



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

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

(11)



1-0035702

(51)⁷ **B32B 15/01**; C21D 1/25; C21D 1/26; (13) **B**
C21D 6/00; C21D 8/02; C21D 9/46;
C22C 28/02; C22C 38/00; C22C 38/02;
C22C 38/04; C22C 38/06; C22C 38/08;
C22C 38/12; C22C 38/14; C22C 38/16;
C22C 38/18; C22C 38/40; C22C 38/54;
C23C 2/02; C23C 2/06; C21D 1/18

(21) 1-2018-05583

(22) 10/05/2017

(86) PCT/US2017/031938 10/05/2017

(87) WO 2017/196965 16/11/2017

(30) 62/334,189 10/05/2016 US; 62/396,602 19/09/2016 US

(45) 25/05/2023 422

(43) 25/07/2019 376A

(73) UNITED STATES STEEL CORPORATION (US)

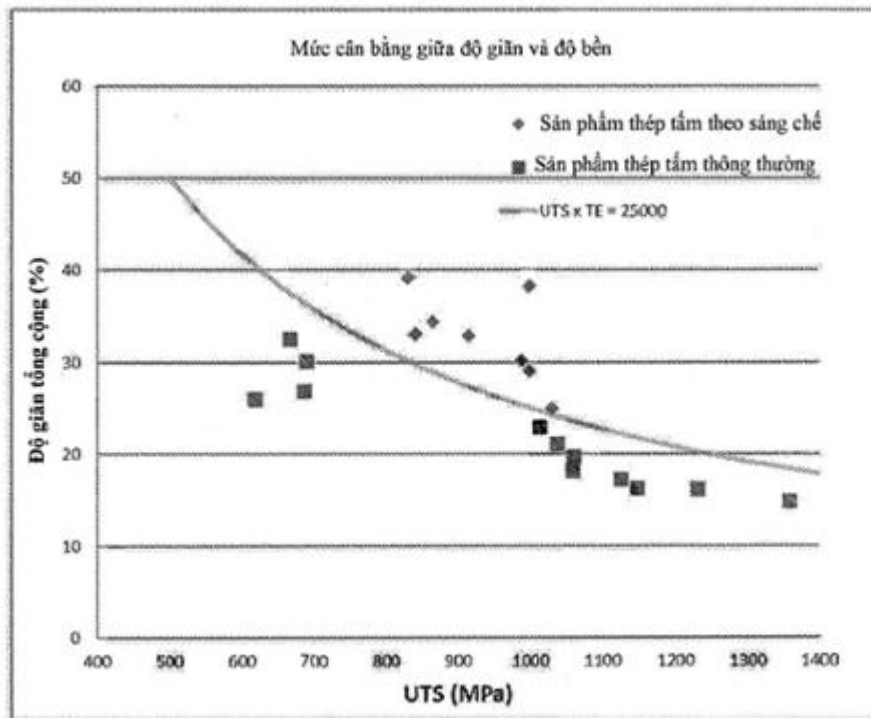
600 Grant Street, Pittsburgh, Pennsylvania 15219, United States of America

(72) HOYDICK, David Paul (US); SILVA, Eduardo Augusto (US); MCCOSBY, Matthew Michael (US).

