



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

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

(11)



1-0038546

(51)⁷ B22D 11/04; B22D 11/20; B22D 11/16; (13) B
B22D 11/059; B22D 11/128

(21) 1-2019-01053 (22) 20/09/2017
(86) PCT/JP2017/033955 20/09/2017 (87) WO 2018/056322 29/03/2018
(30) 2016-183726 21/09/2016 JP; PCT/JP2017/009906 13/03/2017 JP
(45) 25/01/2024 430 (43) 25/07/2019 376A
(73) JFE STEEL CORPORATION (JP)
2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0011, Japan
(72) ARAMAKI Norichika (JP); FURUMAI Kohei (JP); MIKI Yuji (JP).
(74) Công ty Cổ phần Sở hữu công nghiệp INVESTIP (INVESTIP)

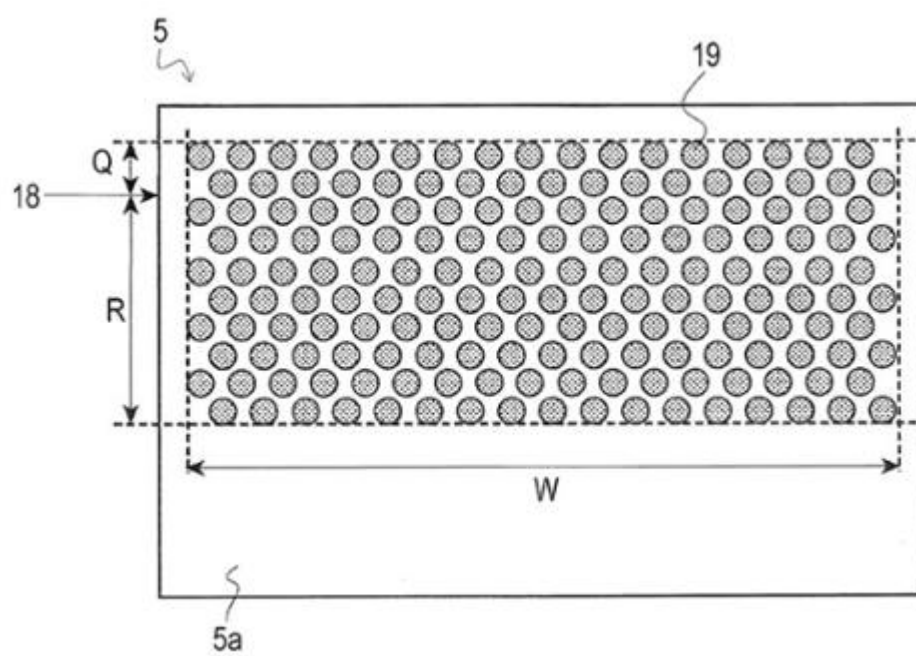
(54) PHƯƠNG PHÁP ĐÚC THÉP LIÊN TỤC

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp đúc thép liên tục. Nứt bề mặt gây ra bởi sự làm nguội không đồng đều của vỏ hóa cứng ở giai đoạn ban đầu của sự hóa cứng được ngăn chặn, và sự xuất hiện của sự phân tách ở tâm trong phần trung tâm theo chiều dày của dải được giảm thiểu. Các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt mà khác ít nhất 20% so với độ dẫn nhiệt của tấm đồng làm khuôn của khuôn đúc liên tục được bố trí trên bề mặt thành bên trong của tấm đồng làm khuôn trong vùng kéo dài từ vị trí ít nhất 20 mm bên dưới vị trí của mặt khum đến vị trí ít nhất 50 mm và lớn nhất 200 mm bên dưới vị trí của mặt khum. Tỷ lệ diện tích của tổng diện tích của các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau so với diện tích của bề mặt thành bên trong mà các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau được bố trí trên đó là từ 10% đến 80%. Khoảng cách (D1) và khoảng bước của các vết dao động (OMP: oscillation mark pitch) mà được rút ra từ tần số dao động (f) và tốc độ đúc (Vc) thỏa mãn công thức (1) dưới đây, và khoảng cách (D2) thỏa mãn công thức (2) dưới đây.

$$D1 \leq OMP = Vc \times 1000/f \quad (1)$$

$$D2 \leq 4r \quad (2)$$

Trong công thức (2), r là bán kính (mm) của đường tròn có tâm ở trọng tâm của một trong số các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau và có cùng diện tích với một trong số các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến kỹ thuật đúc thép liên tục và cụ thể hơn là phương pháp đúc thép liên tục mà với phương pháp này sự hóa cứng không đồng đều của dải ở giai đoạn ban đầu của sự hóa cứng được hạn chế và do đó phương pháp này phù hợp để cải thiện sự nứt bề mặt và sự phân tách ở tâm của dải.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Thông thường, khi dải thép được sản xuất bằng phương pháp đúc liên tục, thép nóng chảy được đổ vào khuôn tiếp xúc với khuôn và được làm nguội, và lớp được hóa cứng mỏng (sau đây được gọi là "vỏ hóa cứng") được tạo ra. Trong khi thép nóng chảy được đổ vào khuôn, vỏ hóa cứng được rút xuống dưới (sau đây được gọi là "đúc ổn định") nhờ đó sản xuất ra dải.

Khi thép nóng chảy được làm nguội không đồng đều trong khuôn, chiều dày của vỏ hóa cứng trở nên không đồng đều, vì vậy bề mặt của vỏ hóa cứng không nhẵn. Cụ thể là, khi vỏ hóa cứng với chiều dày không đồng đều tăng ở giai đoạn ban đầu của sự hóa cứng, sự tập trung ứng suất xảy ra trên bề mặt của vỏ hóa cứng, và do đó các vết nứt nhỏ theo chiều dọc được tạo ra. Các vết nứt nhỏ theo chiều dọc này vẫn xuất hiện ngay cả sau khi dải hóa cứng hoàn toàn và tạo nên các vết nứt theo chiều dọc trên bề mặt của dải. Khi các vết nứt theo chiều dọc được tạo ra trên bề mặt của dải, cần phải loại bỏ các vết nứt theo chiều dọc (sự loại bỏ các vết nứt sau đây được gọi là "việc điều chỉnh") trước khi dải trải qua các quá trình tiếp theo (như là quá trình cán).

Khuôn dao động theo hướng đúc, và sự dao động của khuôn làm cho phần đầu trên của vỏ hóa cứng uốn cong về phía thép nóng chảy. Sau đó thép nóng chảy tràn vào khe hở giữa vỏ hóa cứng bị uốn cong và bề mặt thành bên trong của khuôn, và phần nhô ra về phía thép nóng chảy (sau đây được gọi là "móc") do đó được tạo ra trong vỏ hóa cứng. Khi bề mặt của vỏ hóa cứng không nhẵn, khe hở được tạo ra giữa vỏ hóa cứng bị uốn cong và bề mặt thành bên trong của khuôn lớn, vì vậy móc của

vỏ hóa cứng lớn. Khi móc nhô ra về phía thép nóng chảy lớn, các tạp chất phi kim và các bọt khí chảy hướng lên trong thép nóng chảy bị giữ lại bởi móc ở mặt khum (bề mặt trên cùng của thép nóng chảy trong khuôn). Các tạp chất phi kim và các bọt khí bị giữ lại gây ra các khiếm khuyết bề mặt như là các lỗi bề mặt và sự phồng trong các tấm thép cán nóng và các tấm thép cán nguội.

Tần suất xuất hiện của các khiếm khuyết bề mặt như là các vết nứt theo chiều dọc, các lỗi, và sự phồng có xu hướng tăng lên khi tốc độ đúc tăng. Hiện nay, tốc độ đúc của máy đúc thổi tấm liên tục thông thường được cải thiện khoảng từ 1,5 đến khoảng 2 lần so với tốc độ đúc của máy đúc thổi tấm liên tục mười năm trước, và lượng công việc sửa chữa tăng lên theo đó. Cũng trong việc được gọi là nập nóng và nập trực tiếp mà được thiết lập bằng công nghệ trong những năm gần đây, công việc sửa chữa cho dải là yếu tố mà hạn chế sự ổn định hóa của việc vận hành. Do đó, các lợi ích kinh tế đáng kể có thể đạt được nếu có thể ngăn chặn sự tạo ra các móc và sự tăng không đồng đều về chiều dày của vỏ hóa cứng do sự làm nguội không đồng đều ở giai đoạn ban đầu của sự hóa cứng.

Để ngăn chặn sự làm nguội không đồng đều ở giai đoạn ban đầu của sự hóa cứng, điều cần thiết là sự làm nguội nhẹ đồng đều được tạo ra ở giai đoạn ban đầu của sự hóa cứng cho phép chiều dày của vỏ hóa cứng tăng đồng đều để nhờ đó ngăn chặn sự tạo ra các móc. Về điều này, Tài liệu phi sáng chế 1 bộc lộ, để cải thiện tình trạng bề mặt của dải trong đúc liên tục của phôi 280 x 280 mm, việc tạo ra các phần nhô và các phần lõm trên bề mặt bên trong của khuôn là có hiệu quả. Tài liệu sáng chế 1 bộc lộ các phần lõm có đường kính hoặc chiều rộng từ 3 đến 80 mm và chiều sâu từ 0,1 đến 1,0 mm được tạo ra trên bề mặt bên trong của khuôn. Tài liệu sáng chế 2 bộc lộ các rãnh có chiều rộng từ 0,2 đến 2 mm và chiều sâu 6 mm hoặc ít hơn được tạo ra trên bề mặt bên trong của khuôn.

Các kỹ thuật này nhằm mục đích đạt được việc làm nguội nhẹ theo cách thức sau đây. Bột tạo khuôn được bổ sung vào phần mặt khum sao cho lớp bột tạo khuôn có chiều dày đủ được duy trì ổn định giữa khuôn và vỏ hóa cứng trong thời gian dài. Lớp không khí và lớp bột nóng chảy nhờ đó được tạo ra trong phần có các phần lõm

trên bề mặt bên trong của khuôn, và việc làm nguội nhẹ (sau đây được gọi là làm nguội nhẹ) đạt được bằng cách sử dụng khả năng cách nhiệt của lớp không khí và lớp bột nóng chảy.

Tuy nhiên, khi các kỹ thuật này thực sự được sử dụng để đúc liên tục, thì phát sinh các vấn đề khác nhau. Ví dụ, chiều rộng khuôn thay đổi đối với máy đúc thổi tấm liên tục là khuôn kết hợp có các cạnh rộng và các cạnh ngắn. Vấn đề trong trường hợp này là, khi phần lõm được tạo ra trên bề mặt bên trong của khuôn khớp với vị trí góc của khuôn khi việc đúc liên tục bắt đầu, các phần bắn tóe của thép nóng chảy lúc bắt đầu đúc đi vào phần lõm ở góc.

Vấn đề khác như sau. Khi vòi phun nhúng chìm hoặc thùng trung gian được thay thế, bề mặt trên cùng của thép nóng chảy trong khuôn thấp hơn bề mặt này khi đúc ổn định. Trong trường hợp này, bột tạo khuôn bám vào bề mặt bên trong của khuôn dễ dàng rơi xuống và bị tách riêng, và thép nóng chảy hoặc các phần bắn tóe của thép nóng chảy đi vào phần lõm ở góc khi việc đúc được tiếp tục. Hiện tượng trong đó thép nóng chảy đi vào phần lõm làm cho xảy ra sự trào ra kiểu dính của vỏ hóa cứng.

Cơ chế tạo ra sự phân tách ở tâm trong dải được xem xét như sau. Khi sự hóa cứng xảy ra, nồng độ của thành phần phân tách tăng trong các vùng giữa các nhánh của tinh thể dạng nhánh cây, mà là cấu trúc hóa cứng. Thép nóng chảy với thành phần phân tách cô đặc chảy ra ngoài các vùng giữa các nhánh của tinh thể dạng nhánh cây do sự co lại của dải trong quá trình hóa cứng hoặc phồng của dải. Thép nóng chảy này với thành phần phân tách được cô đặc chảy về phía điểm hoàn thành hóa cứng, tức là, vùng hóa cứng cuối cùng, và được hóa cứng để tạo ra vùng thành phần phân tách-được cô đặc. Vùng được cô đặc này được gọi là sự phân tách ở tâm. Để ngăn chặn sự phân tách ở tâm trong dải, việc ngăn chặn sự di chuyển của thép nóng chảy mà thành phần phân tách được cô đặc trong đó và có mặt trong các vùng giữa các nhánh của tinh thể dạng nhánh cây và ngăn chặn sự tích tụ cục bộ của thép nóng chảy mà thành phần phân tách được cô đặc trong đó. Một số phương pháp sử dụng các nguyên tắc này đã được đề xuất.

Một trong số chúng là phương pháp co mềm đối với dải sử dụng nhóm các con lăn giảm cán. Tuy nhiên, có giới hạn về hiệu quả cải thiện sự phân tách ở tâm khi độ co mềm cao hơn một chút so với lượng co lại do hóa cứng. Tài liệu sáng chế 3 đề xuất phương pháp sau đây. Dải bị phòng ở điểm nơi mà tỷ lệ pha rắn trong phần trung tâm của dải là 0,1 hoặc ít hơn sao cho chiều dày của phần trung tâm theo chiều rộng của dải lớn hơn từ 20 đến 100 mm so với chiều dày của các cạnh ngắn của dải được tạo ra trong khuôn. Sau đó, ngay trước khi hoàn thành hóa cứng, dải được cán đến mức giảm cán tương ứng lượng phòng mà sử dụng ít nhất một cặp con lăn giảm cán trong điều kiện lượng giảm cán trên một cặp cán là 20 mm hoặc nhiều hơn.

Tài liệu sáng chế 4 đề xuất phương pháp sau đây. Dải bị phòng sao cho chiều dày của phần trung tâm theo chiều rộng của dải lớn hơn từ 10 đến 50% chiều dày của các cạnh ngắn của dải cho đến khi chiều dày của phần không được hóa cứng của dải đạt đến 30 mm. Sau đó, cho đến điểm hoàn thành của sự hóa cứng, ít nhất một cặp con lăn giảm cán được sử dụng để cán dải một lượng tương ứng với lượng phòng.

Tài liệu sáng chế 5 đề xuất phương pháp đúc thép liên tục sau đây. Dải bị phòng sao cho chiều dày của dải tăng từ 3% đến 25% chiều dày của dải lúc bắt đầu phòng, và sau đó dải thu được được cán ở điểm nơi mà tỷ lệ pha rắn trong phần trung tâm từ 0,2 đến 0,7 so với lượng tương ứng từ 30% đến 70% lượng phòng.

