



(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)



1-0024972

(51)⁷ C22C 38/04; C21D 8/02; C22C 38/02; (13) B
C23C 2/40; C23C 2/06; C23C 2/28;
B21B 3/00

(21) 1-2014-00996

(22) 28/09/2012

(86) PCT/JP2012/075244 28/09/2012

(87) WO2013/047836A1 04/04/2013

(30) 2011-217811 30/09/2011 JP

(45) 25/08/2020 389

(43) 25/07/2014 316A

(73) NIPPON STEEL CORPORATION (JP)

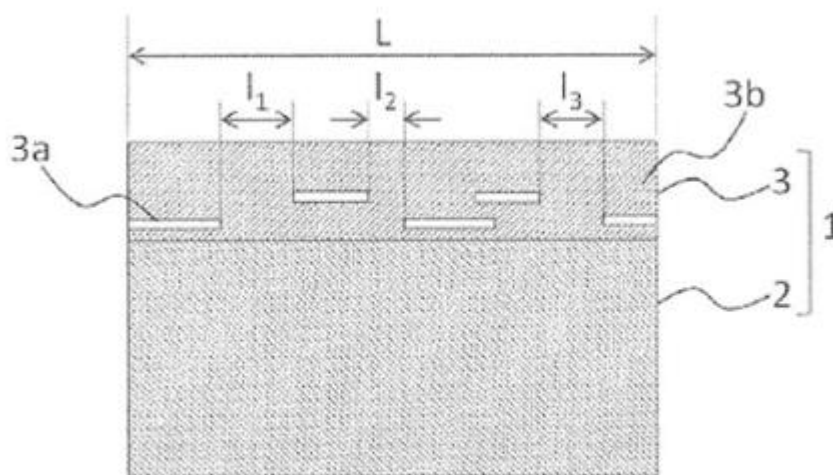
6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8071 Japan

(72) NOZAKI Takayuki (JP); TAKAHASHI Manabu (JP); FUJITA Nobuhiro (JP);
AZUMA Masafumi (JP); WAKABAYASHI Chisato (JP).

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

(54) TẤM THÉP MẠ KẼM VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT TẤM THÉP NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến tấm thép mạ kẽm bao gồm tấm thép và lớp mạ trên bề mặt của tấm thép, trong đó tấm thép này bao gồm, dưới dạng thành phần hóa học của thép, tính theo % khối lượng: C: 0,05 đến 0,40%, Si: 0,5 đến 3,0% và Mn: 1,5 đến 3,0%, vi cấu trúc của tấm thép bao gồm ferit, bainit, tính theo tỷ lệ thể tích, 30% mactensit được ram hoặc lớn hơn, và 8% austenit hoặc lớn hơn, và độ bền kéo của tấm thép là 980 MPa hoặc cao hơn, và lớp mạ chứa oxit bao gồm ít nhất một nguyên tố hóa học được chọn từ Si, Mn và Al, và khi được quan sát theo hướng chiều dày tấm, mặt cắt ngang bao gồm tấm thép và lớp mạ, tỷ lệ diện tích chiều của oxit là 10% hoặc lớn hơn.



$$A(\%) = \{1 - (l_1 + l_2 + l_3) / L\} \times 100$$

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến tấm thép mạ kẽm có độ bền kéo (TS) bằng 980 MPa hoặc lớn hơn và đặc tính chống phá hủy trễ, đặc tính bám dính của lớp mạ, đặc tính giãn dài, và đặc tính giãn lỗ tuyệt vời. Tấm thép mạ kẽm theo sáng chế là đặc biệt thích hợp để sử dụng cho các chi tiết cấu trúc, các chi tiết gia cường, và các chi tiết treo của ô tô. Ở đây, tấm thép mạ kẽm (tấm thép được phủ kẽm) theo sáng chế có thể được chia thành tấm thép được mạ kẽm nhúng nóng (tấm thép mạ kẽm) và tấm thép được mạ và ủ kẽm.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong các chi tiết như thanh ngang và thanh dọc sườn xe của ô tô, việc làm giảm trọng lượng của chúng đã được nghiên cứu để đáp ứng xu hướng gần đây về việc làm giảm sự tiêu thụ nhiên liệu, và đã có những nỗ lực trong việc làm tăng độ bền của tấm thép từ quan điểm đảm bảo độ bền và độ an toàn va đập của ô tô ngay cả khi tấm thép mỏng hơn được sử dụng để chế tạo các chi tiết này. Tuy nhiên, do việc làm tăng độ bền của tấm thép dẫn đến sự suy giảm đặc tính tạo hình của vật liệu, nên để có được sự giảm trọng lượng của các chi tiết này cần phải tạo ra tấm thép thỏa mãn cả đặc tính tạo hình bằng cách ép và có độ bền cao.

Cụ thể, khi tấm thép được tạo hình thành các chi tiết kết cấu và các chi tiết gia cường của ô tô mà chúng có hình dạng phức tạp, tấm thép này cần có độ dẻo tuyệt vời. Trong những năm gần đây, tấm thép có độ bền kéo loại 440 MPa hoặc loại 590 MPa được sử dụng chủ yếu để sản xuất khung của ô tô, và việc phát triển tấm thép có độ bền kéo bằng 980 MPa hoặc lớn hơn là mong muốn có được trong tương lai để đạt được hơn nữa việc làm giảm trọng lượng.

Khi tấm thép loại 590 MPa được thay thế bằng tấm thép loại 980 MPa,

độ giãn dài tương tự như độ giãn dài của tấm thép loại 590 MPa là cần thiết phải có ở tấm thép loại 980 MPa này. Do đó, việc phát triển tấm thép mà có độ bền kéo bằng 980 MPa hoặc lớn hơn và có độ giãn dài tuyệt vời là điều mong muốn.

Khi tấm thép có độ giãn dài (El) tuyệt vời trong thử nghiệm kéo căng, đã có tấm thép có cấu trúc nhiều pha mà có vi cấu trúc trong đó austenit dư ở dạng pha thứ cấp được phân bố trong ferit mềm mà là pha chính của thép. Trong tấm thép có cấu trúc nhiều pha này, độ dẻo được đảm bảo bởi ferit và độ bền được đảm bảo bởi sự biến đổi thành mactensit của austenit dư, và austenit dư được biến đổi thành mactensit ở bước xử lý hóa dẻo. Đã có tấm thép, mà được sử dụng cho quy trình biến đổi này, như tấm thép dẻo gây ra bởi sự biến đổi (TRIP) và các ứng dụng của thép TRIP này trở nên phổ biến trong những năm gần đây.

Do thép TRIP có độ giãn dài đặc biệt tuyệt vời so với thép được tăng cứng bằng cách kết tủa và thép pha kép (DP) (thép chứa ferit và mactensit), nên các ứng dụng của thép TRIP rất mong muốn trở nên rộng rãi. Mặc dù thép TRIP thể hiện độ bền và độ dẻo cao, nhưng thép TRIP này thường có đặc tính giãn lỗ thấp.

Hơn thế nữa, để thúc đẩy việc làm giảm trọng lượng của phần thân ô tô trong tương lai, cấp độ về độ bền của tấm thép độ bền cao cần được gia tăng so với cấp độ của tấm thép thông thường. Ví dụ, để sử dụng tấm thép độ bền cao cho chi tiết tạo hình cứng như bộ phận treo, đặc tính tạo hình như đặc tính giãn lỗ cần phải được cải thiện.

Ngoài ra, khi tấm thép loại 980 MPa hoặc lớn hơn được sử dụng cho chi tiết ô tô, bên cạnh các đặc tính về độ bền và đặc tính dễ gia công, đặc tính chống phá hủy trễ là đặc tính cần thiết. Hiện tượng phá hủy trễ gây ra bởi ứng suất tác dụng lên thép hoặc hiện tượng giòn do hydro và là hiện tượng mà ở đó cấu trúc bị gãy do sự tích tụ hydro khuếch tán trong vùng tập trung ứng suất của thép được sử dụng làm cấu trúc này.

Đặc biệt, các ví dụ về hiện tượng phá hủy trễ bao gồm hiện tượng gãy đột ngột mà chi tiết, như dây thép của bê tông đúc ứng lực PC hoặc bu lông, mà chịu tải ứng lực cao dưới điều kiện sử dụng.

Đã biết rằng hiện tượng phá hủy trễ có liên quan mật thiết tới việc hydro thấm vào trong thép từ môi trường. Đối với hydro mà thấm vào trong thép từ môi trường, có nhiều nguồn hydro khác nhau như hydro có trong khí quyển, hydro sinh ra trong môi trường ăn mòn. Khi hydro thấm vào trong thép từ các nguồn hydro bất kỳ, hydro này có thể gây ra hiện tượng phá hủy trễ.

Vì lý do này, đối với môi trường sử dụng của thép, môi trường không có mặt hydro là môi trường mong muốn. Tuy nhiên, khi thép được sử dụng làm chi tiết cấu trúc hoặc chi tiết của ô tô, thép này được sử dụng ngoài trời và việc thấm hydro không thể tránh khỏi.

Đối với ứng suất mà tác dụng lên thép được sử dụng trong cấu trúc, ứng suất mà tác dụng lên cấu trúc này và ứng suất dư, mà một trong số chúng được sinh ra ở bước tạo hình còn dư trong thép, là có tồn tại trong tấm thép. Cụ thể, trong thép được dùng làm chi tiết sau khi tạo hình như tấm thép mỏng dùng cho ô tô hoặc các ứng dụng tương tự, ứng suất là vấn đề quan trọng ở tấm thép bản dày hoặc thanh thép (ví dụ, bu lông) mà là sản phẩm được sử dụng khi không có sự biến dạng. Theo đó, khi tấm thép được tạo ra mà hiện tượng phá hủy trễ là một vấn đề của nó, mong muốn tạo ra tấm thép sao cho không còn ứng suất dư.

Ví dụ, trong tài liệu sáng chế 1, tài liệu này bộc lộ phương pháp tạo hình bằng cách ép nóng tấm kim loại mà độ bền được tăng cường bằng cách gia nhiệt tấm thép ở nhiệt độ cao và bằng cách xử lý tấm thép và sau đó tôi tấm thép sử dụng khuôn dập. Trong phương pháp tạo hình bằng cách ép nóng tấm kim loại này, do tấm thép được xử lý ở nhiệt độ cao, ứng suất dư được làm giảm bằng cách khôi phục sự lệch mạng mà gây ra ứng suất dư và mà xuất hiện trong quá trình xử lý, hoặc tạo ra sự biến đổi sau khi xử lý. Do đó, có rất ít ứng suất dư còn lưu lại trong sản phẩm được tạo ra. Có thể cải thiện đặc tính

chống phá hủy trễ của tấm thép bằng cách làm tăng bền tấm thép sử dụng phương pháp này. Tuy nhiên, trong phương pháp này, do cần phải tiến hành việc gia nhiệt trước khi ép, nên chi phí dành cho năng lượng và chi phí sản xuất cao hơn so với phương pháp tạo hình nguội. Ngoài ra, do sản phẩm tạo ra được tôi trực tiếp ở nhiệt độ cao 600°C hoặc cao hơn, nên các đặc tính của tấm thép (ví dụ, các đặc tính của lớp mạ của tấm thép được mạ) dễ dàng bị biến đổi và khó có thể kiểm soát các đặc tính khác ngoài độ bền và đặc tính chống phá hủy trễ.

Ngoài ra, do ứng suất dư có mặt trên bề mặt cắt trong quá trình gia công như cắt hoặc đột dập, có mối liên quan về nguyên nhân gây ra hiện tượng phá hủy trễ. Do đó, khi tấm thép độ bền cao có độ bền kéo bằng 980 MPa hoặc lớn hơn được xử lý, tấm thép này được cắt bằng phương pháp sử dụng laze hoặc phương pháp tương tự mà không đi kèm với việc gia công trực tiếp, thì tránh được việc phát sinh ứng suất dư. Tuy nhiên, chi phí cho việc cắt bằng laze là cao hơn so với cắt bằng máy cắt hoặc đột dập.

Do đó, cần thiết là đặc tính chống phá hủy trễ của tấm thép được đảm bảo không chỉ bằng phương pháp tạo ra nó mà còn được đảm bảo bằng việc phát triển các loại vật liệu tùy theo các đặc tính mong muốn.

Trong các chủng loại sản phẩm dầm thép, thanh thép, và tấm thép dày, vật liệu mà có thể tránh được hiện tượng phá hủy trễ bằng cách cải thiện đặc tính chống giòn do hydro đã được phát triển. Ví dụ, trong tài liệu phi sáng chế 1, tài liệu này bộc lộ bulông độ bền cao có đặc tính chống giòn do hydro cao, trong đó lượng kết tủa nhỏ của các nguyên tố như Cr, Mo, V và các nguyên tố tương tự, mà thể hiện khả năng chống hóa mềm do ram, được kết tủa một cách thích hợp trong mactensit. Trong bu lông độ bền cao này, thép được tôi từ pha đơn austenit ở nhiệt độ cao để thu được vi cấu trúc pha đơn mactensit, và sau đó các hạt kết tủa mịn nêu trên được kết tủa một cách thích hợp trong mactensit bằng cách ram.

Trong bu lông độ bền cao, hydro thấm vào trong thép được hạn chế

không bị khuếch tán hoặc được tập trung ở khu vực là điểm khởi đầu của hiện tượng phá hủy trễ ở đó ứng suất được tập trung nhờ việc sử dụng hydro thấm vào trong thép bị giữ xung quanh hạt kết tủa mịn như VC và các hạt tương tự mà được kết tủa thích hợp trong mactensit. Thông thường, thép có độ bền cao và đặc tính chống phá hủy trễ tuyệt vời đã được phát triển bằng cách sử dụng hạt kết tủa mịn này trong thép.

Để cải thiện đặc tính chống phá hủy trễ bằng cách sử dụng hạt kết tủa dùng làm vị trí bẫy hydro như VC và các hạt tương tự, cần phải kết tủa một cách thích hợp các hạt kết tủa trong cấu trúc mactensit.

Tuy nhiên, việc xử lý trong một vài giờ hoặc lâu hơn là cần thiết để kết tủa các hạt kết tủa, và vì vậy nên có vấn đề về năng suất. Đó là, trong tấm thép sản xuất được bằng cách sử dụng các thiết bị sản xuất thông thường để sản xuất tấm thép mỏng như các thiết bị tôi liên tục hoặc các thiết bị mạ kẽm nhúng nóng liên tục, việc kiểm soát kết cấu được tiến hành trong khoảng thời gian ngắn như nhiều nhất là vài chục phút. Do đó, khi tấm thép mỏng được sản xuất, khó có thể cải thiện đặc tính chống phá hủy trễ bởi các hạt kết tủa này.

Ngoài ra, khi hạt kết tủa mà được kết tủa trong quy trình cán nóng được sử dụng, ngay cả khi hạt kết tủa nêu trên được kết tủa trong quy trình cán nóng, mối quan hệ định hướng giữa hạt kết tủa và cấu trúc nền (ferit và mactensit) bị suy giảm do sự tái kết tinh trong quy trình làm nguội sau đó và quy trình tôi liên tục. Đó là, trong trường hợp này, các hạt kết tủa không phải là các hạt kết tủa thích hợp. Kết quả là, đặc tính chống phá hủy trễ của tấm thép thu được bị suy giảm đáng kể.

Tấm thép độ bền cao trong đó có mối liên quan về sự tạo thành hiện tượng phá hủy trễ thường có vi cấu trúc chủ yếu bao gồm mactensit. Mặc dù mactensit có thể được tạo ra trong vùng nhiệt độ thấp, các hạt kết tủa bao gồm VC làm vị trí bẫy hydro trong vùng nhiệt độ thấp này không thể được kết tủa.

Kết quả là, khi các hạt kết tủa thích hợp như VC được kết tủa trong tấm thép mỏng để cải thiện đặc tính chống phá hủy trễ, cần phải kết tủa các hạt kết

tủa này bằng cách tiến hành bổ sung quá trình xử lý nhiệt sau khi vi cấu trúc của thép được tạo ra bằng cách sử dụng các thiết bị tôi liên tục hoặc các thiết bị mạ kẽm nhúng nóng liên tục. Quy trình này làm tăng đáng kể chi phí sản xuất.

Ngoài ra, khi quy trình xử lý nhiệt nêu trên được tiến hành bổ sung trên vi cấu trúc bao gồm chủ yếu mactensit, mactensit này bị hóa mềm mạnh. Kết quả là, khó có thể sử dụng các hạt kết tủa thích hợp như VC để cải thiện đặc tính chống phá hủy trễ của tấm thép mỏng độ bền cao.

Ở đây, do thép được mô tả trong tài liệu phi sáng chế 1 là thép chứa 0,4% C hoặc lớn hơn và lượng lớn hơn của các nguyên tố hợp kim, đặc tính dễ gia công và đặc tính dễ hàn mà là các đặc tính cần thiết cho tấm thép mỏng bị suy giảm.

Trong tài liệu sáng chế 2, tài liệu này bộc lộ tấm thép dày trong đó khuyết tật do hydro được làm giảm bằng các oxit bao gồm chủ yếu Ti, và Mg. Tuy nhiên, trong tấm thép dày được bộc lộ trong tài liệu sáng chế 2 này, chỉ số khuyết tật do hydro mà gây ra do hydro bị giữ lại trong thép trong quá trình sản xuất được làm giảm, và do đó, đặc tính chống giòn do hydro (đặc tính chống phá hủy trễ) không được xem xét. Ngoài ra, cả đặc tính dễ tạo hình và khả năng chống giòn do hydro cao, mà cần thiết cho tấm thép mỏng, đều không được xem xét.

Thông thường, trong tấm thép mỏng, (1) do độ dày tấm là mỏng, ngay cả khi hydro thấm vào trong tấm thép mỏng, nên hydro được giải phóng ra ngoài trong thời gian ngắn. Hơn nữa, (2) do đặc tính dễ gia công là được ưu tiên, nên tấm thép có độ bền kéo bằng 900 MPa hoặc lớn hơn trước đó đã được sử dụng. Vì lý do này, nên các vấn đề về hiện tượng phá hủy trễ đã trở thành vấn đề nhỏ. Tuy nhiên, do nhu cầu sử dụng tấm thép độ bền cao làm phôi gia công đang tăng lên một cách nhanh chóng, nên có nhu cầu là sự phát triển tấm thép độ bền cao có đặc tính chống giòn do hydro tuyệt vời.

Như được mô tả trên đây, các kỹ thuật để cải thiện đặc tính chống giòn

do hydro mà có liên quan đến hầu hết các sản phẩm thép như bu lông, thanh thép, và thép tấm đã được phát triển. Thép này hầu như không được trải qua quá trình tạo hình và thường được sử dụng ở ứng suất thử hoặc ứng suất rão hoặc thấp hơn. Do đó, trong lĩnh vực kỹ thuật có liên quan, cả đặc tính dễ gia công cần thiết cho các linh kiện ô tô, như đặc tính dễ cắt hoặc đặc tính dễ tạo hình chi tiết (đặc tính tạo hình ép), và đặc tính chống giòn do hydro sau khi xử lý là không được tính đến.

Trong chi tiết sau khi tạo hình, ứng suất mà được đề cập đến dưới dạng ứng suất dư còn lưu lại trong chi tiết này. Mặc dù ứng suất dư này có mặt trong một khu vực, nhưng trong một số trường hợp, ứng suất dư này có giá trị cao, lớn hơn ứng suất chảy của vật liệu. Vì lý do này, nên mong muốn rằng tính giòn do hydro không xuất hiện trong tấm thép mỏng trong điều kiện ứng suất dư cao.

Về tính giòn do hydro của tấm thép mỏng, ví dụ, tài liệu phi sáng chế 2 thông báo về tính nghiêm trọng của tính giòn do hydro do sự biến đổi của austenit dư gây ra biến dạng. Trong tài liệu phi sáng chế 2, việc tạo thành tấm thép mỏng đã được xem xét, nhưng lượng austenit dư bị suy giảm đáng kể bởi sự giảm nồng độ C trong austenit để không làm giảm đặc tính chống giòn do hydro.

Ngoài ra, về kỹ thuật được mô tả trong tài liệu phi sáng chế 2, do vi cấu trúc của tấm thép mỏng độ bền cao được giới hạn tới khoảng rất hẹp, nên chỉ có đặc tính giòn do hydro mà xuất hiện trong thời gian ngắn là được đánh giá. Do đó, về cơ bản khó có thể giải quyết được các vấn đề về độ giòn do hydro khi tấm thép thực tế được sử dụng cho các chi tiết của ô tô. Hơn thế nữa, trong kỹ thuật được mô tả trong tài liệu phi sáng chế 2, austenit dư không thể được sử dụng một cách tích cực và ứng dụng của tấm thép này bị hạn chế.

Như được mô tả trên đây, khi lượng austenit dư lớn mà dễ dàng gây ra tính giòn do hydro được bao gồm trong tấm thép, rất khó để thu được tấm thép mà thể hiện được một cách đồng thời đặc tính chống ăn mòn cao, độ bền kéo

cao, đặc tính chống phá hủy trễ tuyệt vời và độ dẻo cao.

Tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản chưa thẩm định, công bố lần đầu số 2002-18531

Tài liệu sáng chế 2: đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản chưa thẩm định, công bố lần đầu số H11-293383

Tài liệu phi sáng chế

Tài liệu phi sáng chế 1: “New Developments in Elucidation of Hydro Embrittlement” (Viện sắt và thép Nhật Bản, tháng 1 năm 1997)

Tài liệu phi sáng chế 2: CAMP-ISIJ, tập 5, số 6, các trang từ 1839 đến 1842, Yamazaki và các đồng tác giả, tháng Mười, năm 1992, được công bố bởi Viện sắt và thép Nhật Bản.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề cần được giải quyết bởi sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất tấm thép mạ kẽm (bao gồm tấm thép được mạ kẽm nhúng nóng và tấm thép được mạ và ủ kẽm) mà có độ bền kéo (TS) bằng 980 MPa hoặc lớn hơn và mà có đặc tính chống phá hủy trễ tuyệt vời, khả năng bám dính lớp mạ tuyệt vời, độ giãn dài lớn và đặc tính giãn nở tuyệt vời.

Phương tiện giải quyết vấn đề

Các tác giả sáng chế đã tiến hành nghiên cứu. Kết quả là, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng khi lớp mạ có thể cải thiện đặc tính chống phá hủy trễ được tạo ra là biện pháp để cải thiện đặc tính chống phá hủy trễ mà không ảnh hưởng đến chất lượng của thép, đặc tính chống phá hủy trễ của thép được cải thiện.

Cụ thể, khi hydro mà thấm từ môi trường được giữ bởi oxit bằng cách phân tán trong oxit của ít nhất một nguyên tố hóa học được chọn từ nhóm bao gồm Si, Mn, và Al vào trong lớp mạ, đã khám phá ra rằng sự phân bố của hydro vào trong vùng tập trung ứng suất và hiện tượng phá hủy trễ gây ra bởi sự phân bố của hydro này vào trong vùng tập trung ứng suất có thể được làm chậm.

Ngoài ra, đã biết được rằng, để đạt được cả độ bền kéo (TS) bằng 980 MPa hoặc lớn hơn và đặc tính dễ tạo hình tuyệt vời, điều quan trọng là tạo ra được mactensit được ram có tỷ lệ thể tích bằng 30% hoặc lớn hơn và austenit dư có tỷ lệ thể tích bằng 8% hoặc lớn hơn trong vi cấu trúc bằng cách sử dụng một cách hoàn toàn Si, đây là nguyên tố có tác dụng tăng cứng.

Đó là, sáng chế có thể đề xuất tấm thép mạ kẽm mà có độ bền kéo (TS) bằng 980 MPa hoặc lớn hơn và có đặc tính chống phá hủy trễ tuyệt vời, khả năng bám dính lớp mạ tuyệt vời, độ giãn dài lớn và đặc tính giãn lỗ tuyệt vời, và nội dung của sáng chế như sau.

(1) Tấm thép mạ kẽm theo khía cạnh của sáng chế bao gồm: tấm thép; và lớp mạ trên bề mặt của tấm thép, trong đó tấm thép này bao gồm, dưới dạng thành phần hóa học của thép, tính theo phần trăm khối lượng, C: 0,05 đến 0,40%, Si: 0,5 đến 3,0%, Mn: 1,5 đến 3,0%, P: được giới hạn ở 0,04% hoặc nhỏ hơn, S: được giới hạn ở 0,01% hoặc nhỏ hơn, N: được giới hạn ở 0,01% hoặc nhỏ hơn, Al: được giới hạn ở 2,0% hoặc nhỏ hơn, O: được giới hạn ở 0,01% hoặc nhỏ hơn, và còn lại là Fe và các tạp chất khó tránh khỏi, vi cấu trúc của tấm thép này bao gồm ferit, bainit, theo tỷ lệ thể tích, 30% mactensit được ram hoặc lớn hơn, 8% austenit hoặc lớn hơn, và giới hạn ở 10% peclit hoặc nhỏ hơn, trong đó tổng tỷ lệ thể tích của mactensit được ram và bainit là 40% hoặc lớn hơn, và tỷ lệ diện tích của các hạt có cỡ hạt lớn hơn 35 μm chiếm trên mỗi đơn vị diện tích của vi cấu trúc này là 10% hoặc nhỏ hơn, và độ bền kéo của tấm thép là 980 MPa hoặc lớn hơn; và kim loại mạ trong lớp mạ này bao gồm, dưới dạng thành phần hóa học của lớp mạ, được giới hạn ở

15% khối lượng Fe hoặc nhỏ hơn, được giới hạn ở 2% khối lượng Al hoặc nhỏ hơn, và thành phần còn lại bao gồm Zn và các tạp chất khó tránh khỏi, lớp mạ này chứa oxit bao gồm ít nhất một nguyên tố hóa học được chọn từ Si, Mn, và Al, và khi được quan sát theo hướng chiều dày, mặt cắt ngang bao gồm tấm thép và lớp mạ, tỷ lệ diện tích chiếu thu được bằng cách chia độ dài mà trong đó oxit được chiếu trên bề mặt phân cách giữa lớp mạ và tấm thép cho độ dài của bề mặt tiếp giáp giữa lớp mạ và tấm thép là 10% hoặc lớn hơn và độ che phủ của lớp mạ lên tấm thép là 99% hoặc lớn hơn.

(2) Tấm thép mạ kẽm theo mục (1), thép này có thể còn chứa, dưới dạng thành phần hóa học của thép, tính theo % khối lượng, ít nhất một nguyên tố được chọn từ: Mo: 0,01 đến 1,0%, Cr: 0,05 đến 1,0%, Ni: 0,05 đến 1,0%, Cu: 0,05 đến 1,0%, Nb: 0,005 đến 0,3%, Ti: 0,005 đến 0,3%, V: 0,005 đến 0,5%, B: 0,0001 đến 0,01%, và tổng của ít nhất một trong các nguyên tố được chọn từ Ca, Mg, và REM: 0,0005 đến 0,04%.

(3) Tấm thép mạ kẽm theo mục (1) hoặc (2), trong đó lớp mạ có thể là lớp mạ kẽm nhúng nóng.

(4) Tấm thép mạ kẽm theo mục (1) hoặc (2), trong đó lớp mạ có thể là lớp kẽm được mạ và ủ.

(5) Tấm thép mạ kẽm theo mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (3), trong đó lượng Fe có thể được giới hạn tới nhỏ hơn 7% khối lượng trong thành phần hóa học của lớp mạ.

(6) Tấm thép mạ kẽm theo mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (4), trong đó thành phần hóa học của lớp mạ có thể bao gồm 7% khối lượng đến 15% khối lượng Fe.

(7) Tấm thép mạ kẽm theo mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (6), trong đó thành phần hóa học của lớp mạ có thể bao gồm Al lớn hơn 0% khối lượng và nhỏ hơn 2% khối lượng.

