



(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)



1-0045134

(51)^{2020.01} **B22D 46/00; B22D 11/16; B22D 11/18** (13) **B**

(21) 1-2021-05823

(22) 03/03/2020

(86) PCT/JP2020/008831 03/03/2020

(87) WO2020/195599 01/10/2020

(30) 2019-054078 22/03/2019 JP

(45) 25/04/2025 445

(43) 27/12/2021 405A

(71) JFE Steel Corporation (JP)

2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 1000011, Japan

(72) MASUDA, Ryosuke (JP); HASHIMOTO, Yoshinari (JP); MATSUI, Akitoshi (JP);
MORITA, Shugo (JP); HAYASHIDA, Tatsuro (JP); KORIYAMA, Taiga (JP).

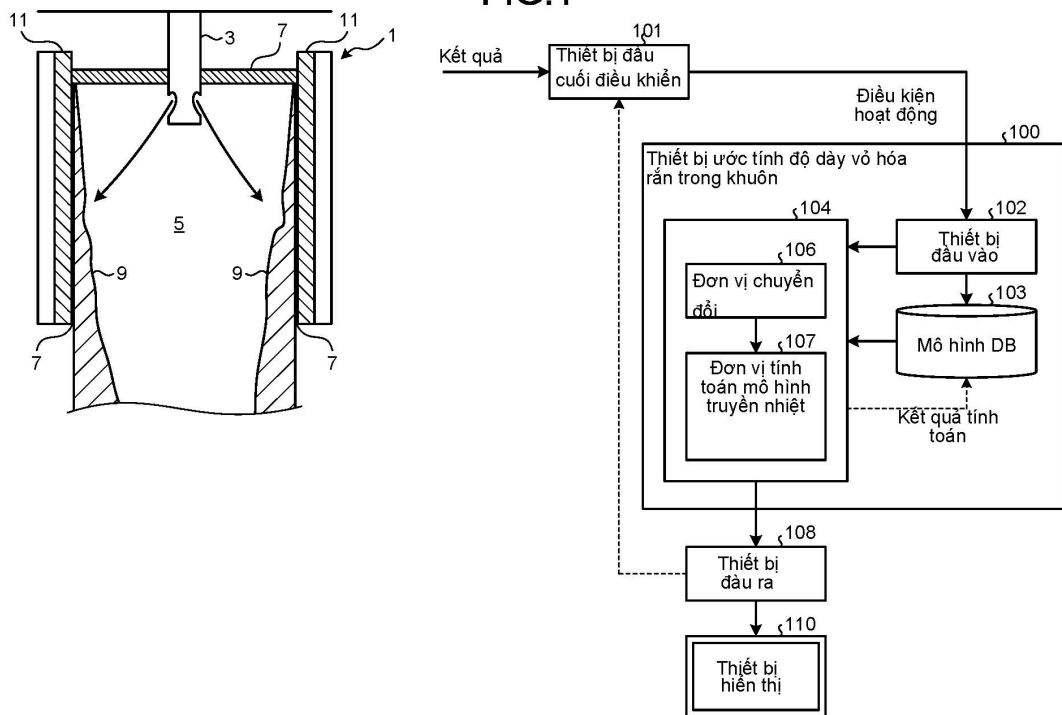
(74) Công ty Cổ phần Sở hữu công nghiệp INVESTIP (INVESTIP)

(54) THIẾT BỊ ƯỚC TÍNH ĐỘ DÀY VỎ HÓA RẮN TRONG KHUÔN VÀ PHƯƠNG
PHÁP ƯỚC TÍNH ĐỘ DÀY VỎ HÓA RẮN TRONG KHUÔN

(21) 1-2021-05823

(57) Thiết bị ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn theo sáng chế bao gồm thiết bị đầu vào mà nhận đầu vào là kết quả đo nhiệt độ và các thành phần của thép nóng chảy trong máng phân phối của máy đúc liên tục, các kết quả đo chiều rộng, độ dày, và tốc độ đúc của tấm đúc được đúc trong máy đúc liên tục, và sự phân bố tốc độ dòng chảy của thép nóng chảy trong khuôn, cơ sở dữ liệu mô hình mà lưu trữ biểu thức mô hình và thông số liên quan đến phản ứng hóa rắn của thép nóng chảy trong khuôn của máy đúc liên tục, bộ chuyển đổi mà chuyển đổi tốc độ dòng chảy thép nóng chảy trong đầu vào khuôn đến thiết bị đầu vào thành thông số dẫn nhiệt, và bộ tính toán mô hình truyền nhiệt mà ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn dựa trên sự phân bố nhiệt độ của khuôn và thép trong khuôn được tính toán bằng cách giải phương trình dẫn nhiệt không ổn định ba chiều sử dụng các kết quả đo nhiệt độ và các thành phần của nóng chảy thép trong máng phân phối của máy đúc liên tục, kết quả đo chiều rộng, chiều dày và tốc độ đúc của tấm đúc được đúc trong máy đúc liên tục, biểu thức mô hình, thông số và thông số dẫn nhiệt được tính toán bởi bộ chuyển đổi.

FIG.1



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thiết bị ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn và phương pháp ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong máy đúc liên tục, thép nóng chảy liên tục được bơm vào từ máng phân phối, được làm nguội bằng khuôn, trong đó ống làm mát bằng nước được nhúng vào, và được rút ra từ phần dưới của khuôn. Trong quá trình đúc liên tục, việc nâng cao năng suất bằng cách đúc tốc độ cao ngày càng được yêu cầu nhiều hơn. Tuy nhiên, việc tăng tốc độ đúc làm giảm độ dày vỏ hóa rắn của tấm đúc ở phần cuối khuôn dưới, hoặc gây ra sự phân bố không đồng đều trong độ dày vỏ hóa rắn. Do đó, khi vùng có độ dày vỏ hóa rắn đi đến đầu ra của khuôn, có thể xảy ra cái gọi là sự tháo dỡ trong đó vỏ hóa rắn bị phá vỡ và thép nóng chảy bị rò rỉ. Nếu sự tháo dỡ xảy ra, hoạt động sẽ dừng lại trong một khoảng thời gian dài, điều này làm giảm năng suất đáng kể. Do đó, đã có nhu cầu phát triển phương pháp có khả năng dự đoán chính xác nguy cơ tháo dỡ trong khi thực hiện đúc tốc độ cao, và nhiều phương pháp khác nhau đã được đề xuất. Ví dụ, Tài liệu sáng chế 1 mô tả phương pháp trong đó độ dày vỏ hóa rắn tại vị trí nhất định từ bề mặt kim loại nóng chảy về phía đầu ra của khuôn được ước tính dựa trên tiêu sử thông lượng nhiệt cho đến khi thép nóng chảy chạm đến đầu ra của khuôn từ bề mặt kim loại nóng chảy và, dựa trên điều này, độ dày vỏ hóa rắn ở đầu ra của khuôn được dự đoán.

Danh sách đối chứng**Tài liệu sáng chế**

Tài liệu sáng chế 1: Đơn đăng ký sáng chế của Nhật Bản số 2011-79023

Tài liệu sáng chế 2: Đơn đăng ký sáng chế của Nhật Bản số 2016-16414

Tài liệu không phải sáng chế

Tài liệu không phải sáng chế 1: Materials Transactions Vol. 45 (1981), No. 3, p. 242

Bản chất kỹ thuật của sáng chế**Vấn đề kỹ thuật**

Tuy nhiên, phương pháp được mô tả trong Tài liệu Sáng chế 1 coi nhiệt đầu vào cho bề mặt hóa rắn bởi dòng chảy của thép nóng chảy trong khuôn chỉ ở trạng thái bình thường. Do đó, trong phương pháp được mô tả trong Tài liệu Sáng chế 1, người ta coi

rằng với độ lệch của nhiệt cảm nhận được do sự thay đổi không ổn định của dòng chảy của thép nóng chảy, giá trị ước tính của độ dày vỏ hóa rắn có thể thay đổi. Hơn nữa, trong phương pháp được mô tả trong Tài liệu Sáng chế 1, tính toán truyền nhiệt được thực hiện theo một chiều, và chỉ ước tính sự phân bố theo hướng chiều cao của độ dày vỏ hóa rắn. Tuy nhiên, ngay cả khi vị trí chiều cao là như nhau, thì độ dày vỏ hóa rắn thực sự khác nhau theo hướng chiều rộng và hướng chiều dày của khuôn. Do đó, với phương pháp được mô tả trong Tài liệu Sáng chế 1, không thể dự đoán sự làm mỏng cục bộ của vỏ hóa rắn theo hướng chiều rộng và hướng chiều dày của khuôn.

Theo quan điểm của vấn đề được mô tả ở trên, sáng chế nhằm mục đích đề xuất thiết bị để ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn và phương pháp để ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn mà có khả năng ước tính, với độ chính xác cao, độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn bao gồm hướng chiều rộng và hướng chiều dày của khuôn.

Giải pháp cho vấn đề

Thiết bị ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn theo sáng chế bao gồm: thiết bị đầu vào được cấu hình để nhận đầu vào là kết quả đo nhiệt độ và các thành phần của thép nóng chảy trong máng phân phối của các máy đúc liên tục, các kết quả đo chiều rộng, độ dày, và tốc độ đúc của tấm đúc được đúc trong các máy đúc liên tục, và sự phân bố tốc độ dòng chảy của thép nóng chảy trong khuôn; cơ sở dữ liệu mô hình được cấu hình để lưu trữ biểu thức mô hình và thông số liên quan đến phản ứng hóa rắn của thép nóng chảy trong khuôn của các máy đúc liên tục; bộ chuyển đổi được cấu hình để chuyển đổi tốc độ dòng chảy thép nóng chảy trong đầu vào khuôn đến thiết bị đầu vào thành thông số dẫn nhiệt; và bộ tính toán mô hình truyền nhiệt được cấu hình để ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn dựa trên sự phân bố nhiệt độ của khuôn và thép trong khuôn được tính toán bằng cách giải phương trình dẫn nhiệt không ổn định ba chiều sử dụng kết quả đo nhiệt độ và các thành phần của thép nóng chảy trong máng phân phối của các máy đúc liên tục, kết quả đo chiều rộng, chiều dày và tốc độ đúc của tấm đúc được đúc trong các máy đúc liên tục, biểu thức mô hình, thông số và thông số dẫn nhiệt được tính toán bằng bộ chuyển đổi.