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 số 9-94634

Tài liệu sáng chế 2: Công bố đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số 10-193041

Tài liệu sáng chế 3: Công bố đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số 9-057410

Tài liệu sáng chế 4: Công bố đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số 9-206903

Tài liệu sáng chế 5: Công bố đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật

Bản số 2000-288705

Tài liệu phi sáng chế

Tài liệu phi sáng chế 1: P. Perminov và cộng sự, Steel in English, (1968) số 7, tr. 560 đến 562

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Trong đúc thép liên tục, các dao động thẳng đứng tác động lên khuôn, và các dao động này ngăn chặn vỏ hóa cứng bám vào khuôn. Kết quả của sự dao động của khuôn là, các phần lõm có chu kỳ được gọi là các vết dao động được tạo ra trên bề mặt của dải có phần đầu biến dạng về phía trước. Khi chiều sâu của các vết dao động lớn, bề mặt của vỏ hóa cứng tiếp xúc không đồng đều với khuôn, và lượng nhiệt được lấy ra từ khuôn cũng không đồng đều, vì vậy phần không đồng đều trên bề mặt bên trong của vỏ hóa cứng cũng lớn. Khi phần không đồng đều trên bề mặt bên trong của vỏ hóa cứng ở giai đoạn ban đầu lớn, thì bề mặt chuyển tiếp hóa cứng trong vùng hóa cứng cuối cùng không nhẵn. Vấn đề trong trường hợp này là, thậm chí khi bất kỳ phương pháp nào trong số các phương pháp được mô tả trong Tài liệu sáng chế 3 đến Tài liệu sáng chế 5 được sử dụng để cán, hiệu quả của nó không đạt được một cách đầy đủ.

Giải pháp cho vấn đề

Sáng chế giải quyết các vấn đề nêu trên được tóm tắt dưới đây.

[1] Phương pháp đúc thép liên tục để sản xuất dải, phương pháp bao gồm: đổ thép nóng chảy vào khuôn đúc liên tục; và rút đồng thời thép nóng chảy trong khi khuôn đúc liên tục dao động theo hướng đúc, trong đó khuôn đúc liên tục có các rãnh lõm được tạo ra trên bề mặt thành bên trong của tấm đồng làm khuôn trong vùng kéo dài từ vị trí ít nhất 20 mm bên trên vị trí của mặt khum ở trạng thái đúc ổn định đến vị trí ít nhất 50 mm và lớn nhất 200 mm bên dưới vị trí của mặt khum, trong đó các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau được đổ kim loại hoặc hợp kim kim loại có độ dẫn nhiệt mà khác ít nhất 20% so với độ dẫn nhiệt của tấm đồng làm khuôn được bố trí trong các rãnh lõm, trong đó tỷ lệ diện tích của tổng diện

tích của các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau so với diện tích của bề mặt thành bên trong mà các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau được bố trí trên đó là từ 10% đến 80%, trong đó khoảng cách (D1) và khoảng bước của các vết dao động (OMP: oscillation mark pitch) mà được rút ra từ tần số dao động (f) và tốc độ đúc (Vc) thỏa mãn công thức (1) dưới đây, trong đó khoảng cách (D2) thỏa mãn công thức (2) dưới đây,

$$D1 \leq OMP = Vc \times 1000/f \quad (1)$$

$$D2 \leq 4r \quad (2)$$

trong đó, trong công thức (1), Vc là tốc độ đúc (m/phút); f là tần số dao động (chu kỳ trên phút); OMP là khoảng bước của các vết dao động (mm); và D1 là khoảng cách (mm) giữa đường ranh giới giữa phần thứ nhất trong số các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau và tấm đồng làm khuôn và đường ranh giới giữa phần thứ hai trong số các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau và tấm đồng làm khuôn, phần thứ hai trong số các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau được đặt ở cùng vị trí, theo hướng chiều rộng của tấm đồng làm khuôn, với trọng tâm của phần thứ nhất trong số các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau và gần kề với phần thứ nhất trong số các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau theo hướng đúc, và trong đó, trong công thức (2), r là bán kính (mm) của đường tròn có tâm ở trọng tâm của một trong số các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau và có cùng diện tích với một trong số các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau, và D2 là khoảng cách (mm) giữa trọng tâm của phần thứ nhất trong số các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau và trọng tâm của phần thứ ba trong số các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau, phần thứ ba trong số các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau được bố trí ở cùng vị trí, so với hướng đúc, với trọng tâm của phần thứ nhất trong số các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau và gần kề với phần thứ nhất trong số các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau theo hướng chiều rộng.

[2] Phương pháp đúc thép liên tục theo mục [1],

trong đó các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau được bố trí sao cho khoảng cách (D1) thỏa mãn công thức (3) dưới đây:

$$D1 \leq 2r. \quad (3)$$

[3] Phương pháp đúc thép liên tục theo mục [1] hoặc [2],

trong đó tất cả các rãnh lõm có cùng hình dạng.

[4] Phương pháp đúc thép liên tục theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [3],

trong đó mỗi rãnh lõm có hình dạng tròn hoặc hình dạng gần tròn không có góc.

[5] Phương pháp đúc thép liên tục theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [4],

trong đó các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau được bố trí theo kiểu mạng lưới.

[6] Phương pháp đúc thép liên tục theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [4],

trong đó các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau được bố trí theo kiểu so le.

[7] Phương pháp đúc thép liên tục theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [6],

trong đó phương pháp này còn bao gồm: bước làm phẳng các cạnh rộng của khuôn của dải có phần không được hóa cứng ở trong đó tổng lượng phẳng nằm trong khoảng từ 0 mm đến 20 mm so với chiều dày của dải (chiều dày giữa các cạnh rộng của khuôn của dải) ở đầu ra của khuôn, các cạnh rộng của khuôn của dải bị phẳng sử dụng một số cặp trong số các cặp con lăn đỡ dải được bố trí trong máy đúc liên tục, khe hở giữa các con lăn của một số cặp trong số các cặp con lăn đỡ dải tăng dần về phía đầu ra theo hướng đúc; và sau đó tác động lực giảm cán lên các cạnh rộng của khuôn của dải trong vùng co mềm trong đó khe hở giữa các con lăn của một số con lăn đỡ dải trong số các con lăn đỡ dải được giảm dần về phía đầu ra theo hướng đúc để nhờ đó cán dải tới mức toàn bộ lượng giảm cán bằng hoặc ít hơn tổng lượng

phòng, lực giảm cán được tác động sao cho tích số ($\text{mm} \cdot \text{m/phút}^2$) của tốc độ cán (mm/phút) và tốc độ đúc (m/phút) từ 0,30 đến 1,00, sự tác động của lực giảm cán bắt đầu ở điểm nơi mà tỷ lệ pha rắn trong phần trung tâm theo chiều dày của dải ít nhất là 0,2 và dừng lại ở điểm nơi mà tỷ lệ pha rắn trong phần trung tâm theo chiều dày đạt đến 0,9.

[8] Phương pháp đúc thép liên tục theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [7],

trong đó các khe hở kéo dài theo hướng đúc được bố trí trên bề mặt thành bên ngoài của tấm đồng làm khuôn theo một khoảng bước hoặc nhiều khoảng bước theo hướng chiều rộng của tấm đồng làm khuôn, trong đó, khi các khe hở được bố trí theo một khoảng bước, một khoảng bước được ký hiệu là Z (mm), trong đó, khi các khe hở được bố trí theo các khoảng bước, khoảng bước dài nhất trong số các khoảng bước được ký hiệu là Z (m), và trong đó Z thỏa mãn công thức (4) dưới đây:

$$Z \geq 2,5 \times D2. \quad (4)$$

trọng tâm của phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau là trọng tâm của hình dạng mặt cắt ngang của phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau trong mặt phẳng phía thép nóng chảy của tấm đồng làm khuôn.

Hiệu quả đạt được bởi sáng chế

Theo sáng chế, các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau được bố trí trong vùng gần mặt khum và bao gồm vị trí mặt khum và được bố trí theo hướng chiều rộng và hướng đúc của khuôn đúc liên tục, và do đó nhiệt trở của khuôn đúc liên tục gần mặt khum tăng và giảm theo chu kỳ theo hướng chiều rộng của khuôn và hướng đúc. Trong trường hợp này, nhiệt thông gần mặt khum, tức là, nhiệt thông từ vỏ hóa cứng đến khuôn đúc liên tục ở giai đoạn ban đầu của sự hóa cứng tăng và giảm theo chu kỳ. Mức tăng và giảm theo chu kỳ của nhiệt thông làm giảm ứng suất do sự biến đổi từ sắt δ thành sắt γ và ứng suất nhiệt, vì vậy sự biến dạng của vỏ hóa cứng gây ra bởi các ứng suất này giảm. Khi sự biến dạng của vỏ hóa cứng ít, sự phân bố nhiệt thông không đồng đều gây ra bởi sự biến dạng của vỏ hóa cứng được làm cho đồng đều, và ứng suất được tạo ra được phân tán, vì vậy lượng biến dạng giảm

theo đó. Do đó, sự nứt của bề mặt của vỏ hóa cứng có thể được ngăn chặn.

Theo sáng chế, bởi vì phần mà trong đó nhiệt thông tăng và giảm ít nhất một lần có thể có mặt trên mỗi khoảng bước của các vết dao động, chiều sâu của các vết dao động có thể giảm, và bề mặt của vỏ hóa cứng có thể được làm cho đồng đều. Trong trường hợp này, bề mặt bên trong của vỏ hóa cứng mà tăng cùng với bề mặt của nó cũng được làm cho đồng đều, và bề mặt chuyển tiếp hóa cứng trong vùng hóa cứng cuối cùng được làm nhẵn. Do đó, số lượng của các điểm gây ra sự phân tách giảm, và chất lượng bên trong của dải phôi tấm có thể được cải thiện.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ bên dạng giản đồ của máy đúc phôi tấm liên tục uốn thẳng đứng mà phương pháp đúc thép liên tục theo phương án của sáng chế có thể được áp dụng vào đó.

Fig.2 là đồ thị thể hiện ví dụ của biên dạng khe hở giữa các con lăn.

Fig.3 là hình vẽ bên dạng giản đồ của tấm đồng có cạnh khuôn rộng tạo nên một phần của khuôn được lắp đặt trong máy đúc phôi tấm liên tục.

Fig.4 là hình vẽ minh họa dưới dạng giản đồ thể hiện nhiệt trở trong ba vị trí trong tấm đồng có cạnh khuôn rộng với các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt thấp hơn tấm đồng làm khuôn, nhiệt trở được thể hiện dọc theo các vị trí của các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau.

Fig.5 thể hiện các hình vẽ minh họa của các ví dụ về các hình dạng bằng của các rãnh lõm.

Fig.6 là hình vẽ được phóng to một phần của vùng trong đó các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau được bố trí.

Fig.7 là hình vẽ minh họa dưới dạng giản đồ thể hiện phía bề mặt thành bên ngoài của tấm đồng có cạnh khuôn rộng.

Fig.8 là mặt cắt ngang D-D dưới dạng giản đồ của Fig.7 với tấm dự phòng được bố trí trên bề mặt thành bên ngoài của tấm đồng làm cạnh rộng của khuôn, mặt cắt ngang trong đó đỉnh vít cây được vặn vào một trong số các lỗ bulông ở bên phải

trong mặt cắt ngang D-D được chồng lên trên mặt cắt ngang D-D.

Fig.9 là hình vẽ minh họa thể hiện ví dụ khác về cách bố trí của các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các phương án cụ thể của sáng chế sẽ được mô tả có tham chiếu đến các hình vẽ kèm theo. Fig.1 là hình vẽ bên dạng giản đồ của máy đúc thổi tấm liên tục uốn thẳng đứng mà phương pháp đúc thép liên tục theo phương án của sáng chế có thể được áp dụng vào đó.

Khuôn đúc liên tục 5 (sau đây được gọi đơn giản là "khuôn") mà thép nóng chảy 11 được đổ vào đó, trong đó thép nóng chảy 11 được hóa cứng để tạo ra hình dạng vỏ bên ngoài của dải 12, và được làm cho dao động theo hướng đúc của dải 12 được lắp đặt trong máy đúc thổi tấm liên tục 1. Thùng trung gian 2 được dùng làm hộp chứa rơ le để cấp thép nóng chảy 11 được cấp từ gáo rót (không được thể hiện) đến khuôn 5 được bố trí ở vị trí quy định bên trên khuôn 5. Các cặp con lăn đỡ dải bao gồm các con lăn đỡ 6, các con lăn dẫn hướng 7, và các con lăn kẹp 8 được bố trí bên dưới khuôn 5. Các con lăn kẹp 8 đỡ dải 12 và cũng đóng vai trò là các cán dẫn động để rút dải 12. Các vòi phun xịt (không được thể hiện) như là các vòi phun xịt nước hoặc các vòi phun xịt hơi sương được bố trí giữa các con lăn đỡ dải gần kề nhau theo hướng đúc, và vùng làm nguội thứ cấp nhờ đó được tạo ra. Trong khi được rút, dải 12 được làm nguội bằng nước làm nguội (sau đây được gọi là "nước làm nguội thứ cấp") được xịt từ các vòi phun xịt trong vùng làm nguội thứ cấp. Lượng phần không được hóa cứng 14 bên trong dải 12 do đó giảm, và vỏ hóa cứng 13 tăng trong khi việc đúc được tạo ra. Vòi phun trượt 3 để kiểm soát tốc độ dòng của thép nóng chảy 11 được bố trí trên đáy của thùng trung gian 2, và vòi phun nhúng chìm 4 được bố trí trên bề mặt dưới của vòi phun trượt 3.

Các con lăn truyền 9 để truyền dải đúc 12 được bố trí ở phía đầu ra của các con lăn đỡ dải, và máy cắt dải 10 để cắt dải đúc 12 vào dải thổi tấm 12 có chiều dài quy định được bố trí bên trên các con lăn truyền 9. Vùng co mềm 17 bao gồm các cặp nhóm con lăn dẫn hướng được bố trí ở phía dòng vào và đầu ra của vị trí hoàn

thành hóa cứng 15 của dải 12. Trong vùng co mềm 17, khe hở giữa các con lăn của các con lăn dẫn hướng đối diện được thiết đặt giảm dần về phía đầu ra theo hướng đúc, tức là, độ dốc của cán được tạo ra.

Dải 12 có thể trải qua sự co mềm trong toàn bộ vùng co mềm 17 hoặc vùng được chọn của vùng co mềm 17. Theo phương án thực hiện của sáng chế, vùng co mềm 17 được bố trí sao cho tỷ lệ pha rắn trong phần trung tâm theo chiều dày của dải 12 có mặt trong khoảng lắp đặt của vùng co mềm 17 từ ít nhất 0,2 đến 0,9.

Mức chênh lệch giảm trong vùng co mềm 17 được thể hiện bằng mức giảm khe hở giữa các con lăn trên mỗi mét theo hướng đúc, tức là, "mm/m," và tốc độ cán (mm/phút) của dải 12 trong vùng co mềm 17 được xác định là tích của mức chênh lệch giảm (mm/m) và tốc độ đúc (m/phút). Các vòi phun xịt để làm nguội dải 12 cũng được bố trí giữa các con lăn đỡ dải được bao gồm trong vùng co mềm 17. Trong ví dụ được thể hiện trên Fig.1, chỉ các con lăn dẫn hướng 7 được bố trí trong vùng co mềm 17, nhưng các con lăn kẹp 8 có thể được bố trí trong vùng co mềm 17. Các con lăn đỡ dải được bố trí trong vùng co mềm 17 còn được gọi là "các con lăn giảm cán."