(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) SẢN PHẨM TẤM THÉP CÁN NGUYÊN VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT SẢN PHẨM NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến các sản phẩm tấm thép có các thành phần được điều chỉnh được trải qua các quy trình ủ hai bước để tạo ra các sản phẩm tấm có các cấu trúc tế vi mong muốn và những đặc tính cơ học tốt như độ bền cao và khả năng tạo hình cực cao. Các loại thép được xử lý theo sáng chế cho thấy sự kết hợp của độ bền kéo giới hạn (Ultimate Tensile Strength - UTS) và độ giãn dài tổng cộng (Total Elongation - TE) UTS•TE lớn hơn 25.000 MPa•%. Các loại thép có các đặc tính này nằm trong lớp các loại thép thế hệ thứ ba có độ bền vượt trội, và rất cần cho các ngành công nghiệp khác nhau bao gồm các hãng sản xuất ô tô.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến các sản phẩm thép có độ bền cao có các đặc tính tốt, và đề cập đến các quy trình ủ để tạo ra các sản phẩm này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong những năm gần đây, ngành thép trên thế giới đã tập trung vào việc phát triển thế hệ thép thứ ba có độ bền vượt trội (Advanced High Strength Steel - AHSS) cho thị trường ô tô. Các loại thép thế hệ thứ ba này có các mức cân bằng tốt giữa độ bền kéo và độ giãn dài tổng cộng $UTS \cdot TE$, điển hình nằm trong phạm vi bằng khoảng 20.000 MPa·% hoặc lớn hơn. Tuy nhiên, ngành thép đã có một thời gian khó khăn trong việc thương mại hóa AHSS thế hệ thứ ba do đa số các cách tiếp cận yêu cầu hàm lượng hợp kim cao, ví dụ, điển hình lớn hơn 4 phần trăm trọng lượng mangan, việc này dẫn đến các khó khăn khi sản xuất các loại thép này bằng thiết bị sản xuất thép thông thường. Ngoài ra, AHSS hiện có khó có thể hàn bằng các kỹ thuật như hàn điểm, khó có thể phủ bằng các lớp phủ mạ kẽm, khó có thể sản xuất thành tấm cỡ mỏng cần cho ứng dụng có tỷ lệ rộng.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề cập đến các sản phẩm tấm thép có các thành phần được điều chỉnh được trải qua các quy trình ủ hai bước để tạo ra các sản phẩm tấm có các cấu trúc tế vi mong muốn và những đặc tính cơ học tốt như độ bền cao và khả năng tạo hình cực tốt. Các loại thép được xử lý theo sáng chế cho thấy các đặc tính kết hợp giữa độ bền kéo và độ giãn dài tổng cộng ($UTS \cdot TE$) lớn hơn 25.000 MPa·% khi được kiểm tra sử dụng các thủ tục kiểm tra kéo đứt theo tiêu chuẩn ASTM hoặc JIS toàn cỡ. Ngoài ra, các loại thép được sản xuất theo sáng chế cho thấy những kết hợp tốt giữa TE và độ nóng rộng lỗ, tức là, cả khả năng tạo hình tổng thể và khả năng tạo hình cục bộ đều tốt. Các loại thép có các đặc tính này nằm trong lớp các loại thép thế hệ thứ ba có độ bền vượt trội, và rất cần cho các ngành công nghiệp khác nhau bao gồm các hãng sản xuất ô tô.

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất sản phẩm tấm thép cán nguội có độ bền cao bao gồm các thành phần: C chiếm từ 0,12 đến 0,5 phần trăm trọng lượng, Mn chiếm

từ 1 đến 3 phần trăm trọng lượng, hỗn hợp của Si và Al chiếm từ 0,8 đến 3 phần trăm trọng lượng, trong đó sản phẩm tấm thép này được trải qua quy trình ủ hai bước, bao gồm các hạt ferit và các hạt auxtenit về cơ bản duy trì đẳng trục có tỷ lệ giãn dài trung bình nhỏ hơn 3:1, và có sự kết hợp giữa độ bền kéo và độ giãn dài tổng cộng $UTS \cdot TE$ lớn hơn 25.000 MPa%.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất sản phẩm tấm thép cán nguội có độ bền cao bao gồm các thành phần: C chiếm từ 0,12 đến 0,5 phần trăm trọng lượng, mangan chiếm từ 1 đến 3 phần trăm trọng lượng, hỗn hợp của Si và Al chiếm từ 0,8 đến 3 phần trăm trọng lượng. Phương pháp này bao gồm các bước: cho sản phẩm tấm thép qua quy trình ủ bước thứ nhất để thu được phần lớn là cấu trúc tế vi mactenxit, và cho sản phẩm tấm thép qua quy trình bước thứ hai bao gồm bước nung sản phẩm tấm trong chế độ nung đều ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 720 đến 850°C, tiếp theo là duy trì sản phẩm tấm ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 370 đến 430°C.

Các khía cạnh này và các khía cạnh khác của sáng chế sẽ trở nên rõ ràng hơn từ phần mô tả sau đây.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ thể hiện các đồ thị về nhiệt độ theo thời gian minh họa quy trình ủ hai bước theo một phương án của sáng chế.

Fig.2 là hình vẽ thể hiện các đồ thị về nhiệt độ theo thời gian minh họa quy trình ủ hai bước theo một phương án khác của sáng chế.

Fig.3 là hình vẽ thể hiện đồ thị về nhiệt độ theo thời gian minh họa quy trình ủ hai bước kết hợp quy trình xử lý nhiệt hai bước với hoạt động phủ kẽm nhúng nóng tùy ý trong một cơ sở sản xuất.

Fig.4 là hình vẽ thể hiện đồ thị về nhiệt độ theo thời gian cho bước thứ hai trong quy trình ủ xác định các miền nung và miền duy trì trong chu trình xử lý nhiệt theo một phương án của sáng chế.

Fig.5 và Fig.6 là các ảnh chụp hiển vi nhiễu xạ điện tử tán xạ ngược (Electron Backscatter Diffraction - EBSD) minh họa cấu trúc tế vi của sản phẩm tấm thép có độ bền cao theo một phương án của sáng chế,

Fig.7 là ảnh chụp hiển vi quang học của sản phẩm tấm thép được trải qua quy

trình xử lý nhiệt thể hiện trên Fig.1, thể hiện hạt ferit tối màu hơn và các hạt auxtenit sáng hơn,

Fig.8 là đồ thị cột minh họa các tỷ lệ giãn dài của các hạt auxtenit thể hiện trên Fig.7.

