



(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)



1-0031067

(51)⁷ C23C 2/12; C23C 14/16; C23C 14/58; (13) B
C23C 28/02; C23C 2/26; C23C 2/40;
C23C 14/02

(21) 1-2017-03178

(22) 22/01/2016

(86) PCT/IB2016/000037 22/01/2016

(87) WO 2016/132194 25/08/2016

(30) PCT/IB2015/000194 19/02/2015 IB

(45) 25/02/2022 407

(43) 27/11/2017 356A

(73) ARCELORMITTAL (LU)

24-26, Boulevard d'Avranches, L-1160 Luxembourg, LUXEMBOURG

(72) ALLELY, Christian (FR); JACQUESON, Eric (FR); CHALEIX, Daniel (FR).

(74) Công ty Luật TNHH Phạm và Liên danh (PHAM & ASSOCIATES)

(54) TẤM THÉP ĐỀ TÔI CỨNG BẰNG CÁCH DẬP ĐƯỢC PHỦ LỚP PHỦ TRÊN CƠ SỞ NHÔM, PHƯƠNG PHÁP CHẾ TẠO TẤM THÉP NÀY, PHƯƠNG PHÁP CHẾ TẠO CHI TIẾT ĐÃ ĐƯỢC TÔI CỨNG BẰNG CÁCH DẬP VÀ CHI TIẾT ĐÃ ĐƯỢC TÔI CỨNG

(57) Sáng chế đề cập đến tấm thép đã được phủ lớp phủ trên cơ sở nhôm, tấm thép này còn có lớp phủ thứ hai là lớp phủ kẽm có độ dày nhỏ hơn hoặc bằng 1,1 μm ; phương pháp chế tạo tấm thép được phủ; phương pháp chế tạo chi tiết đã được tôi cứng bằng cách dập từ tấm thép này; chi tiết đã được tôi cứng bằng cách dập.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp chế tạo các chi tiết thép được tôi cứng bằng cách đập được sản xuất từ các tấm được phủ lớp phủ trên cơ sở nhôm và lớp phủ kẽm. Chi tiết này có các đặc tính tốt đối với việc phosphat hóa, và do đó có độ bám dính tốt với lớp phủ. Cụ thể, nó được dự định để sản xuất các chi tiết cho các phương tiện vận chuyển có động cơ.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các chi tiết đã được tôi cứng bằng cách đập có thể được phủ bằng hợp kim trên cơ sở nhôm có các tính chất chống ăn mòn tốt và các tính chất nhiệt tốt. Nói chung, phương pháp chế tạo chi tiết này bao gồm việc tạo ra tấm thép, cắt tấm thép để thu được phôi, đốt nóng phôi, đập nóng và sau đó là làm nguội để thu được sự tôi cứng do sự chuyển hóa mactensit, hoặc mactensit-bainit, hoặc sao cho cấu trúc của thép chứa ít nhất 75% ferit đẳng trục, lượng mactensit lớn hơn hoặc bằng 5% và nhỏ hơn hoặc bằng 20%, lượng bainit nhỏ hơn hoặc bằng 10%. Các chi tiết đã được tôi cứng thu được bằng cách này có các đặc tính cơ học rất tốt.

Thông thường, màng phủ được bổ sung cho các chi tiết đã được tôi cứng bằng cách đập, cụ thể là lớp phủ điện di. Việc phosphat hóa thường được thực hiện trước đó. Bằng cách này, dạng tinh thể phosphat trên bề mặt của chi tiết đã được tôi cứng sẽ được phủ, làm tăng mức độ bám dính của lớp phủ, và cụ thể, sự bám dính của lớp điện di.

Các chi tiết đã được phủ bằng hợp kim trên cơ sở nhôm không thể phosphat hóa được, tức là, không có các tinh thể phosphat được tạo thành trên bề mặt của lớp phủ. Do vậy, việc bổ sung màng phủ được thực hiện trực tiếp mà không có sự phosphat hóa trước. Độ nhám cỡ micro của bề mặt của các chi tiết đã được phủ bằng hợp kim trên cơ sở nhôm tạo khả năng cho độ bám dính của lớp phủ. Tuy nhiên, trong một số điều kiện, lớp phủ không được phân bố

một cách đồng đều trên bề mặt của chi tiết, dẫn đến các vùng gỉ đỏ. Gỉ đỏ xuất hiện ở những vùng mà lớp phủ nằm sâu bên trong lớp phủ trên cơ sở nhôm.

Đã biết đến đơn yêu cầu cấp patent EP2270257. Đơn này đề cập đến tấm thép để tôi cứng bằng cách dập bao gồm lớp phủ trên cơ sở nhôm thứ nhất, và lớp phủ thứ hai có cấu trúc vutxit, tốt hơn là hợp chất này là kẽm oxit (ZnO). Lớp phủ ZnO cho phép việc phosphat hóa được thực hiện sau khi tôi cứng bằng cách dập này. Tuy nhiên, trong thực tế, việc thực hiện phương pháp này dẫn đến mức độ bao phủ tinh thể phosphat trên bề mặt của chi tiết tương đối thấp, vào khoảng 20 đến 70%. Mức bao phủ này là không chấp nhận được vì nó không tạo được độ bám dính tốt của lớp phủ trên bề mặt của chi tiết.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là nhằm khắc phục các nhược điểm của tình trạng kỹ thuật bằng cách đề xuất chi tiết đã được tôi cứng bằng cách dập để phosphat hóa, do đó các chi tiết này thể hiện độ bám dính tốt của lớp phủ, từ tấm thép được phủ. Cụ thể, điều này nhằm để tạo ra chi tiết đã được tôi cứng bằng cách dập có khả năng được phosphat hóa để thu được mức độ bao phủ tinh thể phosphat cao trên bề mặt của chi tiết, cụ thể, độ bao phủ lớn hơn hoặc bằng 80%.

Sáng chế cũng đề cập đến phương pháp chế tạo tấm thép nêu trên.

Ngoài ra sáng chế còn đề cập đến phương pháp sản xuất chi tiết đã được tôi cứng bằng cách dập để phosphat hóa, trong các điều kiện có lợi về hiệu suất.

Ngoài ra sáng chế cũng mô tả ứng dụng của chi tiết đã được tôi cứng bằng cách dập để sản xuất các chi tiết cho phương tiện vận chuyển có động cơ.

Nhằm mục đích này, sáng chế đề cập đến:

1. Tấm thép để tôi cứng bằng cách dập được phủ lớp phủ trên cơ sở nhôm, tấm thép này còn có lớp phủ thứ hai là lớp phủ kẽm có độ dày nhỏ hơn hoặc bằng 1,1 μm .

2. Tấm thép theo khía cạnh 1, trong đó độ dày của lớp phủ kẽm nhỏ hơn hoặc bằng 1,0 μm .

3. Tấm thép theo khía cạnh 2, trong đó độ dày của lớp phủ kẽm nhỏ hơn hoặc bằng 0,7 μm .

4. Tấm thép theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ 1 đến 3, trong đó lớp phủ trên cơ sở nhôm chứa tối đa 3% sắt và từ 9% đến 12% silic, phần còn lại là nhôm.

5. Tấm thép theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ 1 đến 4, trong đó tấm thép này được phủ lên ít nhất một mặt bằng lớp phủ trên cơ sở nhôm có độ dày nằm trong khoảng từ 5 μm đến 50 μm .

6. Tấm thép theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ 1 đến 5, trong đó lớp phủ trên cơ sở nhôm được tiếp xúc trực tiếp với lớp phủ kẽm.

7. Tấm thép theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ 1 đến 6, trong đó tích số giữa độ dày của lớp phủ trên cơ sở nhôm và độ dày của lớp phủ kẽm nằm trong khoảng từ 2 đến 25.

8. Tấm thép theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ 1 đến 7, trong đó tấm thép này có thành phần khối lượng như sau:

$$0,20\% \leq C \leq 0,25\%$$

$$0,15\% \leq \text{Si} \leq 0,35\%$$

$$1,10\% \leq \text{Mn} \leq 1,40\%$$

$$0\% \leq \text{Cr} \leq 0,30\%$$

$$0\% \leq \text{Mo} \leq 0,35\%$$

$$0\% \leq \text{P} \leq 0,025\%$$

$$0\% \leq \text{S} \leq 0,005\%$$

$$0,020\% \leq \text{Ti} \leq 0,060\%$$

$$0,020\% \leq \text{Al} \leq 0,060\%$$

$$0,002\% \leq \text{B} \leq 0,004\%,$$

phần còn lại là sắt và các tạp chất không thể tránh khỏi thu được từ quy trình sản xuất.

9. Tấm thép theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ 1 đến 7, trong đó tấm thép này có thành phần khối lượng như sau:

$$0,24\% \leq C \leq 0,38\%$$

$$0,40\% \leq Mn \leq 3\%$$

$$0,10\% \leq Si \leq 0,70\%$$

$$0,015\% \leq Al \leq 0,070\%$$

$$0\% \leq Cr \leq 2\%$$

$$0,25\% \leq Ni \leq 2\%$$

$$0,020\% \leq Ti \leq 0,10\%$$

$$0\% \leq Nb \leq 0,060\%$$

$$0,0005\% \leq B \leq 0,0040\%$$

$$0,003\% \leq N \leq 0,010\%$$

$$0,0001\% \leq S \leq 0,005\%$$

$$0,0001\% \leq P \leq 0,025\%$$

với điều kiện lượng titan và nitơ thỏa mãn:

$$Ti/N > 3,42,$$

và lượng cacbon, mangan, crom, và silic thỏa mãn:

$$2,6C + \frac{Mn}{5,3} + \frac{Cr}{13} + \frac{Si}{15} \geq 1,1\%$$

thành phần này tùy ý còn bao gồm một hoặc nhiều nguyên tố trong số các nguyên tố sau:

$$0,05\% \leq Mo \leq 0,65\%$$

$$0,001\% \leq W \leq 0,30\%$$

$$0,0005\% \leq Ca \leq 0,005\%,$$

phần còn lại là sắt và các tạp chất không thể tránh khỏi thu được từ quy trình sản xuất.

