



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

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

(11)



1-0033264

(51)⁷ C23C 2/26; C23C 2/40

(13) B

(21) 1-2017-01418

(22) 24/10/2014

(86) PCT/JP2014/078361 24/10/2014

(87) WO 2016/063414 A1 28/04/2016

(45) 25/09/2022 414

(43) 25/07/2017 352A

(73) NIPPON STEEL CORPORATION (JP)

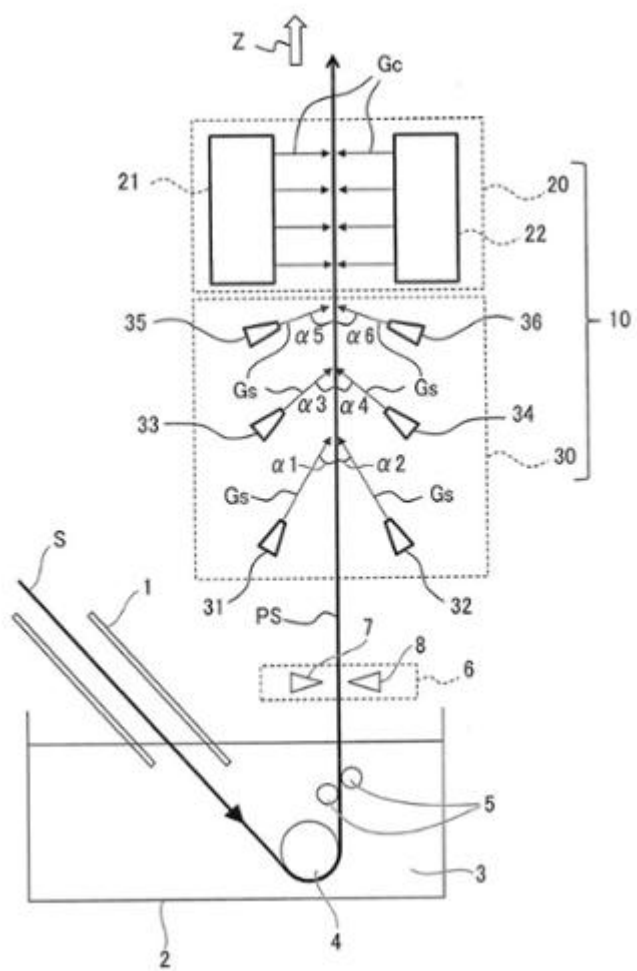
6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8071 Japan

(72) OOHASHI Tooru (JP); MACHIDA Kazuki (JP); NAKATA Hiroshi (JP); KOJIMA Katsuya (JP); HAYAKAWA Kohhei (JP).

(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) THIẾT BỊ LÀM NGUỘI TẮM THÉP MẠ NHÚNG NÓNG

(57) Sáng chế đề cập thiết bị làm nguội thiết bị mạ nhúng nóng mà được tạo ra ở phía trên của thiết bị kiểm soát độ dày mạ trong hành trình vận chuyển tấm thép mạ nhúng nóng mà được vận chuyển từ bể mạ theo phương thẳng đứng hướng lên. Thiết bị làm nguội bao gồm: thiết bị làm nguội chính mà phun theo phương thẳng đứng khí làm nguội chính đến tấm thép mạ nhúng nóng; và thiết bị làm nguội sơ bộ mà được bố trí ở bộ phận làm nguội sơ bộ nằm giữa thiết bị làm nguội chính và thiết bị kiểm soát độ dày mạ trong hành trình vận chuyển, và phun khí làm nguội sơ bộ đến nhiều vị trí xung đột khí mà được bố trí dọc theo bộ phận làm nguội sơ bộ.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thiết bị làm nguội tấm thép mạ nhúng nóng.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong lĩnh vực kỹ thuật được đề cập, như phương pháp tạo ra màng kim loại (lớp mạ) trên bề mặt của tấm thép, việc mạ nhúng nóng đã được biết. Đối với quy trình mạ nhúng nóng điển hình, tấm thép được ngâm trong bể mạ mà được nạp đầy bởi kim loại nóng chảy, và tiếp đó tấm thép được kéo lên khỏi bể mạ, nhờ đó tạo ra lớp mạ trên bề mặt của tấm thép. Sau đây, tấm thép mà trong đó lớp mạ được tạo ra trên bề mặt của nó thông qua việc mạ nhúng nóng sẽ được gọi là tấm thép mạ nhúng nóng.

Sau khi tấm thép mạ nhúng nóng được kéo lên khỏi bể mạ, sắt mà được chứa trong tấm thép mà là kim loại nền và kim loại mà được chứa trong lớp mạ phản ứng với nhau trong quá trình đóng rắn lớp mạ, và lớp hợp kim cứng và có khả năng bị gãy được tạo ra giữa tấm thép và lớp mạ. Lớp hợp kim này gây ra sự bong tróc lớp mạ khỏi tấm thép mạ nhúng nóng, và do đó cần thiết ngăn chặn sự tạo ra lớp hợp kim bằng cách buộc phải làm nguội tấm thép mạ nhúng nóng mà được kéo lên khỏi bể mạ.

Như được mô tả nêu trên, điều kiện làm nguội của tấm thép mạ nhúng nóng là yếu tố rất quan trọng mà quyết định chất lượng của tấm thép mạ nhúng nóng. Chẳng hạn, tài liệu sáng chế 1 sau đây bộc lộ kỹ thuật đảm bảo chất lượng cần thiết cho tấm thép mạ nhúng nóng nhờ kiểm soát tốc độ dòng khí làm nguội tương ứng với nhiệt độ hoặc trạng thái đóng rắn của tấm thép mạ nhúng nóng trong quy trình làm nguội tấm thép mạ nhúng nóng. Tuy nhiên, các vấn đề sau đây còn tồn tại trong thiết bị làm nguội tấm thép mạ nhúng nóng của giải pháp kỹ thuật liên quan này.

Fig.8A và Fig.8B là các hình vẽ thể hiện dưới dạng giản đồ thiết bị làm nguội tấm thép mạ nhúng nóng theo giải pháp kỹ thuật liên quan. Fig.8A là hình

vẽ khi mà thiết bị làm nguội 100 được nhìn từ hướng bề rộng của tấm thép mạ nhúng nóng PS. Fig.8B là hình vẽ khi mà thiết bị làm nguội 100 được nhìn từ hướng chiều dày (hướng mà vuông góc với bề mặt của tấm thép mạ nhúng nóng PS) của tấm thép mạ nhúng nóng PS. Trên Fig.8A và Fig.8B, mũi tên Z biểu thị hướng vận chuyển tấm thép mạ nhúng nóng PS. Sau khi được kéo lên khỏi bể mạ, tấm thép mạ nhúng nóng PS này được vận chuyển dọc theo hướng vận chuyển đi lên theo phương thẳng đứng Z.

Thiết bị làm nguội 100 được tạo ra ở phía trên của vòi phun làm khô (không được thể hiện trên hình vẽ) trong hành trình vận chuyển tấm thép mạ nhúng nóng PS. Hơn nữa, như đã biết, vòi phun làm khô là vòi phun mà phun khí làm khô đến bề mặt của tấm thép mạ nhúng nóng PS để điều chỉnh độ dày của lớp mạ. Thiết bị làm nguội 100 bao gồm cặp thiết bị phun khí làm nguội 101 và 102 mà được bố trí đối diện nhau qua tấm thép mạ nhúng nóng PS mà được đặt ở khoảng không ở giữa.

Thiết bị phun khí làm nguội 101 phun theo phương thẳng đứng khí làm nguội Gc đến một bề mặt của tấm thép mạ nhúng nóng PS. Thiết bị phun khí làm nguội 102 phun theo phương thẳng đứng khí làm nguội Gc đến bề mặt còn lại của tấm thép mạ nhúng nóng PS. Theo cách này, khi khí làm nguội Gc được phun đến cả hai bề mặt của tấm thép mạ nhúng nóng PS từ cặp thiết bị phun khí làm nguội 101 và 102, thì luồng khí đi xuống Gd mà đi xuống dọc theo cả hai bề mặt của tấm thép mạ nhúng nóng PS từ cửa nạp của thiết bị làm nguội 100 xuất hiện.

Về phía cửa nạp của thiết bị làm nguội 100, lớp mạ của tấm thép mạ nhúng nóng PS ở trạng thái không đóng rắn (trạng thái mà trong đó màng oxit mỏng được tạo ra trên bề mặt). Ngoài ra, vận tốc dòng của luồng khí đi xuống Gd ở lân cận vùng tâm theo hướng bề rộng của tấm thép mạ nhúng nóng PS nhanh hơn vận tốc dòng của luồng khí đi xuống Gd ở lân cận vùng mép của tấm thép mạ nhúng nóng PS. Kết quả là, như được thể hiện trên Fig.8B, về phía cửa nạp của thiết bị làm nguội 100, vết nứt bán khuyên (nếp nhăn thời) W xuất hiện ở màng oxit mà được tạo ra trên bề mặt của lớp mạ.

Như được mô tả nêu trên, khi tấm thép mạ nhúng nóng PS đi qua thiết bị làm nguội 100 ở trạng thái mà trong đó vết nứt bán khuyên W xuất hiện ở màng oxit của lớp mạ, lớp mạ này được đóng rắn ở trạng thái mà trong đó vết nứt W xuất hiện. Tấm thép mạ nhúng nóng PS mà có vết nứt W được phân loại như sản phẩm có hình thức bên ngoài kém trong quy trình kiểm tra, và do đó sự xuất hiện của vết nứt W gây ra sự giảm sút về tỷ lệ sản lượng của tấm thép mạ nhúng nóng PS. Vết nứt W xuất hiện đáng kể trong trường hợp việc tạo ra lớp mạ mà có phạm vi nhiệt độ đóng rắn rộng như lớp mạ hợp kim của hệ nhiều thành phần hóa học mà cụ thể là bao gồm hợp kim Zn-Al-Mg-Si và tương tự.

Các ví dụ về phương pháp ngăn chặn sự xuất hiện của vết nứt W bao gồm phương pháp làm giảm tốc độ dòng của khí làm nguội Gc để hạn chế sự xuất hiện của luồng khí đi xuống Gd, và tương tự. Tuy nhiên, khi tốc độ dòng của khí làm nguội Gc giảm thì khả năng làm nguội của thiết bị làm nguội 100 kém đi. Kết quả là, nảy sinh vấn đề mà khó ngăn chặn một cách thích đáng sự tạo ra lớp hợp kim mà gây ra sự bong tróc lớp mạ, hoặc gây ra sự giảm năng suất của tấm thép mạ nhúng nóng PS.

Chẳng hạn, với giải pháp hạn chế sự xuất hiện hình thức bên ngoài kém (vết nứt W) mà không làm giảm khả năng làm nguội của thiết bị làm nguội 100, tài liệu sáng chế 2 sau đây bộc lộ giải pháp kìm hãm luồng khí đi xuống Gd, mà được thổi từ cửa nạp của thiết bị làm nguội 100 nhờ tạo ra lưỡi dao có thổi khí mà phun khí đến bề mặt của tấm thép mạ nhúng nóng PS theo hướng chéo lên từ phía dưới (phía cửa nạp) thiết bị làm nguội 100.

Danh mục tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản, công bố lần thứ nhất số H11-106881

Tài liệu sáng chế 2: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản, công bố lần thứ nhất số 2004-59944

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Các vấn đề được giải quyết bởi sáng chế

Trong trường hợp quá trình tấm thép mạ nhúng nóng PS mà trong đó độ dày của tấm thép mạ là kim loại nền nhỏ và độ dày của lớp mạ nhỏ thì giải pháp kỹ thuật mà được bộc lộ trong tài liệu sáng chế 2 có hiệu quả như giải pháp kỹ thuật nhằm hạn chế sự xuất hiện hình thức bên ngoài kém (vết nhăn W).

Tuy nhiên, khi độ dày của tấm thép mạ là kim loại nền tăng, và độ dày của lớp mạ cũng tăng (khi lượng bám dính lớp mạ tăng) thì màng oxit trên bề mặt của lớp mạ có thể chảy xuống từ lân cận vùng tâm theo hướng bề rộng của tấm thép mạ nhúng nóng PS do trọng lượng của chính nó. Trong trường hợp này, ngay cả khi việc kim hãm luồng khí đi xuống Gd mà được thổi từ cửa nạp của thiết bị làm nguội 100 nhờ sử dụng dao có thổi khí thì vẫn có khả năng là vết nhăn bán khuyên W có thể xuất hiện trong màng oxit của lớp mạ.

Sáng chế đã được thực hiện xét đến tình huống nêu trên, và mục đích của sáng chế là đề xuất thiết bị làm nguội tấm thép mạ nhúng nóng mà có khả năng ngăn chặn sự xuất hiện của vết nhăn ở bề mặt (bề mặt của lớp mạ) tấm thép mạ nhúng nóng trong quy trình sản xuất tấm thép mạ nhúng nóng mà trong đó độ dày của tấm thép mạ là kim loại nền lớn và độ dày của lớp mạ lớn.

Phương tiện để giải quyết vấn đề

Sáng chế sử dụng các phương tiện sau để đạt được mục đích bằng cách giải quyết các vấn đề nêu trên.

(1) Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất thiết bị làm nguội tấm thép mạ nhúng nóng mà được tạo ra ở phía trên của thiết bị kiểm soát độ dày mạ trong hành trình vận chuyển tấm thép mạ nhúng nóng mà được vận chuyển từ bể mạ theo phương thẳng đứng hướng lên. Thiết bị làm nguội bao gồm: thiết bị làm nguội chính mà phun theo phương thẳng đứng khí làm nguội chính đến tấm thép mạ nhúng nóng; và thiết bị làm nguội sơ bộ mà được bố trí ở bộ phận làm nguội sơ bộ giữa thiết bị làm nguội chính và thiết bị kiểm soát độ dày mạ trong hành

trình vận chuyển, và phun khí làm nguội sơ bộ đến nhiều vị trí xung đột khí mà được bố trí dọc theo bộ phận làm nguội sơ bộ.

(2) Trong thiết bị làm nguội tấm thép mạ nhúng nóng theo mục (1), thiết bị làm nguội sơ bộ có thể phun khí làm nguội sơ bộ đến mỗi vị trí xung đột khí theo hướng chéo lên, và vị trí xung đột khí càng gần mức thấp của bộ phận làm nguội sơ bộ thì góc mà được tạo thành bởi hướng phun khí làm nguội sơ bộ và hướng vận chuyển tấm thép mạ nhúng nóng có thể càng bé.