Fig.9 và Fig.10 là các đồ thị thể hiện sự phân bố cỡ hạt auxtenit và ferit của sản phẩm tấm thép có độ bền cao theo một phương án của sáng chế.

Fig.11 là ảnh chụp hiển vi EBSD minh họa cấu trúc tế vi của sản phẩm tấm thép có độ bền cao được xử lý theo quy trình thể hiện trên Fig.1.

Fig.12 và Fig.13 là các ảnh chụp hiển vi EBSD thể hiện các sản phẩm tấm thép được xử lý theo quy trình thể hiện trên Fig.2.

Fig.14 là ảnh chụp hiển vi EBSD của sản phẩm tấm thép được xử lý theo quy trình thể hiện trên Fig.3.

Fig.15 là đồ thị về độ giãn dài tổng cộng và độ bền kéo của các sản phẩm tấm thép có độ bền cao theo sáng chế so với các sản phẩm tấm thép khác được xử lý ngoài phạm vi của sáng chế.

Fig.16 là đồ thị về độ giãn dài tổng cộng và độ bền kéo của các sản phẩm thép có độ bền cao được tạo ra từ các thử nghiệm cán theo các phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các sản phẩm tấm thép có độ bền cao theo sáng chế có các thành phần được điều chỉnh để, khi kết hợp với các quy trình ủ được điều chỉnh, tạo ra các cấu trúc tế vi mong muốn và những đặc tính cơ học tốt bao gồm độ bền cao và khả năng tạo hình cực tốt. Theo các phương án nhất định, thành phần thép này có thể bao gồm cacbon, mangan và silic, cùng với các phụ gia hợp kim phù hợp bất kỳ khác đã được biết bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng. Các ví dụ về các thành phần thép này bao gồm các khoảng phần trăm trọng lượng của C, Mn, Si, Al, Ti, và Nb được liệt kê trong bảng 1 dưới đây.

Bảng 1

Các thành phần thép (% trọng lượng (Wt.%))

Ví dụ	C	Mn	Si	Al	Si+AL	Ti	Nb
A	0,12-0,5	1-3	0-2	0-2	0,8-3	0-0,05	0-0,05
B	0,15-0,4	1,3-2,5	0,2-1,8	0-1,5	0,9-2,5	0-0,03	0-0,03
C	0,17-0,35	1,5-2,3	0,4-1,5	0-1	1-2	0-0,02	0-0,02

Ngoài lượng C, Mn, Si, Al, Ti và Nb được liệt kê trong bảng 1, các thành phần thép này có thể bao gồm lượng tạp chất không đáng kể của các nguyên tố khác, như S tối đa bằng 0,015% trọng lượng, P tối đa bằng 0,03% trọng lượng, Cu tối đa bằng 0,2% trọng lượng, Ni tối đa bằng 0,02% trọng lượng, Cr tối đa bằng 0,2% trọng lượng, Mo tối đa bằng 0,2% trọng lượng, Sn tối đa bằng 0,1% trọng lượng, N tối đa bằng 0,015% trọng lượng, V tối đa bằng 0,1% trọng lượng, và B tối đa bằng 0,004% trọng lượng. Khi được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ "về cơ bản là không có", khi tham chiếu đến thành phần trong sản phẩm tấm thép, có nghĩa là một nguyên tố hoặc vật liệu riêng biệt không được chủ định thêm vào thành phần này, và chỉ có mặt như một tạp chất với lượng rất nhỏ.

Trong các sản phẩm tấm thép theo sáng chế, C làm tăng độ bền và thúc đẩy sự hình thành auxtenit ổn định. Mn làm tăng cứng và có tác dụng như phụ gia tăng cứng cho dung dịch rắn. Si hạn chế sự kết tủa của sắt cacbit trong khi xử lý nhiệt, và làm tăng sự ổn định của auxtenit. Al hạn chế sự kết tủa của sắt cacbit trong khi xử lý nhiệt, và làm tăng sự ổn định của auxtenit. Ti và Nb có thể có tác dụng như các hạt nâng cao độ bền.

Theo các phương án nhất định, Al có thể có mặt với lượng ít nhất bằng 0,1 phần trăm trọng lượng hoặc ít nhất bằng 0,2 phần trăm trọng lượng. Ví dụ, Al có thể có mặt với lượng nằm trong khoảng từ 0,5 đến 1,2 phần trăm trọng lượng, hoặc từ 0,7 đến 1,1 phần trăm trọng lượng, theo các phương án nhất định. Sản phẩm tấm thép khác có thể về cơ bản là không có Al.