Trong thiết bị được mô tả ở trên để ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn theo sáng chế, bộ chuyển đổi được cấu hình để chuyển đổi tốc độ dòng chảy của thép nóng chảy trong vùng có nhiệt độ cao hơn nhiệt độ đường pha rắn của thép nóng chảy và thấp hơn nhiệt độ đường pha lỏng của thép nóng chảy thành thông số dẫn nhiệt.

Trong thiết bị được mô tả ở trên để ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn theo sáng chế, bộ tính toán mô hình truyền nhiệt được cấu hình để tính toán lượng co ngót hóa rắn của thép nóng chảy dựa trên sự phân bố nhiệt độ của thép trong khuôn và tính toán hệ số truyền nhiệt chung giữa khuôn và vỏ hóa rắn dựa trên lượng co ngót hóa rắn.

Trong thiết bị được mô tả ở trên để ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn theo sáng chế, bộ tính toán mô hình truyền nhiệt được cấu hình để thực hiện tính toán truyền nhiệt không ổn định ba chiều bằng cách sắp xếp theo chiều dọc các mô hình tính toán truyền nhiệt không ổn định hai chiều được chia theo hướng chiều cao của khuôn.

Thiết bị ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn theo sáng chế bao gồm: bước nhập để nhập các kết quả đo nhiệt độ và các thành phần của thép nóng chảy trong máng phân phối của các máy đúc liên tục, các kết quả đo chiều rộng, độ dày, và tốc độ đúc của tấm đúc được đúc trong các máy đúc liên tục, và sự phân bố tốc độ dòng chảy của thép nóng chảy trong khuôn; bước chuyển đổi để chuyển đổi tốc độ dòng chảy thép nóng chảy trong đầu vào khuôn tại bước nhập thành thông số dẫn nhiệt; và bước tính mô hình truyền nhiệt để ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn dựa trên sự phân bố nhiệt độ của khuôn và thép trong khuôn được tính toán bằng cách giải phương trình dẫn nhiệt không ổn định ba chiều sử dụng kết quả đo nhiệt độ và các thành phần của thép nóng chảy trong máng phân phối của các máy đúc liên tục, kết quả đo chiều rộng, chiều dày và tốc độ đúc của tấm đúc được đúc trong các máy đúc liên tục, biểu thức mô hình, và thông số liên quan đến phản ứng hóa rắn của thép nóng chảy trong khuôn của các máy đúc liên tục, và thông số dẫn nhiệt được tính toán tại bước chuyển đổi.

Trong phương pháp được mô tả ở trên để ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn theo sáng chế, bước chuyển đổi bao gồm bước chuyển đổi tốc độ dòng chảy của thép nóng chảy trong vùng có nhiệt độ cao hơn nhiệt độ đường pha rắn của thép nóng chảy và thấp hơn nhiệt độ nhiệt độ đường pha lỏng của thép nóng chảy thành thông số dẫn nhiệt.

Trong phương pháp được mô tả ở trên để ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn theo sáng chế, bước tính mô hình truyền nhiệt để tính toán lượng co ngót hóa rắn của thép nóng chảy dựa trên sự phân bố nhiệt độ của thép trong khuôn và tính toán hệ số truyền nhiệt chung giữa khuôn và vỏ hóa rắn dựa trên lượng co ngót hóa rắn.

Trong phương pháp được mô tả ở trên để ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn theo sáng chế, bước tính toán mô hình truyền nhiệt bao gồm bước thực hiện tính toán

truyền nhiệt không ổn định ba chiều bằng cách sắp xếp theo chiều dọc các mô hình tính toán truyền nhiệt không ổn định hai chiều được chia theo hướng chiều cao của khuôn.

Hiệu quả có lợi của sáng chế

Với thiết bị thiết bị để ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn và phương pháp để ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn theo sáng chế, có thể ước tính, với độ chính xác cao, độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn bao gồm hướng chiều rộng và hướng chiều dày của khuôn.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ dạng giản đồ minh họa cấu hình của thiết bị ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn theo một phương án của sáng chế.

Fig.2 là hình vẽ dạng giản đồ minh họa ví dụ cấu hình của mô hình tính toán truyền nhiệt không ổn định một chiều.

Fig.3 là sơ đồ minh họa ví dụ về mối quan hệ giữa tốc độ chảy của thép nóng chảy và lượng giảm nhiệt của khuôn.

Fig.4 là sơ đồ minh họa ví dụ về mối quan hệ giữa độ dẫn nhiệt vùng bán hóa rắn và lượng giảm nhiệt của khuôn.

Fig.5 là sơ đồ minh họa ví dụ về mối quan hệ giữa tốc độ chảy của thép nóng chảy và độ dẫn nhiệt của vùng bán hóa rắn.

Fig.6 là lưu đồ dòng xử lý để ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn theo một phương án của sáng chế.

Fig.7 là hình vẽ dạng giản đồ minh họa ví dụ cấu hình của mô hình tính toán truyền nhiệt không ổn định ba chiều.

Fig.8 là biểu đồ minh họa ví dụ về mối quan hệ giữa khoảng cách từ bề mặt tấm đồng của khuôn và nhiệt độ.

Fig.9 là biểu đồ minh họa ví dụ về mối quan hệ giữa nhiệt độ của thép và khối lượng riêng của chúng.

Fig.10 là biểu đồ minh họa ví dụ về sự phân bố độ dày vỏ hóa rắn thu được khi tính toán mô hình tính toán truyền nhiệt không ổn định ba chiều mà không sử dụng phân bố dòng thép nóng chảy làm điều kiện đầu vào.

Fig.11 là sơ đồ minh họa ví dụ về sự phân bố dòng thép nóng chảy ba chiều trong khuôn.

Fig.12 là biểu đồ minh họa ví dụ về sự phân bố độ dày vỏ hóa rắn thu được khi

tính toán mô hình tính toán truyền nhiệt không ổn định ba chiều mà sử dụng phân bố dòng thép nóng chảy làm điều kiện đầu vào.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phần dưới đây sẽ mô tả cụ thể cấu hình của thiết bị ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn theo một phương án của sáng chế và các hoạt động của thiết bị đó có tham chiếu đến các hình vẽ kèm theo.

[Cấu hình của thiết bị ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn]

Thứ nhất, cấu hình của thiết bị ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn theo một phương án của sáng chế sẽ được mô tả có tham chiếu đến các hình vẽ kèm theo.

Fig.1 là hình vẽ dạng giản đồ minh họa cấu hình của thiết bị ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn theo một phương án của sáng chế. Như minh họa trên Fig.1, thiết bị 100 để ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn theo một phương án của sáng chế là thiết bị ước tính độ dày vỏ hóa rắn 9 (độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn) được tạo thành bằng cách hóa rắn thép nóng chảy 5 trong khuôn 1 trong các máy đúc liên tục trong ngành thép. Thông tin kết quả (kết quả đo) chiều sâu nhúng chìm của vôi nhúng 3 trong máy đúc liên tục và tốc độ đúc (tốc độ rót), khoảng cách giữa các tấm đồng đúc 11 tương ứng với chiều rộng và chiều dày của tấm đúc. được đúc trong máy đúc liên tục, và các thành phần và nhiệt độ của thép nóng chảy 5 trong máng phân phối của máy đúc liên tục, được truyền tới thiết bị đầu cuối điều khiển 101. Lưu ý rằng ký hiệu chỉ dẫn 7 trên Fig.1 minh họa bộ khuôn.

Hệ thống điều khiển mà thiết bị 100 để ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn và phương pháp ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn được áp dụng vào, bao gồm thiết bị đầu cuối điều khiển 101, thiết bị 100 để ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn, thiết bị đầu ra 108, và thiết bị hiển thị 110, làm bộ phận chính. Thiết bị đầu cuối điều khiển 101 được hình thành bởi thiết bị xử lý thông tin như bộ tính toán cá nhân hoặc trạm làm việc, và thu thập nhiều loại thông tin kết quả khác nhau, phân bố độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn, nhiệt độ của tấm đồng 11 và giá trị ước tính của lượng giảm nhiệt khuôn.

Thiết bị 100 để ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn được hình thành bởi thiết bị xử lý thông tin như bộ tính toán cá nhân hoặc trạm làm việc. Thiết bị 100 để ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn bao gồm thiết bị đầu vào 102, cơ sở dữ liệu mô hình (mô hình DB) 103 và đơn vị xử lý số học 104.

Thiết bị đầu vào 102 là giao diện cho đầu vào mà các loại thông tin kết quả khác nhau liên quan đến hệ thống thiết bị đúc đúc liên tục được nhập vào. Thiết bị đầu vào 102 là bàn phím, chuột, thiết bị trỏ, thiết bị tiếp nhận dữ liệu, giao diện người dùng đồ họa (graphical user interface - GUI), và tương tự. Thiết bị đầu vào 102 nhận thông tin kết quả, giá trị cài đặt thông số và những thứ tương tự từ bên ngoài và ghi thông tin vào mô hình DB 103 hoặc truyền thông tin đến đơn vị xử lý số học 104. Thông tin kết quả được đưa vào thiết bị đầu vào 102 từ thiết bị đầu cuối điều khiển 101. Thông tin kết quả bao gồm chiều sâu nhúng chìm của vôi nhúng 3 và tốc độ đúc, khoảng cách giữa các tấm đồng của khuôn 11 tương ứng với chiều rộng và độ dày của tấm đúc được đúc, thông tin thành phần và thông tin nhiệt độ hoặc tương tự của thép nóng chảy 5.

Mô hình DB 103 là thiết bị lưu trữ mà lưu trữ thông tin của các biểu thức mô hình liên quan đến phản ứng hóa rắn của thép nóng chảy 5 trong máy đúc liên tục. Mô hình DB 103 lưu trữ các thông số của biểu thức mô hình dưới dạng thông tin của biểu thức mô hình liên quan đến phản ứng hóa rắn của thép nóng chảy 5. Hơn nữa, mô hình DB 103 lưu trữ nhiều loại thông tin đầu vào cho thiết bị đầu vào 102, và kết quả tính toán trong kết quả hoạt động thực tế được tính toán bằng đơn vị xử lý số học 104.

