



(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)



1-0025164

(51)⁷ C23C 2/02; C22C 38/00; C23C 2/40;
C23C 2/06; B21B 1/26

(13) B

(21) 1-2015-04132

(22) 25/03/2014

(86) PCT/JP2014/058208 25/03/2014

(87) WO2014/157155 02/10/2014

(30) 2013-066576 27/03/2013 JP; 2014-060809 24/03/2014 JP

(45) 25/08/2020 389

(43) 25/01/2016 334A

(73) NISSHIN STEEL CO., LTD. (JP)

4-1, Marunouchi 3-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8366, Japan

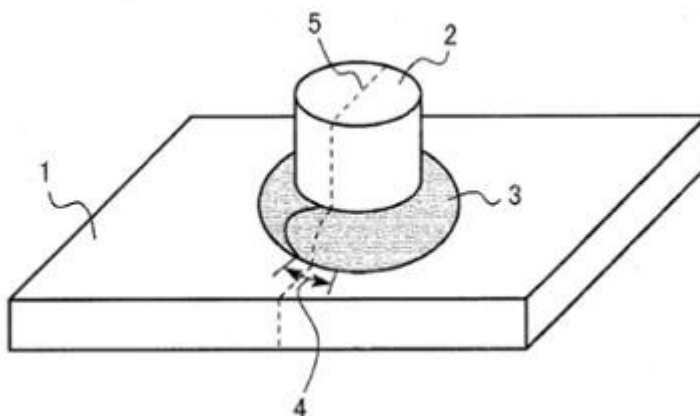
(72) Masaaki URANAKA (JP); Takeshi SHIMIZU (JP); Kentaro HIRATA (JP).

(74) Công ty TNHH Sở hữu trí tuệ WINCO (WINCO CO., LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT TẤM THÉP ĐƯỢC MẠ HỢP KIM KẼM NHÚNG NÓNG

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất tấm thép được mạ hợp kim Zn-Al-Mg nhúng nóng có độ bám dính của lớp mạ tốt bằng cách sử dụng tấm thép được tạo độ bền chống nứt và hóa giòn do kim loại nóng chảy khi bổ sung B, làm tấm nền để mạ.

Sáng chế còn đề cập đến tấm thép được mạ hợp kim kẽm nhúng nóng có độ bám dính của lớp mạ tốt chứa ít nhất một thành phần trong số oxit Si đơn, oxit Mn đơn, oxit Cr đơn, oxit Si-Mn hỗn hợp, oxit Si-Cr hỗn hợp, oxit Mn-Cr hỗn hợp, và oxit Si-Mn-Cr hỗn hợp trong vùng cách 10μm từ mặt phân cách giữa tấm thép làm tấm nền để mạ và lớp mạ kẽm nhúng nóng được tạo ra trên bề mặt của nó.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến tấm thép được mạ hợp kim kẽm nhúng nóng có đồng thời cả độ bền chống nứt và hóa giòn do kim loại nóng chảy và độ bám dính của lớp mạ được cải thiện, tấm thép này sử dụng loại thép chứa B và còn chứa ít nhất một nguyên tố trong số Si, Mn và Cr làm tấm nền để mạ, và tấm nền để mạ này được mạ hợp kim Zn-Al-Mg nhúng nóng. Sáng chế còn đề cập đến phương pháp sản xuất tấm thép này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Tấm thép được mạ hợp kim kẽm nhúng nóng đã được sử dụng cho nhiều mục đích khác nhau nhưng tấm thép được mạ hợp kim kẽm hàn có thể có nhược điểm là có thể xuất hiện các vết nứt ở vùng bị tác động bởi nhiệt độ hàn. Hiện tượng này thường được gọi là "sự tạo vết nứt và hóa giòn do kim loại nóng chảy" và được cho là do thành phần mạ nóng chảy tác động lên biên hạt của tấm thép làm cho cấu trúc (cấu trúc biên hạt) trở nên giòn.

Trong tấm thép được mạ hợp kim kẽm hàn, tấm thép được mạ hợp kim Zn-Al-Mg nhúng nóng dùng cho nhiều mục đích khác nhau cần độ bền chống ăn mòn như vật liệu xây dựng, do nó có độ bền chống ăn mòn tốt. Trong những năm gần đây, tấm thép được mạ hợp kim Zn-Al-Mg nhúng nóng được sử dụng ngày càng rộng rãi để thay thế cho tấm thép được mạ kẽm thông thường. Tuy nhiên, tấm thép được mạ hợp kim Zn-Al-Mg nhúng nóng có xu hướng chịu được sự tạo vết nứt và hóa giòn do kim loại nóng chảy tốt hơn so với tấm thép được mạ kẽm nhúng nóng thông thường.

Để ngăn ngừa sự tạo vết nứt và hóa giòn do kim loại nóng chảy, phương pháp hữu hiệu đã biết là sử dụng tấm nền để mạ chứa B (xem tài liệu sáng chế 1).

Tấm thép mạ hợp kim Zn-Al-Mg nhúng nóng được dùng cho nhiều mục đích

khác nhau do nó có độ bền chống ăn mòn, và nhu cầu về tấm thép được mạ hợp kim ngày càng gia tăng do tấm thép có độ bền kéo cao. Tài liệu sáng chế 2 mô tả kỹ thuật sản xuất tấm thép được mạ hợp kim Zn-Al-Mg nhúng nóng bằng cách sử dụng loại thép dùng cho tấm thép có độ bền kéo cao chứa Mn với lượng tương đối lớn (khoảng 2% khối lượng) làm tấm nền để mạ. Tuy nhiên, tài liệu này không đề cập cụ thể đến sự tạo vết nứt và hóa giòn do kim loại nóng chảy, và có thể có các trường hợp trong đó việc sử dụng tấm thép này để hàn gập phải vấn đề về sự tạo vết nứt và hóa giòn do kim loại nóng chảy.

Tài liệu sáng chế 3 cũng mô tả kỹ thuật sản xuất tấm thép được mạ Zn-Al-Mg nhúng nóng bằng cách sử dụng tấm thép có độ bền kéo cao chứa Mn với lượng tương đối lớn (lớn hơn hoặc bằng 1% khối lượng) làm tấm nền để mạ. Tấm nền dùng để mạ này được áp dụng kỹ thuật bổ sung B để ngăn ngừa sự tạo vết nứt và hóa giòn do kim loại nóng chảy. Tuy nhiên, tài liệu này mô tả rằng việc sử dụng loại thép có độ bền cao chứa B cùng với lượng Mn tương đối lớn làm tấm nền để mạ này có thể gặp phải vấn đề khác là sự giảm độ bám dính của lớp mạ hợp kim Zn-Al-Mg nhúng nóng. Việc sử dụng tấm thép có độ bám dính của lớp mạ giảm để gia công uốn có thể gặp khó khăn do sự bong tróc lớp mạ trong chi tiết uốn. Trong kỹ thuật này, thời gian duy trì và nhiệt độ của quá trình xử lý nhiệt để khử được kiểm soát chặt chẽ, và ngay cả trong trường hợp tấm nền để mạ chứa B, việc xử lý nhiệt để khử được hoàn thành trước khi một lượng lớn B khuếch tán vào bề mặt và nhờ đó vấn đề về sự giảm độ bám dính của lớp mạ đã được giải quyết.

Tài liệu sáng chế 4 mô tả kỹ thuật sản xuất tấm thép được mạ hợp kim Zn-Al-Mg nhúng nóng bằng cách sử dụng tấm thép có độ bền cao chứa Mn với lượng lớn (lớn hơn hoặc bằng 1,5% khối lượng). Tấm nền dùng để mạ được sử dụng trong kỹ thuật này không chứa B nhưng tài liệu này mô tả rằng quá trình mạ hợp kim Zn-Al-Mg nhúng nóng được thực hiện có thể làm cho lớp phủ bị bong tróc ra hoặc sự giảm độ bám dính của lớp mạ. Trong kỹ thuật này, vấn đề lớp phủ bị bong tróc ra

hoặc sự giảm độ bám dính của lớp mạ có thể được giải quyết bằng cách kiểm soát môi trường khử trong quá trình xử lý nhiệt để khử để làm cho SiO_2 trong vùng bề mặt của tấm thép ở trạng thái oxy hóa nội.