10. Phương pháp chế tạo tấm thép theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ 1 đến 9, trong đó việc phủ kẽm được thực hiện bằng cách xi măng hóa, bằng cách mạ điện, hoặc bằng cách lắng phủ pha hơi phun siêu âm trong chân không.

11. Phương pháp theo khía cạnh 10, trong đó khi lớp phủ kẽm được lắng phủ bằng cách xi măng hóa hoặc mạ điện, thì lớp phủ này được lắng phủ trực tiếp trên lớp phủ trên cơ sở nhôm.

12. Phương pháp theo khía cạnh 11, trong đó lớp phủ kẽm được lắng phủ bằng cách xi măng hóa được tiến hành bằng cách nhúng hoặc bằng cách phun.

13. Phương pháp theo khía cạnh 11, trong đó khi lớp phủ được lắng phủ trong chân không bằng hơi phun siêu âm, lớp mỏng làm bằng thép không gỉ được lắng phủ giữa lớp phủ trên cơ sở nhôm và lớp phủ kẽm.

14. Phương pháp chế tạo chi tiết đã được tôi cứng bằng cách đập được phủ bằng lớp phủ dễ phosphat hóa, phương pháp này lần lượt bao gồm các bước sau:

- A) tạo ra tấm thép để tôi cứng bằng cách đập, theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ 1 đến 9 hoặc bằng phương pháp theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ 10 đến 13,
- B) cắt tấm thu được ở bước A) để thu được phôi, sau đó
- C) nung nóng phôi này ở nhiệt độ T1 nằm trong khoảng từ 840°C đến 950°C để thu được cấu trúc hoàn toàn austenit trong thép này,
- D) sau đó chuyển phôi này đến máy đập,
- E) phôi này được đập nóng để thu được chi tiết,
- F) làm nguội chi tiết thu được ở bước E) để thu được cấu trúc thép là mactensit hoặc mactensit-bainit hoặc chứa ít nhất 75% ferit đẳng trục, lượng mactensit lớn hơn hoặc bằng 5% và nhỏ hơn hoặc bằng 20%, lượng bainit nhỏ hơn hoặc bằng 10%.

15. Phương pháp theo khía cạnh 14, trong đó bước C) được thực hiện trong thời gian t1 từ 3 đến 12 phút trong môi trường khí trơ hoặc môi trường chứa không khí.

16. Phương pháp theo khía cạnh 14 hoặc 15, trong đó trong khi thực hiện bước E), việc đập nóng được tiến hành ở nhiệt độ T2 nằm trong khoảng từ 600°C đến 830°C.

17. Chi tiết đã được tôi cứng có thể thu được bằng phương pháp theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ 14 đến 16, bao gồm lớp ZnO và còn có lớp tinh thể phosphat trên lớp ZnO thu được sau bước phosphat hóa bổ sung G).

18. Chi tiết đã được tôi cứng theo khía cạnh 17, trong đó mức độ bao phủ tinh thể phosphat trên bề mặt của chi tiết này là lớn hơn hoặc bằng 90%.

19. Chi tiết đã được tôi cứng theo khía cạnh 18, trong đó mức độ bao phủ tinh thể phosphat trên bề mặt của chi tiết này là lớn hơn hoặc bằng 99%.

20. Chi tiết đã được tôi cứng theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ 17 đến 19, trong đó chi tiết này còn có lớp điện di trên lớp tinh thể phosphat.

Các dấu hiệu bổ sung và các ưu điểm của sáng chế sẽ trở nên rõ ràng qua phần mô tả dưới đây.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Để minh họa sáng chế, các phương án và các thử nghiệm khác nhau sẽ được mô tả bằng các ví dụ không làm giới hạn phạm vi của sáng chế, cụ thể thông qua các hình vẽ, trong đó:

Fig.1 là sơ đồ thể hiện tấm thép được phủ theo một phương án của sáng chế.

Fig. 2 là sơ đồ thể hiện tấm thép được phủ theo phương án khác của sáng chế.

Đối với các hình vẽ Fig.1 và Fig.2, độ dày của các lớp được đưa ra chỉ nhằm mục đích minh họa và không thể được coi là đại diện thực sự của các lớp khác nhau.

Các hình vẽ Fig.3 và Fig.4 thể hiện kích thước thực tế của hai mặt của các chi tiết đã được tôi cứng từ các tấm thép được bố trí lớp phủ trên cơ sở nhôm thứ nhất có độ dày 25 μm và trên một mặt, lớp phủ kẽm thứ hai được lắng phủ bằng cách mạ điện có độ dày 1 μm , 2 μm , và 3 μm .

Fig.5 thể hiện chu trình ăn mòn theo tiêu chuẩn VDA 231-102.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các thuật ngữ sau đây được xác định:

- “lớp phủ kẽm” có nghĩa là lớp phủ chủ yếu chứa kẽm và có thể chứa các tạp chất. Tốt hơn là, lớp phủ chứa kẽm và có thể chứa các tạp chất,
- “lớp phủ trên cơ sở nhôm” có nghĩa là lớp phủ chứa nhôm với lượng lớn hơn 50%, tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 70%, tốt hơn nữa nếu lớn hơn hoặc bằng 85%, có lợi nếu lớn hơn hoặc bằng 88%, tính theo phần trăm khối lượng. Lớp phủ này có thể là hợp kim hoặc phi hợp kim,
- “mức độ bao phủ tinh thể phosphat” được xác định bằng phần trăm. 0% có nghĩa là toàn bộ bề mặt của chi tiết không được bao phủ bằng các tinh thể phosphat, 100% có nghĩa là bề mặt của chi tiết đã được phủ hoàn toàn.

Đối với tất cả các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig. 5 và do vậy đối với sáng chế, nói đến “thép” hoặc “tấm thép” là dùng để chỉ tấm thép để tôi cứng bằng cách đập có thành phần tạo khả năng cho chi tiết đạt được độ bền kéo lớn hơn hoặc bằng 500 MPa, tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 1000 MPa, có lợi nếu lớn hơn hoặc bằng 1500 MPa. Thành phần khối lượng của tấm thép tốt hơn là như sau: $0,03\% \leq C \leq 0,50\%$; $0,3\% \leq Mn \leq 3,0\%$; $0,05\% \leq Si \leq 0,8\%$; $0,015\% \leq Ti \leq 0,2\%$; $0,005\% \leq Al \leq 0,1\%$; $0\% \leq Cr \leq 2,50\%$; $0\% \leq S \leq 0,05\%$; $0\% \leq P \leq 0,1\%$; $0\% \leq B \leq 0,010\%$; $0\% \leq Ni \leq 2,5\%$; $0\% \leq Mo \leq 0,7\%$; $0\% \leq Nb \leq 0,15\%$; $0\% \leq N \leq 0,015\%$; $0\% \leq Cu \leq 0,15\%$; $0\% \leq Ca \leq 0,01\%$; $0\% \leq W \leq 0,35\%$, lượng dư của thành phần bao gồm sắt và các tạp chất không thể tránh khỏi thu được từ quy trình sản xuất.

Ví dụ, tấm thép là tấm 22MnB5 có thành phần khối lượng như sau:

$$0,20\% \leq C \leq 0,25\%$$

$$0,15\% \leq Si \leq 0,35\%$$

$$1,10\% \leq Mn \leq 1,40\%$$

$$0\% \leq Cr \leq 0,30\%$$

$$0\% \leq Mo \leq 0,35\%$$

$$0\% \leq P \leq 0,025\%$$

$$0\% \leq S \leq 0,005\%$$

$$0,020\% \leq Ti \leq 0,060\%$$

$$0,020\% \leq Al \leq 0,060\%$$

$$0,002\% \leq B \leq 0,004\%,$$

Phần còn lại là sắt và các tạp chất không thể tránh khỏi thu được từ quy trình sản xuất.

Tấm thép cũng có thể là tấm Usibor®2000 có thành phần khối lượng như sau:

$$0,24\% \leq C \leq 0,38\%$$

$$0,40\% \leq Mn \leq 3\%$$

$$0,10\% \leq Si \leq 0,70\%$$

$$0,015\% \leq Al \leq 0,070\%$$

$$0\% \leq Cr \leq 2\%$$

$$0,25\% \leq Ni \leq 2\%$$

$$0,020\% \leq Ti \leq 0,10\%$$

$$0\% \leq Nb \leq 0,060\%$$

$$0,0005\% \leq B \leq 0,0040\%$$

$$0,003\% \leq N \leq 0,010\%$$

$$0,0001\% \leq S \leq 0,005\%$$

$$0,0001\% \leq P \leq 0,025\%$$

với điều kiện lượng titan và nitơ thỏa mãn:

$$Ti/N > 3,42,$$

và hàm lượng cacbon, mangan, crom và silic thỏa mãn:

$$2,6C + \frac{Mn}{5,3} + \frac{Cr}{13} + \frac{Si}{15} \geq 1,1\%$$

thành phần này tùy ý còn bao gồm một hoặc nhiều nguyên tố trong số các nguyên tố sau:

$$0,05\% \leq Mo \leq 0,65\%$$

$$0,001\% \leq W \leq 0,30\%$$

$$0,0005\% \leq \text{Ca} \leq 0,005\%,$$

phần còn lại là sắt và các tạp chất không thể tránh khỏi thu được từ quy trình sản xuất.