Đơn vị xử lý số học 104 được hình thành bởi thiết bị xử lý số học như đơn vị xử lý trung tâm (central processing unit -CPU), và điều khiển toàn bộ hoạt động của thiết bị 100 để ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn. Đơn vị xử lý số học 104 có các chức năng như đơn vị chuyển đổi 106 và đơn vị tính toán mô hình truyền nhiệt 107. Đơn vị chuyển đổi 106 và đơn vị tính toán mô hình truyền nhiệt 107 đạt được khi đơn vị xử lý số học 104 thực thi chương trình máy tính, chẳng hạn. Đơn vị xử lý số học 104 hoạt động như đơn vị chuyển đổi 106 bằng cách thực thi chương trình máy tính cho đơn vị chuyển đổi 106 và hoạt động như đơn vị tính toán mô hình truyền nhiệt 107 bằng cách thực thi chương trình máy tính cho đơn vị tính toán mô hình truyền nhiệt 107. Lưu ý rằng đơn vị xử lý số học 104 có thể bao gồm thiết bị số học chuyên dụng hoặc mạch số học hoạt động như đơn vị chuyển đổi 106 và đơn vị tính toán mô hình truyền nhiệt 107.

Trên cơ sở thông tin mô hình và thông tin kết quả hoạt động thực được lưu trữ trong mô hình DB 103, đơn vị chuyển đổi 106 chuyển đổi giá trị tuyệt đối của thành phần đường pháp tuyến cho tấm đồng của khuôn 11 trong tốc độ dòng chảy thép nóng chảy trong khuôn 1, thành độ dẫn nhiệt của vùng hóa rắn bán phần tồn tại giữa thép nóng chảy 5 và vỏ hóa rắn 9.

Trên cơ sở kết quả tính toán của đơn vị chuyển đổi 106 và thông tin kết quả hoạt động thực tế, và thông tin mô hình được lưu trữ trong mô hình DB 103, đơn vị tính toán mô hình truyền nhiệt 107 giải được phương trình dẫn nhiệt không ổn định ba chiều để ước tính sự phân bố nhiệt độ của tấm đồng của khuôn 11 và bên trong khuôn 1, lượng nhiệt giảm của khuôn, và sự phân bố độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn.

Thiết bị đầu ra 108 xuất ra các loại thông tin xử lý khác nhau của thiết bị 100 để ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn đến thiết bị đầu cuối điều khiển 101 và thiết bị hiển thị 110. Thiết bị hiển thị 110 hiển thị và xuất ra các loại thông tin xử lý khác nhau của thiết bị 100 để ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn được xuất ra từ thiết bị đầu ra 108.

Thiết bị 100 để ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn có cấu hình như vậy thực hiện quy trình sau đây để ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn để ước tính sự phân bố độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn 1 bao gồm hướng chiều rộng và hướng độ dày của khuôn 1.

[Chuyển đổi tốc độ dòng chảy của thép nóng chảy và độ dẫn nhiệt của vùng hóa rắn bán phần]

Để ước tính, với độ chính xác cao, sự thay đổi theo thời gian của sự phân bố ba chiều của độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn, điều quan trọng là phải xem xét sự thay đổi theo thời gian của thông lượng nhiệt cục bộ gây ra bởi sự thay đổi không ổn định của dòng thép nóng chảy. Đối với điều này, cần phải kết hợp và giải quyết tính toán dòng chảy không ổn định ba chiều liên quan đến dòng thép nóng chảy và tính toán truyền nhiệt không ổn định ba chiều liên quan đến sự hóa rắn của thép nóng chảy 5. Tuy nhiên, sự tính toán ghép được mô tả ở trên là kém về tính hội tụ và có vấn đề về thời gian tính toán lâu. Do đó, trong sáng chế này, sự phân bố tốc độ dòng chảy của thép nóng chảy trong khuôn 1 được chuyển đổi thành độ dẫn nhiệt của vùng hóa rắn bán phần dựa trên biểu thức chuyển đổi được hình thành sơ bộ, do đó việc tính toán sự phân bố của độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn trong đơn vị duy nhất của mô hình truyền nhiệt không ổn định ba chiều. Vùng hóa rắn bán phần là vùng trong quá trình hóa rắn giữa pha lỏng của thép nóng chảy 5 và vỏ hóa rắn 9. Với vùng hóa rắn bán phần, không thể xác định chính xác mặt phân cách giữa vỏ hóa rắn 9 và thép nóng chảy 5 trong mô hình tính toán vật lý. Do đó, khó có thể xem xét sự truyền nhiệt trên mặt phân cách giữa thép nóng chảy 5 và vỏ hóa rắn 9 một cách trực tiếp trong mô hình tính toán vật lý. Do đó, trong sáng chế này,

không phải là hệ số truyền nhiệt của mặt phân cách hóa rắn mà là độ dẫn nhiệt của vùng hóa rắn bán phần có tính phụ thuộc vào tốc độ dòng chảy của thép nóng chảy.

Phần dưới đây sẽ mô tả phương pháp lấy biểu thức chuyển đổi của tốc độ dòng chảy của thép nóng chảy và độ dẫn nhiệt của vùng hóa rắn bán phần. Sự tính toán ghép của sự tính toán dòng chảy không ổn định ba chiều liên quan đến dòng chảy thép nóng chảy và sự tính toán truyền nhiệt không ổn định ba chiều liên quan đến sự hóa rắn của thép nóng chảy 5 là khó, trong khi tốt hơn là sự tính toán dòng chảy không ổn định một chiều và tính toán truyền nhiệt không ổn định hội tụ. Sau đó, trong sáng chế này, đã hình thành mô hình tính toán truyền nhiệt không ổn định một chiều bao gồm thuật ngữ đối lưu được minh họa trong hình vẽ giản đồ trên Fig.2. Như minh họa trên Fig.2, để đơn giản hóa trong phương án, các ô tính toán ở cả hai đầu của mô hình được coi là nước làm mát 201 của tấm đồng của khuôn 11 và thép nóng chảy 5, và nhiệt độ nước làm mát và nhiệt độ thép nóng chảy được đặt là không đổi. Hơn nữa, ô tính toán trong đó nhiệt độ điểm mạng nằm trong khoảng từ nhiệt độ đường pha rắn T_s đến nhiệt độ đường pha lỏng T_L được coi là vùng hóa rắn bán phần 202. Tốc độ dòng chảy của thép nóng chảy được giảm xuống khi tỷ lệ pha rắn tăng lên trong vùng hóa rắn bán phần 202 để mô hình hóa hiện tượng khuếch tán của dòng đập vào (dòng xả) sang các phía trên bề mặt vỏ hóa rắn. Tỷ lệ pha rắn trong vùng hóa rắn bán phần 202 được thay đổi thành tuyến tính bằng cách thiết lập tỷ lệ pha rắn của ô tính toán trong đó nhiệt độ của thép là nhiệt độ đường pha rắn T_s đến 1 và tỷ lệ pha rắn của ô tính toán trong đó nhiệt độ của thép là nhiệt độ đường pha lỏng T_L đến 0. Trong khi đó, đã biết rằng trong vùng hóa rắn bán phần 202, tốc độ dòng chảy của thép nóng chảy giảm mạnh khi tỷ lệ pha rắn tăng lên. Do đó, mối quan hệ giữa nhiệt độ của thép và tốc độ dòng chảy của thép nóng chảy trong vùng hóa rắn bán phần 202 được cho theo cấp số nhân. Lưu ý rằng các ký hiệu chỉ dẫn 203 và 204 trên Fig.2 lần lượt minh họa tốc độ dòng chảy của thép nóng chảy và lượng giảm nhiệt khuôn. Sau đó, phương trình dẫn nhiệt không ổn định một chiều bao gồm thuật ngữ đối lưu được thể hiện trong Biểu thức (1) sau đây được tùy ý để tính toán nhiệt độ của mỗi ô tính toán.

$$\rho \frac{\partial(C_P T)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(k \frac{\partial T}{\partial x} \right) - \rho \frac{\partial(C_P u T)}{\partial x} \quad (1)$$

Ở đây, trong Biểu thức (1), ρ [kg/m³] cho biết khối lượng riêng, C_P [J /kg·K] nhiệt lượng riêng, k [W/(m·K)] độ dẫn nhiệt, T [K] nhiệt độ và u [m/s] tốc độ chảy của

thép nóng chảy.

Nhiệt độ của mỗi ô tính toán được tính toán cho đến khi trạng thái trở nên bình thường trong các điều kiện nêu trong Bảng 1 sau đây và thông lượng nhiệt từ ô tính toán của vỏ hóa rắn 9 đến ô tính toán của tấm đồng của khuôn 11 được tính là lượng giảm nhiệt khuôn. Fig.3 minh họa mối quan hệ giữa tốc độ chảy của thép nóng chảy và giá trị tính toán của lượng giảm nhiệt của khuôn. Như được minh họa trên Fig.3, khi tốc độ dòng chảy của thép nóng chảy tăng lên, giá trị tính toán của lượng giảm nhiệt khuôn được tăng đơn điệu. Khi tốc độ dòng chảy của thép nóng chảy vượt quá 0,03 [m/s], lượng giảm nhiệt của khuôn đã bão hòa. Điều này được coi là do vỏ hóa rắn 9 không được hình thành do ảnh hưởng của dòng chảy thép nóng chảy.