(3) Trong thiết bị làm nguội tấm thép mạ nhúng nóng theo mục (1) hoặc (2), thiết bị làm nguội sơ bộ có thể bao gồm cảm biến nhiệt độ phát hiện nhiệt độ bề mặt của tấm thép mạ nhúng nóng tại vị trí xung đột khí của ít nhất là mức thấp nhất, cảm biến vận tốc dòng thứ nhất mà phát hiện vận tốc dòng của luồng khí mà chảy hướng xuống từ vị trí xung đột khí của ít nhất là mức thấp nhất dọc theo bề mặt của tấm thép mạ nhúng nóng, và thiết bị kiểm soát thứ nhất kiểm soát vận tốc dòng phun của khí làm nguội sơ bộ mà được phun đến vị trí xung đột khí của ít nhất là mức thấp nhất trên cơ sở kết quả phát hiện nhiệt độ mà thu được từ cảm biến nhiệt độ và kết quả phát hiện vận tốc dòng mà thu được từ cảm biến vận tốc dòng thứ nhất.

Trong trường hợp này, khi kết quả phát hiện nhiệt độ mà thu được từ cảm biến nhiệt độ được xác định là T ($^{\circ}\text{C}$) thì kết quả phát hiện vận tốc dòng mà thu được từ cảm biến vận tốc dòng thứ nhất được xác định là V_d (m/s), và vận tốc dòng đi xuống giới hạn mà tại đó vết nứt xuất hiện trên bề mặt của tấm thép mạ nhúng nóng, được xác định là vận tốc dòng đi xuống giới hạn xuất hiện vết nứt $VL1$ (m/s), thiết bị kiểm soát thứ nhất có thể kiểm soát vận tốc dòng phun của khí làm nguội sơ bộ mà được phun đến vị trí xung đột khí của mức thấp nhất để biểu thức (3) và biểu thức (4) dưới đây được thỏa mãn đối với vị trí xung đột khí của ít nhất là mức thấp nhất.

$$VL1 = A \cdot (T - C)^2 + B \cdot (T - C) - D \dots (3)$$

$$|V_d| \leq |VL1| \dots (4)$$

(trong biểu thức (3), A, B, C, và D là số nguyên)

(4) Trong thiết bị làm nguội tấm thép mạ nhúng nóng theo mục (3), khi nhiệt độ bắt đầu đóng rắn của tấm thép mạ nhúng nóng được xác định là T_s (°C) thì thiết bị kiểm soát thứ nhất có thể thực hiện việc kiểm soát vận tốc dòng phun trong trường hợp mà kết quả phát hiện nhiệt độ T (°C) mà thu được từ cảm biến nhiệt độ thỏa mãn biểu thức điều kiện (5) dưới đây.

$$T_s - 49 \leq T \leq T_s + 9 \dots (5)$$

(5) Trong thiết bị làm nguội tấm thép mạ nhúng nóng theo mục (1) hoặc (2), thiết bị làm nguội sơ bộ có thể bao gồm cảm biến vận tốc dòng thứ hai mà phát hiện vận tốc dòng của luồng khí mà chảy từ vị trí xung đột khí của ít nhất là mức thấp nhất theo hướng đi lên dọc theo bề mặt của tấm thép mạ nhúng nóng, và thiết bị kiểm soát thứ hai mà kiểm soát vận tốc dòng phun của khí làm nguội sơ bộ mà được phun đến vị trí xung đột khí của ít nhất là mức thấp nhất trên cơ sở kết quả phát hiện vận tốc dòng mà thu được từ cảm biến vận tốc dòng thứ hai.

Trong trường hợp này, khi kết quả phát hiện vận tốc dòng mà thu được từ cảm biến vận tốc dòng thứ hai được xác định là V_u (m/s), và vận tốc dòng đi lên giới hạn mà tại đó vết nứt xuất hiện trên bề mặt của tấm thép mạ nhúng nóng được xác định là vận tốc dòng đi lên giới hạn xuất hiện vết nứt $VL2$ (m/s), thiết bị kiểm soát thứ hai có thể kiểm soát vận tốc dòng phun khí làm nguội sơ bộ mà được phun đến vị trí xung đột khí của mức thấp nhất để biểu thức điều kiện (6) dưới đây được thỏa mãn đối với vị trí xung đột khí của ít nhất là mức thấp nhất.

$$|V_u| \leq |VL2| \dots (6)$$

(6) Trong thiết bị làm nguội tấm thép mạ nhúng nóng theo mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (5), thiết bị làm nguội sơ bộ có thể bao gồm nhiều vòi phun làm nguội sơ bộ mà độc lập riêng biệt.

(7) Trong thiết bị làm nguội tấm thép mạ nhúng nóng theo mục (6), thiết bị làm nguội sơ bộ có thể được tạo khe, mà xuyên qua đó khí làm nguội sơ bộ mà được sử dụng để làm nguội tấm thép mạ nhúng nóng được thoát, khe này

nằm giữa các vôi phun làm nguội sơ bộ kề nhau.

(8) Trong thiết bị làm nguội tấm thép mạ nhúng nóng theo mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (5), thiết bị làm nguội chính và thiết bị làm nguội sơ bộ có thể được tạo kết cấu liền khối với nhau.

Hiệu quả của sáng chế

Theo khía cạnh này, có thể hạn chế sự xuất hiện của vết nứt trên bề mặt của tấm thép mạ nhúng nóng (bề mặt của lớp mạ) trong quy trình sản xuất tấm thép mạ nhúng nóng mà trong đó độ dày của tấm thép mạ là kim loại nền lớn, và độ dày của lớp mạ lớn.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1A là hình vẽ thể hiện dưới dạng giản đồ thiết bị làm nguội 10 cho tấm thép mạ nhúng nóng PS theo phương án của sáng chế (hình vẽ khi thiết bị làm nguội 10 được nhìn từ hướng bề rộng của tấm thép mạ nhúng nóng PS).

Fig.1B là hình vẽ thể hiện dưới dạng giản đồ thiết bị làm nguội 10 cho tấm thép mạ nhúng nóng PS theo phương án của sáng chế (hình vẽ khi thiết bị làm nguội 10 được nhìn từ hướng chiều dày của tấm thép mạ nhúng nóng PS).

Fig.2 là hình vẽ được phóng to của mặt bao quanh vị trí xung đột khí P1 của mức thấp nhất trong bộ phận làm nguội sơ bộ.

Fig.3A là hình vẽ phác họa thể hiện khía cạnh mà trong đó màng oxit của lớp mạ có khả năng chảy xuống trong trường hợp mà nhiệt độ của tấm cao (trường hợp mà khả năng chảy của lớp mạ cao).

Fig.3B là hình vẽ phác họa thể hiện khía cạnh mà trong đó màng oxit của lớp mạ có khả năng chảy xuống trong trường hợp mà nhiệt độ của tấm thấp (trường hợp mà khả năng chảy của lớp mạ thấp).

Fig.4 là hình vẽ thể hiện mối quan hệ giữa nhiệt độ của tấm trước khi được làm nguội và vận tốc dòng giới hạn xuất hiện vết nứt trên bề mặt của tấm thép mạ nhúng nóng PS.

Fig.5 là hình vẽ thể hiện ví dụ cải biến của phương án này.

Fig.6 là hình vẽ thể hiện ví dụ cải biến của phương án này.

Fig.7 là hình vẽ thể hiện ví dụ cải biến của phương án này.

Fig.8A là hình vẽ khi thiết bị làm nguội 100 theo giải pháp kỹ thuật liên quan được nhìn từ hướng bề rộng của tấm thép mạ nhúng nóng PS.

Fig.8B là hình vẽ khi thiết bị làm nguội 100 theo giải pháp kỹ thuật liên quan được nhìn từ hướng chiều dày của tấm thép mạ nhúng nóng PS (theo hướng vuông góc với bề mặt của tấm thép mạ nhúng nóng PS).

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây, phương án của sáng chế sẽ được mô tả chi tiết có dựa vào các hình vẽ kèm theo.

Fig.1A và Fig.1B là các hình vẽ thể hiện dưới dạng giản đồ thiết bị làm nguội 10 cho tấm thép mạ nhúng nóng PS theo phương án này. Fig.1A là hình vẽ khi thiết bị làm nguội 10 được nhìn từ hướng bề rộng của tấm thép mạ nhúng nóng PS. Fig.1B là hình vẽ khi thiết bị làm nguội 10 được nhìn từ hướng chiều dày (hướng mà vuông góc với bề mặt của tấm thép mạ nhúng nóng PS) của tấm thép mạ nhúng nóng PS.

Như được thể hiện trên Fig.1A, tấm thép S mà là kim loại nền của tấm thép mạ nhúng nóng PS, được ngâm trong bể mạ nhúng nóng 3 trong chảo mạ nhúng nóng 2 qua đầu 1. Tấm thép S được kéo lên khỏi bể mạ nhúng nóng 3 qua con lăn gấp nếp trong bể 4 và con lăn đỡ trong bể 5 được bố trí trong chảo mạ nhúng nóng 2, và được vận chuyển như tấm thép mạ nhúng nóng PS mà trong đó lớp mạ được tạo ra trên bề mặt của nó theo phương thẳng đứng hướng lên.

Trong hành trình vận chuyển (hành trình vận chuyển mà trong đó theo phương thẳng đứng hướng lên được định như hướng vận chuyển Z) của tấm thép mạ nhúng nóng PS, thiết bị kiểm soát độ dày mạ 6 kiểm soát độ dày lớp mạ của tấm thép mạ nhúng nóng PS được bố trí tại vị trí mà nằm ở phía trên của chảo

mạ nhúng nóng 2. Thiết bị kiểm soát độ dày mạ 6 bao gồm cặp vòi phun làm sạch 7 và 8 được bố trí đối diện nhau qua tấm thép mạ nhúng nóng PS mà được đặt ở khoảng không ở giữa. Khí làm khô được phun từ mỗi trong số các vòi phun làm sạch 7 và 8 dọc theo hướng chiều dày của tấm thép mạ nhúng nóng PS, và do đó độ dày lớp mạ của tấm thép mạ nhúng nóng PS được điều chỉnh.

Thiết bị làm nguội 10 được bố trí ở phía trên của thiết bị kiểm soát độ dày mạ 6 trong hành trình vận chuyển của tấm thép mạ nhúng nóng PS. Thiết bị làm nguội 10 bao gồm thiết bị làm nguội chính 20 và thiết bị làm nguội sơ bộ 30. Thiết bị làm nguội chính 20 bao gồm cặp thiết bị phun khí làm nguội chính 21 và 22 được bố trí đối diện nhau qua tấm thép mạ nhúng nóng PS mà được đặt ở khoảng không ở giữa.

Thiết bị làm nguội chính 20 tương ứng với thiết bị làm nguội 100 theo giải pháp kỹ thuật liên quan, và chủ yếu đóng vai trò làm nguội nhanh và cưỡng bức tấm thép mạ nhúng nóng PS để ngăn chặn việc sinh ra lớp hợp kim mà gây ra sự bong tróc lớp mạ. Tức là, thiết bị phun khí làm nguội chính 21 phun theo phương thẳng đứng khí làm nguội chính Gc đến một bề mặt (mặt trước) của tấm thép mạ nhúng nóng PS. Thiết bị phun khí làm nguội chính 22 phun theo phương thẳng đứng khí làm nguội chính Gc đến bề mặt còn lại (mặt sau) của tấm thép mạ nhúng nóng PS.

Hơn nữa, khi khí làm nguội chính Gc được phun từ thiết bị phun khí làm nguội chính 21 và thiết bị phun khí làm nguội chính 22, đối với trường hợp mà có thiết bị làm nguội 100 theo giải pháp kỹ thuật liên quan, luồng khí đi xuống Gd mà đi xuống dọc theo cả hai bề mặt của tấm thép mạ nhúng nóng PS từ cửa nạp của thiết bị làm nguội chính 20 xuất hiện.

Như được thể hiện trên Fig.1B, nhiều vòi phun rãnh 21a kéo dài dọc theo hướng bề rộng của tấm thép mạ nhúng nóng PS được tạo ra trên bề mặt mà đối mặt với mặt trước của tấm thép mạ nhúng nóng PS, giữa các bề mặt của thiết bị phun khí làm nguội chính 21. Khí làm nguội chính Gc được phun theo phương thẳng đứng đến mặt trước của tấm thép mạ nhúng nóng PS từ vòi phun rãnh 21a,

và do đó khí làm nguội chính Gc được phun đều đến toàn bộ mặt trước của tấm thép mạ nhúng nóng PS.

Hơn nữa, mặc dù không được thể hiện trên hình vẽ Fig.1B, nhiều vòi phun rãnh, mà kéo dài dọc theo hướng bề rộng của tấm thép mạ nhúng nóng PS cũng được tạo ra trên bề mặt mà đối mặt với mặt sau của tấm thép mạ nhúng nóng PS, ở giữa các bề mặt của thiết bị phun khí làm nguội chính 22.

Ngoài ra, vòi phun khí làm nguội chính mà được tạo ra trong thiết bị phun khí làm nguội chính 21 và 22 mà không được giới hạn ở vòi phun rãnh. Chẳng hạn, như vòi phun khí làm nguội chính, vòi phun tròn và tương tự có thể được sử dụng để thay thế vòi phun rãnh.

Thiết bị làm nguội sơ bộ 30 được tạo ra trong bộ phận (bộ phận làm nguội sơ bộ) mà nằm giữa thiết bị làm nguội chính 20 và thiết bị kiểm soát độ dày mạ 6 trong hành trình vận chuyển của tấm thép mạ nhúng nóng PS, và đóng vai trò ngăn chặn sự xuất hiện vết nhăn W trong tấm thép mạ nhúng nóng PS chủ yếu ở bộ phận làm nguội sơ bộ. Thiết bị làm nguội sơ bộ 30 phun khí làm nguội sơ bộ Gs đến nhiều (theo phương án này, chẳng hạn là ba) vị trí xung đột khí P1, P2, và P3 mà được bố trí dọc theo bộ phận làm nguội sơ bộ, theo hướng chéo lên.

Cụ thể hơn, thiết bị làm nguội sơ bộ 30 bao gồm cặp vòi phun làm nguội sơ bộ thứ nhất 31 và 32, cặp vòi phun làm nguội sơ bộ thứ hai 33 và 34, và cặp vòi phun làm nguội sơ bộ thứ ba 35 và 36. Vòi phun làm nguội sơ bộ là các vòi phun độc lập mà trong đó vị trí vòi phun, hướng phun khí làm nguội sơ bộ Gs, và vận tốc dòng phun (tốc độ dòng khí phun ra) của khí làm nguội sơ bộ Gs có thể được điều chỉnh riêng biệt.