Trong ví dụ khác, tấm thép là tấm Ductibor®500 có thành phần khối lượng như sau:

$$0,040\% \leq \text{C} \leq 0,100\%$$

$$0,80\% \leq \text{Mn} \leq 2,00\%$$

$$0\% \leq \text{Si} \leq 0,30\%$$

$$0\% \leq \text{S} \leq 0,005\%$$

$$0\% \leq \text{P} \leq 0,030\%$$

$$0,010\% \leq \text{Al} \leq 0,070\%$$

$$0,015\% \leq \text{Nb} \leq 0,100\%$$

$$0,030\% \leq \text{Ti} \leq 0,080\%$$

$$0\% \leq \text{N} \leq 0,009\%$$

$$0\% \leq \text{Cu} \leq 0,100\%$$

$$0\% \leq \text{Ni} \leq 0,100\%$$

$$0\% \leq \text{Cr} \leq 0,100\%$$

$$0\% \leq \text{Mo} \leq 0,100\%$$

$$0\% \leq \text{Ca} \leq 0,006\%,$$

Phần còn lại là sắt và các tạp chất không thể tránh khỏi thu được từ quy trình sản xuất.

Các tấm thép được tạo ra bằng cách cán nóng và có thể tùy ý được cán nguội đến độ dày mong muốn.

Cần phải hiểu rằng, trước hết, sáng chế đề cập đến tấm thép được phủ. Fig.1 thể hiện tấm 1 theo một phương án của sáng chế. Tấm này được tạo ra với lớp phủ trên cơ sở nhôm 2 còn có lớp phủ kẽm thứ hai 3 có độ dày nhỏ hơn hoặc bằng 1,1 μm ; tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 1,0 μm ; tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 0,7 μm và tốt nhất là nhỏ hơn hoặc bằng 0,5 μm . Có lợi nếu, lớp phủ kẽm có độ dày lớn hơn hoặc bằng 0,1 μm .

Mặc dù không bị ràng buộc bởi lý thuyết bất kỳ, dường như là các điều kiện về độ dày này không được đáp ứng, và cụ thể nếu độ dày của kẽm là quá lớn, thì kẽm không được oxy hoá hoàn toàn thành kẽm oxit (ZnO) trong quá trình xử lý nhiệt. Thực vậy, oxy có mặt trong lò sẽ mất quá nhiều thời gian để phân tán vào lớp phủ kẽm để oxy hóa nó hoàn toàn. Do đó, một lượng kẽm nhất định sẽ duy trì quá lâu ở trạng thái lỏng, và kẽm vẫn ở trạng thái lỏng sẽ phân tán vào lớp phủ trên cơ sở nhôm và sau đó vào thép. Kẽm đã phân tán sâu vào nền mang có thể gây giòn và làm giảm độ bám dính của các lớp nêu trên, tức là, của lớp phủ trên cơ sở nhôm và lớp điện di.

Hơn thế nữa, nếu các điều kiện về độ dày không được đáp ứng, cũng có thể là độ nhám cỡ micro của bề mặt sẽ tăng lên do độ dày của lớp phủ kẽm tăng lên, do vậy thúc đẩy các vùng gỉ đỏ sau khi lắng phủ lớp điện di.

Do đó, trong phần lớn các trường hợp, nếu mức độ bao phủ tinh thể phosphat thấp, có nguy cơ độ bám dính của lớp điện di yếu. Tuy nhiên, trong một số trường hợp, mặc dù mức độ bao phủ tinh thể phosphat là cao, có nguy cơ suy giảm độ bám dính của lớp điện di và khả năng chống lại gỉ đỏ là yếu dưới lớp điện di này.

Sau cùng, có nguy cơ là kẽm ở trạng thái lỏng quá lâu sẽ làm ô nhiễm lò mà trong đó việc xử lý nhiệt diễn ra.

Tốt hơn là, lớp phủ trên cơ sở nhôm được tạo ra bằng cách nhúng nóng trong bể kim loại nóng chảy. Thông thường, bể này chứa tối đa 3% sắt và từ 9% đến 12% silic, phần còn lại là nhôm. Độ dày của lớp là, ví dụ, nằm trong khoảng từ 5 μm đến 50 μm , tốt hơn là nằm trong khoảng từ 10 μm đến 35 μm . Trong quá trình xử lý nhiệt trước khi biến dạng nóng, lớp phủ hình thành lớp hợp kim thể hiện độ bền ăn mòn, độ bền mài mòn, độ bền hao mòn, và độ bền mỏi cao.

Tốt hơn là, tích số của độ dày của lớp phủ trên cơ sở nhôm và độ dày của lớp phủ kẽm nằm trong khoảng từ 2 đến 25, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 4 đến 25, tốt hơn nữa nếu nằm trong khoảng từ 4 đến 16, và có lợi nếu nằm trong khoảng từ 6 đến 13; độ dày của lớp phủ kẽm nhỏ hơn hoặc bằng 1,1 μm ,

tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng $1,0\text{ }\mu\text{m}$, tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng $0,7\text{ }\mu\text{m}$ và tốt nhất là nhỏ hơn hoặc bằng $0,5\text{ }\mu\text{m}$.

Mặc dù không bị ràng buộc bởi lý thuyết bất kỳ, có thể nếu các điều kiện này không được đáp ứng, cụ thể nếu độ dày của lớp phủ trên cơ sở nhôm là quá lớn, thì lớp phủ trên cơ sở nhôm sẽ duy trì quá lâu trong pha lỏng. Do đó, lớp ZnO được tạo ra tại thời điểm bắt đầu xử lý nhiệt và lớp phủ trên cơ sở nhôm sẽ tương tác trong một thời gian dài. Tương tác này có thể dẫn đến sự khử của lớp ZnO thành Zn bởi nhôm, quá trình này bị chi phối bởi động học chậm.

Lớp phủ kẽm 3 có thể được lắng phủ bằng phương pháp thích hợp bất kỳ, ví dụ bằng cách xi măng hóa, bằng phương pháp mạ điện, hoặc bằng phương pháp lắng phủ pha hơi phun siêu âm (JVD: jet vapor deposition) trong chân không.

Theo một phương án, lớp phủ kẽm được lắng phủ bằng cách mạ điện, ví dụ, bằng cách nhúng trong bể sulfat kẽm (ZnSO_4). Có lợi nếu, nhiệt độ của bể T3 nhỏ hơn 70°C , tốt hơn là T3 nằm trong dải từ 50°C đến 60°C .

Theo phương án khác, lớp phủ kẽm được lắng phủ bằng phương pháp xi măng hóa. Khi lớp phủ kẽm được lắng phủ bằng phương pháp xi măng hóa, điều này được tiến hành hoặc là bằng cách phun, hoặc bằng cách nhúng. Do vậy, tấm thép được phủ bằng lớp phủ kim loại trên cơ sở nhôm được ngâm trong bể hoặc được phun bằng dung dịch chứa natri hydroxit (NaOH) và kẽm oxit (ZnO). Có lợi nếu, việc nhúng hoặc phun được tiến hành trong thời gian t_4 nằm trong khoảng từ 1 đến 20 giây, tốt hơn là t_4 nằm trong khoảng từ 5 tới 10 giây. Việc này được tiến hành ở nhiệt độ T_4 nằm trong khoảng từ 40 đến 60°C , tốt hơn là T_4 60°C .

Mặc dù không bị ràng buộc bởi lý thuyết bất kỳ, hỗn hợp NaOH và ZnO cho phép tạo ra zincat natri (Na_2ZnO_2), theo phản ứng sau: $2\text{NaOH} + \text{ZnO} \rightarrow \text{Na}_2\text{ZnO}_2 + \text{H}_2\text{O}$. Sau đó, Na_2ZnO_2 sẽ phản ứng với nhôm có mặt trong lớp phủ trên cơ sở nhôm để tạo ra lớp phủ kẽm trên tấm thép đã được phủ lớp phủ trên cơ sở nhôm theo phản ứng sau: $2\text{Al} + 3\text{Na}_2\text{ZnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{Zn} + 2\text{NaAlO}_2 + 4\text{NaOH}$.

Theo phương án khác, lớp phủ kẽm được lắng phủ bằng cách lắng phủ pha hơi phun siêu âm trong chân không. Theo phương án này, hơi kẽm kim loại được sinh ra bởi việc nung chén nung chứa dung dịch kẽm được nung nóng ở nhiệt độ T5 ít nhất là 600°C, tốt hơn là T5 bằng 700°C, trong buồng chân không tại áp suất P₅ tốt hơn là nằm trong khoảng từ $6 \cdot 10^{-2}$ đến $2 \cdot 10^{-1}$ mbar. Hơi thoát ra từ chén nung qua ống dẫn dẫn đến lỗ thoát, tốt hơn là được định cỡ, để tạo ra dòng phun với tốc độ âm thanh hướng đến bề mặt của nền mang cần được phủ.