Bảng 1

Khối lượng riêng của đồng $C_{P, Cu}$	600	J/(kg·K)
Độ dẫn nhiệt của đồng k_{Cu}	300	W/(m·K)
Hệ số dẫn nhiệt của thép nóng chảy k_{Fe}	30	W/(m·K)
khối lượng riêng của thép nóng chảy ρ_{Fe}	7000	kg/m ³
Độ dày của bột	0,0006	m
Độ dày của tấm đồng của khuôn	0,03	m
Độ dẫn nhiệt của bột	1,5	W/(m·K)
Nhiệt độ phun thép nóng chảy	1530	°C
Nhiệt độ đường pha lỏng T_L	1530	°C
Nhiệt độ đường pha rắn T_S	1500	°C
Hệ số truyền nhiệt của nước làm mát	25000	W/(m ² ·K)
Hệ số truyền nhiệt của không khí	2500	W/(m ² ·K)

Tiếp theo, tốc độ dòng chảy của thép nóng chảy được đặt thành 0 [m/s] trong các điều kiện nêu trong Bảng 1, và độ dẫn nhiệt của vùng hóa rắn bán phần đã được thay đổi. Fig.4 minh họa mối quan hệ giữa tỷ số của độ dẫn nhiệt của vùng hóa rắn bán phần khi độ dẫn nhiệt của thép vẫn còn nóng chảy là 1 và giá trị tính toán của lượng giảm nhiệt khuôn. Như được minh họa trên Fig 4, khi độ dẫn nhiệt của vùng hóa rắn bán phần lớn, nhiệt cảm nhận được cung cấp cho vùng hóa rắn bán phần tăng lên, điều này làm tăng giá trị tính toán của lượng giảm nhiệt khuôn. Sau đó, đã tìm kiếm độ dẫn nhiệt của vùng hóa rắn bán phần trên Fig.4 để thu được giá trị bằng lượng nhiệt giảm của khuôn trong mỗi tốc độ dòng thép nóng chảy trên Fig.3, và đã thu được biểu thức chuyển đổi cho thấy mối quan hệ giữa tốc độ dòng chảy của thép nóng chảy và độ dẫn nhiệt của vùng hóa rắn bán phần được minh họa trên Fig.5. Biểu thức chuyển đổi thu được được lưu trữ trong mô hình DB 103 trên Fig.1, và được sử dụng để tính toán truyền nhiệt không ổn định ba chiều. Lưu ý rằng mặc dù phương pháp chuyển đổi tốc độ dòng chảy của thép nóng chảy thành độ dẫn nhiệt trong vùng hóa rắn bán phần đã được mô tả ở đây, nhưng tốc độ dòng chảy của thép nóng chảy cũng có thể được chuyển đổi như một thông số dẫn nhiệt bao gồm nhiệt riêng và tương tự.

[Xử lý để ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn]

Fig.6 là lưu đồ minh họa dòng xử lý để ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn

theo một phương án của sáng chế. Lưu đồ được minh họa trên Fig.6 bắt đầu vào thời điểm bắt đầu đúc và quy trình ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn chuyển sang quy trình của Bước S1.

Tại quy trình của Bước S1, đơn vị xử lý số học 14 thu được giá trị đo lường và giá trị phân tích liên quan đến thép nóng chảy 5 và khuôn 1 từ thiết bị đầu cuối điều khiển 101. Trong hoạt động đúc liên tục bình thường, thông tin kết quả về tốc độ đúc và khoảng thời gian giữa các tấm đồng của khuôn 1 tương ứng với chiều rộng và chiều dày của tấm đúc cần được đúc theo một chu kỳ cố định được thu thập. Để đơn giản hóa trong phương án này, người ta cho rằng thông tin kết quả liên quan đến khuôn 1 được thu thập mỗi giây. Hơn nữa, thông tin kết quả của các thành phần của thép nóng chảy 5 và nhiệt độ được thu thập trong máng phân phối một cách bất thường hoặc trong chu kỳ cố định. Hơn nữa, đối với sự phân bố tốc độ dòng chảy của thép nóng chảy 5 trong phương án này, có thể sử dụng các giá trị tính toán tốc độ dòng chảy của thép nóng chảy 5 được thu thập trong chu kỳ cố định, hoặc các giá trị ước tính tốc độ dòng chảy thu được bằng cách mô hình tính toán dòng chảy không ổn định ba chiều sử dụng thông tin kết quả, ví dụ như được minh họa trong Tài liệu sáng chế 2. Như vậy, quy trình của Bước S1 đã hoàn thành, và quy trình ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn chuyển sang quy trình của Bước S2.

Tại quy trình của Bước S2, đơn vị chuyển đổi 106 xác định xem vùng hóa rắn bán phần có tồn tại trong khuôn 1 hay không dựa trên thông tin thu được ở quy trình của Bước S1. Cụ thể hơn, đơn vị chuyển đổi 106 xác định liệu có tồn tại vùng mà trong đó nhiệt độ của thép nóng chảy 5 nằm trong khoảng từ nhiệt độ đường pha rắn T_s đến nhiệt độ đường pha lỏng T_L , dựa trên thông tin nhiệt độ của thép nóng chảy 5 có được ở quy trình của Bước S1, từ đó xác định xem vùng hóa rắn bán phần có tồn tại trong khuôn 1 hay không. Kết quả của việc xác định, khi vùng hóa rắn bán phần tồn tại trong khuôn 1 (Có ở Bước S2), đơn vị chuyển đổi 106 chuyển quy trình ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn sang quy trình ở Bước S3. Trong khi đó, khi vùng hóa rắn bán phần không tồn tại trong khuôn 1 (Có ở Bước S2), đơn vị chuyển đổi 106 chuyển quy trình ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn sang quy trình ở Bước S4.

Tại quy trình của Bước S3, thiết bị chuyển đổi 106 chuyển tốc độ dòng chảy của thép nóng chảy của vùng hóa rắn bán phần được phát hiện ở quy trình của Bước S2 thành độ dẫn nhiệt, sử dụng biểu thức chuyển đổi của tốc độ chảy thép nóng chảy và độ

dẫn nhiệt của vùng hóa rắn bán phần được lưu trữ trong mô hình DB 103. Như vậy, quy trình của Bước S3 đã hoàn thành, và quy trình ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn chuyển sang quy trình của Bước S4.

Tại quy trình của Bước S4, đơn vị tính toán mô hình truyền nhiệt 107 thực hiện tính toán truyền nhiệt không ổn định ba chiều bằng cách sử dụng thông tin thu được ở quy trình của Bước S1 và Bước S3 và thông tin của mô hình DB 103. Fig.7 minh họa ví dụ của mô hình tính toán truyền nhiệt không ổn định ba chiều được xây dựng. Vùng R1 trên Fig 7 minh họa vùng của tấm đồng của khuôn 11 và bên trong của nó minh họa vùng của thép nóng chảy 5 hoặc vỏ hóa rắn 9. Theo phương án này, hướng chiều cao của khuôn 1 được chia với các khoảng như nhau là $dz = 50$ [mm]. Hơn nữa, các hướng chiều rộng và chiều dày của khuôn 1 được chia ra với các khoảng 2 mm chỉ trong vùng R2 nơi mà sự phát triển của vỏ hóa rắn 9 được mong đợi, và được chia ở phần trung tâm của thép nóng chảy 5 để các khoảng cách của các ô tính toán có thể thay đổi theo chiều rộng và chiều dày của tấm đúc trong khi số lượng mắt lưới là cố định. Lưu ý rằng trong hiện tượng truyền nhiệt theo chiều cao của khuôn 1, số Peclet Pe được tìm thấy trong Biểu thức (2) sau đây là bậc 10^4 .

$$Pe = \frac{\rho u C_p}{k \frac{L}{L}} \quad (2)$$

Ở đây, L [m] trong Biểu thức (2) cho biết chiều dài của khuôn 1. Số Peclet Pe là một số không có thứ nguyên cho biết tỷ lệ giữa đối lưu và khuếch tán trong chuyển động nhiệt. Số Peclet Pe lớn hơn cho thấy ảnh hưởng lớn hơn của đối lưu trong chuyển động nhiệt. Nghĩa là, sự đóng góp của một thuật ngữ quy ước lớn hơn đáng kể so với sự đóng góp của sự dẫn nhiệt. Do đó, sự dẫn nhiệt không được xem xét theo hướng chiều cao của khuôn 1, và người ta cho rằng thép nóng chảy 5 được hạ xuống ở tốc độ đúc. Với giả thiết này, có thể tái tạo hiện tượng của mô hình tính toán truyền nhiệt không ổn định ba chiều bằng cách sắp xếp theo chiều dọc tính toán truyền nhiệt không ổn định hai chiều. Sau đó, nhiệt độ của ô tính toán theo chiều rộng và chiều dày của khuôn 1 được tính toán bằng cách tùy ý hóa Biểu thức (3) sau đây của phương trình dẫn nhiệt hai chiều không ổn định.

$$\rho \frac{\partial (C_p T)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(k \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(k \frac{\partial T}{\partial y} \right) \quad (3)$$

Hơn nữa, nhiệt độ của nước làm mát $T_{\text{nước}}$ là không đổi, và các điều kiện biên

trên mặt phân cách giữa tấm đồng của khuôn 11 và nước làm mát phù hợp với Biểu thức (4) sau đây của định luật làm mát Newton sử dụng hệ số truyền nhiệt của nước $h_{nước}$.

$$-k \left(\frac{\partial T}{\partial x} \right) = h_{nước} (T - T_{nước}) \quad (4)$$

Fig.8 minh họa mối quan hệ giữa nhiệt độ và khoảng cách từ bề mặt của tấm đồng của khuôn 11 mà thu được bằng cách tính toán phương trình dẫn nhiệt không ổn định hai chiều của Biểu thức (3) cho đến khi trạng thái trở nên bình thường. Nhiệt độ đường pha lỏng T_L và nhiệt độ đường pha rắn T_s thu được bằng biểu thức hồi quy của các thành phần loại thép và nhiệt độ được sử dụng trong các hoạt động thực tế. Ô tính toán có nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ đường pha rắn T_s trong phần thép nóng chảy được coi là vỏ hóa rắn 9, và độ dày vỏ hóa rắn được tính toán. Hơn nữa, các ô tính toán trong phần thép nóng chảy có nhiệt độ cao hơn nhiệt độ đường pha lỏng T_L được khuấy đủ, và do đó nhiệt độ được thiết lập đồng nhất trong mỗi bước thời gian. Theo cách này, quy trình của Bước S1 đã hoàn thành, và quy trình ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn chuyển sang quy trình của Bước S2.