Tuy nhiên, kỹ thuật này phức tạp do trong vùng khử mà việc xử lý nhiệt để khử được thực hiện, áp suất riêng phần của oxy PO_2 trong môi trường của vùng khử cần được kiểm soát trong khoảng quy định để hiện tượng oxy hóa bên ngoài của Si được ngăn ngừa trong khi khử Fe, và ít nhất một oxit Si được chọn từ FeSiO_3 , Fe_2SiO_4 , MnSiO_3 , và Mn_2SiO_4 được tạo ra trên bề mặt hoặc phía bề mặt của tấm thép.

Việc xử lý nhiệt để khử cũng là để xử lý lần cuối cấu trúc kim loại để tạo ra khả năng cần thiết cho các đặc tính cơ học của tấm thép mạ bằng cách cho tấm thép này tiếp xúc với nhiệt độ cao để xử lý nhiệt. Vấn đề nảy sinh là thời gian duy trì việc xử lý nhiệt để khử có thể không được kéo dài khi việc xử lý lần cuối đối với cấu trúc kim loại của tấm thép chứa Si, Mn hoặc Cr, và B được tiến hành đồng thời theo phương pháp kết hợp nhiệt độ và thời gian duy trì việc xử lý nhiệt để khử để tạo ra độ bám dính của lớp mạ tốt như được mô tả trong tài liệu sáng chế 3. Liên quan đến thiết bị sản xuất để thực hiện việc xử lý nhiệt để khử và mạ nhúng nóng một cách liên tục, trong nhiều trường hợp, tốc độ di chuyển của tấm thép bị giảm đi do một số nguyên nhân khi vận hành. Trong các trường hợp này, có thể có lợi nếu độ bám dính của lớp mạ được đảm bảo ngay cả khi thời gian duy trì bị kéo dài.

Tài liệu sáng chế 1: JP-A-2003-003238

Tài liệu sáng chế 2: JP-A-2006-097063

Tài liệu sáng chế 3: JP-A-2011-214041

Tài liệu sáng chế 4: JP-A-2008-007842

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Trên cơ sở các vấn đề nêu trên, mục đích của sáng chế là tạo ra tấm thép được mạ hợp kim Zn-Al-Mg nhúng nóng có độ bám dính của lớp mạ tốt bằng cách sử

dụng tấm thép được tạo độ bền chống nứt và hóa giòn do kim loại nóng chảy khi cho thêm B, làm tấm nền để mạ.

Mục đích nêu trên có thể đạt được theo cách sao cho tấm nền dùng để mạ chứa B, điều kiện nhiệt độ cuộn khi cán nóng tấm thép này và điều kiện xử lý nhiệt để khử khi nhúng tấm thép vào dung dịch mạ kẽm nhúng nóng được xác định, và nhờ đó ngăn ngừa hiện tượng bề mặt của tấm thép khi xử lý nhiệt để khử bị phủ bởi oxit trên cơ sở Si-Mn-B, nhờ đó đảm bảo độ bám dính của lớp mạ.

Theo sáng chế, phương pháp sản xuất tấm thép được mạ hợp kim kẽm nhúng nóng có độ bám dính của lớp mạ tốt bao gồm các bước:

sử dụng tấm thép làm tấm nền để mạ chứa C với lượng nằm trong khoảng từ 0,01 đến 0,20%, P với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,030%, S với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,010%, Ti với lượng nằm trong khoảng từ 0,010 đến 0,150%, Al hòa tan với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,100%, N với lượng nhỏ hơn 0,010%, B với lượng nằm trong khoảng từ 0,0003 đến 0,0100%, và ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Si với lượng nằm trong khoảng từ 0,01 đến 1,00%, Mn với lượng nằm trong khoảng từ 0,10 đến 2,50%, và Cr với lượng nằm trong khoảng từ 0,05 đến 1,00%, toàn bộ lượng này đều tính theo % khối lượng, với lượng còn lại là Fe và các tạp chất không tránh được;

cuộn tấm thép được cán nóng ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 550 đến 700°C; và

sau khi xử lý nhiệt để khử, tiến hành mạ hợp kim kẽm nhúng nóng chứa Al với lượng nằm trong khoảng từ 1,0 đến 22,0% và Mg với lượng nằm trong khoảng từ 0,1 đến 10,0%, toàn bộ lượng này đều tính theo % khối lượng, với lượng còn lại là Zn và các tạp chất không tránh được,

trong bước xử lý nhiệt để khử, giả sử rằng khoảng thời gian trong khi nhiệt độ trên bề mặt tấm thép được duy trì để lớn hơn hoặc bằng 750°C trong lò xử lý nhiệt để khử được chọn làm thời gian duy trì, và nhiệt độ đạt được tối đa của bề mặt tấm

thép trong lò được chọn làm nhiệt độ xử lý nhiệt để khử,

thực hiện việc xử lý nhiệt để khử ở nhiệt độ xử lý nhiệt để khử nằm trong khoảng từ 750 đến 860°C trong thời gian duy trì là 250 giây hoặc ít hơn trong trường hợp hàm lượng Si và Mn trong vùng cách 4μm từ bề mặt tấm thép trước khi xử lý nhiệt để khử đáp ứng điều kiện A được thể hiện dưới đây, thời gian duy trì là 200 giây hoặc ít hơn trong trường hợp các hàm lượng nêu trên đáp ứng điều kiện B được thể hiện dưới đây, hoặc thời gian duy trì là 150 giây hoặc ít hơn trong trường hợp các hàm lượng nêu trên đáp ứng điều kiện C được thể hiện dưới đây.

Hàm lượng Si và Mn trong vùng cách 4μm từ bề mặt tấm thép trước khi xử lý nhiệt để khử (tính theo % khối lượng)

A: hàm lượng Si nhỏ hơn hoặc bằng 0,15% và hàm lượng Mn nhỏ hơn hoặc bằng 0,8%

B: hàm lượng Si nhỏ hơn hoặc bằng 0,6% và hàm lượng Mn nhỏ hơn hoặc bằng 1,5%, và không đáp ứng điều kiện A

C: hàm lượng Si lớn hơn 0,6% và hàm lượng Mn lớn hơn 1,5%

Trong phương án nêu trên, lớp mạ hợp kim kẽm nhúng nóng có thể chứa ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Ti với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,10%, B với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,05%, và Si với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 2,0%, toàn bộ lượng này đều tính theo % khối lượng.

Theo phương pháp sản xuất nêu trên, ít nhất một oxit trong số oxit Si đơn, oxit Mn đơn, oxit Cr đơn, oxit Si-Mn hỗn hợp, oxit Si-Cr hỗn hợp, oxit Mn-Cr hỗn hợp, và oxit Si-Mn-Cr hỗn hợp được tạo ra trong vùng cách 10μm từ bề mặt tấm thép làm tấm nền để mạ khi cuộn trong quá trình cán nóng. Oxit nội được tạo ra do tấm nền dùng để mạ có thành phần hóa học chứa ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Si với lượng nằm trong khoảng từ 0,01 đến 1,00%, Mn với lượng nằm trong khoảng từ 0,10 đến 2,50%, và Cr với lượng nằm trong khoảng từ 0,05 đến 1,00%, toàn bộ lượng này đều tính theo % khối lượng. Các tác giả sáng chế đã phát

hiện ra rằng khi tấm nền để mạ có oxit nội được tạo ra trong đó được xử lý nhiệt để khử, quá trình khuếch tán B vào lớp bề mặt được làm chậm lại ngay cả khi oxit Si-Mn được tạo ra trên bề mặt tấm thép trong môi trường khử.

Các tác giả sáng chế cũng đã phát hiện được rằng hàm lượng Si và Mn trong vùng cách 4µm từ bề mặt tấm thép đã được cuộn lại khi cán nóng trong điều kiện nêu trên và có oxit nội được tạo ra trong đó giảm đi so với hàm lượng Si và Mn trong tấm thép. Nói theo cách khác, lớp có mặt trên bề mặt tấm thép có hàm lượng Si và Mn giảm. Có thể thu được tấm thép được mạ hợp kim Zn-Al-Mg nhúng nóng có độ bám dính của lớp mạ tốt bằng cách điều chỉnh thời gian duy trì khi xử lý nhiệt để khử tương ứng với hàm lượng nguyên tố.

Mô tả vắn tắt hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ sơ đồ thể hiện thử nghiệm hàn chi tiết hình trụ được tiến hành để đánh giá độ bền chống nứt và hóa giòn do kim loại nóng chảy.

