



(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)



1-0030375

(51)⁷ B22D 11/10; B22D 41/50

(13) B

(21) 1-2017-00017

(22) 03/06/2015

(86) PCT/IB2015/054197 03/06/2015

(87) WO 2015/189742 17/12/2015

(30) 14171989.8 11/06/2014 EP

(45) 25/12/2021 405

(43) 26/06/2017 351A

(73) 1. ARVEDI STEEL ENGINEERING S.P.A. (IT)

Piazza Lodi 7, I-26100 Cremona CR, Italy

2. Vesuvius USA Corporation (US)

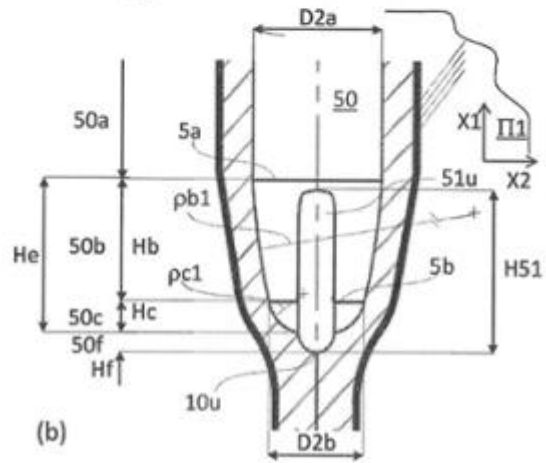
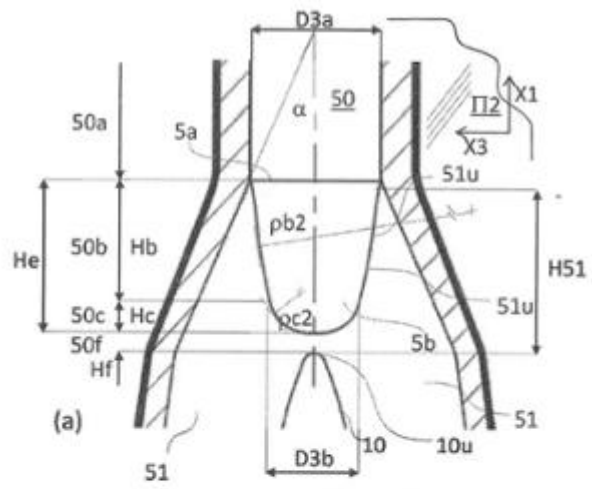
1404 Newton Drive, Champaign, Illinois 61822, United States of America

(72) ARVEDI, Giovanni (IT); BIANCHI, Andrea Teodoro (IT); RICHAUD, Johan (FR).

(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) VÒI RÓT TẠO TẤM MỎNG VÀ THIẾT BỊ ĐÚC KIM LOẠI ĐỂ ĐÚC TẤM MỎNG

(57) Sáng chế đề cập đến vòi rót tạo tấm mỏng để đúc tấm mỏng làm từ kim loại với lưu lượng theo khối lượng rất cao, vòi rót tạo tấm mỏng này bao gồm lỗ trung tâm (50) được tạo thành bởi thành lỗ và hở ở lỗ cửa vào (50u) và kéo dài từ đó theo trục dọc X1 cho tới khi nó đóng lại ở đầu trước (10u) của vách chia (10), lỗ trung tâm này bao gồm phần có lỗ trước (50a) bao gồm lỗ cửa vào và kéo dài trên chiều cao Ha và liền kề nó tạo thành ranh giới trước (5a) với phần có lỗ hội tụ (50e) có chiều cao He nằm trong phần nổi của vòi rót tạo tấm mỏng và liền kề nó, phần có lỗ mỏng (50f) có chiều cao Hf nằm trong phần khuếch tán của vòi rót tạo tấm mỏng và kết thúc ở mức của đầu trước (10u) của vách chia (10), cửa trước thứ nhất và thứ hai (51) cách nhau bởi vách chia (10) nêu trên và được nối với phần có lỗ trung tâm (50a) ít nhất một phần ở phần có lỗ hội tụ (50e), khác biệt ở chỗ, trên mặt cắt của vòi rót tạo tấm mỏng theo mặt phẳng đối xứng thứ nhất Π1 được tạo thành bởi X1, X2 trong đó X2 trục giao với X1, thì hình dạng của thành lỗ trung tâm (50) khác biệt ở chỗ, bán kính cong ở điểm bất kỳ của thành lỗ của phần có lỗ hội tụ (50e) là hữu hạn và tỷ lệ của chiều cao Hf của phần có lỗ mỏng (50f) trên chiều cao He của phần có lỗ hội tụ (50e) không lớn hơn 1, $Hf/He \leq 1$. Sáng chế còn đề cập đến thiết bị đúc tấm mỏng.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến vòi rót cấp chìm để đúc liên tục tấm mỏng bằng kim loại hoặc hợp kim kim loại, sau đây được gọi là “vòi rót tạo tấm mỏng”. Cụ thể là, sáng chế đề cập đến vòi rót tạo tấm mỏng có hình dạng đặc biệt cho phép điều khiển chính xác hơn lưu lượng rất cao của kim loại nóng chảy vào trong khuôn đúc tấm mỏng. Sáng chế còn đề cập đến thiết bị đúc kim loại có hoặc không có bước cán tiếp theo có sử dụng vòi rót tạo tấm mỏng này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong các quy trình đúc kim loại liên tục, kim loại nóng chảy được chuyển từ một nồi luyện kim đến một nồi luyện kim khác, vào khuôn hoặc đến thiết bị đúc. Ví dụ, như được thể hiện trên Fig.1, gàu 11 được đổ đầy kim loại nóng chảy từ lò luyện và được chuyển vào thùng trung gian 10 qua vòi rót có vỏ bảo vệ của gàu 111. Sau đó, kim loại nóng chảy có thể được đúc bằng vòi rót 1 từ thùng trung gian vào khuôn để tạo ra tấm, thanh, cây, tấm mỏng hoặc thỏi kim loại. Dòng kim loại nóng chảy từ thùng trung gian được dẫn bằng trọng lực qua vòi rót 1 và lưu lượng kim loại được điều khiển bằng cỡ chặn 7. Cỡ chặn 7 là một cần được lắp dịch chuyển được ở bên trên và kéo dài đồng trục (nghĩa là, theo hướng thẳng đứng) đến lỗ cửa vào của vòi rót. Đầu của cỡ chặn liên với lỗ cửa vào của vòi rót là đầu cỡ chặn và có hình dạng phù hợp với hình dạng của lỗ cửa vào này sao cho khi hai phần tử này tiếp xúc với nhau thì lỗ cửa vào của vòi rót bị bít lại. Lưu lượng kim loại nóng chảy từ thùng trung gian và đi vào trong khuôn được điều khiển bằng cách nâng và hạ cỡ chặn liên tục để điều khiển không gian giữa đầu cỡ chặn và lỗ vòi rót.

Việc điều khiển lưu lượng Q của kim loại nóng chảy qua vòi rót là rất quan trọng vì mọi thay đổi về lưu lượng đều dẫn tới sự thay đổi tương ứng của mức mặt khum (200m) của kim loại nóng chảy được tạo ra trong khuôn 100. Mức mặt khum không đổi phải được duy trì vì những lý do sau. Xi làm trơn dạng lỏng được tạo nhân tạo bằng cách nấu chảy bột đặc thù trên mặt khum của tấm đúc, bột này được phân phối dọc các thành khuôn khi dòng chảy vẫn đang chảy. Nếu mức mặt khum thay đổi quá mức thì xi làm trơn có xu hướng tập trung ở các phần thấp nhất của mặt khum có

dạng sóng, vì vậy làm lộ các đỉnh của nó, dẫn đến việc phân bố chất làm trơn trở nên không hiệu quả hoặc hiệu quả kém, điều này là bất lợi cho độ bền của khuôn và cho bề mặt của phần kim loại được tạo ra theo cách này. Hơn nữa, mức mặt khum thay đổi quá nhiều còn làm tăng nguy cơ xỉ làm trơn bị lẫn trong phần kim loại được đúc, đương nhiên, điều này là bất lợi cho chất lượng sản phẩm. Cuối cùng, mọi thay đổi của mức mặt khum đều làm tăng tốc độ mòn của các thành ngoài chịu lửa của vòi rót, vì vậy làm giảm tuổi thọ của vòi rót.

Một lĩnh vực luyện kim cụ thể là sản xuất dải kim loại mỏng. Theo truyền thống, độ dày cuối cùng của dải thu được bằng cách cán nguội, đây là một quy trình tốn kém do phụ phẩm được sản xuất từ thiết bị đúc cần được làm mát, được lưu trữ, thường được vận chuyển đến một nhà máy khác và được gia nhiệt lại để cán nóng các dải dày để cuối cùng được cán nguội và ủ. Các phương pháp khác nhau đã được đề xuất để kết nối thiết bị đúc liên tục với trạm cán nóng để sản xuất các dải mỏng có chiều dày nhỏ hơn 1,5 mm theo quy trình liên tục hoặc bán liên tục từ công đoạn đúc đến công đoạn cán nóng, vì vậy giảm mức tiêu thụ năng lượng và nước hơn 50%. Ví dụ, các quy trình này được mô tả trong các công bố đơn quốc tế số WO 92/00815, WO 00/50189, WO 00/59650, WO 2004/026497 và WO 2006/106376. Cụ thể là, công bố đơn quốc tế số WO 2004/026497 bộc lộ cái gọi là quy trình “vô tận”, trong đó vật liệu kim loại luôn được nối liên tục từ công đoạn đúc đến công đoạn cán với dải bị cắt theo chiều dài khi nó đã ở chiều dày cuối cùng và trước máy đánh cuộn. Trên các dây chuyền này, có thể đạt được năng suất chưa từng có của một dây chuyền đúc lên đến 4 triệu tấn trên một năm. Công đoạn đúc liên tục theo các quy trình này phải cho phép sản xuất được tấm mỏng mà không cần đến các xử lý trung gian của tấm ra khỏi khuôn đúc tấm mỏng. Tấm mỏng là các phụ phẩm có chiều rộng lớn hơn đáng kể so với chiều dày của nó thường nằm trong khoảng từ 30 đến 120 mm. Đối với các ứng dụng này, để bảo đảm các nguyên công và nhiệt độ cán hơn là năng suất thì cần phải đúc, ví dụ, tấm sắt mỏng với lưu lượng cao lên đến 5 kg/phút trên 1 mm chiều rộng, có nghĩa là ví dụ, với tấm thép rộng 2,1 m thì sẽ có thể đúc đến 10 tấn/phút. Trong bản mô tả này, các vòi rót rất đặc thù phải được sử dụng thường được gọi là “vòi rót tạo tấm mỏng”. Như được thể hiện trên Fig.1 và Fig.2, vòi rót tạo tấm mỏng 1 bao gồm phần trước của ống kéo dài theo trục dọc X1, thường là nhưng không nhất thiết phải là hình trụ với mặt cắt hình tròn, được liên kết theo cách đã biết với nội bên trên là thùng trung gian 10. Ống rót thường được sử dụng kết hợp với cỡ chặn 7 để điều khiển lưu lượng kim loại nóng

chảy 200 đi qua vòi rót tạo tấm mỏng này. Ở phần sau đối diện với phần trước nêu trên, vòi rót tạo tấm mỏng sẽ mỏng hơn theo trục ngang thứ nhất X2 trục giao với trục dọc X1 và rộng hơn theo hướng ngang thứ hai X3 trục giao cả hướng dọc lẫn ngang thứ nhất X1 và X2 để cho nó có thể vừa với hốc khuôn trong khi vẫn duy trì được khe hở cần thiết với các thành khuôn. Phần sau thường được gọi là “phần khuếch tán” hoặc “phần cửa ra khuếch tán” và có hai cửa trước 51 hở ở các lỗ cửa ra 51d. Phần khuếch tán cho phép cấp kim loại nóng chảy 200 vào khuôn đúc tấm mỏng 100 khi tấm đang được tạo ra; và bắt đầu hóa rắn trong hòm khuôn 200s khi nó tiếp xúc với các thành nguội của khuôn.

Phần trước và phần sau của vòi rót tạo tấm mỏng được nối với nhau bằng phần nối để tạo cho vòi rót tạo tấm mỏng hình dạng tiêu biểu chung là hình giống cái xẻng. Như được thể hiện trên Fig.2, lỗ của vòi rót tạo tấm mỏng bao gồm lỗ trung tâm 50 bao gồm lỗ cửa vào và kết thúc ở mức của vách chia 10 như thấy rõ nhất trên Fig.3(a) tạo thành hai cửa 51 là lỗ cửa ra của vòi rót tạo tấm mỏng. Lỗ trung tâm 50 bao gồm phần có lỗ trước 50a và phần có lỗ hội tụ 50e. Vai trò của phần có lỗ hội tụ 50e là rất quan trọng do hình dạng của lỗ trung tâm 50a về cơ bản đối xứng quanh trục dọc X1, thay đổi mạnh ở mức của các cửa 51 kéo dài ở phần cửa ra khuếch tán dẹt và rộng đối xứng phẳng qua mặt phẳng Π_2 được tạo thành bởi trục dọc X1 và trục ngang thứ hai X3, vì vậy ảnh hưởng đáng kể đến mô hình dòng chảy của kim loại nóng chảy đi từ phần trước đến phần sau của vòi rót. Vì vậy, phần có lỗ hội tụ 50e của vòi rót tạo tấm mỏng phải bảo đảm được là kim loại nóng chảy chảy dễ dàng nhất có thể từ phần trước của vòi rót tạo tấm mỏng đến phần cửa ra khuếch tán nằm ở đầu sau của vòi rót tạo tấm mỏng. Kim loại nóng chảy phải đi vào các cửa trước 51 ở trạng thái phù hợp nhất có thể với mức độ chảy rối thấp (nghĩa là xoáy quy mô nhỏ hoặc không chảy rối mạnh), vận tốc và thay đổi áp suất tối thiểu, vì vậy không có sự tách dòng theo các thành cửa và do đó với vận tốc đồng đều nhất có thể theo các cửa 51d. Trong bản mô tả này, thuật ngữ “vòi rót tạo tấm mỏng” được sử dụng chỉ để chỉ vòi rót được mô tả ở trên và thích hợp cho việc chuyển kim loại nóng chảy từ nồi luyện kim như thùng trung gian chẳng hạn vào khuôn đúc tấm mỏng. Điều này đương nhiên loại bỏ khỏi định nghĩa “vòi rót tạo tấm mỏng” bất kỳ vòi rót nào có hình dạng gần như đối xứng trục của các thành ngoài của phần sau của nó.