Có lợi nếu, trước khi việc lắng phủ kẽm được tiến hành bằng phương pháp JVD, tấm thép được bố trí lớp phủ trên cơ sở nhôm được phủ có một lớp mỏng bằng thép không gỉ có thành phần khối lượng chứa ít nhất 10% crom, phần còn lại là sắt, các nguyên tố bổ sung như niken, cacbon, molipđen, silic, mangan, phospho hoặc lưu huỳnh và các tạp chất được đi liền với quá trình sản xuất. Tốt hơn là, lớp thép không gỉ chứa ít nhất 10% crom, ít nhất 8% niken, phần còn lại là sắt, các nguyên tố bổ sung như đã được mô tả ở trước và các tạp chất được đi liền với quá trình sản xuất. Tốt hơn là, lớp này thép không gỉ 316 có thành phần khối lượng như sau: $16 \leq \text{Cr} \leq 18\%$ và $10 \leq \text{Ni} \leq 14\%$. Ví dụ, lớp này là thép không gỉ 316L trong đó tấm thép này có thành phần khối lượng như sau: C = 0,02%; $16 \leq \text{Cr} \leq 18\%$; $10,5 \leq \text{Ni} \leq 13\%$; $2 \leq \text{Mo} \leq 2,5\%$, Si = 1%; Mn = 2%; P = 0,04% và S = 0,03%. Độ dày của nó có thể là, ví dụ, lớn hơn hoặc bằng 2 nm, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 2 đến 15 nm. Fig.2 thể hiện phương án này, trong đó tấm 21 được phủ lớp phủ trên cơ sở nhôm 22, lớp mỏng bằng thép không gỉ 23, và lớp phủ kẽm thứ ba 24. Lớp thép không gỉ có thể được lắng phủ bằng cách phương pháp bất kỳ đã biết đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này. Đó là, ví dụ, được lắng phủ bằng phương pháp mạ điện hoặc bằng phương pháp mạ phun magnetron catot.

Bất kể phương pháp lắng phủ nào được dùng để lắng phủ lớp phủ kẽm, việc tẩy dầu mỡ bằng kiềm có thể được tiến hành để làm tăng mức độ bám dính của lớp phủ kẽm. Có lợi nếu, việc tẩy dầu mỡ được tiến hành bằng cách sử dụng dung dịch kiềm chứa, ví dụ, NaOH và/hoặc kali hydroxit (KOH), và các

chất hoạt động bề mặt. Có lợi nếu, việc tẩy dầu mỡ được tiến hành bằng cách nhúng hoặc phun trong thời gian t_6 nằm trong khoảng từ 1 đến 120 giây, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 2 đến 20 giây. Nhiệt độ để tẩy dầu mỡ T_6 nằm trong khoảng từ 30°C đến 90°C , tốt hơn nếu T_6 là 60°C . Độ pH của bể nằm trong khoảng từ 10 đến 14.

Việc tẩy dầu mỡ bằng axit cũng có thể được tính đến. Trong trường hợp này, bể hóa chất chứa, ví dụ, axit phosphoric (H_3PO_4) và chất hoạt động bề mặt. Độ pH của bể nằm trong khoảng từ 0 đến 2.

Bất kể bước tẩy dầu mỡ nào được thực hiện, thì tiếp theo thường là bước rửa.

Sau đó, các tấm thép theo sáng chế được tôi cứng bằng cách đập. Phương pháp này bao gồm việc tạo ra tấm thép được phủ trước đó theo sáng chế, sau đó cắt tấm thép này để thu được phôi. Phôi này sau đó được nung nóng trong môi trường không có bảo vệ đến nhiệt độ austenit hóa T_1 của thép, nhiệt độ này nằm trong khoảng từ 840°C đến 950°C , tốt hơn là từ 840°C đến 930°C . Tốt hơn là, phôi được nung nóng trong thời gian t_1 từ 3 đến 12 phút, tốt hơn là 4 đến 10 phút, trong môi trường khí trơ hoặc môi trường chứa không khí. Trong quá trình xử lý nhiệt, lớp phủ kẽm được oxy hoá thành ZnO .

Sau khi xử lý nhiệt, phôi được chuyển đến dụng cụ tôi cứng bằng cách đập, sau đó được tôi cứng bằng cách đập ở nhiệt độ T_2 nằm trong khoảng từ 600 đến 830°C . Chi tiết thu được sau đó được làm nguội hoặc là tự nguội trong chính dụng cụ đập nóng này, hoặc sau khi chuyển đến dụng cụ làm nguội cụ thể.

Tốc độ làm nguội được kiểm soát phụ thuộc vào thành phần của thép, sao cho vi cấu trúc cuối cùng của nó ở cuối quá trình tôi cứng bằng cách đập chủ yếu bao gồm mactensit, tốt hơn là chứa mactensit, hoặc mactensit và bainit hoặc chứa ít nhất 75% ferit đẳng trục, lượng mactensit lớn hơn hoặc bằng 5% và nhỏ hơn hoặc bằng 20%, và lượng bainit nhỏ hơn hoặc bằng 10%.

Chi tiết tôi cứng bằng cách đập để phosphat hóa có lớp ZnO thu được như vậy theo sáng chế.

Đối với các ứng dụng cho ô tô, sau khi phosphat hóa, mỗi chi tiết được nhúng trong bể điện di. Nó cũng có thể được xem xét để phủ, một cách lần lượt, lớp phủ lót, lớp phủ nền, và tùy ý, lớp vecni hoàn thiện.

Trước khi phủ lớp điện di cho chi tiết này, nó được tẩy dầu mỡ trước, sau đó được phosphat hóa để bảo đảm sự bám dính của lớp điện di. Sau khi phosphat hóa chi tiết tôi cứng bằng cách đập theo sáng chế, chi tiết đã được tôi cứng bằng cách đập thu được bao gồm lớp ZnO và cả lớp tinh thể phosphat trên lớp ZnO này. Mức độ bao phủ tinh thể phosphat là cao trên bề mặt của chi tiết đã được tôi cứng. Tốt hơn là, mức độ bao phủ tinh thể phosphat trên bề mặt chi tiết là lớn hơn hoặc bằng 80%, tốt hơn nữa nếu lớn hơn hoặc bằng 90% và có lợi nếu lớn hơn hoặc bằng 99%.

Lớp điện di tạo ra sự bảo vệ bổ sung cho chi tiết này không bị ăn mòn. Lớp phủ lót, thường được phủ bằng súng phun, tạo ra vẻ bề ngoài cuối của chi tiết và bảo vệ nó khỏi các mảnh đá và khỏi UV. Lớp phủ nền tạo cho chi tiết màu sắc của nó và vẻ bề ngoài cuối cùng. Lớp vecni hoàn thiện tạo cho bề mặt của chi tiết độ bền cơ học tốt, độ bền đối với các tác nhân ăn mòn hoá học, và vẻ bề ngoài của bề mặt tốt.

Nói chung, độ dày của lớp phosphat hóa nằm trong khoảng từ 1 μm đến 2 μm . Các màng phủ được dùng để bảo vệ và bảo đảm vẻ bề ngoài của bề mặt tối ưu cho các chi tiết, bao gồm ví dụ lớp điện di dày từ 8 μm đến 25 μm , lớp phủ lót dày từ 35 μm đến 45 μm và lớp phủ nền dày từ 40 μm đến 50 μm .

Trong trường hợp các màng phủ còn có lớp vecni hoàn thiện, độ dày của các lớp phủ khác nhau nói chung là như sau:

- lớp điện di: từ 8 μm đến 25 μm , tốt hơn là nhỏ hơn 20 μm ,
- lớp phủ lót: nhỏ hơn 45 μm ,
- lớp phủ nền: nhỏ hơn 20 μm , và lớp vecni hoàn thiện: nhỏ hơn 55 μm .

Tốt hơn là, tổng độ dày của các màng phủ nhỏ hơn 120 μm , hoặc thậm chí nhỏ hơn 100 μm .

Dưới đây, sáng chế sẽ được giải thích thông qua các thử nghiệm không làm giới hạn phạm vi của sáng chế.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Đối với tất cả các thử nghiệm, các loại thép như sau được sử dụng: Usibor®1500 hoặc 22MnB5. Chúng được phủ lớp phủ trên cơ sở nhôm chứa 9% silic, 3% sắt, và 88% nhôm, tính theo thành phần khối lượng, có độ dày 14 μm hoặc 25 μm .

Thành phần khối lượng của tấm thép Usibor®1500 được sử dụng trong các ví dụ là như sau: C = 0,2252%; Mn = 1,1735%; P = 0,0126%, S = 0,0009%; N = 0,0037%; Si = 0,2534%; Cu = 0,0187%; Ni = 0,0197%; Cr = 0,180%; Sn = 0,004%; Al = 0,0371%; Nb = 0,008%; Ti = 0,0382%; B = 0,0028 %; Mo = 0,0017%; As = 0,0023% và V = 0,0284%.

Ví dụ, “Usibor® AluSi® 14 μm ” cho biết thép Usibor®1500 như đã được xác định trên đây có lớp phủ trên cơ sở nhôm có thành phần khối lượng bao gồm 9% silic, 3% sắt, và 88% nhôm, có độ dày 14 μm .

Ví dụ, “22MnB5 AlSi 14 μm ” cho biết thép 22MnB5 được tạo ra với lớp phủ trên cơ sở nhôm có thành phần khối lượng bao gồm 9% silic, 3% sắt, và 88% nhôm có độ dày 14 μm .

Ví dụ 1: Thử nghiệm khả năng phosphat hóa và thử nghiệm đặc tính của kẽm:

Thử nghiệm khả năng phosphat hóa được dùng để xác định mức độ phân bố của các tinh thể phosphat trên chi tiết đã được tôi cứng bằng cách đập, cụ thể bằng cách đánh giá mức độ bao phủ trên bề mặt của chi tiết.