Mô tả chi tiết sáng chế

Trong phần mô tả sau đây, tỷ lệ % của các thành phần hóa học trong tấm nền để mạ và lớp mạ nhúng nóng là tỷ lệ % khối lượng, trừ khi được chỉ rõ theo cách khác.

Tấm nền để mạ

Thành phần hóa học của tấm thép được sử dụng trong sáng chế là như sau.

Hàm lượng C: nằm trong khoảng từ 0,01 đến 0,20%

C là nguyên tố cơ bản để đảm bảo độ bền của tấm thép, và trong sáng chế này, loại thép chứa C với lượng lớn hơn hoặc bằng 0,01% được sử dụng. Có thể điều chỉnh để sử dụng tấm thép có hàm lượng C lớn hơn hoặc bằng 0,10%. Tuy nhiên, khi hàm lượng C quá lớn, tính dẻo và khả năng hàn có thể bị giảm đi, và do đó hàm lượng C cần được giới hạn để nhỏ hơn hoặc bằng 0,20%.

Hàm lượng Si: nằm trong khoảng từ 0,01 đến 1,00%

Hàm lượng Si trong tấm thép có thể là yếu tố tạo ra màng oxit Si trên bề mặt

tấm thép, màng này gây bất lợi cho khả năng mạ. Nhờ các nghiên cứu khác nhau, đã xác định được rằng hàm lượng Si cần nhỏ hơn hoặc bằng 1,00%. Tuy nhiên, trong sáng chế này, Si là một trong số các nguyên tố chính tạo ra oxit nội bên trong bề mặt tấm thép, và do đó hàm lượng của nó cần lớn hơn hoặc bằng 0,01%. Tốt hơn, nếu hàm lượng Si lớn hơn hoặc bằng 0,20%.

Hàm lượng Mn: nằm trong khoảng từ 0,10 đến 2,50%

Mn trong tấm thép có tác dụng làm tăng độ bền của vật liệu thép bằng cách sử dụng chất tan, và nguyên tố này có tác dụng làm ổn định austenit và tạo thuận lợi cho quá trình tạo ra các pha chuyển tiếp như mactensit, và do đó hàm lượng Mn cần lớn hơn hoặc bằng 0,10% để đảm bảo độ bền của tấm thép và làm ổn định các đặc tính cơ học của nó. Tuy nhiên, hàm lượng Mn quá lớn có thể là yếu tố làm giảm khả năng tạo hình và khả năng mạ, và do đó, tốt hơn nếu hàm lượng Mn có thể được giới hạn để nhỏ hơn hoặc bằng 2,50%.

Mặc khác, theo sáng chế, Mn là một trong số các nguyên tố tạo ra oxit nội bên trong bề mặt tấm thép, và do đó hàm lượng của nó cần lớn hơn hoặc bằng 0,10%. Tốt hơn nữa nếu hàm lượng Mn lớn hơn hoặc bằng 0,20%.

Hàm lượng Cr: nằm trong khoảng từ 0,05 đến 1,00%

Cr trong tấm thép cũng có tác dụng làm tăng độ bền của vật liệu thép bằng cách sử dụng chất tan, và nguyên tố này còn có tác dụng ngăn ngừa sự tạo vết nứt và hóa giòn do kim loại nóng chảy, và ngoài ra, theo sáng chế, Cr là một trong số các nguyên tố chính tạo ra oxit nội bên trong bề mặt tấm thép. Do đó, hàm lượng của nó cần lớn hơn hoặc bằng 0,05%, và tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 0,20%. Tuy nhiên, việc cho thêm Cr với lượng quá lớn có thể là yếu tố làm giảm khả năng tạo hình, và tốt hơn nếu hàm lượng của nó có thể được giới hạn để nhỏ hơn hoặc bằng 1,00%, và tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 0,50%.

Hàm lượng P: nhỏ hơn hoặc bằng 0,030%

P có tác dụng làm tăng độ bền của vật liệu thép bằng cách sử dụng chất tan nhưng

lượng P quá lớn có thể là yếu tố làm giảm khả năng tạo hình, và theo sáng chế, hàm lượng P cần nhỏ hơn hoặc bằng 0,30%, và tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 0,020%.
Hàm lượng S: nhỏ hơn hoặc bằng 0,010%

S tạo ra sulfua là yếu tố làm giảm khả năng tạo hình, và tốt hơn nếu hàm lượng của nó càng thấp càng tốt. Nhờ các nghiên cứu khác nhau, đã xác định được rằng hàm lượng S tối đa cho phép là 0,010% và đặc biệt tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 0,005% khi mục đích về khả năng tạo hình là quan trọng.

Hàm lượng Ti: nằm trong khoảng từ 0,010 đến 0,150%

Ti là nguyên tố tạo ra nitrua mạnh và là nguyên tố quan trọng để cố định N trong tấm nền để mạ dưới dạng TiN. Sự cố định N đảm bảo lượng B tự do, và do đó có thể có tác dụng làm tăng độ bền chống nứt và hóa giòn do kim loại nóng chảy nhờ B tự do. Nhờ các nghiên cứu khác nhau, đã xác định được rằng cần đảm bảo hàm lượng Ti lớn hơn hoặc bằng 0,010% để có đủ tác dụng. Tốt hơn nữa nếu hàm lượng Ti lớn hơn hoặc bằng 0,020%. Tuy nhiên, tác dụng này có thể bão hòa ngay cả khi Ti được thêm vào với lượng dư, và lượng Ti được thêm vào quá nhiều có thể là yếu tố làm giảm khả năng tạo hình của vật liệu thép. Do đó, hàm lượng Ti cần được giới hạn để nhỏ hơn hoặc bằng 0,150%.

Hàm lượng Al hòa tan: nhỏ hơn hoặc bằng 0,100%

Al được thêm vào làm chất khử oxy nhưng khi Al được thêm vào với lượng quá nhiều có thể gây ra một số vấn đề như sự giảm khả năng tạo hình bằng cách ép, và hàm lượng của nó tính theo Al hòa tan (Al hòa tan trong axit) cần được giới hạn để nhỏ hơn hoặc bằng 0,100%, và tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 0,060%. Trong quá trình khử oxy, tốt hơn nếu cho thêm Al với lượng sao cho hàm lượng Al hòa tan lớn hơn hoặc bằng 0,005%, và tốt hơn nữa nếu cho thêm Al với lượng sao cho hàm lượng Al hòa tan lớn hơn hoặc bằng 0,010%.

Hàm lượng N: nhỏ hơn 0,010%

N tạo ra borua bằng cách phản ứng với B và là yếu tố làm giảm lượng B tự do,

nguyên tố có tác dụng cải thiện độ bền chống nứt và hóa giòn do kim loại nóng chảy. Nhờ các nghiên cứu khác nhau, đã xác định được rằng hàm lượng N cần được giới hạn để nhỏ hơn 0,010%.

Hàm lượng B: nằm trong khoảng từ 0,0003 đến 0,0100%

B là nguyên tố có tác dụng ngăn ngừa sự hóa giòn do kim loại nóng chảy. Vấn đề cần xem xét là tác dụng của B được tạo ra theo cơ chế sao cho nó được tách ra dưới dạng B tự do ở biên hạt tinh thể để làm gia tăng lực liên kết giữa các nguyên tử. Do đó, hàm lượng B cần được đảm bảo để ít nhất là 0,0003%, và tốt hơn nữa nếu hàm lượng B được đảm bảo để lớn hơn hoặc bằng 0,0005%. Tuy nhiên, việc cho thêm B với lượng dư có thể là yếu tố tạo ra borua và làm giảm khả năng tạo hình, và do đó hàm lượng B cần nhỏ hơn hoặc bằng 0,0100%.

Hàm lượng Nb: nhỏ hơn hoặc bằng 0,10%

Nb có tác dụng cố định N và do đó là nguyên tố hữu hiệu để đảm bảo cho B tự do có tác dụng làm tăng độ bền chống nứt và hóa giòn do kim loại nóng chảy. Do đó, tấm thép theo sáng chế có thể chứa Nb, tùy theo yêu cầu. Trong trường hợp tấm thép theo sáng chế chứa Nb, tốt hơn nếu hàm lượng của nó lớn hơn hoặc bằng 0,001%. Tuy nhiên, việc cho thêm Nb với lượng dư có thể là yếu tố làm giảm khả năng tạo hình, và do đó hàm lượng Nb cần nhỏ hơn hoặc bằng 0,10%, và tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,05%.