Việc điều khiển mức mặt khum 200m được tạo bởi kim loại nóng chảy và xi trong khuôn đúc tấm mỏng được thực hiện chủ yếu bằng cách thay đổi khoảng cách giữa đầu cữ chặn của cữ chặn 7 và lỗ cửa vào của vòi rót tạo tấm mỏng 1 như được mô tả ở trên đối với các vòi rót nói chung (xem Fig.2). Như được mô tả ở trên, việc điều khiển này là rất quan trọng để bảo đảm chất lượng tốt của phần kim loại đúc. Tuy nhiên, việc đúc tấm mỏng là rất nhạy và khó do bề ngang hoặc chiều dày L rất nhỏ của khuôn đúc tấm mỏng. Thật vậy, do diện tích mặt cắt ngang $L \times W$ của khuôn này trực giao với trục dọc $X1$ (diện tích = bề ngang hoặc chiều dày $L \times$ chiều rộng W) giảm, nên mọi thay đổi của lưu lượng Q của kim loại nóng chảy đều gây ra sự thay đổi đáng kể của mức mặt khum với biên độ thay đổi cao hơn đáng kể so với các kiểu khuôn khác như dùng cho cây, biên dạng dày hơn, v.v. có mặt cắt ngang lớn hơn.

Tài liệu EP 925132 đề xuất vòi rót tạo tấm mỏng để cải thiện việc điều khiển dòng kim loại nóng chảy từ nồi nấu kim loại là thùng trung gian vào khuôn đúc tấm mỏng và có lỗ vòi rót tạo tấm mỏng có hình dạng cụ thể ở mức của phần khuếch tán. Ví dụ, diện tích mặt cắt ngang kết hợp của hai cửa trước ở mức của đầu của phần có lỗ hội tụ 50e nhỏ hơn diện tích mặt cắt ngang tương ứng ở ranh giới giữa phần có lỗ trước và hội tụ 50a, 50e của vòi rót. Mặc dù các thành bên của các cửa phân kỳ xuống dưới trên mặt phẳng $\Pi2$ được tạo thành bởi trục dọc $X1$ và trục ngang thứ hai $X3$, nhưng chúng sẽ hội tụ trên mặt phẳng $\Pi1$ và $\Pi3$ được tạo thành tương ứng bởi trục $X1$, $X2$ và $X2$, $X3$, vì vậy làm giảm mặt cắt ngang theo hướng xuống dưới. Các thành lỗ trong phần nổi của vòi rót tạo tấm mỏng được thể hiện trên Fig.2 theo tài liệu EP 925132 hội tụ tuyến tính rõ ràng.

Tài liệu EP 1854571 bộc lộ vòi rót tạo tấm mỏng tập trung vào hình dạng của vách chia hình cung nhọn có các mép liên tục và góc ở đỉnh nằm trong khoảng từ 30° đến 60° . Phần dưới của vách chia cân đối xứng với các mặt của nó về phía trục thẳng đứng ở giữa. Thiết kế này khắc phục được nhược điểm xuất hiện ở vòi rót tạo tấm mỏng thuộc kiểu được bộc lộ trong tài liệu EP 925132 được mô tả ở trên. Cụ thể là, nó ngăn ngừa sự không ổn định và sự tách dòng chảy xảy ra theo các mép của vách chia dòng. Sự tách dòng gây ra vòng xoáy khi kim loại chảy theo các mép của vách chia dòng gây ra hiện tượng chia mạch (phân tách dòng). Vòng xoáy này có xu hướng bị cản trở bởi dòng đi vào trong khuôn và kết hợp với cấu trúc chảy rối gây ra bởi ma sát lỏng quá mức (tương tác rối) giữa các bề mặt đối diện gần nhau của cả hai dòng đi ra

thu được dẫn đến sự không ổn định, bất đối xứng và dao động của mô hình dòng chảy của khuôn cũng như sự tuần hoàn nhanh quá mức của dòng chảy về phía mặt khum (mặt dung dịch) mà chất lỏng không được ngấm đủ.

Từ tài liệu US 7757747, WO 9529025, WO 9814292, WO 02081128 và DE 4319195 đều bộc lộ vôi rót tạo tấm mỏng có vách chia có chiều cao nhỏ hơn đáng kể so với vách chia của vôi rót tạo tấm mỏng được mô tả ở trên để tạo thành cặp cửa rất ngắn. Người ta tin là việc cho phép kim loại nóng chảy chảy ra khỏi lỗ cửa ra quá sớm sau khi dòng này bị chia thành hai dòng khác nhau không cho phép tạo thành các dòng gần như song song không bị ảnh hưởng bởi các xoáy quy mô lớn, giống như dòng chảy tầng vào trong khuôn đúc tấm mỏng. Với hình dạng này sẽ không còn sự khác biệt rõ ràng về lỗ trung tâm giữa phần có lỗ trước 50a và phần có lỗ hội tụ 50e.

Tài liệu US 7757747 bộc lộ vôi rót tạo tấm mỏng bao gồm vách chia trung tâm thứ nhất để chia đường dòng chảy được tạo thành bởi phần có lỗ trung tâm thành hai dòng con và còn bao gồm hai vách chia ngắn chia mỗi dòng con này thành hai dòng cháu để tạo thành vôi rót có bốn lỗ cửa ra. Theo hướng thứ nhất, lỗ trung tâm giảm liên tục từ lỗ cửa vào đến vách chia thứ nhất (xem Fig.2 trong tài liệu US 7757747) và vì vậy có thể không được chia thành phần có lỗ trước 50a và phần có lỗ hội tụ 50e do toàn bộ lỗ trung tâm hội tụ liên tục. Tương tự như vậy, tài liệu WO 9814292 và WO 9529025 thể hiện mặt cắt ngang của lỗ trung tâm liên tục trở nên mỏng hơn theo hướng thứ nhất và rộng hơn theo hướng thứ hai trực giao với hướng thứ nhất cho tới khi nó tới vách chia (xem Fig.15 trong tài liệu WO 9814292). Trong tất cả các trường hợp, các cửa trước đều rất ngắn.

Theo tài liệu WO 02081128, phần trước của lỗ trung tâm phát triển liên tục từ mặt cắt ngang hình tròn sang elip và nếu phần có lỗ hội tụ 50e có để được nhận dạng bằng số chỉ dẫn 3 thì nó không kết thúc lỗ trung tâm mà đơn giản là trở nên mỏng hơn theo hướng thứ nhất và rộng hơn theo hướng thứ hai trực giao với hướng thứ nhất cho tới khi cuối cùng nó tới vách chia để chia dòng chảy dọc hai cửa rất ngắn. Tài liệu DE 4319195 bộc lộ vôi rót tạo tấm mỏng bao gồm phần có lỗ hội tụ rõ ràng hội tụ tuyến tính trên mặt phẳng đối xứng thứ nhất của vôi rót và phân kỳ tuyến tính trên mặt phẳng đối xứng thứ hai trực giao với mặt phẳng đối xứng thứ nhất. Lại nữa, phần có lỗ hội tụ không kết thúc lỗ trung tâm, lỗ này tiếp tục dưới dạng một kênh mỏng và rộng cho tới khi nó gặp vách chia để tạo thành hai cửa.

Các giải pháp khác nhau được đề xuất trong lĩnh vực kỹ thuật này cho vòi rót tạo tấm mỏng không đáp ứng hoàn toàn tất cả các yêu cầu nghiêm ngặt về dòng chảy đối với vòi rót tạo tấm mỏng và đối với việc kết nối liên tục công đoạn đúc với công đoạn cán nóng theo quy trình như được mô tả ở trên.

Các yêu cầu chủ yếu có thể được liệt kê dưới đây:

- a) khả năng phân phối kim loại nóng chảy với lưu lượng theo khối lượng rất cao vào trong khuôn;
- b) sự phân bố vận tốc phù hợp của dòng chảy trong các cửa ra;
- c) các dòng tuần hoàn trong khuôn có mô hình dòng chảy ổn định và được điều khiển (cùng một kiểu dòng tuần hoàn);
- d) nhu cầu về độ ổn định rất tốt của giao diện của kim loại lỏng và bột đúc nóng chảy được gọi là “mặt khum”.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề xuất vòi rót tạo tấm mỏng có khả năng điều khiển rất tốt dòng kim loại nóng chảy vào trong khuôn đúc tấm mỏng, trong đó tấm mỏng có thể được dẫn trực tiếp sang công đoạn cán nóng để sản xuất dải mỏng có chiều dày mong muốn (ví dụ, < 10 mm). Các ưu điểm này và khác nữa sẽ được mô tả trong phần mô tả dưới đây.

Sáng chế được xác định theo các điểm yêu cầu bảo độc lập kèm theo. Các phương án ưu tiên được xác định theo các điểm yêu cầu bảo hộ phụ thuộc. Cụ thể là, sáng chế đề xuất vòi rót tạo tấm mỏng để đúc tấm mỏng làm từ kim loại, vòi rót tạo tấm mỏng này có hình dạng đối xứng qua mặt phẳng đối xứng thứ nhất $\Pi 1$ được tạo thành bởi trục dọc X1 và trục ngang thứ nhất X2 trục giao với X1 và đối xứng qua mặt phẳng đối xứng thứ hai $\Pi 2$ được tạo thành bởi trục dọc X1 và trục ngang thứ hai X3 trục giao với cả X1 lẫn X2, vòi rót tạo tấm mỏng này kéo dài theo trục dọc X1 này từ:

- phần cửa vào nằm ở đầu trước của vòi rót tạo tấm mỏng và bao gồm lỗ cửa vào được định hướng song song với trục dọc X1 nêu trên đến

- phần cửa ra khuếch tán nằm ở đầu sau của vòi rót tạo tấm mỏng và có lỗ cửa ra thứ nhất và thứ hai, phần cửa ra khuếch tán này có chiều rộng được đo theo trục ngang thứ hai X3 ít nhất lớn hơn ba (3) lần chiều dày của nó được đo theo trục ngang thứ nhất X2 và

- phần nổi nổi phần cửa vào và phần cửa ra khuếch tán, vòi rót tạo tấm mỏng nêu trên còn bao gồm:

- lỗ trung tâm được tạo thành bởi thành lỗ và hở ở lỗ cửa vào nêu trên và kéo dài từ đó theo trục dọc X1 cho tới khi nó đóng lại ở đầu trước của vách chia, lỗ trung tâm này bao gồm:

- phần có lỗ trước bao gồm lỗ cửa vào và kéo dài trên chiều cao H_a và liền kề nó tạo thành ranh giới trước với

- phần có lỗ hội tụ có chiều cao H_e nằm trong phần nổi của vòi rót tạo tấm mỏng và liền kề nó;

- phần có lỗ mỏng có chiều cao H_f nằm trong phần khuếch tán của vòi rót tạo tấm mỏng và kết thúc ở mức của đầu trước của vách chia,

- cửa trước thứ nhất và thứ hai cách nhau bởi vách chia nêu trên và kéo dài song song với mặt phẳng đối xứng thứ hai Π_2 nêu trên, cửa trước thứ nhất và thứ hai này kéo dài từ lõi vào của cửa thứ nhất và thứ hai hở ít nhất một phần trên hai thành đối diện của phần có lỗ hội tụ đến said lỗ cửa ra thứ nhất và thứ hai nêu trên, cửa trước thứ nhất và thứ hai nêu trên có chiều rộng W_{51} được đo theo trục ngang thứ nhất X2 luôn luôn nhỏ hơn chiều rộng $D_2(X_1)$ của phần có lỗ trước được đo theo trục ngang thứ nhất X2,

khác biệt ở chỗ, trên mặt cắt của vòi rót tạo tấm mỏng theo mặt phẳng đối xứng thứ nhất Π_1 thì hình dạng của thành lỗ trung tâm, khác biệt ở chỗ:

- bán kính cong pa_1 ở điểm bất kỳ của thành lỗ trên ít nhất 90% chiều cao H_a của phần có lỗ trước có xu hướng tiến tới vô hạn,

- bán kính cong ở điểm bất kỳ của thành lỗ của phần có lỗ hội tụ là hữu hạn và
- tỷ lệ của chiều cao H_f của phần có lỗ mỏng trên chiều cao H_e của phần hội tụ không lớn hơn 1, $H_f/H_e \leq 1$.