Ví dụ 1a:

Trước tiên, các bộ 3 mẫu được tạo ra, ký hiệu là 1, 2, và 3.

Mẫu 1 và 2 thu được từ tấm thép 22MnB5 được tạo ra với lớp phủ trên cơ sở nhôm thứ nhất và lớp phủ ZnO thứ hai có độ dày 0,2 μm theo phương pháp được mô tả trong EP2270257.

Mẫu 3 thu được từ tấm thép Usibor® AluSi® 25 μm .

Mẫu 4 thu được từ tấm thép Usibor® AluSi® 25 μm , còn được tạo ra với lớp phủ kẽm được lắng phủ bằng cách xi măng hóa có độ dày 0,17 μm .

Kẽm lắng phủ được tiến hành bằng cách nhúng trong bể bao gồm NaOH ở nồng độ 150g L^{-1} và ZnO ở nồng độ 15g L^{-1} trong thời gian 5 giây. Nhiệt độ của bể là 60°C .

Đối với mỗi mẫu, tấm thép đã được phủ được cắt để thu được phôi. Phôi này sau đó được nung nóng ở nhiệt độ 900°C trong khoảng thời gian từ 5 phút đến 5 phút 30 giây. Phôi này sau đó được chuyển đến máy dập, sau đó được tôi cứng bằng cách dập để thu được chi tiết. Sau cùng, chi tiết này được làm nguội để đạt được việc tôi cứng do chuyển hóa mactensit.

Sau đó, việc tẩy dầu mỡ được thực hiện bằng cách sử dụng dung dịch chứa Gardoclean® 5176 và Gardobond® H 7352 ở nhiệt độ 55°C . Sau đó, mẫu này được rửa bằng nước. Sau đó, bề mặt của chi tiết được hoạt hoá bằng cách nhúng trong dung dịch chứa Gardolene® V6513 ở nhiệt độ môi trường. Sau cùng, quá trình phosphat hóa được tiến hành bằng cách nhúng trong thời gian 3 phút trong bể chứa dung dịch Gardobond® 24 TA ở nhiệt độ 50°C . Sau đó, chi tiết này được rửa bằng nước được làm khô bằng không khí nóng. Bề mặt của mẫu đã được phosphat hóa được quan sát bằng SEM. Các kết quả được thể hiện trong bảng dưới đây:

Mẫu	1 (theo EP2270257)	2 (theo EP2270257)	3	4
Tấm thép	22MnB5 AlSi 14 μm + ZnO	22MnB5 AlSi 25 μm + ZnO	Usibor® AluSi® 25 μm	Usibor® AluSi® 25 μm + Zn
Thời gian nung nóng ở nhiệt độ 900°C	5 phút 30 giây	5 phút 30 giây	5 phút	5 phút
Kiểu lắng phủ	ZnO được lắng phủ bằng cách phủ	ZnO được lắng phủ bằng cách phủ	X	Zn được lắng phủ bằng cách xi măng hóa
Độ dày của lớp	0,2 μm	0,2 μm	X	0,17 μm
Mức độ bao phủ	65%	20%	0%	> 99%

Lưu ý rằng chỉ Mẫu 4 có mức độ bao phủ tinh thể phosphat cao trên chi tiết đã được tôi cứng.

Ví dụ 1b:

Một loạt mẫu khác được tạo ra, ký hiệu là 4, 5, và 6.

Mẫu 4 thu được từ tấm thép Usibor® AluSi® 25 μm , còn được tạo ra trên một mặt của tấm với một lớp phủ kẽm thứ hai được lắng phủ bằng cách mạ điện có độ dày 1 μm .

Mẫu 5 thu được từ tấm thép Usibor® AluSi® 25 μm còn được tạo ra trên một mặt của tấm với một lớp phủ kẽm thứ hai được lắng phủ bằng cách mạ điện có độ dày 2 μm .

Mẫu 6 thu được từ tấm thép Usibor® AluSi® 25 μm còn được tạo ra trên một mặt của tấm với một lớp phủ kẽm thứ hai được lắng phủ bằng cách mạ điện có độ dày 3 μm .

Để lắng phủ kẽm bằng cách mạ điện, trước tiên, việc tẩy dầu mỡ của tấm được tiến hành bằng cách nhúng trong thời gian 3 giây trong dung dịch Novasclean® 301 ở nhiệt độ 80°C. Tiếp theo, sau bước tẩy dầu mỡ là rửa bằng nước. Sau đó, việc làm sáng được tiến hành bằng cách nhúng trong thời gian 4 giây trong dung dịch axit sulfuric ở nhiệt độ môi trường. Sau bước làm sáng là rửa bằng nước. Sau đó, tấm này được ngâm trong bể điện ly chứa axit sunphric (H_2SO_4) và sulfat kẽm (ZnSO_4) ở nhiệt độ 50°C. Mật độ dòng được áp dụng đối với tấm thép là 80 A/dm². Độ pH của bể là 0,8.

Phương pháp tôi cứng bằng cách đập đã được mô tả trong Ví dụ 1a sau đó được áp dụng đối với các mẫu này. Trong trường hợp này, phôi được nung nóng ở nhiệt độ T1 là 900°C trong thời gian t1 là 6 phút 30 giây. Sau đó, bề mặt của mẫu đã được phosphat hóa được quan sát bằng SEM. Các kết quả được thể hiện trong bảng dưới đây:

Mẫu	4	5	6
Tấm thép	Usibor® AluSi® 25µm + Zn	Usibor® AluSi® 25µm + Zn	Usibor® AluSi® 25µm + Zn
Kiểu lắng phủ	Zn được lắng phủ bằng cách mạ điện	Zn được lắng phủ bằng cách mạ điện	Zn được lắng phủ bằng cách mạ điện
Độ dày của lớp	1 µm	2 µm	3 µm
Tốc độ phủ	95%	60%	65%

Lưu ý rằng chỉ Mẫu 4 thể hiện có mức độ bao phủ tinh thể phosphat cao trên bề mặt của chi tiết đã được tôi cứng.

Đặc tính của kẽm trong quá trình xử lý nhiệt ở nhiệt độ 900°C cũng được quan sát đối với mỗi mẫu từ 4 đến 6. Các tác giả sáng chế đã nghiên cứu đặc tính của kẽm trên mặt xảy ra sự lắng phủ kẽm và trên mặt đối diện không được lắng phủ kẽm. Các Fig. 9 và Fig.10*¹ thể hiện Mẫu 4, 5, và 6 được sắp xếp theo thứ tự này. Các kết quả được thể hiện trong bảng dưới đây:

Mẫu	4	5	6
Độ dày của lớp	1 µm	2 µm	3 µm
Fig.	3		
Đặc tính của kẽm trên bề mặt mà kẽm được lắng phủ	Đặc tính tốt	Đặc tính tốt	Đặc tính tốt
Fig.	4		
Về bề ngoài của bề mặt đối diện	Đặc tính tốt	Có sự khuyếch tán của kẽm trên bề mặt đối diện	Có sự khuyếch tán của kẽm trên bề mặt đối diện

Lưu ý rằng đặc tính của kẽm là tốt trong quá trình xử lý nhiệt, nghĩa là, không có gì đáng chú ý khi báo cáo đối với Mẫu 4. Tuy nhiên, khi độ dày của lớp kẽm là 2 µm hoặc 3 µm (mẫu 5 và 6), kẽm phân tán lên mặt đối diện. Sự

¹*Chú thích: Các Fig. 9 và Fig. 10 không được thể hiện trên hình vẽ.

khuyếch tán của kẽm là bất lợi trên quy mô công nghiệp trong lò xử lý nhiệt để austenit hóa và tôi cứng bằng cách dập này.

Ví dụ 1c:

Một loạt mẫu khác được tạo ra, ký hiệu là 7, 8, và 9.

Mẫu thu được từ các tấm thép Usibor® AluSi® 14μm còn được tạo ra trên một mặt của tấm với một lớp phủ kẽm thứ hai được lắng phủ bằng cách mạ điện sử dụng bể sulfat kẽm. Tùy thuộc vào mẫu, độ dày của lớp phủ kẽm được thay đổi từ 0,5 μm đến 1,5 μm.

Để lắng phủ kẽm bằng cách mạ điện, trước tiên, việc tẩy dầu mỡ tấm này được tiến hành bằng cách nhúng trong thời gian 3 giây trong dung dịch Novasclean® 301 ở nhiệt độ 80°C. Tiếp theo việc tẩy dầu mỡ tiếp đó là rửa bằng nước. Sau đó, tiến hành việc làm sáng bằng cách nhúng trong thời gian 4 giây trong dung dịch axit sulfuric ở nhiệt độ môi trường. Sau việc làm sáng là rửa bằng nước. Tấm này sau đó được ngâm trong bể điện ly chứa H₂SO₄ và ZnSO₄ ở nhiệt độ 50°C. Mật độ dòng được áp dụng đối với tấm thép là 15 A/dm². Độ pH của bể là 3.

Đối với mỗi mẫu, tấm đã phủ được cắt để thu được phôi. Phôi này sau đó được nung nóng ở nhiệt độ 900°C trong thời gian là 5 phút 30 giây. Phôi này sau đó được chuyển đến máy dập, sau đó được tôi cứng bằng cách dập để thu được chi tiết. Sau cùng, chi tiết này được làm nguội để đạt được việc tôi cứng do chuyển hóa mactensit.