(8) Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm theo khía cạnh khác của sáng chế, phương pháp này bao gồm bước: bước thứ nhất cán thép mà chứa,

làm thành phần hóa học của thép, dưới dạng phần trăm khối lượng, C: 0,05 đến 0,40%, Si: 0,5 đến 3,0%, Mn: 1,5 đến 3,0%, P: được giới hạn ở 0,04% hoặc nhỏ hơn, S: được giới hạn ở 0,01% hoặc nhỏ hơn, N: được giới hạn ở 0,01% hoặc nhỏ hơn, Al: được giới hạn ở 2,0% hoặc nhỏ hơn, O: được giới hạn ở 0,01% hoặc nhỏ hơn, và còn lại là Fe và các tạp chất khó tránh khỏi; bước xử lý thứ hai, gia nhiệt một cách trực tiếp thép này hoặc sau khi được làm nguội; bước thứ ba cán nóng thép này sao cho bước cán nóng này được hoàn thành ở nhiệt độ của điểm biến đổi A_{r3} hoặc cao hơn; bước xử lý thứ tư, cuộn thép này ở 300°C đến 700°C; bước xử lý thứ năm, tẩy gỉ thép này; bước xử lý thứ sáu, cán nguội thép này bằng máy cán nguội có trục cán cơ với kích thước trục cán bằng 1400 mm hoặc nhỏ hơn với mức giảm kích thước tổng do cán bằng 30% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 100%; bước xử lý thứ bảy, gia nhiệt thép này và giữ thép này ở 550°C đến 750°C trong 20 giây hoặc lâu hơn; bước xử lý thứ tám, ủ thép này ở 750°C đến 900°C; bước xử lý thứ chín, làm nguội thép này đến nhiệt độ làm nguội trung gian trong khoảng nhiệt độ 500°C hoặc cao hơn và thấp hơn 750°C ở tốc độ làm nguội trung bình thứ nhất bằng 0,1 °C/giây đến 30 °C/giây và làm nguội thép này từ nhiệt độ làm nguội trung gian tới nhiệt độ ngừng làm nguội bằng 100°C hoặc cao hơn và thấp hơn 350°C ở tốc độ làm nguội trung bình thứ hai mà bằng hoặc cao hơn tốc độ làm nguội trung bình thứ nhất; bước xử lý thứ mười, kiểm soát nhiệt độ của thép trong khoảng nhiệt độ bằng nhiệt độ, mà thấp hơn nhiệt độ dung dịch mạ khoảng 40°C, hoặc cao hơn và nhiệt độ, mà cao hơn nhiệt độ của dung dịch mạ khoảng 40°C, hoặc thấp hơn; bước xử lý thứ mười một, tiến hành mạ kẽm bằng cách nhúng thép này vào trong dòng dung dịch mạ kẽm nhúng nóng ở tốc độ dòng bằng 10 m/phút đến 50 m/phút; và bước xử lý thứ mười hai, làm nguội thép này tới nhiệt độ thấp hơn 100°C; trong đó tốc độ làm nguội trung bình thứ hai là 1 °C/giây đến 100 °C/giây, và thời gian khi nhiệt độ của thép nằm trong khoảng nhiệt độ từ 350°C đến 500°C là 20 giây hoặc lâu hơn trong các bước xử lý sau bước xử lý thứ chín.

(9) Trong phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm theo mục (8), thép này có thể còn chứa, dưới dạng thành phần hóa học của thép, tính theo % khối lượng, ít nhất một nguyên tố được chọn từ Mo: 0,01 đến 1,0%, Cr: 0,05 đến 1,0%, Ni: 0,05 đến 1,0%, Cu: 0,05 đến 1,0%, Nb: 0,005 đến 0,3%, Ti: 0,005 đến 0,3%, V: 0,005 đến 0,5%, B: 0,0001 đến 0,01%, và tổng của ít nhất một trong các nguyên tố được chọn từ Ca, Mg, và REM: 0,0005 đến 0,04%.

(10) Trong phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm theo mục (8) hoặc (9), trong bước xử lý thứ chín, khi tốc độ làm nguội trung bình thứ nhất bằng với tốc độ làm nguội trung bình thứ hai, tốc độ làm nguội trung bình thứ nhất có thể lớn hơn 1 °C/giây và 30 °C/giây hoặc nhỏ hơn.

(11) Trong phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm theo mục bất kỳ trong số các mục từ (8) đến (10) có thể còn bao gồm bước xử lý tái gia nhiệt và giữ thép này trong khoảng nhiệt độ từ 350°C đến 500°C sau bước xử lý thứ mười.

(12) Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm theo mục bất kỳ trong số các mục từ (8) đến (11) có thể còn bao gồm bước xử lý gia nhiệt thép này tới 460°C đến 600°C để tiến hành xử lý hợp kim sau bước xử lý thứ mười hai.

Hiệu quả của sáng chế

Theo các khía cạnh nêu trên của sáng chế, có thể tạo ra tấm thép mạ kẽm (bao gồm tấm thép được mạ kẽm nhúng nóng và tấm thép được mạ và ủ kẽm) mà là thích hợp cho các chi tiết cấu trúc, các chi tiết gia cường, và các chi tiết treo cho ô tô và có độ bền kéo bằng 980 MPa hoặc lớn hơn, đặc tính chống phá hủy trễ tuyệt vời, khả năng bám dính lớp mạ tuyệt vời, độ giãn dài lớn và đặc tính giãn nở tuyệt vời, với chi phí thấp.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ dạng biểu đồ thể hiện phương pháp tính tỷ lệ diện tích chiều của oxit trong lớp mạ của tấm thép mạ kẽm theo phương án của sáng chế.

Fig.2 là hình vẽ thể hiện trạng thái trong đó oxit được phân bố trong lớp mạ trên mặt cắt ngang của tấm thép mạ kẽm (tấm thép được mạ và ủ kẽm) theo phương án này.

Fig.3 là hình chiếu đứng dạng sơ đồ thể hiện tấm thép mạ kẽm theo phương án này.

Fig.4A là sơ đồ tiến trình thể hiện ví dụ về phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm theo phương án của sáng chế.

Fig.4B là sơ đồ tiến trình (tiếp theo Fig.4A) thể hiện ví dụ về phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm theo phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các tác giả sáng chế đã tiến hành nghiên cứu để giải quyết các vấn đề nêu trên. Kết quả là, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng khi oxit mà bao gồm ít nhất một trong các nguyên tố Si, Mn, và Al được phân bố trong lớp mạ, oxit này có thể được sử dụng làm vị trí bẫy hydro và đặc tính chống phá hủy trễ của tấm thép (tấm thép mạ kẽm) được cải thiện. Ngoài ra, các tác giả sáng chế cũng đã khám phá ra rằng khi tấm thép được giữ ở 550°C đến 750°C trong khi gia nhiệt trong bước tôi, và oxit này mà bao gồm ít nhất một trong các nguyên tố Si, Mn, và Al được tạo ra trên lớp ngoài cùng của tấm thép, có thể thu được tấm thép mạ kẽm có lớp mạ mà oxit này được phân bố bằng bước mạ sau đó hoặc bằng bước mạ và xử lý hợp kim sau đó.

Ngoài ra, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng khi oxit trên bề mặt của tấm thép được sử dụng, dễ dàng kiểm soát được hình thái học của oxit này như kích thước hoặc tỷ trọng số của oxit này. Dùng làm phương pháp phân bố oxit này vào trong lớp mạ, phương pháp mạ tấm thép bằng kẽm nóng chảy (kim loại nóng chảy) bao gồm oxit này là có thể, nhưng khó có thể sử dụng phương pháp này vì các lý do sau.

Ví dụ, thậm chí khi oxit được phân bố trong kẽm nóng chảy, oxit này tạo thành các cụm bởi lực Van der Waals và phát triển thành khối oxit lớn có

kích thước từ vài đến vài trăm μm . Kết quả là, do oxit lớn này gây ra hiện tượng rạn nứt hoặc không được mạ, nên không ưu tiên phân bố oxit này trong dung dịch mạ. Ngoài ra, để làm tăng khả năng bám dính của lớp mạ, bề mặt sạch thường thu được bằng cách loại bỏ oxit trên bề mặt của tấm thép trước khi mạ, và oxit này thường không được tạo ra trên tấm thép trước khi mạ.

Nhìn chung, trong dung dịch mạ kẽm nhúng nóng, màng oxit của Zn hoặc Al nổi trên bề mặt. Ở đây, màng oxit của Zn hoặc Al này được gọi là váng và gây ra hiện tượng không được mạ hoặc làm chậm quá trình tạo hợp kim. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng khi oxit có mặt trên bề mặt của tấm thép, váng dễ dàng bám dính lên trên tấm thép trong khi nhúng trong dung dịch mạ, và do đó hiện tượng không được mạ dễ dàng được tạo ra.

Ngoài ra, các tác giả sáng chế đã khám phá ra rằng vấn đề váng bám dính lên trên tấm thép này gây ra không chỉ hiện tượng không được mạ, mà còn làm chậm quá trình tạo hợp kim. Vấn đề này trở thành vấn đề đáng quan ngại ở tấm thép bao gồm lượng lớn Si và Mn. Mặc dù cơ chế chi tiết là chưa rõ ràng, nhưng có thể xem như là các oxit của Si và Mn tạo ra trên bề mặt của tấm thép phản ứng với hoặc tương tác với váng này mà chúng là oxit, thúc đẩy quá trình không mạ hoặc làm chậm quá trình tạo hợp kim.

Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng khi kim loại nóng chảy chảy trong dung dịch mạ kẽm nhúng nóng, phản ứng hoặc sự tương tác giữa các oxit được hạn chế để ức chế hiện tượng không mạ.

Dưới đây, tấm thép mạ kẽm theo phương án của sáng chế sẽ được mô tả chi tiết.

Tấm thép mạ kẽm 1 theo phương án này (dưới đây, được đề cập dưới dạng “tấm thép được mạ 1”) bao gồm tấm thép 2, và lớp mạ 3 trên bề mặt của tấm thép 2, như được thể hiện trong Fig.3. Ở đây, tấm thép được mạ 1 có thể còn bao gồm các lớp mạ khác nhau như lớp hữu cơ, lớp vô cơ, và các lớp tương tự trên bề mặt của lớp mạ 3. Khi lớp màng phủ không được tạo ra trên tấm thép được mạ 1, tấm thép được mạ 1 này bao gồm tấm thép 2 và lớp mạ 3

trên bề mặt của tấm thép 2. Ngoài ra, lớp mạ 3 này được tạo ra bằng cách hóa rắn kim loại nóng chảy, và lớp mạ 3 này có thể là lớp mạ kẽm nhúng nóng (lớp mạ kẽm) mà không được trải qua quá trình xử lý hợp kim, hoặc có thể là lớp kẽm được mạ và ủ mà được trải qua quá trình xử lý bằng hợp kim.

Đầu tiên, lớp mạ 3 sẽ được mô tả.

Lớp mạ 3 chứa oxit 3a bao gồm ít nhất một nguyên tố hóa học được chọn từ Si, Mn, và Al. Điều quan trọng nhất là phân bố oxit 3a này trong lớp mạ 3. Đặc biệt, khi oxit 3a được phân bố trong vùng của lớp mạ 3 có độ dày 5 μm tính từ bề mặt phân cách giữa tấm thép 2 và lớp mạ 3, tác dụng giữ hydro trở nên rất đáng kể.

Mặc dù cơ chế chi tiết là chưa rõ ràng, oxit 3a bao gồm nhiều lỗ, và do đó, oxit 3a trong lớp mạ 3 giữ hydro mà thấm từ bề mặt của tấm thép được mạ 1 (ví dụ, hydro sinh ra từ phản ứng ăn mòn hoặc hydro trong khí quyển), và việc thấm hydro vào trong tấm thép 2 được làm chậm. Kết quả là, coi như đặc tính chống phá hủy trễ được cải thiện.

Ngoài ra, do tấm thép dùng để chế tạo ô tô được sử dụng trong môi trường ẩm ướt và môi trường khô được lặp đi lặp lại (môi trường ẩm-khô), hydro mà được giữ bởi oxit 3a (đó là, oxit 3a trên tấm thép 2) trong lớp mạ 3 trong môi trường ẩm được giải phóng ra ngoài không khí trong môi trường khô. Do đó, trong môi trường thực tế mà ô tô được sử dụng, có thể ứng dụng liên tục tác dụng giữ hydro bởi oxit nêu trên, và xem như là tấm thép được mạ 1 nêu trên thể hiện hiệu quả cao do đặc tính chống phá hủy trễ.

Tác dụng này được hạn chế đáng kể bằng cách phân bố oxit 3a bao gồm ít nhất một nguyên tố hóa học được chọn từ Si, Mn, và Al trong lớp mạ 3. Đặc biệt là, oxit Si, oxit của Mn, oxit của Al, và oxit hỗn hợp của ít nhất hai loại nguyên tố hóa học được chọn từ Si, Mn và Al có điểm chảy cao so với kẽm và dễ dàng được phân bố trong lớp mạ 3 dưới dạng oxit có hiệu quả giữ hydro cao.

Oxit 3a trong lớp mạ 3 là oxit bao gồm một hoặc sự kết hợp của Si, Mn,

và Al (dưới đây, trong một số trường hợp, được đề cập đơn giản dưới dạng oxit 3a). Tuy nhiên, các tạp chất không mong muốn được trộn trong thép trong quá trình sản xuất (ví dụ, oxit không mong muốn bao gồm Zn và Al từ dung dịch mạ và oxit không mong muốn này bao gồm các nguyên tố hóa học (loại trừ Si, Mn, và Al) do thành phần hóa học của tấm thép 2) có thể được bao gồm trong oxit 3a.

Do đó, ví dụ, oxit 3a có thể bao gồm một hoặc dạng kết hợp của Si, Mn, và Al (đó là, bao gồm ít nhất một nguyên tố trong đó), và lượng còn lại bao gồm O (oxy) và các tạp chất khó tránh khỏi.

Ở đây, các ví dụ về oxit 3a bao gồm một hoặc dạng kết hợp của Si, Mn, và Al bao gồm SiO_2 , MnO , Al_2O_3 , và Mn_2SiO_4 , và oxit 3a tốt hơn là bao gồm SiO_2 hoặc Mn_2SiO_4 .

Tỷ lệ diện tích chiếu của oxit 3a mà oxit 3a được chiếu trên bề mặt của tấm thép 2 là 10% hoặc lớn hơn. Tỷ lệ diện tích chiếu là độ che phủ biểu kiến của oxit 3a mà bóng được tạo ra trên bề mặt của tấm thép 2 khi nhìn tấm thép 2 từ phía trên của bề mặt của tấm thép được mạ 1. Tỷ lệ diện tích chiếu của oxit 3a càng lớn, thì càng nhiều hydro mà thấm từ bề mặt của tấm thép được mạ 1 có thể được giữ trong lớp mạ 3. Do đó, tốt hơn nếu oxit 3a có mặt trong lớp mạ 3, và trên bề mặt song song với bề mặt của tấm thép 2 càng nhiều càng tốt. Ở đây, tỷ lệ diện tích chiếu được thiết lập là 10% hoặc lớn hơn. Tỷ lệ diện tích chiếu tốt hơn là 15% hoặc lớn hơn và tốt hơn nữa là 20% hoặc lớn hơn. Ngoài ra, giới hạn trên của tỷ lệ diện tích chiếu là không bị giới hạn một cách cụ thể và có thể là 100%. Tuy nhiên, để cải thiện độ bám dính của lớp mạ hoặc để làm tăng tốc độ tạo hợp kim, tỷ lệ diện tích chiếu có thể là 90% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn là 80% hoặc nhỏ hơn.

Khi tỷ lệ diện tích chiếu là 10% hoặc lớn hơn, hình dạng của oxit 3a là không bị giới hạn một cách cụ thể. Ví dụ, hình dạng của oxit 3a có thể là dạng màng, dạng hạt, và dạng dải bất kỳ. Oxit dạng màng có thể làm tăng tỷ lệ diện tích chiếu của oxit 3a theo đơn vị thể tích. Do đó, khi tỷ lệ của oxit dạng màng

so với oxit 3a tổng là lớn, có thể làm tăng tỷ lệ diện tích chiếu. Theo đó, tốt hơn nếu hình dạng của oxit 3a là dạng màng.

Tỷ lệ diện tích chiếu của oxit 3a có thể dễ dàng được đo bằng cách quan sát mặt cắt ngang của tấm thép được mạ 1 (mặt cắt ngang này bao gồm tấm thép 2 và lớp mạ 3 theo chiều dày). Ví dụ, như được thể hiện trong Fig.1, khi oxit 3a được chiếu theo chiều thẳng đứng trên bề mặt phân cách giữa lớp mạ 3 và tấm thép 2 (bề mặt phân cách gần như phẳng), tỷ lệ diện tích chiếu $A(\%)$ có thể được đánh giá từ tỷ lệ của độ dài chiếu của oxit 3a được chiếu (bóng) (ví dụ, độ dài $(L-l_1-l_2-l_3)$ trong Fig.1) so với độ dài của bề mặt phân cách giữa lớp mạ 3 và tấm thép 2 (ví dụ, độ dài L trong Fig.1). Đó là, khi ví dụ của Fig.1 được tổng quát hóa và giả sử rằng độ dài của vùng không được chiếu thứ i (i là số tự nhiên bằng 1 hoặc lớn hơn và bằng n hoặc nhỏ hơn) được đặt là l_i trong trường hợp nếu có n vùng (n là số tự nhiên) mà trên đó oxit 3a không được chiếu (vùng không được chiếu), tỷ lệ diện tích chiếu A có thể được biểu diễn bằng công thức dưới đây sử dụng độ dài được đo của bề mặt phân cách.

Công thức 1

$$A = 100 \times \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n l_i}{L} \right) \quad (\text{công thức 1})$$

Theo phương án này, tỷ lệ của độ dài được đo ở năm trường nhìn thấy ở độ phóng đại 10,000 lần, và giá trị trung bình của chúng được xác định là tỷ lệ diện tích chiếu.

Thành phần hóa học và tỷ lệ diện tích của oxit 3a có thể được đánh giá bằng cách quan sát cấu trúc trong mặt cắt ngang của tấm thép được mạ 1. Ví dụ, phương pháp mà sau khi tấm thép được mạ 1 được xử lý tạo vảy mỏng sử dụng thiết bị thiết bị xử lý dòng ion tập trung (thiết bị xử lý FIB) để bao gồm lớp mạ 3 (mặt cắt ngang của tấm thép được mạ 1 theo chiều dày), bề mặt của vảy mỏng được quan sát sử dụng kính hiển vi truyền điện tử loại phát xạ trường (FE-TEM) và phép phân tích thành phần được tiến hành sử dụng bộ dò

tia X phân bố điện tử (EDX).

Ví dụ, trong Fig.2, mẫu quan sát được tạo ra sử dụng FIB, và sau đó oxit 3a được quan sát sử dụng FE-TEM ở độ phóng đại 50000 lần. Ngoài ra, có thể xác định oxit 3a bằng cách phân tích oxit 3a sử dụng EDX.

Lớp mạ 3 bao gồm kim loại mạ 3b, và kim loại mạ 3b có thành phần hóa học (thành phần hóa học của lớp mạ) mà lượng Fe được giới hạn ở 15% khối lượng hoặc nhỏ hơn, lượng Al được giới hạn ở 2% khối lượng hoặc nhỏ hơn và lượng còn lại bao gồm Zn và các tạp chất khó tránh khỏi. Khi lượng Fe trong kim loại mạ 3b lớn hơn 15% khối lượng, khả năng bám dính của lớp mạ 3 bị suy giảm ở tấm thép được mạ 1, và lớp mạ 3 bị rạn nứt hoặc bị tróc trong quá trình tạo hình. Khi lớp mạ 3 bị rạn nứt hoặc bị tróc bám dính vào khuôn, khuyết tật được tạo ra trong quá trình tạo hình. Theo phương pháp này, khi lượng Al trong kim loại mạ 3b lớn hơn 2% khối lượng, lớp chắn trên cơ sở Fe-Al-Zn được tạo ra và khả năng bám dính của lớp mạ 3 bị suy giảm. Trong trường hợp này, phát sinh vấn đề ở chỗ khó có thể kiểm soát được lượng Fe sau khi xử lý hợp kim.

Ngoài ra, khi lớp mạ 3 là lớp kẽm được mạ và ủ, Fe trong tấm thép 2 được kết hợp trong lớp mạ 3, và do đó, có thể làm tăng đặc tính dễ hàn điểm và đặc tính dễ sơn. Cụ thể, khi lượng Fe trong kim loại mạ 3b của lớp mạ 3 sau khi xử lý hợp kim là 7% khối lượng hoặc lớn hơn, có thể làm tăng đặc tính dễ hàn điểm một cách đầy đủ. Theo đó, khi quá trình xử lý hợp kim được tiến hành, lượng Fe trong kim loại mạ 3b có thể là 7% khối lượng đến 15% khối lượng. Ngoài ra, khi quá trình xử lý hợp kim được tiến hành, ví dụ, lượng Al có thể là 0,05% khối lượng hoặc lớn hơn để kiểm soát lượng Fe trong kim loại mạ 3b linh hoạt hơn bằng cách kiểm soát tốc độ tạo hợp kim.

Ngay cả khi lượng Fe trong kim loại mạ 3b nhỏ hơn 7% khối lượng, đặc tính chống ăn mòn, đặc tính dễ tạo hình, và đặc tính giãn nở của tấm thép được mạ 1 là được thỏa mãn. Ngoài ra, khi kim loại mạ 3b bao gồm Fe, lượng Fe này có thể được kiểm soát tới giá trị lớn hơn 0% khối lượng và 15% khối

lượng hoặc nhỏ hơn, và khi kim loại mạ 3b bao gồm Al, lượng Al có thể được kiểm soát tới giá trị lớn hơn 0% khối lượng và 2% khối lượng hoặc nhỏ hơn. Ngoài ra, lượng Zn trong kim loại mạ 3b là, ví dụ, 80% khối lượng hoặc lớn hơn và 100% khối lượng hoặc nhỏ hơn.

Ở đây, dùng làm các ví dụ về các tạp chất khó tránh khỏi nêu trên trong kim loại mạ 3b của lớp mạ 3, ví dụ, các tạp chất khó tránh khỏi được trộn trong quá trình sản xuất (ví dụ, các tạp chất khó tránh khỏi trong dung dịch mạ, các nguyên tố hóa học (ngoại trừ Fe, Al, và Zn) do thành phần hóa học của tấm thép 2, và các nguyên tố hóa học (Ni, Cu, và Co) trong quá trình mạ sơ bộ tùy ý) là được bao gồm. Do đó, ngoài Zn, kim loại mạ 3b có thể bao gồm ít nhất một nguyên tố hóa học trong số Fe và Al làm nguyên tố tùy ý hoặc tạp chất khó tránh khỏi và các nguyên tố hóa học như Mg, Mn, Si, Cr, Ni, Cu và các nguyên tố tương tự dùng làm các tạp chất khó tránh khỏi.

Lượng lớp mạ 3 (lượng mạ) trên mỗi đơn vị diện tích (1 m^2) của bề mặt của tấm thép 2 là không bị giới hạn một cách cụ thể, nhưng lượng lớp mạ trên mỗi bề mặt tốt hơn là 5 g/m^2 hoặc lớn hơn từ quan điểm làm tăng đặc tính chống ăn mòn. Ngoài ra, từ quan điểm làm tăng khả năng chống bám dính của lớp mạ, lượng lớp mạ trên mỗi bề mặt tốt hơn là 100 g/m^2 hoặc nhỏ hơn. Ở đây, với mục đích cải thiện hơn nữa các đặc tính như đặc tính dễ sơn, đặc tính dễ dàng và các đặc tính tương tự, các lớp màng phủ được tạo ra bằng các phương pháp xử lý màng phủ khác nhau (ví dụ, lớp mạ phía trên được tạo ra bằng cách mạ điện hoặc các phương pháp tương tự, màng phủ cromat được tạo ra bằng cách xử lý cromat, màng phủ phosphat được tạo ra bằng cách xử lý bằng phosphat, màng phủ làm trơn, và màng phủ để cải thiện đặc tính dễ hàn) có thể được tạo ra trên bề mặt của lớp mạ 3.

Ngoài ra, để đảm bảo đặc tính chống ăn mòn và đặc tính chống giòn do hydro khi tấm thép được mạ được sử dụng làm chi tiết cấu trúc, lõi (không mạ) mà kéo sâu đến tấm thép 2 trong lớp mạ 3 được giới hạn. Cụ thể, khi bề mặt của tấm thép được mạ 1 (tuy nhiên, vùng 3/8 của chiều rộng tấm hướng ra cả

hai mép từ vị trí trung tâm của chiều rộng tấm) được quan sát ở ba trường nhìn hoặc nhiều hơn ở độ phóng đại 100 lần sử dụng kính hiển vi nhìn nổi, độ che phủ của lớp mạ 3 lên tấm thép 2 (chung diện tích nếu bề mặt ngoài cùng của tấm thép được mạ 1 là lớp mạ 3, với diện tích bề mặt của tấm thép được mạ 1) là 99% hoặc lớn hơn. Đó là, chung diện tích (tỷ lệ lỗi), nếu bề mặt ngoài cùng của tấm thép được mạ 1 là tấm thép 2, với bề mặt ngoài cùng của tấm thép được mạ 1 có thể được giới hạn tới nhỏ hơn 1,0%. Độ che phủ tốt hơn là 100% (đó là, tỷ lệ lỗi tốt hơn là 0%). Khi độ che phủ là 99% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 100%, ví dụ, vùng lỗi được cắt bỏ khi tấm thép được mạ được sử dụng làm các chi tiết.

Lượng Fe và lượng Al trong lớp mạ 3 có thể được đo bằng cách hòa tan lớp mạ 3 với axit, loại bỏ oxit không hòa tan và các chất tương tự, và sau đó tiến hành phân tích hóa học dung dịch thu được. Đối với tấm thép được mạ và ủ kẽm, ví dụ, tấm thép được mạ 1 mà được cắt, có kích thước bằng 30 mm x 40 mm được nhúng vào trong dung dịch nước 5% HCl mà đã bổ sung chất ức chế, và trong khi việc hóa lỏng các nguyên tố hóa học trong tấm thép 2 bị hạn chế, có thể thu được dung dịch bằng cách hòa tan chỉ lớp mạ 3. Oxit không hòa tan và các chất tương tự được tách ra khỏi dung dịch thu được, và sau đó, lượng Fe và lượng Al có thể được định lượng từ cường độ tín hiệu thu được bởi phép phân tích phát ICP từ dung dịch này và đường chuẩn được tạo ra từ dung dịch có nồng độ đã biết.

Ngoài ra, trong trường hợp này, các giá trị đo của ít nhất ba mẫu được cắt ra từ cùng tấm thép được mạ và ủ kẽm này khi tính đến tính đồng đều của phép đo trong số các mẫu tương ứng có thể được lấy giá trị trung bình.

Tiếp theo, thành phần hóa học của tấm thép 2 sẽ được mô tả. Ở đây, % thành phần hóa học của tấm thép 2 có nghĩa là % khối lượng.

C: 0,05 đến 0,40%

C là nguyên tố mà làm tăng độ bền của tấm thép 2. Khi lượng C nhỏ hơn 0,05%, khó đạt được cả độ bền kéo bằng 980 MPa hoặc lớn hơn và đặc

tính dễ gia công. Ngoài ra, khi lượng C lớn hơn 0,40%, lượng của mactensit và xementit trong vi cấu trúc tăng lên, và đặc tính giãn dài và đặc tính giãn lỗ đầy đủ không thể thu được. Ngoài ra, trong trường hợp này, khó có thể đảm bảo được đặc tính dễ hàn điểm. Do đó, lượng C được thiết lập ở 0,05 đến 0,40%. Khi độ bền của tấm thép 2 tiếp tục gia tăng, lượng C tốt hơn là 0,08% hoặc lớn hơn, và tốt hơn nữa là 0,10% hoặc lớn hơn, và vẫn tốt hơn nữa là 0,12% hoặc lớn hơn. Ngoài ra, khi đặc tính dễ hàn điểm của tấm thép 2 tiếp tục gia tăng, lượng C tốt hơn là 0,38% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 0,35% hoặc nhỏ hơn, và vẫn tốt hơn nữa là 0,32% hoặc nhỏ hơn.

Si: 0,5 đến 3,0%

Si là nguyên tố quan trọng để cải thiện đặc tính chống giòn do hydro. Khi lượng Si nhỏ hơn 0,5%, lượng oxit 3a trong lớp mạ 3 là không đầy đủ và đặc tính chống phá hủy trễ không được cải thiện. Do đó, giới hạn dưới của lượng Si được thiết lập ở 0,5%. Khi lượng Si lớn hơn 3,0%, vi cấu trúc không thể được kiểm soát do sự tạo thành quá nhiều ferit, hoặc đặc tính dễ gia công bị suy giảm. Do đó, lượng Si được thiết lập ở 0,5 đến 3,0%. Ngoài ra, Si là nguyên tố mà làm tăng độ bền của tấm thép 2. Do đó, khi độ bền của tấm thép 2 tiếp tục gia tăng, lượng Si tốt hơn là 0,6% hoặc lớn hơn, và tốt hơn nữa là 0,7% hoặc lớn hơn, và vẫn tốt hơn nữa là 0,8% hoặc lớn hơn. Ngoài ra, khi đặc tính dễ gia công của tấm thép 2 tiếp tục gia tăng, lượng Si tốt hơn là 2,8% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 2,5% hoặc nhỏ hơn, và vẫn tốt hơn nữa là 2,2% hoặc nhỏ hơn.

