



(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)



1-0035847

(51)⁸ C23C 2/20; C23C 2/40; C23C 2/06

(13) B

(21) 1-2019-00699

(22) 30/05/2017

(86) PCT/JP2017/020142 30/05/2017

(87) WO 2018/012132 18/01/2018

(30) 2016-138823 13/07/2016 JP

(45) 25/05/2023 422

(43) 25/07/2019 376A

(73) JFE Steel Corporation (JP)

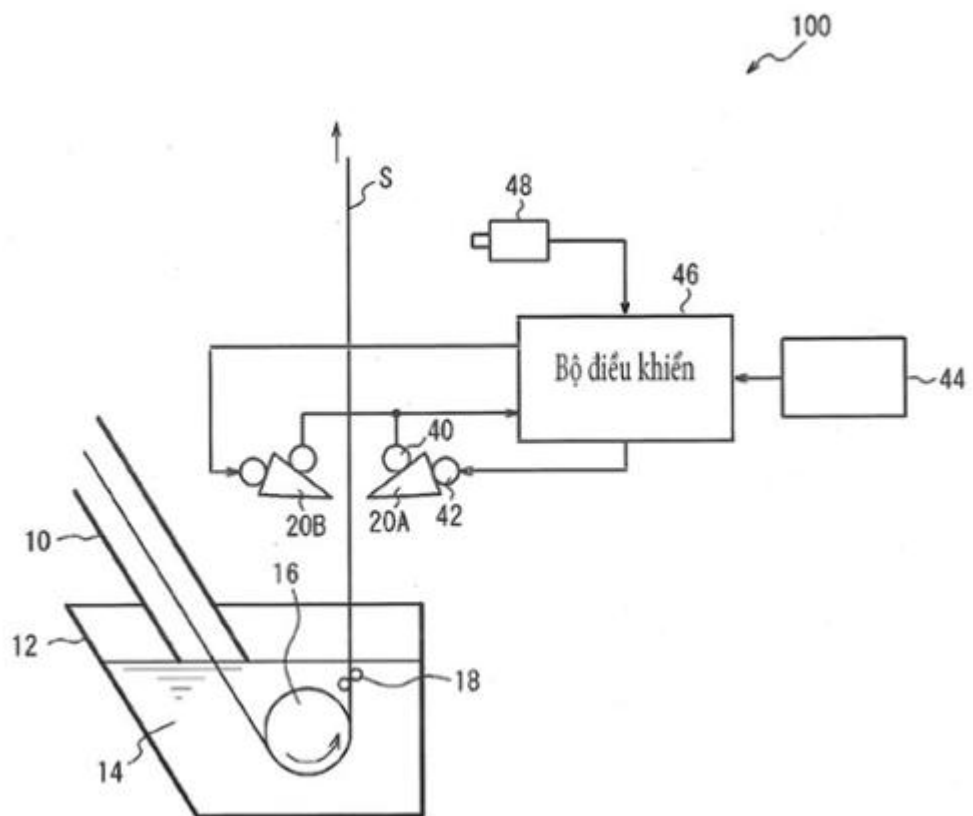
2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0011, Japan

(72) TERASAKI Yu (JP); TAKAHASHI Hideyuki (JP); YASUFUKU Yusuke (JP);
KOYAMA Takumi (JP); INABA Atsushi (JP).

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

(54) PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT DẢI THÉP ĐƯỢC PHỦ KIM LOẠI NHÚNG NÓNG

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất dải thép được phủ kim loại nhúng nóng có khả năng hạn chế hiệu quả sự tạo ra các nếp nhăn do dung dịch mạ và sản xuất dải thép được phủ kim loại nhúng nóng chất lượng cao với chi phí thấp. Sáng chế cũng đề cập đến phương pháp sản xuất dải thép được phủ kim loại nhúng nóng bao gồm: việc thổi khí từ cặp vòi phun gạt bằng khí (20A và 20B) vào dải thép (S) trong khi được kéo lên từ bể kim loại nóng chảy (14) để điều chỉnh trọng lượng phủ của kim loại nóng chảy ở trên cả hai phía của dải thép (S), mà trong đó mỗi vòi phun gạt bằng khí (20A và 20B) bao gồm phần cổng phun mà được lắp đặt hướng xuống đối với mặt phẳng ngang sao cho góc được tạo ra bởi phần cổng phun và mặt phẳng ngang là 10° hoặc lớn hơn và bằng 75° hoặc nhỏ hơn, và có áp suất đầu vòi dưới 30 kPa.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất dải thép được phủ kim loại nhúng nóng và thiết bị phủ kim loại nhúng nóng liên tục, và cụ thể, là đề xuất gạt bằng khí để điều chỉnh lượng kim loại nóng chảy được dính vào các bề mặt của dải thép (sau đây cũng được gọi là "trọng lượng phủ").

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong dây chuyền phủ kim loại nhúng nóng liên tục, như được minh họa trên Fig.2, dải thép S được ủ trong lò ủ liên tục trong môi trường khử đi qua ống dẫn 10 và chảy liên tục vào trong bể kim loại nóng chảy 14 ở trong bể phủ 12. Sau đó, dải thép S được kéo lên trên bể kim loại nóng chảy 14 nhờ các con lăn chìm 16 và các con lăn hỗ trợ 18 ở trong bể kim loại nóng chảy 14, được điều chỉnh đến độ dày phủ được xác định trước bằng các vòi phun gạt bằng khí 20A và 20B, sau đó được làm nguội, và được dẫn đến quá trình sau. Các vòi phun gạt bằng khí 20A và 20B được bố trí ở trên bể phủ 12 để đối diện với nhau cắt ngang qua dải thép S, và khí được thổi về cả hai phía của dải thép S từ các cổng phun khí. Thông qua việc gạt bằng khí này, kim loại nóng chảy thừa được gạt đi, trọng lượng phủ ở trên bề mặt của dải thép được điều chỉnh, và kim loại nóng chảy dính vào bề mặt của dải thép được làm đồng đều theo chiều ngang và chiều dọc của dải thép. Các vòi phun gạt bằng khí 20A và 20B thường được tạo kết cấu rộng hơn chiều rộng dải thép để đáp ứng với các chiều rộng dải thép khác nhau, sự lệch vị trí theo chiều ngang tại thời điểm kéo dải thép lên, và tình huống tương tự, và để kéo dài hơn ra ngoài so với các đầu chiều rộng của dải thép.

Theo phương pháp gạt bằng khí này, do một hoặc cả hai nguyên nhân (1) sự dao động được gây ra bởi áp lực va đập của khí gạt và (2) sự

không đồng đều về độ nhót được gây ra bởi sự ôxi-hóa/làm lạnh của kim loại nóng chảy, nên có khả năng xuất hiện vân chảy lượn sóng được gọi là các nếp nhăn do dung dịch mạ (các vết rộp) ở trên bề mặt phủ của dải thép được phủ kim loại nhúng nóng đã tạo ra. Tấm thép được phủ có các nếp nhăn do dung dịch mạ như này làm ngăn cản điều kiện về bề mặt của màng phủ, cụ thể là độ nhẵn, khi bề mặt phủ được sử dụng làm bề mặt nền phủ khi dùng làm tấm bên ngoài. Do đó, các tấm thép được phủ có các nếp nhăn do dung dịch mạ không thể được sử dụng cho các tấm bên ngoài mà yêu cầu quá trình phủ với hình thức bên ngoài ưu việt, mà ảnh hưởng lớn đến hiệu suất các tấm thép được phủ.

Phương pháp dưới đây được biết đến là phương pháp để hạn chế các khuyết tật bề mặt phủ, các nếp nhăn do dung dịch mạ. Tài liệu JP2004-27263A (Tài liệu sáng chế 1) mô tả phương pháp để làm cho các nếp nhăn do dung dịch mạ không lộ ra bằng cách thay đổi các đặc tính bề mặt của các con lăn cán ram và các điều kiện cán trong khi cán ram là quá trình sau khi phủ. Tài liệu JPS55-21564A (Tài liệu sáng chế 2) mô tả phương pháp mà nhờ việc trước khi đưa tấm thép vào trong bể mạ nhúng nóng, độ nhám bề mặt của tấm thép được điều chỉnh theo trọng lượng phủ bằng cách sử dụng thiết bị cán phẳng, thiết bị nắn phẳng, và thiết bị tương tự để hạn chế sự sinh ra các nếp nhăn do dung dịch mạ.