Các sản phẩm tấm thép có các thành phần như được mô tả bên trên được trải qua quy trình ủ hai giai đoạn, như được mô tả đầy đủ hơn dưới đây. Các sản phẩm tấm thu

được tìm thấy sở hữu những đặc tính cơ học tốt bao gồm độ bền kéo, độ giãn dài cao, các giá trị lamda cao, khả năng uốn cao và các tỷ số ứng suất tại giới hạn chảy cao (YS/UTS) như mong muốn

Theo các phương án nhất định, độ bền kéo (UTS) của các sản phẩm tấm thép nằm trong khoảng từ 700 đến 1.100 MPa hoặc lớn hơn. Theo các phương án nhất định, sản phẩm tấm thép có độ bền kéo lớn hơn 700 MPa, ví dụ, nằm trong khoảng từ 720 đến 1.100 MPa, hoặc nằm trong khoảng từ 750 đến 1.050 MPa.

Theo các phương án nhất định, các sản phẩm tấm thép có độ giãn dài tổng cộng (TE) điển hình lớn hơn 22 phần trăm, ví dụ, lớn hơn 27 phần trăm, hoặc lớn hơn 33 phần trăm. Ví dụ, sản phẩm tấm thép này có thể có độ giãn dài tổng cộng ít nhất bằng 20%, ví dụ, nằm trong khoảng từ 22 đến 45%, hoặc nằm trong khoảng từ 25 đến 40%.

Các sản phẩm tấm thép có thể sở hữu các giá trị lamda (λ) khi được đo bằng phép kiểm tra độ nong rộng lỗ tiêu chuẩn điển hình lớn hơn 20 phần trăm, ví dụ, lớn hơn 25 phần trăm, hoặc lớn hơn 30 phần trăm, hoặc lớn hơn 35 phần trăm. Hệ số giãn nở tổng thể hoặc lamda có thể lớn hơn 20%, ví dụ, nằm trong khoảng từ 22 đến 80%, hoặc nằm trong khoảng từ 25 đến 60%.

Theo các phương án nhất định, các giá trị của cả độ giãn dài tổng cộng (TE) và độ nong rộng lỗ (λ) tăng thêm sẽ làm cho các sản phẩm tấm thép có khả năng tạo hình tổng thể và khả năng tạo hình cục bộ đều tốt.

Những mức cân bằng giữa độ bền kéo và độ giãn dài tổng cộng UTS·TE lớn hơn 25.000 quan sát được đối với các sản phẩm tấm thép này, làm cho chúng được xếp vào lớp các loại thép thế hệ thứ ba rất cần cho các ngành công nghiệp như ngành công nghiệp ô tô. Theo các phương án nhất định, các giá trị UTS·TE có thể lớn hơn 30.000, hoặc lớn hơn 35.000.

Theo các phương án nhất định của sáng chế, cấu trúc tế vi thu được của các sản phẩm tấm thép có thể chủ yếu bao gồm ferit, ví dụ, ít nhất nằm trong khoảng từ 50% đến 80% hoặc cao hơn, cùng với lượng nhỏ auxtenit ổn định, ví dụ, nằm trong khoảng từ 5 đến 25%, và lượng mactenxit sạch không đáng kể, ví dụ, nằm trong khoảng từ 0 đến 10% hoặc 15%. Lượng ferit, auxtenit và mactenxit có thể được xác định bằng các kỹ thuật EBSD tiêu chuẩn. Mặt khác, hàm lượng auxtenit ổn định có thể được xác định bằng các phương pháp bão hòa từ. Ngoại trừ được chỉ ra khác đi, còn không thì phần

trăm thể tích của auxtenit ổn định được xác định bằng kỹ thuật EBSD.

Theo các phương án nhất định, auxtenit ổn định nằm trong khoảng từ 1 đến 25 phần trăm thể tích, ví dụ, nằm trong khoảng từ 5 đến 20 phần trăm thể tích. Lượng mactenxit sạch có thể có ít hơn 15 phần trăm thể tích, hoặc ít hơn 10 phần trăm thể tích, hoặc ít hơn 5 phần trăm thể tích. Theo các phương án nhất định, sản phẩm tấm thép về cơ bản là không có mactenxit sạch. Nhận thấy rằng khi lượng mactenxit sạch lớn hơn 15%, thì các giá trị độ nồng rộng lỗ giảm đáng kể, ví dụ, khả năng tạo hình cục bộ bị giảm đi đáng kể.