Khe hở giữa các con lăn của các con lăn dẫn hướng 7 được bố trí giữa đầu dưới của khuôn 5 và vị trí đầu vùng lõm của đường lòng của dải 12 tăng dần mỗi cán hoặc mỗi cán trong số một số cán về phía đầu ra theo hướng đúc cho đến khi lượng tăng về khe hở giữa các con lăn đạt đến trị số quy định. Các con lăn dẫn hướng 7 này tạo ra vị trí phòng chủ định 16 để chủ định phòng các cạnh rộng của khuôn của dải 12 có phần không được hóa cứng 14 ở trong đó. khe hở giữa các con lăn của các con lăn đỡ dải được bố trí ở phía đầu ra của vùng phòng chủ định 16 được giảm đến trị số không đổi hoặc được giảm để có cùng diện tích với lượng co lại do lượng nhiệt độ giảm của dải 12, và các con lăn đỡ dải này được nối với vùng co mềm 17.

Fig.2 là đồ thị thể hiện ví dụ về biên dạng khe hở giữa các con lăn. Như được thể hiện trên Fig.2, trong biên dạng này, các cạnh rộng của khuôn của dải được chủ định phòng bởi áp suất sát tĩnh ở vị trí phòng chủ định 16 tăng chiều dày của các phần trung tâm của các cạnh rộng của khuôn của dải (vùng b). Ở phía đầu ra của

vùng phòng chủ định 16, khe hở giữa các con lăn không đổi hoặc được giảm để có cùng diện tích với lượng co lại do lượng giảm nhiệt độ của dải 12 (vùng c), và sau đó các cạnh rộng của khuôn của dải được cán trong vùng co mềm 17 (vùng d). "a" và "e" trên Fig.2 chỉ các vùng trong đó khe hở giữa các con lăn được giảm để có cùng diện tích với lượng co lại do lượng giảm nhiệt độ của dải 12. "a'" trên Fig.2 chỉ ví dụ về khe hở giữa các con lăn trong phương pháp đúc (phương pháp thông thường) trong đó khe hở giữa các con lăn được giảm để có cùng diện tích với lượng co lại do lượng giảm nhiệt độ của dải 12 mà sự co mềm không được tạo ra.

Ở vị trí phòng chủ định 16, khe hở giữa các con lăn của các con lăn dẫn hướng 7 được tăng dần về phía đầu ra theo hướng đúc, và các cạnh rộng của khuôn của dải 12 ngoại trừ các phần gần các cạnh ngắn được chủ định phòng bởi áp suất sát tĩnh của phần không được hóa cứng 14 để thích hợp với khe hở giữa các con lăn của các con lăn dẫn hướng 7. Các phần của các cạnh rộng của khuôn của dải mà được đặt gần các cạnh ngắn được giữ chắc chắn bởi các bề mặt cạnh ngắn được hóa cứng hoàn toàn của dải và duy trì chiều dày lúc bắt đầu phòng có chủ định. Do đó, chỉ các phần được phòng chủ định của các cạnh rộng của khuôn của dải 12 tiếp xúc với các con lăn dẫn hướng 7.

Fig.3 là hình vẽ bên dạng giản đồ của tám đồng làm cạnh rộng của khuôn tạo nên một phần của khuôn được lắp đặt trong máy đúc thổi tấm liên tục. Khuôn 5 được thể hiện trên Fig.3 là ví dụ về khuôn đúc liên tục để đúc dải thổi tấm. Khuôn 5 được tạo ra bằng cách so sánh cặp tám đồng làm cạnh rộng của khuôn 5a (sau đây còn được gọi là "các tám đồng làm khuôn") và cặp tám đồng làm cạnh ngắn của khuôn. Fig.3 thể hiện một trong số các tám đồng làm cạnh rộng của khuôn 5a. Trong các tám đồng làm cạnh ngắn của khuôn, như trong các tám đồng làm cạnh rộng của khuôn 5a, các phần được đồ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 được bố trí trên phía bề mặt thành bên trong, và phần mô tả của các tám đồng làm cạnh ngắn của khuôn sẽ được bỏ qua. Trong dải 12, sự tập trung ứng suất có nhiều khả năng xảy ra trong vỏ hóa cứng 13 trên các cạnh rộng của khuôn của dải bởi vì, trong hình dạng dải 12, chiều rộng của thổi tấm lớn hơn rất nhiều so với chiều dày của thổi tấm, và

nứt bề mặt có nhiều khả năng xảy ra trên các cạnh rộng của khuôn của dải. Do đó, các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 có thể không được tạo ra trên các tấm đồng làm cạnh ngắn của khuôn 5 đối với dải phôi tấm.

Như được thể hiện trên Fig.3, các phần hình tròn được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 được đổ kim loại hoặc hợp kim kim loại có độ dẫn nhiệt mà khác ít nhất 20% so với độ dẫn nhiệt của tấm đồng làm cạnh rộng của khuôn 5a (kim loại hoặc hợp kim kim loại sau đây được gọi là "kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau") được bố trí trên bề mặt thành bên trong của tấm đồng làm cạnh rộng của khuôn 5a trong vùng kéo dài từ vị trí Q ít nhất 20 mm bên trên vị trí mặt khum 18 trong khi đúc ổn định đến vị trí R ít nhất 50 mm và lớn nhất 200 mm bên dưới vị trí mặt khum 18. Cụ thể là, các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 được bố trí theo kiểu so le trong vùng có chiều dài W theo hướng chiều rộng của khuôn mà vuông góc với hướng đúc. "Mặt khum" có nghĩa là "bề mặt trên cùng của thép nóng chảy trong khuôn." "Đúc ổn định" có nghĩa là trạng thái ổn định trong đó, sau khi bắt đầu đổ thép nóng chảy vào khuôn 5 của máy đúc phôi tấm liên tục 1, tốc độ đúc được duy trì không đổi. Trong khi đúc ổn định, tốc độ đổ thép nóng chảy 11 vào khuôn 5 được điều khiển tự động bằng vòi phun trượt 3 và được điều khiển sao cho vị trí mặt khum 18 được duy trì không đổi.

Các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 được tạo ra bằng cách đổ đầy các rãnh lõm hình tròn được tạo ra một cách độc lập ở phía bề mặt thành bên trong của tấm đồng làm khuôn bằng kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau có độ dẫn nhiệt khác nhau với độ dẫn nhiệt của hợp kim đồng tạo ra tấm đồng làm khuôn.

Để đổ đầy các rãnh lõm hình tròn bằng kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau có độ dẫn nhiệt khác nhau với độ dẫn nhiệt của hợp kim đồng tạo ra tấm đồng làm khuôn, tốt hơn là sử dụng quá trình mạ hoặc quá trình phun phủ nhiệt. Để đổ đầy các rãnh lõm hình tròn, kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau được gia công thành hình dạng của các rãnh lõm hình tròn có thể được khớp vào các rãnh lõm hình tròn. Tuy nhiên, trong trường hợp này, khe hở hoặc vết nứt có thể được tạo ra giữa kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau và tấm đồng làm khuôn. Khi khe hở hoặc vết nứt được tạo ra

giữa kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau và tấm đồng làm khuôn, sự nứt hoặc tróc vỏ của kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau xảy ra. Điều này không được mong đợi bởi vì chúng gây ra sự giảm tuổi thọ của khuôn, sự nứt của dải, và sự trào ra kiểu dính. Bằng cách đổ đầy các rãnh lõm hình tròn bằng kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau sử dụng quá trình mạ hoặc phun phủ nhiệt, sự phát sinh các vấn đề trên có thể được ngăn chặn.

Theo phương án thực hiện của sáng chế, hợp kim đồng được sử dụng làm tấm đồng làm khuôn có thể là hợp kim đồng chứa các lượng vết của crom (Cr) và ziriconi (Zr) thường được sử dụng làm khuôn đúc liên tục. Trong những năm gần đây, để đạt được sự hóa cứng đồng đều trong khuôn hoặc để ngăn chặn các tạp chất trong thép nóng chảy bị giữ lại bởi vỏ hóa cứng, máy khuấy điện từ để khuấy thép nóng chảy trong khuôn thường được bố trí. Để giảm sự yếu đi của cường độ từ trường từ cuộn cảm điện từ đến thép nóng chảy, hợp kim đồng có độ dẫn điện đã giảm có thể được sử dụng. Trong trường hợp này, khi độ dẫn điện giảm, độ dẫn nhiệt giảm. Do đó, độ dẫn nhiệt của tấm đồng làm khuôn bằng khoảng một nửa độ dẫn nhiệt của đồng nguyên chất (độ dẫn nhiệt: khoảng $400 \text{ W/(m}\times\text{K)}$). Thông thường, hợp kim đồng được sử dụng làm tấm đồng làm khuôn có độ dẫn nhiệt thấp hơn đồng nguyên chất.

Fig.4 là hình vẽ minh họa dưới dạng giản đồ thể hiện nhiệt trở ở ba vị trí trong tấm đồng làm cạnh rộng của khuôn có các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt thấp hơn tấm đồng làm khuôn, nhiệt trở được thể hiện dọc theo các vị trí của các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau. Như được thể hiện trên Fig.4, nhiệt trở cao hơn ở các vị trí nơi mà các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 được đặt.

Bằng cách bố trí các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 theo hướng chiều rộng của khuôn đúc liên tục và hướng đúc trong vùng gần mặt khum và bao gồm vị trí mặt khum 18, sự phân bố nhiệt trở trong đó nhiệt trở của khuôn đúc liên tục gần mặt khum tăng và giảm theo chu kỳ theo hướng chiều rộng và hướng đúc của khuôn được tạo ra như được thể hiện trên Fig.4. Điều này làm cho sự phân bố nhiệt thông trong đó nhiệt thông từ vỏ hóa cứng đến khuôn đúc liên tục tăng và

giảm theo chu kỳ được tạo ra gần mặt khum, tức là, trong giai đoạn đầu của sự hóa cứng.

Khi các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 được tạo ra bằng cách đổ đầy các rãnh lõm hình tròn bằng kim loại có độ dẫn nhiệt cao hơn tấm đồng làm khuôn, nhiệt trở thấp hơn ở các vị trí mà ở đó các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 được đặt, trái ngược với trường hợp được thể hiện trên Fig.4. Tuy nhiên, cũng trong trường hợp này, như trong trường hợp trên, sự phân bố nhiệt trở trong đó nhiệt trở của khuôn đúc liên tục gần mặt khum tăng và giảm theo chu kỳ theo hướng chiều rộng và hướng đúc của khuôn được tạo ra. Để tạo ra sự phân bố nhiệt trở theo chu kỳ được mô tả ở trên, tốt hơn là các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 không phụ thuộc vào nhau.

Mức tăng và giảm theo chu kỳ về nhiệt thông làm giảm ứng suất nhiệt và ứng suất gây ra bởi sự chuyển pha của vỏ hóa cứng 13 (ví dụ, sự chuyển đổi từ sắt δ thành sắt γ), vì vậy sự biến dạng của vỏ hóa cứng 13 gây ra bởi các ứng suất này được giảm thiểu. Khi sự biến dạng của vỏ hóa cứng 13 nhỏ, sự phân bố nhiệt thông không đồng đều gây ra bởi sự biến dạng của vỏ hóa cứng 13 được làm cho đồng đều, và ứng suất được tạo ra được phân tán, vì vậy lượng biến dạng giảm theo đó. Sự xuất hiện của nứt bề mặt trên bề mặt của vỏ hóa cứng do đó được hạn chế.

Sự tăng và giảm theo chu kỳ về nhiệt thông ở giai đoạn ban đầu của sự hóa cứng cho phép chiều dày của vỏ hóa cứng 13 trong khuôn được làm cho đồng đều không chỉ theo hướng chiều rộng mà còn theo hướng đúc của dải. Khi chiều dày của vỏ hóa cứng 13 trong khuôn đồng đều, bề mặt chuyển tiếp hóa cứng của vỏ hóa cứng 13 của dải 12 được rút từ khuôn 5 nhấn theo hướng chiều rộng và hướng đúc của dải ngay cả trong vùng hóa cứng cuối cùng của dải.

Để đạt được các hiệu quả này một cách ổn định, mức tăng và giảm theo chu kỳ về nhiệt thông gây ra bằng cách đặt các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 phải thích hợp. Cụ thể là, khi chênh lệch giữa mức tăng và giảm theo chu kỳ về nhiệt thông cực nhỏ, hiệu quả của việc đặt các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 không đạt được. Khi chênh lệch giữa mức tăng và giảm

theo chu kỳ về nhiệt thông cực lớn, ứng suất gây ra bởi mức chênh lệch lớn và làm cho nứt bề mặt xảy ra.

Chênh lệch giữa mức tăng và giảm về nhiệt thông gây ra bằng cách đặt các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 phụ thuộc vào chênh lệch về độ dẫn nhiệt giữa tấm đồng làm khuôn và kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau và trên tỷ lệ diện tích của tổng diện tích của các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau so với diện tích của vùng bề mặt thành bên trong của tấm đồng làm khuôn trong đó vùng các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 được bố trí.

Gọi độ dẫn nhiệt của kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau được đổ vào các rãnh lõm hình tròn là λ_m . Trong tấm đồng làm khuôn được sử dụng trong phương pháp đúc thép liên tục theo phương án thực hiện của sáng chế, kim loại hoặc hợp kim kim loại được sử dụng làm tấm đồng làm khuôn được chọn sao cho tỉ lệ của chênh lệch giữa độ dẫn nhiệt (λ_m) của kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau và độ dẫn nhiệt (λ_c) của tấm đồng làm khuôn so với độ dẫn nhiệt (λ_c) của tấm đồng làm khuôn, tức là, $((|\lambda_c - \lambda_m|/\lambda_c) \times 100)$, là 20% hoặc lớn hơn. Khi kim loại hoặc hợp kim kim loại được sử dụng có độ dẫn nhiệt mà khác ít nhất 20% so với độ dẫn nhiệt (λ_c) của hợp kim đồng tạo ra tấm đồng làm khuôn, hiệu quả của các biến đổi theo chu kỳ về nhiệt thông gây ra bởi các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 là đủ, và hiệu quả hạn chế nứt bề mặt trong dải có thể đạt được đủ ngay cả trong khi đúc thép có hàm lượng cacbon trung bình và tốc độ đúc cao trong đó nứt bề mặt dễ dàng xảy ra trong dải. Độ dẫn nhiệt của tấm đồng làm khuôn và độ dẫn nhiệt của kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau là các độ dẫn nhiệt ở nhiệt độ phòng (khoảng 20°C). Thông thường, độ dẫn nhiệt giảm khi nhiệt độ tăng. Tuy nhiên, khi tỉ lệ của chênh lệch về độ dẫn nhiệt ở nhiệt độ phòng giữa kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau và tấm đồng làm khuôn so với độ dẫn nhiệt của tấm đồng làm khuôn ở nhiệt độ phòng là 20% hoặc lớn hơn, nhiệt trở ở các vị trí trong đó các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 được đặt có thể khác với nhiệt trở ở các vị trí trong đó các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 không được đặt ngay cả ở nhiệt độ sử dụng của khuôn đúc liên tục (khoảng 200 đến khoảng 350°C).