Hàm lượng Mo: nhỏ hơn hoặc bằng 0,50%

Mo cũng là nguyên tố có tác dụng làm tăng độ bền chống nứt và hóa giòn do kim loại nóng chảy, và tấm thép theo sáng chế có thể chứa Mo, tùy theo yêu cầu. Trong trường hợp tấm thép chứa Mo, tốt hơn nếu hàm lượng của nó lớn hơn hoặc bằng 0,01%. Tuy nhiên, việc cho thêm Mo với lượng dư có thể là yếu tố làm giảm khả năng tạo hình, và do đó hàm lượng Mo thêm vào cần được giới hạn để nhỏ hơn hoặc bằng 0,50%, và tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,20%.

Quá trình cán nóng

Tấm kim loại được cán nóng và không có giới hạn cụ thể về nhiệt độ hoàn thiện, và nhiệt độ trong các phương pháp thông thường có thể được sử dụng. Nhiệt độ khi cuộn có thể nằm trong khoảng từ 550 đến 700°C. Bằng cách cuộn ở nhiệt độ nêu trên, các oxit đơn và oxit hỗn hợp của Si, Mn và Cr được tạo ra dưới dạng oxit nội trong vùng cách 10µm từ bề mặt tấm thép được mạ lớp màng oxit, và đồng thời tạo ra lớp có hàm lượng Si và Mn giảm.

Tấm nền để mạ được sử dụng theo sáng chế có thể là tấm thép được cán nóng hoặc tấm thép được cán nguội có thành phần hóa học nêu trên. Trong trường hợp tiến hành quá trình cán nguội, quá trình này được thực hiện sau đó theo phương pháp thông thường để tạo ra tấm thép có độ dày dự định. Trong trường hợp tấm thép được cán nóng, cần loại bỏ lớp màng oxit trên bề mặt của nó một cách thích hợp. Độ dày của tấm thép có thể được chọn thích hợp, ví dụ, nằm trong khoảng từ 0,6 đến 4,5mm, tùy theo mục đích.

Quá trình xử lý nhiệt để khử

Trước khi nhúng tấm nền dùng để mạ vào dung dịch mạ hợp kim kẽm nhúng nóng, tấm nền dùng để mạ này thường được xử lý nhiệt để khử để hoạt hóa bề mặt tấm thép. Trong dây chuyền mạ nhúng nóng liên tục ở nơi sản xuất hàng loạt, việc xử lý nhiệt để khử và mạ nhúng nóng được thực hiện một cách liên tục. Việc xử lý nhiệt để khử không chỉ hoạt hóa bề mặt của tấm nền dùng để mạ mà còn thường được thực hiện dưới dạng bước tôi để xử lý lần cuối cấu trúc kim loại của tấm thép thành trạng thái cấu trúc cuối. Theo đó, các phương pháp gia nhiệt khác nhau được sử dụng tùy theo mục đích. Ngoài ra, khi tính đến điều kiện vận hành dây chuyền, tốc độ dải thép (tốc độ dây chuyền) đi qua lò xử lý nhiệt có thể được kiểm soát trong khoảng không làm ảnh hưởng đến việc hoạt hóa và tôi.

Như được mô tả trên đây, có thể xuất hiện vấn đề về độ bám dính của lớp mạ khi tấm thép chứa B được mạ hợp kim Zn-Al-Mg nhúng nóng. Để xác định nguyên nhân, các tác giả sáng chế đã tiến hành các đánh giá chặt chẽ về trạng thái mặt phân

cách giữa lớp mạ và nền thép sau khi mạ nhúng nóng. Kết quả là lớp hợp kim Fe-Al liên tục được tạo ra ở mặt phân cách giữa lớp mạ và nền thép trong các loại thép không chứa B, và độ bám dính của lớp mạ được đảm bảo nhờ lớp hợp kim. Mặt khác, trong trường hợp các loại thép chứa B, phát hiện thấy có nhiều vùng trong đó lớp hợp kim Fe-Al không được tạo ra ở mặt phân cách giữa lớp mạ và nền thép. Đã phát hiện được rằng lớp mạ và nền thép không được gắn kết với nhau ở các vùng này. Ngoài ra, phát hiện được ở một số vùng trên bề mặt tấm thép trong đó lớp mạ không được gắn vào (nghĩa là khuyết tật được gọi là bong lớp mạ).

Để tìm hiểu trạng thái bề mặt của tấm nền dùng để mạ ngay trước khi nhúng vào dung dịch mạ nhúng nóng, mẫu tấm thép được xử lý nhiệt để khử trong các điều kiện khác nhau, và quan sát bề mặt của nó. Theo đó, trong loại thép không chứa B tạo ra độ bám dính của lớp mạ tốt, oxit Si-Mn được phân tán trên bề mặt, và trạng thái bề mặt không bị thay đổi đáng kể ngay cả khi điều kiện xử lý nhiệt để khử bị thay đổi. Mặt khác, trong các loại thép chứa B, trạng thái bề mặt được tạo ra trong giai đoạn đầu của quá trình xử lý nhiệt để khử là bề mặt trong đó oxit Si-Mn được phân tán trên bề mặt của tấm nền dùng để mạ, nhưng đã phát hiện được rằng cùng với quá trình gia nhiệt, B khuếch tán từ bên trong tấm thép được bổ sung vào oxit Si-Mn, và oxit khuếch tán trên đó trở thành oxit Si-Mn-B. Khi tiếp tục quá trình khuếch tán B từ bên trong tấm thép, hàm lượng B trong oxit Si-Mn-B trên bề mặt tấm thép tăng lên sẽ làm giảm nhiệt độ nóng chảy. Điều cần xem xét là oxit Si-Mn-B bị nóng chảy một phần trong quá trình xử lý nhiệt để khử, và do đó vật liệu nóng chảy tạo ra này được phân bố trên vùng bằng phẳng của bề mặt tấm thép. Trên thực tế, trong tấm thép đã được gia nhiệt đến nhiệt độ cao trong khoảng thời gian dài, phần lớn bề mặt tấm thép này được phủ oxit Si-Mn-B và màng chứa Si, Mn và B cô đặc. Trong phần bề mặt có B cô đặc, dự định rằng phản ứng của Fe trong nền thép và phản ứng của Al trong dung dịch mạ hợp kim Zn-Al-Mg bị ngăn chặn, và kết quả là không tạo ra sự gắn kết với lớp mạ và có thể không tạo ra lớp mạ.

Dựa trên phát hiện này, trong trường hợp các loại thép chứa B làm tấm nền để mạ được mạ hợp kim Zn-Al-Mg nhúng nóng, việc xử lý nhiệt để khử của quá trình xử lý sơ bộ lớp mạ được hoàn thành trước khi B được khuếch tán với lượng lớn vào bề mặt, nhờ đó cải thiện độ bám dính của lớp mạ. Cụ thể, có thể tạo ra độ bám dính của lớp mạ tốt và ổn định bằng cách kiểm soát chặt chẽ việc kết hợp thời gian duy trì và nhiệt độ trong quá trình xử lý nhiệt để khử trong khoảng thích hợp.

Để đạt được sự hoạt hóa bề mặt tấm nền dùng để mạ một cách thích hợp, tốt hơn nếu cho bề mặt tấm thép này tiếp xúc với môi trường khử ở nhiệt độ 750°C hoặc cao hơn. Để đánh giá chi tiết, giả sử rằng khoảng thời gian trong đó nhiệt độ trên bề mặt tấm thép được duy trì để lớn hơn hoặc bằng 750°C trong lò có môi trường khử được chọn làm thời gian duy trì, và nhiệt độ bề mặt tấm thép đạt được tối đa trong lò được chọn làm nhiệt độ xử lý nhiệt để khử, khoảng điều kiện xử lý nhiệt để khử để đạt được độ bám dính của lớp mạ tốt một cách ổn định có thể được xác định theo các thông số này. Khi vận hành thực tế, hàm lượng Si và Mn trong vùng cách 4μm từ bề mặt tấm thép tùy thuộc vào cách kết hợp loại thép đi qua dây chuyền sản xuất và nhiệt độ khi cuộn lại của nó thu được bằng cách thử nghiệm sơ bộ, và sau đó thời gian duy trì quá trình xử lý nhiệt để khử được kiểm soát tùy thuộc vào cách kết hợp hàm lượng Si và Mn có tương ứng với điều kiện bất kỳ trong số các điều kiện từ A đến C sau đây hay không.