Vòi phun làm nguội sơ bộ thứ nhất 31 được bố trí về phía mặt trước của tấm thép mạ nhúng nóng PS, và phun khí làm nguội sơ bộ Gs đến vị trí xung đột khí P1 từ phía mặt trước của tấm thép mạ nhúng nóng PS theo hướng chéo lên. Vòi phun làm nguội sơ bộ thứ nhất 32 được bố trí về phía mặt sau của tấm thép mạ nhúng nóng PS, và phun khí làm nguội sơ bộ Gs đến vị trí xung đột khí P1

từ phía mặt sau của tấm thép mạ nhúng nóng PS theo hướng chéo lên.

Như được thể hiện trên Fig.1B, vòi phun làm nguội sơ bộ thứ nhất 31 và 32 được tạo kết cấu để kéo dài dọc theo hướng bề rộng của tấm thép mạ nhúng nóng PS. Tức là, khí làm nguội sơ bộ Gs mà được phun từ vòi phun làm nguội sơ bộ thứ nhất 31 và 32 được phun một cách đồng đều dọc theo hướng bề rộng của tấm thép mạ nhúng nóng PS.

Như được thể hiện trên Fig.1A, góc mà được tạo thành bởi hướng phun khí làm nguội sơ bộ Gs mà được phun từ vòi phun làm nguội sơ bộ thứ nhất 31, và hướng vận chuyển Z của tấm thép mạ nhúng nóng PS, được xác định là góc α_1 . Ngoài ra, góc mà được tạo thành bởi hướng phun khí làm nguội sơ bộ Gs mà được phun từ vòi phun làm nguội sơ bộ thứ nhất 32, và hướng vận chuyển Z của tấm thép mạ nhúng nóng PS, được xác định là α_2 . Góc α_1 mà được tạo thành bởi vòi phun làm nguội sơ bộ thứ nhất 31 và góc α_2 mà được tạo thành bởi vòi phun làm nguội sơ bộ thứ nhất 32 được điều chỉnh để có cùng trị số.

Hơn nữa, vị trí của vòi phun làm nguội sơ bộ thứ nhất 31 và vị trí của vòi phun làm nguội sơ bộ thứ nhất 32 theo hướng vận chuyển Z là giống nhau. Tức là, vòi phun làm nguội sơ bộ thứ nhất 31 và 32 được tạo ra ở vị trí có cùng độ cao.

Vòi phun làm nguội sơ bộ thứ hai 33 được bố trí ở phía trên của vòi phun làm nguội sơ bộ thứ nhất 31 về phía mặt trước của tấm thép mạ nhúng nóng PS, và phun khí làm nguội sơ bộ Gs đến vị trí xung đột khí P2 từ phía mặt trước của tấm thép mạ nhúng nóng PS theo hướng chéo lên. Vòi phun làm nguội sơ bộ thứ hai 34 được bố trí ở phía trên của vòi phun làm nguội sơ bộ thứ nhất 32 về phía mặt sau của tấm thép mạ nhúng nóng PS, và phun khí làm nguội sơ bộ Gs đến vị trí xung đột khí P2 từ phía mặt sau của tấm thép mạ nhúng nóng PS theo hướng chéo lên.

Như được thể hiện trên Fig.1B, vòi phun làm nguội sơ bộ thứ hai 33 và 34 được tạo kết cấu để kéo dài dọc theo hướng bề rộng của tấm thép mạ nhúng

nóng PS. Tức là, khí làm nguội sơ bộ Gs mà được phun từ vòi phun làm nguội sơ bộ thứ hai 33 và 34, được phun một cách đồng đều dọc theo hướng bề rộng của tấm thép mạ nhúng nóng PS.

Như được thể hiện trên Fig.1A, góc mà được tạo thành bởi hướng phun khí làm nguội sơ bộ Gs mà được phun từ vòi phun làm nguội sơ bộ thứ hai 33, và hướng vận chuyển Z của tấm thép mạ nhúng nóng PS, được xác định là góc α_3 . Ngoài ra, góc mà được tạo thành bởi hướng phun khí làm nguội sơ bộ Gs mà được phun từ vòi phun làm nguội sơ bộ thứ hai 34, và hướng vận chuyển Z của tấm thép mạ nhúng nóng PS, được xác định là α_4 . Góc α_3 được tạo thành bởi vòi phun làm nguội sơ bộ thứ hai 33 và góc α_4 được tạo thành bởi vòi phun làm nguội sơ bộ thứ hai 34 được điều chỉnh để có cùng trị số.

Hơn nữa, vị trí của vòi phun làm nguội sơ bộ thứ hai 33 và vị trí của vòi phun làm nguội sơ bộ thứ hai 34 theo hướng vận chuyển Z là giống nhau. Tức là, vòi phun làm nguội sơ bộ thứ hai 33 và 34 được tạo ra ở vị trí có cùng độ cao.

Vòi phun làm nguội sơ bộ thứ ba 35 được bố trí ở phía trên của vòi phun làm nguội sơ bộ thứ hai 33 về phía mặt trước của tấm thép mạ nhúng nóng PS, và phun khí làm nguội sơ bộ Gs đến vị trí xung đột khí P3 từ phía mặt trước của tấm thép mạ nhúng nóng PS theo hướng chéo lên. Vòi phun làm nguội sơ bộ thứ ba 36 được bố trí ở phía trên của vòi phun làm nguội sơ bộ thứ hai 34 về phía mặt sau của tấm thép mạ nhúng nóng PS, và phun khí làm nguội sơ bộ Gs đến vị trí xung đột khí P3 từ phía mặt sau của tấm thép mạ nhúng nóng PS theo hướng chéo lên.

Như được thể hiện trên Fig.1B, vòi phun làm nguội sơ bộ thứ ba 35 và 36 được tạo kết cấu để kéo dài dọc theo hướng bề rộng của tấm thép mạ nhúng nóng PS. Tức là, khí làm nguội sơ bộ Gs mà được phun từ vòi phun làm nguội sơ bộ thứ ba 35 và 36, được phun một cách đồng đều dọc theo hướng bề rộng của tấm thép mạ nhúng nóng PS.

Như được thể hiện trên Fig.1A, góc mà được tạo thành bởi hướng phun

khí làm nguội sơ bộ Gs mà được phun từ vòi phun làm nguội sơ bộ thứ ba 35, và hướng vận chuyển Z của tấm thép mạ nhúng nóng PS, được xác định là góc α_5 . Ngoài ra, góc mà được tạo thành bởi hướng phun khí làm nguội sơ bộ Gs mà được phun từ vòi phun làm nguội sơ bộ thứ ba 36, và hướng vận chuyển Z của tấm thép mạ nhúng nóng PS, được xác định là α_6 . Góc α_5 được tạo thành bởi vòi phun làm nguội sơ bộ thứ ba 35 và góc α_6 được tạo thành bởi vòi phun làm nguội sơ bộ thứ ba 36 được điều chỉnh để có cùng trị số.

Hơn nữa, vị trí của vòi phun làm nguội sơ bộ thứ ba 35 và vị trí của vòi phun làm nguội sơ bộ thứ ba 36 theo hướng vận chuyển Z là giống nhau. Tức là, vòi phun làm nguội sơ bộ thứ ba 35 và 36 được tạo ra ở vị trí có cùng độ cao.

Trong thiết bị làm nguội sơ bộ 30, vị trí xung đột khí càng gần mức thấp của bộ phận làm nguội sơ bộ, thì góc mà được tạo thành bởi hướng phun khí làm nguội sơ bộ Gs và hướng vận chuyển Z của tấm thép mạ nhúng nóng PS càng trở nên bé. Tức là, các góc α_1 , α_3 , và α_5 được điều chỉnh để thỏa mãn biểu thức quan hệ (1) sau đây. Ngoài ra, các góc α_2 , α_4 , và α_6 được điều chỉnh để thỏa mãn biểu thức quan hệ (2) sau đây.

$$\alpha_5 > \alpha_3 > \alpha_1 \dots (1)$$

$$\alpha_6 > \alpha_4 > \alpha_2 \dots (2)$$

$$(\text{ở đây, } \alpha_1 = \alpha_2, \alpha_3 = \alpha_4, \text{ và } \alpha_5 = \alpha_6)$$

Như được mô tả nêu trên, thiết bị làm nguội sơ bộ 30 có thể được tạo khe mà xuyên qua đó khí làm nguội sơ bộ Gs mà được sử dụng để làm nguội tấm thép mạ nhúng nóng PS được thoát, khe này nằm giữa các vòi phun làm nguội sơ bộ kề nhau.

Fig.2 là hình vẽ phối cảnh được phóng to của vị trí xung đột khí P1 của mức thấp nhất trong bộ phận làm nguội sơ bộ. Như được thể hiện trên Fig.2, thiết bị làm nguội sơ bộ 30 theo phương án này còn bao gồm các cảm biến nhiệt độ 31a và 32a, các cảm biến vận tốc dòng thứ nhất 31b và 32b, và thiết bị kiểm soát thứ nhất 37.

Cảm biến nhiệt độ 31a phát hiện nhiệt độ bề mặt của tấm thép mạ nhôm nóng PS về phía mặt trước tại vị trí xung đột khí P1 của mức thấp nhất, và cung cấp tín hiệu thể hiện kết quả phát hiện nhiệt độ đến thiết bị kiểm soát thứ nhất 37. Cảm biến nhiệt độ 32a phát hiện nhiệt độ bề mặt của tấm thép mạ nhôm nóng PS về phía mặt sau tại vị trí xung đột khí P1 của mức thấp nhất, và cung cấp tín hiệu thể hiện kết quả phát hiện nhiệt độ đến thiết bị kiểm soát thứ nhất 37.

Cảm biến vận tốc dòng thứ nhất 31b phát hiện vận tốc dòng của luồng khí mà chảy hướng xuống từ vị trí xung đột khí P1 của mức thấp nhất dọc theo bề mặt (mặt trước) của tấm thép mạ nhôm nóng PS, và cung cấp tín hiệu thể hiện kết quả phát hiện vận tốc dòng đến thiết bị kiểm soát thứ nhất 37. Cảm biến vận tốc dòng thứ nhất 32b phát hiện vận tốc dòng của luồng khí mà chảy hướng xuống từ vị trí xung đột khí P1 của mức thấp nhất dọc theo bề mặt (mặt sau) của tấm thép mạ nhôm nóng PS, và cung cấp tín hiệu thể hiện kết quả phát hiện vận tốc dòng đến thiết bị kiểm soát thứ nhất 37.

Thiết bị kiểm soát thứ nhất 37 kiểm soát vận tốc dòng phun của khí làm nguội sơ bộ Gs mà được phun từ mỗi trong số các vòi phun làm nguội sơ bộ thứ nhất 31 và 32 đến vị trí xung đột khí P1 của mức thấp nhất trên cơ sở các kết quả phát hiện nhiệt độ mà thu được từ các cảm biến nhiệt độ 31a và 32a, và các kết quả phát hiện vận tốc dòng mà thu được từ các cảm biến vận tốc dòng thứ nhất 31b và 32b. Ngoài ra, sự vận hành chi tiết của thiết bị kiểm soát thứ nhất 37 sẽ được mô tả sau.

Sau đây, việc mô tả sẽ được đưa ra về hiệu quả vận hành của thiết bị làm nguội 10 theo phương án này.

Như được mô tả nêu trên, khi độ dày của tấm thép S mà là kim loại nền tăng, và cả độ dày của lớp mạ tăng (khi lượng bám dính lớp mạ tăng) thì màng oxit trên bề mặt của lớp mạ có thể chảy xuống từ lân cận vùng tâm theo hướng bề rộng của tấm thép mạ nhôm nóng PS do trọng lượng của nó.

Như được thể hiện trên Fig.3A, xét thấy rằng sự chảy xuống của màng

oxit có thể xảy ra cụ thể là tại giai đoạn đầu của quá trình đóng rắn của lớp mạ, tức là, ở trạng thái mà khả năng chảy của lớp mạ cao do nhiệt độ của tấm cao (tức là, nhiệt độ của tấm thép S) của tấm thép mạ nhúng nóng PS ngay sau khi tấm thép mạ nhúng nóng PS này được kéo lên khỏi bể mạ. Ở giai đoạn này khi mà khả năng chảy của lớp mạ cao, xét thấy rằng sự chảy xuống của màng oxit có khả năng được mở rộng do luồng khí đi xuống Gd mà được phun từ cửa nạp của thiết bị làm nguội chính 20. Mặt khác, như được thể hiện trên Fig.3B, khi nhiệt độ của tấm thép mạ nhúng nóng PS được giảm xuống, và quá trình đóng rắn của lớp mạ đang được tiến hành, và do đó khả năng chảy của lớp mạ giảm, xét thấy rằng sự chảy xuống của màng oxit ít có khả năng xảy ra.

Theo đó, xét thấy rằng biện pháp đối phó việc hạn chế xuất hiện vết nhăn W mà gây ra bởi sự chảy xuống của màng oxit, có hiệu quả làm nguội sơ bộ xuống (thúc đẩy quá trình đóng rắn của lớp mạ) tấm thép mạ nhúng nóng PS trong khi ngăn chặn luồng khí đi xuống Gd mà được phun từ cửa nạp của thiết bị làm nguội chính 20 trong hành trình vận chuyển (tức là, bộ phận làm nguội sơ bộ) mà nằm giữa thiết bị kiểm soát độ dày mạ 6 và thiết bị làm nguội chính 20.

Các nhà sáng chế đã nghiên cứu mối quan hệ giữa nhiệt độ của tấm trước khi làm nguội và vận tốc dòng giới hạn xuất hiện vết nhăn mà tại đó vết nhăn W xuất hiện trên bề mặt của tấm thép mạ nhúng nóng PS nhờ sử dụng thiết bị làm nguội 100 của giải pháp kỹ thuật liên quan để xác minh tính hiệu quả của biện pháp đối phó nêu trên. Ở đây, nhiệt độ của tấm trước khi làm nguội thể hiện nhiệt độ của tấm thép mạ nhúng nóng PS được xác định ở ngay phía dưới (phía cửa nạp của thiết bị làm nguội 100) của thiết bị làm nguội 100. Hơn nữa, vận tốc dòng giới hạn xuất hiện vết nhăn thể hiện vận tốc dòng (vận tốc dòng cực đại mà tại đó vết nhăn W xuất hiện) mà được xác định ở ngay phía dưới của thiết bị làm nguội 100, của khí mà chảy dọc theo bề mặt của tấm thép mạ nhúng nóng PS. Hơn nữa, đối với việc nghiên cứu mối quan hệ nêu trên, lượng bám dính lớp mạ được hiệu chỉnh đến 150 g/m^2 trên một mặt để làm lớp mạ của tấm thép mạ nhúng nóng PS dày.