Mn: 1,5 đến 3,0%

Mn là nguyên tố mà tạo ra oxit, và là nguyên tố mà làm tăng độ bền của tấm thép 2. Khi lượng Mn nhỏ hơn 1,5%, khó thu được độ bền kéo bằng 980 MPa hoặc lớn hơn. Khi lượng lớn Mn được bao gồm, sự chia tách của Mn và P và Mn và S được thúc đẩy để làm suy giảm đặc tính dễ gia công. Do đó, giới hạn trên của lượng Mn được thiết lập ở 3,0%. Khi độ bền của tấm thép 2 tiếp tục tăng, lượng Mn tốt hơn là 1,6% hoặc lớn hơn, và tốt hơn nữa là 1,8%

hoặc lớn hơn, và vẫn tốt hơn nữa là 2,0% hoặc lớn hơn. Ngoài ra, khi đặc tính dễ gia công của tấm thép tiếp tục tăng, lượng Mn tốt hơn là 2,8% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 2,7% hoặc nhỏ hơn, và vẫn tốt hơn nữa là 2,6% hoặc nhỏ hơn.

Ngoài ra, trong thành phần hóa học của tấm thép 2, lượng của các nguyên tố hóa học sau (O, P, S, Al, và N) được giới hạn. Ở đây, tất cả các giới hạn dưới của năm loại nguyên tố hóa học này là 0% và không bị giới hạn. Do đó, chỉ các giới hạn trên của năm loại nguyên tố hóa học này được giới hạn.

O: 0 đến 0,01%

O tạo ra oxit trong thép và làm giảm đặc tính giãn dài, đặc tính dễ uốn, và đặc tính giãn lỗ, và do đó, cần phải hạn chế lượng O trong thép. Đặc biệt, các oxit có mặt dưới dạng tạp chất trong nhiều trường hợp và khi các oxit có này có mặt ở bề mặt mép được đột dập hoặc bề mặt cắt, chỗ rạn nứt hoặc chỗ rỗ được tạo ra trên bề mặt đầu. Chỗ rạn nứt hoặc rỗ này gây ra sự tập trung ứng suất trong khi giãn lỗ hoặc khó xử lý và trở thành điểm khởi đầu của sự tạo thành các vết nứt, và do đó, đặc tính giãn lỗ hoặc đặc tính dễ uốn bị suy giảm đáng kể.

Khi lượng O lớn hơn 0,01%, xu hướng nêu trên càng trở nên có thể xảy ra, và do đó, giới hạn trên của lượng O được thiết lập ở 0,01%. Giới hạn dưới của lượng O là không bị giới hạn một cách cụ thể, nhưng khi lượng O nhỏ hơn 0,0001%, chi phí sản xuất tăng lên đáng kể. Do đó, giới hạn dưới của lượng O có thể được thiết lập ở 0,0001%. Để làm tăng hơn nữa đặc tính dễ gia công của tấm thép 2, lượng O tốt hơn là được giới hạn ở 0,008% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là được giới hạn ở 0,006% hoặc nhỏ hơn, và vẫn tốt hơn nữa là được giới hạn ở 0,005% hoặc nhỏ hơn.

P: 0 đến 0,04%

P bị chia tách trong vùng trung tâm của tấm thép theo chiều dày và là nguyên tố gây ra tính giòn của vùng được hàn. Khi P lớn hơn 0,04%, tính giòn của vùng được hàn trở nên đáng kể, do đó giới hạn trên được thiết lập ở 0,04%. Lượng của P là không bị giới hạn một cách cụ thể. Tuy nhiên, khi lượng của P

nhỏ hơn 0,0001%, chi phí sản xuất tăng lên. Do đó, lượng của P tốt hơn là 0,0001% hoặc lớn hơn. Để cải thiện hơn nữa đặc tính dễ hàn của tấm thép 2, lượng của P tốt hơn là được giới hạn ở 0,035% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là được giới hạn ở 0,03% hoặc nhỏ hơn, và vẫn tốt hơn nữa là được giới hạn ở 0,02% hoặc nhỏ hơn.

S: 0 đến 0,01%

S là nguyên tố có tác dụng gây hại đến đặc tính dễ hàn và đặc tính sản xuất của tấm thép 2 ở giai đoạn đúc và cán nóng. Vì lý do này, giới hạn trên của lượng S được thiết lập ở 0,01%. Giới hạn dưới của lượng S là không bị giới hạn một cách cụ thể. Tuy nhiên, khi lượng S nhỏ hơn 0,0001%, chi phí sản xuất tăng lên, và do đó, lượng S tốt hơn là 0,0001% hoặc lớn hơn. Ngoài ra, do S liên kết với Mn để tạo ra MnS hạt to và làm suy giảm đặc tính dễ uốn và đặc tính giãn nở, lượng S cần phải được làm giảm nhiều nhất có thể. Để làm tăng hơn nữa đặc tính dễ gia công của tấm thép 2, lượng S tốt hơn là được giới hạn ở 0,008% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là được giới hạn ở 0,005% hoặc nhỏ hơn, và vẫn tốt hơn nữa là được giới hạn ở 0,004% hoặc nhỏ hơn.

Al: 0 đến 2,0%

Al là nguyên tố mà có thể được dùng làm oxit để cải thiện đặc tính chống phá hủy trễ. Ngoài ra, Al là nguyên tố mà có thể được dùng làm chất khử oxy. Tuy nhiên, khi lượng Al dư được bổ sung, lượng tạp chất hạt lớn trên cơ sở Al tăng lên, sự suy giảm về đặc tính giãn nở và rạn nứt bề mặt được tạo ra, và do đó, giới hạn trên của lượng Al được thiết lập ở 2,0%. Mặc dù giới hạn dưới của lượng Al là không bị giới hạn một cách cụ thể, khó có thể thiết lập được lượng Al đến 0,0005% hoặc nhỏ hơn. Do đó, giới hạn dưới của lượng Al có thể là 0,0005%. Lượng Al tốt hơn là 1,8% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 1,5% hoặc nhỏ hơn, và vẫn tốt hơn nữa là 1,2% hoặc nhỏ hơn.

N: 0 đến 0,01%

N tạo ra các nitrua thô và là nguyên tố làm suy giảm đặc tính dễ uốn và đặc tính giãn nở. Do đó, lượng N cần phải được hạn chế. Khi lượng N lớn hơn

0,01%, xu hướng nêu trên càng trở nên có thể xảy ra, và do đó, giới hạn trên của lượng N được thiết lập ở 0,01%. Ngoài ra, lượng N nhỏ là được ưu tiên do N tạo ra rỉ hơi trong khi hàn. Giới hạn dưới của N là không bị giới hạn một cách cụ thể. Tuy nhiên, khi lượng của N nhỏ hơn 0,0005%, chi phí sản xuất tăng lên một cách đáng kể, và do đó, giới hạn dưới của lượng N có thể được thiết lập ở 0,0005%. Để cải thiện hơn nữa đặc tính dễ hàn của tấm thép 2, lượng N tốt hơn là được giới hạn ở 0,008% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là được giới hạn ở 0,005% hoặc nhỏ hơn, và vẫn tốt hơn nữa là được giới hạn ở 0,004% hoặc nhỏ hơn.

Ở đây, toàn bộ Al và Si là các nguyên tố có tác dụng ức chế sự tạo thành xementit. Do đó, khi lượng tổng của Al và Si được kiểm soát, tốt hơn nếu kiểm soát được vi cấu trúc, điều này sẽ được mô tả dưới đây. Khi lượng tổng của chúng là 0,5% hoặc lớn hơn, có thể dễ dàng ức chế sự tạo thành xementit. Do đó, lượng tổng của Al và Si tốt hơn là 0,5% hoặc lớn hơn, và tốt hơn nữa là 0,6% hoặc lớn hơn, và vẫn tốt hơn nữa là 0,8% hoặc lớn hơn.

Các nguyên tố hóa học được mô tả trên đây là các thành phần chính (các nguyên tố chính) của tấm thép 2 theo phương án này, và thành phần hóa học trong đó các nguyên tố chính được kiểm soát (được bao gồm hoặc được giới hạn) và thành phần còn lại bao gồm Fe và các tạp chất khó tránh khỏi là thành phần chính của tấm thép 2 theo phương án này. Tuy nhiên, ngoài thành phần chính này (thay vì một số Fe trong thành phần còn lại), theo phương án này, các nguyên tố hóa học dưới đây (các nguyên tố tùy ý) có thể được chứa trong tấm thép 2, nếu cần. Ngoài ra, ngay cả khi các nguyên tố tùy ý được trộn theo cách khó tránh khỏi vào trong tấm thép 2 (ví dụ, lượng của mỗi nguyên tố mà nhỏ hơn giới hạn dưới được ưu tiên của chúng), hiệu quả của phương án này là không bị suy giảm.

Đó là, tấm thép 2 có thể chứa ít nhất một trong các nguyên tố Mo, Cr, Ni, Cu, Nb, Ti, V, B, Ca, Mg, và REM làm các nguyên tố tùy ý hoặc các tạp chất khó tránh khỏi. Ở đây, do các nguyên tố hóa học không cần thiết bổ sung

vào trong tấm thép 2, các giới hạn dưới của mười một nguyên tố hóa học này là 0% và không bị giới hạn. Do đó, chỉ các giới hạn trên của mười một nguyên tố này được giới hạn.

Mo: 0 đến 1,0%

Mo là nguyên tố làm tăng cứng và là nguyên tố quan trọng để cải thiện đặc tính thấm tôi. Trong trường hợp nếu Mo được bổ sung vào trong thép, khi lượng của Mo nhỏ hơn 0,01%, hiệu quả của việc bổ sung này không thể thu được và do đó, giới hạn dưới của Mo có thể là 0,01%. Khi lượng của Mo lớn hơn 1,0%, đặc tính sản xuất của tấm thép 2 bị suy giảm ở giai đoạn sản xuất và ở bước cán nóng, và do đó, giới hạn trên của lượng của Mo được thiết lập ở 1,0%. Từ quan điểm về đặc tính sản xuất của tấm thép 2 và chi phí sản xuất, giới hạn trên của lượng của Mo tốt hơn là 0,8%, và tốt hơn nữa là 0,5%, và vẫn tốt hơn nữa là 0,3%.

Cr: 0 đến 1,0%

Cr là nguyên tố làm tăng cứng và là nguyên tố quan trọng để cải thiện đặc tính thấm tôi. Trong trường hợp nếu Cr được bổ sung vào trong thép, khi lượng Cr nhỏ hơn 0,05%, hiệu quả của việc bổ sung này không thể thu được và do đó, giới hạn dưới của Cr có thể là 0,05%. Khi lượng Cr lớn hơn 1,0%, đặc tính sản xuất của tấm thép 2 bị suy giảm ở giai đoạn sản xuất và ở bước cán nóng, và do đó, giới hạn trên của lượng Cr được thiết lập ở 1,0%. Từ quan điểm về đặc tính sản xuất của tấm thép 2 và chi phí sản xuất, giới hạn trên của lượng Cr tốt hơn là 0,9%, và tốt hơn nữa là 0,8%, và vẫn tốt hơn nữa là 0,5%.

Ni: 0 đến 1,0%

Ni là nguyên tố làm tăng cứng và là nguyên tố quan trọng để cải thiện đặc tính thấm tôi. Trong trường hợp nếu Ni được bổ sung vào trong thép, khi lượng Ni nhỏ hơn 0,05%, hiệu quả của việc bổ sung này không thể thu được và do đó, giới hạn dưới của Ni có thể là 0,05%. Khi lượng Ni lớn hơn 1,0%, đặc tính sản xuất của tấm thép 2 bị suy giảm ở giai đoạn sản xuất và ở bước cán nóng, và do đó, giới hạn trên của lượng Ni được thiết lập ở 1,0%. Ngoài ra,

Ni cải thiện đặc tính dễ hàn của tấm thép 2 hoặc thúc đẩy phản ứng tạo hợp kim. Do đó, lượng Ni có thể là 0,2% hoặc lớn hơn.

Mặt khác, Ni là nguyên tố không dễ dàng bị oxy hóa so với Fe. Do đó, để kiểm soát một cách linh hoạt kích thước và lượng oxit 3a trong lớp mạ 3 hoặc kiểm soát một cách thích hợp các đặc tính của lớp mạ bằng cách ngăn ngừa quá trình oxy hóa của Fe, giới hạn trên của lượng Ni có thể được giới hạn hơn nữa. Ví dụ, giới hạn trên của lượng Ni có thể là 0,9%.

Cu: 0 đến 1,0%

Cu là nguyên tố làm tăng cứng và là nguyên tố quan trọng để cải thiện đặc tính thấm tôi. Trong trường hợp nếu Cu được bổ sung vào trong thép, khi lượng Cu nhỏ hơn 0,05%, hiệu quả của việc bổ sung này không thể thu được và do đó, giới hạn dưới của Cu có thể là 0,05%. Khi lượng Cu lớn hơn 1,0%, đặc tính sản xuất của tấm thép 2 bị suy giảm ở giai đoạn sản xuất và ở bước cán nóng, và do đó, giới hạn trên của lượng Cu được thiết lập ở 1,0%. Ngoài ra, Cu cải thiện đặc tính dễ hàn của tấm thép 2 hoặc thúc đẩy phản ứng tạo hợp kim. Do đó, lượng Cu có thể là 0,2% hoặc lớn hơn. Tương tự với Ni, Cu là nguyên tố không dễ dàng bị oxy hóa so với Fe. Do đó, giới hạn trên của lượng Cu có thể là 0,9%.

B: 0 đến 0,01%

B là nguyên tố hiệu quả để tăng cường biên hạt và cải thiện độ bền của tấm thép 2. Trong trường hợp nếu B được bổ sung vào trong thép, khi lượng B nhỏ hơn 0,0001%, hiệu quả của việc bổ sung này không thể thu được và do đó, giới hạn dưới của B có thể là 0,0001%. Mặt khác, khi lượng B lớn hơn 0,01%, không chỉ là hiệu quả của việc bổ sung này bị bão hòa, mà đặc tính sản xuất của tấm thép 2 cũng bị suy giảm ở giai đoạn sản xuất và ở bước cán nóng. Do đó, giới hạn trên của lượng B được thiết lập ở 0,01%. Từ quan điểm về đặc tính sản xuất của tấm thép 2 và chi phí sản xuất, giới hạn trên của lượng B tốt hơn là 0,008%, và tốt hơn nữa là 0,006%, và vẫn tốt hơn nữa là 0,005%.

Ti: 0 đến 0,3%

Ti là nguyên tố làm tăng cứng. Ti đóng góp vào việc làm tăng độ bền của tấm thép 2 nhờ vào việc làm tăng sự kết tủa, làm tăng độ mịn của hạt bằng cách ức chế sự lớn lên của hạt ferit, và làm tăng sự lệch mạng nhờ vào việc hạn chế quá trình tái kết tinh. Trong trường hợp nếu Ti được bổ sung vào trong thép, khi lượng Ti nhỏ hơn 0,005%, hiệu quả của việc bổ sung này không thể thu được và do đó, giới hạn dưới của Ti có thể là 0,005%. Mặt khác, khi lượng Ti lớn hơn 0,3%, gây ra sự kết tủa nhiều cacbonitrua và đặc tính tạo hình bị suy giảm. Do đó, giới hạn trên của lượng Ti được thiết lập ở 0,3%. Để làm tăng hơn nữa đặc tính tạo hình của tấm thép 2, giới hạn trên của lượng Ti tốt hơn là 0,25%, và tốt hơn nữa là 0,20%, và vẫn tốt hơn nữa là 0,15%.

Nb: 0 đến 0,3%

Nb là nguyên tố làm tăng cứng. Nb đóng góp vào việc làm tăng độ bền của tấm thép 2 nhờ vào việc làm tăng sự kết tủa, làm tăng độ mịn của hạt bằng cách ức chế sự lớn lên của hạt ferit, và làm tăng sự lệch mạng nhờ vào việc hạn chế sự tái kết tinh. Trong trường hợp nếu Nb được bổ sung vào trong thép, khi lượng Nb nhỏ hơn 0,005%, hiệu quả của việc bổ sung này không thể thu được và do đó, giới hạn dưới của lượng Nb có thể là 0,005%. Mặt khác, khi lượng Nb lớn hơn 0,3%, gây ra sự kết tủa nhiều cacbonitrua và đặc tính tạo hình bị suy giảm. Do đó, giới hạn trên của lượng Nb được thiết lập ở 0,3%. Để làm tăng hơn nữa đặc tính tạo hình của tấm thép 2, giới hạn trên của lượng Nb tốt hơn là 0,25%, và tốt hơn nữa là 0,20%, và vẫn tốt hơn nữa là 0,15%.

V: 0 đến 0,5%

V là nguyên tố làm tăng cứng. V đóng góp vào việc làm tăng độ bền của tấm thép 2 nhờ vào việc làm tăng sự kết tủa, làm tăng độ mịn của hạt bằng cách ức chế sự lớn lên của hạt ferit, và làm tăng sự lệch mạng nhờ vào việc hạn chế sự tái kết tinh. Trong trường hợp nếu V được bổ sung vào trong thép, khi lượng V nhỏ hơn 0,005%, hiệu quả của việc bổ sung này không thể thu được và do đó, giới hạn dưới của lượng V có thể là 0,005%. Mặt khác, khi lượng V lớn hơn 0,5%, gây ra sự kết tủa nhiều cacbonitrua và đặc tính tạo hình

bị suy giảm. Do đó, giới hạn trên của lượng V được thiết lập ở 0,5%. Để làm tăng hơn nữa đặc tính tạo hình của tấm thép 2, giới hạn trên của lượng V tốt hơn là 0,4%, và tốt hơn nữa là 0,3%, và vẫn tốt hơn nữa là 0,2%.

Tổng lượng của ít nhất một trong các nguyên tố Ca, Mg, và REM: 0 đến 0,04%

Ít nhất một trong các nguyên tố Ca, Mg, và kim loại đất hiếm (REM) có thể được bổ sung với lượng nhiều nhất là 0,04% dưới dạng tổng lượng của chúng. Ca, Mg, và REM là các nguyên tố được sử dụng để khử oxy, và một, hai hoặc ba nguyên tố được chọn từ Ca, Mg, và REM làm tổng lượng của chúng có thể được chứa với lượng 0,0005% hoặc lớn hơn trong thép.

Khi lượng tổng của ít nhất một nguyên tố được chọn từ Ca, Mg, và REM lớn hơn 0,04%, đặc tính tạo hình bị suy giảm, và do đó, giới hạn trên của lượng tổng này được thiết lập ở 0,04%. Ở đây, REM thường được bổ sung vào trong thép dưới dạng hỗn kim. Ngoài La và Ce, trong một số trường hợp, ít nhất một trong các nguyên tố dãy lantanit có thể được chứa. Tấm thép 2 có thể chứa các nguyên tố dãy lantanit khác La và Ce dưới dạng các tạp chất khó tránh khỏi hoặc La kim loại và Ce kim loại có thể được bổ sung vào trong thép. Để cải thiện hơn nữa đặc tính tạo hình của tấm thép 2, giới hạn trên của lượng tổng của ít nhất một nguyên tố được chọn từ Ca, Mg, và REM có thể tốt hơn là 0,03%, và tốt hơn nữa là 0,02%, và vẫn tốt hơn nữa là 0,01%.

Như được mô tả trên đây, tấm thép 2 bao gồm, dùng làm thành phần hóa học, các nguyên tố chính được mô tả trên đây, và lượng còn lại bao gồm Fe và các tạp chất khó tránh khỏi, hoặc bao gồm, dùng làm thành phần hóa học, các nguyên tố chính được mô tả trên đây, ít nhất một nguyên tố được chọn từ các nguyên tố tùy ý được mô tả trên đây, và lượng còn lại bao gồm Fe và các tạp chất khó tránh khỏi.

Tiếp theo, vi cấu trúc của tấm thép 2 mà là vật liệu được mạ sẽ được mô tả. Ở đây, % trong vi cấu trúc của tấm thép 2 có nghĩa là % thể tích (phần thể tích, đó là, % diện tích trong mặt cắt ngang được quan sát). Ngoài ra, mỗi

cấu trúc trong vi cấu trúc này (sáu loại mactensit được ram, austenit, ferit, bainit, peclit và mactensit) được đề cập dưới dạng “pha” để thuận tiện.

Vi cấu trúc của tấm thép 2 bao gồm ferit, bainit, mactensit được ram, và austenit dư.

Để đạt được cả độ dẻo và đặc tính giãn lỗ sau khi đạt được độ bền kéo bằng 980 MPa hoặc lớn hơn, lượng mactensit được ram được thiết lập ở 30% hoặc lớn hơn. Mactensit được ram có thể làm tăng độ bền kéo so với ferit và có thể làm tăng đặc tính giãn lỗ so với mactensit.

Nhìn chung, sự khác nhau về độ ứng giữa các cấu trúc càng lớn, thì đặc tính giãn lỗ càng thấp. Ví dụ, trong thép bao gồm ferit và mactensit, do ứng suất được tập trung trên bề mặt phân cách giữa ferit và mactensit trong khi biến dạng và lỗ rộng được tạo ra, đặc tính giãn lỗ là thấp. Do đó, bằng cách kiểm soát lượng mactensit được ram mà mềm hơn mactensit, sự tạo thành các lỗ rộng được hạn chế trong khi biến dạng để cải thiện đặc tính giãn lỗ. Mactensit được ram là mactensit mà bao gồm cacbua trên cơ sở sắt như xementit trong đó và có độ bền thấp (độ bền kéo) và đặc tính giãn lỗ tuyệt vời so với mactensit khi được tôi (cũng được đề cập dưới dạng mactensit mới) có cùng thành phần hóa học.

Khi lượng mactensit được ram nhỏ hơn 30%, khó có thể đảm bảo được độ bền kéo bằng 980 MPa sau khi đạt được độ dẻo và đặc tính giãn lỗ. Để làm tăng hơn nữa độ bền kéo, lượng mactensit được ram tốt hơn là 32% hoặc lớn hơn, và tốt hơn nữa là 35% hoặc lớn hơn, và vẫn tốt hơn nữa là 38% hoặc lớn hơn. Trong trường hợp này, tốt hơn nữa nếu tỷ lệ thể tích của mactensit được ram là lớn hơn tỷ lệ thể tích của các pha khác mactensit được ram. Mặt khác, do vi cấu trúc bao gồm 8% austenit hoặc lớn hơn, ferit, và bainit, lượng mactensit được ram có thể nhỏ hơn 92% về tỷ lệ thể tích.

Trong khi đó, do mactensit được ram bao gồm nhiều sự lệch mạng, mactensit được ram này có độ bền cao, nhưng độ dẻo bị suy giảm. Ở đây, độ dẻo được cải thiện sử dụng tính dẻo hóa gây ra do sự biến đổi của austenit dư.

Khi tỷ lệ thể tích của austenit dư nhỏ hơn 8%, độ dẻo đầy đủ (độ giãn tổng El) không thể thu được. Do đó, giới hạn dưới của lượng austenit dư được thiết lập ở 8%. Mặt khác, do vi cấu trúc bao gồm (tổng của) 40% mactensit được ram hoặc lớn hơn và bainit, và ferit, lượng austenit dư có thể nhỏ hơn 60% về tỷ lệ thể tích. Để đảm bảo độ giãn dài lớn, lượng austenit dư tốt hơn là 9% hoặc lớn hơn, và tốt hơn nữa là 10% hoặc lớn hơn.

Ngoài ra, vi cấu trúc bao gồm ferit. Ferit này có tác dụng làm tăng lượng C trong austenit. Ví dụ, theo phương án về phương án sản xuất mà sẽ được mô tả dưới đây, ferit được tạo ra bằng cách làm nguội sau khi tôi pha kép hoặc tôi vùng pha đơn để làm ổn định austenit dư. Ở đây, tỷ lệ thể tích của ferit càng cao, độ bền càng thấp. Do đó, tỷ lệ thể tích của ferit tốt hơn là được giới hạn ở 30% hoặc nhỏ hơn. Ngoài ra, lượng ferit có thể lớn hơn 0%, và có thể tốt hơn là 1% hoặc lớn hơn. Ví dụ, khi cần thiết cho phép austenit còn lưu lại trong vi cấu trúc sau khi xử lý để làm tăng khả năng hấp phụ do va đập khi được sử dụng làm chi tiết, việc làm tăng lượng austenit dư và việc làm tăng lượng C trong austenit dư là có hiệu quả. Do đó, để đáp ứng yêu cầu này, tỷ lệ thể tích của ferit có thể là 10% hoặc lớn hơn, và tốt hơn là 20% hoặc lớn hơn.

Ngoài ra, vi cấu trúc bao gồm bainit. Bainit là có tác dụng làm tăng lượng C trong austenit dư. Lượng bainit là không bị giới hạn một cách cụ thể. Tuy nhiên, để thu được độ bền kéo bằng 980 MPa hoặc lớn hơn, lượng tổng của mactensit được ram và bainit được thiết lập ở 40% hoặc lớn hơn. Lượng bainit có thể lớn hơn 0%, và có thể tốt hơn là 1% hoặc lớn hơn. Ví dụ, khi cần thiết phải cho phép austenit còn lưu lại trong vi cấu trúc sau khi xử lý để làm tăng khả năng hấp thụ va chạm khi được sử dụng làm linh kiện, việc làm tăng lượng austenit dư và việc làm tăng lượng C trong austenit dư là có hiệu quả. Do đó, để đáp ứng yêu cầu này, tỷ lệ thể tích của bainit có thể là 2% hoặc lớn hơn, và tốt hơn là 5% hoặc lớn hơn. Mặt khác, do vi cấu trúc bao gồm 30% mactensit được ram hoặc lớn hơn, ferit, và 8% hoặc lớn hơn của austenit, lượng bainit là nhỏ hơn 62% về tỷ lệ thể tích.

Ngoài ra, tỷ lệ thể tích của peclit trong vi cấu trúc được giới hạn ở 10% hoặc nhỏ hơn. Peclit được tạo ra bởi sự biến đổi của austenit. Vì lý do này, do peclit làm giảm lượng austenit và lượng C trong austenit, độ bền và độ dẻo bị suy giảm. Do đó, tốt hơn nếu vi cấu trúc không chứa peclit. Tuy nhiên, khi tỷ lệ thể tích của peclit được giới hạn ở 10% hoặc nhỏ hơn, có thể đảm bảo độ bền kéo bằng 980 MPa hoặc lớn hơn và độ dẻo. Do đó, giới hạn trên của lượng peclit được thiết lập ở 10%. Khi C được sử dụng một cách hiệu quả hơn, tỷ lệ thể tích của peclit tốt hơn là được giới hạn ở 5% hoặc nhỏ hơn. Giới hạn dưới của tỷ lệ thể tích của peclit là 0% mà không bị hạn chế.

Để đảm bảo một cách đầy đủ độ giãn dài và đặc tính giãn lỗ, tốt hơn nếu mactensit không được bao gồm trong vi cấu trúc. Đặc biệt, tỷ lệ thể tích của mactensit có thể được giới hạn ở 10% hoặc nhỏ hơn. Để làm tăng hơn nữa độ giãn dài và đặc tính giãn lỗ, tỷ lệ thể tích của mactensit tốt hơn là được giới hạn ở 8% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là được giới hạn ở 7% hoặc nhỏ hơn, và vẫn tốt hơn nữa là được giới hạn ở 5% hoặc nhỏ hơn. Giới hạn dưới của tỷ lệ thể tích của mactensit là 0% mà không có giới hạn.

Theo đó, ví dụ, tấm thép 2 có thể có vi cấu trúc bao gồm mactensit được ram mà tỷ lệ thể tích của nó là 30% hoặc lớn hơn, austenit (austenit dư) mà tỷ lệ thể tích của nó là 8% hoặc lớn hơn, peclit mà tỷ lệ thể tích của nó được giới hạn ở 10% hoặc nhỏ hơn, mactensit mà tỷ lệ thể tích của nó được giới hạn ở 10% hoặc nhỏ hơn, nếu cần, và lượng còn lại bao gồm ferit và bainit, và tổng tỷ lệ thể tích của mactensit được ram và bainit có thể là 40% hoặc lớn hơn.

Hơn thế nữa, để cải thiện đặc tính giãn lỗ, phần diện tích chung (phần hạt to) mà các hạt (hạt to) có cỡ hạt lớn hơn 35 μm chiếm trên mỗi đơn vị diện tích so với tất cả các nguyên tố cấu thành (các pha tương ứng) của vi cấu trúc được giới hạn ở 10% hoặc nhỏ hơn. Khi số lượng các hạt mà cỡ hạt của chúng là lớn, tăng lên, độ bền kéo bị suy giảm và đặc tính biến dạng cục bộ cũng suy giảm. Theo đó, tốt hơn nếu cỡ hạt là nhỏ nhất có thể. Ngoài ra, do đặc tính

giãn lỗ được cải thiện bởi tất cả các hạt được tiếp nhận biến dạng bằng nhau hoặc tương đương, biến dạng cục bộ trong hạt này có thể được hạn chế bằng cách giới hạn lượng hạt dư. Ở đây, khi đó, cỡ hạt được đánh giá dưới dạng vùng được bao xung quanh bởi biên hạt bằng 15° hoặc lớn hơn mà được đo sử dụng phương pháp điện tử tán xạ ngược (EBSP).