Cụ thể, việc xử lý nhiệt để khử được thực hiện ở nhiệt độ xử lý nhiệt để khử nằm trong khoảng từ 750 đến 860°C trong thời gian duy trì là 250 giây hoặc ít hơn trong trường hợp hàm lượng Si và Mn trong vùng cách 4μm từ bề mặt tấm thép trước khi xử lý nhiệt để khử đáp ứng điều kiện A được thể hiện dưới đây, thời gian duy trì là 200 giây hoặc ít hơn trong trường hợp các hàm lượng nêu trên đáp ứng điều kiện B được thể hiện dưới đây, hoặc thời gian duy trì là 150 giây hoặc ít hơn trong trường hợp các hàm lượng nêu trên đáp ứng điều kiện C được thể hiện dưới đây.

Hàm lượng Si và Mn trong vùng cách 4 μ m từ bề mặt tấm thép trước khi xử lý nhiệt để khử (tính theo % khối lượng)

A: hàm lượng Si nhỏ hơn hoặc bằng 0,15% và hàm lượng Mn nhỏ hơn hoặc bằng 0,8%

B: hàm lượng Si nhỏ hơn hoặc bằng 0,6% và hàm lượng Mn nhỏ hơn hoặc bằng 1,5%, và không đáp ứng điều kiện A

C: hàm lượng Si lớn hơn 0,6% Si và hàm lượng Mn lớn hơn 1,5%

Trong trường hợp quá trình xử lý nhiệt để khử cũng được thực hiện dưới dạng quá trình tôi tái kết tinh, điều kiện trong các khoảng điều kiện nêu trên có thể được sử dụng sao cho phía trong tấm thép ở nhiệt độ tái kết tinh hoặc cao hơn. Đối với các tấm thép trong trường hợp này, tốt hơn nếu nhiệt độ xử lý nhiệt để khử (nghĩa là nhiệt độ bề mặt tấm thép đạt được tối đa) trong khoảng điều kiện nêu trên là 740°C hoặc cao hơn.

Môi trường thực hiện việc xử lý nhiệt để khử có thể là môi trường thường được sử dụng khi xử lý sơ bộ lớp mạ nhúng nóng. Ví dụ về các môi trường này bao gồm môi trường chứa H₂-N₂ với lượng nằm trong khoảng từ 5 đến 50% thể tích.

Lớp mạ hợp kim kẽm nhúng nóng

Tấm nền dùng để mạ đã được xử lý nhiệt để khử nêu trên được nhúng vào dung dịch mạ hợp kim Zn-Al-Mg nhúng nóng mà không tiếp xúc với không khí.

Al trong bề mạ có tác dụng làm gia tăng độ bền chống ăn mòn của tấm thép được mạ và ngăn ngừa sự tạo ra vảy oxit Mg trong dung dịch mạ. Tác dụng này có được khi hàm lượng Al trong dung dịch mạ nhúng nóng lớn hơn hoặc bằng 4,0%. Al còn có tác dụng cải thiện độ bám dính của lớp mạ, và tạo ra tác dụng thích hợp theo sáng chế, hàm lượng Al trong dung dịch mạ nhúng nóng cần lớn hơn hoặc bằng 1,0%. Mặt khác, khi hàm lượng Al lớn hơn 22,0%, lớp hợp kim Fe-Al giòn được tạo ra quá mức trên mặt phân cách giữa lớp mạ và vật liệu nền thép, đây có thể là yếu tố làm giảm độ bám dính của lớp mạ. Để đảm bảo độ bám dính của lớp phủ tốt, tốt hơn

nếu hàm lượng Al nhỏ hơn hoặc bằng 15,0% và hàm lượng này có thể được điều chỉnh để nhỏ hơn hoặc bằng 10,0%.

Mg trong bể mạ có tác dụng tạo ra sản phẩm ăn mòn đều trên bề mặt lớp mạ để làm gia tăng đáng kể độ bền chống ăn mòn của tấm thép được mạ. Mg còn có tác dụng cải thiện độ bám dính của lớp mạ. Các tác dụng này có được khi hàm lượng Mg trong dung dịch mạ nhúng nóng lớn hơn hoặc bằng 0,10%, và để tạo ra hiệu quả đáng kể, tốt hơn nếu đảm bảo hàm lượng Mg lớn hơn hoặc bằng 1,0%. Mặt khác, khi hàm lượng Mg lớn hơn 10,0%, có thể tạo ra lớp vảy trên cơ sở oxit Mg. Để tạo ra lớp mạ có chất lượng tốt hơn, tốt hơn nếu hàm lượng Mg nhỏ hơn hoặc bằng 5,0%, và tốt hơn nếu hàm lượng này có thể được điều chỉnh để nhỏ hơn hoặc bằng 4,0% .

Sự có mặt của Ti và B trong dung dịch mạ nhúng nóng làm ngăn ngừa sự hình thành và phát triển pha $Zn_{11}Mg_2$, pha này gây ra khuyết tật bên ngoài trên tấm thép được mạ hợp kim Zn-Al-Mg nhúng nóng. Việc cho thêm các nguyên tố này làm gia tăng mức độ tự do khi lựa chọn điều kiện sản xuất để mạ nhúng nóng. Theo đó, nguyên tố bất kỳ hoặc cả hai nguyên tố Ti và B có thể được thêm vào, tùy theo yêu cầu. Tốt hơn, nếu Ti được thêm vào với lượng lớn hơn hoặc bằng 0,002%, và B được thêm vào với lượng lớn hơn hoặc bằng 0,001%. Ti được thêm vào với lượng dư có thể tạo ra chất kết tủa Ti-Al trong lớp mạ, và B được thêm vào với lượng dư có thể tạo ra chất kết tủa Al-B hoặc Ti-B trong lớp mạ, sau đó lượng chất kết tủa này tăng lên. Các chất kết tủa có thể là yếu tố làm ảnh hưởng đến vẻ bề ngoài của bề mặt lớp mạ. Do đó, trong trường hợp Ti được cho thêm vào dung dịch mạ, hàm lượng của nó cần nhỏ hơn hoặc bằng 0,10%, và tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 0,01%. Trong trường hợp B được thêm vào, hàm lượng của nó cần nhỏ hơn hoặc bằng 0,05%, và tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 0,005%.

Sự có mặt của Si trong dung dịch mạ nhúng nóng ngăn ngừa sự tạo ra lớp hợp kim Fe-Al quá nhiều trên mặt phân cách giữa vật liệu của nền thép và lớp mạ, và có tác dụng làm gia tăng khả năng tạo hình của tấm thép được mạ hợp kim Zn-Al-Mg

nhúng nóng. Si còn có tác dụng ngăn ngừa hiện tượng lớp mạ bị biến màu đen và duy trì độ bóng bề mặt. Do đó, Si có thể được thêm vào, tùy theo yêu cầu. Trong trường hợp Si được thêm vào, tốt hơn nếu hàm lượng Si trong dung dịch mạ nhúng nóng lớn hơn hoặc bằng 0,005%. Tuy nhiên, lượng Si dư có thể là yếu tố làm gia tăng lượng xỉ trong dung dịch mạ nhúng nóng, và do đó hàm lượng Si trong dung dịch mạ cần được giới hạn để nhỏ hơn hoặc bằng 2,0%.

Dung dịch mạ nhúng nóng thường không tránh được việc chứa Fe do tấm thép được nhúng vào và lấy ra nhiều lần. Hàm lượng Fe trong dung dịch mạ hợp kim Zn-Al-Mg cho phép tối đa là khoảng 2,0%. Dung dịch mạ này có thể chứa các nguyên tố khác, ví dụ, ít nhất một nguyên tố trong số Ca, Sr, Na, các nguyên tố đất hiếm, Ni, Co, Sn, Cu, Cr và Mn, trong một số trường hợp, và tốt hơn nếu tổng hàm lượng của chúng được kiểm soát để nhỏ hơn hoặc bằng 1,0%.

Tốt hơn, nếu lượng lắng phủ trên một bề mặt tấm thép được kiểm soát để nằm trong khoảng từ 20 đến 300 g/m².