Như được thể hiện trên Fig.4, trong trường hợp mà luồng khí hướng lên xuất hiện trên bề mặt của tấm thép mạ nhôm nóng PS ở ngay phía dưới của thiết bị làm nguội 100, nếu vận tốc dòng của nó bằng hoặc thấp hơn vận tốc định trước (vận tốc dòng đi lên giới hạn: trên Fig.4, khoảng 60 m/s), vết nứt W không xảy ra bất chấp nhiệt độ của tấm. Sau đây, vận tốc dòng đi lên giới hạn (60 m/s mà được thể hiện trên Fig.4) mà tại đó vết nứt W xuất hiện trên bề mặt của tấm thép mạ nhôm nóng PS, được xác định là vận tốc dòng đi lên giới hạn xuất hiện vết nứt VL2 (m/s). Mặt khác, trong trường hợp mà luồng khí hướng xuống (tương ứng với luồng khí đi xuống Gd) xuất hiện trên bề mặt của tấm thép mạ nhôm nóng PS ở ngay phía dưới của thiết bị làm nguội 100, nhiệt độ của tấm càng cao thì vết nứt W có khả năng xảy ra ở vận tốc dòng (vận tốc dòng đi xuống giới hạn) mà thấp hơn vận tốc dòng của luồng khí hướng lên càng lớn. Sau đây, vận tốc dòng đi xuống giới hạn mà tại đó vết nứt W xuất hiện trên bề mặt của tấm thép mạ nhôm nóng PS, được xác định là vận tốc dòng đi xuống giới hạn xuất hiện vết nứt VL1 (m/s).

Hơn nữa, khi vận tốc dòng đi xuống giới hạn xuất hiện vết nứt VL1 mà được thể hiện trên Fig.4 được xấp xỉ bằng công thức hồi quy, vận tốc dòng đi xuống giới hạn xuất hiện vết nứt VL1 có thể được thể hiện bởi biểu thức (3) dưới đây mà là hàm bậc hai của nhiệt độ của tấm T. Trong các biểu thức (3) dưới đây, A, B, C, và D là các số nguyên.

$$VL1=A \cdot (T-C)^2+B \cdot (T-C)-D \dots (3)$$

Từ nghiên cứu được mô tả nêu trên, có thể thấy rằng nhiệt độ của tấm càng cao, tức là, khả năng chảy của lớp mạ càng cao thì sự chảy xuống của màng oxit có khả năng xuất hiện càng cao ngay cả khi vận tốc dòng của luồng khí hướng xuống thấp. Nguyên nhân của điều này được xem xét như sau. Tức là, khả năng chảy của lớp mạ càng cao thì sự chảy xuống của màng oxit có khả năng xảy ra do trọng lượng của chính màng oxit càng lớn. Theo đó, khi nhiệt độ của tấm cao, cần thiết phải hạn chế thêm luồng khí hướng xuống để hạn chế sự chảy xuống của màng oxit.

Tính hiệu quả của biện pháp đối phó nêu trên được xác nhận từ kết quả nghiên cứu được mô tả nêu trên. Về biện pháp đối phó nhằm ngăn chặn sự xuất hiện vết nứt W mà gây ra bởi sự chảy xuống của màng oxit, các nhà sáng chế đã phát hiện ra hai biện pháp đối phó dưới đây trên cơ sở kết quả nghiên cứu được mô tả nêu trên.

(Biện pháp đối phó 1) Khí làm nguội sơ bộ được phun đến nhiều vị trí xung đột khí, mà được bố trí dọc theo hành trình vận chuyển (bộ phận làm nguội sơ bộ) mà nằm giữa thiết bị kiểm soát độ dày mạ 6 và thiết bị làm nguội chính 20, theo hướng chếch lên.

(Biện pháp đối phó 2) các vị trí xung đột khí càng gần mức thấp của bộ phận làm nguội sơ bộ (tức là, nhiệt độ của tấm càng cao), thì góc mà được tạo thành hướng phun khí làm nguội sơ bộ Gs và hướng vận chuyển Z của tấm thép mạ nhúng nóng PS càng cần được hiệu chỉnh nhỏ.

Khi sử dụng biện pháp đối phó 1, có thể làm nguội sơ bộ tấm thép mạ nhúng nóng PS (để thúc đẩy quá trình đóng rắn của lớp mạ) trong khi ngăn chặn luồng khí đi xuống Gd mà được phun từ cửa nạp của thiết bị làm nguội chính 20. Ngoài ra, khi sử dụng biện pháp đối phó 2, nhiệt độ của tấm càng cao (tức là, khả năng chảy của lớp mạ càng cao), thì càng có thể hạn chế luồng khí đi xuống Gd. Khi góc mà được tạo thành bởi hướng phun khí làm nguội sơ bộ Gs và hướng vận chuyển Z của tấm thép mạ nhúng nóng PS được hiệu chỉnh bé, thì hiệu quả của việc đỡ màng oxit bởi khí làm nguội sơ bộ Gs từ phía xiên xuống cũng thu được, và do đó có thể còn hạn chế hiệu quả sự chảy xuống của màng oxit.

Thiết bị làm nguội 10 theo phương án này bao gồm thiết bị làm nguội sơ bộ 30 dùng cho việc thực hiện các biện pháp đối phó 1 và 2 được mô tả nêu trên. Tức là, thiết bị làm nguội sơ bộ 30 bao gồm ba vòi phun làm nguội sơ bộ (vòi phun làm nguội sơ bộ thứ nhất 31, vòi phun làm nguội sơ bộ thứ hai 33, và vòi phun làm nguội sơ bộ thứ ba 35) mà được tạo kết cấu để phun khí làm nguội sơ bộ Gs đến ba vị trí xung đột khí P1, P2, và P3, mà được bố trí dọc theo bộ phận làm nguội sơ bộ, từ phía mặt trước của tấm thép mạ nhúng nóng PS theo hướng

chéch lên, và ba vòi phun làm nguội sơ bộ (vòi phun làm nguội sơ bộ thứ nhất 32, vòi phun làm nguội sơ bộ thứ hai 34, và vòi phun làm nguội sơ bộ thứ ba 36) mà được tạo kết cấu để phun khí làm nguội sơ bộ Gs đến các vị trí xung đột khí P1, P2, và P3 từ phía mặt sau của tấm thép mạ nhúng nóng PS theo hướng chéch lên.

Ngoài ra, trong thiết bị làm nguội sơ bộ 30, các vị trí xung đột khí càng gần mức thấp của các bộ phận làm nguội sơ bộ, thì góc mà được tạo thành bởi hướng phun khí làm nguội sơ bộ Gs và hướng vận chuyển Z của tấm thép mạ nhúng nóng PS càng trở nên nhỏ. Tức là, góc α_1 được tạo thành bởi vòi phun làm nguội sơ bộ thứ nhất 31, góc α_3 được tạo thành bởi vòi phun làm nguội sơ bộ thứ hai 33, và góc α_5 được tạo thành bởi vòi phun làm nguội sơ bộ thứ ba 35 được điều chỉnh để thỏa mãn biểu thức quan hệ (1) sau đây. Ngoài ra, góc α_2 được tạo thành bởi vòi phun làm nguội sơ bộ thứ nhất 32, góc α_4 được tạo thành bởi vòi phun làm nguội sơ bộ thứ hai 34, và góc α_6 được tạo thành bởi vòi phun làm nguội sơ bộ thứ ba 36 được điều chỉnh để thỏa mãn biểu thức quan hệ (2) sau đây.

$$\alpha_5 > \alpha_3 > \alpha_1 \dots (1)$$

$$\alpha_6 > \alpha_4 > \alpha_2 \dots (2)$$

$$(\text{ở đây, } \alpha_1 = \alpha_2, \alpha_3 = \alpha_4, \text{ và } \alpha_5 = \alpha_6)$$

Theo kết cấu của thiết bị làm nguội sơ bộ 30 mà dùng cho việc thực hiện các biện pháp đối phó 1 và 2 được mô tả nêu trên, ngay cả trong trường hợp mà tấm thép S là kim loại nền, và lớp mạ dày, vẫn có thể hạn chế sự chảy xuống của màng oxit trên bề mặt của lớp mạ trên toàn bộ bộ phận làm nguội sơ bộ mà nằm trong khoảng từ thiết bị kiểm soát độ dày mạ 6 đến thiết bị làm nguội chính 20. Kết quả là, theo thiết bị làm nguội 10 của phương án này, trong quy trình sản xuất tấm thép mạ nhúng nóng PS mà trong đó độ dày của tấm thép S mà là kim loại nền dày, và độ dày của lớp mạ là dày thì có thể hạn chế sự xuất hiện của vết nhăn W trên bề mặt (bề mặt của lớp mạ) của tấm thép mạ nhúng nóng PS.

Ở đây, theo phương án này, kết quả phát hiện nhiệt độ (nhiệt độ bề mặt của tấm thép mạ nhúng nóng PS về phía mặt trước tại vị trí xung đột khí P1 của mức thấp nhất) mà thu được từ cảm biến nhiệt độ 31a được xác định là T ($^{\circ}\text{C}$). Ngoài ra, kết quả phát hiện vận tốc dòng (vận tốc dòng của luồng khí mà chảy hướng xuống từ vị trí xung đột khí P1 của mức thấp nhất dọc theo bề mặt (mặt trước) của tấm thép mạ nhúng nóng PS) mà thu được từ cảm biến vận tốc dòng thứ nhất 31b được xác định là V_d (m/s). Ngoài ra, như được mô tả nêu trên, vận tốc dòng đi xuống giới hạn mà tại đó vết nứt W xuất hiện trên bề mặt của tấm thép mạ nhúng nóng PS, được xác định là vận tốc dòng đi xuống giới hạn xuất hiện vết nứt $VL1$ (m/s).

Thiết bị kiểm soát thứ nhất 37 của thiết bị làm nguội sơ bộ 30 theo phương án này kiểm soát vận tốc dòng phun của khí làm nguội sơ bộ G_s mà được phun đến vị trí xung đột khí P1 từ vòi phun làm nguội sơ bộ thứ nhất 31 trên cơ sở kết quả phát hiện nhiệt độ t mà thu được từ cảm biến nhiệt độ 31a và kết quả phát hiện vận tốc dòng V_d mà thu được từ cảm biến vận tốc dòng thứ nhất 31b để các biểu thức (3) và (4) sau đây được thỏa mãn đối với vị trí xung đột khí P1 của mức thấp nhất.

$$VL1 = A \cdot (T - C)^2 + B \cdot (T - C) - D \dots (3)$$

$$|V_d| \leq |VL1| \dots (4)$$

Ngoài ra, khi nhiệt độ bắt đầu đóng rắn của tấm thép mạ nhúng nóng PS được xác định là T_s ($^{\circ}\text{C}$), trong trường hợp mà kết quả phát hiện nhiệt độ T mà thu được từ cảm biến nhiệt độ 31a thỏa mãn biểu thức điều kiện (5) sau đây, thì thiết bị kiểm soát thứ nhất 37 thực hiện việc kiểm soát vận tốc dòng phun được mô tả nêu trên. Nguyên nhân của điều này là vì biểu thức (3) thể hiện vận tốc dòng đi xuống giới hạn xuất hiện vết nứt $VL1$ chỉ được thiết lập khi phạm vi nhiệt độ được thể hiện bởi biểu thức điều kiện (5) sau đây.

$$T_s - 49 \leq T \leq T_s + 9 \dots (5)$$

Theo việc kiểm soát vận tốc dòng phun khí làm nguội sơ bộ G_s như được

mô tả nêu trên, vận tốc dòng Vd của luồng khí mà chảy hướng xuống từ vị trí xung đột khí P1 dọc theo bề mặt (mặt trước) của tấm thép mạ nhúng nóng PS thấp hơn vận tốc dòng đi xuống giới hạn xuất hiện vết nứt VL1 bất chấp nhiệt độ của tấm T. Kết quả là, có thể làm giảm sự xuất hiện của vết nứt W trên bề mặt (mặt trước) của tấm thép mạ nhúng nóng PS (tham chiếu Fig.4).

Tương tự, trong trường hợp mà kết quả phát hiện nhiệt độ T mà thu được từ cảm biến nhiệt độ 32a thỏa mãn biểu thức điều kiện (5), thiết bị kiểm soát thứ nhất 37 kiểm soát vận tốc dòng phun của khí làm nguội sơ bộ Gs mà được phun đến vị trí xung đột khí P1 từ vòi phun làm nguội sơ bộ thứ nhất 32 trên cơ sở kết quả phát hiện nhiệt độ T mà thu được từ cảm biến nhiệt độ 32a và kết quả phát hiện vận tốc dòng Vd mà thu được từ cảm biến vận tốc dòng thứ nhất 32b để các biểu thức (3) và (4) được thỏa mãn đối với vị trí xung đột khí P1 của mức thấp nhất.

Theo đó, vận tốc dòng Vd của luồng khí mà chảy hướng xuống từ vị trí xung đột khí P1 dọc theo bề mặt (mặt sau) của tấm thép mạ nhúng nóng PS thấp hơn vận tốc dòng đi xuống giới hạn xuất hiện vết nứt VL1 bất chấp nhiệt độ của tấm T. Kết quả là, có thể hạn chế sự xuất hiện của vết nứt W trên bề mặt (mặt sau) của tấm thép mạ nhúng nóng PS.

Hơn nữa, theo sáng chế, các ví dụ cải biến sau đây có thể được thực hiện mà không giới hạn ở phương án được mô tả nêu trên.

(1) Theo phương án nêu trên, việc mô tả được đưa ra với trường hợp mà nhiệt độ bề mặt của tấm thép mạ nhúng nóng PS tại vị trí xung đột khí P1 của mức thấp nhất, và vận tốc dòng của luồng khí mà chảy hướng xuống từ vị trí xung đột khí P1 của mức thấp nhất dọc theo bề mặt của tấm thép mạ nhúng nóng PS được phát hiện, và vận tốc dòng phun của khí làm nguội sơ bộ Gs mà được phun đến vị trí xung đột khí P1 của mức thấp nhất được kiểm soát trên cơ sở các kết quả phát hiện này.

Vận tốc dòng phun của khí làm nguội sơ bộ Gs có thể được kiểm soát để

cho biểu thức (3) và (4) được thỏa mãn đối với hai vị trí xung đột khí P1 và P2, hoặc để các biểu thức (3) và (4) được thỏa mãn đối với toàn bộ các vị trí xung đột khí P1, P2, và P3 mà không giới hạn ở trường hợp này. Tức là, vận tốc dòng phun của khí làm nguội sơ bộ Gs có thể được kiểm soát để cho các biểu thức (3) và (4) được thỏa mãn với ít nhất là vị trí xung đột khí P1 của mức thấp nhất.