Danh sách tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: JP2004-27263A

Tài liệu sáng chế 2: JPS55-21564A

Vấn đề kỹ thuật

Tuy nhiên, theo nghiên cứu được thực hiện bởi các tác giả sáng chế, phương pháp của tài liệu sáng chế 1 chỉ làm giảm các nếp nhăn ít do dung dịch mạ, nhưng không có hiệu quả đối với các nếp nhăn nhiều do dung dịch

mạ. Hơn nữa, theo phương pháp của tài liệu sáng chế 2, có vấn đề về chi phí do cần phải lắp đặt thiết bị cán phẳng, thiết bị nắn phẳng, và các thiết bị tương tự ở đầu vào của bể mạ nhúng nóng. Ngay cả khi các thiết bị này được lắp đặt, có độ khó đáng kể để thu được độ nhám bề mặt lý tưởng do sự thay đổi về mặt hóa học và vật lý của màng mạ kèm theo sự tẩy gỉ và kết tinh lại trong các thiết bị xử lý sơ bộ và lò ủ, và để ngăn sự xuất hiện của các nếp nhăn do dung dịch mạ hoàn toàn.

Do đó sẽ rất có ích khi đề xuất phương pháp sản xuất dải thép được phủ kim loại nhúng nóng và thiết bị phủ kim loại nhúng nóng liên tục có khả năng hạn chế hiệu quả sự tạo ra các nếp nhăn do dung dịch mạ và sản xuất dải thép được phủ kim loại nhúng nóng chất lượng cao với giá thành thấp.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Giải quyết vấn đề

Từ quan điểm nêu trên, các tác giả đã tập trung chú ý vào góc lắp đặt của vòi phun gạt bằng khí. Thông thường, các vòi phun gạt bằng khí được lắp đặt sao cho hướng phun khí gần như vuông góc (nghĩa là, hướng ngang) đối với dải thép. Theo khía cạnh này, các tác giả đã phát hiện ra là sự xuất hiện của các nếp nhăn do dung dịch mạ có thể được hạn chế hiệu quả bằng cách lắp đặt các vòi phun gạt bằng khí tại góc sao cho hướng phun khí là hướng xuống dưới theo góc được xác định trước hoặc lớn hơn đối với hướng ngang.

Sáng chế được hoàn thành được dựa trên các khám phá nêu trên, và mục đích đề xuất của sáng chế được nêu dưới đây.

(1) Phương pháp sản xuất dải thép được phủ kim loại nhúng nóng, bao gồm: việc nhúng liên tục dải thép vào trong bể kim loại nóng chảy; và thổi khí từ cặp vòi phun gạt bằng khí được bố trí với dải thép ở giữa chúng để dải thép trong khi được kéo lên từ bể kim loại nóng chảy để điều chỉnh

trọng lượng phủ của kim loại nóng chảy ở trên cả hai phía của dải thép để từ đó sản xuất liên tục dải thép được phủ kim loại nhúng nóng, trong đó mỗi vòi phun gạt bằng khí bao gồm phần công phun mà được lắp đặt hướng xuống đối với mặt phẳng ngang sao cho góc θ được tạo thành giữa phần công phun và mặt phẳng ngang là 10° hoặc lớn hơn và 75° hoặc nhỏ hơn, và có áp suất đầu vòi P dưới 30 kPa.

(2) Phương pháp sản xuất dải thép được phủ kim loại nhúng nóng theo mục (1), trong đó kim loại nóng chảy bao gồm thành phần hóa học chứa (gồm có) Al: 1,0% theo khối lượng đến 10% theo khối lượng, Mg: 0,2% theo khối lượng đến 1% theo khối lượng, và Ni: 0% theo khối lượng đến 0,1% theo khối lượng, với phần còn lại là Zn và các tạp chất không thể tránh khỏi.

(3) Phương pháp sản xuất dải thép được phủ kim loại nhúng nóng theo (1) hoặc (2), trong đó nhiệt độ T ($^\circ\text{C}$) của khí ngay sau khi được xả từ đỉnh của mỗi vòi phun gạt bằng khí được điều chỉnh để thỏa mãn $T_M - 150 \leq T \leq T_M + 250$ theo mối quan hệ với điểm nóng chảy T_M ($^\circ\text{C}$) của kim loại nóng chảy.

(4) Phương pháp sản xuất dải thép được phủ kim loại nhúng nóng theo mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (3), trong đó khí là khí trơ.

(5) Thiết bị phủ kim loại nhúng nóng liên tục bao gồm: bể phủ được tạo kết cấu để chứa kim loại nóng chảy và để tạo ra bể kim loại nóng chảy; và cặp vòi phun gạt bằng khí được bố trí với dải thép ở giữa chúng, và được tạo kết cấu để thổi khí về phía dải thép để điều chỉnh trọng lượng phủ trên cả hai phía của dải thép, dải thép liên tục được kéo lên từ bể kim loại nóng chảy, trong đó mỗi vòi phun gạt bằng khí bao gồm phần công phun mà được lắp đặt hướng xuống đối với mặt phẳng ngang sao cho góc θ được tạo ra ở giữa phần công phun và mặt phẳng ngang là 10° hoặc lớn hơn và 75° hoặc nhỏ hơn, và có áp suất đầu vòi P được thiết đặt dưới 30 kPa.

(6) Thiết bị phủ kim loại nhúng nóng liên tục theo mục (5), còn bao gồm: bộ nhớ mà trong đó mỗi quan hệ giữa áp suất đầu vòi P và góc thích hợp θ được ghi lại trong phạm vi áp suất đầu vòi P là dưới 30 kPa; bộ dò góc được tạo kết cấu để dò góc θ ; bộ dẫn động vòi phun được tạo kết cấu để thay đổi góc θ ; và bộ điều khiển dùng cho thiết bị dẫn động vòi phun, trong đó bộ điều khiển được tạo kết cấu để đọc từ bộ nhớ góc thích hợp θ tương ứng với áp suất P sau khi được thay đổi khi đáp ứng với sự thay đổi các điều kiện hoạt động, và được tạo kết cấu để, khi góc dò được phát hiện bởi bộ dò góc không thỏa mãn góc thích hợp θ , điều khiển bộ dẫn động vòi phun để thiết đặt góc dò đến góc thích hợp θ .

(7) Thiết bị phủ kim loại nhúng nóng liên tục theo (5), còn bao gồm: bộ dò hình thức bên ngoài bề mặt được tạo kết cấu để quan sát hình thức bên ngoài bề mặt của dải thép sau khi gạt; bộ dẫn động vòi phun được tạo kết cấu để thay đổi góc θ ; và bộ điều khiển cho bộ dẫn động vòi phun, trong đó bộ điều khiển được tạo kết cấu để điều khiển bộ dẫn động vòi phun được dựa trên đầu ra từ bộ dò hình thức bên ngoài bề mặt để tinh chỉnh góc θ .

Hiệu quả đạt được bởi sáng chế

Theo phương pháp sản xuất dải thép được phủ kim loại nhúng nóng và thiết bị phủ kim loại nhúng nóng liên tục được bộc lộ ở đây, sự tạo ra các nếp nhăn do dung dịch mạ có thể được hạn chế hiệu quả, và dải thép được phủ kim loại nhúng nóng chất lượng cao có thể được sản xuất với chi phí thấp.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Trong các hình vẽ kèm theo:

Fig.1 là hình vẽ sơ đồ minh họa kết cấu của thiết bị phủ kim loại nhúng nóng liên tục 100 theo phương án của sáng chế;

Fig.2 là hình vẽ sơ đồ minh họa kết cấu của thiết bị phủ kim loại

nhúng nóng liên tục thông thường;

Các hình Fig.3A và Fig.3B là các hình vẽ mặt cắt ngang vuông góc với dải thép S của vòi phun gạt bằng khí 20A theo phương án của sáng chế;

Fig.4 là đồ thị minh họa các đường cong phân bố áp lực va chạm tại các góc vòi phun khác nhau θ ; và

Fig.5 là hình vẽ mặt cắt ngang vuông góc với dải thép S của vòi phun gạt bằng khí 20A, minh họa trường hợp mà góc vòi phun θ là 80° .

Mô tả chi tiết sáng chế

Tham chiếu đến Fig.1, phương pháp sản xuất dải thép được phủ kim loại nhúng nóng và thiết bị phủ kim loại nhúng nóng liên tục 100 (sau đây cũng được gọi đơn giản là "thiết bị phủ") theo phương án của sáng chế sẽ được mô tả.

Tham chiếu đến Fig.1, thiết bị phủ 100 theo phương án này có ống dẫn 10, bể phủ 12 được tạo kết cấu để chứa kim loại nóng chảy, các con lăn chìm 16, và các con lăn hỗ trợ 18. Ống dẫn 10 là chi tiết có mặt cắt ngang hình chữ nhật vuông góc với hướng di chuyển của dải thép mà định ra khoảng trống mà qua đó dải thép S đi qua và đỉnh của nó được nhúng vào trong bể kim loại nóng chảy 14 được tạo ra trong bể phủ 12. Theo một phương án, dải thép S được ủ trong lò ủ liên tục trong môi trường khử đi qua ống dẫn 10 và được đưa liên tục vào trong bể kim loại nóng chảy 14 trong bể phủ 12. Sau đó, dải thép S được kéo lên trên bể kim loại nóng chảy 14 qua các con lăn chìm 16 và các con lăn hỗ trợ 18 trong bể kim loại nóng chảy 14, được điều chỉnh đến độ dày phủ được xác định trước với các vòi phun gạt bằng khí 20A và 20B, sau đó được làm nguội, và được dẫn đến quá trình sau đó.