Tốt hơn là, bán kính cong ở điểm bất kỳ của thành lỗ của phần có lỗ hội tụ không đổi trên suốt chiều cao H_e của phần có lỗ hội tụ (vì vậy, không bao gồm phần có lỗ hội tụ hình bán cầu).

Trong văn cảnh của sáng chế, thuật ngữ “trước” và “sau” được xác định so với chiều của dòng kim loại nóng chảy khi vòi rót tạo tấm mỏng hoạt động và được gắn

vào sàn đáy của thùng trung gian hoặc nổi luyện kim khác bất kỳ (trên Fig.1 đến Fig.6, chiều này là chiều thẳng đứng từ đỉnh (trước) xuống đáy (sau)).

Để duy trì các dòng song song với nhau nhất có thể và chống tách dòng, tốt hơn là tổng diện tích mặt cắt ngang của lỗ là tương đối không đổi từ phần cửa vào xuống đến phần trước của phần nổi bao gồm cả lỗ trung tâm lẫn các cửa trước. Cụ thể là, tổng diện tích mặt cắt ngang $A(X1)$ được đo trên các mặt phẳng $\Pi3$ trực giao với trục dọc $X1$ của cả lỗ trung tâm lẫn cửa trước thứ nhất và thứ hai, khác biệt ở chỗ, mức độ biến đổi tương đối $\Delta A(X1)/Aa = |Aa - A(X1)|/Aa$ của tổng diện tích mặt cắt ngang $A(X1)$ so với tổng diện tích mặt cắt ngang Aa ở ranh giới trước không lớn hơn 15% đối với mặt phẳng $\Pi3$ bất kỳ giao với trục dọc $X1$ từ ranh giới trước xuống đến 70% chiều cao H_e của phần có lỗ hội tụ. Theo một phương án ưu tiên nữa, tốt hơn nếu tổng mặt cắt ngang của lỗ trung tâm và các cửa trước không bao giờ tăng trên suốt chiều cao của lỗ trung tâm để cho đạo hàm $dA/dX1$ trong phần có lỗ hội tụ của tổng diện tích mặt cắt ngang A trên mặt phẳng $\Pi3$ bất kỳ trực giao với trục dọc $X1$ so với vị trí của mặt phẳng $\Pi3$ này trên trục dọc $X1$ không bao giờ lớn hơn 0, $dA/dX1 \leq 0$.

Theo một phương án ưu tiên, phần có lỗ hội tụ còn được chia thành hai phần có lỗ:

- phần có lỗ đầu có chiều cao H_c và

- phần có lỗ chuyển tiếp có chiều cao H_b nằm giữa và liền với phần có lỗ trước và phần có lỗ đầu, vì vậy tạo thành ở một đầu ranh giới chuyển tiếp với phần có lỗ đầu và ở đầu còn lại ranh giới trước với phần có lỗ trước,

và trong đó trên mặt cắt của vòi rót tạo tấm mỏng theo mặt phẳng đối xứng thứ nhất $\Pi1$ thì hình dạng của thành phần có lỗ hội tụ khác biệt ở chỗ:

- bán kính cong $pc1$ ở điểm bất kỳ của thành lỗ của phần có lỗ đầu không lớn hơn $\frac{1}{2} D2a$, trong đó $D2a$ là chiều rộng của lỗ trung tâm ở ranh giới trước, $pc1 \leq \frac{1}{2} D2a$;

- bán kính cong $pb1$ ở điểm bất kỳ của thành lỗ của phần có lỗ chuyển tiếp lớn hơn $\frac{1}{2} D2a$ và nằm trong khoảng từ $5 \times pc1$ đến $50 \times D2a$; và

- tỷ lệ chiều cao H_b/H_c của phần có lỗ chuyển tiếp trên phần có lỗ đầu $50c$ nằm trong khoảng từ 3 đến 12.

Cụ thể là, tốt hơn nếu các mặt cắt theo mặt phẳng Π_1 của ít nhất một trong số phần có lỗ đầu và phần có lỗ chuyển tiếp tạo thành một cung của vòng tròn. Nói cách khác, bán kính cong pb_1 được đo trên mặt cắt của vòi rút tạo tấm mỏng theo mặt phẳng Π_1 là không đổi ở điểm bất kỳ của thành lỗ của phần có lỗ chuyển tiếp và/hoặc bán kính cong pc_1 được đo trên mặt cắt của vòi rút tạo tấm mỏng theo mặt phẳng Π_1 là không đổi ở điểm bất kỳ của thành lỗ của phần có lỗ đầu.

Theo một phương án ưu tiên, hình dạng mặt cắt của lỗ trung tâm của vòi rút tạo tấm mỏng theo mặt phẳng đối xứng Π được tạo thành ở trên cũng áp dụng cho mặt cắt theo mặt phẳng đối xứng Π_2 và tốt hơn nữa là, cũng áp dụng mặt cắt bất kỳ theo mặt phẳng Π_i chứa trục dọc X_1 . Cụ thể là, ngoại trừ lối vào của cửa thứ nhất và thứ hai thì bán kính cong và tỷ lệ chiều cao của thành lỗ của phần có lỗ hội tụ, phần có lỗ chuyển tiếp và phần có lỗ đầu được tạo thành ở trên so với mặt cắt của vòi rút tạo tấm mỏng theo mặt phẳng đối xứng thứ nhất Π_1 cũng áp dụng cho mặt cắt của vòi rút tạo tấm mỏng theo mặt phẳng đối xứng Π_2 và tốt hơn là, theo mặt phẳng bất kỳ Π_i chứa trục dọc thứ nhất X_1 . Theo một phương án ưu tiên hơn, phần có lỗ hội tụ có mặt cắt ngang hình elip hoặc thậm chí tròn theo mặt phẳng Π_3 bất kỳ trục giao với trục dọc X_1 . Trong trường hợp của mặt cắt ngang hình tròn thì phần có lỗ trung tâm (không bao gồm lối vào của cửa) có hình quay tròn. Nói cách khác, lỗ trung tâm không bao gồm lối vào của cửa thứ nhất và thứ hai có thể có mặt cắt ngang hình elip hoặc tròn theo mặt phẳng Π_3 trục giao với trục dọc X_1 có đường kính chính $D_2(X_1)$, $D_3(X_1)$ theo trục ngang thứ nhất X_2 và trục ngang thứ hai X_3 một cách tương ứng thì kích thước của chúng tăng theo trục dọc X_1 sao cho tỷ lệ $D_2(X_1)/D_3(X_1)$ vẫn không đổi với $D_2(X_1) \leq D_3(X_1)$. Điều này có nghĩa là hình tròn vẫn là hình tròn và elip vẫn là elip có cùng tỷ lệ theo trục dọc X_1 (đồng dạng).

Tốt hơn nếu các lối vào của cửa bên nằm chủ yếu trong phần có lỗ hội tụ. Tốt hơn là đầu trước của các lối vào của cửa bên nằm gần ranh giới trước. Tương tự như vậy, tốt hơn nếu đầu sau của các lối vào của cửa bên gần đầu sau của phần có lỗ hội tụ. Khoảng cách giữa đầu sau của các lối vào của cửa bên và đầu sau của phần có lỗ hội tụ được xác định bởi chiều cao H_f của phần có lỗ mỏng vì vậy cần tương đối nhỏ. Cụ thể là, khoảng cách giữa đầu trước của vòi rút tạo tấm mỏng và đầu trước của lối vào của cửa thứ nhất và thứ hai nằm trong khoảng $H_a (1 \pm 7\%)$ và/hoặc trong khoảng $H_a (1 \pm 0,07)$ và/hoặc trong khoảng $(H_a \pm 30 \text{ mm})$. Liên quan đến chiều cao H_f , tốt hơn nếu tỷ

lệ của chiều cao Hf của phần có lỗ mỏng trên chiều cao He của phần hội tụ không lớn hơn 50%, tốt hơn là không lớn hơn 25%, tốt hơn nữa là không lớn hơn 15%. Theo tài liệu tham khảo khác, tốt hơn nếu tỷ lệ của chiều cao Hf của phần có lỗ mỏng trên chiều cao của lỗ trung tâm ($= H_a + H_e + H_f$) nhỏ hơn 15%, tốt hơn là không lớn hơn 10%, tốt hơn nữa là không lớn hơn 7%, tốt nhất là không lớn hơn 3%.

Như được mô tả ở trên, tốt hơn là các cửa trước nối với phần có lỗ trung tâm ở mức của phần có lỗ hội tụ (nó có thể kéo dài một chút về phía trước và sau của phần có lỗ hội tụ). Trên mặt phẳng Π_2 được tạo thành bởi trục X1, X3 thì tốt hơn là cửa trước thứ nhất và thứ hai nối với lỗ trung tâm theo một góc α so với trục dọc X1 nằm trong khoảng từ 5° đến 45° , tốt hơn nữa là từ 15° đến 40° , tốt nhất là từ 20° đến 30° . Tỷ lệ W51/D2a của chiều rộng W51 của cửa trước thứ nhất và thứ hai theo trục ngang thứ nhất X2 trên chiều rộng D2a theo trục ngang thứ nhất X2 của lỗ trung tâm ở ranh giới trước tốt hơn là nằm trong khoảng từ 15% đến 40%, tốt hơn nữa là từ 24% đến 32%.

Hình dạng của vách chia phân tách cửa trước này với cửa trước kia là rất quan trọng. Trên mặt cắt theo mặt phẳng đối xứng thứ hai Π_2 , vách chia 10 tiếp xúc với cửa thứ nhất và thứ hai 51 khác biệt ở chỗ, cả hai thành của nó kéo dài từ đầu trước 10u của vách chia đến đầu sau của vòi rót tạo tấm mỏng theo trục dọc X1 trước tiên phân kỳ cho đến khi vách chia 10 đạt tới chiều rộng tối đa của nó và sau đó hội tụ cho đến khi chúng đạt tới đầu sau của vòi rót tạo tấm mỏng. Tốt hơn là, chiều cao Hd của vách chia 10 ít nhất bằng hai lần chiều cao He của phần có lỗ hội tụ, $H_d \geq 2 H_e$. Điều này bảo đảm là các cửa trước đủ dài để cho phép tạo dòng chảy cho dòng kim loại nóng chảy sau khi phân kỳ nó từ lỗ trung tâm đến các cửa trước.

Theo một phương án ưu tiên, tỷ lệ D2b/D2a của chiều rộng D2b theo trục ngang thứ nhất X2 của lỗ trung tâm ở ranh giới chuyển tiếp trên chiều rộng D2a theo trục ngang thứ nhất X2 của lỗ trung tâm ở ranh giới trước nằm trong khoảng từ 65% đến 85%, tốt hơn là từ 70% đến 80%.

Sáng chế còn đề cập đến thiết bị đúc kim loại để đúc tấm mỏng bao gồm nôi luyện kim như thùng trung gian chẳng hạn có ít nhất một lối ra nôi thông chất lỏng với vòi rót tạo tấm mỏng như được nêu ở trên, phần cửa ra khuếch tán của nó được lồng trong khuôn đúc tấm mỏng. Cụ thể là, thiết bị đúc kim loại thuộc kiểu được mô tả theo

tài liệu bất kỳ trong số các tài liệu WO 92/00815, WO00/50189, WO 00/59650, WO 2004/026497 và WO 2006/106376.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Để hiểu đầy đủ hơn bản chất của sáng chế, sáng chế sẽ được mô tả chi tiết dựa vào các hình vẽ đi kèm, trong đó:

Fig.1 là hình vẽ tổng thể của thiết bị đúc để đúc tấm mỏng.

Fig.2 là hình chiếu cạnh của đáy của thùng trung gian với vòi rót có vỏ bảo vệ của gàu theo sáng chế.

Fig.3 là hình vẽ mặt cắt trên ba mặt phẳng vuông góc $\Pi 1$, $\Pi 2$, $\Pi 3$ của vòi rót tạo tấm mỏng theo phương án thứ nhất của sáng chế.

Fig.4 là hình vẽ phóng to của một phần của các hình vẽ mặt cắt trên mặt phẳng $\Pi 1$, $\Pi 2$ là phần có lỗ hội tụ của vòi rót tạo tấm mỏng được thể hiện trên Fig.3.

Fig.5 là hình vẽ mặt cắt trên ba mặt phẳng vuông góc $\Pi 1$, $\Pi 2$, $\Pi 3$ của vòi rót tạo tấm mỏng theo phương án thứ hai của sáng chế.

Fig.6 là hình vẽ phóng to của một phần của các hình vẽ mặt cắt trên mặt phẳng $\Pi 1$, $\Pi 2$ là phần có lỗ hội tụ của vòi rót tạo tấm mỏng được thể hiện trên Fig.5.

Fig.7 là đồ thị so sánh diện tích mặt cắt ngang của lỗ trung tâm và các cửa bên của vòi rót tạo tấm mỏng theo sáng chế (như được thể hiện trên Fig.5 và Fig.6) với lỗ trung tâm và các cửa bên của vòi rót tạo tấm mỏng theo kỹ thuật trước đây.

Fig.8 là hình vẽ phóng to của đồ thị trên Fig.7 tập trung vào phần có lỗ hội tụ của các vòi rót tạo tấm mỏng khác nhau.