Tại quy trình của Bước S5, đơn vị tính toán mô hình truyền nhiệt 107 tính toán lượng co ngót hóa rắn và hệ số truyền nhiệt chung giữa khuôn 1 và vỏ hóa rắn 9 bằng cách sử dụng thông tin thu được ở quy trình của Bước S1 và Bước S4 và thông tin của mô hình DB 103. Trong khuôn 1, độ côn được tạo ra từ phần phía trên về phía phần dưới có tính đến sự co ngót hóa rắn. Do lượng co ngót hóa rắn vượt quá độ côn ở phần phía trên của khuôn 1, nên không khí mà được coi là khe hở không khí tồn tại giữa vỏ hóa rắn 9 và tấm đồng của khuôn 11 trở nên dày. Trong khi đó, ở phần dưới của khuôn 1, tốc độ phát triển vỏ hóa rắn dần trở nên chậm hơn, và lượng co ngót hóa rắn nhỏ hơn độ côn. Do đó, khe hở không khí có thể trở nên nhỏ. Khe hở không khí có khả năng chịu nhiệt lớn, góp phần lớn vào lượng nhiệt giảm của khuôn và chiều dày vỏ hóa rắn. Do đó, điều quan trọng là phải tái tạo lượng co ngót hóa rắn trên mô hình. Do đó, lượng co ngót hóa rắn đã được tính toán. Thứ nhất, sự phụ thuộc nhiệt độ của khối lượng riêng của thép được thiết lập như minh họa trên Fig.9 (xem Tài liệu không phải sáng chế 1), ví dụ, và tỷ lệ phần trăm co ngót $r_{co\ ngót}$ của vỏ hóa rắn được định nghĩa là Biểu thức (5). [0048]

$$r_{co\ ngót} = \left(\frac{\rho_1}{\rho_0} \right)^{-\frac{1}{3}} \quad (5)$$

Ở đây, trong Biểu thức (5), ρ_0 cho biết khối lượng riêng của thép nóng chảy tương ứng với nhiệt độ thép nóng chảy ngay sau khi xả, và ρ_1 cho biết khối lượng riêng của thép nóng chảy tương ứng với nhiệt độ bề mặt bên ngoài của lớp vỏ hóa rắn. Phần trăm co ngót thu được cho mỗi ô tính toán trong mô hình truyền nhiệt được nhân với chiều rộng dx của mỗi ô tính toán và sự khác biệt giữa tổng theo hướng chiều rộng và chiều rộng tấm đúc được tính toán, nhờ đó lượng co ngót hóa rắn thu được. Hơn nữa, độ cong được tìm thấy theo Biểu thức (6) sau đây đã được trừ đi lượng co ngót hóa rắn để tính khe hở không khí $d_{\text{không khí}}$ tại mỗi vị trí độ cao bằng cách sử dụng Biểu thức sau (7).

$$d_{\text{độ cong}} = \frac{C_1 w \Delta h}{100} \quad (6)$$

$$d_{\text{không khí}} = (w - \Sigma(r_{\text{co ngót}} \times dx)) - d_{\text{độ cong}} \quad (7)$$

Ở đây, trong các Biểu thức (6), (7), C_1 [% · m] cho biết tốc độ cong, w [m] chiều rộng tấm đúc, và Δh [m] khoảng cách theo chiều cao tính từ mặt khum. Hơn nữa, trên mặt tiếp giáp giữa tấm đồng của khuôn 11 và vỏ hóa rắn 9, có tồn tại lớp bột khuôn 7 ngoài khe hở không khí. Do đó, hệ số truyền nhiệt chung $h_{\text{toàn bộ}}$ giữa khuôn và vỏ hóa rắn khi xét đến lượng co ngót do hóa rắn được tính theo Biểu thức (8) sau đây.

[0053]

$$h_{\text{toàn bộ}} = A \exp(d_{\text{không khí}}/d_0) + B \quad (8)$$

Lưu ý rằng tốt hơn hết là các thông số A , B , d_0 trong Biểu thức (8) được điều chỉnh phù hợp với dữ liệu thực tế và đầu vào sơ bộ trong mô hình DB 103. Theo cách này, quy trình của Bước S1 đã hoàn thành, và quy trình ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn chuyển sang quy trình của Bước S2.

Tại quy trình của Bước S6, đơn vị xử lý số học 104 lưu trữ kết quả tính toán trong mô hình DB 103 và thiết bị đầu ra 108. Theo cách này, quy trình của Bước S6 đã hoàn thành, và quy trình ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn chuyển sang quy trình của Bước S7.

Tại quy trình của Bước S7, đơn vị xử lý số học 104 xác định xem quá trình đúc có hoàn thành hay không. Kết quả của việc xác định, khi quá trình đúc hoàn thành (Có ở Bước S7), đơn vị xử lý số học 104 kết thúc một loạt quá trình xử lý để ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn. Trong khi đó, khi quá trình đúc chưa hoàn thành (Không ở Bước S7), đơn vị xử lý số học 104 cập nhật bước thời gian và trả lại quá trình ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn cho quy trình ở Bước S1.

Như đã rõ từ mô tả ở trên, trong phương pháp ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn theo một phương án của sáng chế, đơn vị chuyển đổi 106 chuyển tốc độ dòng chảy của thép nóng chảy trong khuôn 1 thành độ dẫn nhiệt, và đơn vị tính toán mô hình truyền nhiệt 107 giải phương trình dẫn nhiệt không ổn định ba chiều bằng cách sử dụng độ dẫn được tính bằng đơn vị chuyển đổi 106, để tính toán sự phân bố nhiệt độ của khuôn 1 và thép trong khuôn 1 để ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn. Do đó, có thể ước tính, với độ chính xác cao, chiều dày vỏ hóa rắn trong khuôn 1 bao gồm chiều rộng và chiều dày của khuôn 1.

(Phương án)

Khi mô hình tính toán truyền nhiệt không ổn định ba chiều được tính toán mà không sử dụng phân bố dòng chảy thép nóng chảy làm điều kiện đầu vào, đã thu được sự phân bố chiều dày vỏ hóa rắn gần như đồng nhất theo hướng chiều rộng và hướng chiều dày của khuôn, như được minh họa trong vùng đường xiên R3 trên Fig.10. Trong khi đó, khi mô hình tính toán truyền nhiệt không ổn định ba chiều được tính toán thêm, như một điều kiện đầu vào, sự phân bố dòng thép nóng chảy ba chiều trong khuôn như được minh họa trên Fig.11, thu được bằng phương pháp ước tính trạng thái chảy của thép nóng chảy được mô tả trong Tài liệu sáng chế 2, đã thu được sự phân bố độ dày vỏ hóa rắn thay đổi theo hướng chiều rộng và hướng chiều dày trong khuôn như được minh họa trong vùng đường xiên R4 trên Fig.12. Do đó, người ta khẳng định rằng trong sáng chế này, với độ chính xác cao, có thể ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn 1 bao gồm hướng chiều rộng và hướng chiều dày của khuôn 1.

Phần trên đã mô tả phương án mà sáng chế được thực hiện bởi các tác giả được áp dụng vào. Tuy nhiên, phần mô tả và các hình vẽ tạo thành một phần của sáng chế theo phương án này không giới hạn sáng chế. Ví dụ, nếu thu được thông tin đo liên quan đến nhiệt độ tấm đồng của khuôn và lượng giảm nhiệt khuôn, thì quy trình tính toán hiệu chỉnh để khắc phục các nhiễu chưa biết được áp dụng vào tính toán mô hình truyền nhiệt, nhờ đó cải thiện hơn nữa độ chính xác của phân bố độ dày vỏ hóa rắn ước tính được mong đợi. Theo cách này, các phương án khác, ví dụ, kỹ thuật vận hành và các phương án tương tự được thực hiện bởi những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực dựa trên phương án này đều nằm trong phạm vi của sáng chế.

Khả năng áp dụng công nghiệp

Theo sáng chế, có thể đề xuất thiết bị để ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn

và phương pháp để ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn mà có khả năng ước tính, với độ chính xác cao, độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn bao gồm hướng chiều rộng và hướng chiều dày của khuôn.

Danh sách các số chỉ dẫn

1 khuôn

3 vôi nhúng

5 thép nóng chảy

7 bột khuôn

9 vỏ hóa rắn

11 tấm đồng của khuôn

100 thiết bị ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn

101 thiết bị đầu cuối điều khiển

102 thiết bị đầu vào

103 cơ sở dữ liệu mô hình (mô hình DB)

104 đơn vị xử lý số học

106 đơn vị chuyển đổi

107 đơn vị tính toán mô hình truyền nhiệt

108 thiết bị đầu ra

110 thiết bị hiển thị

201 nước làm mát

202 vùng bán hóa rắn

203 tốc độ dòng chảy thép nóng chảy

204 lượng giảm nhiệt khuôn

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn, bao gồm:

thiết bị đầu vào được cấu hình để nhận đầu vào là kết quả đo nhiệt độ và các thành phần của thép nóng chảy trong máng phân phối của máy đúc liên tục, kết quả đo chiều rộng, độ dày và tốc độ đúc của tấm đúc được đúc trong máy đúc liên tục, và tốc độ dòng chảy thép nóng chảy trong khuôn;

cơ sở dữ liệu mô hình được cấu hình để lưu trữ biểu thức mô hình và thông số liên quan đến phản ứng hóa rắn của thép nóng chảy trong khuôn của máy đúc liên tục;

bộ chuyển đổi được cấu hình để chuyển đổi tốc độ dòng chảy thép nóng chảy trong đầu vào khuôn đến thiết bị đầu vào thành thông số dẫn nhiệt; và

bộ tính toán mô hình truyền nhiệt được định cấu hình để ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn dựa trên sự phân bố nhiệt độ của khuôn và thép trong khuôn được tính toán bằng cách giải phương trình dẫn nhiệt không ổn định ba chiều sử dụng kết quả đo nhiệt độ và các thành phần của thép nóng chảy trong máng phân phối của máy đúc liên tục, kết quả đo chiều rộng, chiều dày và tốc độ đúc của tấm đúc được đúc trong máy đúc liên tục, biểu thức mô hình, thông số và thông số dẫn nhiệt được tính toán bởi bộ chuyển đổi .

2. Thiết bị ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn theo điểm 1, trong đó bộ chuyển đổi được cấu hình để chuyển đổi tốc độ dòng chảy của thép nóng chảy trong vùng có nhiệt độ cao hơn nhiệt độ hóa rắn của thép nóng chảy và thấp hơn nhiệt độ đường pha lỏng của thép nóng chảy thành thông số dẫn nhiệt.

3. Thiết bị ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn theo điểm 1 hoặc 2, trong đó bộ tính toán mô hình truyền nhiệt được cấu hình để

tính toán lượng co ngót hóa rắn của thép nóng chảy dựa trên sự phân bố nhiệt độ của thép trong khuôn, và

tính toán hệ số truyền nhiệt chung giữa khuôn và vỏ hóa rắn khi xét đến lượng co ngót hóa rắn.