Tham chiếu đến các hình Fig.3A và Fig.3B cùng với Fig.1, cặp vòi phun gạt bằng khí 20A và 20B (sau đây cũng được gọi đơn giản là "các vòi phun") được bố trí ở trên bể phủ 12 để đối diện với nhau ngang qua dải

thép S. Vòi phun 20A thổi khí về phía dải thép S từ cổng phun 26 (khe hở vòi phun) kéo dài theo chiều ngang của dải thép tại đỉnh của nó, và điều chỉnh trọng lượng phủ lên trên bề mặt của dải thép. Tương tự đối với vòi phun khác 20B. Kim loại nóng chảy thừa được loại bỏ đi bởi cặp vòi phun 20A và 20B sao cho trọng lượng phủ ở trên cả hai phía của dải thép S được điều chỉnh và được tạo đồng đều theo chiều ngang và chiều dọc của dải thép S.

Vòi phun gạt bằng khí 20A thường được tạo kết cấu rộng hơn chiều rộng dải thép để đáp ứng với các chiều rộng dải thép khác nhau, sự lệch vị trí theo chiều ngang tại thời điểm kéo dải thép lên, và tình huống tương tự, và kéo dài ra ngoài hơn so với các đầu chiều rộng của dải thép. Như được minh họa trên Fig.3B, vòi phun 20A bao gồm phần đầu vòi phun 22 và các chi tiết vòi phun phía trên và phía dưới 24A và 24B được nối với phần đầu vòi phun 22. Các phần đỉnh của các chi tiết vòi phun phía trên và phía dưới 24A và 24B được đối diện với nhau theo hướng song song khi nhìn cắt ngang vuông góc với dải thép S để tạo ra cổng phun khí (khe hở vòi phun) 26 (xem "phần song song" trên Fig.3B). Cổng phun 26 kéo dài theo chiều ngang của dải thép S. Hình dạng mặt cắt thẳng đứng của vòi phun 20A có hình dạng được vuốt thon mà phần thon hướng về phía đỉnh. Độ dày của phần đỉnh của các chi tiết vòi phun phía trên và phía dưới 24A và 24B có thể nằm trong khoảng từ 1 mm đến 3 mm. Hơn nữa, mặc dù chiều rộng khoảng hở (khe hở vòi phun) của cổng phun không bị giới hạn cụ thể, nó có thể được thiết đặt vào khoảng từ 0,5 mm đến 3,0 mm. Khí được cấp từ cơ cấu cấp khí (không được minh họa) đi qua phần bên trong của phần đầu 22, đi tiếp qua đường dẫn khí được định ra bởi các chi tiết vòi phun phía trên và phía dưới 24A và 24B, được phun từ cổng phun 26, và thổi lên trên bề mặt của dải thép S. Vòi phun khác 20B có kết cấu tương tự.

Phương pháp sản xuất dải thép được phủ kim loại nhúng nóng của

phương án này bao gồm: việc nhúng liên tục dải thép vào trong bể kim loại nóng chảy 14; và thổi khí từ cặp vòi phun gạt bằng khí 20A và 20B được bố trí với dải thép S ở giữa chúng để dải thép S trong khi được kéo lên từ bể kim loại nóng chảy 14 để điều chỉnh lượng kim loại nóng chảy dính vào cả hai phía của dải thép S để từ đó sản xuất liên tục dải thép được phủ kim loại nhúng nóng.

Một nguyên nhân của việc tạo ra các nếp nhăn do dung dịch mạ được mô tả ở trên là sự tạo ra sự không đồng đều ban đầu tại điểm mà ở đó khí gạt va chạm với bề mặt kim loại nóng chảy (điểm ứ đọng). Việc tạo ra sự không đồng đều ban đầu được xem là do kim loại nóng chảy chảy không đều ở trên dải thép dẫn đến một hoặc cả hai nguyên nhân (1) sự dao động của áp lực va chạm khí gạt và (2) sự không đồng đều về độ nhớt do sự ôxi-hóa/làm lạnh của kim loại nóng chảy. Do đó, việc hạn chế hiện tượng (1) và/hoặc (2) được xem là dẫn đến việc giảm các nếp nhăn do dung dịch mạ.

Từ quan điểm này, theo sáng chế, điều quan trọng là các vòi phun gạt bằng khí 20A và 20B được lắp đặt hướng xuống đối với mặt phẳng ngang sao cho góc θ được tạo ra ở giữa phần cổng phun và mặt phẳng ngang là 10° hoặc lớn hơn. Bằng cách thiết đặt góc θ đến 10° hoặc lớn hơn, sự tạo ra các nếp nhăn do dung dịch mạ có thể được hạn chế hiệu quả. Mặt khác, khi góc θ vượt quá 75° , sự xuất hiện các nếp nhăn do dung dịch mạ không thể bị hạn chế do sự tích lũy áp suất không ổn định được mô tả sau. Do đó, góc θ được thiết đặt đến 75° hoặc nhỏ hơn. Như được sử dụng ở đây, cụm từ "góc θ được tạo ra ở giữa phần cổng phun và mặt phẳng ngang" nghĩa là góc được tạo ra bởi, khi được nhìn theo mặt cắt ngang vuông góc với dải thép, mặt phẳng ngang và hướng kéo dài của phần song song, mà là phần mà ở đó các chi tiết vòi phun phía trên và phía dưới 24A và 24B được đối diện với nhau để tạo ra rãnh hở.

Theo sáng chế, áp suất đầu vòi P của các vòi phun gạt được thiết đặt dưới 30 kPa. Đó là bởi vì nếu áp suất đầu vòi P được thiết đặt đến 30 kPa hoặc lớn hơn, tốc độ gió khi khí gạt va chạm với bề mặt bề trở nên nhanh, và thường xảy ra vết đốm do dung dịch mạ. Khi trọng lượng phủ đích là cao, áp suất đầu vòi P bị giảm xuống, hơn nữa trong trường hợp này, các nếp nhăn do dung dịch mạ được mô tả ở trên dễ dàng xảy ra. Ngược lại, bằng cách thiết đặt góc θ của các vòi phun gạt bằng khí như được mô tả ở trên, ngay cả khi áp suất đầu vòi P thấp dưới 30 kPa, sự xuất hiện của các nếp nhăn do dung dịch mạ có thể được hạn chế hiệu quả. Khi áp suất đầu vòi P dưới 10 kPa, cụ thể, áp lực va chạm tại các mép của dải thép trở nên yếu, và do đó trọng lượng phủ tại các mép trở nên quá lớn, có thể dẫn đến trọng lượng phủ không đồng nhất theo chiều ngang của dải thép. Do đó, áp suất đầu vòi P tốt hơn là 10 kPa hoặc lớn hơn.

Theo sáng chế, bằng cách kiểm soát góc θ của các vòi phun gạt theo cách này, phạm vi áp lực va chạm tác dụng lên dải thép S được mở rộng, và sự xuất hiện của các nếp nhăn do dung dịch mạ được hạn chế. Do các vòi phun gạt thường được lắp đặt sao cho hướng phun khí gần như vuông góc với dải thép S, áp lực va chạm tăng lên. Theo đó, phép đo được thực hiện khi áp lực va chạm dưới điều kiện là các nếp nhăn do dung dịch mạ được tạo ra, và người ta đã phát hiện ra là áp lực va chạm dao động theo thời gian. Một nguyên nhân của việc này được xem là đặc biệt trong trường hợp khi áp suất khí thấp, vùng lõi thể không phát triển đủ tại phần song song bên trong các vòi phun (xem Fig.3B), và bị nhiễu loạn bởi không khí bên ngoài khi thổi ra từ các vòi phun.

Trong trường hợp mà áp lực va chạm dao động, nếu áp lực va chạm hoạt động cục bộ, sự dao động dẫn trực tiếp đến sự không đồng đều về trọng lượng phủ. Mặt khác, ngay cả khi nếu áp lực va chạm dao động, khi phạm vi hoạt động rộng, sự không đồng đều của màng chất lỏng được gây

ra bởi chông chéo dao động, và sự không đồng đều về trọng lượng phủ sẽ ít có khả năng xảy ra. Như phương pháp đơn giản để mở rộng phạm vi hoạt động của áp lực va chạm, phương pháp kiểm soát góc θ của các vòi phun gạt được thực hiện.