Mô tả chi tiết sáng chế

Như được thể hiện trên Fig.1, vòi rót tạo tấm mỏng 1 theo sáng chế thích hợp cho việc được gắn vào sàn đáy của thùng trung gian 10 để chuyển kim loại nóng chảy 200 từ thùng trung gian này vào khuôn đúc tấm mỏng 100. Như được thể hiện trên Fig.2, khuôn đúc tấm mỏng khác biệt ở chỗ, kích thước L nhỏ theo hướng ngang thứ nhất X2. Do đó, phần vòi rót tạo tấm mỏng được lồng trong vòi rót tạo tấm mỏng cũng phải khá mỏng theo hướng ngang thứ nhất X2 này. Lưu lượng kim loại nóng chảy đi qua vòi rót tạo tấm mỏng thường được điều khiển bằng cỡ chặn 7 mà chức năng của nó đã được mô tả trong phần mở đầu của bản mô tả này.

Ổng phun tấm mỏng theo sáng chế bao gồm ba phần chính được thể hiện trên Fig.3 và Fig.5:

- phần cửa vào nằm ở đầu trước của vòi rót tạo tấm mỏng và bao gồm lỗ cửa vào 50u được định hướng vuông góc với trục dọc X1; phần cửa vào thích hợp cho việc được gắn vào sàn đáy của thùng trung gian;

- phần cửa ra khuếch tán nằm ở đầu sau của vòi rót tạo tấm mỏng và có lỗ cửa ra thứ nhất và thứ hai 51d, phần cửa ra khuếch tán này có chiều rộng được đo theo trục ngang thứ hai X3 ít nhất ba (3) lần lớn hơn chiều dày của nó được đo theo trục ngang thứ nhất X2; phần khuếch tán thích hợp cho việc được lồng trong khuôn đúc tấm mỏng; và

- phần nối tạo thành phần chuyển tiếp giữa phần cửa vào và phần cửa ra khuếch tán.

Ổng phun tấm mỏng có hệ thống lỗ nối thông chất lỏng lỗ cửa vào 50u với các lỗ cửa ra 51d. Như được thể hiện trên Fig.2, Fig.3 và Fig.5, hệ thống lỗ này bao gồm:

- lỗ trung tâm 50 được tạo thành bởi thành lỗ và hở ở lỗ cửa vào 50u nêu trên và kéo dài từ đó theo trục dọc X1 cho tới khi nó đóng lại ở đầu trước 10u của vách chia 10, lỗ trung tâm này bao gồm:

- phần có lỗ trước 50a bao gồm lỗ cửa vào và kéo dài trên chiều cao H_a và liền kề nó tạo thành ranh giới trước 5a với,

- phần có lỗ hội tụ 50e có chiều cao H_e nằm trong phần nối của vòi rót tạo tấm mỏng và liền kề nó

- phần có lỗ mỏng 50f có chiều cao H_f nằm trong phần khuếch tán của vòi rót tạo tấm mỏng và kết thúc ở mức của đầu trước 10u của vách chia 10,

- cửa trước thứ nhất và thứ hai 51 cách nhau bởi vách chia 10 nêu trên và kéo dài song song với mặt phẳng đối xứng thứ hai Π_2 , cửa trước thứ nhất và thứ hai này kéo dài từ lõi vào của cửa thứ nhất và thứ hai 51u, hở ít nhất một phần trên hai thành đối diện của phần có lỗ hội tụ 50e đến lỗ cửa ra thứ nhất và thứ hai 51d nêu trên, cửa trước thứ nhất và thứ hai 51 nêu trên có chiều rộng W_{51} được đo theo trục ngang thứ nhất X2 luôn luôn nhỏ hơn chiều rộng $D_2(X_1)$ của phần có lỗ trước 50a được đo theo trục ngang thứ nhất X2.

Như vậy, hình dạng của phần trước và phần cửa ra khuếch tán là khác nhau, phần trước gần như là hình trụ và phần cửa ra khuếch tán thì mỏng, dẹt và loe ra làm cho hình dạng của hệ thống lỗ trong các phần này cũng phải khác nhau đáng kể. Nói chung, phần có lỗ trước gần như là hình lăng trụ, hình elip, nhưng thường không nhất thiết là hình trụ hoặc đồng dạng với các thành bên hội tụ từ từ xuống dưới với một góc vừa phải không lớn hơn 5° . Trong tất cả các trường hợp, ngoài lỗ trước 50u mà hình dạng của nó phải phù hợp với hình dạng của đầu cữ chặn 7 thì các thành của phần có lỗ trước 50a gần như thẳng, nghĩa là, bán kính cong ρ_{a1} ở điểm bất kỳ của thành lỗ trên ít nhất 90% chiều cao H_a (không bao gồm vùng lỗ cửa vào) của phần có lỗ trước 50a có xu hướng tiến tới vô hạn. Mặt khác, các cửa trước 51 thì hẹp theo hướng ngang thứ nhất X2 để cho chúng có thể lắp vừa trong khuôn đúc tấm mỏng và loe ra theo hướng ngang thứ hai X3 để duy trì đủ diện tích mặt cắt ngang (theo mặt phẳng bất kỳ Π_3 trục giao với trục dọc X1).

Với các hình dạng khác nhau của lỗ nêu trên giữa phần có lỗ trước và các cửa trước thì rõ ràng là hình dạng của phần có lỗ nối được xác định dưới dạng mặt cắt của hệ thống lỗ tương ứng với phần nối của vòi rót tạo tấm mỏng và bao gồm phần có lỗ hội tụ 50e, phần có lỗ mỏng 50f cũng như phần trước của các cửa trước 51 là quan trọng nhất để bảo đảm là kim loại nóng chảy sẽ chảy dễ dàng ở trạng thái được gọi là “chế độ chảy rời hoàn toàn” (không bị ảnh hưởng bởi các xoáy quy mô lớn) giống trạng thái chảy tầng liên quan đến các dòng chảy từ lỗ trước 50u của vòi rót tạo tấm mỏng đến các lỗ cửa sau 51d. Trên mặt cắt của vòi rót tạo tấm mỏng theo sáng chế theo mặt phẳng đối xứng thứ nhất Π_1 thì hình dạng của thành lỗ trung tâm 50 ở phần có lỗ nối 50e khác biệt ở chỗ:

- bán kính cong ở điểm bất kỳ của thành lỗ của phần có lỗ hội tụ 50e là hữu hạn và

- tỷ lệ của chiều cao H_f của phần có lỗ mỏng 50f trên chiều cao H_e của phần hội tụ 50e không lớn hơn 1, $H_f/H_e \leq 1$.

Fig.3 và Fig.4 thể hiện phương án thứ nhất của sáng chế. Fig.3(b) và Fig.4(b) thể hiện mặt cắt theo mặt phẳng đối xứng thứ nhất Π_1 được tạo thành bởi trục X1, X2. Bằng cách so sánh hình vẽ (a) và (b) trên Fig.3 và Fig.4, có thể thấy rất rõ là theo phương án của sáng chế thì phần có lỗ trước 50a là hình trụ với các thành thẳng trong khi các thành của phần có lỗ hội tụ 50e lại cong. Cũng quan trọng là lỗ trung tâm 50

không xuyên quá sâu trong phần cửa ra khuếch tán của vòi rút tạo tấm mỏng. Cụ thể là, chiều cao Hf của phần có lỗ mỏng 50f có thể không lớn hơn chiều cao He của phần có lỗ hội tụ 50e, $Hf/He \leq 1$. Tốt hơn là $Hf/He \leq 0,5$, tốt hơn nữa là $\leq 0,25$, tốt nhất là $\leq 0,15$. Điều này là quan trọng để bảo đảm rằng dòng kim loại nóng chảy trong các cửa trước đủ dài để tạo dòng cho nó đi đúng hướng trước khi nó tới các lõi ra cửa trước 51d. Tốt hơn là phần có lỗ mỏng 50f có chiều cao Hf không lớn hơn 15%, tốt hơn là không lớn hơn 10%, tốt hơn nữa là không lớn hơn 7%, tốt nhất là không lớn hơn 3% tổng chiều cao ($H_a + H_e + H_f$) của lỗ trung tâm 50. Theo một phương án cụ thể, $H_f = 0$.

Hơn nữa, có lợi là chiều cao Hd của phần hệ thống lỗ sau lỗ trung tâm 50, nghĩa là, nằm sau đầu trước 10u của vách chia 10 và tương ứng với chiều cao Hd của vách chia này đủ lớn để tạo dòng cho dòng trong cửa trước thứ nhất và thứ hai 51. Cụ thể là, tốt hơn là chiều cao Hd của vách chia 10 ít nhất lớn gấp hai lần chiều cao He của phần có lỗ hội tụ 50e, $H_d \geq 2 H_e$. Việc tạo dòng cho dòng dọc cửa trước thứ nhất và thứ hai 51 thu được với vách chia 10 khác biệt ở chỗ, hai thành trên mặt cắt theo mặt phẳng đối xứng thứ hai Π_2 kéo dài từ đầu trước 10u của vách chia đến đầu sau của vòi rút tạo tấm mỏng theo trục dọc X1 trước tiên phân kỳ cho đến khi vách chia đạt tới chiều rộng tối đa của nó và sau đó hội tụ cho đến khi chúng đạt tới đầu sau của vòi rút tạo tấm mỏng.

Fig.5 và Fig.6 minh họa một phương án ưu tiên của sáng chế, trong đó phần có lỗ hội tụ 50e còn được chia thành hai phần có lỗ:

- phần có lỗ đầu 50c có chiều cao Hc và
- phần có lỗ chuyển tiếp 50b có chiều cao Hb nằm giữa và liền với phần có lỗ trước 50a và phần có lỗ đầu 50c vì vậy tạo thành ở một đầu ranh giới chuyển tiếp 5b với phần có lỗ đầu và ở đầu còn lại ranh giới trước 5a với phần có lỗ trước và trong đó trên mặt cắt của vòi rút tạo tấm mỏng theo mặt phẳng đối xứng thứ nhất Π_1 thì hình dạng của thành phần có lỗ hội tụ 50e khác biệt ở chỗ:

- bán kính cong pc1 ở điểm bất kỳ của thành lỗ của phần có lỗ đầu 50c không lớn hơn $\frac{1}{2} D_{2a}$, trong đó D_{2a} là chiều rộng của lỗ trung tâm 50 ở ranh giới trước 5a, $pc1 \leq \frac{1}{2} D_{2a}$;

- bán kính cong $pb1$ ở điểm bất kỳ của thành lỗ của phần có lỗ chuyển tiếp 50b lớn hơn $\frac{1}{2} D2a$ và nằm trong khoảng từ $5 \times pc1$ đến $50 \times D2a$.

Theo phương án nêu trên, chiều cao Hb của phần có lỗ chuyển tiếp 50b cần lớn hơn đáng kể so với chiều cao Hc của phần có lỗ đầu 50c. Cụ thể là, tỷ lệ chiều cao Hb/Hc cần nằm trong khoảng từ 3 đến 12.

Theo một phương án ưu tiên, bán kính cong $pb1$, $pc1$ của ít nhất một hoặc cả phần có lỗ chuyển tiếp 50b lẫn phần có lỗ đầu 50c là không đổi trên toàn bộ chiều cao Hb , Hc của phần có lỗ tương ứng 50b, 50c vì vậy tạo thành cung tương ứng của vòng tròn như được thể hiện trên Fig.6(b).

Ngoại trừ sự có mặt của lối vào của cửa thứ nhất và thứ hai 51u, tốt hơn nếu hình dạng của lỗ trung tâm 50 được tạo thành ở trên so với mặt cắt theo mặt phẳng đối xứng $\Pi1$ được tạo thành bởi trục $X1$, $X2$ áp dụng với những sửa đổi thích đáng về chi tiết cho mặt cắt theo mặt phẳng đối xứng $\Pi2$ được tạo thành bởi trục $X1$, $X3$ (như được thể hiện trên Fig.6(a) trong đó các bán kính cong trên mặt phẳng $\Pi2$ được ký hiệu là $pb2$ và $pc2$) và thậm chí tốt hơn nữa là cho mặt cắt theo mặt phẳng bất kỳ Πi chứa trục dọc $X1$. Ví dụ, ngoại trừ lối vào của cửa thứ nhất và thứ hai 51u, phần có lỗ hội tụ 50e của lỗ trung tâm 50 có thể có mặt cắt ngang hình elip hoặc tròn theo mặt phẳng $\Pi3$ trục giao với trục dọc $X1$ có đường kính chính $D2(X1)$, $D3(X1)$ theo trục ngang thứ nhất $X2$ và trục ngang thứ hai $X3$, một cách tương ứng thì kích thước của chúng tăng theo trục dọc $X1$ sao cho tỷ lệ $D2(X1)/D3(X1)$ vẫn không đổi với $D2(X1) \leq D3(X1)$. Nếu $D2(X1) = D3(X1)$ thì mặt cắt ngang của phần hội tụ 50e là hình tròn. Nếu phần có lỗ trước 50a là hình trụ thì hình dạng của lỗ trung tâm 50 (không bao gồm các lối vào của cửa 51u) là hình quay tròn.