Ít nhất một phần ferit có thể được tạo thành trong giai đoạn gia nhiệt, như được mô tả sau đây, do sự tái kết tinh và/hoặc việc tôi mactenxit, hoặc trong khi làm mát và trong giai đoạn duy trì của quy trình ủ thứ hai do sự thoái biến của auxtenit. Một số ferit có thể được cho là ferit bainit. Các pha ferit, auxtenit và mactenxit được nghiền thành hạt mịn, ví dụ, có cỡ hạt trung bình nhỏ hơn 10μ , ví dụ, nhỏ hơn 5μ , hoặc nhỏ hơn 3μ . Ví dụ, cỡ hạt ferit có thể nằm trong khoảng nhỏ hơn 10μ , ví dụ, nhỏ hơn 8μ , hoặc nhỏ hơn 6μ . Cỡ hạt auxtenit trung bình có thể nằm trong khoảng nhỏ hơn 2μ , ví dụ, nhỏ hơn 1μ , hoặc nhỏ hơn $0,5\mu$. Cỡ hạt Mactenxit, khi có mặt, có thể nằm trong khoảng nhỏ hơn 10μ , ví dụ, nhỏ hơn 8μ , hoặc nhỏ hơn 6μ .

Các hạt auxtenit có thể về cơ bản là đẳng trục, ví dụ, có tỷ lệ giãn dài trung bình nhỏ hơn 3:1 hoặc nhỏ hơn 2:1, ví dụ, khoảng 1:1. Nhận thấy rằng lượng auxtenit ổn định dưới khoảng 5% làm cho độ giãn dài tổng cộng (TE) giảm đáng kể. Còn nhận thấy rằng lượng auxtenit ổn định trên 25% chỉ có thể thu được tại các mức cacbon rất cao, việc này làm giảm khả năng hàn.

Theo các phương án nhất định của sáng chế, quy trình ủ hai bước được sử dụng để tạo ra các sản phẩm thép có độ bền cao vượt trội với những đặc tính cơ học tốt, như những sản phẩm được mô tả bên trên. Trong mỗi một bước ủ thứ nhất và thứ hai, nhiều hệ phương pháp để tiến hành việc xử lý nhiệt có thể được sử dụng. Các ví dụ về các quy trình ủ hai bước thể hiện trên các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.3 và được mô tả dưới đây. Fig.1 thể hiện dây chuyền sản xuất gồm dây chuyền ủ liên tục (CAL) nối tiếp dây chuyền ủ liên tục (CAL). Fig.2 thể hiện dây chuyền sản xuất gồm dây chuyền CAL cùng với dây chuyền mạ liên tục (CGL). Fig.3 thể hiện dây chuyền được thiết kế riêng biệt cho phép các bước trong dây chuyền CAL + CAL hoặc CAL + CGL được thực hiện trong

một cơ sở. Trong khi phương án gia nhiệt bằng lò nung trực tiếp (Direct-Fired Furnance - DFF) kể đến là gia nhiệt bằng lò nung sử dụng ống bức xạ (Radiant Tube - RT) được thể hiện trên Fig.3, các phương án khác như gia nhiệt hoàn toàn bằng ống bức xạ, gia nhiệt bằng bức xạ điện và loại tương tự có thể được sử dụng để thu được các chu trình xử lý nhiệt mong muốn.

Bước 1

Mục đích của quy trình ở bước thứ nhất là để thu được cấu trúc tế vi mactenxit. Trong giai đoạn ở bước thứ nhất, nhiệt độ ở trên nhiệt độ A_3 có thể thường được sử dụng, ví dụ, nhiệt độ ở thấp nhất bằng 820°C có thể được sử dụng, theo các phương án nhất định, nhiệt độ ở trong giai đoạn thứ nhất có thể điển hình nằm trong khoảng từ 830 đến 980°C , ví dụ, nằm trong khoảng từ 830 đến 940°C , hoặc nằm trong khoảng từ 840 đến 930°C , hoặc nằm trong khoảng từ 860 đến 925°C . Theo các phương án nhất định, nhiệt độ ở đỉnh có thể điển hình được duy trì ít nhất khoảng 20 giây, ví dụ, nằm trong khoảng từ 20 đến 500 giây, hoặc nằm trong khoảng từ 30 đến 200 giây. Gia nhiệt có thể thu được bằng các kỹ thuật thông thường như gia nhiệt bằng lò nung trực tiếp (Direct-Fired Furnance - DFF) trong môi trường oxy hóa hoặc không oxy hóa, DFI có làm giàu oxy, cảm ứng, gia nhiệt bằng ống bức xạ khí đốt, gia nhiệt bằng bức xạ điện và kỹ thuật tương tự. Các ví dụ về các hệ thống gia nhiệt có thể thích hợp để sử dụng trong các quy trình theo sáng chế được bộc lộ trong các patent Mỹ số 5,798,007; 7,368,689; 8,425,225; và 8,845,324, đơn yêu cầu cấp patent Mỹ số 2009/0158975, công bố đơn PCT số WO/2015083047, được chuyển nhượng cho Fives Stein. Các ví dụ khác về các hệ thống gia nhiệt có thể thích hợp để sử dụng trong các quy trình theo sáng chế bao gồm các hệ thống được bộc lộ trong patent Mỹ số 7,384,489 được chuyển nhượng cho Drever International, và patent Mỹ số 9,096,918 được chuyển nhượng cho Nippon Steel và Sumitomo Metal Corporation. Các loại hệ thống và quy trình gia nhiệt phù hợp bất kỳ đã biết khác có thể phù hợp để sử dụng trong bước 1 và bước 2.