4. Thiết bị ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó bộ tính toán mô hình truyền nhiệt được cấu hình để thực hiện tính toán truyền nhiệt không ổn định ba chiều bằng cách sắp xếp theo chiều dọc các mô hình tính toán truyền nhiệt không ổn định hai chiều được chia theo hướng chiều cao của khuôn.

5. Phương pháp ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn, bao gồm các bước:

bước nhập để nhập các kết quả đo nhiệt độ và các thành phần của thép nóng chảy trong máng phân phối của máy đúc liên tục, kết quả đo chiều rộng, độ dày và tốc độ đúc của tấm đúc được đúc trong hệ thống thiết bị đúc liên tục, và tốc độ dòng chảy thép nóng chảy trong khuôn;

bước chuyển đổi để chuyển đổi tốc độ dòng chảy thép nóng chảy trong đầu vào khuôn tại bước nhập thành thông số dẫn nhiệt; và

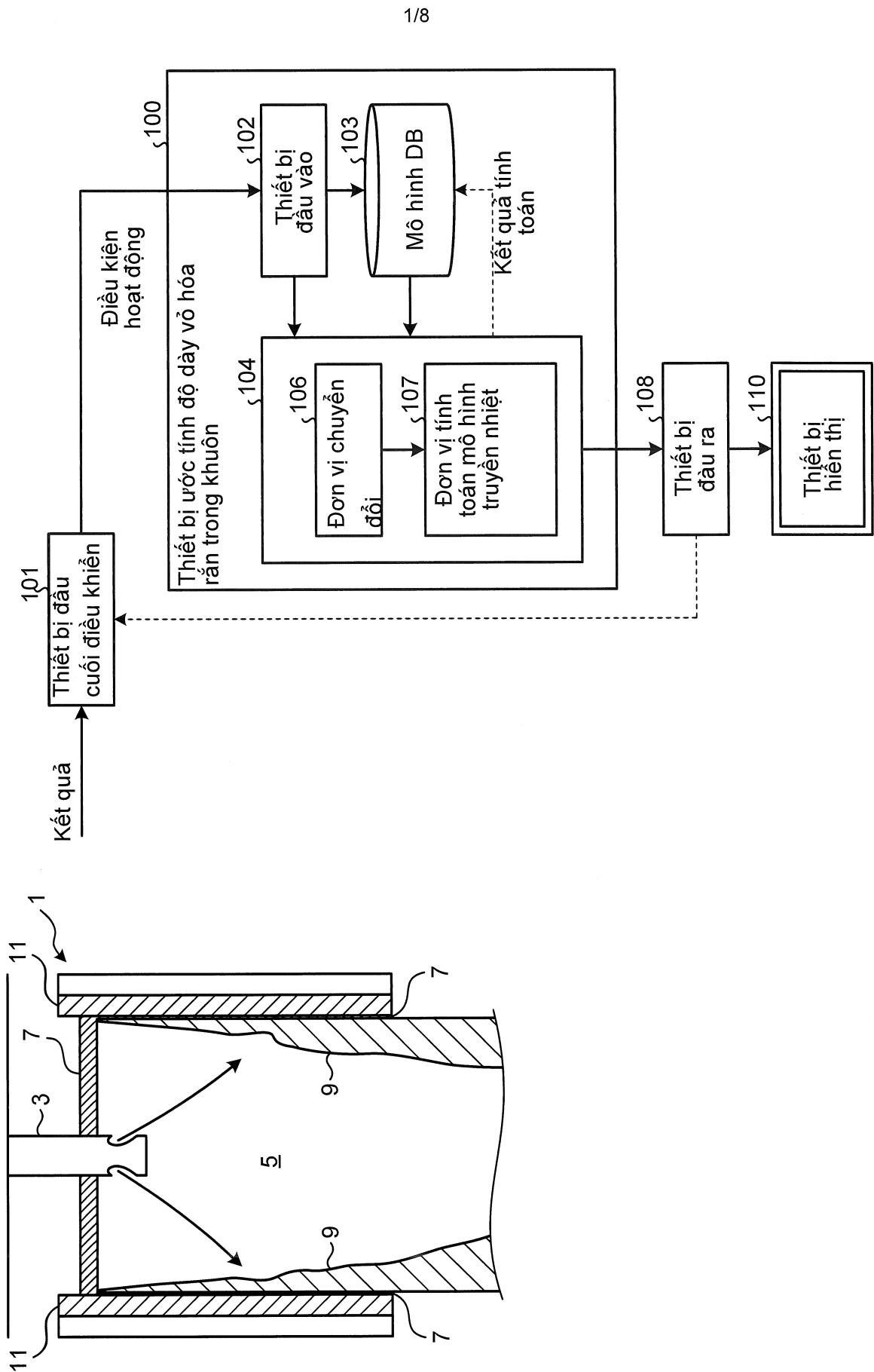
bước tính toán mô hình truyền nhiệt để ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn dựa trên sự phân bố nhiệt độ của khuôn và thép trong khuôn được tính toán bằng cách giải phương trình dẫn nhiệt không ổn định ba chiều sử dụng kết quả đo nhiệt độ và các thành phần của thép nóng chảy trong máng phân phối của máy đúc liên tục, kết quả đo chiều rộng, chiều dày và tốc độ đúc của tấm đúc được đúc trong máy đúc liên tục, biểu thức mô hình, và thông số liên quan đến phản ứng hóa rắn của thép nóng chảy trong khuôn của máy đúc liên tục, và thông số độ dẫn nhiệt được tính toán tại bước chuyển đổi.

6. Phương pháp ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn theo điểm 5, trong đó bước chuyển đổi bao gồm bước chuyển đổi tốc độ dòng chảy của thép nóng chảy trong vùng có nhiệt độ cao hơn nhiệt độ đường pha rắn của thép nóng chảy và thấp hơn nhiệt độ nhiệt độ đường pha lỏng của thép nóng chảy thành thông số dẫn nhiệt.

7. Phương pháp ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn theo điểm 5 hoặc 6, trong đó bước tính mô hình truyền nhiệt bao gồm bước tính lượng co ngót hóa rắn của thép nóng chảy dựa trên sự phân bố nhiệt độ của thép trong khuôn và tính toán hệ số truyền nhiệt chung giữa khuôn và vỏ hóa rắn dựa trên lượng co ngót hóa rắn.

8. Phương pháp ước tính độ dày vỏ hóa rắn trong khuôn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 5 đến 7, trong đó bước tính mô hình truyền nhiệt bao gồm bước thực hiện tính toán truyền nhiệt không ổn định ba chiều bằng cách sắp xếp theo chiều dọc các mô hình tính toán truyền nhiệt không ổn định hai chiều được chia theo hướng chiều cao của khuôn.

FIG.1



2/8

FIG.2

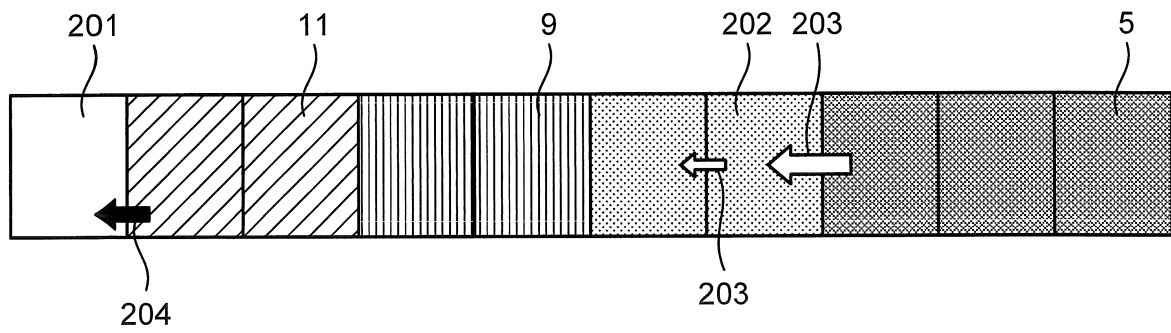
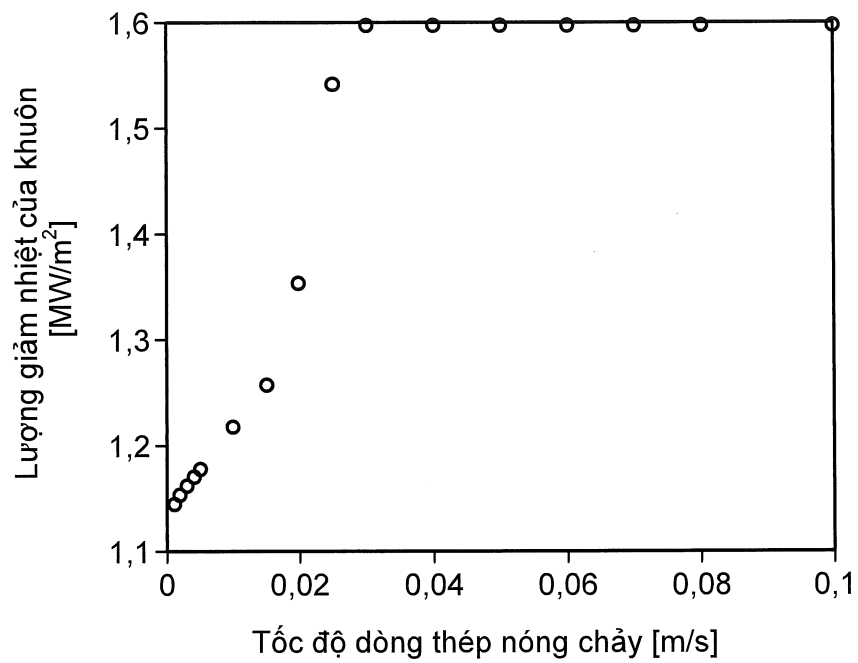


