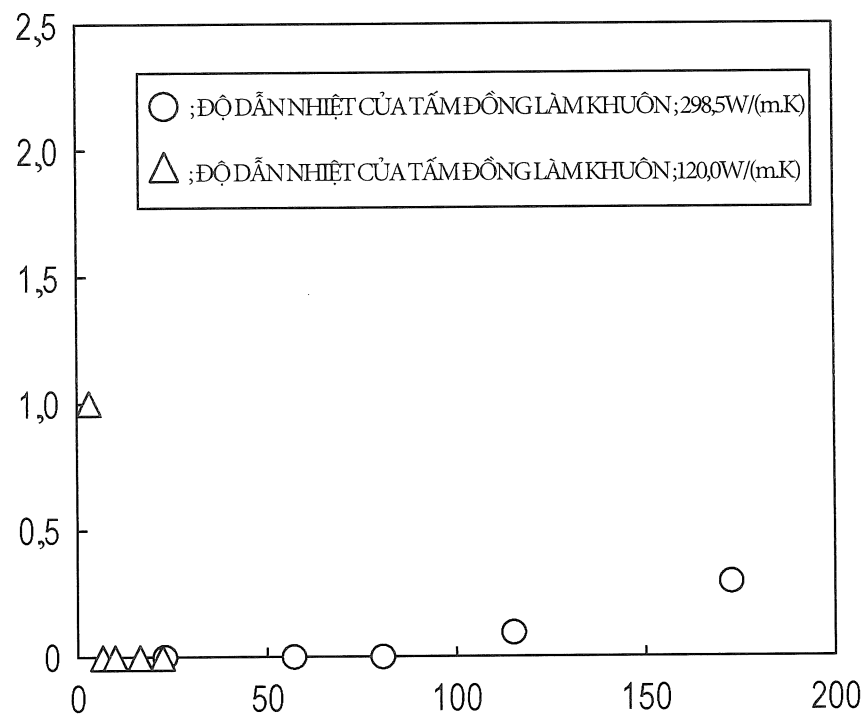
Fig. 4

CHỈ SỐ VẾT NÚT BỀ MẶT CỦA MẢNH ĐÚC (số lượng/m)

Fig.5

TỈ LỆ ĐỘ DẪN ĐIỆN CỦA KIM LOẠI LÀM ĐẦY CÓ ĐỘ DẪN ĐIỆN THẤP SO VỚI ĐỘ DẪN ĐIỆN CỦA TẤM ĐỒNG LÀM KHUÔN (%)

CHỈ SỐ VẾT NÚT BỀ MẶT CỦA MẢNH ĐÚC (số lượng/m)

Fig.6

TỈ LỆ NHIỆT TRỞ R (%)