Ngoài ra, mỗi pha (bainit, mactensit, mactensit được ram, austenit dư, ferit, và peclit) của vi cấu trúc được mô tả trên đây và cấu trúc của phần còn lại được xác định và các vị trí tồn tại của mỗi pha được quan sát để đo tỷ lệ diện tích của mỗi pha (tương ứng với tỷ lệ thể tích của mỗi pha). Trong phương pháp đo này, mặt cắt ngang của tấm thép 2 theo chiều cán hoặc mặt cắt ngang theo chiều góc bên phải của chiều cán được ăn mòn sử dụng tác nhân nital và tác nhân được bộc lộ trong Đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản chưa thẩm định, công bố lần đầu số S59-219473 và được quan sát sử dụng kính hiển vi quang học (ở độ phóng đại 1000 lần), hoặc kính hiển vi kiểu quét hoặc truyền điện tử (ở độ phóng đại 1000 đến 100000 lần) để định lượng mỗi pha. Trong trường hợp này, tỷ lệ diện tích của mỗi pha (đó là, tương ứng với tỷ lệ thể tích của mỗi pha) có thể thu được sử dụng phương pháp đếm điểm hoặc sử dụng phương pháp phân tích ảnh bằng cách quan sát mỗi pha trong 20 trường nhìn hoặc nhiều hơn.

Như được mô tả trên đây, bằng cách kiểm soát thành phần hóa học và vi cấu trúc của tấm thép 2, tấm thép được mạ 1 (tấm thép 2) có độ bền kéo bằng 980 MPa, độ dẻo tuyệt vời và đặc tính giãn lỗ tuyệt vời có thể thu được.

Ở đây, độ dày của tấm thép 2 là không bị giới hạn một cách cụ thể, nhưng giới hạn trên của độ dày này có thể là 6,0 mm. Giới hạn dưới của độ dày của tấm thép 2 có thể là, ví dụ, 0,5 mm phụ thuộc vào ứng dụng của tấm thép này.

Ở đây, khi độ bền kéo tăng lên, độ giãn dài và đặc tính giãn lỗ thường bị suy giảm, và do đó, độ giãn dài và đặc tính giãn lỗ được đánh giá như sau.

Sau khi chỉ số độ giãn dài thu được từ sản phẩm có độ bền kéo TS

(MPa) và độ giãn dài tổng El (%), khi sản phẩm này là 16000 (MPa x%) hoặc lớn hơn ($TS \times El \geq 16000 \text{ MPa x\%}$, độ giãn dài được đánh giá là tuyệt vời. Khi độ giãn dài được chú ý, sản phẩm này ($TS \times El$) tốt hơn là 18000 MPa x% hoặc lớn hơn, và tốt hơn nữa là 20000 MPa x% hoặc lớn hơn.

Sau khi chỉ số đặc tính giãn lỗ thu được từ sản phẩm có độ bền kéo TS (MPa) và tỷ lệ giãn lỗ λ (%), khi sản phẩm này là 40000 (MPa x%) hoặc lớn hơn ($TS \times \lambda \geq 40,000 \text{ MPa x\%}$), đặc tính giãn lỗ được đánh giá là tuyệt vời. Khi đặc tính giãn lỗ được chú ý, sản phẩm này ($TS \times \lambda$) tốt hơn là 45000 MPa x% hoặc lớn hơn, và tốt hơn nữa là 50000 MPa x% hoặc lớn hơn.

Tấm thép mạ kẽm 1 theo phương án này có độ bền kéo TS là 980 MPa hoặc lớn hơn và có đặc tính chống phá hủy trễ, độ bám dính của lớp mạ, độ giãn dài và đặc tính giãn lỗ tuyệt vời. Tấm thép mạ kẽm (vật liệu) 1 theo phương án này sử dụng sản phẩm được tạo ra nhờ quy trình làm nóng chảy, luyện thép (tinh luyện), đúc, cán nóng, và cán nguội mà mà là các quy trình sản xuất thép phổ biến được sử dụng theo tiêu chuẩn và có thể thu được một cách thích hợp bằng phương pháp sản xuất theo phương án này mà sẽ được mô tả dưới đây. Tuy nhiên, thậm chí với sản phẩm mà sản xuất được bằng cách bỏ qua một phần hoặc toàn bộ quy trình luyện thép, miễn sao sản phẩm này thỏa mãn các điều kiện của phương án này, hiệu quả được mô tả trong phương án này có thể thu được. Do đó, tấm thép mạ kẽm 1 theo phương án này là không cần thiết giới hạn bởi phương pháp sản xuất.

Ngoài ra, khi tấm thép mạ kẽm 1 theo phương án này được sử dụng làm linh kiện, ví dụ, một phần lớp mạ 3 có thể được loại bỏ để đảm bảo đặc tính dễ dàng và tấm thép mạ kẽm có thể được xử lý một cách thích hợp phụ thuộc vào mục đích sử dụng.

Tiếp theo, phương pháp sản xuất của tấm thép mạ kẽm theo phương án của sáng chế sẽ được mô tả chi tiết.

Các Fig.4A và 4B thể hiện biểu đồ tiến trình của ví dụ về phương pháp sản xuất của tấm thép mạ kẽm theo phương án này. Như được thể hiện trong

biểu đồ tiến trình này, theo phương án này, tấm thép mạ kẽm được sản xuất bằng các quy trình dưới đây. Đó là, thép (phôi) được đúc (S1), được gia nhiệt (S2), và được cán nóng (S3). Sau quy trình cán nóng (S3), thép này (tấm thép, tấm thép được cán nóng) được cuộn (S4), được tẩy gỉ (S5), và được cán nguội (S6). Sau khi cán nguội (S6), thép này (tấm thép, tấm thép cán nguội) được gia nhiệt để tái kết tinh ferit (S7), và tôi (S8) và kiểm soát việc làm nguội (S9) được tiến hành. Sau đó, nhiệt độ được kiểm soát dựa trên nhiệt độ dung dịch mạ (S10) và quy trình mạ kẽm nhúng nóng được tiến hành (S11). Sau quy trình mạ kẽm nhúng nóng (S11), thép này (tấm thép, tấm thép được mạ) được làm nguội (S12) để thu được tấm thép được mạ kẽm nhúng nóng dưới dạng sản phẩm cuối. Hơn thế nữa, khi thép này (tấm thép, tấm thép được mạ) được trải qua quy trình xử lý tạo hợp kim (S20) sau quy trình mạ kẽm nhúng nóng (S11), tấm thép kẽm được mạ và ủ thu được dưới dạng sản phẩm cuối sau khi làm nguội (S21). Ngoài ra, sau quy trình kiểm soát việc làm nguội (S9), thép này (tấm thép, tấm thép cán nguội hoặc tấm thép được mạ) có thể được gia nhiệt và duy trì nếu cần (S30, S31, và S32) trong một số trường hợp.

Ở đây, để kiểm soát tỷ lệ diện tích chiều của oxit 3a trong lớp mạ của tấm thép mạ kẽm theo phương án nêu trên được giới hạn ở 10% hoặc lớn hơn, và do đó, theo phương án này, ít nhất, các điều kiện của quy trình cán nguội (S6), các điều kiện của quy trình gia nhiệt (S7), và các điều kiện của quy trình mạ kẽm nhúng nóng (S11) được kiểm soát một cách thích hợp như được mô tả dưới đây.

Dưới đây, mỗi quy trình của phương án này sẽ được mô tả.

Theo phương án này, thép có thành phần hóa học được mô tả trong phương án nêu trên được sản xuất trong phương pháp thông thường và được đúc (S1).

Sau khi thép này (phôi) sau quy trình đúc được làm nguội trực tiếp hoặc làm nguội một lần, thép này được gia nhiệt (S2) và được chuyển đến quy trình cán nóng (S3). Mặc dù nhiệt độ gia nhiệt trước quy trình cán nóng là

không bị giới hạn một cách cụ thể, nhiệt độ tốt hơn là 1150°C hoặc cao hơn, và tốt hơn nữa là 1200°C hoặc cao hơn để làm đồng đều hơn thành phần hóa học trong thép. Quy trình cán nóng được hoàn thành ở nhiệt độ của điểm biến đổi Ar_3 hoặc cao hơn để ngăn ngừa tình trạng không đồng đều của vi cấu trúc bằng cách cán trong vùng hai pha. Ở đây, điểm biến đổi Ar_3 (Ar_3) và điểm biến đổi Ac_3 (Ac_3) mà sẽ được mô tả chi tiết dưới đây trong Bảng 1 có thể lần lượt được tính từ các công thức 2 và 3 dưới đây sử dụng lượng C (%C), lượng Mn (%Mn), lượng Si (%Si), và lượng Cr (%Cr).

$$Ar_3 = 901 - 325 \times (\%C) - 92 \times (\%Mn) + 33 \times (\%Si) - 20 \times (\%Cr) \dots$$

(công thức 2)

$$Ac_3 = 910 - 203 \times (\%C)^{0,5} + 44,7 \times (\%Si) - 30 \times (\%Mn) - 11 \times (\%Cr) \dots$$

(công thức 3)

Khi tấm thép không chứa Cr dưới dạng nguyên tố tùy ý, điểm biến đổi Ar_3 và điểm biến đổi Ac_3 lần lượt có thể được tính từ các công thức 4 và 5 dưới đây.

$$Ar_3 = 901 - 325 \times (\%C) - 92 \times (\%Mn) + 33 \times (\%Si) \dots$$

(công thức 4)

$$Ac_3 = 910 - 203 \times (\%C)^{0,5} + 44,7 \times (\%Si) - 30 \times (\%Mn) \dots$$

(công thức 5)

Tiếp theo, thép này (tấm thép, tấm thép được cán nóng) sau quy trình cán nóng được cuộn ở nhiệt độ cuộn bằng 300°C đến 700°C (S4). Khi nhiệt độ cuộn trong quy trình cán nóng lớn hơn 700°C, vi cấu trúc của tấm thép được cán nóng là cấu trúc ferit·peclit hạt to và mỗi pha của vi cấu trúc của tấm thép cuối cùng sau các quy trình sau đó (ví dụ, cán nguội, tôi, và mạ kẽm và xử lý nhiệt tạo hợp kim) trở thành vi cấu trúc không đồng đều. Kết quả là, phần hạt to nêu trên không thể được kiểm soát một cách đầy đủ và đặc tính giãn nở tuyệt vời không thể thu được. Do đó, giới hạn trên của nhiệt độ cuộn được thiết lập ở 700°C. Nhiệt độ cuộn tốt hơn là 650°C hoặc thấp hơn.

Mặc dù giới hạn dưới của nhiệt độ cuộn là không được xác định một cách cụ thể, khi nhiệt độ cuộn là 300°C hoặc cao hơn, có thể thu được độ bền

của tấm thép được cán nóng mà thích hợp để cán nguội. Do đó, nhiệt độ cuộn tốt hơn là 300°C hoặc cao hơn.

Tấm thép được cán nóng được sản xuất trong phương pháp này được trải qua quy trình tẩy gỉ (S5). Do quá trình tẩy gỉ được tiến hành trên bề mặt của tấm thép, quá trình tẩy gỉ này là quan trọng để cải thiện các đặc tính của lớp mạ. Tấm thép này có thể được tẩy gỉ một lần hoặc có thể được tẩy gỉ nhiều lần bằng các phương pháp riêng biệt.

Tấm thép được cán nóng được tẩy gỉ này được cán nguội (S6) bằng cách cán (cán xử lý) có kích thước cán bằng 1400 mm hoặc nhỏ hơn dưới độ giảm kích thước tổng bằng cách cán 30% hoặc lớn hơn và chuyển đến dây truyền mạ nhúng nóng liên tục. Có thể thúc đẩy quá trình tái kết tinh của ferit và sự tạo thành oxit thu được từ quy trình tái kết tinh (oxit cần thiết để tạo ra oxit 3a được mô tả trên đây) bằng quy trình cán nguội trong khi gia nhiệt (duy trì) trong quy trình sau.

Dưới điều kiện giảm kích thước tổng bằng cách cán nhỏ hơn 30%, do quy trình tái kết tinh không được thúc đẩy một cách đầy đủ trong quá trình gia nhiệt (duy trì) trong quy trình sau, oxit không được tạo ra một cách đầy đủ trong quy trình sau và đặc tính chống giòn do hydro đầy đủ là không thể thu được. Do đó, mức giảm kích thước tổng do cán (giới hạn dưới) được thiết lập ở 30% hoặc lớn hơn. Tốt hơn, nếu mức giảm kích thước tổng do cán là 40% hoặc lớn hơn. Mặt khác, giới hạn trên của mức giảm kích thước tổng do cán của quy trình cán nguội là không được xác định một cách cụ thể (nhỏ hơn 100%), nhưng mức giảm kích thước tổng do cán tốt hơn là 80% hoặc nhỏ hơn để tiến hành quy trình cán nguội với sự hạn chế tải lượng cho quy trình cán nguội. Do độ bám dính lớp mạ, độ giãn dài, đặc tính giãn lỗ do kéo, và đặc tính chống giòn do hydro là hầu như không bị ảnh hưởng bởi số lần cán qua hoặc sự giảm kích thước trong các lần cán qua tương ứng đó, số lần cán qua hoặc sự giảm kích thước trong các lần cán qua tương ứng đó là không được xác định một cách cụ thể. Ở đây, khi độ dày ban đầu trước lần cán qua đầu tiên

trong quy trình cán nguội được đặt làm tham chiếu, mức giảm kích thước tổng do cán là phần trăm lượng giảm kích thước tổng do cán với tham chiếu này (sự khác nhau giữa độ dày ban đầu trước lần cán qua đầu tiên trong quy trình cán nguội và độ dày cuối cùng sau lần cán qua cuối cùng trong quy trình cán nguội).

Ngoài ra, ứng suất cần thiết cho quy trình tái kết tinh tăng lên cùng với tốc độ biến dạng (dưới đây, tốc độ biến dạng trung bình) của tấm thép trên mỗi đơn vị độ dày tấm. Do đó, để thu được tốc độ biến dạng trung bình một cách đầy đủ, trục cán có kích thước trục cán nhỏ mà diện tích bề mặt mà tiếp xúc với vật liệu được cán và lượng biến dạng đàn hồi của trục cán trên bề mặt này nhỏ là được sử dụng. Trong quy trình cán nguội dưới mức giảm kích thước tổng do cán bằng 30% hoặc lớn hơn, khi trục cán có kích thước trục cán bằng 1400 mm hoặc nhỏ hơn được sử dụng, có thể tạo ra oxit mà cần thiết để thu được đặc tính chống giòn do hydro đầy đủ. Nếu kích thước trục cán càng nhỏ, thì tốc độ biến dạng trung bình nêu trên càng cao. Do đó, tốc độ tái kết tinh có thể được làm tăng bằng cách làm giảm thời gian trước khi tái kết tinh được bắt đầu, và lượng oxit cần được tạo ra cũng tăng lên. Tác dụng làm tăng của tốc độ tái kết tinh và tác dụng của sự tạo thành oxit được tạo ra khi kích thước trục cán là 1400 mm hoặc nhỏ hơn. Do đó, kích thước trục cán được thiết lập ở 1400 mm hoặc nhỏ hơn. Kích thước trục cán tốt hơn là 1200 mm hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 1000 mm hoặc nhỏ hơn.

Thép này (tấm thép, tấm thép cán nguội) sau khi cán nguội được gia nhiệt (S7). Do độ bám dính với lớp mạ, độ giãn dài, độ bền, đặc tính giãn nở, và đặc tính chống giòn do hydro là hầu như không bị ảnh hưởng bởi tốc độ gia nhiệt (tốc độ gia nhiệt trung bình) ở thời điểm khi tấm thép đi qua dây chuyền mạ, tốc độ gia nhiệt là không được xác định một cách cụ thể. Khi tốc độ gia nhiệt là 0,5 °C/giây hoặc lớn hơn, có thể đảm bảo năng suất sản xuất, và do đó, tốc độ gia nhiệt tốt hơn là 0,5 °C/giây hoặc lớn hơn. Khi tốc độ gia nhiệt là 100 °C/giây hoặc nhỏ hơn, phương án này có thể được bổ sung trong thiết bị

thông thường, và do đó, tốc độ gia nhiệt tốt hơn là $100\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ từ quan điểm về chi phí sản xuất.

Trong khi gia nhiệt, tấm thép được giữ ở 550°C đến 750°C trong 20 giây hoặc lâu hơn. Điều này là vì oxit có thể được phân bố bằng cách duy trì tấm thép trong khoảng nhiệt độ này. Được xem như là sự tạo thành oxit là có liên quan mật thiết với quy trình tái kết tinh của ferit được xử lý làm nguội. Đó là, do Si, Al và Mn mà tạo ra các oxit được cung cấp bằng cách khuếch tán (cụ thể, khuếch tán qua biên hạt) từ phía bên trong của tấm thép, oxit mà bao gồm một hoặc nhiều nguyên tố trong số Si, Mn, và Al có xu hướng được tạo ra trong biên hạt của ferit trên bề mặt của tấm thép. Biên hạt ferit mịn được tạo ra bằng quy trình tái kết tinh như được mô tả trên đây được sử dụng làm vị trí tạo ra oxit. Ngoài ra, như được mô tả trên đây, do oxit tốt hơn là được tạo ra trong biên hạt ferit, oxit này thường có cấu trúc lưới và dễ dàng được tạo ra (tỷ lệ diện tích chiều) mà có thể giữ hydro một cách hiệu quả.

Ngoài ra, trong khoảng nhiệt độ từ 550°C đến 750°C , tốc độ tái kết tinh của ferit là cao hơn tốc độ tạo ra oxit. Do đó, khi nhiệt độ của tấm thép sau khi cán nguội được kiểm soát nằm trong khoảng nhiệt độ này, quy trình tái kết tinh được bắt đầu trước khi oxit được tạo ra. Do đó, có thể tạo ra lượng đầy đủ (diện tích) của các oxit trên bề mặt của tấm thép.

Khi nhiệt độ giữ là thấp hơn 550°C , mất nhiều thời gian cho quá trình tái kết tinh và ngoài ra, chỉ ferit được xử lý mà được lan rộng nhiều là có mặt. Do đó, biên hạt với lượng đầy đủ (độ chắc đặc) để tạo ra oxit là không có mặt. Ngoài ra, khi nhiệt độ duy trì lớn hơn 750°C , tốc độ tạo thành oxit là cao hơn tốc độ tái kết tinh của ferit và các oxit dạng hạt được tạo ra trong biên hạt ở giữa của quá trình tái kết tinh và tăng trưởng của hạt, hoặc sự biến đổi ngược, và do đó, khó tạo ra lượng đầy đủ (diện tích) của các oxit trên bề mặt của tấm thép. Ở đây, thời gian khi nhiệt độ của thép (tấm thép) nằm trong khoảng nhiệt độ từ 550°C đến 750°C là được kiểm soát. Nếu thời gian khi nhiệt độ của tấm thép nằm trong khoảng nhiệt độ từ 550°C đến 750°C nhỏ hơn 20 giây, lượng

oxit đủ (cụ thể, các oxit có ưu điểm về tỷ lệ diện tích chiều) không thể thu được và trong sản phẩm cuối cùng, tỷ lệ diện tích chiều của các oxit nêu trên nhỏ hơn 10%. Để làm tăng hơn nữa đặc tính chống giòn do hydro của tấm thép, thời gian duy trì tốt hơn là 30 giây hoặc lâu hơn.

Ở đây, thời gian khi nhiệt độ của tấm thép nằm trong khoảng nhiệt độ từ 550°C đến 750°C có thể được kiểm soát bằng cách duy trì đẳng nhiệt hoặc có thể được kiểm soát bằng cách gia nhiệt (nâng nhiệt độ). Giới hạn trên của thời gian khi nhiệt độ của tấm thép nằm trong khoảng nhiệt độ từ 550°C đến 750°C là không bị giới hạn một cách cụ thể và có thể là 2000 giây, hoặc có thể là 1000 giây.

Mặt khác, trong tấm thép được cán nguội, hạt ferit được giãn dài theo chiều cán, cỡ hạt ferit là lớn, và lượng biên hạt ferit là nhỏ. Kết quả là, ngay cả khi tấm thép cán nguội mà phần lớn ferit là ferit không được tái kết tinh được tôi, khó có thể đảm bảo được tỷ lệ diện tích chiều của oxit là 10% hoặc lớn hơn. Do đó, như được mô tả trên đây, cỡ hạt ferit có thể được làm mịn bằng cách kiểm soát thời gian khi nhiệt độ của tấm thép nằm trong khoảng nhiệt độ từ 550°C đến 750°C và tái kết tinh ferit trước khi tạo ra oxit.

Ngoài ra, tấm thép sau quy trình tái kết tinh được tôi ở nhiệt độ tôi (nhiệt độ gia nhiệt cao nhất) từ 750°C đến 900°C (S8). Khi nhiệt độ tôi thấp hơn 750°C, tốn nhiều thời gian để thực hiện tái hóa rắn dung dịch cacbua tạo ra trong khi cán nóng, và cacbua còn lại, và do đó, đặc tính thấm tôi của tấm thép bị suy giảm. Do đó, lượng đủ của mactensit được ram và austenit không thể được đảm bảo và khó có thể đảm bảo được độ bền kéo bằng 980 MPa hoặc lớn hơn. Do đó, giới hạn dưới của nhiệt độ tôi là 750°C.

Việc gia nhiệt quá cao không chỉ làm tăng chi phí sản xuất mà còn có các vấn đề như suy giảm hình dạng của tấm khi tấm thép đi qua dây chuyền mạ ở nhiệt độ cao và suy giảm độ bền của trục cán. Do đó, giới hạn trên của nhiệt độ tôi được thiết lập ở 900°C. Thời gian xử lý nhiệt (thời gian tôi) ở khoảng nhiệt độ nêu trên (750°C đến 900°C) là không bị giới hạn một cách cụ

thể nhưng tốt hơn là 10 giây hoặc lâu hơn để hòa tan cacbua.

Để làm giảm chi phí sản xuất, thời gian xử lý nhiệt tốt hơn là 600 giây hoặc ngắn hơn. Tắm thép có thể được tôi bằng cách tiến hành duy trì đẳng nhiệt ở nhiệt độ gia nhiệt cao nhất hoặc tắm thép này có thể được tôi bằng cách bắt đầu làm nguội ngay lập tức sau khi quá trình gia nhiệt từ từ được tiến hành và nhiệt độ đạt đến nhiệt độ gia nhiệt cao nhất.

Khi áp suất trong quy trình tôi của dây chuyền mạ kẽm nhúng nóng liên tục được kiểm soát, có thể kiểm soát linh hoạt oxit tạo ra trên bề mặt của tấm thép (oxit bao gồm ít nhất một nguyên tố hóa học được chọn từ Si, Mn, và Al) có thể được kiểm soát. Đó là, khi nồng độ H_2 và điểm ngưng tụ trong quá trình tôi trong khí quyển được giám sát, có thể kiểm soát được điện thế oxy mà là yếu tố quan trọng để kiểm soát phản ứng. Ví dụ, điểm ngưng tụ này có thể được đặt ở $-20^{\circ}C$ hoặc cao hơn trong môi trường khí N_2 có nồng độ H_2 bằng 20% thể tích hoặc nhỏ hơn, mà được sử dụng trong các điều kiện tôi thông thường. Trong trường hợp này, lượng và hình dạng của oxit bao gồm ít nhất một nguyên tố hóa học được chọn từ Si, Mn, và Al có thể được kiểm soát một cách linh hoạt.

Để đảm bảo lượng đầy đủ của mactensit được ram và austenit, quan trọng là kiểm soát các điều kiện làm nguội để không tạo ra quá nhiều cấu trúc khác mactensit được ram và austenit (ví dụ, ferit, peclit, và bainit) trong quy trình làm nguội sau khi tôi. Đặc biệt, tốt hơn nếu austenit được làm ổn định bằng cách kiểm soát các điều kiện làm nguội (ví dụ, kiểm soát sự biến đổi của ferit và kiểm soát sự biến đổi của peclit) sao cho lượng C trong austenit có thể tăng lên.

Do đó, tấm thép sau khi tôi được trải qua quá trình làm nguội được kiểm soát bằng quy trình làm nguội trong một bước hoặc hai bước (S9).

Đầu tiên, khi quy trình làm nguội trong hai bước được tiến hành, tấm thép được làm nguội tới nhiệt độ định trước (dưới đây, được đề cập dưới dạng nhiệt độ làm nguội trung gian) trong khoảng nhiệt độ từ $500^{\circ}C$ hoặc cao hơn

đến nhỏ hơn 750°C sau quy trình tôi nêu trên được hoàn thành ở tốc độ làm nguội trung bình bằng $0,1^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ đến $30^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ (dưới đây, được đề cập dưới dạng tốc độ làm nguội trung bình thứ nhất) (bước làm nguội thứ nhất). Bước làm nguội thứ nhất sẽ được mô tả chi tiết dưới đây.

Để đảm bảo năng suất sản xuất, tốc độ làm nguội trung bình thứ nhất là $0,1^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc lớn hơn. Để làm tăng hơn nữa năng suất, tốc độ làm nguội trung bình thứ nhất tốt hơn là $0,2^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc lớn hơn, và tốt hơn nữa là $0,5^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc lớn hơn, và vẫn tốt hơn nữa là $0,8^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc lớn hơn. Ngoài ra, tốc độ làm nguội trung bình thứ nhất được thiết lập ở $30^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc nhỏ hơn để tạo ra ferit. Để làm tăng lượng austenit và độ ổn định của austenit bằng cách làm tăng hơn nữa lượng ferit, tốc độ làm nguội trung bình thứ nhất tốt hơn là $25^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là $22^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc nhỏ hơn, và vẫn tốt hơn là $20^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc nhỏ hơn. Theo đó, tốc độ làm nguội trung bình thứ nhất được thiết lập ở $0,1$ đến $30^{\circ}\text{C}/\text{giây}$. Ngoài ra, khi tốc độ làm nguội trung bình thứ nhất là $30^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc nhỏ hơn và nhiệt độ làm nguội trung gian thấp hơn 500°C , các cấu trúc khác austenit và mactensit (ví dụ, ferit và bainit) được tạo ra quá nhiều, và do đó, trong sản phẩm cuối, 30% hoặc lớn hơn của mactensit được ram và 8% hoặc lớn hơn của austenit (austenit dư) không thể được đảm bảo. Tuy nhiên, khi tốc độ làm nguội trung bình thứ nhất là $0,1^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ đến $0,8^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, nhiệt độ làm nguội trung gian tốt hơn là $\text{Ar}_3^{\circ}\text{C}$ hoặc cao hơn và thấp hơn 750°C để đảm bảo năng suất và không tạo ra peclit. Mặt khác, khi nhiệt độ làm nguội trung gian là 750°C hoặc cao hơn, chi phí sản xuất tăng cao và ferit cũng không được tạo ra trong một số trường hợp. Để tạo ra ferit ổn định hơn, nhiệt độ làm nguội trung gian tốt hơn là 740°C hoặc thấp hơn, và tốt hơn nữa là 730°C hoặc thấp hơn. Theo đó, nhiệt độ làm nguội trung gian là 500°C hoặc cao hơn và thấp hơn 750°C .

Tiếp theo, sau khi bước làm nguội thứ nhất được hoàn thành, tấm thép được làm nguội tới nhiệt độ ngừng làm nguội 100°C hoặc cao hơn và thấp hơn 350°C từ nhiệt độ làm nguội trung gian ở tốc độ làm nguội trung bình bằng

1 °C/giây đến 100 °C/giây (dưới đây, được đề cập dưới dạng tốc độ làm nguội trung bình thứ hai), mà cao hơn tốc độ làm nguội trung bình thứ nhất nêu trên (bước làm nguội thứ hai). Bước làm nguội thứ hai sẽ được mô tả chi tiết dưới đây.