Việc gạt được thực hiện trong khi thay đổi góc θ , và hình thức bên ngoài bề mặt sau khi gạt được kiểm tra. Các khuyết tật nếp nhăn do dung dịch mạ xảy ra tại $\theta = 0^\circ$, trong khi xu hướng cải thiện được quan sát tại $\theta = 10^\circ$ hoặc lớn hơn. Fig.4 so sánh các đường cong phân bố của áp lực va đập được đo dưới các điều kiện $\theta = 0^\circ, 10^\circ, 30^\circ$, và 80° . Trên Fig.4, (a) biểu thị đường cong phân bố áp lực va chạm ở $\theta = 0^\circ$, (b) biểu thị đường cong phân bố áp lực va chạm ở $\theta = 10^\circ$, (c) biểu thị đường cong phân bố áp lực va chạm ở $\theta = 30^\circ$, và (d) biểu thị đường cong phân bố áp lực va chạm ở $\theta = 80^\circ$. Trên Fig.4, b biểu thị chiều rộng lỗ (khe hở vòi phun) của rãnh hở vòi phun, y biểu thị khoảng cách thẳng đứng từ trung tâm phụt khí ($y = 0$), và y/b trên trục hoành biểu diễn tỷ lệ của cả hai. $y < 0$ nghĩa là phía ở dưới trung tâm phụt khí (ở trên bề phủ nhúng nóng) và $y > 0$ nghĩa là phía trên trung tâm phụt khí (ở phía đối diện với bề phủ nhúng nóng). Tỷ lệ áp lực va chạm trên trục tung biểu diễn tỷ lệ áp lực va chạm dưới các điều kiện khác đối với mốc tham chiếu (1,0) trong trường hợp mà mốc tham chiếu là áp suất tối đa của đường cong phân bố áp lực va chạm tại góc vòi phun được thiết đặt θ . Như được sử dụng ở đây, "trung tâm phụt khí" nghĩa là tâm thẳng đứng của phạm vi thẳng đứng mà qua đó khí va chạm với dải thép.

Như được minh họa trên Fig.4, theo sự phân bố áp lực va chạm tại $\theta = 10^\circ$ theo (b), chiều rộng toàn phần tại nửa cực đại (FWHM-full width at half maximum) của tỷ lệ áp lực va chạm là rộng hơn 1,2 lần so với ở trong sự phân bố áp lực va chạm tại $\theta = 0^\circ$ theo (a), biểu thị việc gạt được hoàn tất trong phạm vi rộng hơn. Theo sự phân bố áp lực va chạm tại $\theta = 30^\circ$

theo (c), chiều rộng toàn phần tại nửa cực đại của tỷ lệ áp lực va chạm thậm chí rộng hơn so với ở trong sự phân bố áp lực va chạm tại $\theta = 10^\circ$ theo (b). Do đó điều cần được xét là bằng cách thiết đặt góc θ đến phạm vi thích hợp và thực hiện việc gạt với chiều rộng toàn phần tại nửa cực đại rộng hơn, ảnh hưởng của sự dao động áp lực va chạm được hạn chế và tác dụng của việc hạn chế các nếp nhăn do dung dịch mạ là thu được.

Mặt khác, tại $\theta = 80^\circ$ mà ở đó góc được tăng hơn nữa, chiều rộng toàn phần tại nửa cực đại của sự phân bố áp lực va chạm (d) vẫn còn thoải hơn và rộng hơn so với (b), nhưng hình thức bên ngoài của dải thép sau khi phủ lại bị suy giảm. Có lẽ, nguyên nhân tại sao hình thức bên ngoài ở phía ngoài bị suy giảm tại thời điểm này là do khi góc θ của các vòi phun gạt được tăng lên với khoảng cách d ở giữa đỉnh của mỗi vòi phun gạt và dải thép được giữ không đổi, khe hở giữa phần phía trên của mỗi vòi phun gạt và dải thép S trở nên vô cùng hẹp sao cho khí gạt không được xả đúng cách từ khe hở, dẫn đến sự tích lũy áp suất không ổn định (xem Fig.5). Theo đó, ở trên góc nhất định, điều được xét đến là sự ảnh hưởng của sự tích lũy áp suất được tạo ra trở nên mạnh hơn so với tác dụng tăng chiều rộng toàn phần tại nửa cực đại của sự phân bố áp lực va chạm, và hình thức bên ngoài suy giảm dần dần. Hơn nữa, đáp ứng lại việc góc θ được tăng lên, khi khoảng cách giữa mỗi vòi phun gạt và dải thép S trở nên nhỏ hơn và khi dải thép S rung động, có nguy cơ dải thép tiếp xúc với vòi phun gạt. Từ góc độ nêu trên, góc θ được thiết đặt đến 75° hoặc nhỏ hơn.

Ngoài ra, đối với giới hạn trên của góc θ , tốt hơn là được thiết đặt theo mối quan hệ với áp suất đầu vòi P từ góc độ hạn chế hiệu quả hơn sự tạo ra các nếp nhăn do dung dịch mạ. Nghĩa là, $\theta \leq 75^\circ$ là tốt hơn khi áp suất đầu vòi P bằng từ 0 kPa đến 10 kPa, $\theta \leq 60^\circ$ là tốt hơn khi áp suất đầu vòi P lớn hơn 10 kPa và bằng 20 kPa hoặc nhỏ hơn, và $\theta \leq 50^\circ$ là tốt hơn khi áp suất đầu vòi P lớn hơn 20 kPa và bằng 30 kPa hoặc nhỏ hơn.

Ngoài ra, nhiệt độ T ($^{\circ}\text{C}$) của khí tức thời sau khi được xả từ đỉnh của mỗi vòi phun gạt bằng khí tốt hơn là được kiểm soát để thỏa mãn $T_M - 150 \leq T \leq T_M + 250$ theo mối quan hệ với điểm nóng chảy T_M ($^{\circ}\text{C}$) của kim loại nóng chảy. Khi nhiệt độ khí T được kiểm soát ở trong phạm vi nêu trên, sự nguội đi và hóa rắn kim loại nóng chảy có thể được hạn chế, và do đó sự không đồng đều về độ nhót khó xảy ra và sự tạo ra các nếp nhăn do dung dịch mạ có thể được hạn chế. Mặt khác, nếu nhiệt độ khí T dưới $T_M - 150^{\circ}\text{C}$ và quá thấp, nó không ảnh hưởng đến khả năng chảy của kim loại nóng chảy, và không hiệu quả trong việc hạn chế sự tạo ra các nếp nhăn do dung dịch mạ. Đồng thời, nếu nhiệt độ của khí gạt là $T_M + 250^{\circ}\text{C}$ và quá cao, sự tạo hợp kim được đẩy mạnh và hình thức bên ngoài của tấm thép suy giảm.

Khí được phun ra từ các vòi phun 20A và 20B tốt hơn là khí trơ. Bằng cách sử dụng khí trơ, có thể ngăn chặn sự oxi hóa kim loại nóng chảy ở trên bề mặt dải thép, và do đó hạn chế hơn nữa sự không đồng đều về độ nhót của kim loại nóng chảy. Các ví dụ về khí trơ bao gồm, nhưng không bị giới hạn ở, nitơ, argon, heli, và cacbon dioxit.

Theo phương án này, tốt hơn là kim loại nóng chảy bao gồm thành phần hóa học chứa Al: 1,0% theo khối lượng đến 10% theo khối lượng, Mg: 0,2% theo khối lượng đến 1% theo khối lượng, và Ni: 0% theo khối lượng đến 0,1% theo khối lượng, với phần còn lại là Zn và các tạp chất không thể tránh khỏi. Điều được xác nhận là nếu Mg được chứa theo cách này, sự không đồng đều về độ nhót do sự ôxi-hóa/làm lạnh kim loại nóng chảy có khả năng xảy ra, và các nếp nhăn do dung dịch mạ cũng như vậy. Do đó, khi kim loại nóng chảy có thành phần hóa học nêu trên, tác dụng của việc hạn chế các nếp nhăn do dung dịch mạ theo sáng chế được tỏ ra rõ rệt. Ngoài ra, trong trường hợp mà thành phần của kim loại nóng chảy là 5% theo khối lượng Al-Zn hoặc 55% theo khối lượng Al-Zn, tác dụng của

việc hạn chế các nếp nhăn do dung dịch mạ theo sáng chế có thể thu được.

Các ví dụ về dải thép được phủ kim loại nhúng nóng được sản xuất bằng phương pháp sản xuất và thiết bị phủ được bộc lộ ở đây bao gồm các tấm thép được mạ kẽm nhúng nóng, bao gồm cả các tấm thép được mạ kẽm (GI) không được trải qua quá trình xử lý tạo hợp kim sau khi mạ kẽm nhúng nóng, và các tấm thép được mạ kẽm (GA) được trải qua quá trình xử lý tạo hợp kim sau khi mạ kẽm nhúng nóng.

Theo phương án này, sự kiểm soát tốt hơn là được đề xuất sao cho góc θ được thiết đặt trong phạm vi nêu trên và được tinh chỉnh.

Như ví dụ kiểm soát thứ nhất, góc θ của các vòi phun gạt được điều khiển để ở trong phạm vi tốt hơn nữa hoặc trị số tốt hơn nữa là ở trong phạm vi 10° đến 75° theo trị số của áp suất đầu vòi P của các vòi phun gạt bằng khí. Như được mô tả ở trên, phạm vi góc θ tốt nhất của các vòi phun gạt trong phạm vi 10° đến 75° thay đổi theo trị số áp suất đầu vòi P. Do đó, bằng cách điều chỉnh góc θ như được mô tả dưới đây, việc ngăn các nếp nhăn do dung dịch mạ có thể đạt được chắc chắn và đầy đủ hơn.