Fig.7

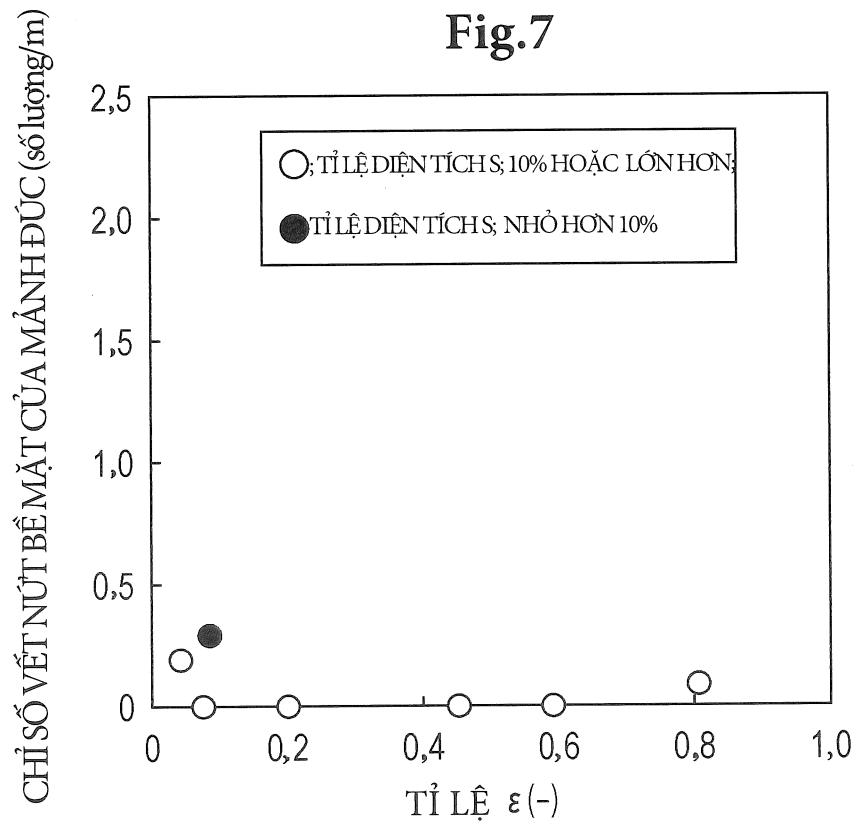


Fig.8

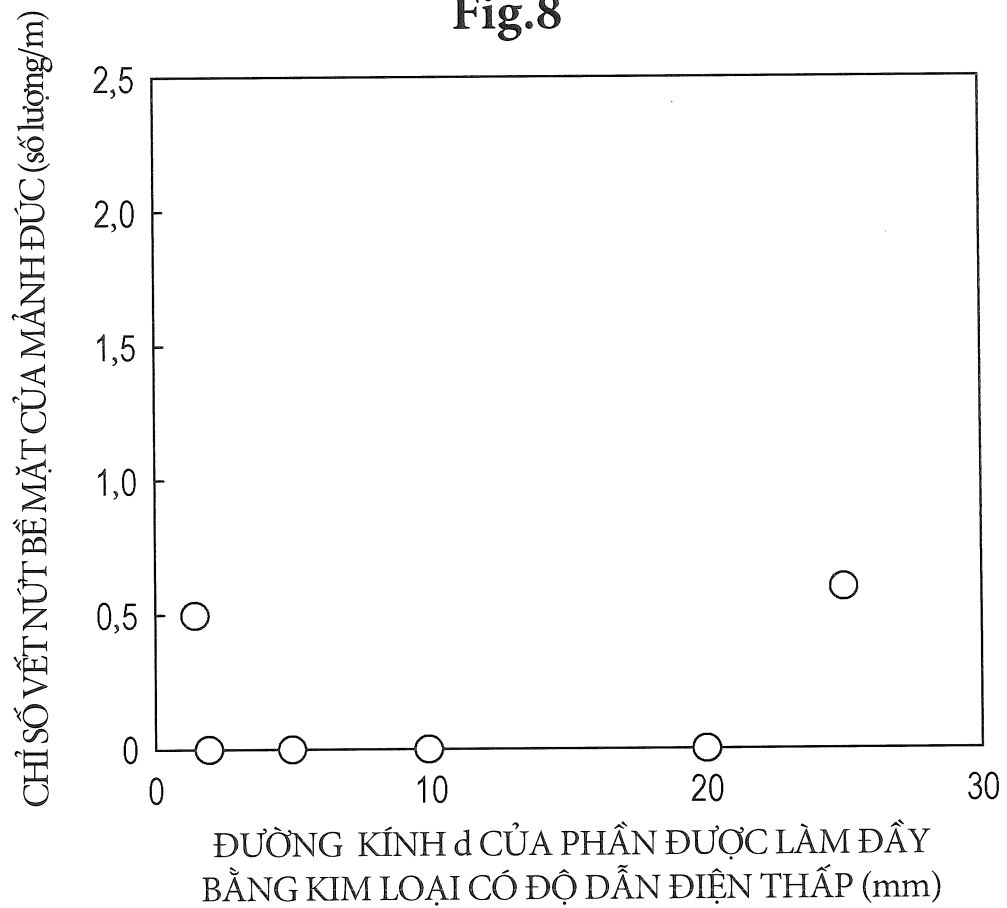


Fig.9