Để đảm bảo mactensit mà cần thiết để thu được 30% hoặc lớn hơn của mactensit được ram trong sản phẩm cuối, nhiệt độ ngừng làm nguội đảm bảo nhiều mactensit được ram trong sản phẩm cuối, nhiệt độ ngừng làm nguội tốt hơn là 340°C hoặc thấp hơn, và tốt hơn nữa là 320°C hoặc thấp hơn, và vẫn tốt hơn nữa là 300°C hoặc thấp hơn. Ngoài ra, để đảm bảo austenit mà cần thiết để thu được 8% hoặc lớn hơn của austenit (austenit dư) trong sản phẩm cuối, nhiệt độ ngừng làm nguội được thiết lập ở 100°C hoặc cao hơn. Để đảm bảo nhiều austenit trong sản phẩm cuối, nhiệt độ ngừng làm nguội tốt hơn là 120°C hoặc cao hơn, và tốt hơn nữa là 150°C hoặc cao hơn, và vẫn tốt hơn nữa là 180°C hoặc cao hơn. Đặc biệt, nhiệt độ ngừng làm nguội tốt hơn nữa là được thiết lập ở nhiệt độ này hoặc cao hơn, và nhiệt độ thấp hơn 100°C của nhiệt độ (điểm M_s) mà sự biến đổi của mactensit được bắt đầu. Theo đó, nhiệt độ ngừng làm nguội là 100°C hoặc cao hơn và thấp hơn 350°C. Bằng cách kiểm soát nhiệt độ ngừng làm nguội theo cách này, trong số austenit mà xuất hiện trong tấm thép ngay lập tức sau khi hoàn thành bước làm nguội thứ nhất, austenit thích hợp có thể được biến đổi thành mactensit. Để đảm bảo mactensit mà cần thiết để thu được 30% hoặc lớn hơn của mactensit được ram trong sản phẩm cuối, tốc độ làm nguội trung bình thứ hai được thiết lập ở 1 °C/giây hoặc lớn hơn. Khi tốc độ làm nguội trung bình thứ hai nhỏ hơn 1 °C/giây, không chỉ năng suất suy giảm mà cấu trúc khác với austenit và mactensit cũng được tạo ra quá nhiều. Để đảm bảo lượng lớn mactensit được ram và austenit trong sản phẩm cuối, tốc độ làm nguội trung bình thứ hai tốt hơn là 2 °C/giây hoặc lớn hơn, và tốt hơn nữa là 5°C/giây hoặc lớn hơn, và vẫn tốt hơn nữa là 10 °C/giây hoặc lớn hơn, và tốt nhất là 20 °C/giây hoặc lớn hơn. Cụ thể, khi tốc độ làm nguội trung bình thứ nhất nêu trên là 0,1 °C/giây đến 0,8 °C/giây, tốt hơn nếu

làm tăng tốc độ làm nguội trung bình thứ hai như được mô tả trên đây. Ngoài ra, để hạn chế một cách hiệu quả chi phí sản xuất (chi phí thiết bị), tốc độ làm nguội trung bình thứ hai được thiết lập ở 100 °C/giây hoặc nhỏ hơn. Tốc độ làm nguội trung bình thứ hai tốt hơn là 80 °C/giây hoặc nhỏ hơn và tốt hơn nữa là 50 °C/giây hoặc nhỏ hơn. Theo đó, tốc độ làm nguội trung bình thứ hai được thiết lập ở 1 °C/giây đến 100 °C/giây. Ngoài ra, khi quy trình làm nguội trong hai bước được tiến hành để làm tăng năng suất và hạn chế tối đa sự tạo thành các pha khác austenit và mactensit, tốc độ làm nguội trung bình thứ hai có thể cao hơn tốc độ làm nguội trung bình thứ nhất. Để làm tăng lượng C trong austenit sau bước làm nguội thứ nhất và sau bước làm nguội thứ hai và để làm tăng lượng mactensit và austenit sau bước làm nguội thứ hai, tốt hơn nếu sự khác nhau giữa tốc độ làm nguội thứ hai và tốc độ làm nguội trung bình thứ nhất là lớn.

Mặt khác, khi quy trình làm nguội trong một bước được tiến hành, từ lý do tương tự như các điều kiện làm nguội trong quy trình làm nguội trong hai bước được mô tả trên đây, tấm thép này có thể được làm nguội tới nhiệt độ ngừng làm nguội bằng 100°C hoặc cao hơn và thấp hơn 350°C ở tốc độ làm nguội trung bình bằng 1 °C/giây đến 30 °C/giây. Điều kiện của quy trình làm nguội trong một bước tương ứng với trường hợp mà tốc độ làm nguội trung bình thứ nhất bằng với tốc độ làm nguội trung bình thứ hai (trong trường hợp này, nhiệt độ làm nguội trung gian được bao gồm trong khoảng nhiệt độ từ 500°C hoặc cao hơn và thấp hơn 750°C) trong các điều kiện nêu trên của quy trình làm nguội trong hai bước. Tốc độ làm nguội trung bình trong quy trình làm nguội trong một bước tốt hơn là lớn hơn 10 °C/giây, và tốt hơn nữa là 12 °C/giây hoặc lớn hơn, và vẫn tốt hơn nữa là 15 °C/giây hoặc lớn hơn, và tốt nhất là 20 °C/giây hoặc lớn hơn.

Ngoài mỗi tốc độ làm nguội trung bình như được mô tả trên đây, tốt hơn nếu tốc độ làm nguội cho mỗi giây thỏa mãn các điều kiện của các tốc độ làm nguội trung bình nêu trên.

Ngoài ra, sau quy trình làm nguội được kiểm soát nêu trên, tấm thép này được tái gia nhiệt. Sau đó, tấm thép được nhúng vào trong dung dịch mạ kẽm nhúng nóng và sau đó được làm nguội ở nhiệt độ trong phòng. Trong các quy trình sau quy trình làm nguội được kiểm soát nêu trên, thời gian khi nhiệt độ của tấm thép nằm trong khoảng nhiệt độ từ 350°C đến 500°C được kiểm soát là 20 giây hoặc lâu hơn. Bằng cách kiểm soát thời gian ở 20 giây hoặc lâu hơn, sự biến đổi từ austenit sang bainit (sự biến đổi bainit) xảy ra một cách đầy đủ, và do đó, lượng C trong austenit không được biến đổi có thể tăng lên. Kết quả là, độ ổn định của austenit tăng lên và 8% hoặc lớn hơn của austenit (austenit dư) có thể được đảm bảo trong sản phẩm cuối. Mặt khác, khi thời gian nhỏ hơn 20 giây, sự biến đổi từ austenit sang bainit (sự biến đổi bainit) không diễn ra đầy đủ, và do đó, độ ổn định của austenit bị suy giảm và 8% hoặc lớn hơn của austenit (austenit dư) không thể được đảm bảo trong sản phẩm cuối. Để làm tăng hơn nữa tỷ lệ thể tích của austenit, thời gian khi nhiệt độ của tấm thép nằm trong khoảng nhiệt độ từ 350°C đến 500°C tốt hơn được kiểm soát ở 25 giây hoặc lâu hơn, và tốt hơn nữa được kiểm soát ở 30 giây hoặc lâu hơn. Ngoài ra, giới hạn trên của thời gian khi tấm thép nằm trong khoảng nhiệt độ từ 350°C đến 500°C là không bị giới hạn một cách cụ thể, và ví dụ, từ quan điểm về năng suất, giới hạn trên có thể là 1000 giây, hoặc 500 giây. Ở đây, khoảng nhiệt độ từ 350°C đến 500°C là khoảng nhiệt độ mà ở đó sự biến đổi bainit được thúc đẩy ở tốc độ vừa đủ. Đó là, trong mỗi quy trình sau bước làm nguội thứ hai như việc điều chỉnh nhiệt độ tấm thép trước khi tấm thép được nhúng vào trong dung dịch mạ, và xử lý tạo hợp kim cho lớp mạ, thời gian khi nhiệt độ của tấm thép nằm trong khoảng nhiệt độ từ 350°C đến 500°C có thể được kiểm soát trong tổng thời gian 20 giây hoặc lâu hơn. Để kiểm soát dễ dàng hơn thời gian khi nhiệt độ của tấm thép nằm trong khoảng nhiệt độ từ 350 đến 500°C là 20 giây hoặc lâu hơn, quy trình giữ tấm thép trong khoảng nhiệt độ từ 350°C đến 500°C (S30, S31, và S32) có thể tiếp tục được bổ sung sau bước làm nguội thứ hai. Thời gian khi nhiệt độ của tấm

thép được giữ trong khoảng nhiệt độ từ 350°C đến 500°C trong quy trình giữ này là không bị giới hạn một cách cụ thể, nhưng ví dụ, có thể là 20 giây hoặc lâu hơn.

Ngoài ra, trước khi tấm thép được nhúng vào trong dung dịch mạ kẽm nhúng nóng, bằng cách tái gia nhiệt, nhiệt độ của tấm thép (nhiệt độ tấm) được kiểm soát nằm trong khoảng nhiệt độ từ nhiệt độ hoặc cao hơn mà thấp hơn nhiệt độ dung dịch mạ khoảng 40°C đến giá trị nhiệt độ hoặc thấp hơn mà cao hơn nhiệt độ của dung dịch mạ khoảng 40°C (S10). Khi nhiệt độ tấm thấp hơn nhiệt độ của dung dịch mạ khoảng 40°C hoặc cao hơn, nhiệt độ của kẽm nóng chảy xung quanh bề mặt của tấm thép trong thời điểm khi tấm thép được nhúng vào trong dung dịch mạ giảm đi đáng kể và một số kẽm nóng chảy bị hóa rắn. Sự hóa rắn này làm suy giảm về bên ngoài của lớp mạ và nhiệt độ tấm bằng cách tái gia nhiệt được giữ ở (nhiệt độ dung dịch mạ - 40°C). Ngoài ra, khi nhiệt độ tấm là cao hơn nhiệt độ mạ khoảng 40°C hoặc cao hơn, vấn đề vận hành phát sinh trong khi mạ kẽm, và do đó, nhiệt độ tấm được thiết lập ở (nhiệt độ dung dịch mạ + 40°C).

Sau khi nhiệt độ của tấm thép được kiểm soát theo phương pháp này, thép này được nhúng vào trong dung dịch mạ kẽm nhúng nóng (dung dịch mạ) có kim loại nóng chảy mà chảy ở tốc độ dòng bằng 10 m/phút đến 50 m/phút và được trải qua quy trình mạ kẽm nhúng nóng (S11).

Bằng cách đặt tốc độ chảy của kim loại nóng chảy từ 10 m/phút đến 50 m/phút, có thể tạo ra lớp mạ bao gồm oxit trong khi hiện tượng không mạ được ngăn ngừa. Khi tốc độ chảy của kim loại nóng chảy nhỏ hơn 10 m/phút, tỷ lệ tiếp xúc của kim loại nóng chảy trong dung dịch mạ không thể tăng lên bởi sự hạn chế bám dính của oxit trong dung dịch mạ lên trên bề mặt của tấm thép. Do đó, hiện tượng không mạ không thể được ngăn ngừa và về bề ngoài của lớp mạ bị suy giảm. Mặt khác, khi tốc độ chảy của kim loại nóng chảy lớn hơn 50 m/phút, việc đầu tư lớn cho thiết bị là cần thiết để thu được tốc độ dòng này và ngoài ra, hoa văn được tạo ra bởi sự chảy của kim loại nóng chảy được

tạo ra trên lớp mạ. Do đó, về bề ngoài của lớp mạ bị suy giảm. Theo đó, tốc độ chảy của kim loại nóng chảy được thiết lập từ 10 m/phút đến 50 m/phút. Kết quả của việc kiểm soát tốc độ chảy của kim loại nóng chảy theo phương pháp này, trong khi hạn chế sự bám dính của kẽm oxit trong dung dịch mạ vào bề mặt của tấm thép, và kẽm oxit này có ái lực hóa học lớn với oxit được tạo ra trên bề mặt của tấm thép, có thể kết hợp oxit, mà là nguyên tố có thể oxy hóa dễ dàng được tạo ra trên bề mặt của tấm thép, trong lớp mạ. Do đó, có thể phân bố oxit trong lớp mạ có vẻ bên ngoài tốt.

Ngoài ra, trong khi gia nhiệt trước quy trình tôi được đề cập trên đây, do oxit bao gồm ít nhất một nguyên tố hóa học được chọn từ Si, Mn và Al được tạo ra trên bề mặt của tấm thép, hiện tượng không mạ (lỗi trong quá trình mạ, vùng không được mạ) dễ dàng xuất hiện sau khi tấm thép được kéo ra từ dung dịch mạ. Ở đây, trong dung dịch mạ này, kim loại nóng chảy được chảy ở tốc độ dòng bằng 10 m/phút đến 50 m/phút. Bằng cách cho phép kim loại nóng chảy (dòng phun) chảy ở tốc độ dòng này, hiện tượng không mạ có thể được ngăn ngừa. Ngoài ra, khi oxit được tạo ra trên bề mặt của tấm thép, trong trường hợp nếu lớp mạ được tạo hợp kim, sự tạo hợp kim này bị trì hoãn. Tuy nhiên, việc tạo hợp kim có thể được thúc đẩy bằng cách kiểm soát tốc độ dòng nêu trên của kim loại nóng chảy. Ở đây, chiều chảy của kim loại nóng chảy là không bị giới hạn một cách cụ thể, và chỉ tốc độ chảy của kim loại nóng chảy có thể bị giới hạn.

Ngoài ra, kim loại nóng chảy trong dung dịch mạ có thể là kẽm tinh khiết (kẽm và các tạp chất khó tránh khỏi) hoặc có thể chứa Al (ví dụ, 2% khối lượng hoặc nhỏ hơn) dưới dạng nguyên tố tùy ý hoặc các tạp chất khó tránh khỏi và các nguyên tố hóa học như, Fe, Mg, Mn, Si, Cr, và các nguyên tố tương tự dưới dạng các tạp chất khó tránh khỏi.

Ví dụ, khi tấm thép kẽm được mạ và ủ được sản xuất (khi quá trình tạo hợp kim của lớp mạ được thực hiện), lượng Al hữu hiệu trong dung dịch mạ tốt hơn được kiểm soát ở 0,05% khối lượng đến 0,500% khối lượng để kiểm

soát được các đặc tính của của lớp mạ. Ở đây, lượng Al hữu hiệu trong dung dịch mạ là giá trị thu được bằng cách trừ lượng Fe trong dung dịch mạ cho lượng Al trong dung dịch mạ.

Khi lượng Al hữu hiệu này bằng 0,05% khối lượng đến 0,500% khối lượng, lớp mạ có vẻ bên ngoài tốt có thể thu được và năng suất cũng có thể tăng một cách đầy đủ. Đó là, khi lượng Al hữu hiệu này là 0,05% khối lượng hoặc lớn hơn, sự tạo váng có thể được hạn chế và lớp mạ có vẻ bên ngoài tốt có thể thu được. Hơn thế nữa, khi lượng Al hữu hiệu này là 0,500% khối lượng hoặc nhỏ hơn, quy trình tạo hợp kim có thể được thực hiện một cách hiệu quả và do đó, có thể làm tăng năng suất.

Trong kim loại nóng chảy, oxit Zn và oxit Al có mặt dưới dạng các tạp chất khó tránh khỏi. Tốt hơn là loại bỏ các oxit này nhiều nhất có thể hoặc hạn chế sự phản ứng với tấm thép. Tuy nhiên, các oxit này có thể được trộn theo cách khó tránh khỏi trong lớp mạ sau khi mạ kẽm.

Ngoài ra, tấm thép mà được nhúng vào trong dung dịch mạ được kéo ra khỏi dung dịch mạ và được làm sạch nếu cần. Khi tấm thép được làm sạch, có thể kiểm soát lượng mạ (lượng lắng đọng của lớp mạ) bám dính lên trên bề mặt của tấm thép. Mặc dù lượng lắng đọng của lớp mạ là không bị giới hạn một cách cụ thể, từ quan điểm làm tăng hơn nữa đặc tính chống ăn mòn, lượng lắng đọng của lớp mạ trên mỗi bề mặt tốt hơn là 5 g/m² hoặc lớn hơn. Ngoài ra, từ quan điểm làm tăng hơn nữa độ bám dính của lớp mạ, lượng lắng đọng của lớp mạ trên mỗi bề mặt tốt hơn là 100 g/m² hoặc nhỏ hơn.

Sau khi được mạ kẽm nhúng nóng, tấm thép được làm nguội tới nhiệt độ thấp hơn 100°C (ví dụ, nhiệt độ trong phòng) (S12). Nhiệt độ ngừng làm nguội trong quy trình làm nguội là không bị giới hạn một cách cụ thể miễn sao vì cấu trúc được làm ổn định, và ví dụ, nhiệt độ có thể là 0°C hoặc cao hơn (ví dụ, nhiệt độ nước hoặc nhiệt độ trong phòng hoặc cao hơn) khi xét đến chi phí sản xuất.

Sau khi làm nguội, có thể thu được tấm thép được mạ kẽm nhúng nóng

dưới dạng tấm thép được mạ. Để làm tăng hơn nữa đặc tính dễ hàn điểm và đặc tính dễ sơn của tấm thép được mạ, tấm thép được mạ thu được có thể được trải qua quy trình xử lý tạo hợp kim (S20). Do Fe trong tấm thép được kết hợp vào trong lớp mạ bằng quy trình xử lý tạo hợp kim, sau khi làm nguội (S21), tấm thép mạ kẽm (đó là, tấm thép được mạ và ủ kẽm) mà có đặc tính dễ sơn và đặc tính dễ hàn điểm tuyệt vời, có thể thu được.

Trong phương pháp này, khi quá trình tạo hợp kim của lớp mạ được thực hiện, tấm thép được mạ có thể được gia nhiệt đến 460°C hoặc cao hơn. Khi nhiệt độ của quy trình xử lý tạo hợp kim (nhiệt độ tạo hợp kim) là 460°C hoặc cao hơn, việc tạo hợp kim được tiến hành ở tốc độ tạo hợp kim, và do đó, có thể làm tăng một cách đầy đủ năng suất. Trong khi đó, khi nhiệt độ tạo hợp kim là cao hơn 600°C , cacbua được tạo ra và tỷ lệ thể tích của austenit bị suy giảm trong thép trong sản phẩm cuối. Do đó, khó có thể đảm bảo được 8% hoặc lớn hơn của austenit. Do đó, giới hạn trên của nhiệt độ tạo hợp kim được thiết lập ở 600°C . Đó là, nhiệt độ cao nhất trong quy trình này sau bước làm nguội thứ hai có thể được giới hạn ở 600°C hoặc thấp hơn.

Mặc dù cấu hình cơ bản của phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm đã được mô tả trên đây, việc bổ sung vào cấu hình này có thể được tạo ra mà không nằm ngoài phạm vi của sáng chế. Ví dụ, việc mạ lớp trên (lớp mạ bổ sung, ví dụ, mạ điện) có thể được tiến hành trên tấm thép mạ kẽm với mục đích cải thiện đặc tính dễ sơn và đặc tính dễ hàn, hoặc các quá trình xử lý khác (ví dụ, xử lý bằng cromat, xử lý bằng phosphat, xử lý để làm tăng tính trơn và xử lý để cải thiện đặc tính dễ hàn) có thể được tiến hành.

Ngoài ra, ví dụ, để cải thiện hơn nữa độ bám dính của lớp mạ, tấm thép có thể được trải qua quy trình mạ lớp mạ bao gồm một hoặc các nguyên tố được chọn từ Ni, Cu, Co, và Fe (lớp mạ bao gồm ít nhất một nguyên tố hóa học được chọn từ các nguyên tố này và các tạp chất khó tránh khỏi) giữa quy trình cán nguội và quy trình tôi. Việc mạ này được thực hiện có mục đích, nhưng lượng nguyên tố hóa học được trộn trong lớp mạ là đủ nhỏ để được xác

định là tạp chất.

Ngoài ra, ví dụ, tấm thép được mạ mà được làm nguội tới nhiệt độ thấp hơn 100°C có thể được trải qua quy trình cán qua mặt ngoài. Mức giảm kích thước tổng do cán của quy trình cán qua mặt ngoài tốt hơn là 0,1% đến 1,5%. Khi mức giảm kích thước tổng do cán là 0,1% hoặc lớn hơn, có thể cải thiện hơn nữa vẻ bề ngoài của tấm thép được mạ bằng cách cán qua mặt ngoài, và mức giảm kích thước tổng do cán dễ dàng được kiểm soát. Do đó, mức giảm kích thước tổng do cán tốt hơn là 0,1% hoặc lớn hơn. Khi mức giảm kích thước tổng do cán là 1,5% hoặc nhỏ hơn, năng suất đầy đủ có thể được đảm bảo, và do đó, mức giảm kích thước tổng do cán tốt hơn là 1,5% hoặc nhỏ hơn. Quy trình cán qua mặt ngoài có thể được tiến hành nối tiếp nhau hoặc có thể được tiến hành độc lập. Để thu được lượng giảm kích thước tổng do cán mong muốn, quy trình cán qua mặt ngoài có thể được tiến hành một lần hoặc có thể được tiến hành trong nhiều lần. Ở đây, khi độ dày ban đầu trước lần cán qua đầu tiên trong quy trình cán qua mặt ngoài được đặt làm tham chiếu, thì mức giảm kích thước tổng do cán là phần trăm của lượng giảm kích thước tổng do cán so với tham chiếu này (sự khác nhau giữa độ dày ban đầu trước lần cán qua đầu tiên trong quy trình cán qua mặt ngoài và độ dày cuối cùng sau lần cán qua cuối cùng trong quy trình cán qua mặt ngoài).

Ở đây, các phương pháp chi tiết từ quy trình tẩy gỉ tấm thép đến quy trình nhúng tấm thép vào trong dung dịch mạ là không bị giới hạn một cách cụ thể miễn sao các điều kiện nêu trên được thỏa mãn. Ví dụ, dùng làm phương pháp này, quy trình Sendzimir “Sau khi tẩy nhòn và tẩy gỉ, gia nhiệt trong môi trường khí không oxy hóa, tôi trong môi trường không khí khử chứa H_2 và N_2 , sau đó, làm nguội gần đến nhiệt độ dung dịch mạ, và nhúng trong dung dịch mạ,” phương pháp tổng thể trong lò khử hóa “Điều hòa môi trường khí trong quá trình khử, oxy hóa bề mặt tấm thép, sau đó tiến hành khử hóa bề mặt của tấm thép (ở đây, oxit của nguyên tố có thể dễ dàng oxy hóa không bị khử) để làm sạch bề mặt của tấm thép, và sau đó nhúng trong dung dịch mạ,” quy trình

tuần hoàn “Tẩy nhồn và tẩy gỉ tấm thép, tiến hành xử lý dòng sử dụng amoni clorua hoặc các chất tương tự, và nhúng trong dung dịch mạ.” có thể được áp dụng với những sự thay đổi theo mỗi quy trình của phương án này, nếu cần.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Tiếp theo, các ví dụ của sáng chế sẽ được mô tả chi tiết.

Các tấm thép được cán nóng thu được bằng cách cán nóng thổi đúc liên tục có các thành phần hóa học (tuy nhiên, phần còn lại bao gồm Fe và các tạp chất khó tránh khỏi) được thể hiện trong Bảng 1 dưới các điều kiện cán nóng được thể hiện trong các Bảng 2 và 5 (trong các Bảng này, nhiệt độ gia nhiệt thổi và nhiệt độ cán cuối cùng) được làm nguội bằng nước trong vùng làm nguội bằng nước, và sau đó, được cuộn ở nhiệt độ được thể hiện trong các Bảng 2 và 5 (trong các Bảng này, nhiệt độ cuộn). Độ dày của các tấm thép được cán nóng là 2 mm đến 4,5 mm.

Các tấm thép được cán nóng được tẩy gỉ và sau đó được cán nguội để có độ dày bằng 1,2 mm sau khi cán nguội dưới các điều kiện cán nguội được thể hiện trong các Bảng 2 và 5 (trong các Bảng này, kích thước trục cán và độ giảm kích thước do cán nguội), và do đó, các tấm thép cán nguội được tạo ra. Sau đó, các tấm thép cán nguội được trải qua các quy trình xử lý nhiệt khác nhau và quy trình xử lý mạ kẽm nhúng nóng trong dây chuyền được mạ và ủ kẽm liên tục dưới các điều kiện được thể hiện trong các Bảng 3 (tiếp theo Bảng 2) và 6 (tiếp theo Bảng 5).

Như được thể hiện trong Bảng 3 và 6, trong quy trình xử lý nhiệt sau khi cán nguội, các tấm thép cán nguội được gia nhiệt sao cho thời gian khi nhiệt độ của các tấm thép cán nguội nằm trong khoảng nhiệt độ từ 550°C đến 750°C (trong Bảng, t_A) là thời gian định trước. Sau đó, các tấm thép cán nguội được tôi dưới các điều kiện tôi định trước (trong các Bảng này, nhiệt độ tôi (tuy nhiên, nhiệt độ gia nhiệt cao nhất), nồng độ H_2 , và điểm ngưng tụ). Hơn nữa, các tấm thép cán nguội được làm nguội từ nhiệt độ tôi trong Bảng 3 và 6

tới nhiệt độ làm nguội trung gian định trước ở tốc độ làm nguội thứ nhất, và sau đó, được làm nguội tới nhiệt độ ngừng làm nguội định trước ở tốc độ làm nguội thứ hai định trước (làm nguội có kiểm soát trong một bước hoặc hai bước). Ngoài ra, như được thể hiện trong các Bảng 4 (tiếp theo Bảng 3) và 7 (tiếp theo Bảng 6), nếu cần, các tấm thép cán nguội được tái gia nhiệt tới khoảng nhiệt độ định trước và được giữ trong khoảng nhiệt độ này trong thời gian duy trì định trước.

Sau đó, các tấm thép cán nguội được kiểm soát tới nhiệt độ định trước (trong các Bảng này, nhiệt độ được điều chỉnh trước khi mạ) được nhúng vào trong dung dịch mạ kẽm nhúng nóng được kiểm soát ở các điều kiện định trước được thể hiện trong các Bảng 4 và 7 (trong các Bảng này, nhiệt độ dung dịch mạ và tốc độ dòng dung dịch mạ), và các tấm thép thu được (các tấm thép được mạ) được làm nguội ở nhiệt độ trong phòng. Lượng Al trong kim loại nóng chảy (kẽm nóng chảy) trong dung dịch mạ là 0,09% khối lượng đến 0,17% khối lượng. Một số tấm thép được trải qua quá trình xử lý tạo hợp kim dưới các điều kiện tương ứng (trong các Bảng này, nhiệt độ tạo hợp kim) sau khi được nhúng vào trong dung dịch mạ kẽm nhúng nóng và các tấm thép thu được được làm nguội tới nhiệt độ trong phòng. Lượng lớp mạ (lượng của của lớp mạ) trên cả hai mặt ở thời điểm này là khoảng 35 g/m². Cuối cùng, các tấm thép thu được được trải qua quy trình cán qua mặt ngoài với độ giảm kích thước tổng bằng cách cán là 0,4%. Ở đây, t_B trong các Bảng 4 và 7 thể hiện tổng thời gian khi nhiệt độ của tấm thép là 350°C đến 500°C sau khi việc kiểm soát việc làm nguội được hoàn thành. Ngoài ra, đối với các loại tấm trong các Bảng 4 và 7, “GI” là tấm thép được mạ kẽm nhúng nóng (Tấm thép mạ kẽm) và “GA” là tấm thép được mạ và ủ kẽm.

Bảng 1

CHẾ PHẨM SỐ	Thành phần hóa học										Thành phần khác	Ac ₃ (°C)	Ar ₃ (°C)	
	C	Si	Mn	P	S	Al	N	B	O	Si + Al				
A	0,081	1,12	2,58	0,010	0,0030	0,010	0,0031	0	0,0024	1,13		825	674	VÍ DỤ
B	0,122	0,61	2,28	0,011	0,0029	0,490	0,0029	0	0,0022	1,10		798	672	VÍ DỤ
C	0,145	0,73	2,51	0,008	0,0033	0,910	0,0028	0	0,0020	1,64		790	647	VÍ DỤ
D	0,133	1,29	2,03	0,009	0,0028	0,011	0,0026	0	0,0019	1,30	Cr=0,28	830	708	VÍ DỤ
E	0,128	1,33	1,92	0,011	0,0028	0,013	0,0025	0	0,0029	1,34	Cr=0,91	829	708	VÍ DỤ
F	0,121	1,22	2,16	0,013	0,0032	0,012	0,0022	0	0,0023	1,23	Ni=0,33	829	703	VÍ DỤ
G	0,131	1,41	2,02	0,011	0,0030	0,010	0,0029	0	0,0024	1,42	Ni=0,88	839	719	VÍ DỤ
H	0,153	1,33	2,16	0,015	0,0038	0,013	0,0033	0	0,0025	1,34	Mo=0,06	825	696	VÍ DỤ
I	0,162	1,41	1,96	0,009	0,0030	0,011	0,0029	0	0,0022	1,42	Mo=0,21	833	715	VÍ DỤ
J	0,161	1,32	2,11	0,013	0,0025	0,010	0,0027	0	0,0023	1,33	Nb=0,12	824	698	VÍ DỤ
K	0,160	1,44	2,10	0,013	0,0021	0,009	0,0031	0	0,0027	1,45	Ti=0,009	830	703	VÍ DỤ
L	0,140	1,53	2,11	0,010	0,0029	0,010	0,0030	0	0,0016	1,54	Ti=0,020	839	712	VÍ DỤ
M	0,144	1,45	2,03	0,010	0,0030	0,010	0,0033	0,003	0,0020	1,46	Ti=0,022	837	715	VÍ DỤ
N	0,171	1,21	2,33	0,011	0,0030	0,009	0,0029	0	0,0023	1,22	Ca=0,0011	810	671	VÍ DỤ
O	0,151	1,61	2,22	0,009	0,0023	0,011	0,0023	0	0,0020	1,62	Ni=0,4 Cu=0,8	836	701	VÍ DỤ
P	0,161	1,39	2,19	0,008	0,0028	0,013	0,0019	0	0,0019	1,40	V=0,11	825	693	VÍ DỤ
Q	0,159	1,55	2,30	0,009	0,0030	0,008	0,0021	0	0,0021	1,56	REM=0,0013	829	689	VÍ DỤ
R	0,188	1,44	2,22	0,010	0,0031	0,010	0,0030	0	0,0036	1,45		820	683	VÍ DỤ
S	0,171	1,02	2,77	0,013	0,0025	0,012	0,0026	0	0,0023	1,03		789	624	VÍ DỤ
T	0,200	2,13	2,43	0,010	0,0032	0,011	0,0033	0	0,0021	2,14		842	683	VÍ DỤ
U	0,280	1,62	1,81	0,011	0,0027	0,010	0,0030	0	0,0031	1,63		821	697	VÍ DỤ
V	0,310	1,55	1,53	0,007	0,0019	0,051	0,0021	0	0,0019	1,60		820	711	VÍ DỤ
W	0,010	1,32	2,28	0,008	0,0020	0,020	0,0018	0	0,0022	1,34		880	732	VÍ DỤ SO SÁNH
X	0,151	0,41	2,41	0,011	0,0029	0,060	0,0017	0	0,0014	0,47		777	644	VÍ DỤ SO SÁNH
Y	0,188	3,20	2,30	0,009	0,0017	0,010	0,0029	0	0,0017	3,21		896	734	VÍ DỤ SO SÁNH
Z	0,229	1,55	0,08	0,010	0,0022	0,009	0,0022	0	0,0017	1,56		880	870	VÍ DỤ SO SÁNH
AA	0,177	1,39	3,21	0,012	0,0029	0,019	0,0019	0	0,0027	1,41		790	594	VÍ DỤ SO SÁNH
AB	0,411	1,02	2,10	0,009	0,0029	0,031	0,0030	0	0,0013	1,05		762	608	VÍ DỤ SO SÁNH

Các giá trị gạch chân thể hiện rằng các giá trị này không thỏa mãn các điều kiện của sáng chế.