(2) Trong phương án được mô tả nêu trên, việc mô tả đã được đưa ra đối với trường hợp mà nhiệt độ bề mặt của tấm thép mạ nhúng nóng PS tại vị trí xung đột khí P1 của mức thấp nhất, và vận tốc dòng của luồng khí mà chảy hướng xuống từ vị trí xung đột khí P1 của mức thấp nhất dọc theo bề mặt của tấm thép mạ nhúng nóng PS được phát hiện, và vận tốc dòng phun của khí làm nguội sơ bộ Gs mà được phun đến vị trí xung đột khí P1 của mức thấp nhất, được kiểm soát trên cơ sở các kết quả phát hiện này để các biểu thức (3) và (4) được thỏa mãn.

Thiết bị làm nguội sơ bộ 30A mà bao gồm kết cấu như được mô tả ở Fig.5 có thể được sử dụng mà không giới hạn ở kết cấu được mô tả nêu trên. Như được thể hiện trên Fig.5, thiết bị làm nguội sơ bộ 30A của ví dụ biến thể này còn bao gồm các cảm biến vận tốc dòng thứ hai 31c và 32c, và thiết bị kiểm soát thứ hai 38 ngoài vòi phun làm nguội sơ bộ thứ nhất 31 và 32 (không được thể hiện trên hình vẽ), vòi phun làm nguội sơ bộ thứ hai 33 và 34 (không được thể hiện trên hình vẽ), và vòi phun làm nguội sơ bộ thứ ba 35 và 36.

Cảm biến vận tốc dòng thứ hai 31c phát hiện vận tốc dòng luồng khí mà chảy hướng lên từ vị trí xung đột khí P1 của mức thấp nhất dọc theo bề mặt (mặt trước) của tấm thép mạ nhúng nóng PS, và cung cấp tín hiệu thể hiện kết quả phát hiện vận tốc dòng đến thiết bị kiểm soát thứ hai 38. Cảm biến vận tốc dòng thứ hai 32c phát hiện vận tốc dòng của luồng khí mà chảy hướng lên từ vị trí xung đột khí P1 của mức thấp nhất dọc theo bề mặt (mặt sau) của tấm thép mạ nhúng nóng PS, và cung cấp tín hiệu thể hiện kết quả phát hiện vận tốc dòng đến thiết bị kiểm soát thứ hai 38.

Thiết bị kiểm soát thứ hai 38 kiểm soát vận tốc dòng phun của khí làm

nguội sơ bộ Gs mà được phun đến vị trí xung đột khí P1 của mức thấp nhất trên cơ sở kết quả phát hiện vận tốc dòng mà thu được từ các cảm biến vận tốc dòng thứ hai 31c và 32c.

Ở đây, kết quả phát hiện vận tốc dòng mà thu được từ cảm biến vận tốc dòng thứ hai 31c được xác định là Vu (m/s), và vận tốc dòng đi lên giới hạn mà tại đó vết nhăn W xuất hiện trên bề mặt của tấm thép mạ nhúng nóng PS, được xác định là vận tốc dòng đi lên giới hạn xuất hiện vết nhăn VL2 (m/s). Như được thể hiện trên Fig.4, chẳng hạn, vận tốc dòng đi lên giới hạn xuất hiện vết nhăn VL2 được giữ nguyên là 60 (m/s).

Thiết bị kiểm soát thứ hai 38 kiểm soát vận tốc dòng phun của khí làm nguội sơ bộ Gs mà được phun từ vòi phun làm nguội sơ bộ thứ nhất 31 đến vị trí xung đột khí P1 của mức thấp nhất, trên cơ sở kết quả phát hiện vận tốc dòng Vu mà thu được từ cảm biến vận tốc dòng thứ hai 31c để biểu thức điều kiện (6) sau đây được thỏa mãn đối với vị trí xung đột khí P1 của mức thấp nhất.

$$|Vu| \leq |VL2| \dots (6)$$

Theo việc kiểm soát vận tốc dòng phun của khí làm nguội sơ bộ Gs ở ví dụ biến thể này như được mô tả nêu trên, vận tốc dòng Vu của luồng khí mà chảy hướng lên từ vị trí xung đột khí P1 dọc theo bề mặt (mặt trước) của tấm thép mạ nhúng nóng PS thấp hơn vận tốc dòng đi lên giới hạn xuất hiện vết nhăn VL2 bất chấp nhiệt độ của tấm T. Kết quả là, có thể hạn chế sự xuất hiện của vết nhăn W trên bề mặt (mặt sau) của tấm thép mạ nhúng nóng PS (tham chiếu Fig.4).

Tương tự, thiết bị kiểm soát thứ hai 38 kiểm soát vận tốc dòng phun của khí làm nguội sơ bộ Gs mà được phun đến vị trí xung đột khí P1 của mức thấp nhất từ vòi phun làm nguội sơ bộ thứ nhất 32 trên cơ sở kết quả phát hiện vận tốc dòng Vu mà thu được từ cảm biến vận tốc dòng thứ hai 32c để biểu thức điều kiện (6) được thỏa mãn đối với vị trí xung đột khí P1 của mức thấp nhất.

Theo đó, vận tốc dòng Vu của luồng khí mà chảy hướng lên từ vị trí xung đột khí P1 dọc theo bề mặt (mặt sau) của tấm thép mạ nhúng nóng PS thấp hơn

vận tốc dòng đi lên giới hạn xuất hiện vết nứt VL2 bất chấp nhiệt độ của tấm T. Kết quả là, có thể hạn chế sự xuất hiện của vết nứt W trên bề mặt (mặt sau) của tấm thép mạ nhôm nóng PS.

Hơn nữa, ngay cả ở ví dụ biến thể này, vận tốc dòng phun của khí làm nguội sơ bộ Gs có thể được kiểm soát để cho biểu thức điều kiện (6) được thỏa mãn đối với hai vị trí xung đột khí P1 và P2, hoặc để biểu thức điều kiện (6) được thỏa mãn đối với toàn bộ các vị trí xung đột khí P1, P2, và P3. Tức là, vận tốc dòng phun của khí làm nguội sơ bộ Gs có thể được kiểm soát để cho biểu thức điều kiện (6) được thỏa mãn với ít nhất là vị trí xung đột khí P1 của mức thấp nhất.

(3) Trong phương án được mô tả nêu trên, việc mô tả đã được thực hiện đối với trường hợp mà ba vị trí xung đột khí từ P1 đến P3 được bố trí trong bộ phận làm nguội sơ bộ, và thiết bị làm nguội sơ bộ 30 bao gồm ba cặp (tổng là sáu) vòi phun làm nguội sơ bộ mà lần lượt tương ứng với các vị trí xung đột khí từ P1 đến P3. Tuy nhiên, số lượng các vị trí xung đột khí mà được bố trí trong bộ phận làm nguội sơ bộ có thể là hai hoặc lớn hơn mà không giới hạn ở phương án này. Ngoài ra, số lượng (tổng số) cặp vòi phun làm nguội sơ bộ có thể được thay đổi một cách thích hợp tương ứng với số lượng các vị trí xung đột khí.

(4) Trong phương án được mô tả nêu trên, việc mô tả đã được đưa ra đối với trường hợp mà thiết bị làm nguội sơ bộ 30 bao gồm nhiều vòi phun làm nguội sơ bộ (vòi phun làm nguội sơ bộ thứ nhất 31 và 32, vòi phun làm nguội sơ bộ thứ hai 33 và 34, và vòi phun làm nguội sơ bộ thứ ba 35 và 36) mà được độc lập riêng biệt. Chẳng hạn, thiết bị làm nguội sơ bộ 40 như được thể hiện trên Fig.6 có thể được tạo ra thay vì thiết bị làm nguội sơ bộ 30 như được mô tả nêu trên.

Như được thể hiện trên Fig.6, thiết bị làm nguội sơ bộ 40 bao gồm thiết bị phun khí làm nguội sơ bộ 41 mà có chức năng của vòi phun làm nguội sơ bộ thứ nhất 31, vòi phun làm nguội sơ bộ thứ hai 33, và vòi phun làm nguội sơ bộ thứ ba 35, và thiết bị phun khí làm nguội sơ bộ 42 có chức năng của vòi phun làm nguội sơ bộ thứ nhất 32, vòi phun làm nguội sơ bộ thứ hai 34, và vòi phun

làm nguội sơ bộ thứ ba 36. Tức là, cần thiết sử dụng nhiều vòi phun làm nguội sơ bộ mà được độc lập riêng biệt tương tự như thiết bị làm nguội sơ bộ 30 miễn là các biện pháp đối phó 1 và 2 được mô tả nêu trên có thể được thực hiện.

(5) Trong phương án được mô tả nêu trên, việc mô tả đã được đưa ra đối với trường hợp mà thiết bị làm nguội chính 20 và thiết bị làm nguội sơ bộ 30 là các thiết bị độc lập riêng biệt. Ngược lại, như được thể hiện trên Fig.7, thiết bị làm nguội chính 20 và thiết bị làm nguội sơ bộ 30 có thể được tạo kết cấu liên khối với nhau. Trên Fig.7, thiết bị phun khí làm nguội thứ nhất 51 có chức năng của thiết bị phun khí làm nguội chính 21, vòi phun làm nguội sơ bộ thứ nhất 31, vòi phun làm nguội sơ bộ thứ hai 33, và vòi phun làm nguội sơ bộ thứ ba 35. Ngoài ra, thiết bị phun khí làm nguội thứ hai 52 có chức năng của thiết bị phun khí làm nguội chính 22, vòi phun làm nguội sơ bộ thứ nhất 32, vòi phun làm nguội sơ bộ thứ hai 34, và vòi phun làm nguội sơ bộ thứ ba 36.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Sau khi thực hiện việc làm nguội sơ bộ và làm nguội chính của tấm thép mạ nhúng nóng nhờ sử dụng thiết bị làm nguội theo sáng chế, tình huống xuất hiện vết nứt trên bề mặt của tấm thép mạ nhúng nóng được kiểm chứng. Bảng 1 và bảng 2 thể hiện kết quả sự kiểm chứng. Hơn nữa, ở bảng 1 và bảng 2, “số lượng mức vòi phun” tương ứng với số lượng các vị trí xung đột khí mà được bố trí trong bộ phận làm nguội sơ bộ. Ngoài ra, “vòi phun số” để chỉ các số được gán một cách liên tục từ vòi phun làm nguội sơ bộ của mức thấp nhất. Nói cách khác, “vòi phun số” chỉ các số mà được gán một cách liên tục từ vị trí xung đột khí của mức thấp nhất.

Trong bảng 1 và bảng 2, “góc α (°)” chỉ góc (chẳng hạn, chỉ α_1 và tương tự trên Fig.1A) được tạo thành bởi hướng phun khí làm nguội sơ bộ mà được phun từ vòi phun làm nguội sơ bộ đến vị trí xung đột khí, và hướng vận chuyển tấm thép mạ nhúng nóng. “Vận tốc dòng đi lên Vu (m/s)” thể hiện kết quả phát hiện (kết quả phát hiện vận tốc dòng mà thu được từ cảm biến vận tốc dòng thứ hai) của vận tốc dòng của luồng khí mà chảy hướng lên từ vị trí xung đột khí dọc

theo bề mặt của tấm thép mạ nhúng nóng PS. “Vận tốc dòng đi xuống V_d (m/s)” thể hiện kết quả phát hiện (kết quả phát hiện vận tốc dòng mà thu được từ cảm biến vận tốc dòng thứ nhất) của vận tốc dòng V_d của luồng khí mà chảy hướng xuống từ vị trí xung đột khí dọc theo bề mặt của tấm thép mạ nhúng nóng PS. Trong bảng 1 và bảng 2, hướng đi lên được xác định là phía dương, và hướng xuống được xác định là phía âm. Theo điều này, vận tốc dòng đi lên V_u được thể hiện dưới dạng trị số dương, và vận tốc dòng đi xuống V_d được thể hiện dưới dạng trị số âm. “Nhiệt độ của tấm T ($^{\circ}\text{C}$) tại vị trí vòi phun” thể hiện kết quả phát hiện (kết quả phát hiện nhiệt độ mà thu được từ cảm biến nhiệt độ) của nhiệt độ bề mặt của tấm thép mạ nhúng nóng PS tại vị trí xung đột khí.

Bảng 1

Điều kiện số	Số lượng mức vòi phun n	Vòi phun số	Góc α (°)	Vận tốc dòng đi lên Vu (m/s)	Vận tốc Dòng đi xuống Vd (m/s)	Nhiệt độ của tấm tại vị trí vòi phun T (°C)	Đánh giá vết nhăn	Ví dụ/Ví dụ so sánh
1	1	1	30	31	-14	420	D	Ví dụ so sánh
2	1	1	30	17	-6	428	D	Ví dụ so sánh
3	1	1	90	21	-20	420	D	Ví dụ so sánh
4	1	1	70	62	-44	420	D	Ví dụ so sánh
5	2	2	90	14	-14	418	C	Ví dụ
6	2	1	90	14	-14	420	C	Ví dụ
7	3	2	30	31	-14	418	B	Ví dụ
8	4	1	30	31	-14	420	C	Ví dụ
9	4	4	90	8	-8	423	C	Ví dụ
10	4	3	90	8	-8	425	B	Ví dụ
		2	90	8	-8	426	A	Ví dụ
		1	90	8	-8	428		Ví dụ
		4	90	13	-13	421		Ví dụ
		3	90	13	-13	423		Ví dụ
		2	90	13	-13	425		Ví dụ
		1	30	34	-10	428		Ví dụ
		4	50	52	-24	407		Ví dụ
		3	40	56	-20	415		Ví dụ

		2	30	50	-15	422		
		1	20	48	-10	428		
11	6	6	90	17	-17	399	A	Ví dụ
		5	90	17	-17	403		
		4	90	17	-17	407		
		3	90	17	-17	412		
		2	90	17	-17	416		
		1	90	17	-17	420		

Bảng 2

Điều kiện số	Số lượng mức vòi phun n	Vòi phun số	Góc α (°)	Vận tốc dòng đi lên Vu (m/s)	Vận tốc dòng đi xuống Vd (m/s)	Nhiệt độ của tấm tại vị trí vòi phun T (°C)	Đánh giá vết nhăn	Ví dụ/Ví dụ so sánh
12	7	7	90	17	-17	395	A	Ví dụ
		6	90	17	-17	399		
		5	90	17	-17	403		
		4	90	17	-17	407		
		3	90	17	-17	412		
		2	90	17	-17	416		
		1	90	17	-17	420		
13	7	7	80	33	-25	379	AA	Ví dụ
		6	70	38	-27	386		
		5	60	45	-27	393		

		4	50	49	-26	400		
		3	40	52	-23	408		
		2	30	58	-19	415		
		1	20	56	-14	422		
		10	50	60	-26	391		
		9	50	59	-26	400		
		8	50	52	-24	408		
		7	50	45	-20	415		
		6	50	35	-15	421		
		5	50	24	-11	427		
		4	40	21	-7	431		
		3	30	15	-4	434		
		2	30	5	-2	436		
		1	20	3	0	437		
14	10	AA						Vĩ dụ

Việc đánh giá năm mức được thực hiện đối với tình huống xuất hiện vết nhăn. Tức là, “D” chỉ trường hợp mà sản phẩm không đạt chuẩn. “C” chỉ trường hợp mà sản phẩm vừa đạt chuẩn. “B” chỉ trường hợp mà sản phẩm vượt chuẩn. “A” chỉ trường hợp mà chỉ trường hợp mà sản phẩm vượt chuẩn, và có hình thức bên ngoài vượt trội mà trong đó vết nhăn ít được tạo ra hơn. “AA” chỉ trường hợp mà chỉ trường hợp mà sản phẩm vượt chuẩn, và hình thức bên ngoài rất vượt trội mà trong đó vết nhăn hiếm khi được tạo ra.