Trong mỗi tấm đồng làm khuôn được sử dụng trong phương pháp đúc thép liên tục theo phương án thực hiện của sáng chế, các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 được bố trí sao cho phần diện tích ε ($\varepsilon = (B/A) \times 100$) là tỉ lệ giữa tổng diện tích B (mm²) của các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 so với diện tích A ($A = (Q + R) \times W$, đơn vị: mm²) của vùng bề mặt thành bên trong của tấm đồng làm khuôn trong đó vùng mà các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 được bố trí là từ 10% đến 80%. Khi phần diện tích ε là 10% hoặc lớn hơn, các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 trong đó nhiệt thông khác chiếm diện tích đủ lớn, và nhiệt thông trong các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 có thể khác với nhiệt thông trong tấm đồng làm khuôn, vì vậy hiệu quả hạn chế nứt bề mặt trong dải có thể đạt được. Khi phần diện tích ε vượt quá 80%, diện tích của các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 cực lớn, và thời gian của các biến đổi về nhiệt thông tăng lên, vì vậy hiệu quả hạn chế nứt bề mặt trong dải không dễ dàng đạt được.

Do đó, tốt hơn nữa là các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 được bố trí sao cho phần diện tích ε từ 30% đến 60%. Vẫn tốt hơn nữa là các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 được bố trí sao cho phần diện tích ε từ 40% đến 50%.

Loại kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau không được nêu cụ thể miễn là tỉ lệ của chênh lệch giữa độ dẫn nhiệt của kim loại làm đầy (λ_m) và độ dẫn nhiệt của tấm đồng làm khuôn (λ_c) là 20% hoặc lớn hơn. Các ví dụ tham khảo về kim loại có thể sử dụng được làm kim loại làm đầy bao gồm niken nguyên chất (Ni, độ dẫn nhiệt: 90 W/(m×K)), crom nguyên chất (Cr, độ dẫn nhiệt: 67 W/(m×K)), coban nguyên chất (Co, độ dẫn nhiệt: 70 W/(m×K)), và các hợp kim chứa kim loại bất kỳ trong số các kim loại này. Các kim loại nguyên chất này và các hợp kim mỗi loại có độ dẫn nhiệt thấp hơn hợp kim đồng và có thể dễ dàng được đổ vào các rãnh lõm hình tròn sử dụng quá trình mạ hoặc quá trình phun phủ nhiệt. Đồng nguyên chất có độ dẫn nhiệt cao hơn hợp kim đồng có thể được dùng làm kim loại được đổ vào các rãnh lõm hình tròn. Ví dụ, khi đồng nguyên chất được dùng làm kim loại làm đầy, nhiệt trở ở các vị

trí trong đó các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 được bố trí nhỏ hơn so với ở vị trí của tấm đồng làm khuôn.

Fig.5 thể hiện các hình vẽ minh họa các ví dụ về các hình dạng bằng của các rãnh lõm. Trong ví dụ được thể hiện trên các Fig.3 và 4, hình dạng của các rãnh lõm là đường tròn như được thể hiện trên Fig.5(a), nhưng các rãnh lõm có thể không có hình dạng tròn. Ví dụ, các rãnh lõm có thể có hình dạng elip được thể hiện trên Fig.5(b), hình vuông hoặc hình chữ nhật với góc được tạo tròn được thể hiện trên Fig.5(c), hoặc hình dạng vòng được thể hiện trên Fig.5(d). Các rãnh lõm có thể có hình tam giác được thể hiện trên Fig.5(e), hình thang được thể hiện trên Fig.5(f), hình ngũ giác được thể hiện trên Fig.5(g), hoặc hình khía răng cưa được thể hiện trên Fig.5(h). Các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau có hình dạng tương ứng với hình dạng của các rãnh lõm được bố trí trong các rãnh lõm.

Tốt hơn là, các rãnh lõm có hình dạng tròn được thể hiện trên Fig.5(a) hoặc hình dạng bất kỳ trong số các hình dạng không có "các góc" được thể hiện trong các Fig.5(b) đến 5(d) nhưng có thể là hình dạng bất kỳ trong số các hình dạng với "các góc" được thể hiện trong các Fig.5(e) đến 5(h). Khi các rãnh lõm có hình dạng không có "các góc," bề mặt ranh giới giữa kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau và tấm đồng làm khuôn là bề mặt cong. Trong trường hợp này, sự tập trung ứng suất trên bề mặt ranh giới không có khả năng xảy ra, và sự xuất hiện của vết nứt trên bề mặt của tấm đồng làm khuôn không có khả năng xảy ra.

Theo phương án thực hiện của sáng chế, các hình dạng rãnh lõm không phải hình tròn được thể hiện trên, ví dụ, các Fig.5(b) đến 5(h) được gọi là các hình dạng gần tròn. Khi các rãnh lõm có hình dạng gần tròn, các rãnh lõm được tạo ra trên bề mặt thành bên trong của tấm đồng làm khuôn được gọi là "các rãnh lõm gần tròn." Bán kính của hình dạng gần tròn được xác định là bán kính đường tròn tương đương r mà là bán kính của đường tròn có cùng diện tích với diện tích của hình dạng gần tròn. Bán kính đường tròn tương đương r của hình dạng gần tròn được tính sử dụng công thức (5) sau đây.

$$\text{Bán kính đường tròn tương đương } r = (S_{ma}/\pi)^{1/2} \quad (5)$$

Trong công thức (5), S_{ma} là diện tích của rãnh lõm có hình dạng gần tròn (mm^2).

Fig.6 là hình vẽ được phóng to một phần của vùng trong đó các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau được bố trí. Như được thể hiện trên Fig.6, trong tấm đồng làm khuôn trong phương án thực hiện của sáng chế, các phần hình tròn được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 được bố trí theo kiểu so le. Kiểu so le có nghĩa là các hàng của các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 được bố trí xen kẽ để được dịch chuyển một nửa khoảng bước của các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19.

Trên Fig.6, 19a biểu diễn một trong số các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau, và 19b biểu diễn một phần khác trong số các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau. Trọng tâm của phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19a và trọng tâm của phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19b được bố trí ở cùng vị trí theo hướng chiều rộng của tấm đồng làm khuôn và gần kề nhau theo hướng đúc. Trọng tâm của phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 là trọng tâm của hình dạng mặt cắt ngang của phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 trong bề mặt bằng phía thép nóng chảy của tấm đồng làm khuôn.

Gọi khoảng cách theo hướng đúc giữa đường ranh giới giữa tấm đồng làm khuôn và phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19a và đường ranh giới giữa tấm đồng làm khuôn và phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19b là $D1$ (mm). Các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 được bố trí trên bề mặt thành bên trong của tấm đồng làm khuôn sao cho khoảng cách $D1$ thỏa mãn công thức (1) sau đây.

$$D1 \leq OMP = Vc \times 1000/f \quad (1)$$

Trong công thức (1), Vc là tốc độ đúc (m/phút), f là tần số dao động (chu kỳ trên phút), và OMP là khoảng bước của các vết dao động (mm).

Như được mô tả ở trên, các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 được bố trí trong tấm đồng làm khuôn sao cho khoảng cách theo hướng đúc giữa

các đường ranh giới giữa tấm đồng làm khuôn và các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19, tức là, khoảng cách giữa các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 theo hướng đúc, nhỏ hơn khoảng bước của các vết dao động theo hướng đúc. Theo cách thức này, bởi vì phần trong đó nhiệt thông tăng và giảm ít nhất một lần có thể có mặt trên mỗi khoảng bước của các vết dao động, móc được tạo ra trong khi sự tạo ra của vết dao động có thể được chủ định trải qua làm nguội mềm ở khoảng bước ngắn. Trong trường hợp này, nhiệt thông không đồng đều gây ra bởi sự biến dạng của móc được tạo ra đồng đều, và lượng biến dạng được giảm thiểu theo đó. Do đó, sự uốn cong của các móc được hạn chế, và chiều sâu của các vết dao động có thể được giảm, vì vậy chiều dày của vỏ hóa cứng 13 theo hướng đúc có thể được tạo ra đồng đều. Bằng cách làm đồng đều chiều dày của vỏ hóa cứng 13 ở giai đoạn ban đầu, bề mặt chuyển tiếp hóa cứng trong vùng hóa cứng cuối cùng trong đó sự phân tách ở tâm được tạo ra được làm nhẵn, và số lượng các điểm phân tách do đó được giảm, vì vậy chất lượng bên trong được cải thiện. Bằng cách giảm chiều sâu của các vết dao động, sự xuất hiện của các vết nứt ngang bắt đầu từ các vết dao động có thể được hạn chế.

Các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 được bố trí trên bề mặt thành bên trong của tấm đồng làm cạnh rộng của khuôn 5a vì vậy khoảng cách $D1$ thỏa mãn công thức (3) sau đây.

$$D1 \leq 2r \quad (3)$$

Trong công thức (3), r là bán kính (mm) hoặc bán kính đường tròn tương đương (mm) của các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19.

Như được mô tả ở trên, các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 được bố trí trong tấm đồng làm khuôn sao cho khoảng cách theo hướng đúc giữa các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 lớn nhất bằng hai lần bán kính hoặc bán kính đường tròn tương đương của các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19. Trong trường hợp này, chênh lệch về nhiệt thông theo hướng đúc là đủ, và do đó nhiệt thông từ vỏ hóa cứng đến khuôn đúc liên tục ở giai đoạn ban đầu của sự hóa cứng có thể được tăng và giảm theo chu kỳ, vì vậy lượng biến

dạng có thể được giảm.

Trên Fig.6, 19a biểu diễn một trong số các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau, và 19c biểu diễn một phần khác trong số các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau. Trọng tâm của phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19a và trọng tâm của phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19c được bố trí ở cùng vị trí theo hướng đúc và gần kề nhau theo hướng chiều rộng của tấm đồng làm khuôn. Gọi khoảng cách giữa trọng tâm của phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19a và trọng tâm của phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19c là $D2$ (mm). Các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 được bố trí trên bề mặt thành bên trong của tấm đồng làm cạnh rộng của khuôn 5a sao cho khoảng cách $D2$ thỏa mãn công thức (2) sau đây.

$$D2 \leq 4r \quad (2)$$

Trong công thức (2), r là bán kính (mm) hoặc bán kính đường tròn tương đương (mm) của các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19.

Như được mô tả ở trên, các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 được bố trí trong tấm đồng làm khuôn sao cho khoảng cách từ trọng tâm của phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19a đến trọng tâm của phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19c lớn nhất bằng bốn lần bán kính của các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19. Trong trường hợp này, các vùng mà được tạo ra bởi các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 và trong đó nhiệt thông tăng và giảm có thể có mặt ở khoảng bước ngắn hơn chu kỳ không gian của các dao động hóa cứng trong phần đầu về phía trước của vỏ hóa cứng được hóa cứng không đồng đều. Sự biến dạng của vỏ hóa cứng 13 ở giai đoạn ban đầu của sự hóa cứng có thể được giảm, và lượng biến dạng được giảm thiểu, vì vậy sự nứt bề mặt của vỏ hóa cứng có thể được hạn chế.

Fig.7 là hình vẽ minh họa dưới dạng giản đồ thể hiện phía bề mặt thành bên ngoài của tấm đồng làm cạnh rộng của khuôn. Fig.8 là mặt cắt ngang D-D dưới dạng giản đồ của Fig.7 với tấm dự phòng được bố trí trên bề mặt thành bên ngoài của tấm đồng làm cạnh rộng của khuôn, mặt cắt ngang trong đó đinh vít cấy được vặn vào

một trong số các lỗ bulông ở bên phải trong mặt cắt ngang D-D được chồng lên trên mặt cắt ngang D-D. Các khe hở 30 mà nước làm nguội 44 chảy qua đó và nhiều lỗ bulông 32 mà các đỉnh vít cấy 42 để cố định tấm dự phòng 40 được vặn vào trong được bố trí trên bề mặt thành bên ngoài của tấm đồng làm cạnh rộng của khuôn 5a. Các khe hở 30 kéo dài theo hướng đúc được bố trí theo các khoảng bước theo hướng chiều rộng của tấm đồng làm cạnh rộng của khuôn 5a để không giao cắt các lỗ bulông 32. Như được thể hiện trong ví dụ trên Fig.7, ở các vị trí trong đó các khe hở 30 được bố trí để không giao cắt các lỗ bulông 32, các khe hở này được bố trí ở khoảng bước L2. Ở các vị trí khác, các khe hở 30 được bố trí ở khoảng bước L1. Ở đây, $L2 > L1$, và khoảng bước dài nhất trong ví dụ được thể hiện trên Fig.7 là L2.

Tấm dự phòng 40 được cố định vào bề mặt thành bên ngoài của tấm đồng làm cạnh rộng của khuôn 5a bằng các đỉnh vít cấy 42. Nước làm nguội 44 được cấp từ mặt dưới của tấm dự phòng 40, xuyên qua các khe hở 30, và được xả ra từ mặt trên của tấm dự phòng 40. Nước làm nguội 44 xuyên qua các khe hở 30 của tấm đồng làm cạnh rộng của khuôn 5a theo cách thức được mô tả ở trên làm nguội tấm đồng làm cạnh rộng của khuôn 5a.

Các vị trí mà các khe hở 30 được bố trí ở đó gây ra các dao động theo chu kỳ về nhiệt thông theo hướng chiều rộng của khuôn mặc dù mức độ của các dao động ít hơn mức độ của các dao động gây ra bởi các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19. Khi chu kỳ không gian của các khe hở 30 gần bằng khoảng cách D2 giữa các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 theo hướng chiều rộng, sự va đập xảy ra trong các dao động theo chu kỳ về nhiệt thông gây ra bởi các khe hở 30 và các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19. Khi sự va đập xảy ra, các dao động theo chu kỳ về nhiệt thông gây ra bởi các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 có thể bị nhiễu.

Chiều sâu của các khe hở 30 và khoảng bước L1 được điều chỉnh sao cho độ lớn của nhiệt thông trong các vùng trong đó các khe hở 30 được bố trí ở khoảng bước L2 để không giao cắt các lỗ bulông 32 bằng độ lớn của nhiệt thông trong các vùng khác. Gọi khoảng bước dài nhất của các khe hở 30 là Z. Khi đó, tốt hơn là bố

trí các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 sao cho khoảng cách D2 giữa các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 theo hướng chiều rộng thỏa mãn công thức (4) sau đây liên quan đến Z.

$$Z \geq 2,5 \times D2 \quad (4)$$

Trong công thức (4), Z là khoảng bước dài nhất (mm) của các khe hở 30 theo hướng chiều rộng của các tấm đồng làm cạnh rộng của khuôn 5a.

Trong trường hợp này, chu kỳ không gian của các khe hở 30 được hạn chế gần bằng khoảng cách D2 giữa các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 theo hướng chiều rộng, và các dao động theo chu kỳ về nhiệt thông gây ra bởi các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 được hạn chế bị nhiễu.