Phần có lỗ nối bao gồm phần có lỗ hội tụ và mỏng 50e, 50f phải cho phép sự chuyển tiếp dòng chảy thuận lợi từ lỗ hình trụ (hoặc tương tự) có chiều rộng $D2a$ ở ranh giới trước 5a đến các cửa trước có chiều rộng $W51$ nhỏ hơn đáng kể chiều rộng $D2a$. Ví dụ, được đo theo trục ngang thứ nhất $X2$, tỷ lệ $W51/D2a$ của chiều rộng $W51$ của cửa trước thứ nhất và thứ hai theo trục ngang thứ nhất $X2$ và chiều rộng $D2a$ theo trục ngang thứ nhất $X2$ của lỗ trung tâm 50 ở ranh giới trước 5a thường nằm trong khoảng từ 15% đến 40%, tốt hơn là từ 24% đến 32%. Trong trường hợp của vòi rút được thể hiện trên Fig.5 và Fig.6 trong đó phần có lỗ hội tụ 50e bao gồm phần có lỗ chuyển tiếp 50b và phần có lỗ đầu 50c, tốt hơn nếu tỷ lệ $D2b/D2a$ của chiều rộng $D2b$

theo trục ngang thứ nhất X2 của lỗ trung tâm 50 ở ranh giới chuyển tiếp 5b trên chiều rộng D2a theo trục ngang thứ nhất X2 của lỗ trung tâm 50 ở ranh giới trước 5a nằm trong khoảng từ 65% đến 85%, tốt hơn là từ 70% đến 80%. Khi cửa trước thứ nhất và thứ hai 51 được nối với lỗ trung tâm 50 ở mức của phần có lỗ hội tụ thì hình dạng này cho phép tổng diện tích lỗ (sẽ được mô tả chi tiết hơn dưới đây) vẫn tương đối không đổi theo trục dọc X1 trong phần có lỗ chuyển tiếp 50b và sau đó giảm nhanh ở phần có lỗ đầu 50c để tạo ra trường áp suất đồng nhất trước khi làm phân kỳ dòng chảy từ lỗ trung tâm 50a về phía các cửa trước 51.

Do áp suất trong kim loại nóng chảy theo trục dọc X1 tỷ lệ với diện tích mặt cắt ngang của hệ thống lỗ, nên điều quan trọng là khi tổng diện tích mặt cắt ngang của hệ thống lỗ vẫn gần như không đổi trong lỗ trung tâm 50 cho đến gần đầu của nó 10u, trong đó dòng dịch kim loại nóng chảy phải được phân kỳ về phía cửa trước thứ nhất và thứ hai 51. Điều này là hiển nhiên trong phần có lỗ trước do nó có hình lăng trụ hoặc hơi côn, nhưng vấn đề lớn nhất là duy trì diện tích mặt cắt ngang gần như không đổi càng xa xuống dưới càng tốt so với phần có lỗ hội tụ 50e. Trong bản mô tả này, cụm từ “gần như không đổi” và “càng xa xuống dưới càng tốt” có nghĩa là mức độ biến đổi tương đối $\Delta A(X1)/A_a = |A_a - A(X1)|/A_a$ của tổng diện tích mặt cắt ngang $A(X1)$ so với tổng diện tích mặt cắt ngang A_a ở ranh giới trước 5a cần không lớn hơn 15% đối với mặt phẳng Π_3 bất kỳ giao với trục dọc X1 từ ranh giới trước 5a xuống đến 70% chiều cao He của phần có lỗ hội tụ 50e. Điều này có nghĩa là áp suất có thể tích tụ trong kim loại nóng chảy trong khoảng cách rất ngắn, nhiều nhất tương ứng với khoảng 30% He để làm lệch dòng kim loại sang phía bên về phía cửa trước thứ nhất và thứ hai 51. Cụ thể là, là có lợi nếu diện tích mặt cắt ngang không bao giờ tăng cho đến khi kim loại nóng chảy tới đầu phần có lỗ trung tâm 10u (10u tương ứng với đầu trước của vách chia 10) và chỉ chảy trong các cửa trước. Thật vậy, sự tăng diện tích mặt cắt ngang trong phần nối có thể làm tách dòng dẫn đến sự chảy rối và sự tạo thành các xoáy lớn. Yêu cầu này có thể được diễn tả bằng thuật ngữ đạo hàm $dA/dX1$ trong phần có lỗ hội tụ 50e của tổng diện tích mặt cắt ngang trên mặt phẳng Π_3 bất kỳ trục giao với trục dọc X1 so với vị trí của mặt phẳng Π_3 này trên trục dọc X1; là có lợi nếu đạo hàm này không bao giờ lớn hơn 0, $dA/dX1 \leq 0$.

Sự tăng của tổng diện tích mặt cắt ngang của lỗ trên mặt phẳng Π_3 trục giao với trục dọc X1 là tổng của diện tích mặt cắt ngang của lỗ trung tâm 50 và của cửa trước

thứ nhất và thứ hai 51 là hàm số của vị trí theo trục dọc X1 tùy thuộc vào vị trí trong đó của cửa trước thứ nhất và thứ hai 51 được nối với lỗ trung tâm 50. Như được mô tả ở trên, các lối vào của cửa 51u của cửa trước thứ nhất và thứ hai phải hở ít nhất một phần trên hai thành đối diện của phần có lỗ hội tụ 50e. Tốt hơn nếu đầu trước của lối vào của cửa thứ nhất và thứ hai 51u nằm khá gần ranh giới trước 5a. Trong bản mô tả này, thuật ngữ “khá gần” được hiểu là đầu trước của lối vào của cửa thứ nhất và thứ hai 51u cách khỏi ranh giới trước không lớn hơn 7% chiều cao Ha của phần có lỗ trước 50a. Trong thực tế, điều này là không lớn hơn 30 mm hoặc về phía trước hoặc về phía sau ranh giới trước 5a. Đầu sau của lối vào của cửa thứ nhất và thứ hai 51u tùy thuộc vào chiều cao Hf của phần có lỗ mỏng đã được mô tả ở trên. Tốt hơn là chiều cao Hf cũng khá nhỏ và tốt hơn nếu ít nhất 80% chiều cao của các lối vào của cửa trước 51u của cửa trước thứ nhất và thứ hai, tốt hơn là ít nhất 90%, tốt hơn nữa là ít nhất 95% nằm trong phần có lỗ hội tụ 50e.

Trên mặt phẳng $\Pi 2$ được tạo thành bởi trục X1, X3 (xem hình vẽ (a) trên Fig.3 đến Fig.6), tốt hơn là cửa trước thứ nhất và thứ hai 51 nối với lỗ trung tâm 50 với một góc Π so với trục dọc X1 nằm trong khoảng từ 5° đến 45° , tốt hơn nữa là từ 15° đến 40° , tốt nhất là từ 20° đến 30° . Mặt khác, mỗi lối ra cửa thứ nhất và thứ hai 51d tạo thành mặt phẳng gần như trục giao với trục dọc X1, trong đó trong bản mô tả này, thuật ngữ “gần như trục giao” có nghĩa là $90^\circ \pm 5^\circ$. Điều này có nghĩa là kim loại nóng chảy phải chảy ra từ vòi rót tạo tấm mỏng theo hướng gần như song song với trục dọc X1.

Fig.7 và Fig.8 so sánh sự tăng của tổng diện tích lỗ (diện tích của lỗ trung tâm 50 + các cửa trước 51) là hàm số của vị trí theo trục dọc X1 của các vòi rót tạo tấm mỏng khác nhau khác nhau về hình dạng của phần có lỗ hội tụ, trong đó:

- Vòng tròn màu đen là của vòi rót tạo tấm mỏng theo sáng chế được thể hiện trên Fig.5 và Fig.6;
- Vòng tròn màu trắng là của phần có lỗ hội tụ có hình bán cầu;
- Vòng tròn màu xám là của phần có lỗ hội tụ có hình côn; và
- Tam giác màu trắng là của phần có lỗ hội tụ có hình “tuavit dẹt” với hai thành phẳng hội tụ gặp nhau ở đầu phần hội tụ.

Có thể thấy trên Fig.7 là diện tích mặt cắt ngang của lỗ tăng từ ranh giới trước 5a xuống đến lõi ra cửa thứ nhất và thứ hai 51d như thế nào. Do chỉ hình dạng của phần có lỗ hội tụ 50e của các vòi rút khác nhau được vẽ trên Fig.7 và Fig.8 thay đổi, nên diện tích mặt cắt ngang của lỗ của lỗ trong phần cửa ra khuếch tán là chung cho tất cả các vòi rút và vì vậy các đường cong bị chồng lên nhau. Để cho dễ hiểu, chỉ vòng tròn màu đen của vòi rút theo sáng chế được thể hiện trong phần khuếch tán này. Do chiều rộng W51 được đo theo trục ngang thứ nhất X2 là không đổi trên cả trục dọc X1 lẫn trục ngang thứ hai X3, nên hình dạng của đường cong sau lỗ trung tâm 50 đại diện cho hình dạng thành của vách chia 10 trên mặt cắt theo mặt phẳng Π_2 . Cần lưu ý là chiều cao Hd của vách chia 10 lớn hơn chiều cao He của phần hội tụ, vì vậy cho phép dòng kim loại nóng chảy thay đổi hướng khi nó đi từ lỗ trung tâm 50 đến cửa trước thứ nhất và thứ hai 51 và sắp xếp lại theo hướng chảy theo yêu cầu của định hướng của lõi ra cửa thứ nhất và thứ hai 51d.

Có thể thấy là, diện tích mặt cắt ngang của hệ thống lỗ thay đổi rất khác nhau từ một kiểu vòi rút này sang một kiểu vòi rút khác trong phần có lỗ nối. Fig.8 là hình vẽ phóng đại của đồ thị trên Fig.7 được phóng to trên phần có lỗ nối giữa ranh giới trước 5a xuống đến đầu trước 10u của vách chia 10. Có thể thấy là, với phần có lỗ hội tụ hình bán cầu (vòng tròn màu trắng) thì trước tiên diện tích mặt cắt ngang của lỗ A tăng trước khi giảm nhanh cho đến đầu của lỗ trung tâm 10u. Như được mô tả ở trên, sự tăng diện tích mặt cắt ngang tạo làm tách dòng và tuần hoàn dòng để tạo ra các xoáy lớn và tính không ổn định của dòng chảy, điều này có thể dẫn đến sự tạo thành bọt khí và sự chảy rối khi phân kỳ hướng của dòng chảy về phía các cửa trước 51. Vì vậy, giải pháp này không thuận tiện cho việc điều khiển chính xác dòng đi qua vòi rút tạo tấm mỏng. Ngược lại, trước tiên diện tích mặt cắt ngang của lỗ của phần có lỗ hội tụ hình côn (vòng tròn màu xám) giảm rất nhanh để sau đó lại tăng trước khi tới đầu của lỗ trung tâm 50. Lại nữa, sự giảm và tăng đột ngột này của diện tích mặt cắt ngang của lỗ tạo ra sự chảy rối và vì vậy là không thỏa mãn. Vòi rút tạo tấm mỏng bao gồm phần hội tụ có hình “tuavit dẹt” (tam giác màu trắng) có ưu thế so với hình bán cầu và côn do diện tích mặt cắt ngang của lỗ giảm liên tục mà không bao giờ tăng cho tới khi nó tới đầu của lỗ trung tâm 50. Như có thể dự kiến từ hình dạng bao gồm hai thành phẳng côn, diện tích mặt cắt ngang của lỗ giảm gần như theo đường thẳng trên toàn bộ chiều cao He của phần có lỗ nối. Mặc dù sự cải thiện so với hai hình dạng trước đó, nhưng bằng cách giảm diện tích mặt cắt ngang của lỗ đều đặn trên toàn bộ chiều cao He của

phần hội tụ thì áp suất được phân bố đều và vì vậy dòng chảy từ lỗ trung tâm 50a sang phía bên về phía cửa trước thứ nhất và thứ hai 51 có thể không được dẫn động đủ mạnh.

Diện tích mặt cắt ngang của lỗ ở vòi rút theo sáng chế (vòng tròn màu đen) giảm rất chậm trên hơn một nửa, tốt hơn là trên 70% chiều cao He của phần hội tụ và sau đó giảm nhanh hơn, vì vậy tạo thành trường áp suất trên một thể tích nhỏ ở đầu của lỗ trung tâm 50 để hướng lại (phân phối) dòng kim loại nóng chảy về phía cửa trước thứ nhất và thứ hai 51 bằng trường áp suất đồng nhất này. Điều này giúp tạo thành dòng chảy được tạo dòng theo cửa trước thứ nhất và thứ hai với nguy cơ tách dòng và tạo chảy rối sau lỗ trung tâm giảm đáng kể.

Tuy nhiên, việc cải thiện quá trình tạo dòng của dòng chảy là quan trọng để tránh việc tạo thành sự chảy rối, nhưng nó cũng cho phép việc điều khiển lưu lượng chính xác hơn nhiều bằng cỡ chặn. Lưu lượng ở lỗ cửa vào của vòi rút tạo tấm mỏng được điều khiển bằng cách thay đổi khoảng cách giữa đầu cỡ chặn 7 và đế của lỗ cửa vào 50u. Nếu sự tăng diện tích mặt cắt ngang của lỗ theo trục dọc X1 của vòi rút tạo ra độ không đều trên biên dạng chảy với các thay đổi cục bộ của trường áp suất thì độ chính xác của việc điều khiển lưu lượng bằng cỡ chặn sẽ rất khó khăn và lưu lượng sẽ dễ dao động theo thời gian. Như được mô tả trong phần mở đầu, sự dao động lưu lượng này chắc chắn tạo ra sự dao động của mức mặt khum trong khuôn đúc tấm mỏng với tất cả các hậu quả được mô tả ở trên. Vì vậy, sáng chế cho phép điều khiển dòng chảy và lưu lượng kim loại nóng chảy đi qua vòi rút tạo tấm mỏng tốt hơn so với kết quả đạt được cho tới nay. Điều này là đặc biệt có ý nghĩa đối với thiết bị đúc tốc độ cao trong đó kim loại như thép được đúc với với tốc độ đúc cao ở mức 5 kg/phút trên 1 mm chiều rộng (W), có nghĩa là đối với tấm rộng 1500 mm thì tốc độ bằng khoảng 6-7 tấn trên 1 phút. Cụ thể là, vòi rút theo sáng chế thích hợp cho các thiết bị mới được làm thích ứng để đúc tấm dày và rộng hơn với tốc độ lên đến 10 tấn trên 1 phút. Ống rút theo sáng chế cho phép đúc với tốc độ cao tấm mỏng lớn có chiều rộng (W) bằng 1600 mm lên đến 2000 mm hoặc hơn nữa trên thiết bị đúc được mô tả ở trên.