Tham chiếu đến Fig.1, bộ dò góc 40 là thiết bị mà được tạo kết cấu để phát hiện góc θ của các vòi phun 20A và 20B, và được điều chỉnh sao cho nó hiển thị 0 độ khi các vòi phun 20A và 20B song song với bề mặt bể. Các ví dụ về bộ dò góc 40 bao gồm, nhưng không bị giới hạn ở, các bộ dò vật lý như là thước đo góc, bộ dò sử dụng laze, và bộ dò bằng cách áp dụng các đặc tính điện của chất lỏng đặc biệt. Bộ dẫn động vòi phun 42 được bố trí động cơ quay vòi phun và có thể thay đổi góc θ . Bộ nhớ 44 lưu trữ thông tin trong bảng tương ứng giữa áp suất đầu vòi P và góc vòi phun θ , nghĩa là, phạm vi góc vòi phun thích hợp θ tương ứng với áp suất đầu vòi P. Ví dụ, như được mô tả ở trên, bộ nhớ 44 lưu trữ bảng tương ứng thiết lập mối quan hệ sao cho góc θ được thiết đặt từ 10° đến 75° khi áp suất đầu vòi P là từ 0 kPa đến 10 kPa, góc θ được thiết đặt từ 10° đến 60° khi áp suất

đầu vòi P lớn hơn 10 kPa đến 20 kPa hoặc nhỏ hơn, và góc θ được thiết đặt từ 10° đến 50° khi áp suất đầu vòi P lớn hơn 20 kPa đến 30 kPa hoặc nhỏ hơn.

Áp suất đầu vòi P có thể được xác định thích hợp theo các điều kiện hoạt động như là tốc độ dây chuyền, độ dày của dải thép, trọng lượng phủ đích, khoảng cách giữa đỉnh của mỗi vòi phun gạt và dải thép, và các điều kiện tương tự. Do đó, khi hoạt động dưới các điều kiện hoạt động được xác định trước hoặc khi thay đổi các điều kiện hoạt động, bộ điều khiển 46 đọc góc θ thích hợp (phạm vi thích hợp hoặc trị số đích) tương ứng với áp suất đầu vòi P được xác định từ bộ nhớ 44. Bộ điều khiển 46 xác định lượng góc thay đổi cần thiết từ góc θ được đọc từ bộ nhớ 44 và trị số đầu ra của bộ dò góc 40 và điều khiển bộ dẫn động vòi phun 42. Bộ dẫn động vòi phun 42 quay các vòi phun 20A và 20B đến góc được xác định trước theo trị số đầu ra của bộ điều khiển 46. Cụ thể, bộ điều khiển 46 được tạo kết cấu để đọc từ bộ nhớ 44 góc θ thích hợp tương ứng với áp suất P sau khi được thay đổi phản hồi lại sự thay đổi về các điều kiện hoạt động, và được tạo kết cấu để, khi góc dò được phát hiện bởi bộ dò góc 40 không thỏa mãn góc θ thích hợp, điều khiển bộ dẫn động vòi phun 42 để thiết đặt góc dò đến góc θ thích hợp.

Đối với ví dụ kiểm soát thứ hai, hình thức bên ngoài của dải thép bề mặt sau khi gạt được quan sát, và góc θ được tinh chỉnh dựa trên kết quả quan sát trên. Tham chiếu đến Fig.1, bộ dò hình thức bên ngoài bề mặt 48 là thiết bị mà được tạo kết cấu để phát hiện hình thức bên ngoài của bề mặt dải thép sau khi đi qua giữa các vòi phun gạt bằng khí, ví dụ, độ gợn sóng trung bình cộng số học W_a , và được tạo ra, ví dụ, ở trên vòi phun gạt bằng khí 20A. Bộ dò hình thức bên ngoài bề mặt 48 tạo ra liên tục các hình ảnh của bề mặt của dải thép sau khi đi qua giữa các vòi phun gạt bằng khí, và nhập thông tin vào bộ điều khiển 46. Loại bộ dò hình thức bên ngoài bề

mặt 48 có thể là thiết bị đo độ nhám 3D không tiếp xúc sử dụng laze, ngoài ra thiết bị này không bị giới hạn cụ thể. Dựa trên đầu ra của bộ dò hình thức bên ngoài bề mặt 48, bộ điều khiển 46 điều khiển các bộ dẫn động vòi phun 42 để tinh chỉnh góc θ . Cụ thể, sự điều khiển dưới đây được thực hiện.

Hình thức bên ngoài bề mặt của dải thép được đánh giá theo tiêu chuẩn dưới đây.

"Rất kém": không đạt =

tấm thép được mạ kẽm mà trong đó lượng lớn các khuyết tật dạng vết đốm được quan sát ($0 < Wa, 1,30 \leq S$)

"Kém": không đạt =

tấm thép được mạ kẽm mà trong đó các nếp nhăn do dung dịch mạ lớn có thể được nhận thấy bằng sự kiểm tra trực quan ($1,50 < Wa, S < 1,30$)

"Không thỏa mãn": không đạt =

tấm thép được mạ kẽm mà trong đó các nếp nhăn do dung dịch mạ nhỏ có thể được nhận thấy bằng sự kiểm tra trực quan ($1,00 < Wa \leq 1,50, S < 1,30$)

"Tốt": đạt =

tấm thép được mạ kẽm với chất lượng bề mặt tốt mà trong đó các nếp nhăn do dung dịch mạ không thể được nhận thấy bằng sự kiểm tra trực quan ($0,50 < Wa \leq 1,00, S < 1,30$)

"Ưu việt": đạt =

tấm thép được mạ kẽm với chất lượng bề mặt rất tốt mà trong đó các nếp nhăn do dung dịch mạ không thể được nhận thấy bằng sự kiểm tra trực quan ($0 < Wa \leq 0,50, S < 1,30$)

Wa là trị số độ gợn sóng trung bình cộng số học Wa (μm) được đo theo tiêu chuẩn JIS B0601-2001. Tỷ lệ vùng lẫn có vết đốm S là tỷ lệ [%] của chiều dải thép được xác định để có các khuyết tật dạng vết đốm trong

quá trình kiểm tra trên chiều dài thép đã đạt dưới mỗi điều kiện sản xuất.

Khi W_a được đo bằng bộ dò là $0,50 < W_a \leq 1,00$ (nghĩa là, đạt, được đánh giá "Tốt"), sự tinh chỉnh được thực hiện để tăng góc vòi phun gặt θ sao cho W_a được đo thỏa mãn $0 < W_a \leq 0,50$ (nghĩa là, đạt, được đánh giá "Ưu việt"). Điều này là bởi vì góc vòi phun gặt θ được tăng lên, sự dao động của áp lực va chạm của khí gặt giảm hơn nữa.

Điều mong muốn là bộ dò hình thức bên ngoài bề mặt 48 thực hiện phép đo tại vị trí mà dải thép S đi qua giữa các vòi phun gặt và ở đó kim loại nóng chảy ở trên dải thép bề mặt hóa rắn. Ngược lại, tại vị trí ở trên trực tiếp vòi phun gặt, kim loại nóng chảy không bị hóa rắn, và độ gọn sóng trung bình cộng số học W_a được đo thay đổi. Do đó, vị trí mong muốn là vị trí mà tại đó kim loại nóng chảy ở trên bề mặt dải thép hóa rắn, ví dụ, vị trí 40 m hoặc lớn hơn ở phía dòng ra của các vòi phun gặt. Lưu ý là vị trí đo là vị trí mong muốn tức thời sau khi sự hóa rắn của kim loại nóng chảy để cho độ nhạy không suy giảm. Do đó, ví dụ, vị trí đo mong muốn là 70 m hoặc nhỏ hơn ở trên phía dòng ra của các vòi phun gặt.

Nếu chiều cao vòi phun H quá thấp, lượng lớn vết đốm xảy ra trên bề mặt dung dịch mạ. Do đó, mong muốn chiều cao vòi phun là 200 mm hoặc lớn hơn. Trên Fig.3A, chiều cao vòi phun H và khoảng cách d giữa đỉnh của mỗi vòi phun gặt bằng khí và dải thép không nhất thiết phải được liên kết với góc vòi phun gặt θ , ngoài ra tốt hơn là chúng được thay đổi thích hợp tùy thuộc vào trọng lượng phủ đích và lượng vết đốm ở trên bề mặt bể.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Trong dây chuyền sản xuất các dải thép được mạ kẽm nhúng nóng, thử nghiệm sản xuất các dải thép được mạ kẽm nhúng nóng được tiến hành. Trong mỗi ví dụ sáng chế và ví dụ so sánh, thiết bị phủ được minh họa trên Fig.1 được sử dụng. Vòi phun gặt bằng khí có khe hở vòi phun 1,2 mm

được sử dụng. Đối với mỗi ví dụ sáng chế và ví dụ so sánh, thành phần của bề phủ, nhiệt độ T của bề phủ, điểm nóng chảy T_M của bề phủ, góc vòi phun θ , áp suất khí gạt P , loại khí, và nhiệt độ T của khí gạt được liệt kê trong Bảng 1. Khoảng cách d giữa đỉnh vòi phun và dải thép là 15 mm. Chiều cao H của mỗi vòi phun từ bề mặt bề là 350 mm.