Trong ví dụ được thể hiện trên Fig.7, các khe hở 30 được bố trí trên bề mặt thành bên ngoài của tấm đồng làm cạnh rộng của khuôn 5a ở các khoảng bước, nhưng điều này không phải là giới hạn. Các khe hở 30 có thể được bố trí trên bề mặt thành bên ngoài của tấm đồng làm cạnh rộng của khuôn 5a theo một khoảng bước. Khi các khe hở 30 được bố trí theo một khoảng bước, một khoảng bước là Z (mm).

Fig.9 là hình vẽ minh họa thể hiện ví dụ khác về cách bố trí của các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau. Trên Fig.9, các phần hình tròn được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 20 được bố trí theo kiểu mạng lưới trên bề mặt thành bên trong của tấm đồng làm khuôn. Cụm từ "các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 20 được bố trí theo kiểu mạng lưới" có nghĩa là các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 20 được bố trí ở các giao điểm của nhóm các đường thẳng song song mà song song với hướng chiều rộng của khuôn và được bố trí ở các cách quãng đồng đều nhau theo hướng dọc và nhóm các đường thẳng song song mà song song với hướng dọc và được bố trí ở các cách quãng đồng đều nhau theo hướng chiều rộng của khuôn.

Trên Fig.9, một trong số các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau được ký hiệu bởi 20a, các phần được đổ kim loại khác có độ dẫn nhiệt khác nhau được ký hiệu bởi 20b và 20c. Trọng tâm của phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 20a và trọng tâm của phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau

20b được bố trí ở cùng vị trí theo hướng chiều rộng của tấm đồng làm khuôn và được bố trí ở các vị trí gần kề nhau theo hướng đúc. Trọng tâm của phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 20a và trọng tâm của phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 20c được bố trí ở cùng vị trí theo hướng đúc và được bố trí ở các vị trí gần kề nhau theo hướng chiều rộng của tấm đồng làm khuôn.

Trên Fig.9, khoảng cách D1 là khoảng cách theo hướng đúc từ đường ranh giới giữa phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 20a và tấm đồng làm khuôn đến đường ranh giới giữa phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 20b và tấm đồng làm khuôn. Khoảng cách D2 là khoảng cách từ trọng tâm của phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 20a đến trọng tâm của phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 20c. Trên Fig.9, các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 20 được bố trí trên bề mặt thành bên trong của tấm đồng làm cạnh rộng của khuôn 5a sao cho các công thức (1), (2), và (3) ở trên được thỏa mãn.

Như được mô tả ở trên, các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau có thể được bố trí theo kiểu mạng lưới trên tấm đồng làm khuôn. Ngay cả khi các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau được bố trí theo kiểu mạng lưới, các móc được hạn chế bị uốn cong khi công thức (1) ở trên được thỏa mãn. Trong trường hợp này, chiều sâu của các vết dao động có thể được giảm, và cùng các hiệu quả như các hiệu quả khi các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau được bố trí theo kiểu so le có thể đạt được.

Trong các ví dụ được thể hiện trong phương án thực hiện của sáng chế, tất cả các rãnh lõm được bố trí trong tấm đồng làm khuôn có cùng hình dạng tròn, nhưng điều này không phải là giới hạn. Điều không cần thiết là tất cả các rãnh lõm có cùng hình dạng ít nhất khi phần diện tích được mô tả ở trên từ 10% đến 80% và các công thức (1) và (2) được thỏa mãn,

Bằng cách so sánh khuôn có các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 và phương pháp bao gồm bước phòng chủ định của dải một lượng từ 0 mm đến 20 mm và sau đó đưa dải thu được có phần trung tâm với tỷ lệ pha rắn từ 0,2 đến 0,9 trải qua sự co mềm một lượng bằng hoặc ít hơn lượng phòng của dải khi phòng

chủ định trong khi lực giảm cán được tác động sao cho tích ($m \cdot mm/phút^2$) của tốc độ cán ($mm/phút$) và tốc độ đúc ($m/phút$) từ 0,30 đến 1,00, chất lượng bên trong của dải có thể được cải thiện hơn nữa.

Theo phương án thực hiện của sáng chế, tổng lượng phòng chủ định ở vị trí phòng chủ định 16 (sau đây được gọi là "tổng lượng phòng") nằm trong khoảng từ 0 mm đến 20 mm liên quan đến chiều dày của dải (chiều dày giữa các cạnh rộng của khuôn của dải) ở đầu ra của khuôn. Theo phương án thực hiện của sáng chế, sự hóa cứng ban đầu trong khuôn trong được điều khiển, và do đó ngay cả bề mặt chuyển tiếp hóa cứng trong vùng hóa cứng cuối cùng của dải 12 có thể được làm nhẵn theo cả hai hướng chiều rộng và hướng đúc của dải. Do đó, lực giảm cán trong khi co mềm được tác động đồng đều lên bề mặt chuyển tiếp hóa cứng, và do đó sự phân tách ở tâm có thể được giảm ngay cả khi tổng lượng phòng từ 0 mm đến 20 mm.

Trong vùng co mềm 17, việc cán dải 12 được bắt đầu ở điểm nơi mà tỷ lệ pha rắn trong phần trung tâm theo chiều dày của dải ít nhất là 0,2 và dừng lại ở điểm nơi mà tỷ lệ pha rắn đạt đến 0,9. Nếu việc cán dải 12 được bắt đầu ở điểm nơi mà tỷ lệ pha rắn trong phần trung tâm ít hơn 0,2, sự phân tách ở tâm lại xảy ra như sự hóa cứng xảy ra bởi vì chiều dày của phần không được hóa cứng của dải ở vị trí cán ngay sau lúc bắt đầu cán lớn. Nếu dải vẫn được cán ở điểm nơi mà tỷ lệ pha rắn của phần trung tâm là 0,9 hoặc lớn hơn, thép nóng chảy trong đó thành phần phân tách được cô đặc không dễ dàng được xả ra, và hiệu quả cải thiện sự phân tách ở tâm nhỏ. Điều này là do, bởi vì chiều dày của vỏ hóa cứng 13 của dải trong khi cán lớn, nên lực giảm cán không tới được phần trung tâm một cách đầy đủ. Khi tỷ lệ pha rắn của phần trung tâm vượt quá 0,9 và sự giảm cán lớn, sự phân tách tích cực xảy ra gần phần trung tâm theo chiều dày như được mô tả ở trên. Do đó, dải được cán ở các vị trí trong đó tỷ lệ pha rắn trong phần trung tâm là từ 0,2 đến 0,9. Tất nhiên, dải 12 có thể được cán trong vùng co mềm 17 trước khi tỷ lệ pha rắn trong phần trung tâm theo chiều dày của dải đạt đến 0,2 và sau khi tỷ lệ pha rắn trong phần trung tâm theo chiều dày của dải vượt quá 0,9.

Tỷ lệ pha rắn trong phần trung tâm theo chiều dày của dải có thể được xác

định bằng cách tính lượng hóa cứng thông qua sự truyền nhiệt hai chiều. Tỷ lệ pha rắn được định nghĩa là 0 ở nhiệt độ đường lỏng của thép hoặc cao hơn và được định nghĩa là 1,0 ở nhiệt độ đường rắn của thép hoặc thấp hơn. Vị trí ở mà tỷ lệ pha rắn trong phần trung tâm theo chiều dày của dải là 1,0 là vị trí hoàn thành hóa cứng 15, và vị trí hoàn thành hóa cứng 15 tương ứng với vị trí ở tận cùng phía đầu ra mà ở đó tỷ lệ pha rắn trong phần trung tâm theo chiều dày của dải di chuyển về phía đầu ra đạt đến 1.

Theo phương án thực hiện của sáng chế, tổng lượng giảm cán (sau đây được gọi là "tổng lượng giảm cán") của dải 12 trong vùng co mềm 17 bằng tổng lượng phòng hoặc ít hơn tổng lượng phòng. Khi toàn bộ lượng giảm cán bằng tổng lượng phòng hoặc ít hơn tổng lượng phòng, các phần trên mỗi phía cạnh ngắn của dải 12 trong đó phần trung tâm theo chiều dày đã hóa cứng hoàn toàn không được cán. Do đó, trọng tải trên các con lăn dẫn hướng 7 được bao gồm trong vùng co mềm 17 được giảm thiểu, và các sự cố về máy như là tổn hại đến các ổ trục đối với các con lăn dẫn hướng 7 và sự đứt gãy của các con lăn dẫn hướng 7 có thể được hạn chế.

Theo phương án thực hiện của sáng chế, khi dải trải qua sự co mềm trong vùng co mềm 17, lực giảm cán tác động lên các cạnh rộng của khuôn của dải sao cho tích của tốc độ cán và tốc độ đúc ($m \cdot mm/phút^2$) từ 0,30 đến 1,00. Khi dải được cán tới mức giảm cán mà tương ứng với tích của tốc độ cán và tốc độ đúc ít hơn 0,30, chiều dày của phần không được hóa cứng của dải ở vị trí cán sau khi bắt đầu cán lớn, và thép nóng chảy trong đó thành phần phân tách được cô đặc được xả ra không đủ từ các vùng giữa các nhánh của tinh thể dạng nhánh cây. Do đó, sự phân tách ở tâm lại xảy ra sau khi cán. Khi dải được cán tới mức giảm cán mà tương ứng với tích của tốc độ cán và tốc độ đúc vượt quá 1,00, hầu như tất cả thép nóng chảy trong đó thành phần phân tách được cô đặc và có mặt trong các vùng giữa các nhánh của tinh thể dạng nhánh cây được ép ra ngoài và được xả ra ở phía dòng vào theo hướng đúc. Tuy nhiên, bởi vì chiều dày của phần không được hóa cứng nhỏ, nên thành phần phân tách bị giữ lại bởi vỏ hóa cứng trên các phía đối diện nhau theo hướng chiều dày của dải ở vị trí gần ở phía dòng vào của vị trí cán theo hướng đúc, và do đó sự phân tách

tích cực xảy ra gần phần trung tâm theo chiều rộng của dải.

Hiệu quả của việc co mềm đối với việc ngăn chặn sự xuất hiện của sự phân tách ở tâm trong phần trung tâm của dải và sự phân tách tích cực gần phần trung tâm bị ảnh hưởng bởi cấu trúc hóa cứng của dải. Hiệu quả của việc co mềm ít khi cấu trúc hóa cứng của phần tiếp xúc với phần không được hóa cứng là cấu trúc tinh thể cùng kích thước bởi vì thép nóng chảy được cô đặc gây ra sự phân tách semi-macro có mặt giữa các phần có cấu trúc tinh thể cùng kích thước. Do đó, tốt hơn là cấu trúc hóa cứng không phải là cấu trúc tinh thể cùng kích thước mà là cấu trúc tinh thể hình trụ.

Theo phương án thực hiện của sáng chế, chiều dày của vỏ hóa cứng 13 và tỷ lệ pha rắn trong phần trung tâm theo chiều dày của dải được xác định khi sử dụng trước, ví dụ, tính lượng hóa cứng thông qua sự truyền nhiệt hai chiều trong các điều kiện đúc khác nhau đối với việc vận hành đúc liên tục. Để cho phép dải 12 được cán trong vùng co mềm 17 từ điểm nơi mà tỷ lệ pha rắn trong phần trung tâm theo chiều dày của dải ít nhất là 0,2 cho đến điểm nơi mà tỷ lệ pha rắn đạt đến 0,9, một hoặc hai hoặc nhiều hơn hai lượng nước làm nguội thứ cấp, lượng giảm biên của việc làm nguội thứ cấp, và tốc độ đúc được điều chỉnh. "Việc giảm biên của việc làm nguội thứ cấp" có nghĩa là việc xít của nước làm nguội lên cả hai mép của các cạnh rộng của khuôn của dải bị dừng lại. Khi việc giảm biên của việc làm nguội thứ cấp được thực hiện, việc làm nguội thứ cấp bị làm yếu, và vị trí hoàn thành hóa cứng 15 thường bị dịch chuyển về phía đầu ra theo hướng đúc.

Như được mô tả ở trên, bằng cách thực hiện phương pháp đúc thép liên tục theo phương án thực hiện của sáng chế, sự nứt bề mặt của dải gây ra bởi sự làm nguội không đồng đều của vỏ hóa cứng ở giai đoạn ban đầu của sự hóa cứng có thể được ngăn chặn, và chiều sâu của các vết dao động có thể cũng được giảm. Bằng cách giảm chiều sâu của các vết dao động để làm cho bề mặt của vỏ hóa cứng 13 đồng đều ở giai đoạn đầu, bề mặt chuyển tiếp hóa cứng trong vùng hóa cứng cuối cùng cũng được làm nhẵn. Bằng cách đưa dải trải qua phòng chủ định và sự co mềm, lực giảm cán có thể được tác động đồng đều lên bề mặt chuyển tiếp hóa cứng, và sự

xuất hiện của sự phân tách ở tâm trong phần trung tâm theo chiều dày của dải có thể được hạn chế. Điều này cho phép dải chất lượng cao được sản xuất một cách ổn định.

Phần mô tả ở trên liên quan đến việc đúc liên tục của dải phôi tấm. Tuy nhiên, phương pháp đúc thép liên tục theo phương án thực hiện của sáng chế không bị giới hạn ở đúc liên tục của dải phôi tấm và có thể áp dụng cho đúc liên tục của dải thời đúc hoặc dải phôi theo cách thức được mô tả ở trên.

Ví dụ 1

Các thí nghiệm sau đây được tạo ra. Thép có hàm lượng cacbon trung bình (thành phần hóa học, C: 0,08 đến 0,17% tính theo khối lượng, Si: 0,10 đến 0,30% tính theo khối lượng, Mn: 0,50 to 1,20% tính theo khối lượng, P: 0,010 đến 0,030% tính theo khối lượng, S: 0,005 đến 0,015% tính theo khối lượng, Al: 0,020 đến 0,040% tính theo khối lượng) được đúc sử dụng các khuôn đồng được làm nguội bằng nước được chuẩn bị bằng cách bố trí kim loại trên các bề mặt thành bên trong của chúng trong các điều kiện khác nhau. Khi thép có hàm lượng cacbon trung bình được đúc, tổng lượng phòng ở vị trí phòng chủ định và tích của tốc độ cán trong vùng co mềm và tốc độ đúc thay đổi khác nhau. Sau đó sự nứt bề mặt của các dải đúc và chất lượng bên trong của chúng (sự phân tách ở tâm) được kiểm tra.

Trong tất cả các thí nghiệm, tích của tốc độ cán trong vùng co mềm và tốc độ đúc là 0,28 đến 0,90 mm·m/phút², và dải được cán trong vùng co mềm từ điểm nơi mà tỷ lệ pha rắn trong phần trung tâm theo chiều dày của dải ít nhất là 0,2 cho đến khi điểm nơi mà tỷ lệ pha rắn trong phần trung tâm theo chiều dày đạt đến 0,9. Tổng lượng giảm cán khi dải bị phòng chủ định ở vị trí phòng chủ định được thiết đặt là bằng hoặc ít hơn tổng lượng phòng. Trong thí nghiệm trong đó dải không phòng ở vị trí phòng chủ định, các vị trí hoàn thành hóa cứng trên các phía cạnh ngắn của dải cũng được cán trong vùng co mềm.