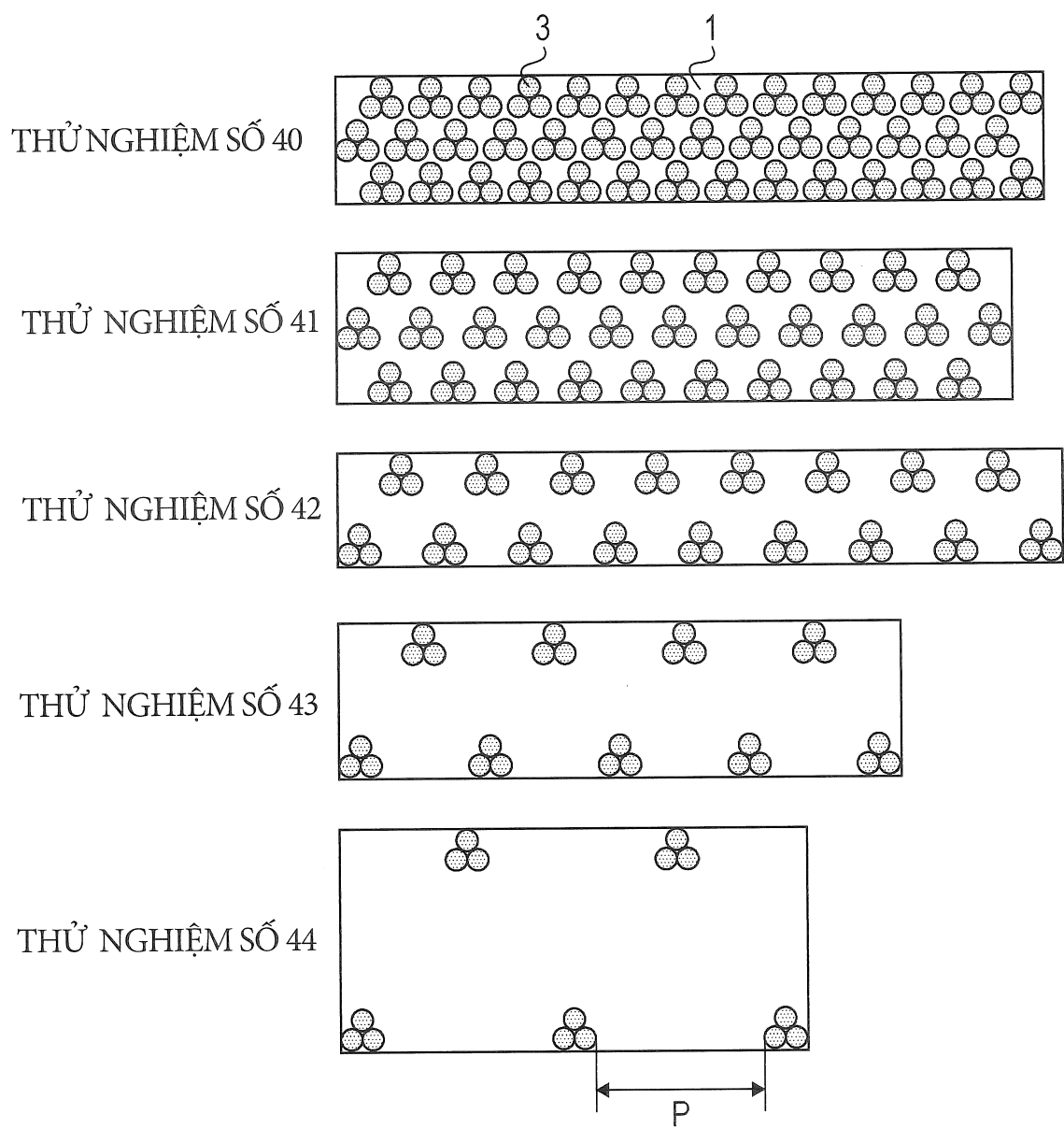
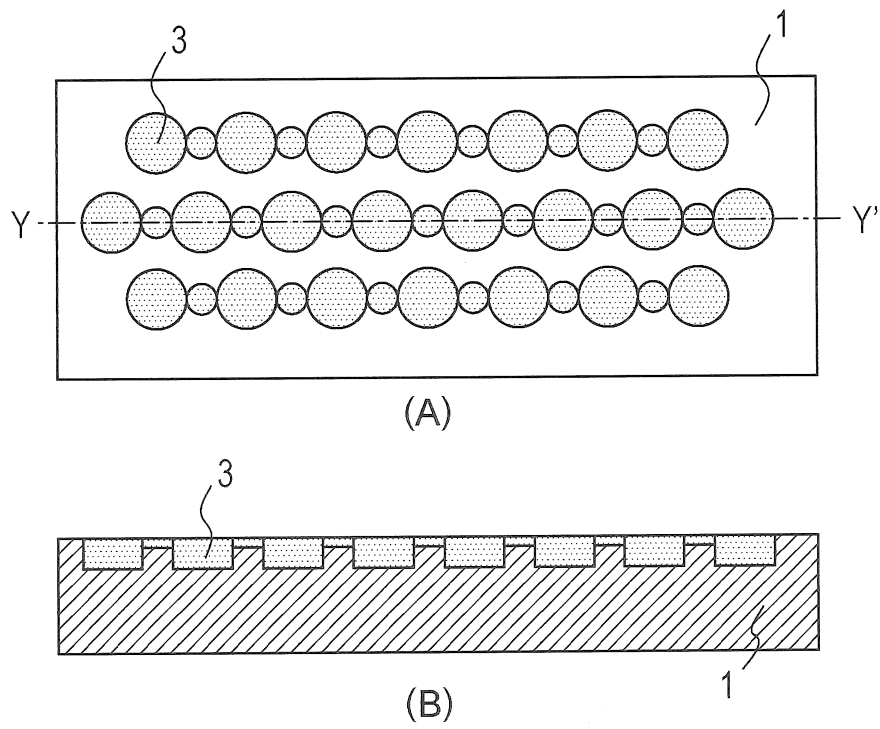


Fig.10**Fig. 11**