Trong giai đoạn thứ nhất, sau khi đạt được nhiệt độ ở đỉnh và được duy trì trong khoảng thời gian mong muốn, thép này được làm nguội về nhiệt độ phòng, hoặc về nhiệt độ được điều chỉnh ở trên nhiệt độ phòng, như được mô tả đầy đủ hơn dưới đây. Nhiệt độ làm nguội có thể không nhất thiết phải là nhiệt độ phòng nhưng nên ở dưới nhiệt độ bắt đầu mactenxit hóa (M_s), và tốt hơn là dưới nhiệt độ kết thúc mactenxit hóa (M_F), để tạo thành phần lớn cấu trúc tế vi mactenxit. Theo các phương án nhất định, giữa quy

trình bước thứ nhất và quy trình bước thứ hai, sản phẩm tấm thép có thể được làm mát về nhiệt độ dưới 300°C, ví dụ, dưới 200°C.

Việc làm nguội có thể thu được bằng các kỹ thuật thông thường như làm nguội bằng nước, làm nguội bằng cách đặt dưới vòi nước hoặc dao cắt bằng nước, làm mát bằng khí, làm mát nhanh sử dụng sự kết hợp của nước lạnh, nước ấm hoặc nước nóng và khí, làm mát bằng dung dịch nước, làm mát bằng chất lỏng hoặc làm mát bằng khí hóa lỏng khác, làm nguội bằng cách cán làm nguội, nước phun sương, làm mát bằng cách nhấp ướt, làm mát bằng cách nhấp ướt trong môi trường không oxy hóa và kỹ thuật tương tự. Tốc độ làm nguội nằm trong khoảng từ 30 đến 2.000°C/giây có thể thường được sử dụng.

Các loại hệ thống làm nguội và làm mát khác nhau cũng như các quy trình đã biết bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng có thể phù hợp để sử dụng trong các quy trình theo sáng chế. Các hệ thống và các quy trình làm mát/làm nguội phù hợp thường được sử dụng dựa trên cơ sở thương mại có thể bao gồm làm nguội bằng nước, làm mát bằng nước phun sương, làm nguội bằng cách nhả khô và nhấp ướt, trong môi trường oxy hóa và không oxy hóa, làm mát bằng cách thay đổi pha alkan lỏng sang pha khí, làm nguội bằng nước nóng, bao gồm làm nguội bằng nước hai bước, làm nguội bằng cách cán, làm mát bằng cách thổi khí hydro hoặc heli nén và kỹ thuật tương tự. Ví dụ, làm mát/làm nguội bằng cách nhả khô và/hoặc nhấp ướt trong môi trường oxy hóa và không oxy hóa như được bộc lộ trong công bố đơn PCT số WO2015/083047 được chuyển nhượng cho Fives Stein, có thể được sử dụng. Các tài liệu patent khác của Fives Stein mô tả các hệ thống và các quy trình làm mát/làm nguội có thể phù hợp để sử dụng trong các quy trình theo sáng chế bao gồm patent Mỹ số 6,464,808B2; 6,547,898B2; và 8,918,199B2, và công bố đơn yêu cầu cấp patent Mỹ số US2009/0158975A1; US2009/0315228A1; và US2011/0266725A1. Các ví dụ khác về các hệ thống và các quy trình làm mát/làm nguội có thể phù hợp để sử dụng trong các quy trình theo sáng chế bao gồm các hệ thống và các quy trình được bộc lộ trong patent Mỹ số 8,359,894B2; 8,844,462B2; và 7,384,489B2, và công bố đơn yêu cầu cấp patent Mỹ số 2002/0017747 A1 và 2014/0083572A1.

Theo các phương án nhất định, sau khi đạt được nhiệt độ ủ đỉnh trong giai đoạn thứ nhất và thép được làm nguội để tạo thành mactenxit, mactenxit này có thể tùy ý được tôi để làm mềm thép đến mức độ nào đó để có thể thực hiện xử lý thêm. Việc tôi được

thực hiện bằng cách nâng nhiệt độ của thép từ phạm vi nhiệt độ phòng đến khoảng 500°C và duy trì khoảng 600 giây. Nếu việc tôi được sử dụng, thì nhiệt độ tôi có thể được duy trì không đổi, hoặc có thể được thay đổi trong khoảng ưu tiên này.