Bảng 2

THÉP SỐ	CHẾ PHẨM SỐ	NHIỆT ĐỘ GIẢI NHIỆT PHỐI (°C)	NHIỆT ĐỘ CÁN HOÀN THIÊN (°C)	Ar ₃ (°C)	NHIỆT ĐỘ CUỘN (°C)	KÍCH THƯỚC TRỤC CÁN (mm)	ĐỘ GIẢM KÍCH THƯỚC BẢNG CÁCH CÁN NGUỘI (%)	
A-1	A	1230	890	674	550	1100	45	VÍ DỤ
A-2	A	1220	930	674	<u>710</u>	1100	55	VÍ DỤ SO SÁNH
A-3	A	1250	950	674	550	1100	55	VÍ DỤ SO SÁNH
A-4	A	1230	890	674	560	1100	50	VÍ DỤ SO SÁNH
A-5	A	1200	890	674	600	1100	60	VÍ DỤ SO SÁNH
A-6	A	1200	910	674	550	1100	45	VÍ DỤ SO SÁNH
A-7	A	1250	930	674	550	1100	55	VÍ DỤ SO SÁNH
A-8	A	1210	930	674	550	1100	55	VÍ DỤ SO SÁNH
A-9	A	1230	940	674	570	1100	45	VÍ DỤ
A-10	A	1260	950	674	580	1100	58	VÍ DỤ SO SÁNH
A-11	A	1170	900	674	640	1700	50	VÍ DỤ SO SÁNH
A-12	A	1200	980	674	600	1100	50	VÍ DỤ SO SÁNH
A-13	A	1210	870	674	520	1100	50	VÍ DỤ SO SÁNH
B-1	B	1220	890	672	580	600	55	VÍ DỤ
B-2	B	1200	930	672	630	600	45	VÍ DỤ
B-3	B	1250	970	672	550	600	45	VÍ DỤ SO SÁNH
B-4	B	1210	1020	672	510	600	55	VÍ DỤ SO SÁNH
B-5	B	1230	960	672	490	600	58	VÍ DỤ
B-6	B	1190	890	672	640	<u>1700</u>	40	VÍ DỤ SO SÁNH
B-7	B	1220	920	672	540	800	50	VÍ DỤ SO SÁNH
C-1	C	1260	960	647	550	800	45	VÍ DỤ
C-2	C	1220	930	647	510	800	45	VÍ DỤ
C-3	C	1200	930	647	580	800	45	VÍ DỤ SO SÁNH
C-4	C	1220	940	647	570	800	45	VÍ DỤ SO SÁNH
D-1	D	1250	950	708	580	800	58	VÍ DỤ
D-2	D	1230	890	708	580	800	55	VÍ DỤ
E-1	E	1200	890	708	600	800	60	VÍ DỤ
E-2	E	1200	910	708	550	800	45	VÍ DỤ
E-3	E	1250	930	708	<u>730</u>	<u>1700</u>	45	VÍ DỤ SO SÁNH
E-4	E	1210	870	708	550	1100	45	VÍ DỤ
F-1	F	1230	1020	703	510	1100	55	VÍ DỤ
F-2	F	1210	950	703	580	1100	58	VÍ DỤ
G-1	G	1210	890	719	580	1100	55	VÍ DỤ
G-2	G	1230	890	719	600	1100	60	VÍ DỤ
G-3	G	1220	910	719	550	1100	45	VÍ DỤ SO SÁNH
G-4	G	1200	940	719	570	1100	45	VÍ DỤ
H-1	H	1230	950	696	580	1100	58	VÍ DỤ
H-2	H	1220	910	696	510	1100	55	VÍ DỤ
I-1	I	1210	920	715	570	1100	55	VÍ DỤ
I-2	I	1250	930	715	550	1100	45	VÍ DỤ
I-3	I	1250	920	715	550	1100	50	VÍ DỤ
J-1	J	1220	950	698	510	1100	55	VÍ DỤ
K-1	K	1230	960	703	540	1100	55	VÍ DỤ
K-2	K	1200	960	703	550	1100	45	VÍ DỤ
K-3	K	1250	930	703	560	1100	55	VÍ DỤ
K-4	K	1250	930	703	560	1100	55	VÍ DỤ

Các giá trị gạch chân thể hiện rằng các giá trị này không thỏa mãn điều kiện của sáng chế

Bảng 3

THÉP SỐ	t_A (giây)	NHIỆT ĐỘ TỐI (°C)	NỒNG ĐỘ H_2 (%)	ĐIỂM NGƯNG TỤ (°C)	TỐC ĐỘ LẠM MẬT THỦ NHẤT (°C/giây)	NHIỆT ĐỘ LẠM MẬT TRUNG GIAN (°C)	TỐC ĐỘ LẠM MẬT THỦ HAI (°C/giây)	NHIỆT ĐỘ NGƯNG LẠM MẬT (°C)	
A-1	30	820	5	6	2	700	45	220	VÍ DỤ
A-2	25	820	5	3	2	710	45	440	VÍ DỤ SO SÁNH
A-3	30	730	4	-2	10	620	20	230	VÍ DỤ SO SÁNH
A-4	35	780	8	10	2	480	50	250	VÍ DỤ SO SÁNH
A-5	20	880	2	8	20	700	40	190	VÍ DỤ SO SÁNH
A-6	25	790	8	7	20	650	80	220	VÍ DỤ SO SÁNH
A-7	10	780	8	-8	5	700	20	240	VÍ DỤ SO SÁNH
A-8	24	820	10	12	2	650	40	400	VÍ DỤ SO SÁNH
A-9	31	830	6	7	5	630	30	180	VÍ DỤ
A-10	30	820	7	6	15	650	60	420	VÍ DỤ SO SÁNH
A-11	25	810	4	5	2	700	50	220	VÍ DỤ SO SÁNH
A-12	350	860	3	8	0,2	680	0,2	250	VÍ DỤ SO SÁNH
A-13	400	820	2	1	2	700	20	25	VÍ DỤ SO SÁNH
B-1	25	850	2	3	2	720	45	250	VÍ DỤ
B-2	35	800	9	-2	5	700	70	225	VÍ DỤ
B-3	25	710	10	4	10	600	30	250	VÍ DỤ SO SÁNH
B-4	25	850	12	-1	3	750	40	275	VÍ DỤ SO SÁNH
B-5	35	850	14	-6	2	750	50	190	VÍ DỤ
B-6	35	800	3	5	30	700	40	200	VÍ DỤ SO SÁNH
B-7	120	820	3	5	0,2	720	0,2	200	VÍ DỤ SO SÁNH
C-1	30	850	6	7	10	730	50	225	VÍ DỤ
C-2	20	850	11	7	4	700	40	250	VÍ DỤ
C-3	25	860	2	-8	10	480	30	190	VÍ DỤ SO SÁNH
C-4	10	860	7	12	5	720	45	520	VÍ DỤ SO SÁNH
D-1	26	830	8	7	20	730	45	225	VÍ DỤ
D-2	25	840	6	6	10	660	45	225	VÍ DỤ
E-1	32	820	4	-1	10	650	45	210	VÍ DỤ
E-2	30	860	3	-6	20	650	60	230	VÍ DỤ
E-3	27	850	5	7	5	750	45	210	VÍ DỤ SO SÁNH
E-4	24	800	5	6	5	700	50	230	VÍ DỤ
F-1	31	830	3	5	2	680	45	220	VÍ DỤ
F-2	30	850	4	8	10	700	40	220	VÍ DỤ
G-1	25	830	6	1	5	730	30	230	VÍ DỤ
G-2	30	790	1	3	20	650	50	225	VÍ DỤ
G-3	20	850	1	-2	5	730	50	200	VÍ DỤ SO SÁNH
G-4	25	830	12	4	5	710	20	220	VÍ DỤ
H-1	30	830	3	1	5	730	50	230	VÍ DỤ
H-2	27	810	3	3	5	710	60	200	VÍ DỤ
I-1	27	830	5	-2	5	730	40	190	VÍ DỤ
I-2	24	840	3	5	10	700	60	220	VÍ DỤ
I-3	30	780	5	7	5	620	50	230	VÍ DỤ
J-1	25	800	4	7	15	650	45	225	VÍ DỤ
K-1	30	850	6	-8	20	650	45	220	VÍ DỤ
K-2	30	880	7	12	10	700	50	230	VÍ DỤ
K-3	27	830	8	12	10	710	45	200	VÍ DỤ
K-4	27	830	8	12	24	550	24	200	VÍ DỤ

Giá trị gạch chân thể hiện rằng các giá trị này không thỏa mãn các điều kiện của sáng chế.

Bảng 4

THẺP SỐ	NHIỆT ĐỘ GIỮ (°C)	THỜI GIAN GIỮ (giây)	NHIỆT ĐỘ ĐƯỢC ĐIỀU CHỈNH TRƯỚC KHI MẠ (°C)	NHIỆT ĐỘ DUNG DỊCH MẠ (°C)	TỐC ĐỘ DÒNG DUNG DỊCH MẠ (m/phút)	NHIỆT ĐỘ TẠO HỘP KIM (°C)	t _B (giây)	LOẠI TÂM SẢN PHẨM	
A-1	400	50	480	470	20	-	70	GI	VÍ DỤ
A-2	380	90	480	460	40	-	110	GI	VÍ DỤ SO SÁNH
A-3	360	200	470	460	30	-	220	GI	VÍ DỤ SO SÁNH
A-4	430	175	490	460	35	-	200	GI	VÍ DỤ SO SÁNH
A-5	300	100	480	460	35	-	13	GI	VÍ DỤ SO SÁNH
A-6	530	100	480	460	35	-	18	GI	VÍ DỤ SO SÁNH
A-7	450	10	470	460	20	-	15	GI	VÍ DỤ SO SÁNH
A-8	400	60	460	460	5	-	85	GI	VÍ DỤ SO SÁNH
A-9	380	150	450	440	20	470	160	GA	VÍ DỤ
A-10	420	85	460	450	20	540	95	GA	VÍ DỤ SO SÁNH
A-11	395	490	470	460	20	620	550	GA	VÍ DỤ SO SÁNH
A-12	420	100	480	460	20	490	125	GA	VÍ DỤ SO SÁNH
A-13	375	250	480	460	20	470	275	GA	VÍ DỤ SO SÁNH
B-1	400	25	470	460	30	-	40	GI	VÍ DỤ
B-2	420	175	460	460	30	-	225	GI	VÍ DỤ
B-3	440	200	460	460	20	-	225	GI	VÍ DỤ SO SÁNH
B-4	380	250	450	460	3	-	270	GI	VÍ DỤ SO SÁNH
B-5	360	400	460	460	25	520	420	GA	VÍ DỤ
B-6	360	200	470	450	25	480	210	GA	VÍ DỤ SO SÁNH
B-7	400	400	460	460	25	470	410	GA	VÍ DỤ SO SÁNH
C-1	400	300	490	460	20	-	325	GI	VÍ DỤ
C-2	400	370	480	460	20	520	375	GA	VÍ DỤ
C-3	420	100	480	460	10	-	125	GI	VÍ DỤ SO SÁNH
C-4	520	50	470	460	10	-	15	GI	VÍ DỤ SO SÁNH
D-1	410	175	480	460	30	-	200	GI	VÍ DỤ
D-2	390	275	420	460	20	480	300	GA	VÍ DỤ
E-1	400	275	490	460	20	-	300	GI	VÍ DỤ
E-2	400	200	480	450	30	-	250	GI	VÍ DỤ
E-3	380	80	480	460	20	-	150	GI	VÍ DỤ SO SÁNH
E-4	420	150	470	460	30	480	175	GA	VÍ DỤ
F-1	410	275	460	460	20	-	300	GI	VÍ DỤ
F-2	410	275	470	460	30	540	280	GA	VÍ DỤ
G-1	410	375	480	460	20	-	380	GI	VÍ DỤ
G-2	400	275	480	480	20	-	285	GI	VÍ DỤ
G-3	340	340	470	460	20	-	18	GI	VÍ DỤ SO SÁNH
G-4	400	275	460	460	35	520	300	GA	VÍ DỤ
H-1	420	250	480	460	25	-	275	GI	VÍ DỤ
H-2	410	375	470	460	25	540	400	GA	VÍ DỤ
I-1	390	250	460	460	30	-	275	GI	VÍ DỤ
I-2	390	250	460	460	30	-	275	GI	VÍ DỤ
I-3	400	250	450	460	30	-	275	GI	VÍ DỤ
J-1	380	325	460	460	25	530	350	GA	VÍ DỤ
K-1	410	300	470	450	30	-	350	GI	VÍ DỤ
K-2	410	275	460	440	35	-	325	GI	VÍ DỤ
K-3	390	275	490	460	30	540	325	GA	VÍ DỤ
K-4	390	275	490	460	30	540	300	GA	VÍ DỤ

Giá trị gạch chân thể hiện rằng các giá trị này không thỏa mãn các điều kiện của sáng chế.

Bảng 5

THÉP SỐ	CHẾ PHẨM SỐ	NHIỆT ĐỘ GIA NHIỆT PHÔI (°C)	NHIỆT ĐỘ CÁN HOÀN THIỆN (°C)	Ar ₃ (°C)	NHIỆT ĐỘ CUỘN (°C)	KÍCH THƯỚC C TRỤC CÁN (mm)	ĐỘ GIAM KÍCH THUỐC BẢNG CÁCH CÁN NGUỘI (%)	
L-1	L	1230	940	712	550	1100	45	VÍ DỤ
L-2	L	1210	950	712	510	1100	55	VÍ DỤ
M-1	M	1230	910	715	490	1100	55	VÍ DỤ
M-2	M	1230	940	715	550	1100	45	VÍ DỤ
M-3	M	1220	950	715	510	1100	58	VÍ DỤ SO SÁNH
N-1	N	1210	930	671	570	1100	55	VÍ DỤ
N-2	N	1200	920	671	600	1100	60	VÍ DỤ
O-1	O	1250	960	701	520	1100	55	VÍ DỤ
P-1	P	1230	960	693	520	1100	55	VÍ DỤ
Q-1	Q	1230	930	689	510	1100	45	VÍ DỤ
R-1	R	1220	950	683	550	1100	60	VÍ DỤ
R-2	R	1250	960	683	580	1100	45	VÍ DỤ
R-3	R	1210	1020	683	510	1100	45	VÍ DỤ
R-4	R	1230	950	683	710	1100	45	VÍ DỤ SO SÁNH
R-5	R	1230	940	683	600	1100	45	VÍ DỤ SO SÁNH
R-6	R	1230	950	683	630	1100	58	VÍ DỤ SO SÁNH
R-7	R	1200	950	683	570	1100	55	VÍ DỤ SO SÁNH
R-8	R	1230	940	683	600	1100	27	VÍ DỤ SO SÁNH
S-1	S	1260	890	624	550	1100	55	VÍ DỤ
S-2	S	1220	930	624	510	1100	58	VÍ DỤ
T-1	T	1250	940	683	580	1100	45	VÍ DỤ
T-2	T	1220	950	683	580	1100	45	VÍ DỤ
T-3	T	1230	890	683	540	1100	45	VÍ DỤ SO SÁNH
T-4	T	1260	930	683	550	1100	45	VÍ DỤ
T-5	T	1230	940	683	510	1100	58	VÍ DỤ
U-1	U	1230	950	697	570	1100	55	VÍ DỤ
U-2	U	1200	950	697	550	1100	45	VÍ DỤ
U-3	U	1230	940	697	560	1100	55	VÍ DỤ
U-4	U	1200	950	697	580	1100	45	VÍ DỤ
V-1	V	1250	940	711	510	1100	45	VÍ DỤ
V-2	V	1230	950	711	550	1100	55	VÍ DỤ
V-3	V	1210	930	711	510	1100	45	VÍ DỤ
V-4	V	1230	920	711	570	1100	45	VÍ DỤ
V-5	V	1230	950	711	600	1100	55	VÍ DỤ
V-6	V	1220	1020	711	540	1100	55	VÍ DỤ
W-1	W	1230	940	732	550	800	55	VÍ DỤ SO SÁNH
X-1	X	1200	950	644	510	1100	45	VÍ DỤ SO SÁNH
Y-1	Y	1250	890	734	490	800	45	VÍ DỤ SO SÁNH
Z-1	Z	1230	1000	870	550	700	45	VÍ DỤ SO SÁNH
AA-1	AA	1210	910	594	550	800	55	VÍ DỤ SO SÁNH
AB-1	AB	1200	920	608	550	1100	55	VÍ DỤ SO SÁNH

Giá trị gạch chân thể hiện rằng các giá trị này không thỏa mãn các điều kiện của sáng chế.

Bảng 6

THÉP SỐ	t_A (giây)	NHIỆT ĐỘ TỐI (°C)	NỒNG ĐỘ H_2	ĐIỂM NGỪNG TỰ	TỐC ĐỘ LÀM MÁT THỨ NHẤT (°C/giây)	TỐC ĐỘ LÀM MÁT TRUNG GIAN (°C/giây)	TỐC ĐỘ LÀM MÁT THỨ HAI (°C/giây)	NHIỆT ĐỘ NGỪNG LÀM MÁT (°C)	
L-1	30	870	10	7	10	720	60	190	VÍ DỤ
L-2	32	860	5	6	10	700	40	230	VÍ DỤ
M-1	30	860	4	-1	15	720	40	220	VÍ DỤ
M-2	27	850	4	-6	5	720	45	230	VÍ DỤ
M-3	5	860	6	3	10	710	40	210	VÍ DỤ SO SÁNH
N-1	30	840	5	-2	15	710	45	225	VÍ DỤ
N-2	27	840	7	5	15	710	40	220	VÍ DỤ
O-1	27	830	4	7	2	710	40	230	VÍ DỤ
P-1	30	850	7	12	4	700	45	220	VÍ DỤ
Q-1	27	850	5	7	2	730	50	230	VÍ DỤ
R-1	24	880	6	6	2	750	45	225	VÍ DỤ
R-2	30	850	1	-1	10	690	80	210	VÍ DỤ
R-3	20	850	2	-6	3	710	30	230	VÍ DỤ
R-4	30	870	11	8	2	700	45	190	VÍ DỤ SO SÁNH
R-5	27	730	5	1	10	580	50	200	VÍ DỤ SO SÁNH
R-6	10	840	5	3	5	690	45	200	VÍ DỤ SO SÁNH
R-7	30	840	4	-2	10	700	35	280	VÍ DỤ SO SÁNH
R-8	30	870	6	4	2	700	45	190	VÍ DỤ SO SÁNH
S-1	30	820	4	-1	10	690	50	220	VÍ DỤ
S-2	30	850	4	-6	5	700	50	180	VÍ DỤ
T-1	32	870	5	5	20	730	50	230	VÍ DỤ
T-2	30	880	6	7	10	710	40	240	VÍ DỤ
T-3	15	730	4	6	10	600	45	250	VÍ DỤ SO SÁNH
T-4	27	870	8	-1	2	750	45	225	VÍ DỤ
T-5	25	890	9	-6	4	710	45	220	VÍ DỤ
U-1	30	800	9	-1	5	700	50	210	VÍ DỤ
U-2	30	780	4	-6	2	710	50	230	VÍ DỤ
U-3	27	850	5	8	10	680	55	210	VÍ DỤ
U-4	30	760	7	1	2	700	50	200	VÍ DỤ
V-1	240	850	6	3	2	750	55	230	VÍ DỤ
V-2	30	820	12	12	5	650	50	230	VÍ DỤ
V-3	20	800	5	12	5	620	45	260	VÍ DỤ
V-4	30	760	10	7	2	690	50	240	VÍ DỤ
V-5	30	820	4	6	2	700	50	220	VÍ DỤ
V-6	24	840	6	-1	2	700	45	220	VÍ DỤ
W-1	30	850	7	-6	5	700	50	220	VÍ DỤ SO SÁNH
X-1	30	850	2	1	5	700	45	240	VÍ DỤ SO SÁNH
Y-1	30	840	2	3	2	730	45	250	VÍ DỤ SO SÁNH
Z-1	27	850	5	12	5	700	45	230	VÍ DỤ SO SÁNH
AA-1	25	840	3	12	2	720	50	160	VÍ DỤ SO SÁNH
AB-1	30	840	2	5	3	720	40	300	VÍ DỤ SO SÁNH

Giá trị gạch chân thể hiện rằng các giá trị này không thỏa mãn các điều kiện của sáng chế.

BẢNG 7

THÉP SỐ	NHIỆT ĐỘ GIỮ (°C)	THỜI GIAN GIỮ (giây)	NHIỆT ĐỘ ĐƯỢC ĐIỀU CHỈNH TRƯỚC KHI MẠ (°C)	NHIỆT ĐỘ DUNG DỊCH MẠ (°C)	TỐC ĐỘ DÔNG DUNG DỊCH MẠ (m/phút)	NHIỆT ĐỘ TẠO HỘP KIM (°C)	t _B (giây)	LOẠI TẤM SẢN PHẨM	
L-1	400	100	480	460	10	-	150	GI	VÍ DỤ
L-2	420	375	470	460	25	-	400	GI	VÍ DỤ
M-1	410	250	460	460	25	-	275	GI	VÍ DỤ
M-2	400	275	480	460	30	-	300	GI	VÍ DỤ
M-3	420	15	470	460	20	-	18	GI	VÍ DỤ SO SÁNH
N-1	410	175	460	460	20	-	200	GI	VÍ DỤ
N-2	400	175	480	460	20	530	200	GA	VÍ DỤ
O-1	400	200	470	460	30	470	225	GA	VÍ DỤ
P-1	370	225	480	460	20	-	250	GI	VÍ DỤ
Q-1	360	200	420	460	10	-	225	GI	VÍ DỤ
R-1	410	275	490	460	20	-	300	GI	VÍ DỤ
R-2	400	375	480	460	25	-	400	GI	VÍ DỤ
R-3	420	300	480	460	35	550	325	GA	VÍ DỤ
R-4	410	400	470	460	20	-	450	GI	VÍ DỤ SO SÁNH
R-5	380	250	460	460	30	-	275	GI	VÍ DỤ SO SÁNH
R-6	400	10	460	460	5	-	14	GI	VÍ DỤ SO SÁNH
R-7	-	-	490	460	20	530	16	GA	VÍ DỤ SO SÁNH
R-8	410	400	470	450	20	-	425	GI	VÍ DỤ SO SÁNH
S-1	420	120	480	460	25	-	155	GI	VÍ DỤ
S-2	400	120	470	460	25	-	150	GI	VÍ DỤ
T-1	390	250	460	460	20	-	300	GI	VÍ DỤ
T-2	410	275	480	460	15	-	300	GI	VÍ DỤ
T-3	400	175	470	460	35	-	200	GI	VÍ DỤ SO SÁNH
T-4	380	175	480	460	20	540	200	GA	VÍ DỤ
T-5	400	275	470	460	40	470	300	GA	VÍ DỤ
U-1	410	250	460	450	20	-	275	GI	VÍ DỤ
U-2	390	125	480	470	25	-	150	GI	VÍ DỤ
U-3	400	250	470	460	30	-	275	GI	VÍ DỤ
U-4	400	125	480	460	35	-	150	GI	VÍ DỤ
V-1	380	250	470	460	25	-	275	GI	VÍ DỤ
V-2	400	350	460	460	25	-	400	GI	VÍ DỤ
V-3	390	250	480	460	35	-	275	GI	VÍ DỤ
V-4	400	300	470	460	20	-	325	GI	VÍ DỤ
V-5	400	250	480	450	30	-	275	GI	VÍ DỤ
V-6	390	250	420	460	30	500	300	GA	VÍ DỤ
W-1	420	300	490	460	25	-	325	GI	VÍ DỤ SO SÁNH
X-1	400	250	480	460	25	-	275	GI	VÍ DỤ SO SÁNH
Y-1	370	100	480	460	30	-	150	GI	VÍ DỤ SO SÁNH
Z-1	440	300	470	460	35	-	325	GI	VÍ DỤ SO SÁNH
AA-1	400	275	460	460	30	-	300	GI	VÍ DỤ SO SÁNH
AB-1	400	100	470	460	30	-	125	GI	VÍ DỤ SO SÁNH

Giá trị gạch chân thể hiện rằng các giá trị này không thỏa mãn các điều kiện của sáng chế.

Trong thử nghiệm kéo căng, thử nghiệm JIS số 5, các mẫu được cắt ra từ các tấm thép có độ dày bằng 1,2 mm theo chiều góc bên phải của chiều cán và song song với chiều cán để đánh giá các đặc tính kéo căng. Mỗi mẫu trong năm mẫu thử nghiệm được trải qua thử nghiệm kéo căng theo JIS Z 2241

(2011) và giá trị trung bình của các giá trị tương ứng (giới hạn đàn hồi, độ bền kéo, và độ giãn dài tổng của mỗi mẫu trong năm mẫu thử nghiệm) là thu được để tính giới hạn đàn hồi (YS), độ bền kéo (TS), độ giãn dài tổng (El), và suất khả dụng (YR) từ giá trị trung bình này. Ở đây, suất khả dụng (YR) có thể thu được bằng cách chia giới hạn đàn hồi (YS) cho độ bền kéo (TS).

Ngoài ra, tỷ lệ giãn lỗ (λ) được xác định bằng thử nghiệm giãn lỗ theo Tiêu chuẩn của Hiệp hội sắt và thép Nhật bản JFS T 1001.

Ở đây, khi chỉ số cân bằng ($TS \times El$) của độ bền kéo (TS) và độ giãn dài tổng (El) lớn hơn 16000 (MPa x%), độ giãn dài tính được đánh giá là tuyệt vời. Khi chỉ số cân bằng ($TS \times \lambda$) của độ bền kéo (TS) và tỷ lệ giãn lỗ (λ) lớn hơn 40000 (MPa x%), đặc tính giãn lỗ được đánh giá là tuyệt vời.

Dung dịch thu được bằng cách hòa tan các lớp mạ của các tấm thép được mạ sử dụng dung dịch nước 5% HCl mà được bổ sung chất ức chế và loại bỏ phần cặn như oxit không hòa tan được phân tích sự phát ICP để đo lượng Fe trong các lớp mạ. Trong phương pháp đo này sử dụng ba mẫu, giá trị trung bình của lượng Fe trong ba mẫu này được thiết lập là % Fe của các lớp mạ.