Mỗi khuôn trong số các khuôn được sử dụng có kích cỡ khoảng cách bên trong với chiều dài cạnh rộng là 2,1 m và chiều dài cạnh ngắn là 0,26 m. Chiều dài của mỗi khuôn trong số các khuôn đồng được làm nguội bằng nước được sử dụng từ

đầu phía trên đến đầu phía dưới (= chiều dài của khuôn) là 950 mm. Vị trí của mặt khum (bề mặt trên cùng của thép nóng chảy trong khuôn) trong khi đúc ổn định được thiết đặt đến vị trí 100 mm bên dưới đầu phía trên của khuôn. Để hiểu các hiệu quả của phương pháp đúc thép liên tục theo phương án thực hiện của sáng chế, các khuôn được tạo ra trong các điều kiện sau đây, và các thí nghiệm so sánh được thực hiện. Trong tất cả các khuôn, kim loại có độ dẫn nhiệt thấp hơn độ dẫn nhiệt của tấm đồng làm khuôn được dùng làm kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau. Các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 mỗi phần có hình dạng đĩa $\phi 6$ mm. Trong các điều kiện đúc được sử dụng, khoảng bước của các vết dao động là 13 mm.

Khuôn 1: Vùng kéo dài từ vị trí 80 mm bên dưới đầu phía trên của khuôn đến vị trí 300 mm bên dưới đầu phía trên của khuôn (chiều dài của vùng = 220 mm) được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau có độ dẫn nhiệt khác 20% so với độ dẫn nhiệt của đồng để nhờ đó bố trí các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 được bố trí theo kiểu so le. Phần diện tích ε của các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 là 50%. Khoảng cách D1 giữa các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 theo hướng đúc là 6 mm, và khoảng cách D2 giữa các trọng tâm của các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 theo hướng chiều rộng của khuôn là 12 mm. Khoảng bước dài nhất của các khe hở 30 được bố trí trên các bề mặt thành bên ngoài của khuôn là 33,0 mm.

Khuôn 2: Vùng kéo dài từ vị trí 190 mm bên dưới đầu phía trên của khuôn đến vị trí 750 mm bên dưới đầu phía trên của khuôn (chiều dài của vùng = 560 mm) được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau có độ dẫn nhiệt khác 20% so với độ dẫn nhiệt của đồng để nhờ đó bố trí các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 được bố trí theo kiểu so le. Phần diện tích ε của các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 là 50%. Khoảng cách D1 giữa các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 theo hướng đúc là 6 mm, và khoảng cách D2 giữa các trọng tâm của các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 theo hướng chiều rộng của khuôn là 12 mm. Khoảng bước dài nhất của các khe hở 30 được bố trí trên các bề mặt thành bên ngoài của khuôn là 33,0 mm.

Khuôn 3: Vùng kéo dài từ vị trí 80 mm bên dưới đầu phía trên của khuôn đến vị trí 300 mm bên dưới đầu phía trên của khuôn được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau có độ dẫn nhiệt khác 20% so với độ dẫn nhiệt của đồng để nhờ đó bố trí các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 được bố trí theo kiểu so le. Phần diện tích ε của các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 là 50%. Khoảng cách D1 giữa các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 theo hướng đúc là 15 mm, và khoảng cách D2 giữa các trọng tâm của các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 theo hướng chiều rộng của khuôn là 12 mm. Khoảng bước dài nhất của các khe hở 30 được bố trí trên các bề mặt thành bên ngoài của khuôn là 33,0 mm.

Khuôn 4: Vùng kéo dài từ vị trí 80 mm bên dưới đầu phía trên của khuôn đến vị trí 300 mm bên dưới đầu phía trên của khuôn được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau có độ dẫn nhiệt khác 20% so với độ dẫn nhiệt của đồng để nhờ đó bố trí các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 được bố trí theo kiểu so le. Phần diện tích ε của các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 là 50%. Khoảng cách D1 giữa các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 theo hướng đúc là 6 mm, và khoảng cách D2 giữa các trọng tâm của các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 theo hướng chiều rộng của khuôn là 15 mm. Khoảng bước dài nhất của các khe hở 30 được bố trí trên các bề mặt thành bên ngoài của khuôn là 38,0 mm.

Khuôn 5: Vùng kéo dài từ vị trí 80 mm bên dưới đầu phía trên của khuôn đến vị trí 300 mm bên dưới đầu phía trên của khuôn được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau có độ dẫn nhiệt khác 15% so với độ dẫn nhiệt của đồng để nhờ đó bố trí các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 được bố trí theo kiểu so le. Phần diện tích ε của các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 là 50%. Khoảng cách D1 giữa các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 theo hướng đúc là 6 mm, và khoảng cách D2 giữa các trọng tâm của các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 theo hướng chiều rộng của khuôn là 12 mm. Khoảng bước dài nhất của các khe hở 30 được bố trí trên các bề mặt thành bên

ngoài của khuôn là 33,0 mm.

Khuôn 6: Vùng kéo dài từ vị trí 80 mm bên dưới đầu phía trên của khuôn đến vị trí 300 mm bên dưới đầu phía trên của khuôn được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau có độ dẫn nhiệt khác 20% so với độ dẫn nhiệt của đồng để nhờ đó bố trí các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 được bố trí theo kiểu so le. Phần diện tích ε của các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 là 5%. Khoảng cách D1 giữa các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 theo hướng đúc là 6 mm, và khoảng cách D2 giữa các trọng tâm của các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 theo hướng chiều rộng của khuôn là 12 mm. Khoảng bước dài nhất của các khe hở 30 được bố trí trên các bề mặt thành bên ngoài của khuôn là 33,0 mm.

Khuôn 7: Vùng kéo dài từ vị trí 80 mm bên dưới đầu phía trên của khuôn đến vị trí 300 mm bên dưới đầu phía trên của khuôn được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau có độ dẫn nhiệt khác 20% so với độ dẫn nhiệt của đồng để nhờ đó bố trí các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 được bố trí theo kiểu so le. Phần diện tích ε của các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 là 85%. Khoảng cách D1 giữa các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 theo hướng đúc là 6 mm, và khoảng cách D2 giữa các trọng tâm của các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 theo hướng chiều rộng của khuôn là 12 mm. Khoảng bước dài nhất của các khe hở 30 được bố trí trên các bề mặt thành bên ngoài của khuôn là 33,0 mm.

Khuôn 8: Vùng kéo dài từ vị trí 80 mm bên dưới đầu phía trên của khuôn đến vị trí 300 mm bên dưới đầu phía trên của khuôn được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau có độ dẫn nhiệt khác 20% so với độ dẫn nhiệt của đồng để nhờ đó bố trí các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 được bố trí theo kiểu so le. Phần diện tích ε của các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 là 50%. Khoảng cách D1 giữa các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 theo hướng đúc là 6 mm, và khoảng cách D2 giữa các trọng tâm của các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 theo hướng chiều rộng của khuôn là 12

mm. Khoảng bước dài nhất của các khe hở 30 được bố trí trên các bề mặt thành bên ngoài của khuôn là 33,0 mm.

Khuôn 9: Vùng kéo dài từ vị trí 80 mm bên dưới đầu phía trên của khuôn đến vị trí 300 mm bên dưới đầu phía trên của khuôn được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau có độ dẫn nhiệt khác 20% so với độ dẫn nhiệt của đồng để nhờ đó bố trí các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 được bố trí theo kiểu so le. Phần diện tích ε của các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 là 50%. Khoảng cách D1 giữa các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 theo hướng đúc là 9 mm, và khoảng cách D2 giữa các trọng tâm của các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 theo hướng chiều rộng của khuôn là 12 mm. Khoảng bước dài nhất của các khe hở 30 được bố trí trên các bề mặt thành bên ngoài của khuôn là 33,0 mm.

Khuôn 10: Vùng kéo dài từ vị trí 80 mm bên dưới đầu phía trên của khuôn đến vị trí 300 mm bên dưới đầu phía trên của khuôn được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau có độ dẫn nhiệt khác 20% so với độ dẫn nhiệt của đồng để nhờ đó bố trí các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 được bố trí theo kiểu so le. Phần diện tích ε của các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 là 50%. Khoảng cách D1 giữa các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 theo hướng đúc là 9 mm, và khoảng cách D2 giữa các trọng tâm của các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 theo hướng chiều rộng của khuôn là 12 mm. Khoảng bước dài nhất của các khe hở 30 được bố trí trên các bề mặt thành bên ngoài của khuôn là 16,5 mm.

Khuôn 11: Đây là khuôn không có các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19.

Bột tạo khuôn được sử dụng trong việc vận hành đúc liên tục là bột tạo khuôn có tính kiềm ((% tính theo khối lượng của CaO)/(% tính theo khối lượng của SiO₂)) là 1,1, nhiệt độ hóa cứng là 1.090°C, và hệ số độ nhớt ở 1.300°C là 0,15 Pa.s. Nhiệt độ hóa cứng là nhiệt độ mà ở đó hệ số độ nhớt của bột tạo khuôn tăng nhanh trong khi làm nguội bột tạo khuôn nóng chảy. Vị trí mặt khum trong khuôn trong khi đúc

ổn định được đặt ở vị trí 100 mm bên dưới đầu phía trên của khuôn. Trong khi đúc, vị trí mặt khum được điều khiển sao cho mặt khum có mặt nằm trong khoảng lắp đặt của phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19. Tốc độ đúc trong khi đúc ổn định là từ 1,7 đến 2,2 m/phút. Trong tất cả các dải thí nghiệm được đúc để kiểm tra nứt bề mặt và chất lượng bên trong, tốc độ đúc trong khi đúc là 2,0 m/phút. Mức độ quá nhiệt của thép nóng chảy trong thùng trung gian là từ 25 đến 35°C. Để điều khiển nhiệt độ của khuôn, cặp nhiệt điện được gắn vào vị trí 50 mm bên dưới mặt khum trong khuôn ở chiều sâu 5 mm từ bề mặt (bề mặt ở phía thép nóng chảy) từ phía sau, và nhiệt độ bề mặt của khuôn được ước lượng từ trị số đo của nhiệt độ tấm đồng đo bằng cặp nhiệt điện.

Sau khi hoàn thành đúc liên tục, các cạnh rộng của khuôn của mỗi dải được rửa bằng axit để loại bỏ vảy, và số lượng của các vết nứt bề mặt được tạo ra được đo. Sự xuất hiện của các vết nứt bề mặt trong dải được đánh giá sử dụng trị số được tính sử dụng chiều dài của dải được thí nghiệm theo hướng đúc làm mẫu số và chiều dài, theo hướng đúc, của phần của dải trong đó bề mặt các vết nứt xuất hiện làm tử số. Để đánh giá chất lượng bên trong (sự phân tách ở tâm) của dải, mẫu mặt cắt ngang nằm ngang được lấy từ dải và được đánh bóng gương. Nồng độ của Mn trong vùng cách ± 10 mm từ tâm của bề mặt được đánh bóng gương của mẫu mặt cắt ngang nằm ngang được đo cứ mỗi 100 μm sử dụng EPMA để đánh giá mức độ phân tách. Cụ thể là, khi đánh giá, tỉ lệ (C/C_0) của nồng độ trung bình của Mn (C) trong vùng cách ± 10 mm từ phần trung tâm so với nồng độ của Mn (C_0) ở phần mép được xem là không có sự phân tách được định nghĩa là mức độ phân tách của Mn.

Tách biệt từ các kiểm tra này, sự không đồng đều về chiều dày của vỏ hóa cứng σ (mm) được đo trong các điều kiện của mỗi mức thí nghiệm. Để đo sự không đồng đều về chiều dày của vỏ hóa cứng, bột FeS (sắt sunfit) được bổ sung vào thép nóng chảy trong khuôn, và dấu in lưu huỳnh được chuẩn bị trên mặt cắt ngang của dải thu được để nhờ đó đo chiều dày của vỏ hóa cứng. Chiều dày của vỏ hóa cứng được đo ở vị trí một phần tư chiều rộng theo hướng chiều rộng của dải từ vị trí mặt khum cho đến vị trí 200 mm bên dưới vị trí mặt khum ở 40 điểm với khoảng bước 5

mm. Để tính σ , công thức (6) sau đây được sử dụng.

Công thức toán học 1

$$\sigma = \frac{\sum \sqrt{(D - D_i)^2}}{N} \dots (6)$$

Trong công thức (6), D là trị số (mm) thực đo được của chiều dày của vỏ hóa cứng, và D_i là trị số tính toán của chiều dày của vỏ hóa cứng (mm) được tính từ thời gian hóa cứng tương ứng với khoảng cách từ mặt khum đến vị trí đo của chiều dày của vỏ hóa cứng sử dụng công thức gần đúng xác định mối tương quan giữa chiều dày của vỏ hóa cứng và thời gian hóa cứng. N là số lượng của các phép đo và trong ví dụ này là 40.

Bảng 1 thể hiện các điều kiện thí nghiệm đối với các mức thí nghiệm từ 1 đến 14 và các kết quả kiểm tra các bề mặt của các dải và chất lượng bên trong của chúng.