Việc tẩy dầu mỡ và phosphat hóa như được xác định trong Ví dụ 1a sau đó được thực hiện đối với các chi tiết đã được tôi cứng bằng cách dập thu được. Bề mặt của mẫu đã được phosphat hóa này được quan sát bằng SEM. Các kết quả được thể hiện trong bảng dưới đây:

Mẫu	000007	8	9
Tấm thép	Usibor® AluSi® 14µm + kẽm	Usibor® AluSi® 14 µm + kẽm	Usibor® AluSi® 14 µm + kẽm
Kiểu lắng phủ	Zn được lắng phủ bằng cách mạ điện	Zn được lắng phủ bằng cách mạ điện	Zn được lắng phủ bằng cách mạ điện
Độ dày của lớp	0,5 µm	1,0 µm	1,5 µm
Tốc độ phủ	>95%	>95%	>98%

Lưu ý rằng tất cả các mẫu đều có mức độ bao phủ tinh thể phosphat cao trên bề mặt của chi tiết đã được tôi cứng.

Ví dụ 2: Thử nghiệm mức độ bám dính của lớp điện di:

Phương pháp này được dùng để xác định độ bám dính của lớp điện di được lắng phủ trên chi tiết đã được tôi cứng bằng cách đập này.

Lớp điện di 20 µm được lắng phủ trên các mẫu từ 7 đến 9 thu được trong Ví dụ 1c. Nhằm mục đích này, các mẫu từ 7 đến 9 được nhúng trong bể chứa dung dịch nước chứa Pigment paste® W9712 và Resin blend® W7911 từ PPG Industries. Áp dụng điện áp 180 V trong thời gian 180 giây với gradien điện áp từ 0 đến 180 V trong thời gian 30 giây đầu tiên. Sau khi tiến hành lắng phủ điện di, chi tiết được rửa trong nước và sau đó được hóa rắn trong lò ở nhiệt độ 178°C trong 30 phút. Các chi tiết sau khi tôi cứng bằng cách đập đã được phủ thu được bằng cách này.

Ví dụ 2a: Thử nghiệm độ bám dính của lớp mạ điện trong điều kiện khô:

Dao cắt được dùng để tạo ô lưới trên các chi tiết đã được phủ. Sau đó, lớp phủ được bóc ra khỏi chi tiết được đánh giá bằng mắt thường: 0 là mỹ mãn, nghĩa là lớp phủ không bị tróc và 5 là rất kém, nghĩa là trên 65% lớp phủ bị tróc. Các kết quả được thể hiện trong bảng dưới đây:

Mẫu	10	11	12
Độ dày Zn	0,5 μm	1,0 μm	1,5 μm
Độ bám dính của lớp phủ	0	0	5

Lưu ý rằng độ bám dính của lớp phủ là mỹ mãn khi chi tiết đã được tôi cứng bằng cách dập được tạo ra từ tấm thép được bố trí lớp phủ kẽm có độ dày 0,5 μm hoặc 1,0 μm . Tuy nhiên, khi chi tiết đã được tôi cứng bằng cách dập được tạo ra từ tấm thép có độ dày lớp kẽm là 1,5 μm , mức độ bám dính của lớp điện di là rất kém.

Ví dụ 2b: Thử nghiệm độ bám dính của lớp mạ điện trong điều kiện ướt:

Trước hết, các chi tiết đã được phủ được ngâm trong nước mềm trong buồng kín trong thời gian 10 ngày ở nhiệt độ 50°C. Sau đó, ô lưới đã được mô tả trong Ví dụ 2a được tạo ra. Thu được các kết quả như sau:

Mẫu	13	14	15
Độ dày Zn	0,5 μm	1,0 μm	1,5 μm
Độ bám dính của lớp phủ	0	1	4,5

Lưu ý rằng độ bám dính của lớp phủ là rất tốt khi chi tiết đã được tôi cứng bằng cách dập được tạo ra từ tấm thép được bố trí lớp phủ kẽm có độ dày 0,5 μm hoặc 1,0 μm . Tuy nhiên, khi chi tiết đã được tôi cứng bằng cách dập được tạo ra từ tấm thép được bố trí lớp kẽm có độ dày 1,5 μm , thì mức độ bám dính của lớp điện di kém.

Ví dụ 3: Thử nghiệm ăn mòn:

Phương pháp này được dùng để xác định khả năng chịu ăn mòn, cụ thể là sự có mặt của gỉ đỏ trên chi tiết đã được phủ.

Các mẫu từ 16 đến 18 được tạo ra bằng cách áp dụng phương pháp được mô tả trong Ví dụ 2. Trong ví dụ này, độ dày của lớp điện di đã được lắng phủ là 8 μm . Nhằm mục đích này, tổng thời gian để lắng phủ lớp điện di được giảm xuống đến 30 giây.

Thử nghiệm này bao gồm việc cho các chi tiết đã được phủ chịu 6 chu trình ăn mòn theo tiêu chuẩn mới VDA 231-102. Chu trình bao gồm việc đặt mẫu trong buồng kín, trong đó dung dịch nước chứa clorua natri 1% khối lượng được phun lên mẫu ở tốc độ 3 mL/h trong khi nhiệt độ được thay đổi từ 50°C đến -15°C và độ ẩm được thay đổi từ 50% đến 100%. Chu trình này được thể hiện trên Fig. 5.

Sự có mặt của gỉ đỏ được đánh giá bằng mắt thường: 3 là mỹ mãn, nói cách khác, có ít hoặc không có gỉ đỏ và 0 là rất kém, nói cách khác, có số lượng lớn gỉ đỏ.

Mẫu	16	17	18
Độ dày Zn	0,5 μm	1,0 μm	1,5 μm
Ăn mòn	2,5	2,5	1

Lưu ý rằng khi chi tiết đã được phủ được tạo ra từ tấm thép được bố trí lớp phủ kẽm có độ dày 0,5 μm hoặc 1,0 μm , khả năng chịu gỉ đỏ là rất tốt. Tuy nhiên, khi chi tiết đã được phủ được tạo ra từ tấm thép được bố trí lớp phủ kẽm có độ dày 1,5 μm , khả năng chịu gỉ đỏ kém.

Các chi tiết đã được tôi cứng theo sáng chế do vậy tạo khả năng bám dính tốt cho phủ và khả năng chịu gỉ đỏ tốt.

Ví dụ 4: Thử nghiệm mức độ bám dính:

Phương pháp này được dùng để xác định lực cần thiết để tách rời hai tấm thép đã được gắn kết với nhau để tạo ra kết cấu nhiều lớp. Các tấm thép này thu được từ các tấm thép Usibor® AluSi® không được phủ hoặc đã được phủ kẽm theo sáng chế.

Nhằm mục đích này, các mẫu 19 và 20 thu được từ tấm thép Usibor® AluSi® dày 14µm còn được bố trí lớp phủ kẽm thứ hai được lắng phủ bằng cách mạ điện có độ dày 0,6 µm.

Các mẫu 21 và 22 thu được từ tấm thép Usibor® AluSi® dày 25 µm còn được bố trí lớp phủ kẽm thứ hai được lắng phủ bằng cách mạ điện có độ dày 0,6 µm.

Các mẫu 23 và 24 thu được từ tấm thép Usibor® AluSi® dày 25 µm.

Để lắng phủ kẽm bằng cách mạ điện, trước hết, việc tẩy dầu mỡ lần thứ nhất đối với tấm này được thực hiện bằng cách phun dung dịch Garboclean® S5170-S5093 ở nhiệt độ 80°C. Sau đó, việc tẩy dầu mỡ lần thứ hai được thực hiện bằng nhúng trong dung dịch này ở nhiệt độ 40°C. Sau khi tẩy dầu mỡ là rửa bằng nước. Sau đó, việc làm sáng được thực hiện bằng dung dịch axit sulfuric. Sau khi làm sáng là rửa bằng nước. Sau đó, tấm này được ngâm trong bể điện phân chứa H₂SO₄ và ZnSO₄.

Sau đó, trong mỗi trường hợp, tấm thép Usibor® AluSi® không được phủ hoặc đã được phủ kẽm được cắt để thu được phôi. Phôi này sau đó được nung nóng ở nhiệt độ 900°C trong thời gian từ 5 đến 10 phút. Phôi này sau đó được chuyển đến máy dập; tiếp đó nó được tôi cứng bằng cách dập để thu được chi tiết. Sau cùng, chi tiết này được làm nguội để đạt được quá trình tôi cứng nhờ biến đổi mactensit.