FIG.3



3/8

FIG.4

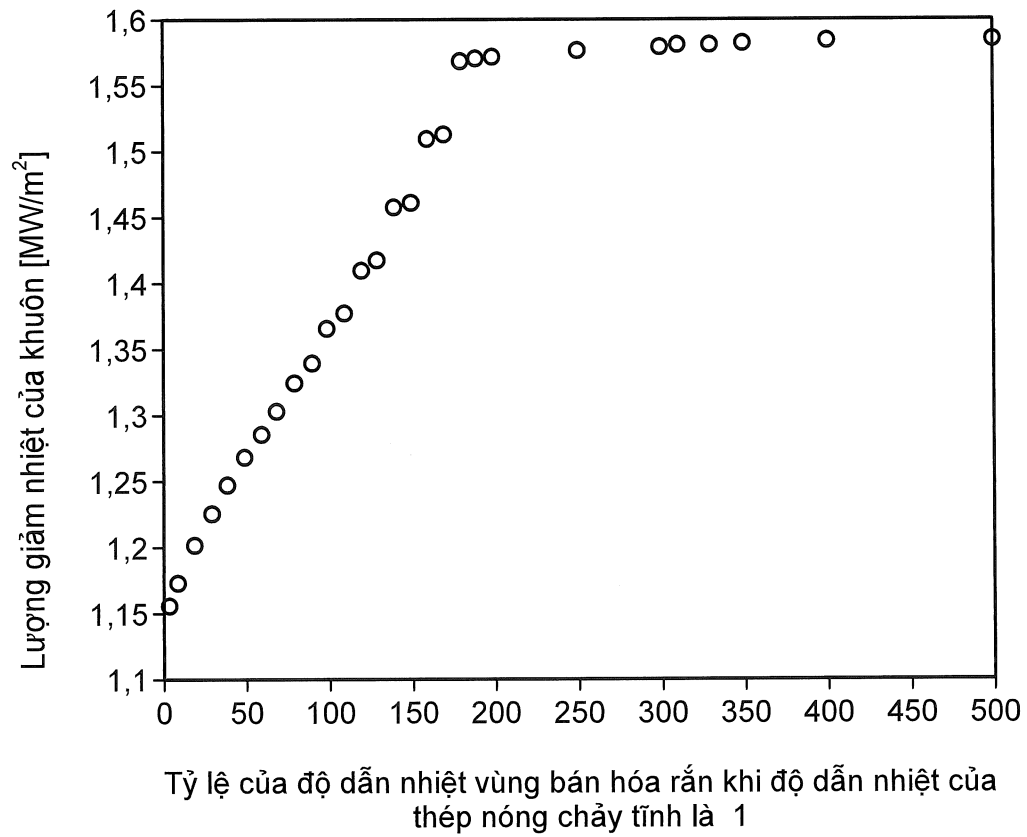
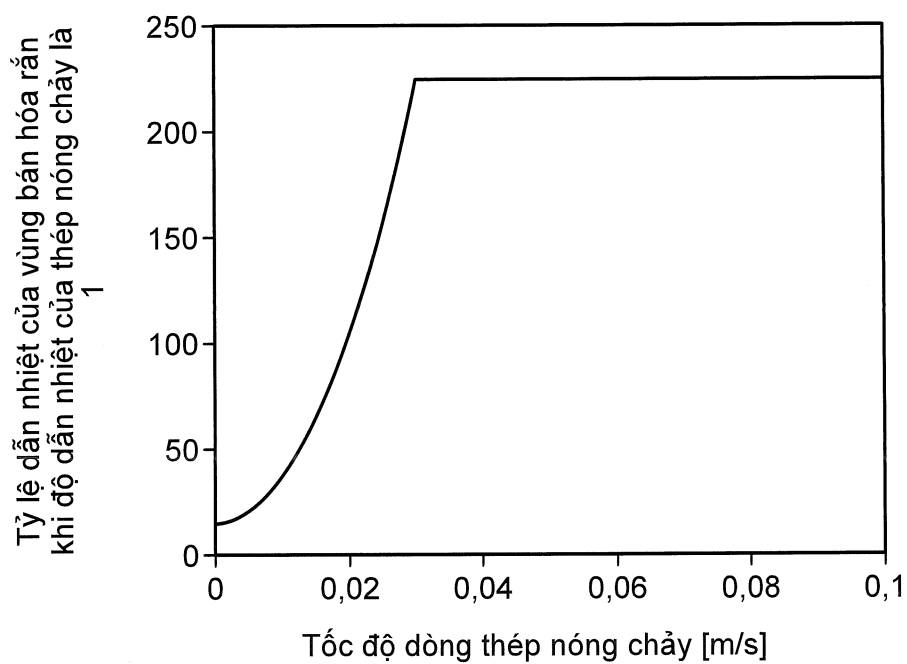
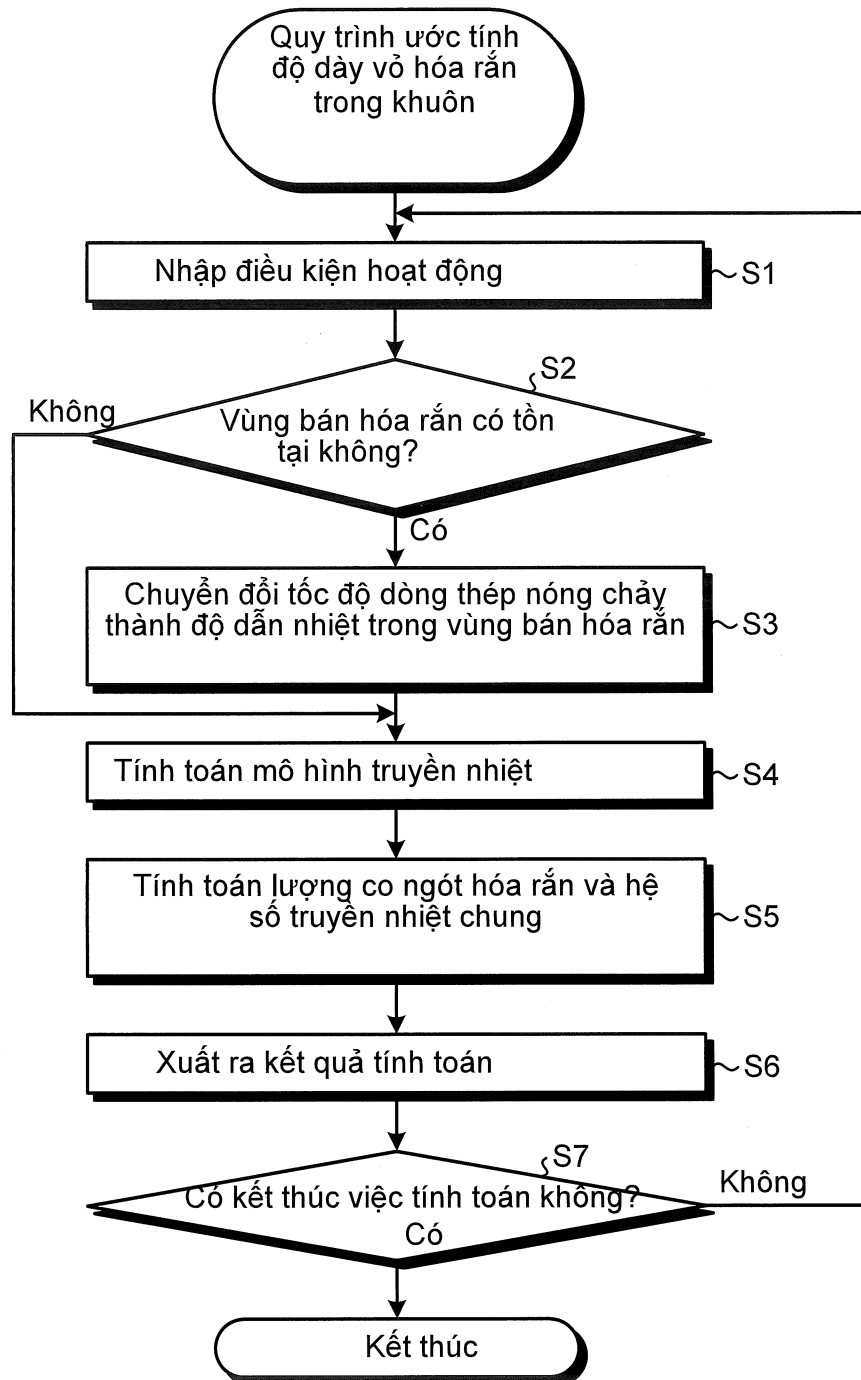