Đối với phương pháp cấp khí đến các vòi phun gạt bằng khí, phương pháp cấp khí được nén đến áp suất được xác định trước với thiết bị nén được thực hiện. Theo cách này, mỗi dải thép được mạ kẽm nhúng nóng được sản xuất bằng cách vận chuyển dải thép có độ dày là 1,2 mm và độ rộng là 1000 mm tại tốc độ dải thép L (tốc độ dây chuyền) là 2 m/s.

Ngoài ra, hình thức bên ngoài của mỗi dải thép được mạ kẽm nhúng nóng được tạo ra và tổng trọng lượng phủ ở trên cả hai phía được đánh giá. Đối với sự đánh giá hình thức bên ngoài của tấm thép, đánh giá được tiến hành dựa trên tiêu chuẩn dưới đây. Các kết quả được liệt kê trong Bảng 1.

"Rất kém": không đạt =

tấm thép được mạ kẽm mà trong đó lượng lớn các khuyết tật vết đốm được quan sát ($0 < Wa, 1,30 \leq S$)

"Kém": không đạt =

tấm thép được mạ kẽm mà trong đó các nếp nhăn do dung dịch mạ lớn có thể được nhận thấy bằng sự kiểm tra trực quan ($1,50 < Wa, S < 1,30$)

"Không thỏa mãn": không đạt =

tấm thép được mạ kẽm mà trong đó các nếp nhăn do dung dịch mạ nhỏ có thể được nhận thấy bằng sự kiểm tra trực quan ($1,00 < Wa \leq 1,50, S < 1,30$)

"Tốt": đạt =

tấm thép được mạ kẽm với chất lượng bề mặt tốt mà trong đó các nếp nhăn do dung dịch mạ không thể được nhận thấy bằng sự kiểm tra trực quan ($0,50 < Wa \leq 1,00, S < 1,30$)

"Ưu việt": đạt =

tấm thép được mạ kẽm với chất lượng bề mặt rất tốt mà trong đó các nếp nhăn do dung dịch mạ không thể được nhận thấy bằng sự kiểm tra trực quan ($0 < Wa \leq 0,50$, $S < 1,30$)

Wa là trị số độ gợn sóng trung bình cộng số học Wa (μm) được đo được dựa trên tiêu chuẩn của JIS B0601-2001. Tỷ lệ vùng lẫn có vết đốm S là tỷ lệ [%] của chiều dài thép được xác định để có các khuyết tật đốm trong quá trình kiểm tra trên chiều dài thép đã đạt dưới mỗi điều kiện sản xuất.

Bảng 1

Số	Danh mục	Loại phủ	Thành phần bề phủ [%]				T _M [°C]	Góc phun θ [°]	Áp suất khí P [kPa]	Loại khí	Nhiệt độ khí, [°C]	Trọng lượng phủ [g/m ²]	Wa [μm]	Tỷ lệ vùng lăn có vết đốm S [%]	Vết bên ngoài bề mặt
			Al	Mg	Ni	Si	Zn								
1	Ví dụ so sánh	A							14	Không khí	100	128	2,18	0,23	Kém
2	Ví dụ sáng chế								14	Không khí	100	130	1,48	0,35	Không thỏa mãn
3	Ví dụ sáng chế								14	Không khí	100	129	0,88	0,41	Tốt
4	Ví dụ sáng chế		0,2	0	0	0	Phần còn lại	420	14	Không khí	100	130	1,26	0,31	Không thỏa mãn
5	Ví dụ so sánh								14	Không khí	100	133	1,57	0,29	Kém
6	Ví dụ so sánh								30	Không khí	100	78	0,76	1,83	Rất kém
7	Ví dụ sáng chế								14	Khí Nito	450	140	0,79	0,27	Tốt
8	Ví dụ so sánh	B							14	Không khí	100	127	4,22	0,32	Kém
9	Ví dụ sáng chế								14	Không khí	100	130	0,94	0,30	Tốt
10	Ví dụ sáng chế								14	Không khí	100	134	0,53	0,29	Tốt
11	Ví dụ sáng chế								14	Không khí	100	133	0,85	0,33	Tốt
12	Ví dụ so sánh								14	Không khí	100	132	1,33	0,42	Không thỏa mãn
13	Ví dụ so sánh		4,5	0,5	0,05	0	Phần còn lại	375	30	Không khí	100	76	0,43	1,75	Rất kém
14	Ví dụ sáng chế								14	Không khí	300	127	0,33	0,38	Ưu việt
15	Ví dụ sáng chế	C							14	Không khí	630	135	0,81	0,28	Tốt
16	Ví dụ sáng chế								14	Khí Nito	100	131	0,42	0,32	Ưu việt
17	Ví dụ sáng chế								14	Khí Nito	450	133	0,12	0,29	Ưu việt
18	Ví dụ so sánh								14	Không khí	100	132	2,34	0,26	Kém
19	Ví dụ sáng chế								14	Không khí	100	129	1,44	0,40	Không thỏa mãn
20	Ví dụ sáng chế		5	0	0	0	Phần còn lại	375	14	Không khí	100	131	0,92	0,37	Tốt
21	Ví dụ sáng chế								14	Không khí	100	128	1,37	0,38	Không thỏa mãn
22	Ví dụ so sánh								14	Không khí	100	130	1,55	0,26	Kém
23	Ví dụ so sánh								30	Không khí	100	77	0,81	1,79	Rất kém
24	Ví dụ sáng chế								14	Khí Nito	450	135	0,91	0,25	Tốt

Bảng 1 (tiếp tục)

Số	Danh mục	Loại phủ	Thành phần bề phủ [%]				T _M [°C]	Góc phun θ [°]	Áp suất khí P [kPa]	Loại khí	Nhiệt độ khí, [°C]	Trọng lượng phủ [g/m ²]	Wa [μm]	Tỷ lệ vùng lẫn có vết đốm S [%]	Vẽ bên ngoài bề mặt
			Al	Mg	Ni	Si	Zn								
25	Ví dụ so sánh	D						0	14	Không khí	450	131	2,43	0,34	Kém
26	Ví dụ sáng chế							10	14	Không khí	450	129	1,46	0,29	Không thỏa mãn
27	Ví dụ sáng chế							30	14	Không khí	450	129	0,89	0,35	Tốt
28	Ví dụ sáng chế							75	14	Không khí	450	133	1,42	0,30	Không thỏa mãn
29	Ví dụ so sánh							80	14	Không khí	450	130	1,63	0,40	Không thỏa mãn
30	Ví dụ so sánh							30	30	Không khí	450	75	0,48	1,92	Rất kém
31	Ví dụ sáng chế	E						30	14	Khí Nito	450	131	0,86	0,41	Tốt
32	Ví dụ so sánh							0	14	Không khí	100	129	4,69	0,35	Kém
33	Ví dụ sáng chế							10	14	Không khí	100	131	0,98	0,39	Tốt
34	Ví dụ sáng chế							30	14	Không khí	100	128	0,51	0,27	Tốt
35	Ví dụ sáng chế							75	14	Không khí	100	131	0,86	0,33	Tốt
36	Ví dụ so sánh							80	14	Không khí	100	130	1,37	0,26	Không thỏa mãn
37	Ví dụ so sánh	F						30	30	Không khí	100	75	0,45	1,88	Rất kém
38	Ví dụ sáng chế							30	14	Khí Nito	450	135	0,23	0,28	Ưu việt
39	Ví dụ so sánh							0	14	Không khí	100	130	4,31	0,32	Kém
40	Ví dụ sáng chế							10	14	Không khí	100	130	0,96	0,29	Tốt
41	Ví dụ sáng chế							30	14	Không khí	100	127	0,49	0,32	Ưu việt
42	Ví dụ sáng chế							75	14	Không khí	100	131	0,87	0,35	Tốt
43	Ví dụ so sánh							80	14	Không khí	100	132	1,42	0,41	Không thỏa mãn
44	Ví dụ so sánh							30	30	Không khí	100	77	0,47	1,65	Rất kém
45	Ví dụ sáng chế							30	14	Khí Nito	450	135	0,17	0,25	Ưu việt

Như có thể được thấy từ Bảng 1, trong trường hợp góc vòi phun θ là từ 10° đến 75° và áp suất khí gạt P nhỏ hơn 30 kPa, Wa thấp và hình thức bên ngoài bề mặt tốt thu được, ngược lại trong trường hợp góc vòi phun θ hoặc áp suất gạt bằng khí P lệch khỏi phạm vi của sáng chế, Wa hoặc tỷ lệ vùng lẩn có vết đốm S tăng lên. Cụ thể, đối với kiểu phủ B, E, và F, các khuyết tật thu được khi góc vòi phun θ và áp suất khí gạt P nằm trong phạm vi của sáng chế thu được đáng kể.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Theo phương pháp sản xuất dải thép được phủ kim loại nhúng nóng và thiết bị phủ kim loại nhúng nóng liên tục được bộc lộ ở đây, sự tạo ra các nếp nhăn do dung dịch mạ có thể được hạn chế hiệu quả, và dải thép được phủ kim loại nhúng nóng chất lượng cao có thể được sản xuất với chi phí thấp.