Như được thể hiện trên bảng 1 và bảng 2, trong toàn bộ các ví dụ từ 5 đến 14 của sáng chế, tình huống xuất hiện vết nhăn của sản phẩm đạt chuẩn. Cụ thể là, xác nhận được rằng đối với việc tạo kết cấu phun khí làm nguội sơ bộ đến ba hoặc nhiều hơn các vị trí xung đột khí mà được bố trí dọc theo bộ phận làm nguội sơ bộ theo hướng chéo lên, và việc tạo kết cấu mà trong đó vị trí xung đột khí càng gần mức thấp của bộ phận làm nguội sơ bộ, thì góc α được tạo thành bởi hướng phun khí làm nguội sơ bộ và hướng vận chuyển tấm thép mạ nhúng nóng càng bé, đánh giá về tình huống xuất hiện vết nhăn cao.

Ngược lại, trong toàn bộ các ví dụ so sánh từ 1 đến 4 mà trong đó vòi phun làm nguội sơ bộ được tạo ra chỉ ở một mức (số lượng các vị trí xung đột khí mà được bố trí trong bộ phận làm nguội sơ bộ là “1”), xác nhận được rằng tình huống xuất hiện vết nhăn không đạt điểm qua với tư cách là một sản phẩm.

Mô tả vắn tắt các ký hiệu tham chiếu

- 1: đầu
- 2: chảo mạ nhúng nóng
- 3: bể mạ nhúng nóng
- 4: con lăn gấp nếp trong bể
- 5: con lăn đỡ trong bể
- 6: thiết bị kiểm soát độ dày mạ
- 7, 8: vòi phun làm khô
- 10: thiết bị làm nguội

20: thiết bị làm nguội chính
 21, 22: thiết bị phun khí làm nguội chính
 21a: vòi phun rãnh
 30, 30a, 40: thiết bị làm nguội sơ bộ
 31, 32: vòi phun làm nguội sơ bộ thứ nhất
 33, 34: vòi phun làm nguội sơ bộ thứ hai
 35, 36: vòi phun làm nguội sơ bộ thứ ba
 31a, 32a: cảm biến nhiệt độ
 31b, 32b: cảm biến vận tốc dòng thứ nhất
 31c, 32c: cảm biến vận tốc dòng thứ hai
 37: thiết bị kiểm soát thứ nhất
 38: thiết bị kiểm soát thứ hai
 41, 42: thiết bị phun khí làm nguội sơ bộ
 51: thiết bị phun khí làm nguội thứ nhất
 52: thiết bị phun khí làm nguội thứ hai
 ps: tấm thép mạ nhúng nóng
 s: tấm thép
 z: hướng vận chuyển
 w: vết nứt
 gc: khí làm nguội
 gd: luồng khí đi xuống
 gs: khí làm nguội sơ bộ
 p1: vị trí xung đột khí

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị làm nguội tấm thép mạ nhúng nóng được tạo ra ở phía trên của thiết bị kiểm soát độ dày mạ, bao gồm cặp vòi phun làm sạch, trong hành trình vận chuyển tấm thép mạ nhúng nóng mà được vận chuyển từ bể mạ theo phương thẳng đứng hướng lên, thiết bị làm nguội này bao gồm:

thiết bị làm nguội chính, bao gồm nhiều vòi phun khí làm nguội chính, phun khí làm nguội chính theo phương thẳng đứng vào tấm thép mạ nhúng nóng; và

thiết bị làm nguội sơ bộ, bao gồm nhiều vòi phun làm nguội sơ bộ, được bố trí ở bộ phận làm nguội sơ bộ nằm giữa thiết bị làm nguội chính và thiết bị kiểm soát độ dày mạ trong hành trình vận chuyển, và phun khí làm nguội sơ bộ đến nhiều vị trí xung đột khí được đặt dọc theo bộ phận làm nguội sơ bộ,

trong đó thiết bị làm nguội sơ bộ phun khí làm nguội sơ bộ đến mỗi vị trí xung đột khí theo hướng chéo lên, và

trong đó vị trí xung đột khí càng gần mức thấp của bộ phận làm nguội sơ bộ thì góc mà được tạo bởi hướng phun khí làm nguội sơ bộ và hướng vận chuyển tấm thép mạ nhúng nóng càng bé.

2. Thiết bị theo điểm 1, trong đó thiết bị làm nguội sơ bộ bao gồm:

cảm biến nhiệt độ phát hiện nhiệt độ bề mặt của tấm thép mạ nhúng nóng tại vị trí xung đột khí của ít nhất là mức thấp nhất,

cảm biến vận tốc dòng thứ nhất phát hiện vận tốc dòng của luồng khí chảy hướng xuống từ vị trí xung đột khí của ít nhất là mức thấp nhất dọc theo bề mặt của tấm thép mạ nhúng nóng, và

thiết bị kiểm soát thứ nhất được tạo kết cấu để kiểm soát vận tốc dòng phun của khí làm nguội sơ bộ mà được phun đến vị trí xung đột khí của ít nhất là mức thấp nhất trên cơ sở kết quả phát hiện nhiệt độ thu được từ cảm biến nhiệt độ và kết quả phát hiện vận tốc dòng thu được từ cảm biến vận tốc dòng thứ nhất,

và

trong đó khi kết quả phát hiện nhiệt độ thu được từ cảm biến nhiệt độ được xác định là T ($^{\circ}\text{C}$),

kết quả phát hiện vận tốc dòng thu được từ cảm biến vận tốc dòng thứ nhất được xác định là V_d (m/s), và

vận tốc dòng đi xuống giới hạn mà tại đó vết nứt xuất hiện trên bề mặt của tấm thép mạ nhôm nóng được xác định là vận tốc dòng đi xuống giới hạn xuất hiện vết nứt $VL1$ (m/s),

thiết bị kiểm soát thứ nhất được tạo kết cấu để kiểm soát vận tốc dòng phun của khí làm nguội sơ bộ mà được phun đến vị trí xung đột khí của mức thấp nhất để biểu thức (3) và biểu thức (4) sau đây được thỏa mãn đối với vị trí xung đột khí của ít nhất là mức thấp nhất,

$$VL1 = A \cdot (T - C)^2 + B \cdot (T - C) - D \quad (3)$$

$$|V_d| \leq |VL1| \quad (4)$$

(trong biểu thức (3), A , B , C , và D là các số nguyên).

3. Thiết bị theo điểm 2, trong đó khi nhiệt độ bắt đầu đóng rắn của tấm thép mạ nhôm nóng được xác định là T_s ($^{\circ}\text{C}$), thiết bị kiểm soát thứ nhất thực hiện việc kiểm soát vận tốc dòng phun trong trường hợp mà kết quả phát hiện nhiệt độ T ($^{\circ}\text{C}$) thu được từ cảm biến nhiệt độ thỏa mãn biểu thức điều kiện (5) sau đây:

$$T_s - 49 \leq T \leq T_s + 9 \quad (5).$$

4. Thiết bị theo điểm 1, trong đó thiết bị làm nguội sơ bộ bao gồm:

cảm biến vận tốc dòng thứ hai phát hiện vận tốc dòng của luồng khí chảy từ vị trí xung đột khí của ít nhất là mức thấp nhất theo hướng đi lên dọc theo bề mặt của tấm thép mạ nhôm nóng, và

thiết bị kiểm soát thứ hai được tạo kết cấu để kiểm soát vận tốc dòng phun của khí làm nguội sơ bộ mà được phun đến vị trí xung đột khí của ít nhất là mức

thấp nhất trên cơ sở kết quả phát hiện vận tốc dòng thu được từ cảm biến vận tốc dòng thứ hai, và

trong đó khi kết quả phát hiện vận tốc dòng thu được từ cảm biến vận tốc dòng thứ hai được xác định là V_u (m/s), và

vận tốc dòng đi lên giới hạn mà tại đó vết nứt xuất hiện trên bề mặt của tấm thép mạ nhôm nóng được xác định là vận tốc dòng đi lên giới hạn xuất hiện vết nứt VL2 (m/s),

thiết bị kiểm soát thứ hai được tạo kết cấu để kiểm soát vận tốc dòng phun của khí làm nguội sơ bộ mà được phun đến vị trí xung đột khí của mức thấp nhất để biểu thức (6) sau đây được thỏa mãn đối với vị trí xung đột khí của ít nhất là mức thấp nhất,

$$|V_u| \leq |VL2| \quad (6).$$

5. Thiết bị theo điểm 1, trong đó thiết bị làm nguội sơ bộ bao gồm nhiều vòi phun làm nguội sơ bộ độc lập riêng biệt.
6. Thiết bị theo điểm 5, trong đó thiết bị làm nguội sơ bộ được tạo ra có khe hở, mà qua đó khí làm nguội sơ bộ được sử dụng để làm nguội tấm thép mạ nhôm nóng được thoát ra, giữa các vòi phun làm nguội sơ bộ kề nhau.
7. Thiết bị theo điểm 1, trong đó thiết bị làm nguội chính và thiết bị làm nguội sơ bộ được tạo kết cấu liên khối với nhau.