Ngoài ra, các vi cấu trúc của các mặt cắt ngang của các tấm thép được mạ được quan sát. Sử dụng kính hiển vi quang học, kính hiển vi điện tử kiểu quét, và kính hiển vi điện tử kiểu truyền, nếu cần, mỗi pha của các vi cấu trúc được xác định và tỷ lệ diện tích của mỗi pha và tỷ lệ diện tích của hạt dư (tỷ lệ mà trong đó các hạt có cỡ hạt lớn hơn 35 μ m cho mỗi đơn vị diện tích) là được đo. Ngoài ra, với việc sử dụng thiết bị xử lý bằng dòng ion tập trung (FIB), các bề mặt của các tấm thép theo chiều dày được xử lý để tạo ra cụm vảy để bao gồm các lớp mạ của các bề mặt của các tấm thép được mạ, và sau đó, các oxit trong các lớp mạ của vảy thu được được quan sát bằng kính hiển vi truyền điện tử kiểu phát xạ trường (FE-TEM) để tiến hành phân tích thành phần (xác định oxit) bằng bộ phát hiện tia X phân bố năng lượng (EDX). Với FE-TEM, năm trường nhìn thấy được quan sát ở độ phóng đại 10000 đến 50000 lần và thành

phần hóa học (loại hợp chất) và tỷ lệ diện tích chiều của các oxit được tính từ dữ liệu thu được bằng FE-TEM và EDX.

Tiếp theo, để đánh giá đặc tính chống phá hủy trễ, các mẫu thử nghiệm được tạo ra bằng thử nghiệm uốn cong chữ U và được trải qua thử nghiệm đặc tính chống phá hủy trễ bằng thử nghiệm nạp điện phân. Đặc tính chống phá hủy trễ của các tấm thép được mạ thu được bằng cách sử dụng phương pháp được mô tả trên đây được đánh giá theo phương pháp được mô tả trong ấn phẩm: “Materia”, tập san của viện kim loại Nhật Bản, tập 44, số 3 (2005), các trang từ 254 đến 256.

Cụ thể, sau khi các tấm thép được cắt cơ học, các mặt cắt ngang được nghiền cơ học, và sau đó, các mẫu thử nghiệm được trải qua thử nghiệm uốn cong chữ U để có bán kính cong 10R. Cảm biến đo độ biến dạng được gắn vào tâm của bề mặt của mỗi mẫu thử nghiệm thu được, và cả hai đầu của các mẫu thử nghiệm được bắt bu lông để tác dụng ứng suất lên các mẫu thử nghiệm. Ứng suất tác dụng được tính bằng cảm biến đo độ biến dạng. ứng suất tác dụng bằng 0,7 lần độ bền kéo TS ($0,7 \times TS$). Ví dụ, ứng suất tác dụng là 700 MPa so với tấm thép loại 980 MPa, ứng suất tác dụng là 840 MPa so với tấm thép loại 1180 MPa, và ứng suất tác dụng là 925 MPa so với tấm thép loại 1320 MPa.

Lý do để làm tăng độ bền kéo TS như được mô tả trên đây là ở chỗ ứng suất dư được đưa vào tấm thép trong khi tạo hình tăng khi độ bền kéo TS của tấm thép tăng lên. Mỗi mẫu thử nghiệm uốn cong chữ U thu được được nhúng vào trong dung dịch nước amoni thioxyanat và dòng dẫn tới thiết bị nạp điện phân ở mật độ dòng bằng $1,0 \text{ mA/cm}^2$ sao cho tấm thép (mẫu thử nghiệm uốn chữ U) được dùng làm điện cực âm và điện cực platin được dùng làm điện cực dương để tiến hành thử nghiệm nạp điện phân trong 2 giờ.

Hydro sinh ra trong thử nghiệm nạp điện phân thấm vào trong tấm thép và có thể gây ra hiện tượng phá hủy trễ. Sau thử nghiệm nạp điện phân, các mẫu thử nghiệm được kéo ra khỏi dung dịch và diện tích ở trung tâm (diện tích uốn) của mỗi mẫu thử nghiệm uốn cong hình chữ U được quan sát bằng mắt để

kiểm tra sự có mặt của vết nứt. Do có ứng suất dư lớn trong diện tích được uốn này, nên nếu vết rạn nứt xuất hiện ra trong vùng được uốn, sự phát triển của vết nứt này diễn ra nhanh chóng. Do đó, khi vết nứt được tạo ra, có các vết rạn nứt lớn trong tất cả các mẫu thử nghiệm và sự có mặt của vết rạn nứt này có thể dễ dàng xác định được bằng mắt thường.

Việc sử dụng kính lúp và kính hiển vi nhìn nổi, các mẫu thử nghiệm được quan sát một cách cẩn thận tới các đầu và sự có mặt của các vết rạn nứt được khẳng định lại. Khi không có các vết rạn nứt hở, cũng khẳng định được rằng không có vết rạn nứt mịn.

Ở đây, trong kết quả của thử nghiệm phá hủy trễ (đặc tính chống phá hủy trễ) được thể hiện trong các Bảng 10 (tiếp theo Bảng 9) và 13 (tiếp theo Bảng 12), “Tốt” thể hiện rằng không tạo ra vết rạn nứt và “Không tốt” thể hiện rằng có tạo ra vết rạn nứt.

Hơn thế nữa, các đặc tính của lớp mạ (tính thấm ướt) được đánh giá sử dụng kính hiển vi nhìn nổi (ở độ phóng đại 100 lần). Đó là, bề mặt của mỗi tấm thép được mạ (tuy nhiên, vùng ở 3/8 chiều rộng tấm hướng ra cả hai mép từ vị trí trung tâm của chiều rộng tấm) được quan sát ở ba trường nhìn hoặc nhiều hơn và sự có mặt của lõi không mạ (lõi mà kéo sâu xuống vật liệu nền (tấm thép)) được khẳng định. Kết quả là, khi độ che phủ của lớp mạ nhỏ hơn 99% (khi tỷ lệ lõi lớn hơn 1%), xuất hiện nhiều vùng không được mạ và do đó, đặc tính dễ hàn được đánh giá là “Không tốt”. Ngoài ra, khi độ che phủ của lớp mạ là 100%, toàn bộ bề mặt được mạ và do đó, đặc tính dễ hàn được đánh giá là “Tốt”.

Các cấu trúc được đo được thể hiện trong các Bảng 8 và 11, các đặc tính kéo căng được thể hiện trong các Bảng 9 (tiếp theo Bảng 8) và 12 (tiếp theo Bảng 11), và đặc tính chống phá hủy trễ, các đặc tính lớp mạ, và Fe% trong các lớp mạ được thể hiện trong các Bảng 10 và 13.

BẢNG 8

THÉP SỐ	TỶ LỆ THỂ TÍCH TRONG CẤU TRÚC (%)					AUSTENIT DƯ (%)	TỶ LỆ ĐIỆN TÍCH HẠT TO (%)	
	MARTENSIT ĐƯỢC RAM (%)	FERRIT (%)	BALNIT E (%)	MARTENSIT (%)	PEARLIT (%)			
A-1	45	33	11	0	0	11	5	VÍ DỤ
A-2	<u>9</u>	39	35	7	0	10	<u>11</u>	VÍ DỤ SO SÁNH
A-3	<u>0</u>	82	11	5	0	<u>2</u>	5	VÍ DỤ SO SÁNH
A-4	<u>0</u>	63	10	17	4	<u>6</u>	5	VÍ DỤ SO SÁNH
A-5	57	13	8	19	0	<u>3</u>	7	VÍ DỤ SO SÁNH
A-6	<u>0</u>	35	8	49	5	3	5	VÍ DỤ SO SÁNH
A-7	42	35	7	9	0	<u>7</u>	5	VÍ DỤ SO SÁNH
A-8	<u>11</u>	31	48	0	0	10	5	VÍ DỤ SO SÁNH
A-9	41	34	15	0	0	10	6	VÍ DỤ
A-10	<u>0</u>	34	39	13	0	14	6	VÍ DỤ SO SÁNH
A-11	38	27	21	2	<u>12</u>	<u>0</u>	8	VÍ DỤ SO SÁNH
A-12	<u>0</u>	52	20	23	0	<u>5</u>	7	VÍ DỤ SO SÁNH
A-13	68	29	<u>0</u>	0	0	<u>3</u>	4	VÍ DỤ SO SÁNH
B-1	48	30	13	0	0	9	6	VÍ DỤ
B-2	34	30	24	0	0	12	8	VÍ DỤ
B-3	<u>0</u>	100	<u>0</u>	0	0	<u>0</u>	5	VÍ DỤ SO SÁNH
B-4	37	35	17	0	0	11	4	VÍ DỤ SO SÁNH
B-5	42	30	16	0	0	12	3	VÍ DỤ
B-6	38	34	18	0	0	10	8	VÍ DỤ SO SÁNH
B-7	<u>0</u>	69	16	12	0	<u>3</u>	5	VÍ DỤ SO SÁNH
C-1	37	39	11	0	0	13	5	VÍ DỤ
C-2	35	36	19	0	0	10	4	VÍ DỤ
C-3	<u>0</u>	72	9	13	0	<u>6</u>	6	VÍ DỤ SO SÁNH
C-4	<u>0</u>	32	9	43	8	8	6	VÍ DỤ SO SÁNH
D-1	35	37	15	0	0	13	6	VÍ DỤ
D-2	36	34	21	0	0	9	6	VÍ DỤ
E-1	37	39	11	0	0	13	7	VÍ DỤ
E-2	33	26	31	0	0	10	5	VÍ DỤ
E-3	34	30	27	0	0	9	<u>11</u>	VÍ DỤ SO SÁNH
E-4	37	33	20	0	0	10	5	VÍ DỤ
F-1	35	30	17	7	0	11	4	VÍ DỤ
F-2	39	34	12	6	0	9	6	VÍ DỤ
G-1	35	35	21	0	0	9	6	VÍ DỤ
G-2	34	36	22	0	0	8	7	VÍ DỤ
G-3	35	39	2	17	0	<u>7</u>	5	VÍ DỤ SO SÁNH
G-4	39	32	19	0	0	10	6	VÍ DỤ
H-1	35	29	24	0	0	12	6	VÍ DỤ
H-2	39	30	20	0	0	11	4	VÍ DỤ
I-1	40	34	16	0	0	10	6	VÍ DỤ
I-2	32	38	20	0	0	10	5	VÍ DỤ
I-3	36	34	21	0	0	9	5	VÍ DỤ
J-1	37	37	16	0	0	10	4	VÍ DỤ

Giá trị gạch chân thể hiện rằng các giá trị này không thỏa mãn các điều kiện của sáng chế.

BẢNG 9

THÉP SỐ	CÁC ĐẶC TÍNH KÉO CĂNG							
	YS (MPa)	TS (MPa)	El. (%)	λ (%)	TS x El. (MPa x %)	TS x λ (MPa x %)	YR (-)	
A-1	741	1021	23	64	23483	65344	0,73	VÍ DỤ
A-2	709	1033	22	32	22726	33056	0,69	VÍ DỤ SO SÁNH
A-3	395	<u>683</u>	20	44	13660	30052	0,58	VÍ DỤ SO SÁNH
A-4	425	<u>769</u>	22	38	16918	29222	0,55	VÍ DỤ SO SÁNH
A-5	801	1099	12	53	13188	58247	0,73	VÍ DỤ SO SÁNH
A-6	522	1311	8	9	10488	11799	0,40	VÍ DỤ SO SÁNH
A-7	403	1001	11	52	11011	52052	0,40	VÍ DỤ SO SÁNH
A-8	690	994	21	25	20874	24850	0,69	VÍ DỤ SO SÁNH
A-9	671	981	23	52	22563	51012	0,68	VÍ DỤ
A-10	540	1012	23	19	23276	19228	0,53	VÍ DỤ SO SÁNH
A-11	701	910	15	41	13650	37310	0,77	VÍ DỤ SO SÁNH
A-12	487	981	16	14	15696	13734	0,50	VÍ DỤ SO SÁNH
A-13	1021	1137	7	56	7959	63672	0,90	VÍ DỤ SO SÁNH
B-1	803	997	19	54	18943	53838	0,81	VÍ DỤ
B-2	657	982	23	49	22586	48118	0,67	VÍ DỤ
B-3	545	<u>682</u>	22	55	15004	37510	0,80	VÍ DỤ SO SÁNH
B-4	678	999	22	45	21978	44955	0,68	VÍ DỤ SO SÁNH
B-5	706	1011	22	54	22242	54594	0,70	VÍ DỤ
B-6	680	1004	18	40	18072	40160	0,68	VÍ DỤ SO SÁNH
B-7	549	1107	13	7	14391	7749	0,50	VÍ DỤ SO SÁNH
C-1	724	1022	23	51	23506	52122	0,71	VÍ DỤ
C-2	709	992	21	46	20832	45632	0,71	VÍ DỤ
C-3	423	<u>890</u>	16	19	14240	16910	0,48	VÍ DỤ SO SÁNH
C-4	639	1371	11	10	15081	13710	0,47	VÍ DỤ SO SÁNH
D-1	701	1021	23	53	23483	54113	0,69	VÍ DỤ
D-2	669	1000	20	49	20000	49000	0,67	VÍ DỤ
E-1	703	1009	24	48	24216	48432	0,70	VÍ DỤ
E-2	831	1022	19	67	19418	68474	0,81	VÍ DỤ
E-3	723	1017	15	36	15255	36612	0,71	VÍ DỤ SO SÁNH
E-4	693	1090	20	46	21800	50140	0,64	VÍ DỤ
F-1	721	1033	23	49	23759	50617	0,70	VÍ DỤ
F-2	698	999	21	44	20979	43956	0,70	VÍ DỤ
G-1	728	1019	19	51	19361	51969	0,71	VÍ DỤ
G-2	677	1088	20	44	21760	47872	0,62	VÍ DỤ
G-3	780	1188	12	33	14256	39204	0,66	VÍ DỤ SO SÁNH
G-4	723	1024	20	46	20480	47104	0,71	VÍ DỤ
H-1	681	1060	21	48	22260	50880	0,64	VÍ DỤ
H-2	655	1025	20	47	20500	48175	0,64	VÍ DỤ
I-1	677	1029	22	55	22638	56595	0,66	VÍ DỤ
I-2	649	1051	19	51	19969	53601	0,62	VÍ DỤ
I-3	631	1073	19	46	20387	49358	0,59	VÍ DỤ
J-1	644	1099	18	46	19782	50554	0,59	VÍ DỤ

Giá trị gạch chân thể hiện rằng các giá trị này không thỏa mãn các điều kiện của sáng chế.

Bảng 10

THÉP SỐ	CÁC ĐẶC TÍNH CỦA LỚP MẠ		ĐẶC TÍNH CHỐNG GẦY MẶT TRỀ			LOẠI TÂM SẢN PHẨM	
	TÍNH THẨM UỐT ĐẶC	NỒNG ĐỘ Fe TRONG LỚP MẠ (% khối lượng)	OXIT ĐƯỢC BAO GỒM TRONG LỚP MẠ	TỶ LỆ DIỆN TÍCH CHIỀU (%)	ĐẶC TÍNH CHỐNG GẦY MẶT TRỀ		
A-1	Tốt	3	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	45	Tốt	GI	VÍ DỤ
A-2	Tốt	3	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	38	Tốt	GI	VÍ DỤ SO SÁNH
A-3	Tốt	4	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	40	Tốt	GI	VÍ DỤ SO SÁNH
A-4	Tốt	4	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	44	Tốt	GI	VÍ DỤ SO SÁNH
A-5	Tốt	2	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	50	Tốt	GI	VÍ DỤ SO SÁNH
A-6	Tốt	3	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	38	Tốt	GI	VÍ DỤ SO SÁNH
A-7	Tốt	4	SiO ₂	2	Không tốt	GI	VÍ DỤ SO SÁNH
A-8	Không tốt	1	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	40	Tốt	GI	VÍ DỤ SO SÁNH
A-9	Tốt	1 1	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	45	Tốt	GA	VÍ DỤ
A-10	Tốt	1 1	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	42	Tốt	GA	VÍ DỤ SO SÁNH
A-11	Tốt	1 8	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	4	Không tốt	GA	VÍ DỤ SO SÁNH
A-12	Tốt	1 0	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	77	Tốt	GA	VÍ DỤ SO SÁNH
A-13	Tốt	1 1	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	68	Tốt	GA	VÍ DỤ SO SÁNH
B-1	Tốt	3	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄ , Al ₂ O ₃	24	Tốt	GI	VÍ DỤ
B-2	Tốt	3	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄ , Al ₂ O ₃	45	Tốt	GI	VÍ DỤ
B-3	Tốt	3	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄ , Al ₂ O ₃	49	Tốt	GI	VÍ DỤ SO SÁNH
B-4	Không tốt	2	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄ , Al ₂ O ₃	38	Tốt	GI	VÍ DỤ SO SÁNH
B-5	Tốt	1 0	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄ , Al ₂ O ₃	53	Tốt	GA	VÍ DỤ
B-6	Tốt	1 2	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄ , Al ₂ O ₃	3	Không tốt	GA	VÍ DỤ SO SÁNH
B-7	Tốt	1 3	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄ , Al ₂ O ₃	60	Tốt	GA	VÍ DỤ SO SÁNH
C-1	Tốt	4	Mn ₂ SiO ₄ , Al ₂ O ₃	42	Tốt	GI	VÍ DỤ
C-2	Tốt	1 1	Mn ₂ SiO ₄ , Al ₂ O ₃	40	Tốt	GA	VÍ DỤ
C-3	Tốt	3	Mn ₂ SiO ₄ , Al ₂ O ₃	42	Tốt	GI	VÍ DỤ SO SÁNH
C-4	Tốt	3	Mn ₂ SiO ₄ , Al ₂ O ₃	6	Không tốt	GI	VÍ DỤ SO SÁNH
D-1	Tốt	5	Mn ₂ SiO ₄	48	Tốt	GI	VÍ DỤ
D-2	Tốt	1 2	Mn ₂ SiO ₄	52	Tốt	GI	VÍ DỤ
E-1	Tốt	4	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	45	Tốt	GI	VÍ DỤ
E-2	Tốt	2	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	38	Tốt	GI	VÍ DỤ
E-3	Tốt	3	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	3	Không tốt	GI	VÍ DỤ SO SÁNH
E-4	Tốt	3	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	27	Tốt	GA	VÍ DỤ
F-1	Tốt	2	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	44	Tốt	GI	VÍ DỤ
F-2	Tốt	1 2	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	37	Tốt	GA	VÍ DỤ
G-1	Tốt	4	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	56	Tốt	GI	VÍ DỤ
G-2	Tốt	2	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	39	Tốt	GI	VÍ DỤ
G-3	Tốt	2	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	40	Tốt	GI	VÍ DỤ SO SÁNH
G-4	Tốt	1 1	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	42	Tốt	GA	VÍ DỤ
H-1	Tốt	3	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	39	Tốt	GI	VÍ DỤ
H-2	Tốt	1 3	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	40	Tốt	GA	VÍ DỤ
I-1	Tốt	4	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	42	Tốt	GI	VÍ DỤ
I-2	Tốt	1	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	38	Tốt	GI	VÍ DỤ
I-3	Tốt	3	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	30	Tốt	GI	VÍ DỤ
J-1	Tốt	2	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	65	Tốt	GA	VÍ DỤ

Giá trị gạch chân thể hiện rằng các giá trị này không thỏa mãn các điều kiện của sáng chế.

Bảng 11

THÉP SỐ	TỶ LỆ THỂ TÍCH TRONG CẤU TRÚC (%)						TỶ LỆ DIỆN TÍCH HẠT TO (%)	
	MARTENSIT ĐƯỢC RAM (%)	FERRIT (%)	BALNIT (%)	PEARLIT (%)	MARTENSIT (%)	AUSTENIT DƯ (%)		
K-1	48	30	11	0	0	11	5	VÍ DỤ
K-2	30	36	22	0	0	12	5	VÍ DỤ
K-3	46	34	11	0	0	9	5	VÍ DỤ
K-4	46	19	21	4	0	10	5	VÍ DỤ
L-1	42	33	13	0	0	12	5	VÍ DỤ
L-2	33	37	20	0	0	10	4	VÍ DỤ
M-1	32	38	20	0	0	10	3	VÍ DỤ
M-2	32	42	15	0	0	11	5	VÍ DỤ
M-3	31	40	3	20	0	<u>6</u>	4	VÍ DỤ SO SÁNH
N-1	42	30	16	0	0	12	6	VÍ DỤ
N-2	43	33	13	0	0	11	7	VÍ DỤ
O-1	45	37	7	0	0	11	4	VÍ DỤ
P-1	39	32	18	0	0	11	4	VÍ DỤ
Q-1	42	30	16	0	0	12	4	VÍ DỤ
R-1	40	36	12	0	0	12	5	VÍ DỤ
R-2	38	32	19	0	0	11	6	VÍ DỤ
R-3	40	30	21	0	0	9	4	VÍ DỤ
R-4	39	26	23	0	0	12	<u>12</u>	VÍ DỤ SO SÁNH
R-5	<u>0</u>	100	<u>0</u>	0	0	<u>0</u>	7	VÍ DỤ SO SÁNH
R-6	34	30	8	22	0	<u>6</u>	8	VÍ DỤ SO SÁNH
R-7	31	32	4	29	0	<u>4</u>	6	VÍ DỤ SO SÁNH
R-8	37	27	25	0	0	11	7	VÍ DỤ SO SÁNH
S-1	43	30	19	0	0	8	5	VÍ DỤ
S-2	47	32	11	0	0	10	4	VÍ DỤ
T-1	44	33	11	0	0	12	6	VÍ DỤ
T-2	52	21	15	0	0	12	6	VÍ DỤ
T-3	<u>0</u>	100	<u>0</u>	0	0	<u>0</u>	5	VÍ DỤ SO SÁNH
T-4	45	35	9	0	0	11	5	VÍ DỤ
T-5	44	33	9	0	0	14	4	VÍ DỤ
U-1	45	34	9	0	0	12	6	VÍ DỤ
U-2	42	32	15	0	0	11	5	VÍ DỤ
U-3	59	28	2	0	0	11	5	VÍ DỤ
U-4	42	36	11	0	0	11	6	VÍ DỤ
V-1	62	22	4	0	0	12	4	VÍ DỤ
V-2	56	28	5	0	0	11	5	VÍ DỤ
V-3	49	32	10	0	0	9	4	VÍ DỤ
V-4	32	35	25	0	0	8	6	VÍ DỤ
V-5	36	37	15	0	0	12	7	VÍ DỤ
V-6	59	24	7	0	0	10	5	VÍ DỤ
W-1	<u>0</u>	89	11	0	0	<u>0</u>	5	VÍ DỤ SO SÁNH
X-1	<u>20</u>	46	25	0	7	2	4	VÍ DỤ SO SÁNH
Y-1	<u>21</u>	59	8	0	0	12	3	VÍ DỤ SO SÁNH
Z-1	<u>0</u>	78	<u>0</u>	0	<u>22</u>	<u>0</u>	5	VÍ DỤ SO SÁNH
AA-1	67	12	16	2	0	<u>3</u>	5	VÍ DỤ SO SÁNH
AB-1	<u>21</u>	15	7	38	<u>11</u>	8	5	VÍ DỤ SO SÁNH

Giá trị gạch chân thể hiện rằng các giá trị này không thỏa mãn các điều kiện của sáng chế.

BẢNG 12

THÉP SỐ	CÁC ĐẶC TÍNH KÉO CĂNG							
	YS (MPa)	TS (MPa)	El. (%)	λ (%)	TS x El. (MPa x %)	TS x λ (MPa x %)	YR (-)	
K-1	698	1071	19	46	20349	49266	0,65	VÍ DỤ
K-2	881	1181	18	53	21258	62593	0,75	VÍ DỤ
K-3	711	1051	23	48	24173	50448	0,68	VÍ DỤ
K-4	700	1121	23	39	25783	43719	0,62	VÍ DỤ
L-1	758	1083	22	60	23826	64980	0,70	VÍ DỤ
L-2	799	1011	28	53	28308	53583	0,79	VÍ DỤ
M-1	811	1101	27	49	29727	53949	0,74	VÍ DỤ
M-2	786	1131	21	46	23751	52026	0,69	VÍ DỤ
M-3	728	1211	11	19	13321	23009	0,60	VÍ DỤ SO SÁNH
N-1	703	1051	24	63	25224	66213	0,67	VÍ DỤ
N-2	703	1059	21	59	22239	62481	0,66	VÍ DỤ
O-1	681	1022	21	49	21462	50078	0,67	VÍ DỤ
P-1	983	1199	17	45	20383	53955	0,82	VÍ DỤ
Q-1	827	1051	24	61	25224	64111	0,79	VÍ DỤ
R-1	781	1055	24	56	25320	59080	0,74	VÍ DỤ
R-2	911	1193	22	55	26246	65615	0,76	VÍ DỤ
R-3	799	1181	18	55	21258	64955	0,68	VÍ DỤ
R-4	909	1091	19	16	20729	17456	0,83	VÍ DỤ SO SÁNH
R-5	499	688	16	26	11008	17888	0,73	VÍ DỤ SO SÁNH
R-6	527	1051	15	22	15765	23122	0,50	VÍ DỤ SO SÁNH
R-7	581	1321	10	18	13210	23778	0,44	VÍ DỤ SO SÁNH
R-8	931	1151	13	19	14963	21869	0,81	VÍ DỤ SO SÁNH
S-1	694	1083	21	46	22743	49818	0,64	VÍ DỤ
S-2	707	1021	23	48	23483	49008	0,69	VÍ DỤ
T-1	879	1291	18	56	23238	72296	0,68	VÍ DỤ
T-2	910	1391	15	44	20865	61204	0,65	VÍ DỤ
T-3	608	783	17	32	13311	25056	0,78	VÍ DỤ SO SÁNH
T-4	867	1211	16	42	19376	50862	0,72	VÍ DỤ
T-5	887	1234	18	44	22212	54296	0,72	VÍ DỤ
U-1	855	1183	21	47	24843	55601	0,72	VÍ DỤ
U-2	827	1277	17	46	21709	58742	0,65	VÍ DỤ
U-3	749	1211	19	43	23009	52073	0,62	VÍ DỤ
U-4	866	1251	21	46	26271	57546	0,69	VÍ DỤ
V-1	1053	1362	19	47	25878	64014	0,77	VÍ DỤ
V-2	946	1344	17	39	22848	52416	0,70	VÍ DỤ
V-3	887	1281	17	47	21777	60207	0,69	VÍ DỤ
V-4	964	1211	20	48	24220	58128	0,80	VÍ DỤ
V-5	948	1381	20	46	27620	63526	0,69	VÍ DỤ
V-6	1038	1349	17	47	22933	63403	0,77	VÍ DỤ
W-1	308	422	22	39	9284	16458	0,73	VÍ DỤ SO SÁNH
X-1	411	899	17	26	15283	23374	0,46	VÍ DỤ SO SÁNH
Y-1	785	1239	16	9	19824	11151	0,63	VÍ DỤ SO SÁNH
Z-1	516	639	21	23	13419	14697	0,81	VÍ DỤ SO SÁNH
AA-1	1024	1401	8	13	11208	18213	0,73	VÍ DỤ SO SÁNH
AB-1	722	1488	7	9	10416	13392	0,49	VÍ DỤ SO SÁNH

Giá trị gạch chân thể hiện rằng các giá trị này không thỏa mãn các điều kiện của sáng chế.