Danh mục số chỉ dẫn

100	thiết bị phủ kim loại nhúng nóng liên tục
10	ống dẫn
12	bể phủ
14	bể kim loại nóng chảy
16	con lăn chìm
18	con lăn hỗ trợ
20A, 20B	vòi phun gạt bằng khí
22	đầu vòi phun
24A	chi tiết vòi phun phía trên
24B	chi tiết vòi phun phía dưới
26	cổng phun
40	bộ dò góc
42	bộ dẫn động vòi phun

44	bộ nhớ
46	bộ điều khiển
48	bộ dò hình thức bên ngoài bề mặt
S	dải thép

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp sản xuất dải thép được phủ kim loại nhúng nóng, phương pháp này bao gồm các bước:

nhúng liên tục dải thép trong bể kim loại nóng chảy; và

thổi khí từ cặp vòi phun gạt bằng khí được bố trí với dải thép ở giữa đó vào dải thép trong khi được kéo lên từ bể kim loại nóng chảy để điều chỉnh trọng lượng phủ của kim loại nóng chảy ở trên cả hai phía của dải thép để từ đó sản xuất liên tục dải thép được phủ kim loại nhúng nóng,

trong đó kim loại nóng chảy bao gồm thành phần hóa học chứa Al: 1,0% theo khối lượng đến 10% theo khối lượng, Mg: 0,2% theo khối lượng đến 1% theo khối lượng, và Ni: 0% theo khối lượng đến 0,1% theo khối lượng, với phần còn lại là Zn và các tạp chất không thể tránh khỏi,

trong đó mỗi vòi phun gạt bằng khí bao gồm phần cổng phun mà được lắp đặt hướng xuống đối với mặt phẳng ngang sao cho góc θ được tạo ra giữa phần cổng phun và mặt phẳng ngang là 10° hoặc lớn hơn và 75° hoặc nhỏ hơn, và có áp suất đầu vòi P nhỏ hơn 30kPa, để thiết lập trị số độ gợn sóng trung bình cộng số học W_a của bề mặt phủ của dải thép được phủ kim loại nhúng nóng là $1,00\ \mu\text{m}$ hoặc nhỏ hơn.

2. Phương pháp sản xuất dải thép được phủ kim loại nhúng nóng theo điểm 1, trong đó nhiệt độ $T\ (^{\circ}\text{C})$ của khí ngay sau khi được xả từ đỉnh của mỗi vòi phun gạt bằng khí được kiểm soát để thỏa mãn $T_M - 150 \leq T \leq T_M + 250$ theo mối quan hệ với điểm nóng chảy $T_M\ (^{\circ}\text{C})$ của kim loại nóng chảy.

3. Phương pháp sản xuất dải thép được phủ kim loại nhúng nóng theo điểm 1 hoặc 2, trong đó khí là khí trơ.

4. Phương pháp sản xuất dải thép được phủ kim loại nhúng nóng, phương pháp này bao gồm các bước:

nhúng liên tục dải thép trong bể kim loại nóng chảy; và

thổi khí từ cặp vòi phun gạt bằng khí được bố trí với dải thép ở giữa đó vào dải thép trong khi được kéo lên từ bể kim loại nóng chảy để điều chỉnh trọng lượng phủ của kim loại nóng chảy ở trên cả hai phía của dải thép để từ đó sản xuất liên tục dải thép được phủ kim loại nhúng nóng,

trong đó góc hướng xuống θ của phần cổng phun của mỗi trong số các vòi phun gạt bằng khí đối với mặt phẳng nằm ngang được điều chỉnh theo áp suất đầu phun P của mỗi trong số các vòi phun gạt bằng khí,

để thiết lập trị số độ gợn sóng trung bình cộng số học W_a của bề mặt phủ của dải thép được phủ kim loại nhúng nóng là $1,00 \mu\text{m}$ hoặc nhỏ hơn.

5. Phương pháp sản xuất dải thép được phủ kim loại nhúng nóng theo điểm 4, trong đó phần phun được điều khiển hướng xuống phía dưới đối với bề mặt nằm ngang để thỏa mãn:

$\theta \leq 75^\circ$ khi áp suất đầu vòi P là 0 kPa đến 10 kPa,

$\theta \leq 60^\circ$ khi áp suất đầu vòi P lớn hơn 10 kPa và bằng 20 kPa hoặc nhỏ hơn, và

$\theta \leq 50^\circ$ khi áp suất đầu vòi P lớn hơn 20 kPa và bằng 30 kPa hoặc nhỏ hơn.

6. Phương pháp sản xuất dải thép được phủ kim loại nhúng nóng, phương pháp này bao gồm các bước:

nhúng liên tục dải thép trong bể kim loại nóng chảy; và

thổi khí từ cặp vòi phun gạt bằng khí được bố trí với dải thép ở giữa đó vào dải thép trong khi được kéo lên từ bể kim loại nóng chảy để điều chỉnh trọng lượng phủ của kim loại nóng chảy ở trên cả hai phía của dải thép để từ đó sản xuất liên tục dải thép được phủ kim loại nhúng nóng,

trong đó góc hướng xuống θ của phần cổng phun của mỗi trong số

các vòi phun gạt bằng khí đối với mặt phẳng nằm ngang được điều chỉnh theo đầu ra của bộ dò góc được tạo kết cấu để dò góc θ ,

để thiết lập trị số độ gợn sóng trung bình cộng số học W_a của bề mặt phủ của dải thép được phủ kim loại nhúng nóng là $1,00 \mu\text{m}$ hoặc nhỏ hơn.

7. Phương pháp sản xuất dải thép được phủ kim loại nhúng nóng, phương pháp này bao gồm các bước:

nhúng liên tục dải thép trong bể kim loại nóng chảy; và

thổi khí từ cặp vòi phun gạt bằng khí được bố trí với dải thép ở giữa đó vào dải thép trong khi được kéo lên từ bể kim loại nóng chảy để điều chỉnh trọng lượng phủ của kim loại nóng chảy ở trên cả hai phía của dải thép để từ đó sản xuất liên tục dải thép được phủ kim loại nhúng nóng,

trong đó góc hướng xuống θ của phần cổng phun của mỗi trong số các vòi phun gạt bằng khí đối với mặt phẳng nằm ngang được điều chỉnh theo đầu ra của bộ dò hình thức bên ngoài bề mặt được tạo kết cấu để quan sát hình thức bên ngoài của dải thép sau khi trọng lượng phủ của kim loại nóng chảy được điều chỉnh,

để thiết lập trị số độ gợn sóng trung bình cộng số học W_a của bề mặt phủ của dải thép được phủ kim loại nhúng nóng là $1,00 \mu\text{m}$ hoặc nhỏ hơn.

8. Phương pháp sản xuất dải thép được phủ kim loại nhúng nóng theo điểm 7, trong đó bộ dò hình thức bên ngoài bề mặt thực hiện đo tại vị trí mà tại đó kim loại nóng chảy trên bề mặt dải thép hóa rắn.