Sau khi tôi, nhiệt độ được hạ xuống nhiệt độ phòng. Tốc độ hạ nhiệt này có thể điển hình nằm trong khoảng từ 1 đến $40^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, ví dụ, nằm trong khoảng từ 2 đến $20^{\circ}\text{C}/\text{giây}$. Trong trường hợp trải qua một cơ sở lò nung, như thể hiện trên Fig.3, việc tôi có thể không cần thiết.

Bước 2

Quy trình bước thứ hai ử có thể bao gồm giai đoạn thứ nhất được thực hiện tại nhiệt độ ử tương đối cao, và giai đoạn thứ hai được thực hiện ở nhiệt độ tương đối thấp. Các giai đoạn này được xác định là miền “nung” và “duy trì” trong bước thứ hai của quy trình ử, như được mô tả trên Fig.4. Các nhiệt độ được điều chỉnh để thúc đẩy sự hình thành cấu trúc tế vi mong muốn trong sản phẩm sau cùng.

Trong giai đoạn ử thứ nhất trong bước thứ hai, nhiệt độ miền nung giữa A_1 và A_3 có thể được sử dụng, ví dụ, nhiệt độ ử thấp nhất bằng 720°C có thể được sử dụng, theo các phương án nhất định, nhiệt độ miền nung có thể điển hình nằm trong khoảng từ 720 đến 850°C , ví dụ, nằm trong khoảng từ 760 đến 825°C . Theo các phương án nhất định, nhiệt độ ử đỉnh có thể điển hình được duy trì ít nhất khoảng 15 giây, ví dụ, nằm trong khoảng từ 20 đến 300 giây, hoặc nằm trong khoảng từ 30 đến 150 giây.

Trong giai đoạn thứ nhất của bước thứ hai, nhiệt độ miền nung có thể đạt được bằng cách gia nhiệt thép từ nhiệt độ tương đối thấp M_s , ví dụ, nhiệt độ phòng, với tốc độ trung bình nằm trong khoảng từ $0,5$ đến $50^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, ví dụ, nằm trong khoảng từ 2 đến $20^{\circ}\text{C}/\text{giây}$. Theo các phương án nhất định, thời gian nâng nhiệt có thể nằm trong khoảng từ 25 đến 800 giây, ví dụ, nằm trong khoảng từ 100 đến 500 giây. Giai đoạn gia nhiệt thứ nhất trong bước thứ hai có thể thu được bằng hệ thống hoặc quy trình gia nhiệt phù hợp bất kỳ, như sử dụng gia nhiệt bằng bức xạ, gia nhiệt cảm ứng, gia nhiệt bằng lò nung trực tiếp và hệ thống tương tự.

Sau khi đạt được miền nhiệt độ nung và được duy trì trong khoảng thời gian mong muốn, thép có thể được làm nguội về nhiệt độ được điều chỉnh nằm trong miền duy trì trên nhiệt độ phòng. Theo các phương án nhất định, sản phẩm tấm thép được duy trì ở nhiệt độ trên 300°C giữa quy trình nung trong bước thứ hai và quy trình duy trì trong

bước thứ hai. Làm mát từ miền nung về miền duy trì có thể thu được bằng các kỹ thuật thông thường như làm mát bằng nước, làm mát bằng khí và kỹ thuật tương tự. Tốc độ làm mát trung bình điển hình nằm trong khoảng từ 5 đến 400°C/giây có thể được sử dụng. Các loại hệ thống làm mát và làm nguội phù hợp bất kỳ có thể phù hợp để sử dụng trong việc làm mát từ nhiệt độ nung về nhiệt độ duy trì, bao gồm các hệ thống được mô tả bên trên.

Theo các phương án của sáng chế, bước tạo miền duy trì được thực hiện ở nhiệt độ điển hình nằm trong khoảng từ 360 đến 440°C, ví dụ, nằm trong khoảng từ 370 đến 430°C. Miền duy trì có thể được duy trì khoảng 800 giây, ví dụ, nằm trong khoảng từ 30 đến 600 giây.

Nhiệt độ miền duy trì có thể được duy trì không đổi, hoặc có thể được thay đổi đến mức độ nào đó nằm trong khoảng nhiệt độ ưu tiên. Sau khi duy trì, thép có thể được gia nhiệt trở lại, như bằng phương pháp gia nhiệt bằng cảm ứng hoặc phương pháp gia nhiệt khác, để đưa vào bể mạ nhúng nóng tại nhiệt độ phù hợp để có được các kết quả mạ tốt, nếu thép được mạ nhúng nóng.