Bảng 1

Mức thí nghiệm	Loại khuôn	Kích cỡ dài	Tốc độ đúc (m/phút)	Khoảng cách từ đầu phía trên của khuôn (mm)			Khoảng bước của các vết dao động (mm)	Hướng đúc	Hướng chiều rộng	Phân diện tích bề mặt mạ ε (%)	Tỉ lệ của chênh lệch về độ dẫn nhiệt giữa vật liệu làm khuôn và lớp mạ bề mặt (%)	Điều kiện co mềm		Đánh giá chất lượng		Sự không đồng đều về chiều dày của vỏ hóa cứng σ (mm)	Khoảng bước của khe hở lớn nhất Z (mm)	Ghi chú
				Vị trí mặt khum	Vị trí bắt đầu thúc mạ	Vị trí kết thúc mạ						Lượng phồng chủ định (mm)	Tốc độ cán × tốc độ đúc (mm·m/phút ²)	Tỉ lệ nứt bề mặt (%)	Sự phân tách ở tâm (C/C ₀)			
1	1	250×2100	2,0	100	80	300	13	6	12	50	20	0	0,28	0,0	Nhẹ 1,04	0,30	33,0	Ví dụ của sáng chế
2	2	250×2100	2,0	100	190	750	13	6	12	50	20	0	0,28	25,0	Không thích hợp 1,08	0,38	33,0	Ví dụ so sánh
3	3	250×2100	2,0	100	80	300	13	15	12	50	20	0	0,28	2,5	Không thích hợp 1,07	0,37	33,0	Ví dụ so sánh
4	4	250×2100	2,0	100	80	300	13	6	15	50	20	0	0,28	16,0	Nhẹ	0,31	38,0	Ví dụ so sánh
5	5	250×2100	2,0	100	80	300	13	6	12	50	15	0	0,28	13,0	Nhẹ	0,32	33,0	Ví dụ so sánh
6	6	250×2100	2,0	100	80	300	13	6	12	5	20	0	0,28	18,0	Nhẹ	0,33	33,0	Ví dụ so sánh
7	7	250×2100	2,0	100	80	300	13	6	12	85	20	0	0,28	12,0	Nhẹ	0,31	33,0	Ví dụ so sánh
8	1	250×2100	2,0	100	80	300	13	6	12	50	20	3	0,90	0,0	Tốt	0,25	33,0	Ví dụ của sáng chế
9	1	250×2100	2,0	100	80	300	13	6	12	50	20	2	0,90	0,0	Tốt	0,27	33,0	Ví dụ của sáng chế
10	1	250×2100	2,0	100	80	300	13	6	12	50	20	0	0,90	0,0	Tốt	0,27	33,0	Ví dụ của sáng chế
11	1	250×2100	2,0	100	80	300	13	6	12	50	20	20	0,30	0,0	Tốt	0,25	33,0	Ví dụ của sáng chế

12	3	250×2100	2,0	100	80	300	13	15	12	50	20	0	0,50	0,0	Nhẹ	0,37	33,0	Ví dụ so sánh
13	8	250×2100	2,0	100	80	300	13	6	12	50	20	3	0,90	1,0	Nhẹ	0,29	33,0	Ví dụ của sáng chế
14	9	250×2100	2,0	100	80	300	13	9	12	50	20	0	0,28	1,8	Nhẹ	0,31	33,0	Ví dụ của sáng chế
15	10	250×2100	2,0	100	80	300	13	9	12	50	20	0	0,28	1,5	Nhẹ	0,33	16,5	Ví dụ của sáng chế
16	11	250×2100	2,0	-	-	-	13	-	-	-	-	3	0,90cf-	30,0	Nhẹ 1,05	0,32	33,0	Ví dụ so sánh

Trong các mức thí nghiệm 1, 8, 9, 10, 11, và 13, các điều kiện để đặt các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 trên các bề mặt của khuôn nằm trong khoảng của sáng chế, và khoảng bước dài nhất của các khe hở 30 thỏa mãn công thức (4). Trong tất cả các mức thí nghiệm này, tỉ lệ nứt bề mặt được cải thiện đáng kể. Sự không đồng đều về chiều dày của vỏ hóa cứng là 0,30 hoặc ít hơn, và chiều dày của vỏ hóa cứng đồng đều. Tuy nhiên, ở mức thí nghiệm 1, tích của tốc độ cán và tốc độ đúc nằm ngoài khoảng từ 0,30 đến 1,00, và sự phân tách nhẹ ở tâm được nhận thấy. Trong các kết quả ở các mức độ khác, sự phân tách ở tâm được cải thiện.

Ở mức thí nghiệm 2, khoảng trong đó các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 được đặt bị dịch chuyển xuống dưới, và tích của tốc độ cán và tốc độ đúc nằm ngoài khoảng từ 0,30 đến 1,00. Do đó, ở mức thí nghiệm 2, các vết nứt bề mặt nhỏ được tạo ra trong dải, và hiệu quả giảm nứt bề mặt không được nhận thấy, như trong các trường hợp thông thường. Mức độ không đồng đều về chiều dày của vỏ hóa cứng lớn, 0,38 mm, và hiệu quả cải thiện sự phân tách ở tâm cũng không đạt được.

Ở mức thí nghiệm 3, khoảng cách D1 theo hướng đúc dài, và tích của tốc độ cán và tốc độ đúc nằm ngoài khoảng từ 0,30 đến 1,00. Ở mức thí nghiệm 3, nứt bề mặt của dải được cải thiện. Tuy nhiên, mức độ không đồng đều về chiều dày của vỏ hóa cứng lớn, 0,37 mm, và hiệu quả của cải thiện sự phân tách ở tâm cũng không đạt được.

Ở mức thí nghiệm 4, khoảng cách D2 theo hướng chiều rộng của khuôn dài, và tích của tốc độ cán và tốc độ đúc nằm ngoài khoảng từ 0,30 đến 1,00. Ở mức thí nghiệm 4, nứt bề mặt được nhận thấy trong dải, và hiệu quả cải thiện nứt bề mặt không đạt được. Mức độ không đồng đều về chiều dày của vỏ hóa cứng cũng hơi lớn, 0,31 mm, và sự phân tách nhẹ ở tâm cũng được nhận thấy.

Ở mức thí nghiệm 5, tỉ lệ của chênh lệch về độ dẫn nhiệt giữa đồng và kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau là ít hơn 20%. Ở mức thí nghiệm 6, một phần diện tích của các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 ít hơn 10%. Ở mức thí nghiệm 7, một phần diện tích của các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác

nhau 19 cao hơn 80%. Do đó, trong các mức thí nghiệm từ 5 đến 7 này, nứt bề mặt được nhận thấy trong dải, và hiệu quả cải thiện nứt bề mặt không đạt được. Mức độ không đồng đều về chiều dày của vỏ hóa cứng cũng hơi lớn, từ 0,31 đến 0,33, và sự phân tách nhẹ ở tâm cũng được nhận thấy.

Ở mức thí nghiệm 12, tích của tốc độ cán và tốc độ đúc nằm trong khoảng từ 0,30 đến 1,00, nhưng khoảng cách D1 theo hướng đúc dài. Ở mức thí nghiệm 12, nứt bề mặt và sự phân tách ở tâm trong dải được cải thiện, nhưng mức độ không đồng đều về chiều dày của vỏ hóa cứng lớn, 0,37 mm.

Ở mức thí nghiệm 14, các điều kiện để đặt các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 trên các bề mặt của khuôn nằm trong khoảng của sáng chế, và khoảng bước dài nhất Z của các khe hở 30 thỏa mãn công thức (4). Tuy nhiên, khoảng cách D1 theo hướng đúc dài. Mặc dù công thức (1) được thỏa mãn, nhưng công thức (3) không được thỏa mãn. Do đó, mặc dù tỉ lệ nứt bề mặt tốt hơn tỉ lệ nứt bề mặt trong các mức thí nghiệm từ 2 đến 7, nhưng tỉ lệ nứt bề mặt là hơi lớn, 1,8%, và sự phân tách nhẹ ở tâm được nhận thấy. Mức độ không đồng đều về chiều dày của vỏ hóa cứng cũng hơi lớn, 0,31 mm.

Ở mức thí nghiệm 15, các điều kiện để đặt các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 trên các bề mặt của khuôn nằm trong khoảng của sáng chế, nhưng khoảng bước dài nhất Z của các khe hở 30 không thỏa mãn công thức (4). Khoảng cách D1 theo hướng đúc dài. Mặc dù công thức (1) được thỏa mãn, nhưng công thức (3) không được thỏa mãn. Do đó, mặc dù tỉ lệ nứt bề mặt tốt hơn tỉ lệ nứt bề mặt trong các mức thí nghiệm từ 2 đến 7, nhưng tỉ lệ nứt bề mặt hơi lớn, 1,5%. Sự phân tách nhẹ ở tâm được nhận thấy, và mức độ không đồng đều về chiều dày của vỏ hóa cứng cũng hơi lớn, 0,33 mm.

Ở mức thí nghiệm 16, bởi vì phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau 19 không được tạo ra, nên nứt bề mặt được nhận thấy trong dải. Mức độ không đồng đều về chiều dày của vỏ hóa cứng cũng hơi lớn, 0,32 mm, và sự phân tách ở tâm cũng được nhận thấy.

Danh sách số chỉ dẫn

- 1 máy đúc phôi tấm liên tục
- 2 thùng trung gian
- 3 vòi phun trượt
- 4 vòi phun nhúng chìm
- 5 khuôn đúc liên tục
- 5a tấm đồng làm cạnh rộng của khuôn
- 6 con lăn đỡ
- 7 con lăn dẫn hướng
- 8 con lăn kẹp
- 9 con lăn truyền
- 10 máy cắt dải
- 11 thép nóng chảy
- 12 dải
- 12a dải phôi tấm
- 13 vỏ hóa cứng
- 14 phần không được hóa cứng
- 15 vị trí hoàn thành hóa cứng
- 16 vị trí phòng chủ định
- 17 vùng co mềm
- 18 vị trí mặt khum
- 19 phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau
- 19a một trong số các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau
- 19b một phần khác trong số các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau
- 19c một phần khác trong số các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau
- 20 phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau
- 20a một trong số các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau

20b một phần khác trong số các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau

20c một phần khác trong số các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau

30 khe hở

32 lỗ bulông

40 tấm dự phòng

42 đinh vít cây

44 nước làm nguội

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp đúc thép liên tục để sản xuất dải, phương pháp này bao gồm: bước đổ thép nóng chảy vào khuôn đúc liên tục; và rút đồng thời thép nóng chảy trong khi khuôn đúc liên tục dao động theo hướng đúc,

trong đó khuôn đúc liên tục có các rãnh lõm được tạo ra trên bề mặt thành bên trong của tấm đồng làm khuôn trong vùng kéo dài từ vị trí ít nhất 20 mm bên trên vị trí của mặt khum ở trạng thái đúc ổn định đến vị trí ít nhất 50 mm và lớn nhất 200 mm bên dưới vị trí của mặt khum,

trong đó các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau được đổ kim loại hoặc hợp kim kim loại có độ dẫn nhiệt mà khác ít nhất 20% so với độ dẫn nhiệt của tấm đồng làm khuôn được bố trí trong các rãnh lõm, trong đó tỷ lệ diện tích của tổng diện tích của các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau so với diện tích của bề mặt thành bên trong mà các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác được bố trí trên đó là từ 10% đến 80%,

trong đó khoảng cách (D1) và khoảng bước của các vết dao động (OMP: oscillation mark pitch) mà được rút ra từ tần số dao động (f) và tốc độ đúc (Vc) thỏa mãn công thức (1) dưới đây, trong đó khoảng cách (D2) thỏa mãn công thức (2) dưới đây,

$$D1 \leq OMP = Vc \times 1000/f \quad (1)$$

$$D2 \leq 4r \quad (2)$$

trong đó, trong công thức (1),

Vc là tốc độ đúc (m/phút);

f là tần số dao động (chu kỳ trên phút);

OMP là khoảng bước của các vết dao động (mm); và

D1 là khoảng cách (mm) giữa đường ranh giới giữa phần thứ nhất trong số các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau và tấm đồng làm khuôn và đường ranh giới giữa phần thứ hai trong số các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau và tấm đồng làm khuôn, phần thứ hai trong số các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau được đặt ở cùng vị trí, theo hướng chiều rộng của tấm đồng làm

khuôn, với trọng tâm của phần thứ nhất trong số các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau và gần kề với phần thứ nhất trong số các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau theo hướng đúc, và

trong đó, trong công thức (2), r là bán kính (mm) của đường tròn có tâm ở trọng tâm của một trong số các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau và có cùng diện tích với một trong số các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau, và

D_2 là khoảng cách (mm) giữa trọng tâm của phần thứ nhất trong số các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau và trọng tâm của phần thứ ba trong số các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau, phần thứ ba trong số các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau được bố trí ở cùng vị trí, so với hướng đúc, với trọng tâm của phần thứ nhất trong số các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau và gần kề với phần thứ nhất trong số các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau theo hướng chiều rộng.

2. Phương pháp đúc thép liên tục theo điểm 1,

trong đó các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau được bố trí sao cho khoảng cách (D_1) thỏa mãn công thức (3) dưới đây:

$$D_1 \leq 2r. \quad (3)$$

3. Phương pháp đúc thép liên tục theo điểm 1 hoặc 2,

trong đó tất cả các rãnh lõm có cùng hình dạng.

4. Phương pháp đúc thép liên tục theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3,

trong đó mỗi rãnh lõm có hình dạng tròn hoặc hình dạng gần tròn không có góc.

5. Phương pháp đúc thép liên tục theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4,

trong đó các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau được bố trí theo kiểu mạng lưới.

6. Phương pháp đúc thép liên tục theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4,

trong đó các phần được đổ kim loại có độ dẫn nhiệt khác nhau được bố trí theo kiểu so le.

7. Phương pháp đúc thép liên tục theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6,

trong đó phương pháp này còn bao gồm:

bước làm phòng các cạnh rộng của khuôn của dải có phần không được hóa cứng bên trong đó với tổng lượng phòng nằm trong khoảng từ 0 mm đến 20 mm so với chiều dày của dải (chiều dày giữa các cạnh rộng của khuôn của dải) ở đầu ra của khuôn, các cạnh rộng của khuôn của dải bị phòng sử dụng một số cặp trong số các cặp con lăn đỡ dải được bố trí trong máy đúc liên tục, khe hở giữa các con lăn của một số cặp trong số các cặp con lăn đỡ dải tăng dần về phía đầu ra theo hướng đúc; và

sau đó tác động lực giảm cán lên các cạnh rộng của khuôn của dải trong vùng co mềm trong đó khe hở giữa các con lăn của một số con lăn trong số các con lăn đỡ dải được giảm dần về phía đầu ra theo hướng đúc để nhờ đó cán dải đến mức tổng lượng giảm cán bằng hoặc ít hơn tổng lượng phòng, lực giảm cán được tác động sao cho tích số ($\text{mm} \cdot \text{m/phút}^2$) của tốc độ cán (mm/phút) và tốc độ đúc (m/phút) là từ 0,30 đến 1,00, sự tác động của lực giảm cán bắt đầu ở điểm nơi mà tỷ lệ pha rắn trong phần trung tâm theo chiều dày của dải ít nhất là 0,2 và dừng lại ở điểm nơi mà tỷ lệ pha rắn trong phần trung tâm theo chiều dày đạt đến 0,9.