FIG. 1A

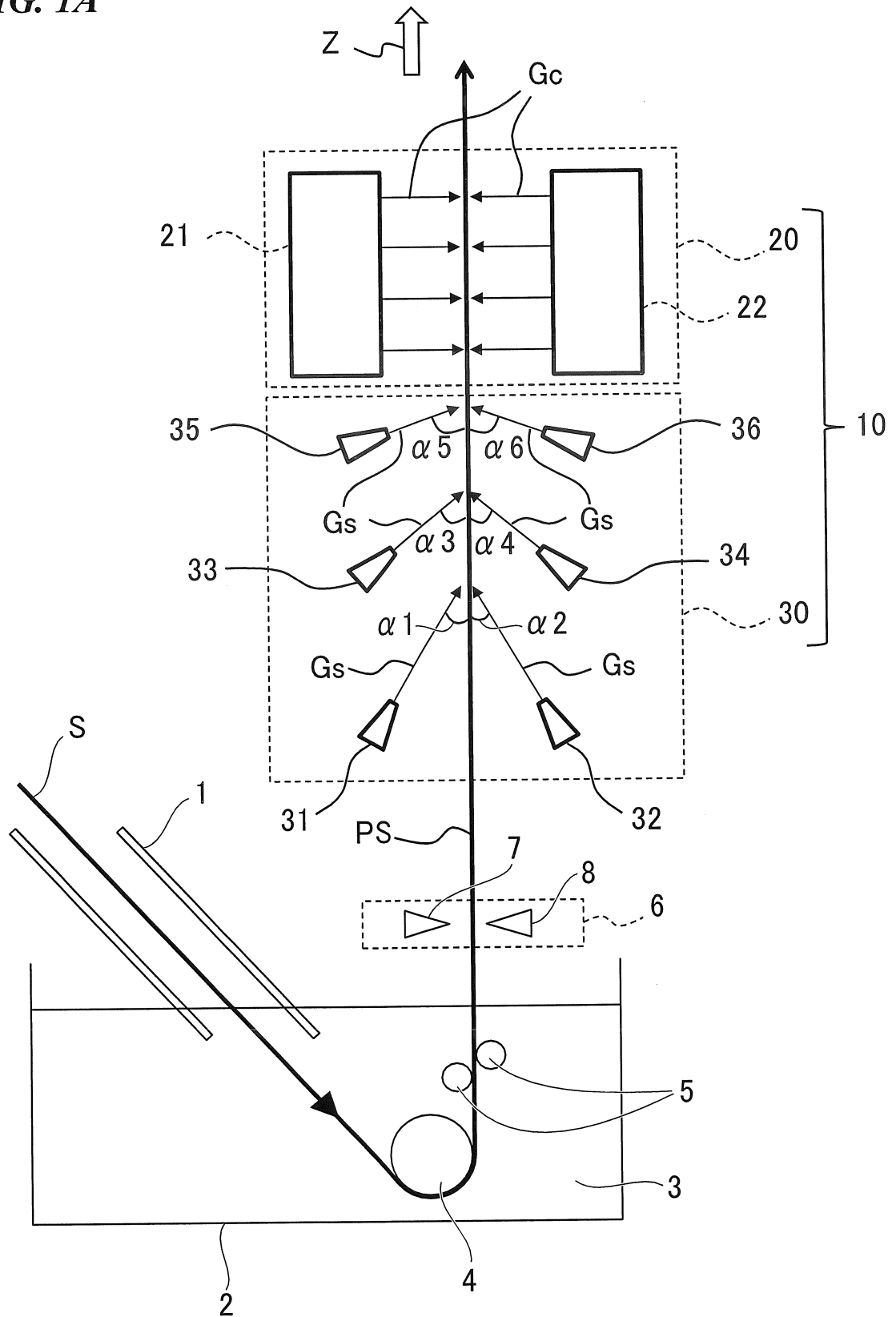


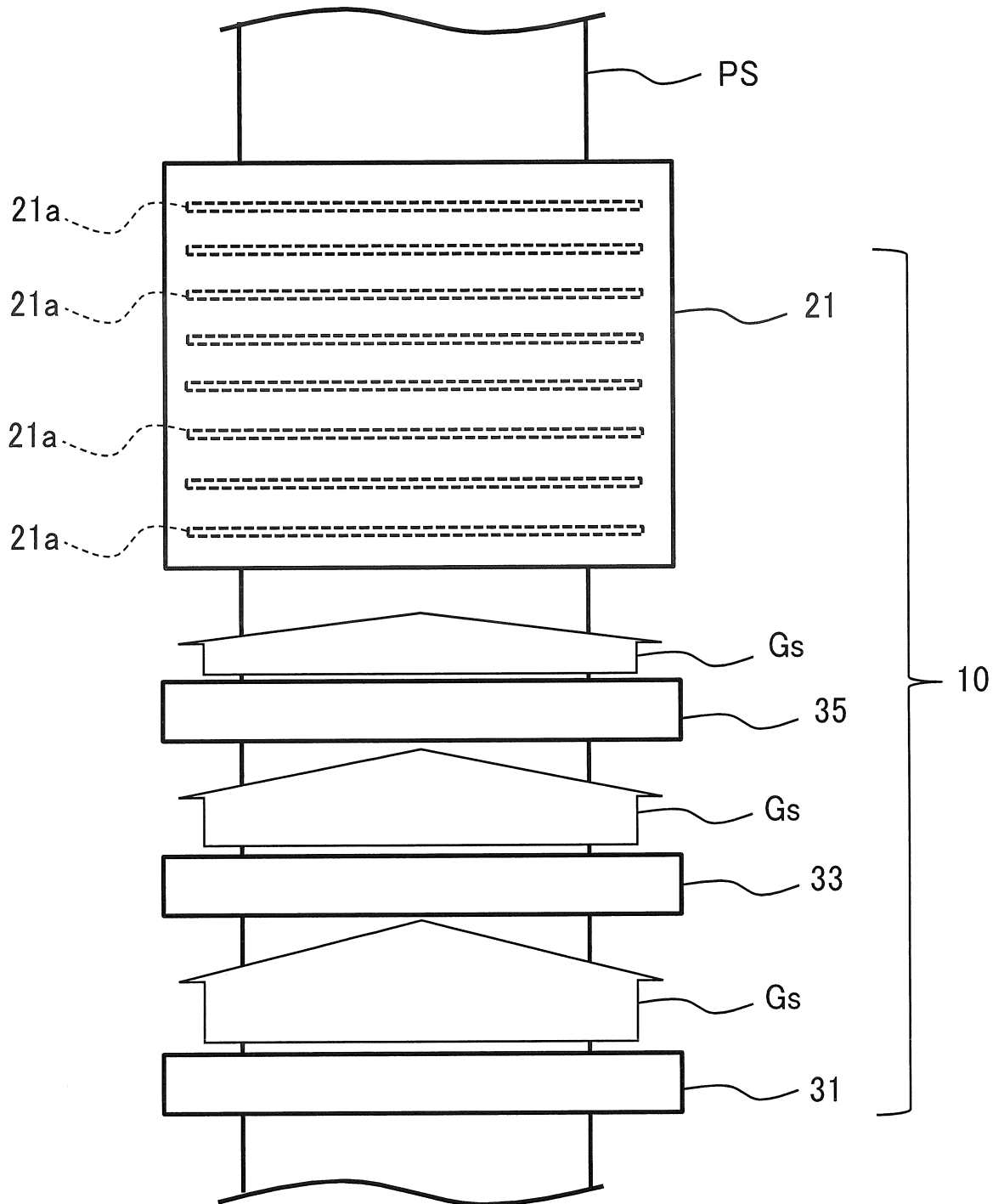
FIG. 1B

FIG. 2

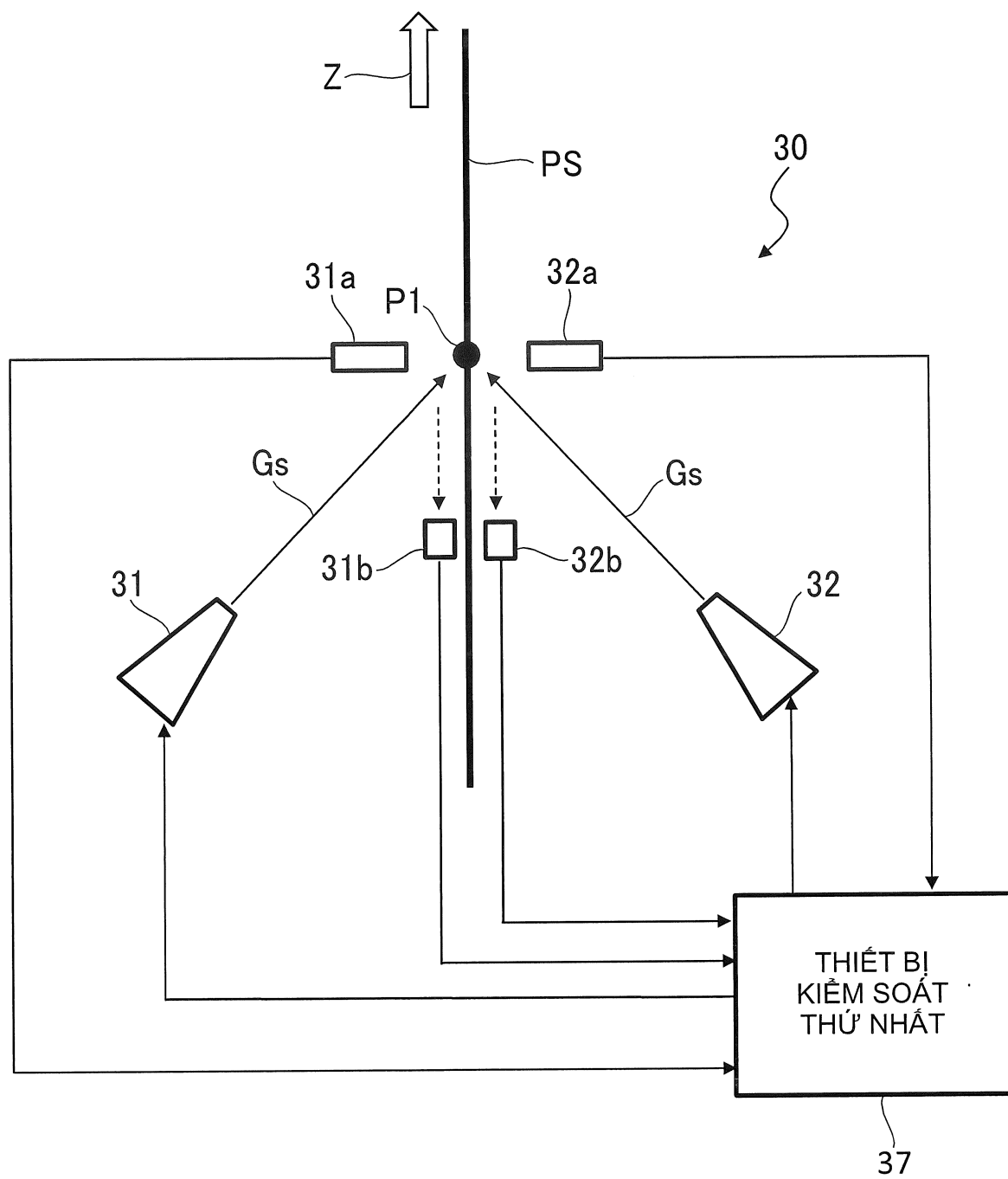


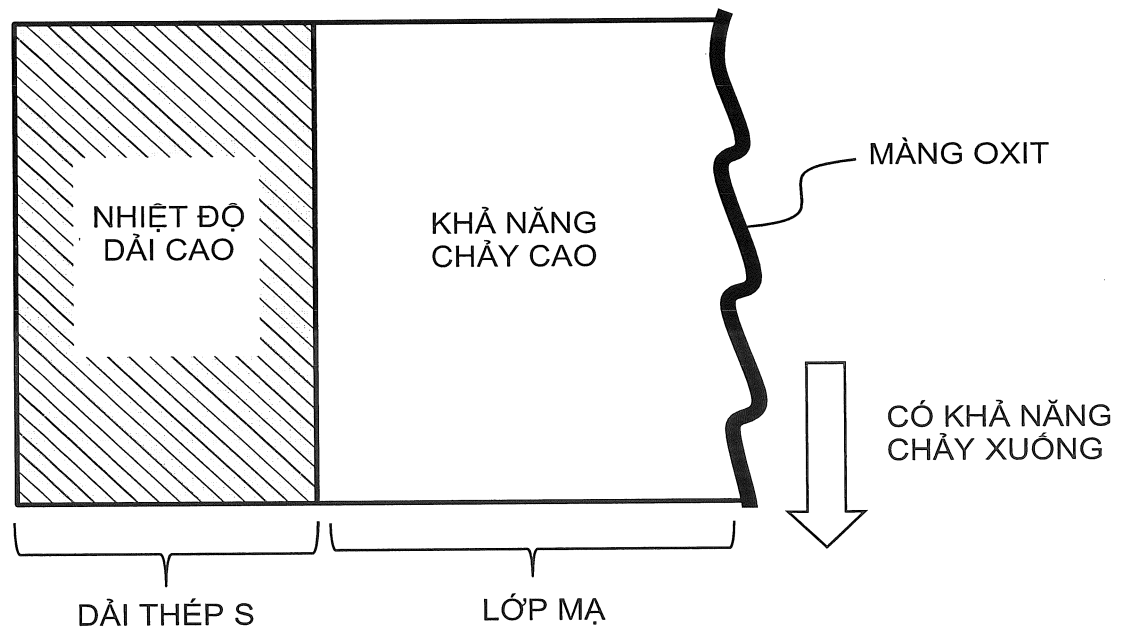
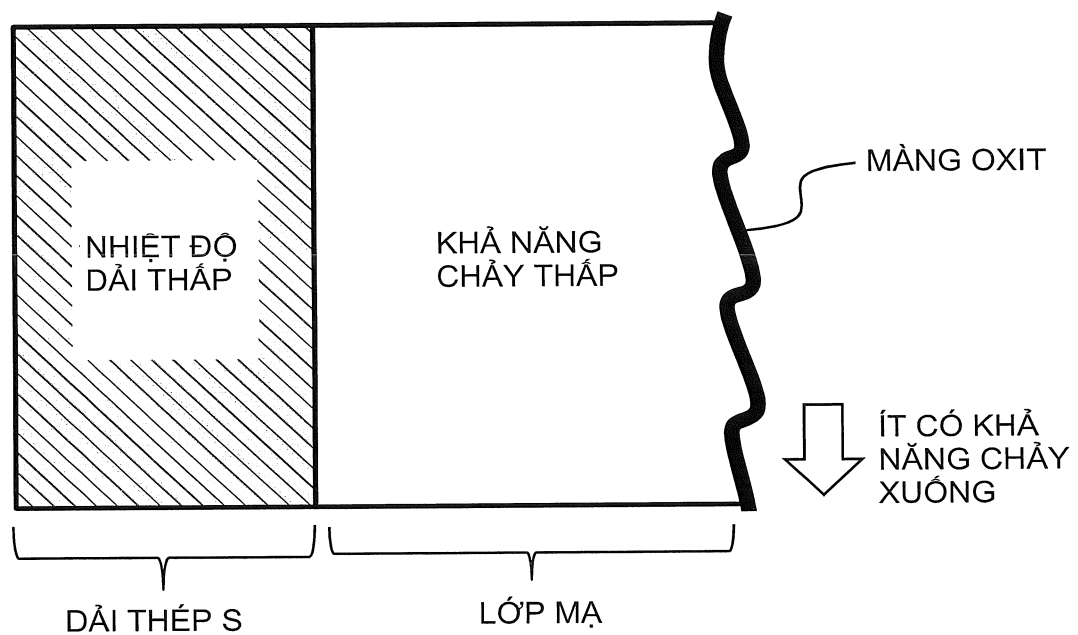
FIG. 3A**FIG. 3B**