Ống phun tấm mỏng theo sáng chế đặc biệt thích hợp cho việc sử dụng trên thiết bị đúc kim loại để đúc tấm mỏng bao gồm thùng trung gian có ít nhất một lối ra nối thông chất lỏng với vòi rút tạo tấm mỏng này. Việc điều khiển chính xác dòng kim loại nóng chảy đi qua vòi rút tạo tấm mỏng theo sáng chế làm cho nó đặc biệt thích

hợp khi sử dụng trên thiết bị đúc được liên kết với thiết bị cán nóng để sản xuất liên tục dải kim loại có chiều dày nhỏ với độ chính xác cao. Vòi rót tạo tấm mỏng theo sáng chế đã được thử nghiệm bởi Acciaieria Arvedi SpA trên máy cán mini dùng cho sản phẩm cán phẳng có sử dụng công nghệ Arvedi ở thành phố Cremona (Cộng hòa Italia) đi kèm một dây chuyền đúc và thiết bị cán nóng được gọi là phương pháp sản xuất dải vô tận (endless strip production: ESP). Các dải với chiều dày nằm trong khoảng từ 0,8 mm đến 12,7 mm được sản xuất liên tục với tốc độ không đổi với độ chính xác cao một cách thành công. Biến thiên mức của mặt khum trong vòi rót tạo tấm mỏng được theo dõi và vẫn được giữ rất vừa phải để không gây ra khó khăn trong các thử nghiệm sản xuất.

Phương pháp sản xuất dạng dải “vô tận” là dải mỏng cho phép tiết kiệm đáng kể năng lượng, nước và chi phí về thiết bị so với kỹ thuật sản xuất dải truyền thống. Tuy nhiên, các yêu cầu về dòng kim loại ra khỏi vòi rót tạo tấm mỏng và vì vậy về sự điều khiển dòng chảy của vòi rót tạo tấm mỏng cao hơn nhiều so với theo quy trình gián đoạn, trong đó các phụ phẩm có thể được xử lý như thế nào đó trước khi được cán nguội để giảm khuyết tật. Khả năng điều khiển rất tốt thu được với vòi rót tạo tấm mỏng theo sáng chế cho phép sản xuất liên tục dải mỏng với tính chất đồng đều và là tối ưu để sử dụng trên thiết bị ESP.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Vòi rút tạo tấm mỏng (1) để đúc tấm mỏng làm từ kim loại, vòi rút tạo tấm mỏng này có hình dạng đối xứng qua mặt phẳng đối xứng thứ nhất $\Pi 1$ được tạo thành bởi trục dọc X1 và trục ngang thứ nhất X2 trục giao với trục dọc X1 này và đối xứng qua mặt phẳng đối xứng thứ hai $\Pi 2$ được tạo thành bởi trục dọc X1 và trục ngang thứ hai X3 trục giao với cả trục dọc X1 lẫn trục ngang thứ nhất X2 này, vòi rút tạo tấm mỏng (1) này kéo dài theo trục dọc X1 này từ:

- phần cửa vào, nằm ở đầu trước của vòi rút tạo tấm mỏng và bao gồm lỗ cửa vào (50u) được định hướng vuông góc với trục dọc X1 đến

- phần cửa ra khuếch tán nằm ở đầu sau của vòi rút tạo tấm mỏng và có lỗ cửa ra thứ nhất và thứ hai (51d), phần cửa ra khuếch tán này có chiều rộng được đo theo trục ngang thứ hai X3 ít nhất lớn hơn ba lần chiều dày của nó được đo theo trục ngang thứ nhất X2 và bao gồm phần nổi nổi phần cửa vào và phần cửa ra khuếch tán, vòi rút tạo tấm mỏng này còn bao gồm:

- lỗ trung tâm (50) được tạo thành bởi thành lỗ và hở ở lỗ cửa vào (50u) nêu trên và kéo dài từ đó theo trục dọc X1 cho tới khi nó đóng lại ở đầu trước (10u) của vách chia (10), lỗ trung tâm (50) này bao gồm:

- phần có lỗ trước (50a) bao gồm lỗ cửa vào và kéo dài trên chiều cao H_a và liền kề nó tạo thành ranh giới trước (5a) với

- phần có lỗ hội tụ (50e) có chiều cao H_e nằm trong phần nổi của vòi rút tạo tấm mỏng và liền kề nó

- phần có lỗ mỏng (50f) có chiều cao H_f nằm trong phần khuếch tán của vòi rút tạo tấm mỏng và kết thúc ở mức của đầu trước (10u) của vách chia (10) nêu trên,
- cửa trước thứ nhất và thứ hai (51) cách nhau bởi vách chia (10) và kéo dài song song với mặt phẳng đối xứng thứ hai $\Pi 2$ nêu trên, cửa trước thứ nhất và thứ hai này kéo dài từ lối vào của cửa thứ nhất và thứ hai (51u) hở ít nhất một phần trên hai thành đối diện của phần có lỗ hội tụ (50e) đến lỗ cửa ra thứ nhất và thứ hai (51d) nêu trên, cửa trước thứ nhất và thứ hai (51) này có chiều rộng W_{51} được đo theo trục ngang thứ nhất X2 luôn luôn nhỏ hơn chiều rộng $D_2(X1)$ của phần có lỗ trước (50a) được đo theo trục ngang thứ nhất X2, lỗ trung tâm (50) có bán kính cong $pa1$ ở điểm bất kỳ của thành lỗ trên ít nhất 90% chiều cao H_a của phần có lỗ trước (50a) có xu hướng tiến tới vô hạn,

khác biệt ở chỗ, trên mặt cắt của vòi rút tạo tấm mỏng theo mặt phẳng đối xứng thứ nhất $\Pi 1$ thì hình dạng của thành lỗ trung tâm (50) khác biệt ở chỗ:

- bán kính cong ở điểm bất kỳ của thành lỗ của phần có lỗ hội tụ (50e) là hữu hạn và

- tỷ lệ của chiều cao H_f của phần có lỗ mỏng (50f) trên chiều cao H_e của phần hội tụ (50e) không lớn hơn 1, $H_f/H_e \leq 1$.

2. Vòi rút tạo tấm mỏng theo điểm 1, trong đó tổng diện tích mặt cắt ngang $A(X1)$ được đo trên các mặt phẳng $\Pi 3$ trực giao với trục dọc $X1$ của cả lỗ trung tâm (50) lần của trước thứ nhất và thứ hai (51) khác biệt ở chỗ, mức độ biến đổi tương đối $\Delta A(X1)/A_a = |A_a - (X1)|/A_a$ của tổng diện tích mặt cắt ngang $A(X1)$ so với tổng diện tích mặt cắt ngang A_a ở ranh giới trước (5a) không lớn hơn 15% đối với mặt phẳng $\Pi 3$ bất kỳ giao với trục dọc $X1$ từ ranh giới trước (5a) xuống đến 70% chiều cao H_e của phần có lỗ hội tụ (50e).

3. Vòi rút tạo tấm mỏng theo điểm 1 hoặc 2, trong đó phần có lỗ hội tụ (50e) còn được chia thành hai phần có lỗ:

- phần có lỗ đầu (50c) có chiều cao H_c và

- phần có lỗ chuyển tiếp (50b) có chiều cao H_b nằm giữa và liền với phần có lỗ trước (50a) và phần có lỗ đầu (50c), vì vậy tạo thành ở một đầu ranh giới chuyển tiếp (5b) với phần có lỗ đầu và ở đầu còn lại ranh giới trước (5a) với phần có lỗ trước, và trong đó trên mặt cắt của vòi rút tạo tấm mỏng theo mặt phẳng đối xứng thứ nhất $\Pi 1$ hình dạng của thành phần có lỗ hội tụ (50e) khác biệt ở chỗ:

- bán kính cong p_{c1} ở điểm bất kỳ của thành lỗ của phần có lỗ đầu (50c) không lớn hơn một nửa chiều rộng D_{2a} của lỗ trung tâm (50) ở ranh giới trước (5a), $p_{c1} \leq \frac{1}{2} D_{2a}$;

- bán kính cong p_{b1} ở điểm bất kỳ của thành lỗ của phần có lỗ chuyển tiếp (50b) lớn hơn một nửa chiều rộng D_{2a} nêu trên và nằm trong khoảng từ $5 \times p_{c1}$ đến $50 \times D_{2a}$; và

- tỷ lệ chiều cao H_b/H_c của phần có lỗ chuyển tiếp (50b) trên phần có lỗ đầu (50c) nằm trong khoảng từ 3 đến 12.

4. Vòi rút tạo tấm mỏng theo điểm 3, trong đó bán kính cong p_{b1} được đo trên mặt cắt

của vòi rút tạo tấm mỏng theo mặt phẳng đối xứng thứ nhất Π_1 là không đổi ở điểm bất kỳ của thành lỗ của phần có lỗ chuyển tiếp (50b) và/hoặc trong đó bán kính cong ρ_{c1} được đo trên mặt cắt của vòi rút tạo tấm mỏng theo mặt phẳng đối xứng thứ nhất Π_1 là không đổi ở điểm bất kỳ của thành lỗ của phần có lỗ đầu (50c).

5. Vòi rút tạo tấm mỏng theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó, ngoại trừ lối vào của cửa thứ nhất và thứ hai (51u) thì bán kính cong và tỷ lệ chiều cao của thành lỗ của phần có lỗ hội tụ (50e), phần có lỗ chuyển tiếp (50b) và phần có lỗ đầu (50c) theo các điểm 1, 3 và 4 so với mặt cắt của vòi rút tạo tấm mỏng theo mặt phẳng đối xứng thứ nhất Π_1 cũng áp dụng cho mặt cắt của vòi rút tạo tấm mỏng theo mặt phẳng đối xứng thứ hai Π_2 và tốt hơn là, theo mặt phẳng Π_i bất kỳ bao gồm trục dọc thứ nhất X1.

6. Vòi rút tạo tấm mỏng theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó, ngoại trừ lối vào của cửa thứ nhất và thứ hai (51u) thì phần có lỗ hội tụ (50e) của lỗ trung tâm (50) có mặt cắt ngang hình elip hoặc tròn theo mặt phẳng Π_3 trục giao với trục dọc X1 có đường kính chính D2(X1), D3(X1) theo trục ngang thứ nhất X2 và trục ngang thứ hai X3 một cách tương ứng, kích thước của chúng tăng theo trục dọc X1 sao cho tỷ lệ D2(X1)/D3(X1) vẫn không đổi với $D2(X1) \leq D3(X1)$.

7. Vòi rút tạo tấm mỏng theo điểm 5, trong đó, ngoại trừ lối vào của cửa thứ nhất và thứ hai (51u) thì phần có lỗ hội tụ (50e) có hình dạng xoay quanh trục dọc X1.

8. Vòi rút tạo tấm mỏng theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó khoảng cách giữa đầu trước của vòi rút tạo tấm mỏng và đầu trước của lối vào của cửa thứ nhất và thứ hai (51u) nằm trong chiều cao H_a của phần có lỗ trước (50a) $\pm 7\%$ và/hoặc nằm trong chiều cao H_a này ± 30 mm và trong đó trên mặt phẳng đối xứng thứ hai Π_2 , tốt hơn là cửa trước thứ nhất và thứ hai (51) nối với lỗ trung tâm (50) theo một góc α so với trục dọc X1 nằm trong khoảng từ 5° đến 45° , tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 15° đến 40° , tốt nhất là nằm trong khoảng từ 20° đến 30° .

9. Vòi rút tạo tấm mỏng theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó hình dạng trên mặt cắt theo mặt phẳng đối xứng thứ hai Π_2 của các thành vách chia (10) tiếp xúc với cửa trước thứ nhất và thứ hai (51) khác biệt ở chỗ, cả hai thành kéo dài từ đầu trước (10u) của vách chia đến đầu sau của vòi rút tạo tấm mỏng theo trục dọc X1 trước tiên bằng cách phân kỳ cho đến khi vách chia (10) đạt tới chiều rộng tối đa của

nó và sau đó hội tụ cho đến khi chúng đạt tới đầu sau của vòi rút tạo tấm mỏng.

10. Vòi rút tạo tấm mỏng theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó chiều cao H_d của vách chia (10) ít nhất gấp hai lần chiều cao H_e của phần có lỗ hội tụ (50e), $H_d \geq 2 H_e$.