Ví dụ thực hiện sáng chế

Thép có thành phần hóa học được thể hiện trong Bảng 1 được tạo ra, và tấm thép của nó được gia nhiệt đến 1250°C, sau đó lấy ra, và được cán nóng ở nhiệt độ cán hoàn thiện là 880°C và nhiệt độ khi cuộn nằm trong khoảng từ 520 đến 700°C, nhờ đó tạo ra dải thép được cán nóng có độ dày 2,4mm. Sau đó, dải thép đã được cán nóng này được lấy ra và tiếp đó được cán nguội để tạo ra tấm thép được cán nguội có độ dày 1,4mm. Ở giai đoạn này, thu được phần tấm thép đã cán nguội và gắn kết phần này với nhựa, và quan sát mặt cắt ngang của nó song song với hướng độ dày của tấm thép bằng kính hiển vi điện tử truyền qua quét (scanning transmission electron microscope: STEM), nhờ đó định lượng hàm lượng Si và Mn trong vùng lân cận lớp bề mặt của tấm thép (trong vùng cách 4μm từ bề mặt đã được cán) bằng phương pháp phổ tán sắc năng lượng tia X (energy dispersive X-ray: EDX). Oxit nội được khẳng định theo cách sao cho mặt cắt ngang của mẫu đã gắn kết được khắc ăn

mòn bằng nital và được quan sát bằng kính hiển vi quang học hoặc kính hiển vi điện tử quét (scanning electron microscope: SEM). Mẫu được xác nhận là có sự tạo ra oxit trong vùng cách 10 μ m từ lớp bề mặt của tấm thép trên mặt cắt ngang (vùng cách 10 μ m từ bề mặt được cán) được thể hiện bằng ký hiệu "○" trong Bảng 2 và Bảng 3, và mẫu không xác nhận được là có sự tạo ra oxit được thể hiện bằng ký hiệu "×" trong Bảng 2 và Bảng 3.

Sau đó, tấm thép đã cán nguội được xử lý nhiệt để khử trong thời gian duy trì và nhiệt độ xử lý nhiệt để khử khác nhau, và tiếp đó được nhúng vào dung dịch mạ hợp kim kẽm nhúng nóng mà không tiếp xúc với không khí, nhờ đó tạo ra tấm thép được mạ hợp kim kẽm nhúng nóng có lượng lắng phủ trên một bề mặt khoảng 90 g/m². Các điều kiện thử nghiệm là như sau, ngoài các điều kiện được thể hiện trong Bảng 2 và Bảng 3.

Hàm lượng Si và Mn trong lớp bề mặt

Các điều kiện tương ứng với điều kiện A, B và C trên đây được thể hiện bằng các ký hiệu trong Bảng 2 và 3.

⊙: hàm lượng Si nhỏ hơn hoặc bằng 0,15% và hàm lượng Mn nhỏ hơn hoặc bằng 0,8%

○: hàm lượng Si nhỏ hơn hoặc bằng 0,6% và hàm lượng Mn nhỏ hơn hoặc bằng 1,5% và không đáp ứng điều kiện ⊙

●: hàm lượng Si lớn hơn 0,6% và hàm lượng Mn lớn hơn 1,5%.

Xử lý nhiệt để khử

Khí khí quyển: không khí chứa 30% H₂-N₂

Thời gian duy trì và nhiệt độ xử lý nhiệt: được thể hiện trong Bảng 2 và 3.

Mạ nhúng nóng

Thành phần dung dịch: được thể hiện trong Bảng 2 và 3

Nhiệt độ dung dịch: 400°C

Thời gian nhúng vào dung dịch: 2 giây

Đánh giá độ bám dính của lớp mạ

Chi tiết thử nghiệm uốn có chiều rộng 15mm được cắt từ tấm thép mạ thu được và được thử nghiệm uốn chữ V 90° bằng chày uốn có bán kính đầu chày là 5mm. Hướng theo chiều rộng của chi tiết thử nghiệm (nghĩa là hướng của trục uốn) được làm cho trùng với hướng cán. Băng dính xenlophan theo tiêu chuẩn JIS Z1522 được dán vào bề mặt chu vi ngoài của phần uốn của chi tiết thử nghiệm sau khi được thử nghiệm uốn, và sau đó bóc băng dính ra. Mẫu mà lớp mạ không bám dính vào băng dính được cho là có độ bám dính của lớp mạ tốt (○), và các mẫu còn lại được cho là có độ bám dính của lớp mạ kém (×). Ba mẫu của một loại tấm thép phủ được cho thử nghiệm uốn, và chi tiết thử nghiệm cho kết quả đánh giá kém nhất được cho là kết quả của tấm thép mạ. Các kết quả được thể hiện trong Bảng 2 và Bảng 3.

Đánh giá độ bền chống nứt và hóa giòn do kim loại nóng chảy

Mẫu có kích thước 100 mm × 75 mm được cắt từ tấm thép đã được mạ và được dùng làm chi tiết thử nghiệm để đánh giá độ dài lớn nhất của vết nứt hàn mà sự hóa giòn do kim loại nóng chảy gây ra trong quá trình hàn hồ quang.

Trong thử nghiệm hàn, tiến hành hàn chi tiết hình trụ để tạo ra cấu kiện được hàn với chi tiết hình trụ có hình dạng được thể hiện trên Fig.1, và mặt cắt ngang của chi tiết hàn được quan sát để đánh giá sự tạo ra vết nứt. Cụ thể, chi tiết hình trụ (nhô lên) 2 làm bằng thép mềm có đường kính 20mm và độ dài 25mm được bố trí vuông góc trên phần giữa bề mặt của chi tiết thử nghiệm 1, và chi tiết hình trụ 2 được hàn với chi tiết thử nghiệm 1 bằng cách hàn hồ quang. Các điều kiện hàn bao gồm dòng điện hàn 217 A, điện áp hàn 25 V, tốc độ hàn 0,2 m/phút, khí bảo vệ là CO₂, và lưu lượng dòng khí bảo vệ là 20 L/phút. Dây hàn được sử dụng là YGW12.

Công đoạn hàn được thực hiện từ điểm bắt đầu hàn và sau khi đi quanh chi tiết hình trụ và đi qua điểm bắt đầu hàn, công đoạn hàn được thực hiện tiếp để tạo ra chi tiết 4 trong đó các mối hàn 3 chồng lên nhau.

Sau khi hàn chi tiết hình trụ, chi tiết thử nghiệm 1 và chi tiết hình trụ 2 kể cả

phần chồng lên nhau của mỗi hàn 4 được cắt theo đường nét đứt và được gắn kết với nhựa để cho phép quan sát bề mặt cắt ngang của vết cắt 5, và phần chồng lên nhau của mỗi hàn được quan sát bằng kính hiển vi quang học. Trong trường hợp quan sát thấy có một vết nứt trong mặt cắt ngang của chi tiết thử nghiệm 1, độ dài vết nứt được xác định, và trong trường hợp quan sát thấy có nhiều vết nứt, độ dài của vết nứt dài nhất được chọn làm độ dài vết nứt tối đa. Vết nứt được tạo ra dọc theo biên hạt austenit trước đó trong vùng bị ảnh hưởng bởi nhiệt hàn, và do đó xác định được rằng vết nứt này là do sự hóa giòn do kim loại nóng chảy gây ra. Để đánh giá độ bền chống nứt và hóa giòn do kim loại nóng chảy, mẫu có độ dài vết nứt tối đa nhỏ hơn hoặc bằng 0,1mm được cho là đạt (○), và mẫu có độ dài vết nứt tối đa lớn hơn 0,1 mm được cho là không đạt (×).

Các kết quả đánh giá được thể hiện trong Bảng 4. Các loại thép từ A đến J và O được đánh giá là đạt, trong khi 4 loại thép từ K đến N là không đạt.