Đối với mỗi mẫu, hai các tấm thép tương đương được liên kết bằng cách sử dụng chất dính an toàn Betamate 1480V203G của công ty DOW. Sau đó, các mẫu này được nung nóng trong 30 phút ở nhiệt độ 180°C để hóa cứng chất kết dính an toàn. Sau khi làm nguội, ứng suất cơ học được tác động lên cả hai mặt của mỗi tấm để tách rời hai tấm thép này ra. Sau đó, ứng suất cắt trung

binh được đo bằng đơn vị Megapascal (MPa). Các kết quả được thể hiện trong bảng dưới đây:

Mẫu	19	20	21	22	23	24
Tấm thép	Usibor® AluSi® 14 μm + Zn	Usibor® AluSi® 14 μm + Zn	Usibor® AluSi® 25 μm + Zn	Usibor® AluSi® 25 μm + Zn	Usibor® AluSi® 25 μm	Usibor® AluSi® 25 μm
Thời gian nung nóng ở 900°C	5 phút	10 phút	5 phút	10 phút	5 phút	10 phút
Loại lắng phủ	Zn được lắng phủ bằng cách mạ điện	Zn được lắng phủ bằng cách mạ điện	Zn được lắng phủ bằng cách mạ điện	Zn được lắng phủ bằng cách mạ điện	x	x
Độ dày của lớp	0,6 μm±0,2 μm	0,6 μm±0,2 μm	0,6 μm±0,2 μm	0,6 μm±0,2 μm	x	x
Ứng suất cơ học (MPa)	39	38	37	37	37	38

Cần lưu ý rằng ứng suất cắt cao thu được đối với mỗi mẫu. Do vậy, đối với các mẫu từ 19 đến 22, điều này có nghĩa là các bề mặt chung liên kết đã được phủ kẽm, đó là, bề mặt chung giữa lớp phủ trên cơ sở nhôm và lớp ZnO thu được trong khi xử lý nhiệt và bề mặt chung giữa lớp ZnO này và chất kết dính an toàn, không dễ vỡ.

Ví dụ 5: Thử nghiệm hydro khuếch tán

Phương pháp này được dùng để xác định lượng hydro được hấp thụ trong khi xử lý nhiệt austenit.

Mẫu 25 thu được từ tấm thép Usibor® AluSi® dày 25μm còn được bố trí lớp phủ kẽm thứ hai được lắng phủ bằng cách mạ điện có độ dày 0,6 μm.

Mẫu 26 thu được từ tấm thép Usibor® AluSi® dày 25 μm.

Để lắng phủ kẽm bằng cách mạ điện, tiến hành theo phương pháp được mô tả trong Ví dụ 4.

Sau đó, đối với mỗi mẫu, tấm thép Usibor® AluSi® không được phủ hoặc đã được phủ kẽm được cắt để thu được phôi. Sau đó, phôi này được nung nóng ở nhiệt độ 900°C trong thời gian 6 phút 30 giây. Phôi này sau đó được chuyển đến máy dập, và sau đó nó được tôi cứng bằng cách dập để thu được chi tiết. Sau cùng, chi tiết này được làm nguội để thu được quá trình tôi cứng nhờ biến đổi mactensit.

Sau cùng, việc đo lượng hydro được hấp thụ bởi các mẫu trong khi xử lý nhiệt được tiến hành bằng cách giải hấp nhiệt nhờ sử dụng thiết bị phân tích TDA hoặc giải hấp nhiệt. Nhằm mục đích này, mỗi mẫu, được đặt trong buồng thạch anh, được nung nóng từ từ trong lò hồng ngoại dưới dòng nitơ. Hỗn hợp hydro/nitơ giải phóng được thu bởi bộ phát hiện sự rò rỉ và nồng độ của hydro được đo bằng quang phổ kế khối lượng. Các kết quả được thể hiện trong bảng dưới đây:

Mẫu	25	26
Tấm thép	Usibor® AluSi® 25 μm+ Zn	Usibor® AluSi® 25 μm
Thời gian nung nóng ở 900°C	6 phút 30 giây	6 phút 30 giây
Loại lắng phủ	Zn được lắng phủ bằng cách mạ điện	x
Độ dày của lớp	0,6 μm±0,2 μm	x
Lượng hydro được giải hấp (ppm)	0,2	0,15

Cần lưu ý rằng lượng oxy khuếch tán được giải hấp là tương tự với mẫu là tấm thép không được phủ hoặc tấm thép được phủ bằng kẽm theo sáng chế.

Ví dụ 6: Thử nghiệm hàn:

Ví dụ 6a: Khoảng hàn

Phương pháp này được dùng để xác định khoảng cường độ hàn hợp lệ đối với mẫu, đó là, khoảng cường độ mà trên đó việc hàn điểm có thể được thực hiện mà không có các nhược điểm như sự phóng kim loại ra khỏi lớp phủ kim loại. Nói chung, khoảng hàn là lớn hơn 1kA đối với đặc điểm kỹ thuật sản xuất ô tô.

Mẫu 27 thu được từ tấm thép Usibor® AluSi® dày 14 μm còn được bố trí lớp phủ kẽm thứ hai được lắng phủ bằng cách mạ điện có độ dày 0,6 μm .

Đối với việc lắng phủ bằng cách mạ điện, tiến hành theo phương pháp được mô tả trong Ví dụ 4.

Sau đó, mẫu này được cắt để thu được phôi. Phôi này được nung nóng ở nhiệt độ 900°C trong khoảng thời gian 5 phút 30 giây. Sau đó, phôi này được chuyển đến công đoạn dập, sau đó được tôi cứng bằng cách dập để thu được chi tiết. Sau cùng, chi tiết này được làm nguội để có được việc tôi cứng nhờ biến đổi mactensit.

Mẫu 28 được tạo ra bằng cách áp dụng phương pháp được mô tả trong Ví dụ 5.

Trong thử nghiệm này, đối với mỗi mẫu, hai tấm thép tương đương được hàn điểm. Nhằm mục đích này, các điện cực được đặt trên cả hai mặt của mỗi tấm thép được phủ theo sáng chế. Lực nén 450 daN được tác động giữa các điện cực. Dòng điện xoay chiều có tần số 50Hz được tác động lên các điện cực đi qua mẫu, do vậy cho phép hai tấm thép được hàn với nhau. Hơn thế nữa, cường độ 3 kA được bố trí ở thời điểm bắt đầu thử nghiệm và được tăng dần lên để xác định cường độ tối đa (I_{max}) mà tại đó kim loại nóng chảy chảy ra. Sau đó, cường độ này được giảm dần để xác định cường độ tối thiểu (I_{min}) mà tại đó đường kính của mỗi hàn điểm nhỏ hơn giá trị ngưỡng cho phép. Các giới

hạn của khoảng hàn là I_{max} và I_{min}. Các kết quả được thể hiện trong bảng dưới đây:

Mẫu	27	28
Tấm thép	Usibor® AluSi® 14 µm + Zn	Usibor® AluSi® 25 µm+ Zn
Thời gian nung nóng ở 900°C	5 phút 30 giây	6 phút 30 giây
Loại lắng phủ	Zn được lắng phủ bằng cách mạ điện	Zn được lắng phủ bằng cách mạ điện
Zn lớp độ dày	0,6 µm±0,2 µm	0,6 µm±0,2 µm
Khoảng hàn cường độ (kA)	1,6 kA	1,4 kA

Cần lưu ý rằng khoảng hàn của mỗi mẫu là lớn hơn 1 kA.

Ví dụ 6b: Các tính chất cơ học

Phương pháp này được dùng để xác định các tính chất cơ học của mỗi hàn điểm. Nhằm mục đích này, ứng suất cơ học được tác động lên mỗi hàn điểm đến khi nó bị vỡ ra.

Các mẫu 29 và 31 lần lượt tương ứng với các mẫu 27 và 28 trong Ví dụ 6a.

Các mẫu 30 và 32 thu được lần lượt từ các tấm thép Usibor® AluSi® 14 µm và Usibor® AluSi® 25 µm.

Trong thử nghiệm này, các mẫu bao gồm hai tấm thép tương đương được hàn dưới dạng chéo nhau. Lực được tác động để phá vỡ mỗi hàn điểm này. Lực này, được gọi là cường độ kéo ngang (CTS: Cross Tensile Strength), được tính bằng daN. Nó phụ thuộc vào đường kính của mỗi hàn điểm và độ dày của kim loại, đó là, độ dày của thép và của lớp phủ kim loại. Nó có thể cho phép tính toán hệ số α là tỷ số giữa giá trị CTS và sản phẩm của đường kính

mỗi hàn điểm nhân với độ dày của nền mang. Hệ số này được tính bằng daN/mm². Các kết quả được thể hiện trong bảng dưới đây:

Mẫu	29	30	31	32
Tấm thép	Usibor® AluSi® 14 µm + Zn	Usibor® AluSi® 14 µm	Usibor® AluSi® 25 µm+ Zn	Usibor® AluSi® 25 µm
Thời gian nung nóng ở 900°C	5 phút 30 giây	5 phút 30 giây	6 phút 30 giây	6 phút 30 giây
Loại lắng phủ	Zn được lắng phủ bằng cách mạ điện	X	Zn được lắng phủ bằng cách mạ điện	X
Độ dày của lớp	0,6 µm±0,2 µm	x	0,6 µm±0,2 µm	X
α (daN/mm ²)	72	68	70	70

Cần lưu ý rằng các hệ số α đối với các mẫu 29 và 30 và đối với các mẫu 31 và 32 là tương tự nhau.

Ví dụ 6c: Tuổi thọ điện cực

Phương pháp này được dùng để xác định tuổi thọ điện cực, đó là, số lượng mỗi hàn điểm mà có thể được thực hiện với đôi điện cực trước khi các điện cực này bị hư hỏng nặng và chất lượng của mỗi hàn điểm là không thể chấp nhận được nữa.

Các mẫu 33 và 34 lần lượt tương ứng với các mẫu 27 và 28 trong Ví dụ 6a.

Thử nghiệm này được thực hiện với đôi điện cực giống hệt được dùng để thực hiện mỗi hàn điểm và đường kính của chúng được đo trên 100 mỗi hàn. Thực tế, càng nhiều cặp điện cực được dùng để hàn, thì đường kính của mỗi hàn điểm sẽ càng giảm. Do đó, có đường kính tối hạn đối với mỗi hàn điểm trong đặc điểm kỹ thuật sản xuất ô tô. Nói chung, đường kính tối hạn này được

mô tả bằng biểu thức $4x\sqrt{t}$, trong đó t là độ dày của kim loại, đó là, độ dày của tấm tính theo mm. Dưới đường kính này, thì điện cực được xem là đã bị ăn mòn.