FIG. 4

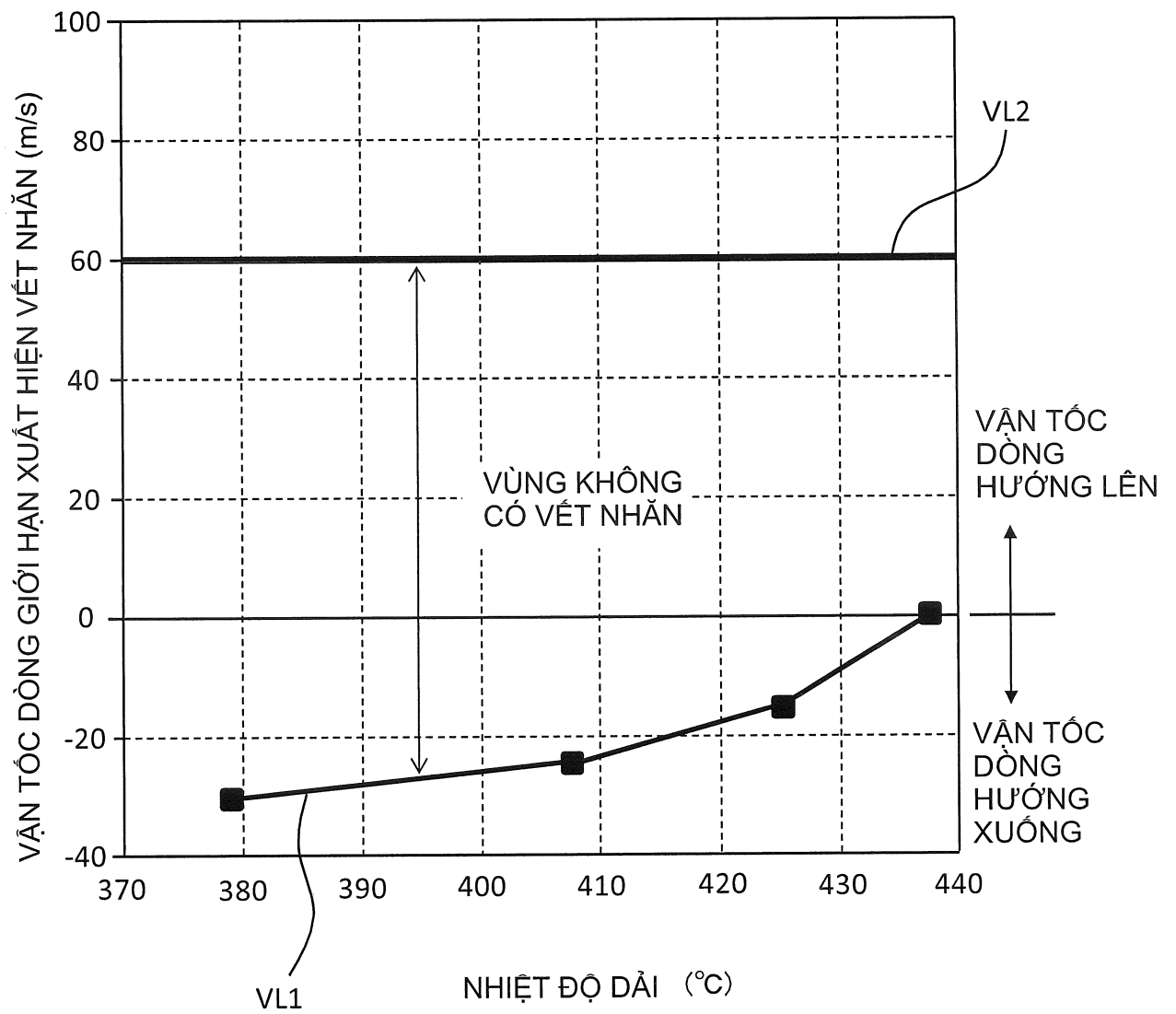


FIG. 5

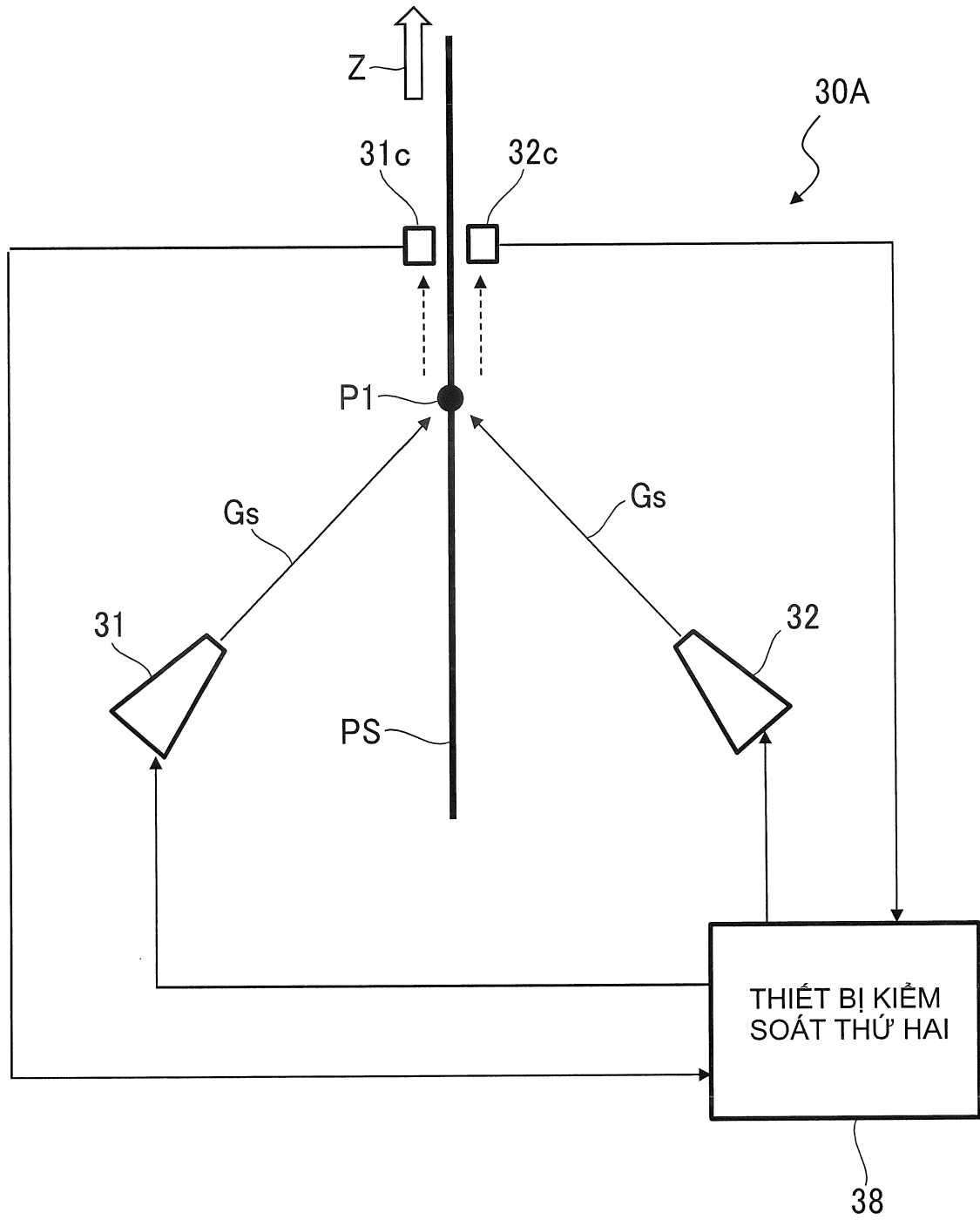


FIG. 6

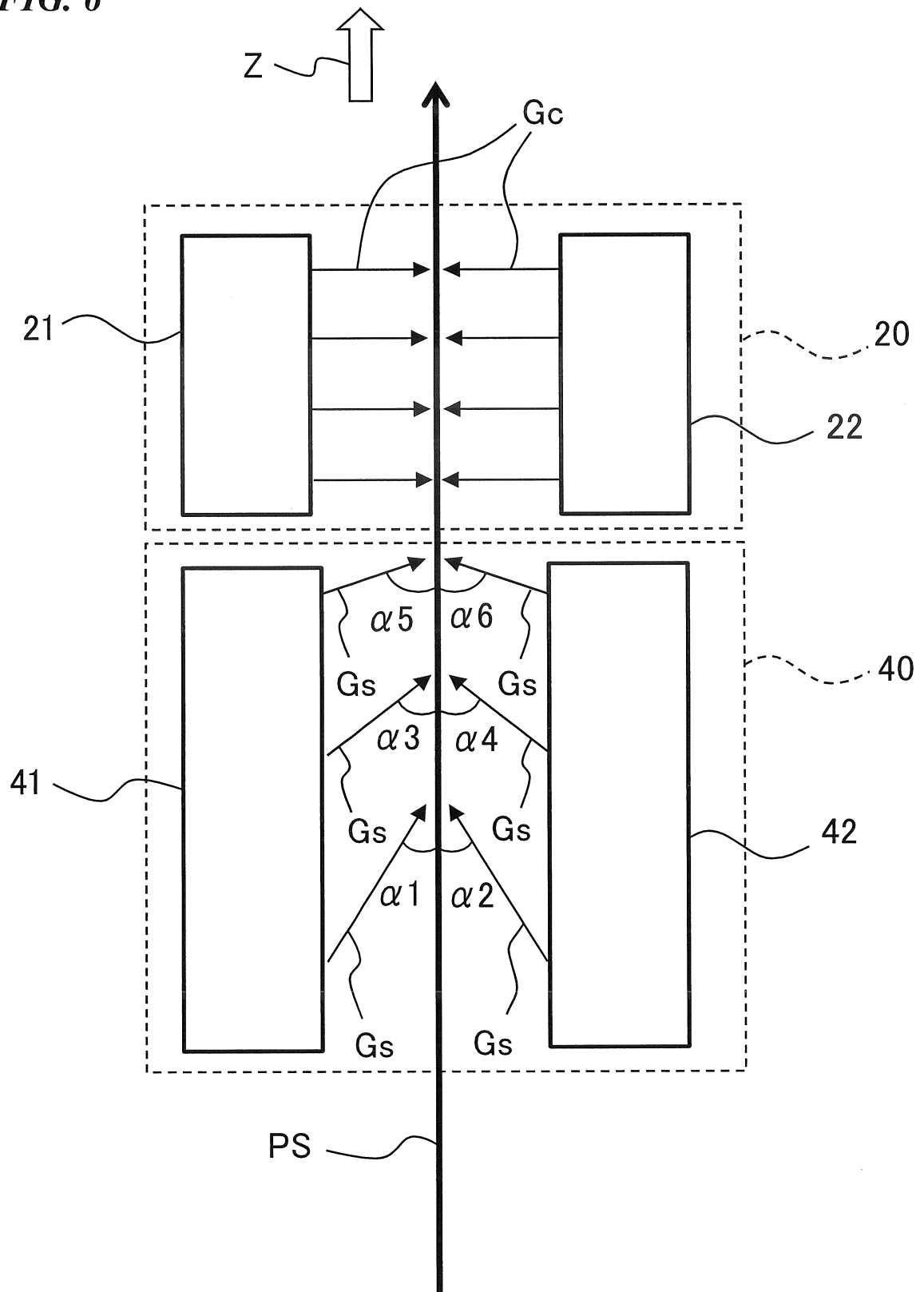


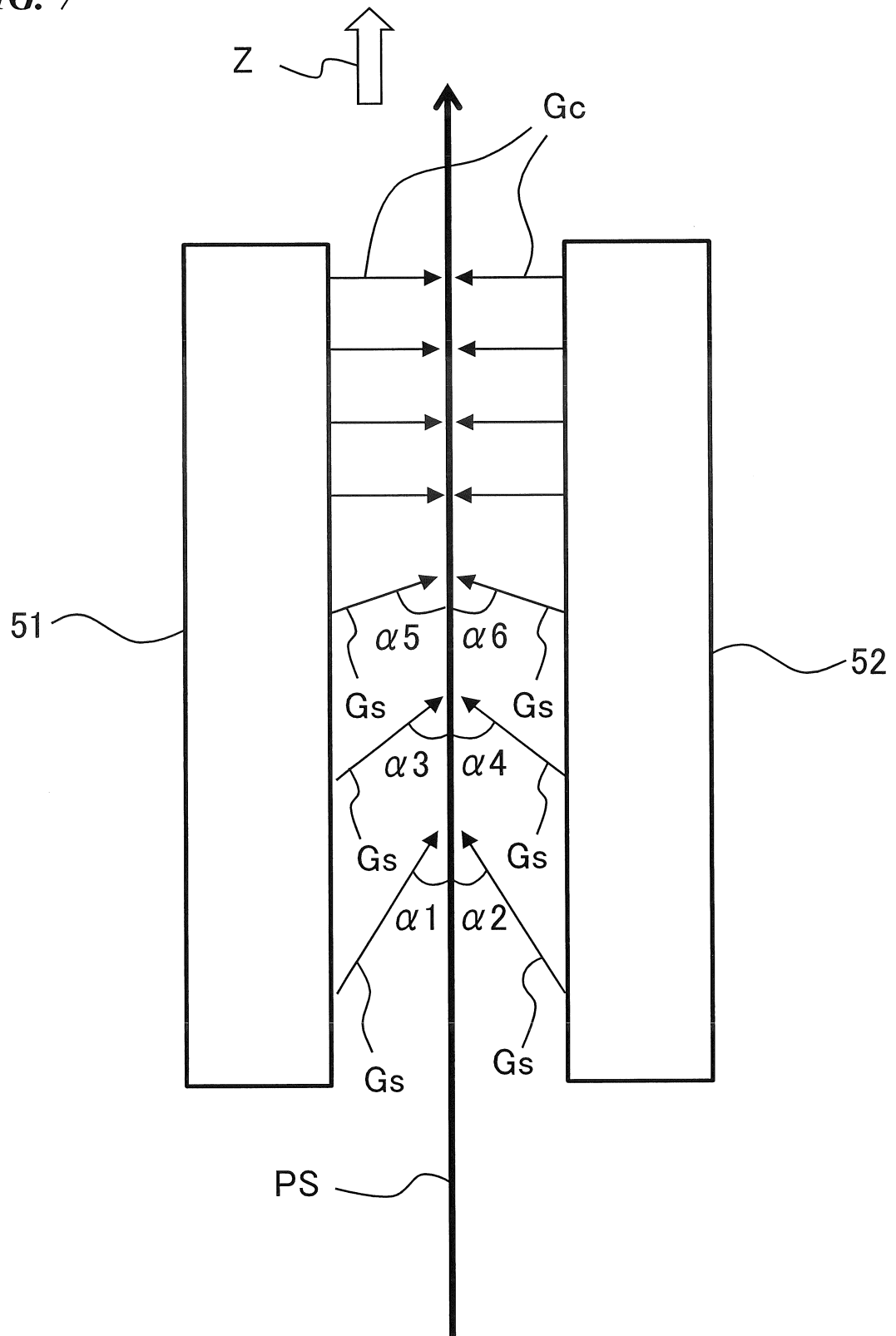
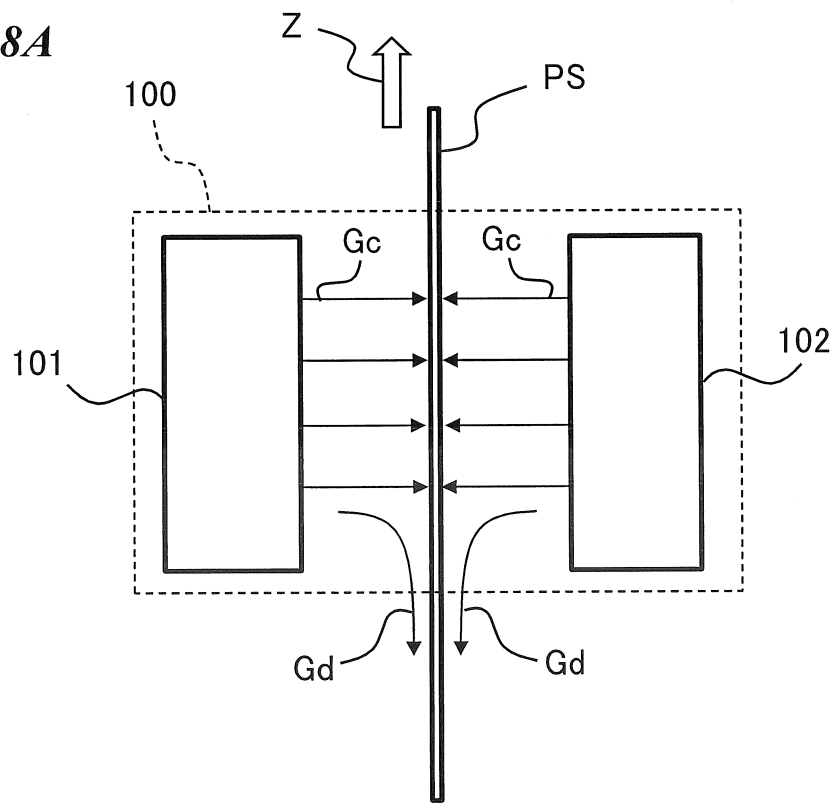
FIG. 7

FIG. 8A**FIG. 8B**