Bảng 1

Thành phần hóa học (% khối lượng)														Ghi chú
Thép	C	Si	Mn	Cr	P	S	Ti	Nb	Mo	B	Al hòa tan	N		
A	0,12	0,40	2,01	0,43	0,013	0,003	0,03	-	-	0,0036	0,033	0,0025	thép theo sáng chế	
B	0,04	0,63	1,59	0,21	0,020	0,002	0,14	0,04	-	0,0032	0,039	0,0030		
C	0,15	0,40	1,80	0,05	0,012	0,003	0,10	-	-	0,0039	0,036	0,0024		
D	0,08	0,01	0,32	0,11	0,011	0,003	0,05	0,04	-	0,0015	0,035	0,0026		
E	0,13	0,43	2,19	0,61	0,019	0,002	0,03	-	-	0,0082	0,043	0,0025		
F	0,13	0,86	2,06	0,50	0,014	0,002	0,12	0,04	-	0,0020	0,035	0,0024	thép đối chứng	
G	0,19	0,39	0,11	0,40	0,013	0,003	0,04	-	-	0,0021	0,034	0,0027		
H	0,17	0,03	2,24	0,85	0,017	0,002	0,05	-	-	0,0064	0,038	0,0021		
I	0,19	0,01	0,65	0,09	0,017	0,004	0,03	-	-	0,0031	0,036	0,0020		
J	0,11	0,60	1,79	-	0,014	0,002	0,03	-	-	0,0038	0,035	0,0027		
K	0,11	0,15	1,91	-	0,016	0,003	-	-	-	-	0,034	0,0023	thép theo sáng chế	
L	0,13	0,39	1,58	-	0,015	0,003	-	0,05	-	-	0,036	0,0022		
M	0,12	0,41	2,25	-	0,018	0,004	0,03	-	-	-	0,033	0,0025		
N	0,20	0,89	2,06	-	0,012	0,003	0,11	-	-	-	0,037	0,0024		
O	0,14	0,37	1,94	-	0,017	0,002	0,11	0,05	0,19	0,0020	0,043	0,0021		

Bảng 2

Số	Thép	Nhiệt độ cuộn khi cán nóng (°C)	Sự có mặt của oxit nội tạo ra	Hàm lượng Si và Mn trong vùng lân cận bề mặt của tấm thép	Điều kiện xử lý nhiệt để khử		Thành phần dung dịch mạ (lượng còn lại là Zn và các tạp chất không tránh được) (% khối lượng)					Độ bám dính của lớp mạ	Ghi chú
					Nhiệt độ xử lý nhiệt để khử (°C)	Thời gian duy trì (giờ)	Al	Mg	Ti	B	Si		
1	A	650	○	○	850	90	5,9	2,8	0,019	0,0041	0,03	○	thép theo sáng chế
2	A	690	○	⊙	840	120	19,8	5,1	0,031	0,0062	0,2	○	thép theo sáng chế
3	A	570	○	●	830	55	4,1	4,9	0,1	0,02	-	○	thép theo sáng chế
4	A	610	○	○	770	115	14,0	0,8	0,04	0,008	1,5	○	thép theo sáng chế
5	A	680	○	⊙	890	45	4,7	1,4	-	-	-	○	thép theo sáng chế
6	A	530	×	●	820	90	6,1	3,5	0,025	0,0049	0,02	×	thép của ví dụ so sánh
7	A	640	○	○	825	35	1,5	1,1	0,08	0,016	0,02	○	thép theo sáng chế
8	A	565	○	●	800	75	8,5	6,0	-	-	0,03	○	thép theo sáng chế
9	A	700	○	⊙	860	100	21,7	8,2	0,03	0,006	0,1	○	thép theo sáng chế
10	B	645	○	⊙	850	100	5,9	2,8	0,019	0,0041	0,03	○	thép theo sáng chế
11	B	645	○	⊙	850	100	5,9	2,8	-	-	0,03	○	thép theo sáng chế
12	B	590	○	○	840	60	10,3	7,6	0,008	0,002	0,5	○	thép theo sáng chế
13	B	685	○	⊙	780	210	6,8	1,3	0,02	0,004	0,1	○	thép theo sáng chế
14	B	610	○	○	850	215	8,9	0,9	0,075	0,015	0,2	×	thép của ví dụ so sánh
15	B	560	○	○	800	45	4,5	0,1	-	-	-	○	thép theo sáng chế
16	C	690	○	⊙	800	220	5,9	2,8	0,019	0,0041	0,03	○	thép theo sáng chế
17	C	575	○	○	860	70	16,8	8,1	0,03	0,006	0,5	○	thép theo sáng chế

18	C	560	○	●	830	170	7,3	2,5	0,02	0,004	0,03	×	thép của ví dụ so sánh
19	C	560	○	●	820	70	7,3	2,5	0,02	0,004	0,03	○	thép theo sáng chế
20	C	640	○	⊙	800	195	2,2	3,0	0,1	0,02	0,03	○	thép theo sáng chế
21	C	620	○	⊙	780	100	20,0	3,1	0,019	0,0041	1,5	○	thép theo sáng chế
22	D	660	○	⊙	890	90	5,9	2,8	0,019	0,0041	0,03	○	thép theo sáng chế
23	D	625	○	⊙	810	130	1,7	3,2	0,02	0,004	0,1	○	thép theo sáng chế
24	D	590	○	⊙	850	160	4,2	1,6	0,02	0,004	-	○	thép theo sáng chế
25	E	620	○	○	800	90	5,9	2,8	0,019	0,0041	0,03	○	thép theo sáng chế
26	E	620	○	○	800	90	5,9	2,8	0,1	0,02	0,1	○	thép theo sáng chế
27	E	520	×	●	850	75	6,2	3,1	0,019	0,0041	0,03	×	thép của ví dụ so sánh
28	E	660	○	⊙	780	205	6,2	3,1	0,019	0,0041	0,03	○	thép theo sáng chế
29	E	700	○	⊙	870	125	10,0	2,4	0,02	0,004	0	○	thép theo sáng chế
30	E	580	○	●	830	75	3,1	1,8	0,02	0,004	0,02	○	thép theo sáng chế
31	F	670	○	⊙	770	210	6,2	3,1	0,019	0,0041	0,03	○	thép theo sáng chế
32	F	610	○	○	840	80	5,9	2,8	0,02	0,004	0,5	○	thép theo sáng chế
33	F	550	○	●	800	200	11,4	2,6	0,04	0,008	0,01	×	thép của ví dụ so sánh
34	G	670	○	⊙	850	140	5,9	2,8	0,019	0,0041	0,03	○	thép theo sáng chế
35	G	560	○	○	825	85	5,9	2,8	0,019	0,0041	0,1	○	thép theo sáng chế
36	H	650	○	⊙	870	90	5,9	2,8	0,019	0,0041	0,03	○	thép theo sáng chế
37	H	600	○	○	780	180	5,9	2,8	0,019	0,0041	0,02	○	thép theo sáng chế
38	I	690	○	⊙	820	150	5,9	2,8	0,019	0,0041	0,03	○	thép theo sáng chế
39	I	640	○	⊙	890	90	5,9	2,8	0,019	0,0041	0,05	○	thép theo sáng chế
40	I	550	○	⊙	850	60	5,9	2,8	0,019	0,0041	2,0	○	thép theo sáng chế
41	J	685	○	⊙	780	180	6,8	1,3	0,02	0,004	0,1	○	thép so sánh
42	J	685	○	⊙	780	210	6,8	1,3	0,02	0,004	0,1	×	thép so sánh

Bảng 3

Số	Thép	Nhiệt độ khí cuộn cán nóng (°C)	Sự có mặt của oxit tạo ra	Hàm lượng Si và Mn trong vùng lân cận bề mặt của tấm thép	Điều kiện xử lý nhiệt để khử		Thành phần dung dịch mạ (lượng còn lại là: Zn và các tạp chất không tránh được) (% khối lượng)					Độ bám đính của lớp mạ	Ghi chú
					Nhiệt độ xử lý nhiệt để khử (°C)	Thời gian duy trì (giờ)	Al	Mg	Ti	B	Si		
43	A	650	○	○	850	90	6,2	2,9	0,025	0,005	-	○	thép theo sáng ché
44	A	565	○	●	800	75	6,2	2,9	0,025	0,005	-	○	thép theo sáng ché
45	B	645	○	⊙	810	125	6,2	2,9	0,025	0,005	-	○	thép theo sáng ché
46	G	670	○	⊙	830	110	6,2	2,9	0,025	0,005	-	○	thép theo sáng ché
47	H	600	○	○	780	180	6,2	2,9	0,025	0,005	-	○	thép theo sáng ché
48	A	650	○	○	830	45	5,8	0,5	0,02	0,004	-	○	thép theo sáng ché
49	A	650	○	○	770	190	5,8	0,5	0,02	0,004	-	○	thép theo sáng ché
50	A	570	○	●	800	90	5,8	0,5	0,02	0,004	-	○	thép theo sáng ché
51	I	570	○	⊙	800	200	5,8	0,5	0,02	0,004	-	○	thép theo sáng ché
52	A	600	○	○	820	90	5,8	0,5	-	-	-	○	thép theo sáng ché
53	A	650	○	○	790	120	1,2	0,9	0,02	0,004	-	○	thép theo sáng ché