11. Vòi rút tạo tấm mỏng theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó tỷ lệ W_{51}/D_{2a} của chiều rộng W_{51} của cửa trước thứ nhất và thứ hai theo trục ngang thứ nhất X_2 trên chiều rộng D_{2a} theo trục ngang thứ nhất X_2 của lỗ trung tâm (50) ở ranh giới trước (5a) nằm trong khoảng từ 15% đến 40%, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 24% đến 32%.

12. Vòi rút tạo tấm mỏng theo điểm bất kỳ trong số các điểm 3 đến 11, trong đó tỷ lệ D_{2b}/D_{2a} của chiều rộng D_{2b} theo trục ngang thứ nhất X_2 của lỗ trung tâm (50) ở ranh giới chuyển tiếp (5b) trên chiều rộng D_{2a} , theo trục ngang thứ nhất X_2 của lỗ trung tâm (50) ở ranh giới trước (5a) nằm trong khoảng từ 65% đến 85%, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 70% đến 80%.

13. Vòi rút tạo tấm mỏng theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó đạo hàm dA/dX_1 trong phần có lỗ hội tụ (50e) của tổng diện tích mặt cắt ngang A trên mặt phẳng Π_3 bất kỳ trục giao với trục dọc X_1 so với vị trí của mặt phẳng Π_3 này trên trục dọc X_1 không bao giờ lớn hơn 0, $dA/dX_1 \leq 0$.

14. Vòi rút tạo tấm mỏng theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên trong đó:

- tỷ lệ của chiều cao H_f của phần có lỗ mỏng (50f) trên chiều cao H_e của phần có lỗ hội tụ (50e) không lớn hơn 50%, tốt hơn là không lớn hơn 25%, tốt hơn nữa là không lớn hơn 15% và/hoặc

- tỷ lệ của chiều cao H_f của phần có lỗ mỏng (50f) trên tổng chiều cao của lỗ trung tâm (50) không lớn hơn 15%, tốt hơn là không lớn hơn 10%, tốt hơn nữa là không lớn hơn 7%, tốt nhất là không lớn hơn 3%.

15. Thiết bị đúc kim loại để đúc tấm mỏng bao gồm thùng trung gian có ít nhất một lối ra nổi thông chất lỏng với vòi rút tạo tấm mỏng theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, phần cửa ra khuếch tán của nó được lồng trong khuôn đúc tấm mỏng.

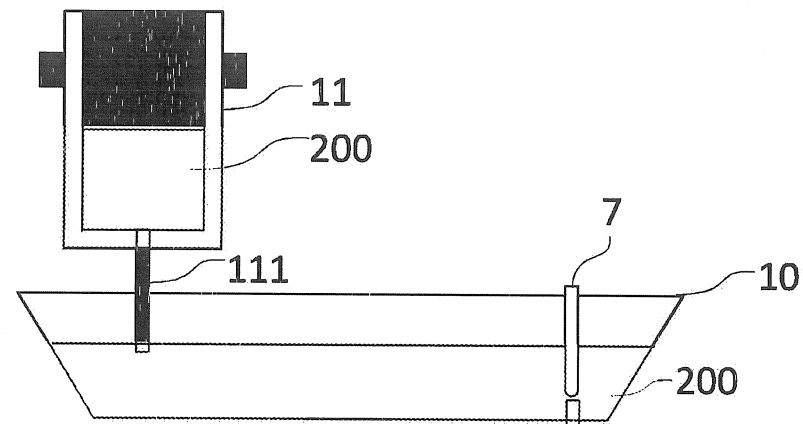


FIG.1

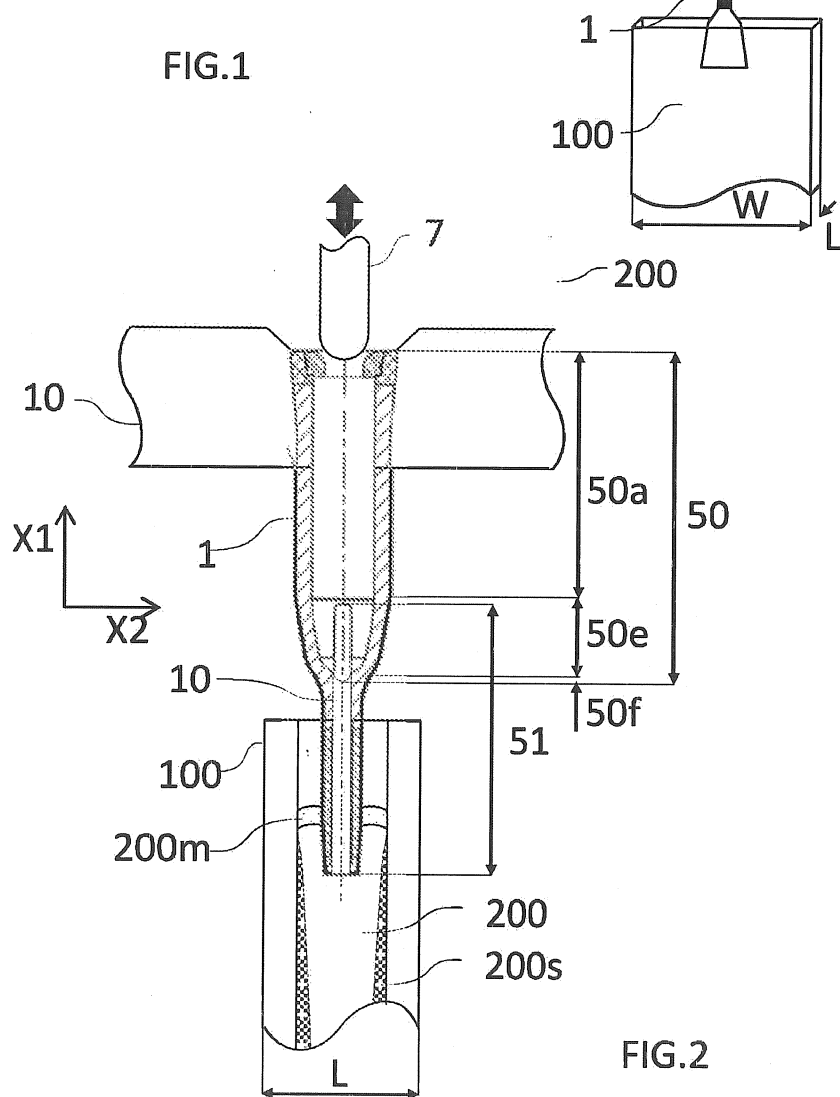


FIG.2

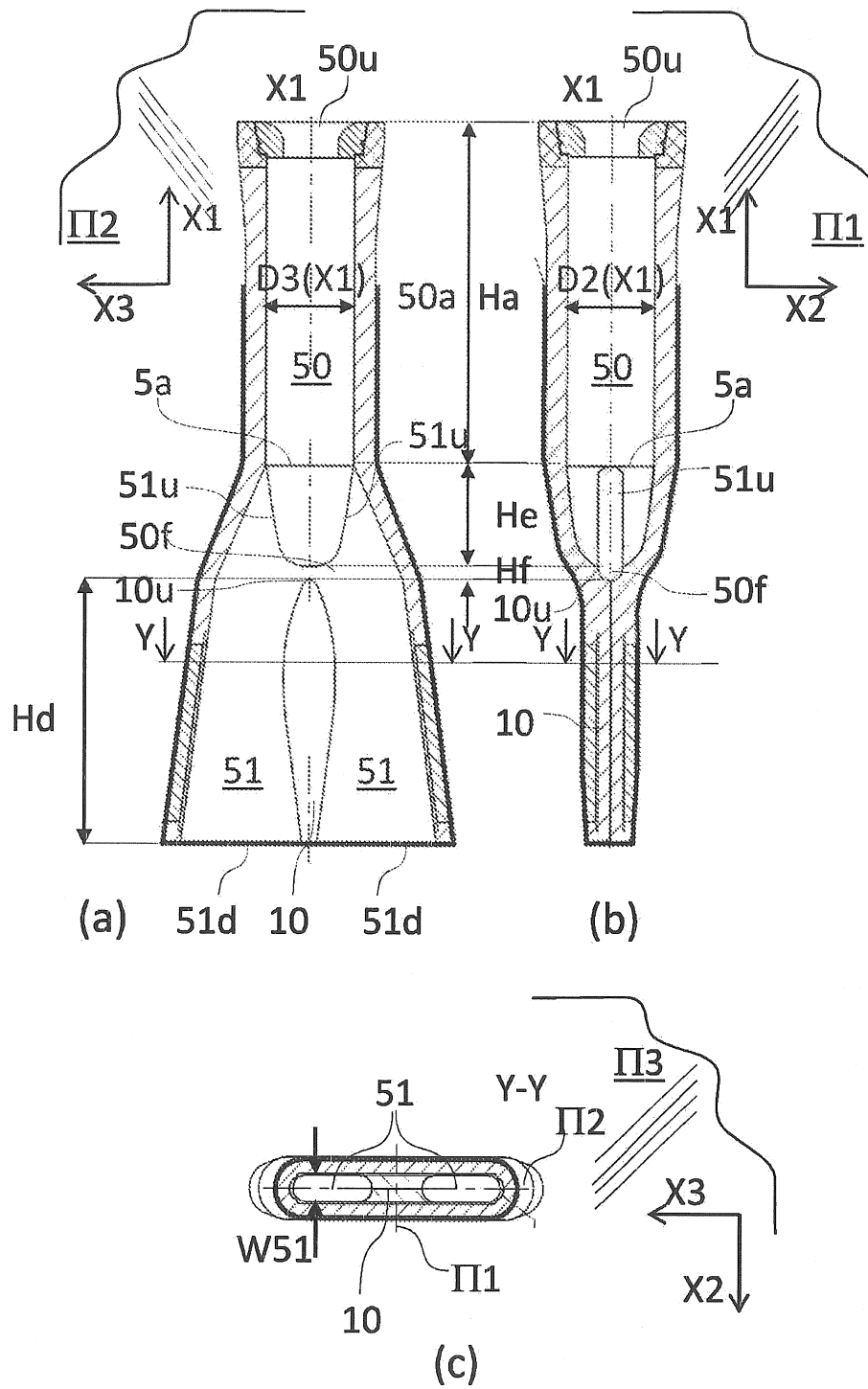
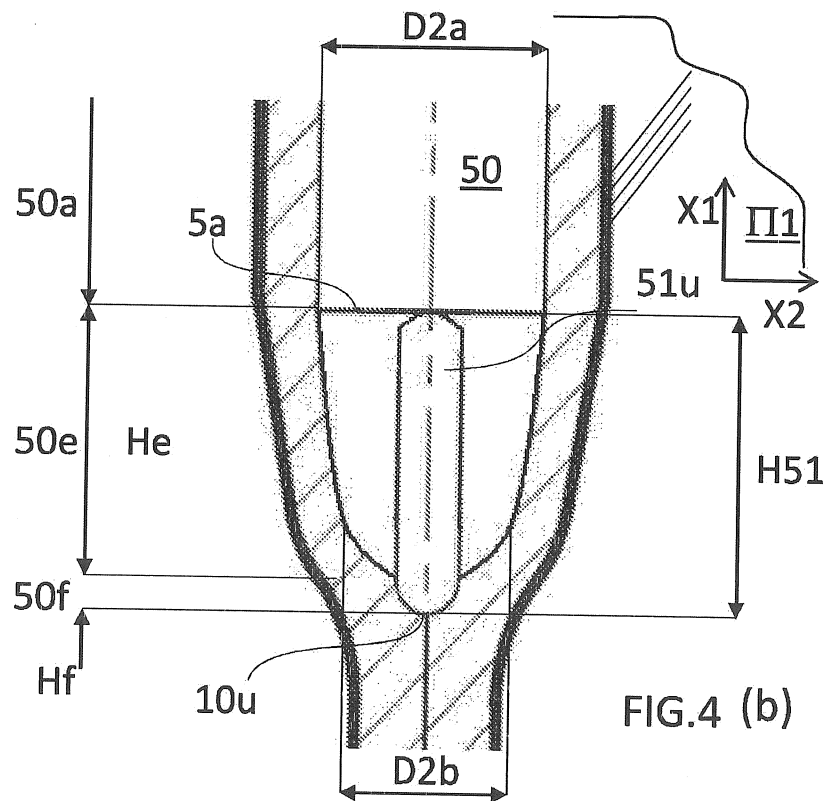
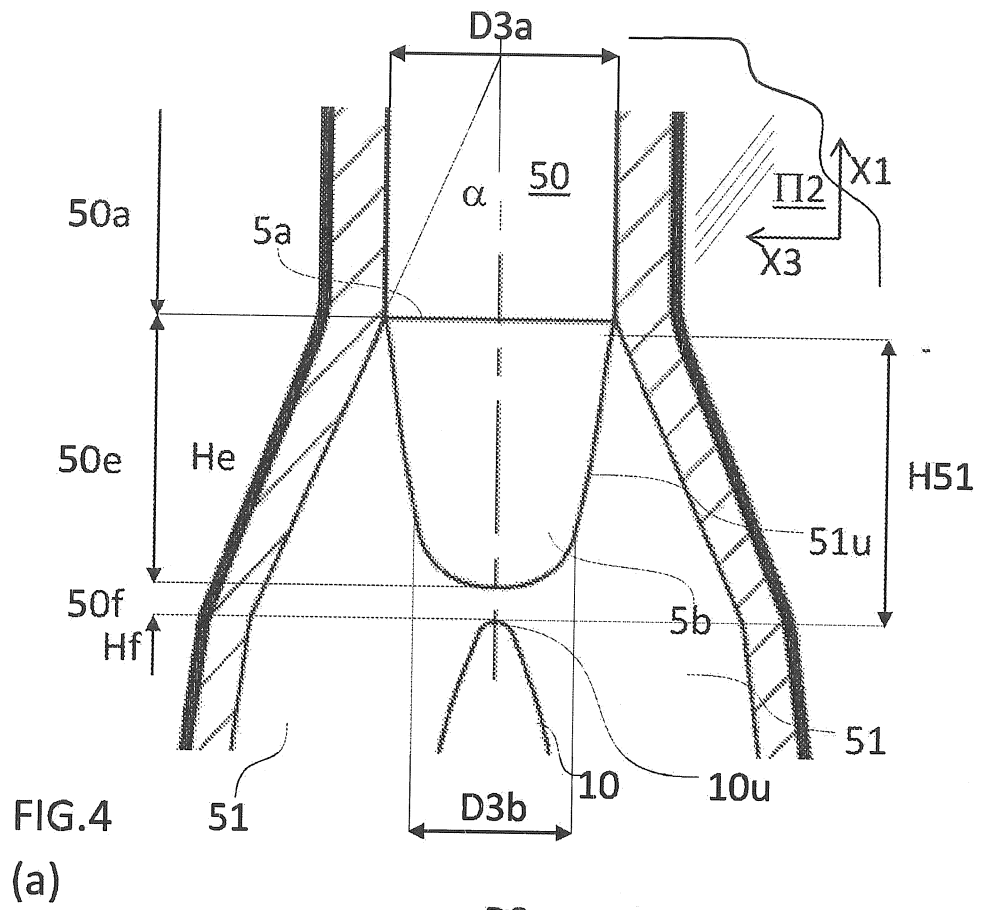
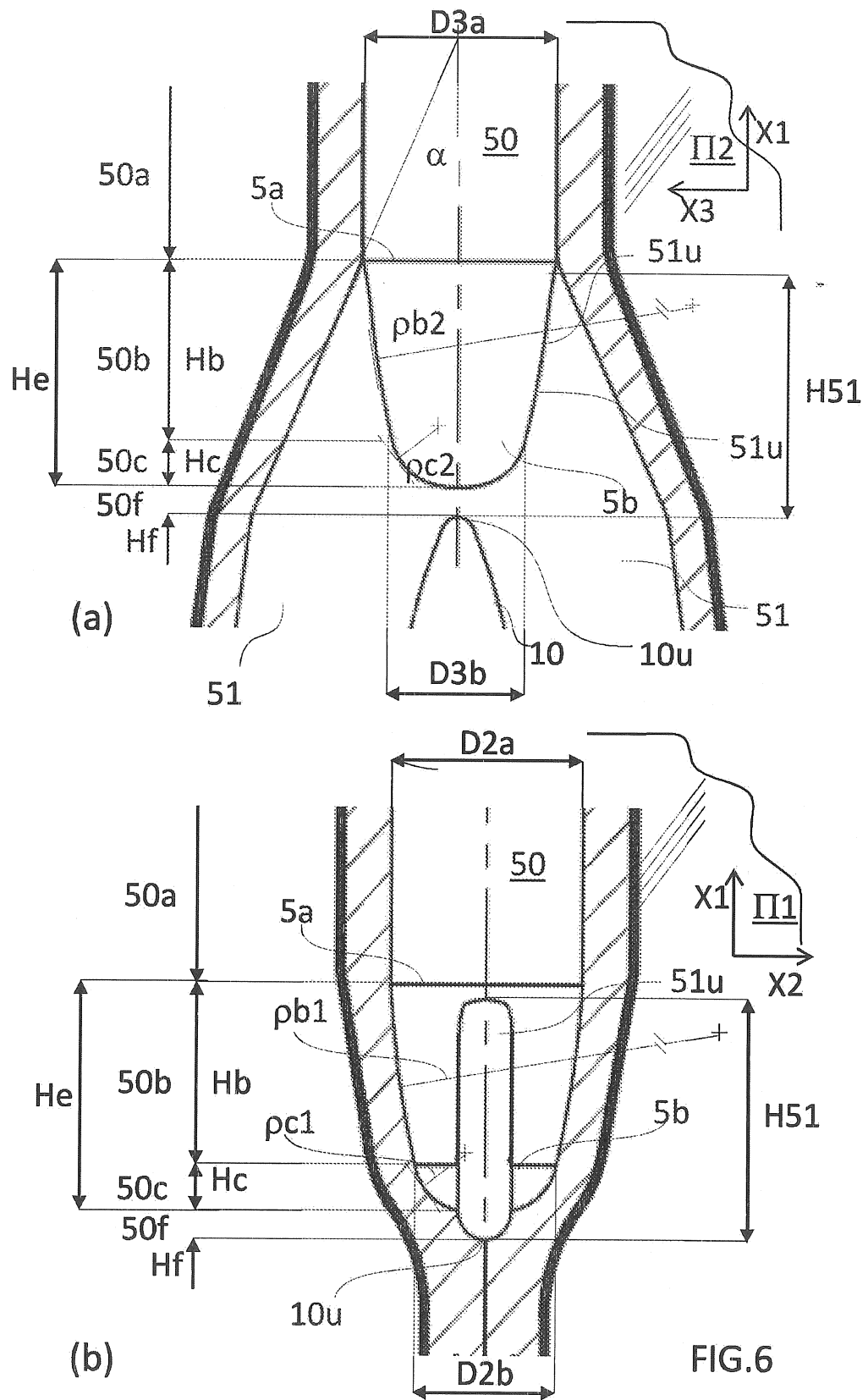