Fig.1

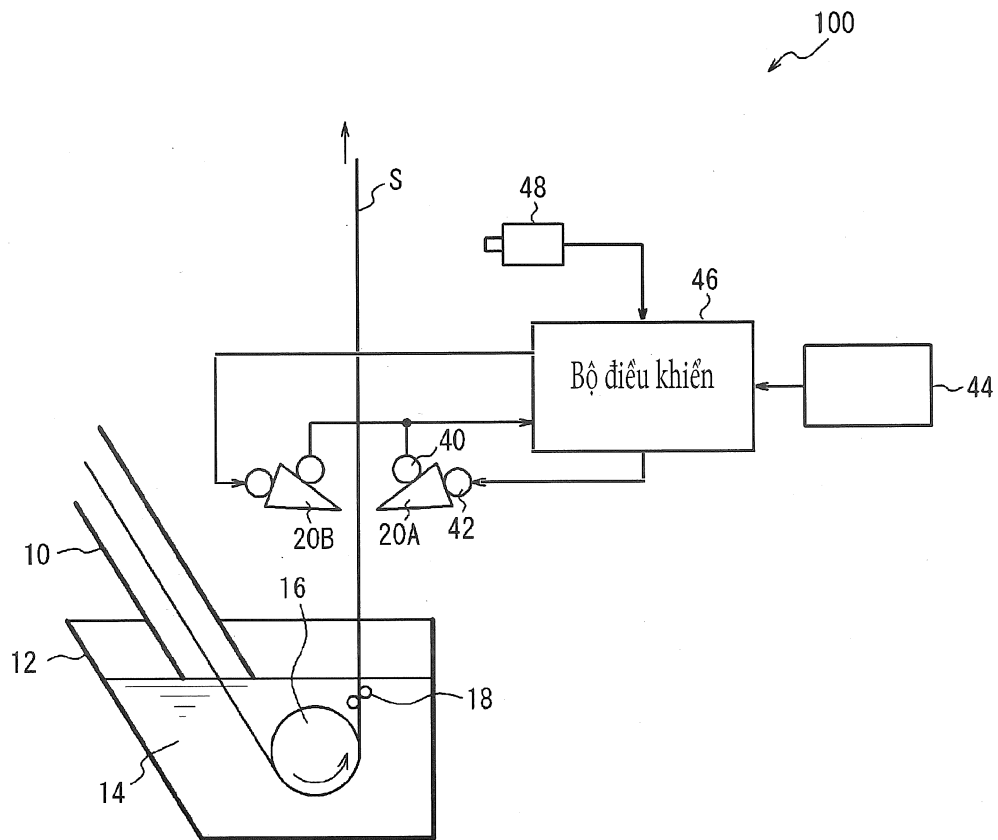


Fig.2

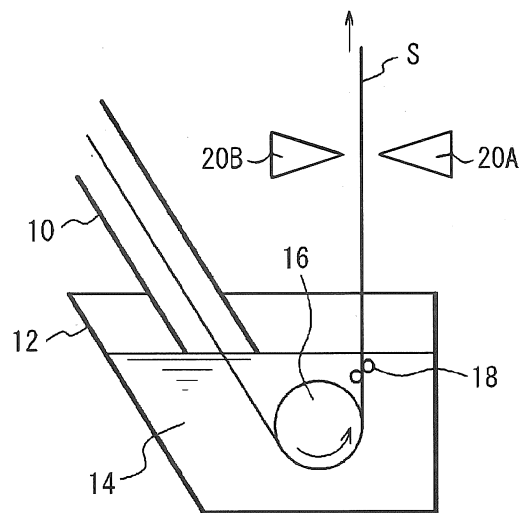


Fig.3A

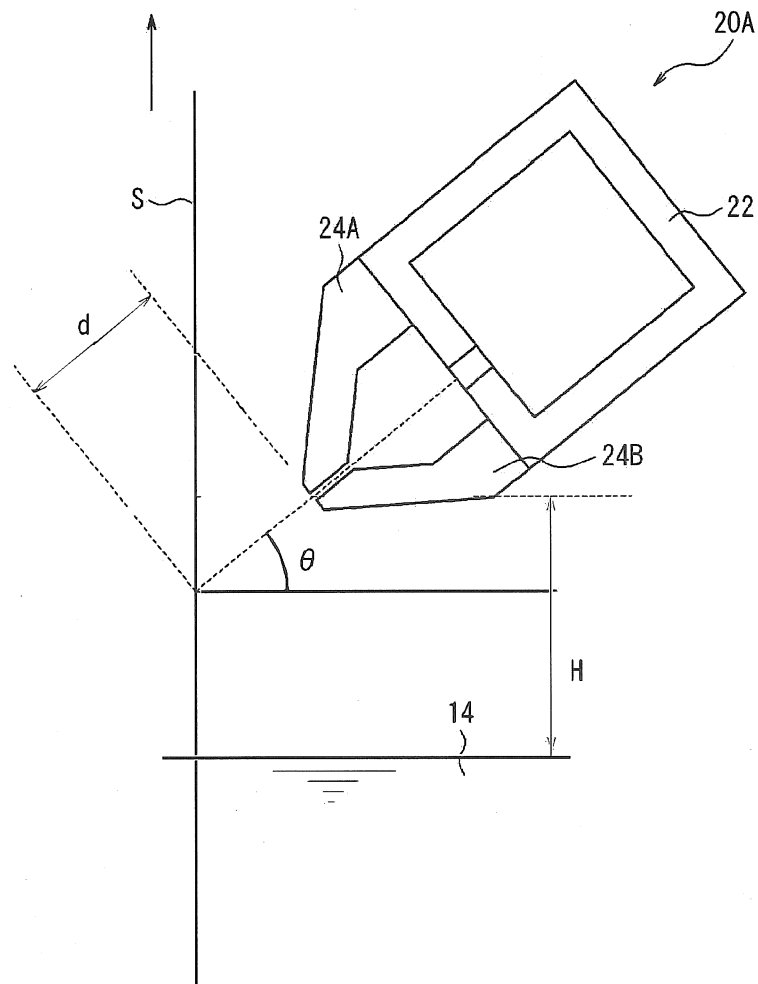


Fig.3B

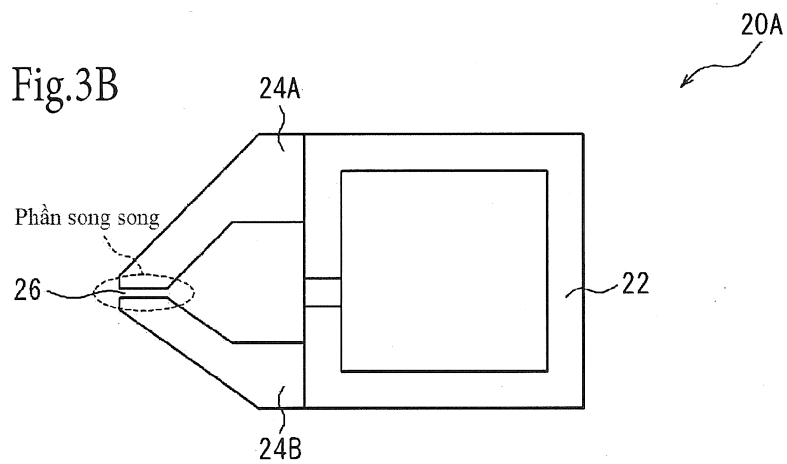


Fig.4

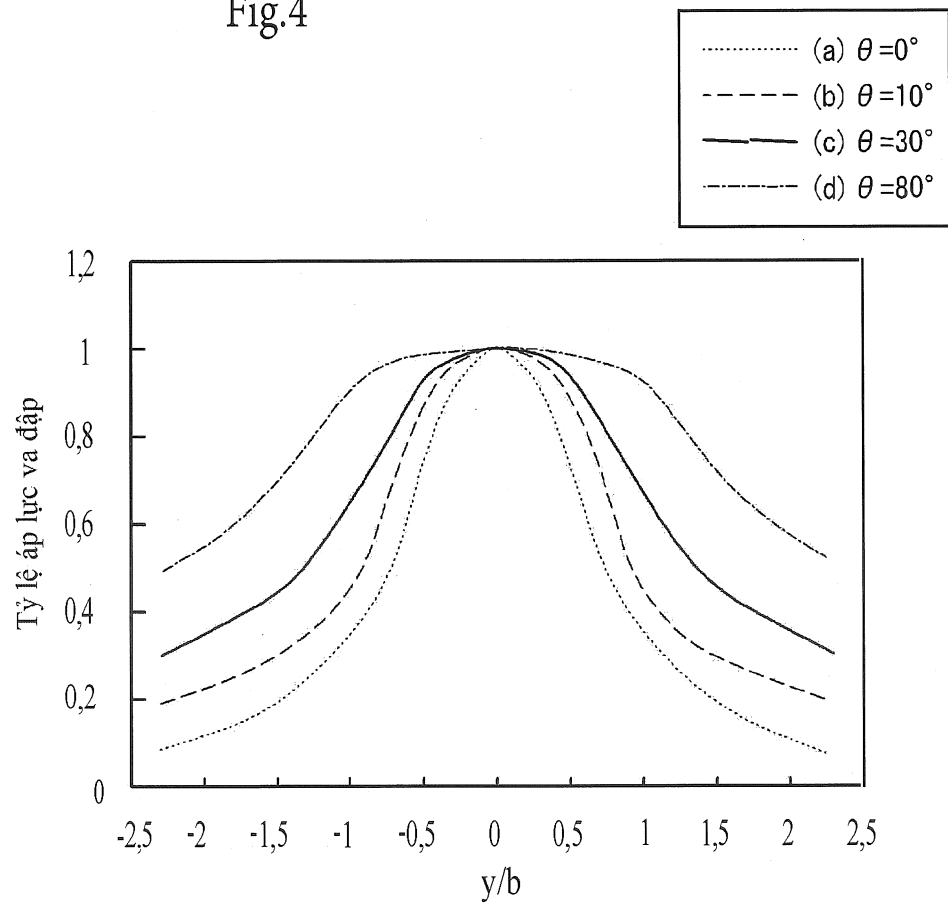


Fig.5