FIG.5



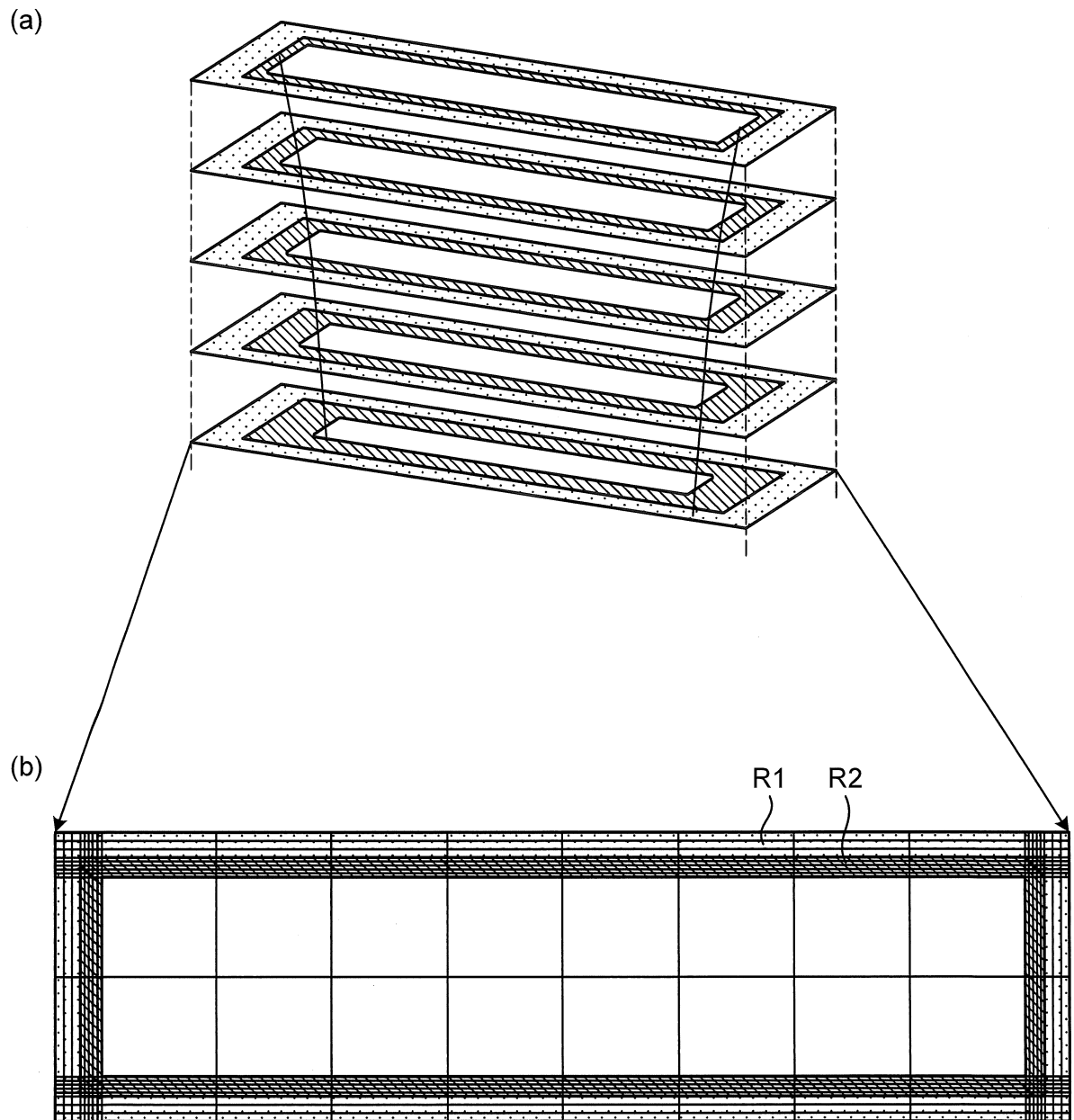
4/8

FIG.6



5/8

FIG.7



6/8

FIG.8

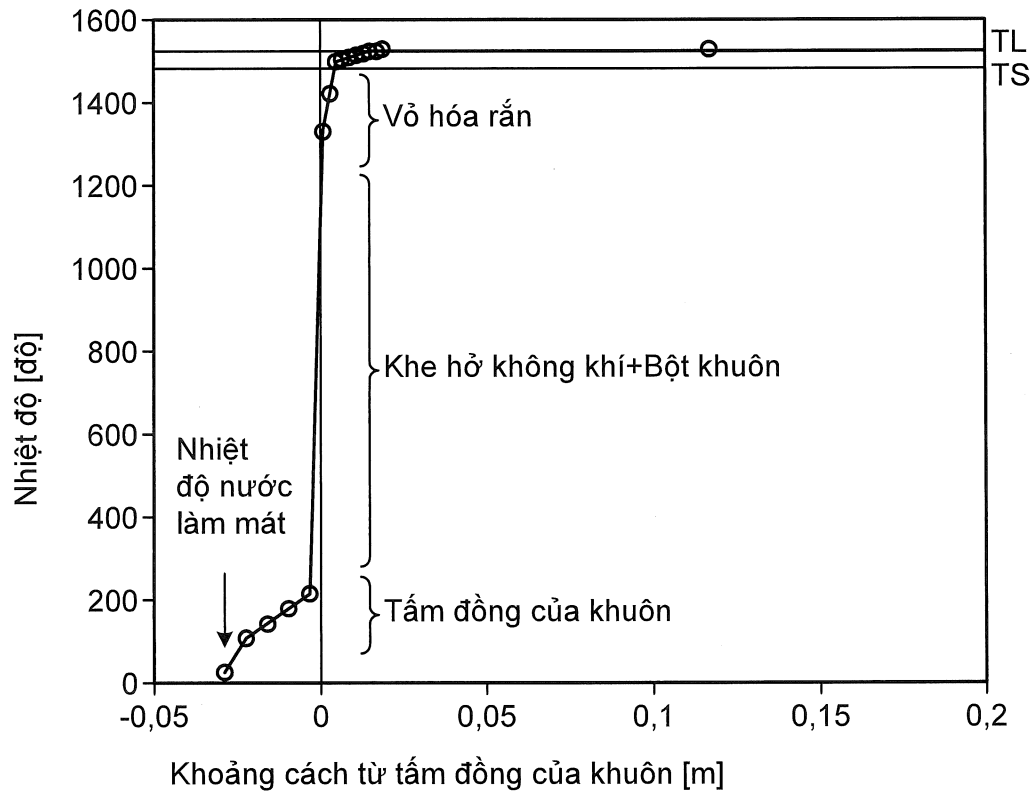
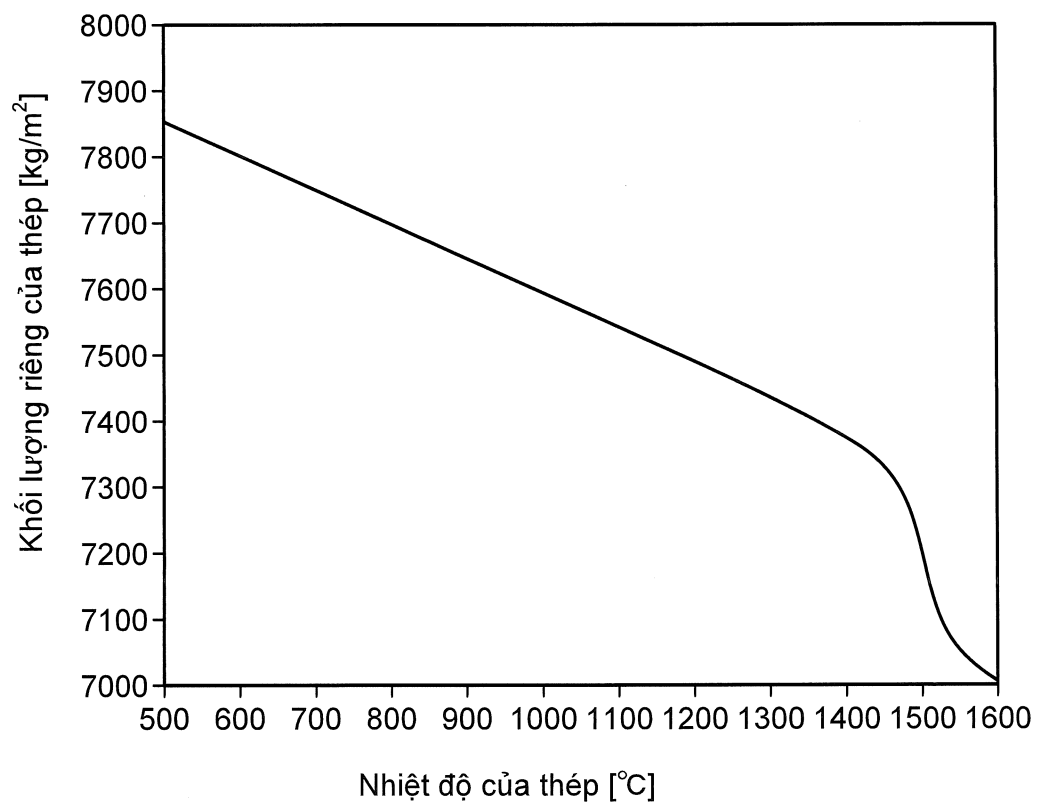


FIG.9



7/8

FIG.10

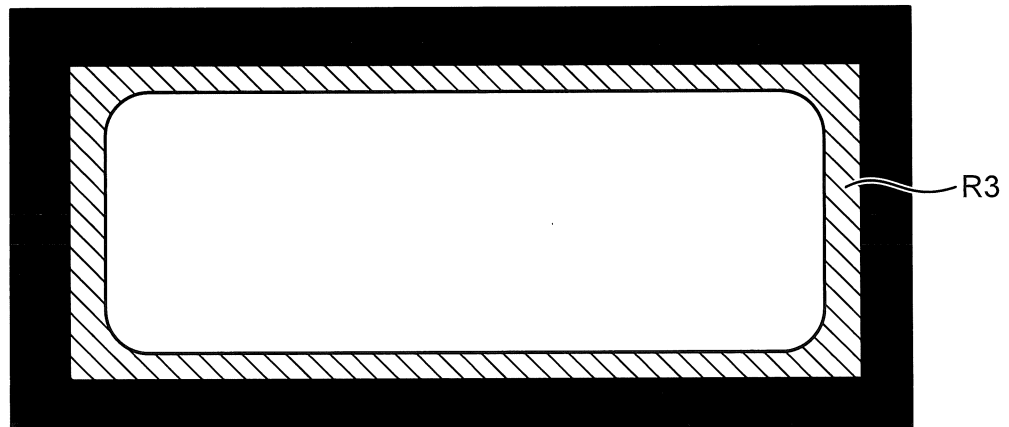
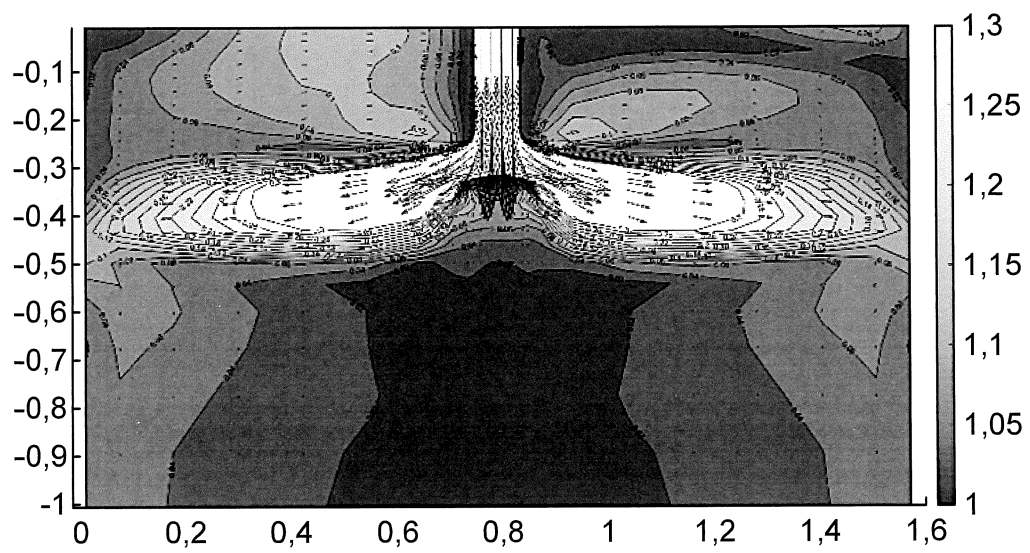


FIG.11



8/8

FIG.12