BẢNG 13

THÉP SỐ	ĐẶC TÍNH CỦA LỚP MẠ		ĐẶC TÍNH CHỐNG GÂY MẶT TRỀ			LOẠI TÂM SẢN PHẨM	
	ĐẶC TÍNH THÂM ƯỚT	NỒNG ĐỘ Fe TRONG LỚP MẠ (% khối lượng)	OXIT ĐƯỢC BAO GỒM TRONG LỚP MẠ	TỶ LỆ ĐIỆN TÍCH CHIỀU (%)	ĐẶC TÍNH CHỐNG GÂY MẶT TRỀ		
K-1	Tốt	3	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	67	Tốt	GI	VÍ DỤ
K-2	Tốt	2	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	60	Tốt	GI	VÍ DỤ
K-3	Tốt	10	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	54	Tốt	GA	VÍ DỤ
K-4	Tốt	10	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	48	Tốt	GA	VÍ DỤ
L-1	Tốt	2	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	38	Tốt	GI	VÍ DỤ
L-2	Tốt	2	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	42	Tốt	GI	VÍ DỤ
M-1	Tốt	2	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	39	Tốt	GI	VÍ DỤ
M-2	Tốt	5	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	37	Tốt	GI	VÍ DỤ
M-3	Tốt	2	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	3	Không tốt	GI	VÍ DỤ SO SÁNH
N-1	Tốt	3	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	56	Tốt	GI	VÍ DỤ
N-2	Tốt	12	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	52	Tốt	GA	VÍ DỤ
O-1	Tốt	11	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	50	Tốt	GA	VÍ DỤ
P-1	Tốt	2	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	46	Tốt	GI	VÍ DỤ
Q-1	Tốt	3	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	38	Tốt	GI	VÍ DỤ
R-1	Tốt	3	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	42	Tốt	GI	VÍ DỤ
R-2	Tốt	2	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	50	Tốt	GI	VÍ DỤ
R-3	Tốt	12	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	45	Tốt	GA	VÍ DỤ
R-4	Tốt	2	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	41	Tốt	GI	VÍ DỤ SO SÁNH
R-5	Tốt	3	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	45	Tốt	GI	VÍ DỤ SO SÁNH
R-6	Không tốt	3	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	2	Không tốt	GI	VÍ DỤ SO SÁNH
R-7	Tốt	13	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	41	Tốt	GA	VÍ DỤ SO SÁNH
R-8	Tốt	2	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	8	Không tốt	GI	VÍ DỤ SO SÁNH
S-1	Tốt	4	Mn ₂ SiO ₄	44	Tốt	GI	VÍ DỤ
S-2	Tốt	3	Mn ₂ SiO ₄	42	Tốt	GI	VÍ DỤ
T-1	Tốt	2	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	45	Tốt	GI	VÍ DỤ
T-2	Tốt	2	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	33	Tốt	GI	VÍ DỤ
T-3	Tốt	5	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	4	Không tốt	GI	VÍ DỤ SO SÁNH
T-4	Tốt	12	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	45	Tốt	GA	VÍ DỤ
T-5	Tốt	10	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	45	Tốt	GA	VÍ DỤ
U-1	Tốt	2	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	35	Tốt	GI	VÍ DỤ
U-2	Tốt	2	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	39	Tốt	GI	VÍ DỤ
U-3	Tốt	3	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	42	Tốt	GI	VÍ DỤ
U-4	Tốt	3	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	41	Tốt	GI	VÍ DỤ
V-1	Tốt	4	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	28	Tốt	GI	VÍ DỤ
V-2	Tốt	3	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	31	Tốt	GI	VÍ DỤ
V-3	Tốt	3	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	32	Tốt	GI	VÍ DỤ
V-4	Tốt	4	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	29	Tốt	GI	VÍ DỤ
V-5	Tốt	2	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	19	Tốt	GI	VÍ DỤ
V-6	Tốt	11	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	38	Tốt	GA	VÍ DỤ
W-1	Tốt	2	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	37	Tốt	GI	VÍ DỤ SO SÁNH
X-1	Tốt	3	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	44	Tốt	GI	VÍ DỤ SO SÁNH
Y-1	Không tốt	3	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	79	Không tốt	GI	VÍ DỤ SO SÁNH
Z-1	Tốt	2	SiO ₂	59	Tốt	GI	VÍ DỤ SO SÁNH
AA-1	Tốt	2	-	45	Không tốt	GI	VÍ DỤ SO SÁNH
AB-1	Tốt	2	SiO ₂ , Mn ₂ SiO ₄	48	Tốt	GI	VÍ DỤ SO SÁNH

Giá trị gạch chân thể hiện rằng các giá trị này không thỏa mãn các điều kiện của sáng chế.

Trong toàn bộ các thép số A-1, A-9, B-1, B-2, B-5, C-1, C-2, D-1, D-2, E-1, E-2, E-4, F-1, F-2, G-1, G-2, G-4, H-1, H-2, I-1, I-2, I-3, J-1, K-1, K-2, K-3, K-4, L-1, L-2, M-1, M-2, N-1, N-2, O-1, P-1, Q-1, R-1, R-2, R-3, S-1, S-2, T-1, T-2, T-4, T-5, U-1, U-2, U-3, U-4, V-1, V-2, V-3, V-4, V-5, và V-6, thành

phần hóa học, vi cấu trúc, và lượng Fe trong lớp mạ và oxit được kiểm soát một cách thích hợp và do đó, đặc tính chống phá hủy trề, đặc tính dễ tạo hình, và các đặc tính của lớp mạ là tuyệt vời.

Trong thép số A-11, B-6, và E-3, kích thước trục cán trong quy trình cán nguội lớn hơn 1400 mm. Ngoài ra, trong thép số R-8, mức giảm kích thước tổng do cán trong quy trình cán nguội nhỏ hơn 30%. Ngoài ra, trong thép số A-7, C-4, M-3, R-6, và T-3, trong khi gia nhiệt để tôi, thời gian khi nhiệt độ của tấm thép nằm trong khoảng nhiệt độ từ 550°C đến 750°C được giới hạn ở ngắn hơn 20 giây. Do đó, trong thép số A-7, A-11, B-6, C-4, E-3, M-3, R-6, R-8, và T-3, tỷ lệ diện tích chiều của các oxit nhỏ hơn 10%, và đặc tính chống phá hủy trề là không đầy đủ.

Trong thép số A-8, B-4, và R-6, tốc độ chảy của kim loại nóng chảy trong dung dịch mạ là thấp hơn 10 m/phút. Do đó, trong các thép số A-8, B-4, và R-6 này, hiện tượng không mạ gây ra bởi các oxit trên bề mặt của tấm thép xảy ra, và vẻ bên ngoài và độ dẻo bị suy giảm bởi vùng không được mạ này (vùng mà không được phủ bởi lớp mạ).

Trong thép số A-2, E-3, và R-4, do nhiệt độ cuộn cao hơn 700°C, vi cấu trúc của tấm thép được cán nóng là cấu trúc ferit-peclit hạt to và mỗi pha của vi cấu trúc của tấm thép cuối cùng sau các quy trình sau đó (ví dụ, cán nguội, tôi, và xử lý mạ kẽm và tạo hợp kim) trở nên thô (tỷ lệ diện tích của hạt dư lớn hơn 30%) để gây ra tính không đồng đều trong vi cấu trúc. Do đó, trong các thép số A-2, E-3, và R-4 này, ít nhất một trong độ giãn dài ($TS \times El$) và đặc tính giãn lỗ ($TS \times \lambda$) là không được đáp ứng.

Trong thép số A-3, B-3, R-5, và T-3, do nhiệt độ tôi thấp hơn 750°C, các oxit còn lại trong ferit không thay đổi, và các tỷ lệ thể tích của mactensit được ram và austenit, và tổng tỷ lệ thể tích của mactensit được ram và bainit là không được đáp ứng. Do đó, trong thép số A-3, B-3, R-5, và T-3, độ bền kéo (TS) nhỏ hơn 980 MPa, và độ giãn dài ($TS \times El$) và đặc tính giãn lỗ ($TS \times \lambda$) là không được đáp ứng.

Trong thép số A-4 và C-3, do nhiệt độ ngừng làm nguội của bước làm nguội thứ nhất thấp hơn 500°C, ferit được tạo ra dư, và các tỷ lệ thể tích của mactensit được ram và austenit, và tổng tỷ lệ thể tích của mactensit được ram và bainit là không được đáp ứng. Do đó, trong thép số A-4 và C-3, độ bền kéo (TS) nhỏ hơn 980 MPa, và ít nhất một trong độ giãn dài ($TS \times El$) và đặc tính giãn lỗ ($TS \times \lambda$) là không được đáp ứng.

Trong thép số A-12 và B-7, tốc độ làm nguội trung bình của bước làm nguội thứ hai là nhỏ hơn 1 °C/giây. Do đó, do sự tạo thành ferit dư và việc tôi không đầy đủ của tấm thép, nên các tỷ lệ thể tích của mactensit được ram và austenit, và tổng tỷ lệ thể tích của mactensit được ram và bainit là không được đáp ứng. Do đó, trong thép số A-12 và B-7, độ giãn dài ($TS \times El$) và đặc tính giãn lỗ ($TS \times \lambda$) là không được đáp ứng.

Trong thép số A-2, A-8, A-10, và C-4, do nhiệt độ ngừng làm nguội của bước làm nguội thứ hai là 350°C hoặc cao hơn, vi cấu trúc không được tôi một cách đầy đủ, và nên tỷ lệ thể tích của mactensit được ram là nhỏ hơn 30%. Do đó, trong thép số A-2, A-8, A-10 và C-4, ít nhất một trong độ giãn dài ($TS \times El$) và đặc tính giãn lỗ ($TS \times \lambda$) là không được đáp ứng.

Trong thép số A-13, do nhiệt độ ngừng làm nguội của bước làm nguội thứ hai thấp hơn 100°C, phần lớn austenit được biến đổi thành mactensit, và tỷ lệ thể tích của austenit nhỏ hơn 8%. Do đó, trong thép số A-13 này, độ giãn dài ($TS \times El$) là không được đáp ứng.

Trong thép số A-11, do nhiệt độ tạo hợp kim sau khi mạ cao hơn 600°C, peclit được tạo ra. Kết quả là, tỷ lệ thể tích của peclit lớn hơn 10%, và tỷ lệ thể tích của austenit nhỏ hơn 8%. Do đó, trong thép số A-11, độ bền kéo (TS) nhỏ hơn 980 MPa, và độ giãn dài ($TS \times El$) và đặc tính giãn lỗ ($TS \times \lambda$) là không được đáp ứng.

Trong thép số A-5, A-6, A-7, C-4, G-3, M-3, R-6, và R-7, thời gian khi nhiệt độ của tấm thép nằm trong khoảng nhiệt độ từ 350°C đến 500°C là ít hơn 20 giây cho đến khi thu được sản phẩm cuối sau khi kiểm soát việc làm nguội

(sau bước làm nguội thứ hai). Do đó, trong thép số A-5 và G-3, mặc dù tấm thép được giữ ở nhiệt độ nhỏ hơn 350°C, austenit được làm ổn định không đầy đủ, và tỷ lệ thể tích của austenit nhỏ hơn 8%. Ngoài ra, trong thép số A-6, mặc dù tấm thép được giữ ở nhiệt độ cao hơn 500°C, sự biến đổi bainit không được tiến triển một cách đầy đủ, và tỷ lệ thể tích của mactensit tăng lên. Kết quả là, các tỷ lệ thể tích của mactensit được ram và austenit, và tổng tỷ lệ thể tích của mactensit được ram và bainit là không được đáp ứng. Trong thép số C-4, do tấm thép được giữ ngay sau bước làm nguội thứ hai, tỷ lệ thể tích của mactensit được ram nhỏ hơn 30% vì các lý do được mô tả trên đây. Trong thép số A-7, M-3, và R-6, tấm thép được giữ ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 350°C đến 500°C, nhưng thời gian khi nhiệt độ của tấm thép nằm trong khoảng nhiệt độ từ 350°C đến 500°C là không thể được đảm bảo một cách đầy đủ. Trong thép số R-7, tấm thép này không được giữ, và thời gian khi nhiệt độ của tấm thép nằm trong khoảng nhiệt độ từ 350°C đến 500°C là không thể được đảm bảo một cách đầy đủ. Do đó, trong thép số A-7, M-3, R-6, và R-7, austenit được làm ổn định không đầy đủ, và tỷ lệ thể tích của austenit nhỏ hơn 8%. Theo đó, trong thép số A-5, A-6, A-7, C-4, G-3, M-3, R-6, và R-7, ít nhất một trong độ giãn dài ($TS \times El$) và đặc tính giãn lỗ ($TS \times \lambda$) là không được đáp ứng.

Trong thép số W-1, lượng C trong thép nhỏ hơn 0,05%. Trong thép số X-1, lượng Si trong thép nhỏ hơn 0,5%. Do đó, trong các thép số W-1 và X-1 này, đặc tính thấm tôi và độ ổn định của austenit (trong trường hợp của Si, nồng độ của C trong austenit gây ra bởi sự tạo thành ferit) là không được đáp ứng, và các tỷ lệ thể tích của mactensit được ram và austenit, và tổng tỷ lệ thể tích của mactensit được ram và bainit là không được đáp ứng. Kết quả là, trong thép số W-1 và X-1, độ bền kéo (TS) nhỏ hơn 980 MPa, và độ giãn dài ($TS \times El$) và đặc tính giãn lỗ ($TS \times \lambda$) là không được đáp ứng.

Trong thép số Y-1, do lượng Si trong thép lớn hơn 3%, nên ferit được làm ổn định và được tạo ra quá nhiều, tỷ lệ thể tích của mactensit được ram nhỏ hơn 30%, và tổng tỷ lệ thể tích của mactensit được ram và bainit nhỏ hơn

40%. Do đó, trong thép số Y-1, đặc tính giãn lỗ ($TS \times \lambda$) là không được đáp ứng. Ngoài ra, trong thép số Y-1, do lượng oxit trên bề mặt của tấm thép tăng lên, xuất hiện hiện tượng không mạ, và đặc tính chống phá hủy trễ là không được đáp ứng.

Trong thép số Z-1, do lượng Mn trong thép nhỏ hơn 1,5%, ferit được tạo ra dư do sự suy giảm đặc tính thấm tôi, và các tỷ lệ thể tích của mactensit được ram và austenit, và tổng tỷ lệ thể tích của mactensit được ram và bainit là không được đáp ứng. Kết quả là, trong thép số Z-1, độ bền kéo (TS) nhỏ hơn 980 MPa, và độ giãn dài ($TS \times El$) và đặc tính giãn lỗ ($TS \times \lambda$) là không được đáp ứng. Ngoài ra, trong thép số Z-1, do sự tạo thành peclit có thể được ức chế bởi Mn, nên tỷ lệ thể tích của peclit lớn hơn 10%.

Trong thép số AA-1, do lượng Mn trong thép lớn hơn 3%, đặc tính thấm tôi tăng lên quá mức, và do đó phần lớn austenit được biến đổi thành mactensit sau bước làm nguội thứ hai. Do đó, trong thép AA-1 này, tỷ lệ thể tích của austenit nhỏ hơn 8%, và độ giãn dài ($TS \times El$) và đặc tính giãn lỗ ($TS \times \lambda$) là không được đáp ứng.

Trong thép số AB-1, do lượng C trong thép lớn hơn 0,4%, tỷ lệ thể tích của xementit lớn hơn 10%. Ngoài ra, trong thép số AB này do đặc tính thấm tôi tăng lên quá mức, tỷ lệ thể tích của mactensit được ram nhỏ hơn 30%, và tổng tỷ lệ thể tích của mactensit và bainit nhỏ hơn 40%. Do đó, trong thép số AB-1 này, độ giãn dài ($TS \times El$) và đặc tính giãn lỗ ($TS \times \lambda$) là không được đáp ứng.

Các ví dụ được ưu tiên của sáng chế đã được mô tả trên đây. Tuy nhiên, sáng chế không chỉ giới hạn ở các ví dụ này. Sự bổ sung, loại bỏ, thay thế, và biến đổi khác của các phương án có thể được tạo ra mà không nằm ngoài phạm vi của sáng chế. Sáng chế không thể được xem là chỉ giới hạn ở phần mô tả trên đây, và chỉ được giới hạn bởi phạm vi yêu cầu bảo hộ kèm theo.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Như được mô tả trên đây, theo sáng chế, có thể tạo ra tấm thép mạ kẽm (bao gồm tấm thép được mạ kẽm nhúng nóng và tấm thép được mạ và ủ kẽm) mà là thích hợp dùng cho các chi tiết cấu trúc, các chi tiết gia cường, và các chi tiết treo cho ô tô, có độ bền kéo bằng 980 MPa hoặc lớn hơn, có đặc tính chống phá hủy trễ, độ bám dính của lớp mạ, độ giãn dài, và đặc tính giãn nở tuyệt vời, với chi phí thấp. Do đó, do sáng chế đóng góp đáng kể vào việc làm giảm trọng lượng của ô tô, khả năng áp dụng trong công nghiệp là cao.

YÊU CẦU BẢO HỘ**1. Tấm thép mạ kẽm bao gồm:**

tấm thép; và

lớp mạ trên bề mặt của tấm thép,

trong đó tấm thép này bao gồm, dưới dạng các thành phần hóa học của thép, tính theo % khối lượng:

C: 0,05 đến 0,40%,

Si: 0,5 đến 3,0%,

Mn: 1,5 đến 3,0%,

P: được giới hạn ở 0,04% hoặc nhỏ hơn,

S: được giới hạn ở 0,01% hoặc nhỏ hơn,

N: được giới hạn ở 0,01% hoặc nhỏ hơn,

Al: được giới hạn ở 2,0% hoặc nhỏ hơn,

O: được giới hạn ở 0,01% hoặc nhỏ hơn, và

lượng còn lại bao gồm Fe và các tạp chất khó tránh khỏi,

trong đó vi cấu trúc của tấm thép bao gồm ferit, bainit, và theo tỷ lệ thể tích 30% mactensit được ram hoặc lớn hơn, 8% austenit hoặc lớn hơn, và giới hạn ở 10% peclit hoặc nhỏ hơn,

trong đó tổng tỷ lệ thể tích của mactensit được ram và bainit là 40% hoặc lớn hơn, và tỷ lệ diện tích của các hạt có cỡ hạt lớn hơn 35 μm chiếm trên mỗi đơn vị diện tích của vi cấu trúc này là 10% hoặc nhỏ hơn,

trong đó độ bền kéo của tấm thép là 980 MPa hoặc lớn hơn,

và trong đó kim loại mạ trong lớp mạ bao gồm, dưới dạng thành phần hóa học của lớp mạ, được giới hạn ở 15% khối lượng Fe hoặc nhỏ hơn, được giới hạn ở 2% khối lượng Al hoặc nhỏ hơn, và lượng còn lại bao gồm Zn và các tạp chất khó tránh khỏi,

lớp mạ chứa oxit bao gồm ít nhất một nguyên tố hóa học được chọn từ Si, Mn, và Al, và

khi được quan sát theo hướng chiều dày, mặt cắt ngang bao gồm tấm thép và lớp mạ, tỷ lệ diện tích chiều mà thu được bằng cách chia độ dài mà oxit được chiếu trên bề mặt phân cách giữa lớp mạ và tấm thép cho độ dài của bề mặt phân cách giữa lớp mạ và tấm thép là 10% hoặc lớn hơn và độ che phủ của lớp mạ lên tấm thép là 99% hoặc lớn hơn.

2. Tấm thép mạ kẽm theo điểm 1,

trong đó thép này còn bao gồm, dưới dạng thành phần hóa học của thép, tính theo % khối lượng, ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm:

Mo: 0,01 đến 1,0%,

Cr: 0,05 đến 1,0%,

Ni: 0,05 đến 1,0%,

Cu: 0,05 đến 1,0%,

Nb: 0,005 đến 0,3%,

Ti: 0,005 đến 0,3%,

V: 0,005 đến 0,5%,

B: 0,0001 đến 0,01%, và

tổng của ít nhất một trong các nguyên tố được chọn từ Ca, Mg, và đất hiếm (REM): 0,0005 đến 0,04%.

3. Tấm thép mạ kẽm theo điểm 1 hoặc 2,

trong đó lớp mạ là lớp mạ kẽm nhúng nóng.

4. Tấm thép mạ kẽm theo điểm 1 hoặc 2,

trong đó lớp mạ là lớp được mạ và ủ kẽm.

5. Tấm thép mạ kẽm theo điểm 1 hoặc 2,

trong đó lượng Fe được giới hạn nhỏ hơn 7% khối lượng trong thành phần hóa học của lớp mạ.

6. Tấm thép mạ kẽm theo điểm 1 hoặc 2,

trong đó thành phần hóa học của lớp mạ bao gồm 7% khối lượng đến 15% khối lượng Fe.

7. Tấm thép mạ kẽm theo điểm 1 hoặc 2,

trong đó thành phần hóa học của lớp mạ bao gồm Al lớn hơn 0% khối lượng và nhỏ hơn 2% khối lượng.

8. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm, phương pháp này bao gồm:

bước xử lý thứ nhất, đúc thép mà bao gồm, dưới dạng thành phần hóa học của thép, tính theo % khối lượng:

C: 0,05 đến 0,40%,

Si: 0,5 đến 3,0%,

Mn: 1,5 đến 3,0%,

P: được giới hạn ở 0,04% hoặc nhỏ hơn,

S: được giới hạn ở 0,01% hoặc nhỏ hơn,

N: được giới hạn ở 0,01% hoặc nhỏ hơn,

Al: được giới hạn ở 2,0% hoặc nhỏ hơn,

O: được giới hạn ở 0,01% hoặc nhỏ hơn, và

lượng còn lại bao gồm Fe và các tạp chất khó tránh khỏi;

bước xử lý thứ hai, gia nhiệt thép trực tiếp hoặc sau khi làm nguội một lần;

bước xử lý thứ ba, cán nóng thép này sao cho bước cán nóng này được hoàn thành ở nhiệt độ của điểm biến đổi Ar_3 hoặc cao hơn;

bước xử lý thứ tư, cuộn thép này ở 300°C đến 700°C;

bước xử lý thứ năm, tẩy gỉ thép này;

bước xử lý thứ sáu, cán nguội thép này bằng máy cán nguội với trục cán có kích thước trục cán bằng 1400 mm hoặc nhỏ hơn, với mức giảm kích thước tổng do cán bằng 30% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 100%;

bước xử lý thứ bảy, gia nhiệt thép này và giữ thép này ở 550°C đến 750°C trong 20 giây hoặc lâu hơn;

bước xử lý thứ tám, ủ thép này ở 750°C đến 900°C;

bước xử lý thứ chín, làm nguội thép này tới nhiệt độ làm nguội trung gian trong khoảng nhiệt độ 500°C hoặc cao hơn và thấp hơn 750°C ở tốc độ làm nguội trung bình thứ nhất bằng 0,1 °C/giây đến 30 °C/giây và làm nguội

thép này từ nhiệt độ làm nguội trung gian tới nhiệt độ ngừng làm nguội bằng 100°C hoặc cao hơn và thấp hơn 350°C ở tốc độ làm nguội trung bình thứ hai mà bằng hoặc cao hơn tốc độ làm nguội trung bình thứ nhất;

bước xử lý thứ mười, kiểm soát nhiệt độ của thép trong khoảng nhiệt độ bằng nhiệt độ mà thấp hơn nhiệt độ dung dịch mạ khoảng 40°C, hoặc cao hơn và nhiệt độ mà cao hơn nhiệt độ của dung dịch mạ khoảng 40°C, hoặc thấp hơn;

bước xử lý thứ mười một, tiến hành mạ kẽm bằng cách nhúng thép này vào trong dòng dung dịch mạ kẽm nhúng nóng ở tốc độ dòng bằng 10 m/phút đến 50 m/phút; và

bước xử lý thứ mười hai, làm nguội thép này tới nhiệt độ thấp hơn 100°C;

trong đó tốc độ làm nguội trung bình thứ hai là 1 °C/giây đến 100 °C/giây, và

thời gian khi nhiệt độ của thép nằm trong khoảng nhiệt độ từ 350°C đến 500°C là 20 giây hoặc lâu hơn trong các bước xử lý sau bước xử lý thứ chín.

9. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm theo điểm 8,

trong đó thép này còn bao gồm, dưới dạng thành phần hóa học của thép, tính theo % khối lượng, ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm:

Mo: 0,01 đến 1,0%,

Cr: 0,05 đến 1,0%,

Ni: 0,05 đến 1,0%,

Cu: 0,05 đến 1,0%,

Nb: 0,005 đến 0,3%,

Ti: 0,005 đến 0,3%,

V: 0,005 đến 0,5%,

B: 0,0001 đến 0,01%, và

tổng của ít nhất một trong các nguyên tố được chọn từ Ca, Mg, và

REM: 0,0005 đến 0,04%.

10. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm theo điểm 8 hoặc 9,

trong đó, trong bước xử lý thứ chín, khi tốc độ làm nguội trung bình thứ nhất bằng với tốc độ làm nguội trung bình thứ hai, tốc độ làm nguội trung bình thứ nhất là 1 °C/giây hoặc lớn hơn và 30 °C/giây hoặc nhỏ hơn.

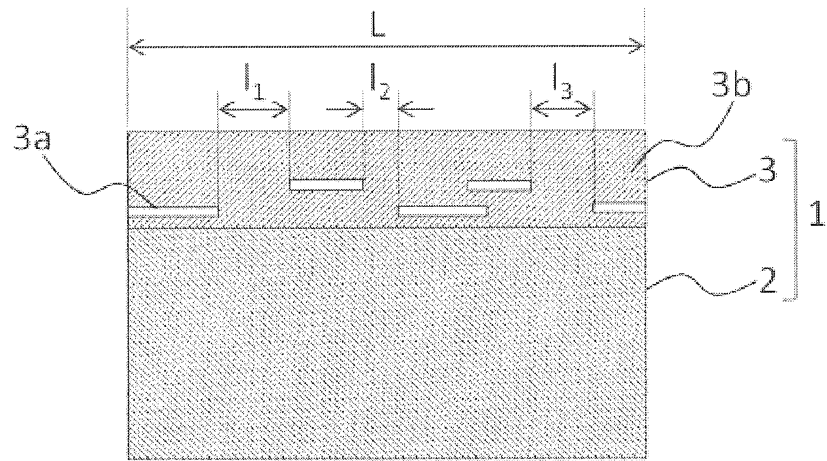
11. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm theo điểm 8 hoặc 9, trong đó phương pháp này còn bao gồm:

bước xử lý tái gia nhiệt và giữ thép này trong khoảng nhiệt độ từ 350°C đến 500°C sau bước xử lý thứ mười.

12. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm theo điểm 8 hoặc 9, phương pháp này còn bao gồm:

bước xử lý tái gia nhiệt thép này đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 460°C đến 600°C để tiến hành xử lý hợp kim sau bước xử lý thứ mười hai.

FIG. 1



$$A(\%) = \{1 - (l_1 + l_2 + l_3) / L\} \times 100$$

FIG. 2

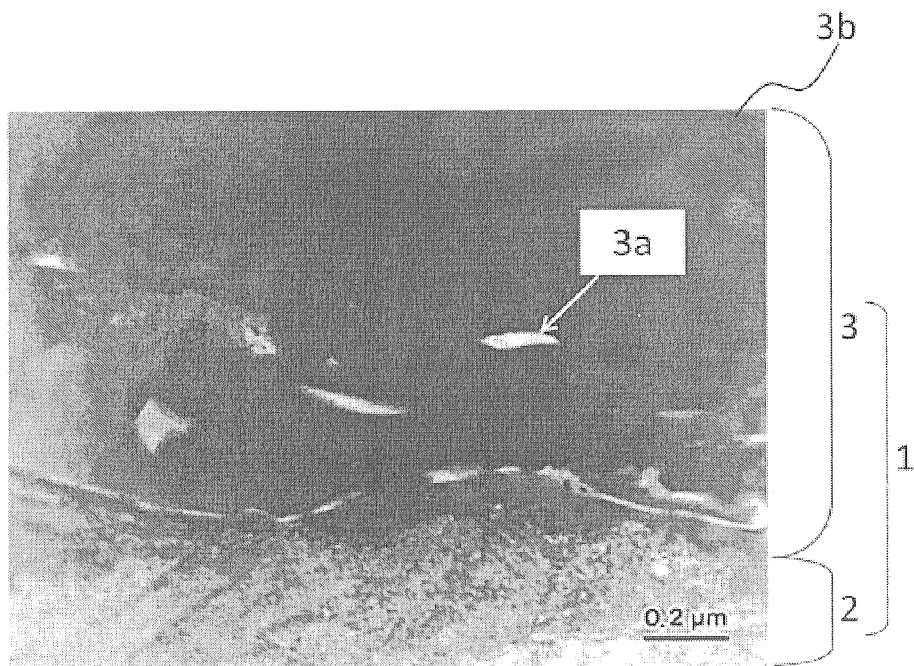


FIG. 3

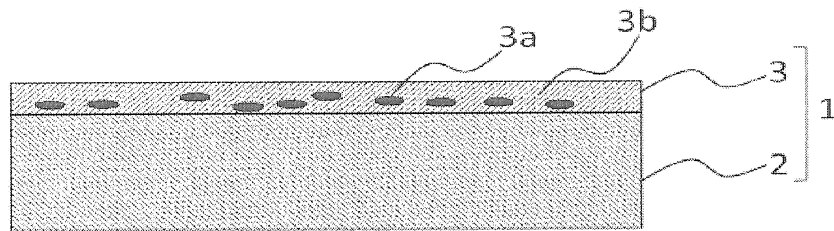


FIG. 4A

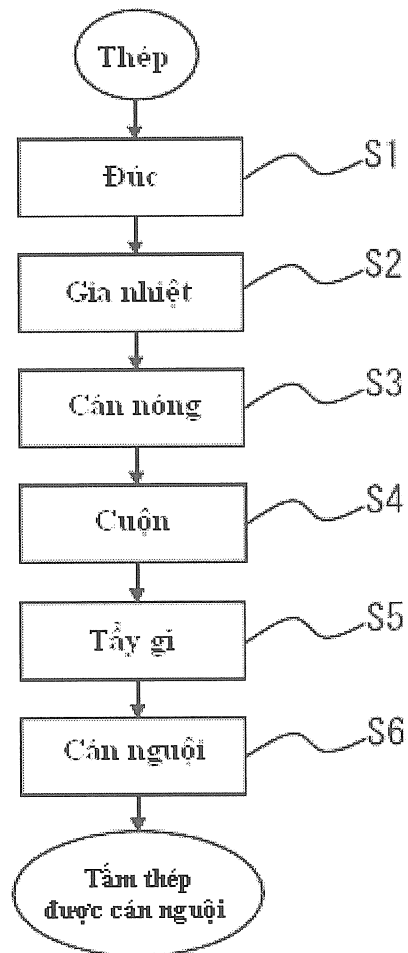


FIG. 4B