FIG.3





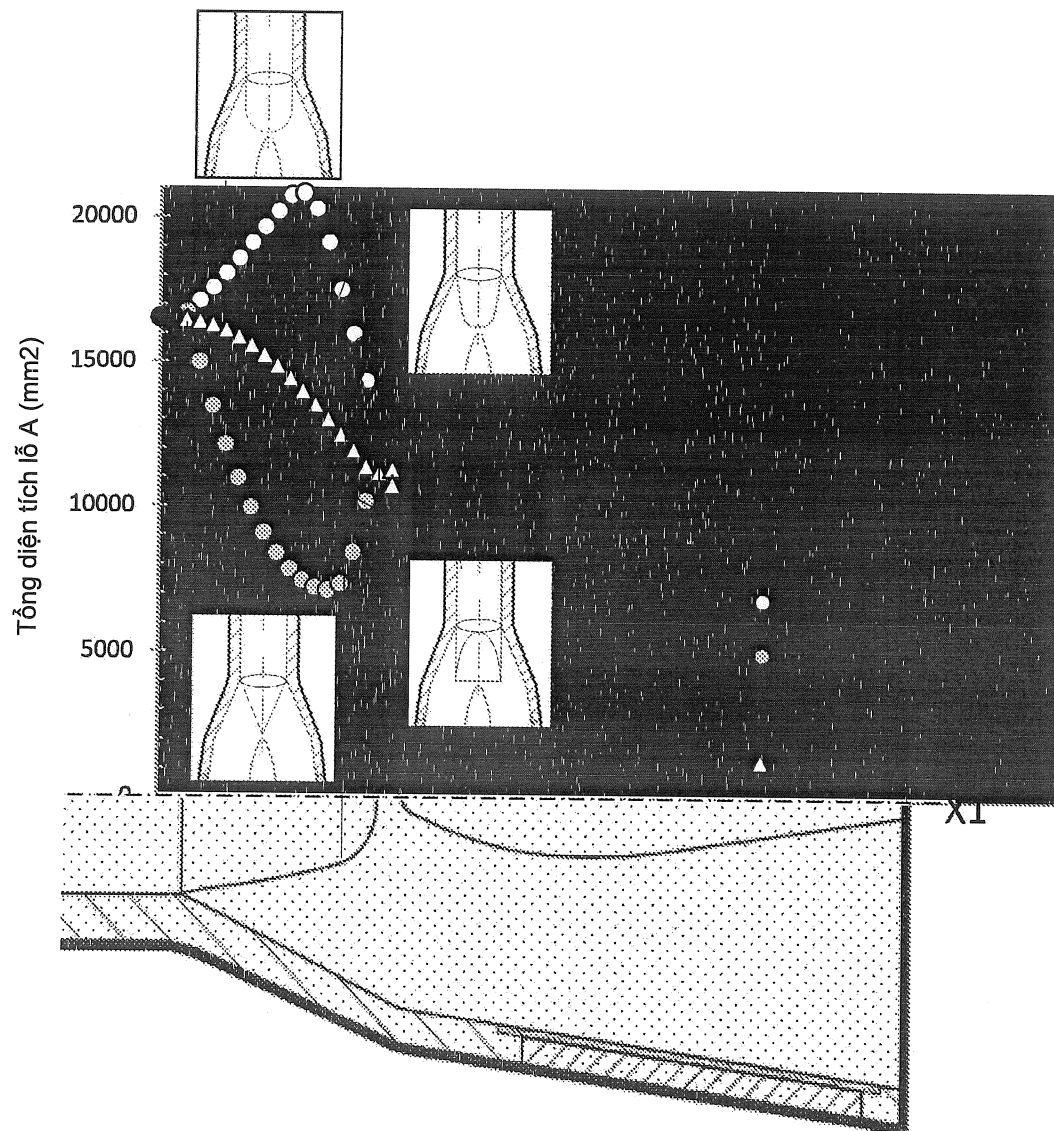


FIG.7

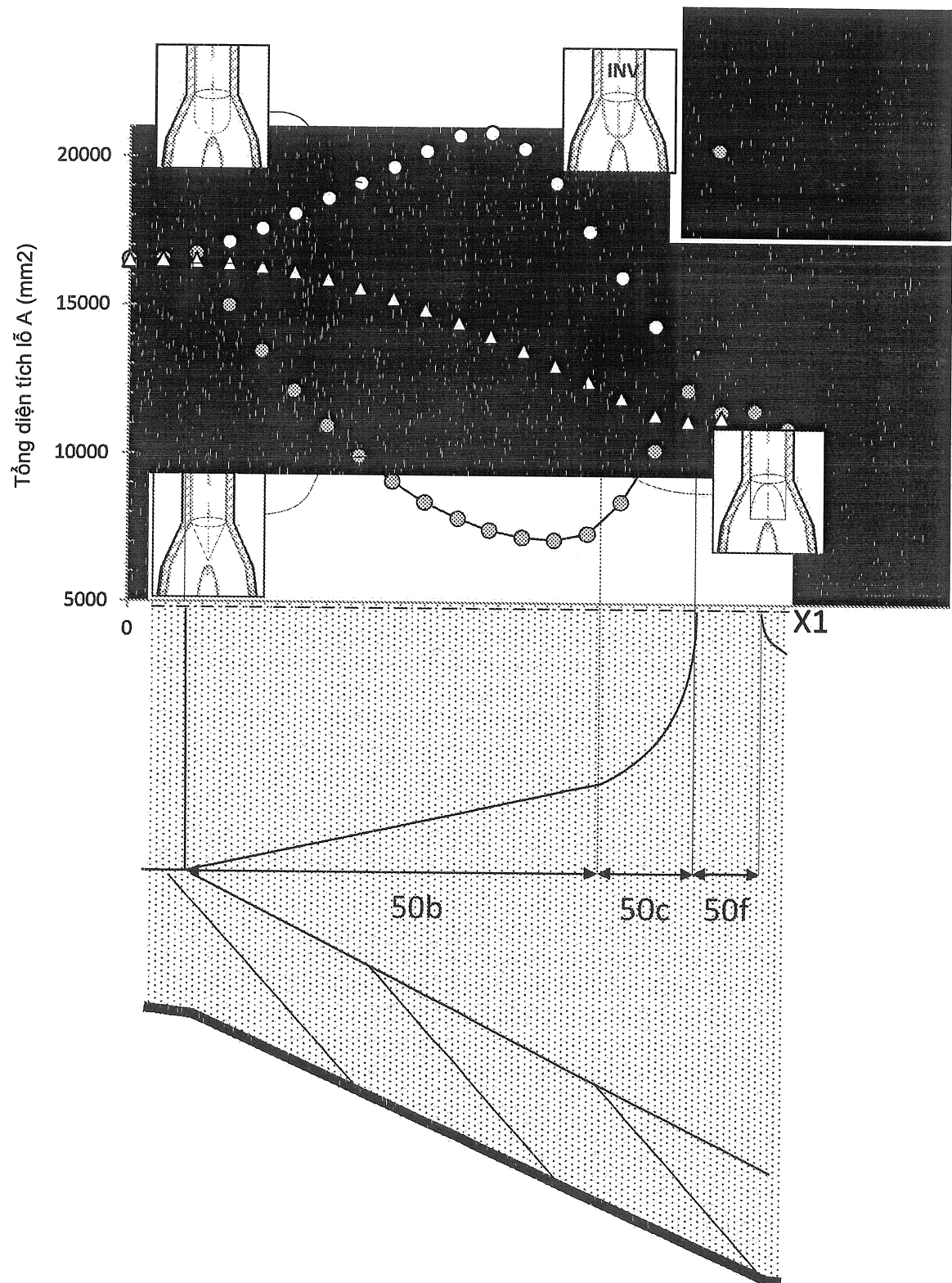


FIG. 8