54	A	570	○	●	800	70	1,2	0,9	0,02	0,004	-	○	thép theo sáng ché
55	A	690	○	⊙	830	75	1,2	0,9	0,02	0,004	-	○	thép theo sáng ché
56	I	600	○	⊙	800	200	1,2	0,9	0,02	0,004	-	○	thép theo sáng ché
57	I	600	○	⊙	820	90	1,2	0,9	0,02	0,004	-	○	thép theo sáng ché
58	A	570	○	●	790	100	1,2	0,9	-	-	-	○	thép theo sáng ché
59	A	650	○	○	850	20	2,1	1,9	0,02	0,004	-	○	thép theo sáng ché
60	A	650	○	○	800	60	2,1	1,9	0,02	0,004	-	○	thép theo sáng ché
61	A	650	○	○	770	170	2,1	1,9	0,02	0,004	-	○	thép theo sáng ché
62	I	610	○	⊙	800	200	2,1	1,9	0,02	0,004	-	○	thép theo sáng ché
63	A	570	○	●	830	25	2,1	1,9	-	-	-	○	thép theo sáng ché
64	I	610	○	⊙	810	120	2,1	1,9	-	-	-	○	thép theo sáng ché
65	A	650	○	○	810	90	3,2	2,8	0,025	0,005	-	○	thép theo sáng ché
66	A	650	○	○	850	15	3,2	2,8	0,025	0,005	-	○	thép theo sáng ché
67	A	650	○	○	780	160	3,2	2,8	0,025	0,005	-	○	thép theo sáng ché
68	I	600	○	⊙	800	180	3,2	2,8	0,025	0,005	-	○	thép theo sáng ché
69	I	600	○	⊙	780	210	3,2	2,8	0,025	0,005	-	○	thép theo sáng ché

70	A	570	○	●	800	80	3,2	2,8	-	-	-	○	thép theo sáng ché
71	I	610	○	⊙	850	50	3,2	2,8	-	-	-	○	thép theo sáng ché
72	A	650	○	○	760	150	3,2	2,8	0,025	0,005	0,03	○	thép theo sáng ché
73	A	650	○	○	830	75	3,2	2,8	0,025	0,005	0,03	○	thép theo sáng ché
74	A	570	○	●	810	30	3,2	2,8	0,025	0,005	0,03	○	thép theo sáng ché
75	I	570	○	⊙	800	200	3,2	2,8	0,025	0,005	0,03	○	thép theo sáng ché
76	O	690	○	⊙	820	100	5,9	2,8	0,019	0,004 1	0,03	○	thép theo sáng ché
77	O	570	○	●	800	60	5,9	2,8	0,019	0,004 1	0,03	○	thép theo sáng ché
78	O	650	○	○	830	45	6,2	2,9	0,025	0,005	-	○	thép theo sáng ché
79	O	570	○	●	810	60	6,2	2,9	0,025	0,005	-	○	thép theo sáng ché
80	O	690	○	⊙	800	150	5,8	0,5	0,02	0,004	-	○	thép theo sáng ché
81	O	570	○	●	760	90	1,2	0,9	0,02	0,004	-	○	thép theo sáng ché
82	O	650	○	○	780	120	2,1	1,9	0,02	0,004	-	○	thép theo sáng ché
83	O	650	○	○	780	120	2,1	1,9	-	-	-	○	thép theo sáng ché
84	O	690	○	⊙	790	100	3,2	2,8	0,025	0,005	-	○	thép theo sáng ché

Bảng 4

Thép	Độ bền chống nứt và hóa giòn do kim loại nóng chảy
A	○
B	○
C	○
D	○
E	○
F	○
G	○
H	○
I	○
J	○
K	×
L	×
M	×
N	×
O	○

Đã khẳng định được rằng thu được độ bám dính của lớp phủ tốt trong khoảng xử lý nhiệt để khử được xác định theo sáng chế.

Hiệu quả của sáng chế

Sáng chế tạo ra vật liệu là tấm thép có lớp mạ hợp kim Zn-Al-Mg nhúng nóng với độ bền chống ăn mòn cao được cải thiện đồng thời cả về độ bền chống nứt và hóa giòn do kim loại nóng chảy và độ bám dính của lớp mạ. Khó tạo ra tấm thép được mạ hợp kim Zn-Al-Mg nhúng nóng có đồng thời cả hai đặc tính nêu trên trong khi giải pháp theo sáng chế góp phần tạo ra tấm thép được mạ hợp kim Zn-Al-Mg nhúng nóng dùng làm tấm thép được mạ hợp kim kẽm nhúng nóng được gia công uốn và hàn.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp sản xuất tấm thép được mạ hợp kim kẽm nhúng nóng có độ bám dính của lớp mạ tốt, bao gồm các bước: cán nóng tấm thép, làm tấm nền để mạ, chứa C với lượng nằm trong khoảng từ 0,01 đến 0,20%, P với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,030%, S với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,010%, Ti với lượng nằm trong khoảng từ 0,010 đến 0,150%, Al hòa tan với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,100%, N với lượng nhỏ hơn 0,010%, B với lượng nằm trong khoảng từ 0,0003 đến 0,0100%, và ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Si với lượng nằm trong khoảng từ 0,01 đến 1,00%, Mn với lượng nằm trong khoảng từ 0,10 đến 2,50%, và Cr với lượng nằm trong khoảng từ 0,05 đến 1,00%, toàn bộ lượng này đều tính theo % khối lượng, với lượng còn lại là Fe và các tạp chất không tránh được; xử lý nhiệt để khử tấm nền dùng để mạ này; và mạ hợp kim kẽm nhúng nóng cho tấm nền dùng để mạ chứa Al với lượng nằm trong khoảng từ 1,0 đến 22,0% và Mg với lượng nằm trong khoảng từ 0,1 đến 10,0%, toàn bộ lượng này đều tính theo % khối lượng, với lượng còn lại là Zn và các tạp chất không tránh được,

nhiệt độ khi cuộn trong bước cán nóng tấm nền dùng để mạ nằm trong khoảng từ 550 đến 700°C, và

trong bước xử lý nhiệt để khử, giả sử rằng khoảng thời gian trong đó nhiệt độ trên bề mặt tấm thép được duy trì để lớn hơn hoặc bằng 750°C trong lò xử lý nhiệt để khử được chọn làm thời gian duy trì, và nhiệt độ đạt được tối đa của bề mặt tấm thép trong lò được chọn làm nhiệt độ xử lý nhiệt để khử,

thực hiện việc xử lý nhiệt để khử ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 750 đến 860°C trong thời gian duy trì là 250 giây hoặc ít hơn trong trường hợp hàm lượng Si và Mn trong vùng cách 4μm từ bề mặt tấm thép trước khi xử lý nhiệt để khử đáp ứng điều kiện A được thể hiện dưới đây, thời gian duy trì là 200 giây

hoặc ít hơn trong trường hợp các hàm lượng nêu trên đáp ứng điều kiện B được thể hiện dưới đây, hoặc thời gian duy trì là 150 giây hoặc ít hơn trong trường hợp các hàm lượng nêu trên đáp ứng điều kiện C được thể hiện dưới đây:

hàm lượng Si và Mn tính theo % khối lượng trong vùng cách 4μm từ bề mặt tấm thép trước khi xử lý nhiệt để khử:

A: hàm lượng Si nhỏ hơn hoặc bằng 0,15% và hàm lượng Mn nhỏ hơn hoặc bằng 0,8%,

B: hàm lượng Si nhỏ hơn hoặc bằng 0,6% và hàm lượng Mn nhỏ hơn hoặc bằng 1,5%, và không đáp ứng điều kiện A,

C: hàm lượng Si lớn hơn 0,6% và hàm lượng Mn lớn hơn 1,5%.

2. Phương pháp sản xuất tấm thép được mạ hợp kim kẽm nhúng nóng theo điểm 1, trong đó lớp mạ hợp kim kẽm nhúng nóng có thành phần còn chứa ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Ti với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,10%, B với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,05%, và Si với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 2,0%, toàn bộ lượng này đều tính theo % khối lượng.

3. Phương pháp sản xuất tấm thép được mạ hợp kim kẽm nhúng nóng theo điểm 1 hoặc điểm 2, trong đó tấm thép làm tấm nền để mạ còn chứa ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Nb với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,10% và Mo với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,50%, toàn bộ lượng này đều tính theo % khối lượng.

Fig.1