Đường kính của mỗi hàn điểm được đo theo số mỗi hàn được thực hiện. Khi độ dày kim loại của các mẫu 33 và 34 là 1,5 mm, thì đường kính tới hạn của mỗi hàn điểm là 4,89 mm. Các thử nghiệm này diễn ra không liên tục sau 1000 mỗi hàn điểm. Các kết quả được thể hiện trong bảng dưới đây:

Đường kính mỗi hàn điểm (mm)	Số lượng mỗi hàn điểm					Các mẫu
	200	400	600	800	1000	
	6,45	6,55	6,40	5,8	5,6	
	6,7	6,6	6,6	6,40	6,3	34

Cần lưu ý rằng đường kính của mỗi hàn điểm là cao hơn nhiều giá trị tới hạn 4,89mm đối với tất cả các mẫu hàn được thực hiện. Ngoài ra, cần lưu ý rằng từ 200 đến 1000 mỗi hàn, đường kính của các mỗi hàn giảm rất ít.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Tấm thép để tôi cứng bằng cách đập được phủ lớp phủ trên cơ sở nhôm, tấm thép này còn có lớp phủ thứ hai là lớp phủ kẽm có độ dày nhỏ hơn hoặc bằng 1,1 μm .
2. Tấm thép theo điểm 1, trong đó độ dày của lớp phủ kẽm nhỏ hơn hoặc bằng 1,0 μm .
3. Tấm thép theo điểm 2, trong đó độ dày của lớp phủ kẽm nhỏ hơn hoặc bằng 0,7 μm .
4. Tấm thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó lớp phủ trên cơ sở nhôm chứa tối đa 3% sắt và từ 9% đến 12% silic, phần còn lại là nhôm.
5. Tấm thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó tấm thép này được phủ lên ít nhất một mặt bằng lớp phủ trên cơ sở nhôm có độ dày nằm trong khoảng từ 5 μm đến 50 μm .
6. Tấm thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó lớp phủ trên cơ sở nhôm được tiếp xúc trực tiếp với lớp phủ kẽm.

7. Tấm thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó tích số giữa độ dày của lớp phủ trên cơ sở nhôm và độ dày của lớp phủ kẽm nằm trong khoảng từ 2 đến 25.

8. Tấm thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó tấm thép này có thành phần khối lượng như sau:

$$0,20\% \leq C \leq 0,25\%$$

$$0,15\% \leq Si \leq 0,35\%$$

$$1,10\% \leq Mn \leq 1,40\%$$

$$0\% \leq Cr \leq 0,30\%$$

$$0\% \leq Mo \leq 0,35\%$$

$$0\% \leq P \leq 0,025\%$$

$$0\% \leq S \leq 0,005\%$$

$$0,020\% \leq Ti \leq 0,060\%$$

$$0,020\% \leq Al \leq 0,060\%$$

$$0,002\% \leq B \leq 0,004\%,$$

phần còn lại là sắt và các tạp chất không thể tránh khỏi thu được từ quy trình sản xuất.

9. Tấm thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó tấm thép này có thành phần khối lượng như sau:

$$0,24\% \leq C \leq 0,38\%$$

$$0,40\% \leq Mn \leq 3\%$$

$$0,10\% \leq Si \leq 0,70\%$$

$$0,015\% \leq Al \leq 0,070\%$$

$$0\% \leq Cr \leq 2\%$$

$$0,25\% \leq Ni \leq 2\%$$

$$0,020\% \leq Ti \leq 0,10\%$$

$$0\% \leq Nb \leq 0,060\%$$

$$0,0005\% \leq B \leq 0,0040\%$$

$$0,003\% \leq N \leq 0,010\%$$

$$0,0001\% \leq S \leq 0,005\%$$

$$0,0001\% \leq P \leq 0,025\%$$

với điều kiện lượng titan và nitơ thỏa mãn:

$$Ti/N > 3,42,$$

và lượng cacbon, mangan, crom, và silic thỏa mãn:

$$2,6C + \frac{Mn}{5,3} + \frac{Cr}{13} + \frac{Si}{15} \geq 1,1\%$$

thành phần này tùy ý còn bao gồm một hoặc nhiều nguyên tố trong số

các nguyên tố sau:

$$0,05\% \leq Mo \leq 0,65\%$$

$$0,001\% \leq W \leq 0,30\%$$

$$0,0005\% \leq Ca \leq 0,005\%,$$

phần còn lại là sắt và các tạp chất không thể tránh khỏi thu được từ quy trình sản xuất.

10. Phương pháp chế tạo tấm thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 9, trong đó việc phủ kẽm được thực hiện bằng cách xi măng hóa, bằng cách mạ điện, hoặc bằng cách lắng phủ pha hơi phun siêu âm trong chân không.

11. Phương pháp theo điểm 10, trong đó khi lớp phủ kẽm được lắng phủ bằng cách xi măng hóa hoặc mạ điện, thì lớp phủ này được lắng phủ trực tiếp trên lớp phủ trên cơ sở nhôm.

12. Phương pháp theo điểm 11, trong đó lớp phủ kẽm được lắng phủ bằng cách xi măng hóa được tiến hành bằng cách nhúng hoặc bằng cách phun.

13. Phương pháp theo điểm 11, trong đó khi lớp phủ được lắng phủ trong chân không bằng hơi phun siêu âm, lớp mỏng làm bằng thép không gỉ được lắng phủ giữa lớp phủ trên cơ sở nhôm và lớp phủ kẽm.

14. Phương pháp chế tạo chi tiết đã được tôi cứng bằng cách đập được phủ bằng lớp phủ dễ phosphat hóa, phương pháp này lần lượt bao gồm các bước sau:

- A) tạo ra tấm thép để tôi cứng bằng cách dập, theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 9 hoặc bằng phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 10 đến 13,
- B) cắt tấm thu được ở bước A) để thu được phôi, sau đó
- C) nung nóng phôi này ở nhiệt độ T1 nằm trong khoảng từ 840°C đến 950°C để thu được cấu trúc hoàn toàn austenit trong thép này,
- D) sau đó chuyển phôi này đến máy dập,
- E) phôi này được dập nóng để thu được chi tiết,
- F) làm nguội chi tiết thu được ở bước E) để thu được cấu trúc thép là mactensit hoặc mactensit-bainit hoặc chứa ít nhất 75% ferit đẳng trục, lượng mactensit lớn hơn hoặc bằng 5% và nhỏ hơn hoặc bằng 20%, lượng bainit nhỏ hơn hoặc bằng 10%.

15. Phương pháp theo điểm 14, trong đó bước C) được thực hiện trong thời gian t1 từ 3 đến 12 phút trong môi trường khí trơ hoặc môi trường chứa không khí.

16. Phương pháp theo điểm 14 hoặc 15, trong đó trong khi thực hiện bước E), việc dập nóng được tiến hành ở nhiệt độ T2 nằm trong khoảng từ 600°C đến 830°C.

17. Chi tiết đã được tôi cứng có thể thu được bằng phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 14 đến 16, bao gồm lớp ZnO và còn có lớp tinh thể phosphat trên lớp ZnO thu được sau bước phosphat hóa bổ sung G).

18. Chi tiết đã được tôi cứng theo điểm 17, trong đó mức độ bao phủ tinh thể phosphat trên bề mặt của chi tiết này là lớn hơn hoặc bằng 90%.

19. Chi tiết đã được tôi cứng theo điểm 18, trong đó mức độ bao phủ tinh thể phosphat trên bề mặt của chi tiết này là lớn hơn hoặc bằng 99%.

20. Chi tiết đã được tôi cứng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 17 đến 19, trong đó chi tiết này còn có lớp điện di trên lớp tinh thể phosphat.

FIG.1

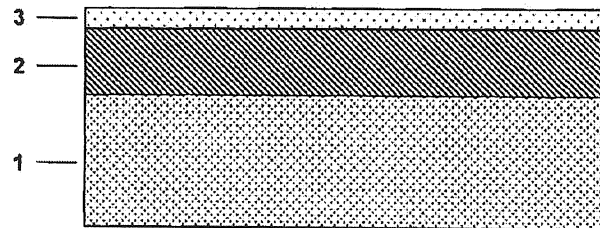


FIG.2

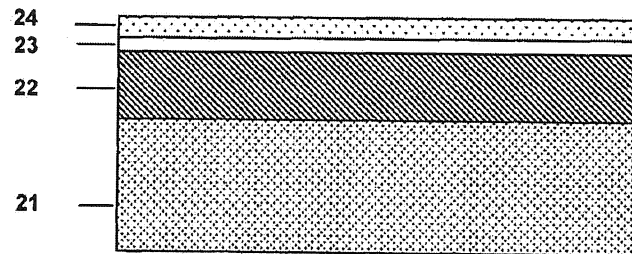


FIG.3

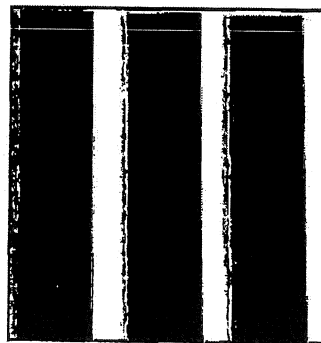


FIG.4



FIG.5