8. Phương pháp đúc thép liên tục theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7,

trong đó các khe hở kéo dài theo hướng đúc được bố trí trên bề mặt thành bên ngoài của tấm đồng làm khuôn theo một khoảng bước hoặc nhiều khoảng bước theo hướng chiều rộng của tấm đồng làm khuôn,

trong đó, khi các khe hở được bố trí theo một khoảng bước, một khoảng bước được ký hiệu là Z (mm), trong đó, khi các khe hở được bố trí theo các khoảng bước, khoảng bước dài nhất trong số các khoảng bước được ký hiệu là Z (mm), và

trong đó Z thỏa mãn công thức (4) dưới đây:

$$Z \geq 2,5 \times D2. \quad (4)$$

1 / 5

FIG. 1

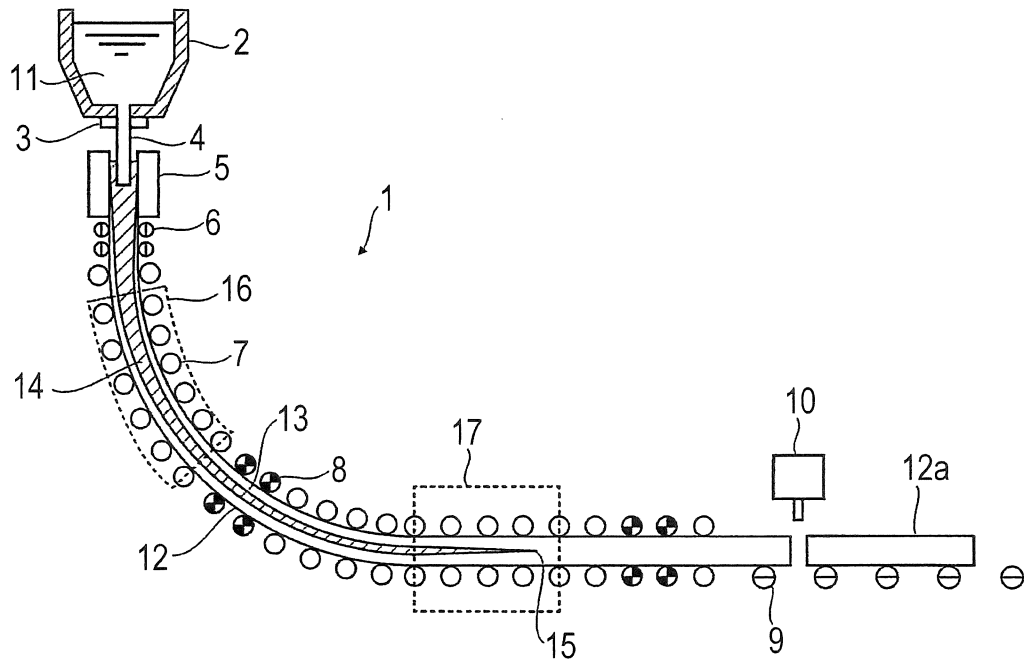
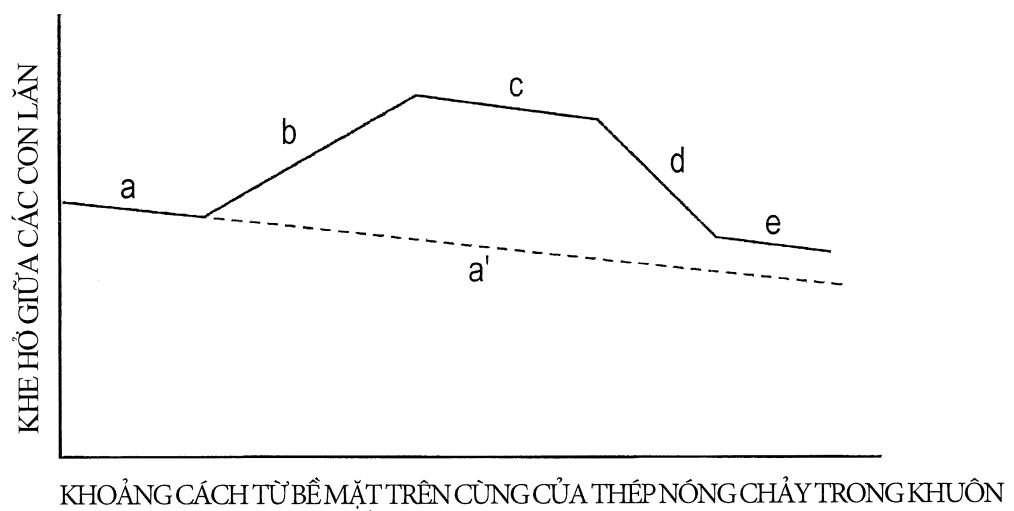


FIG. 2



2 / 5

FIG. 3

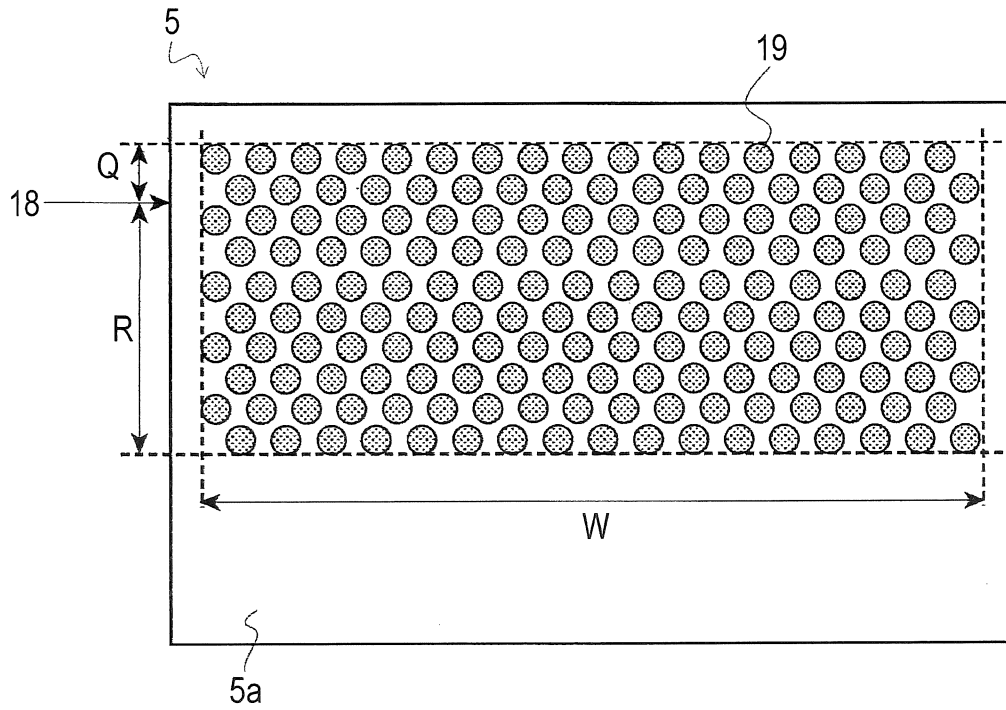
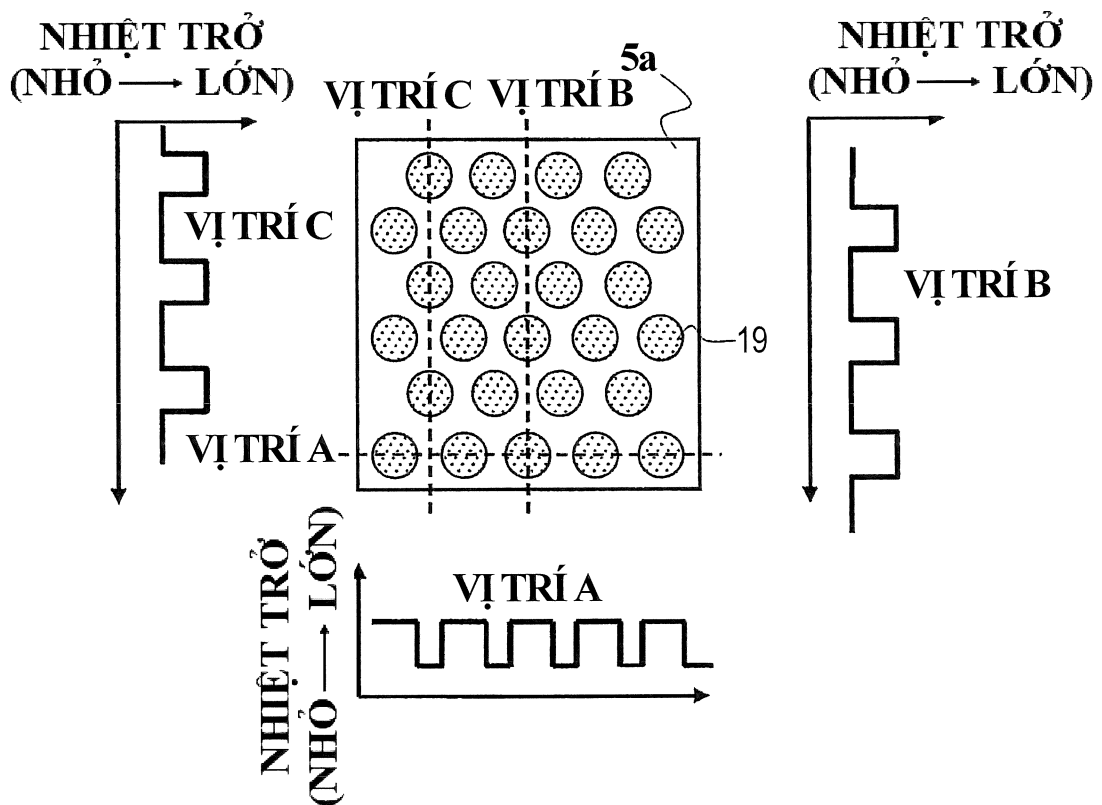
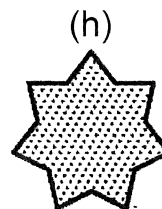
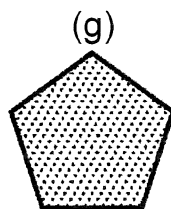
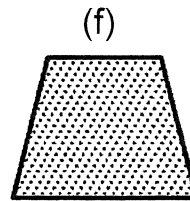
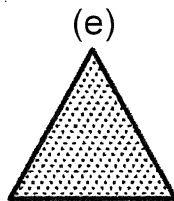
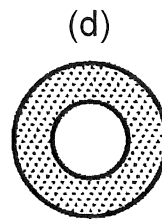
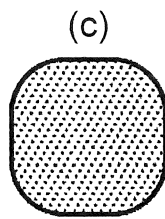
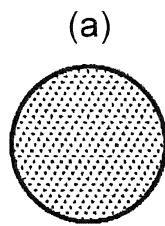


FIG. 4



3 / 5

FIG. 5



4 / 5

FIG. 6

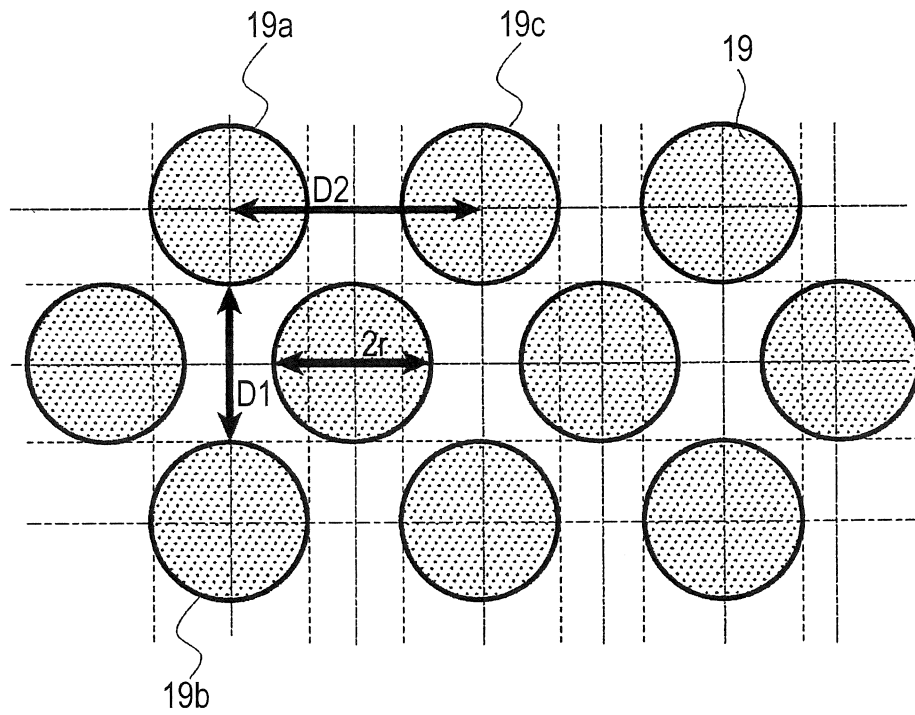
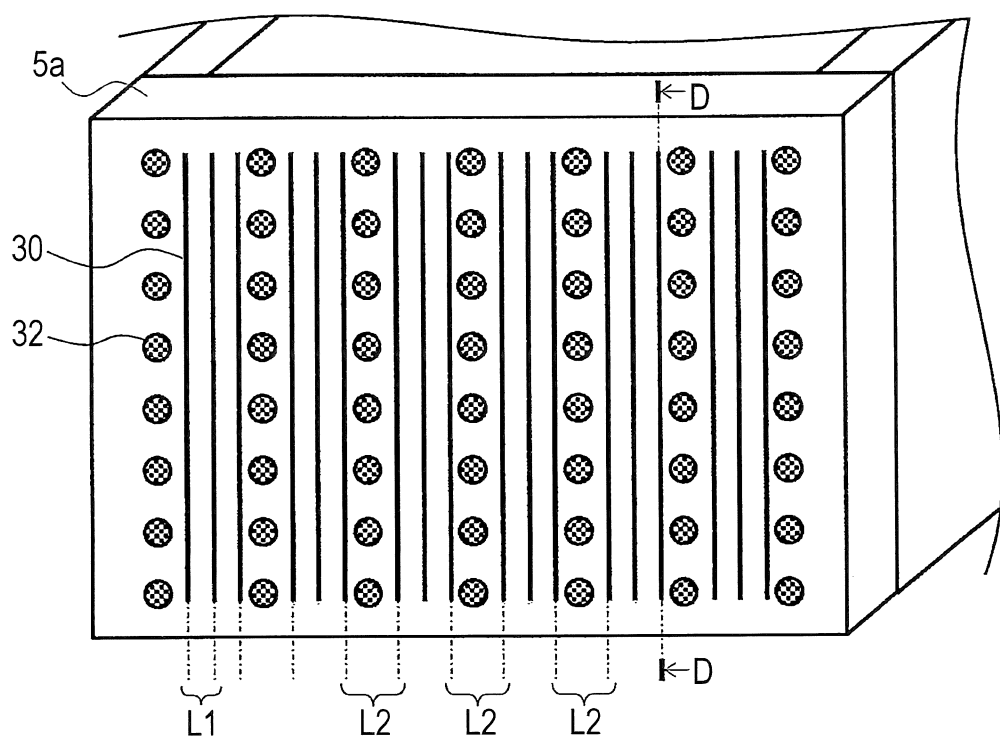


FIG. 7



5 / 5

FIG. 8

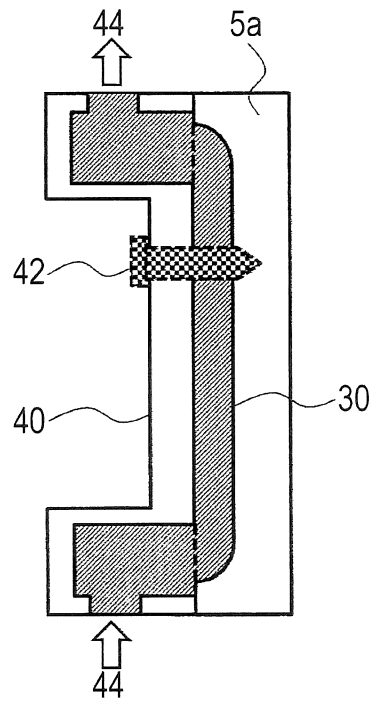


FIG. 9