Theo các phương án nhất định, sau khi nhiệt độ trong miền duy trì được duy trì trong khoảng thời gian mong muốn, nhiệt độ có thể được hạ xuống nhiệt độ phòng. Thời gian hạ nhiệt này có thể điển hình nằm trong khoảng từ 10 đến 1.000 giây, ví dụ, nằm trong khoảng từ 20 đến 500 giây. Tốc độ hạ nhiệt này có thể điển hình nằm trong khoảng từ 1 đến 1.000°C/giây, ví dụ, nằm trong khoảng từ 2 đến 20°C/giây.

Theo các phương án nhất định, một hoặc cả bước thứ nhất và bước thứ hai trong các quy trình ủ có thể được thực hiện trên dây chuyền ủ liên tục (CAL). Sau khi đi qua quy trình CAL+CAL, thép có thể được mạ điện phân để tạo ra sản phẩm mạ kẽm.

Theo các phương án nhất định, tấm thép sau khi ủ được mạ nhúng nóng khi kết thúc miền duy trì. Các nhiệt độ mạ có thể điển hình nằm trong khoảng từ 440 đến 480°C, ví dụ, nằm trong khoảng từ 450 đến 470°C. Theo các phương án nhất định, bước mạ có thể được thực hiện như một phần trong bước thứ hai của quy trình ủ trên dây chuyền mạ liên tục (CGL), ví dụ, như thể hiện trên Fig.2. Quy trình CAL + CGL này có thể được sử dụng để tạo ra cả sản phẩm mạ hợp kim kẽm hoặc kẽm nhúng nóng hoặc được gia nhiệt trở lại sau khi phủ để tạo ra loại sản phẩm được phủ bằng cách mạ hợp kim sắt-kẽm. Bước phủ niken tùy ý có thể được thực hiện giữa bước CAL và CGL trong quy

trình để nâng cao các đặc tính của lớp phủ kẽm. Việc sử dụng dây chuyền mạ liên tục trong bước thứ hai làm tăng thêm hiệu quả sản xuất trong việc tạo ra sản phẩm GEN3 được phủ so với việc sử dụng dây chuyền CAL+CAL + EG.

Sản phẩm mạ hoặc sản phẩm mạ hợp kim kẽm nhúng nóng cũng có thể được tạo ra trên dây chuyền CGL được thiết kế riêng biệt, trong đó 2 bước có thể được thực hiện trong một dây chuyền, như thể hiện trên Fig.3. Việc mạ cũng có thể là một lựa chọn trong trường hợp này. Ngoài ra, một cơ sở sản xuất có thể được thiết kế riêng biệt và được xây dựng để kết hợp quy trình xử lý nhiệt hai bước để tạo ra các loại thép thể hệ thứ ba không được phủ như được chỉ ra trong sáng chế này.

Các ví dụ sau đây nhằm minh họa các khía cạnh khác nhau của sáng chế và không nhằm để giới hạn phạm vi của sáng chế.

Ví dụ 1

Tấm thép cán nguội có thành phần như được liệt kê trong bảng 2, mẫu số 1, được trải qua quy trình ủ hai bước như được minh họa trên Fig.1. Cấu trúc tế vi của sản phẩm thu được thể hiện trên Fig.5 và Fig.6. Các kỹ thuật EBSD sử dụng phần mềm xử lý ảnh hiển vi định hướng EDAX bản thương mại thể hiện các hạt ferit tối màu và các hạt auxtenit sáng màu trên Fig.5.

Ví dụ 2

Tấm thép cán nguội có thành phần như được liệt kê trong bảng 2, mẫu số 2, được trải qua quy trình ủ hai bước như được minh họa trên Fig.1. Cấu trúc tế vi của sản phẩm thu được được thể hiện trên Fig.11. Những đặc tính cơ học của mẫu số 2 được liệt kê trong bảng 2. Phân bố cỡ hạt của ferit và auxtenit thể hiện tương ứng trên Fig.9 và Fig.10. Cỡ hạt auxtenit trung bình nhỏ hơn 1μ và cỡ hạt ferit trung bình nhỏ hơn 10μ .

Cấu trúc tế vi có ferit chiếm khoảng 80 phần trăm thể tích với cỡ hạt trung bình bằng khoảng 5μ , auxtenit ổn định chiếm 10 phần trăm thể tích về cơ bản có các hạt đẳng trục và cỡ hạt trung bình bằng khoảng $0,5\mu$, và mactenxit sạch chiếm khoảng 10 phần trăm thể tích với cỡ hạt trung bình bằng khoảng 5μ . Những đặc tính cơ học của mẫu số 1 được liệt kê trong bảng 2 dưới đây.

Ví dụ 3

Tấm thép cán nguội có thành phần như được liệt kê trong bảng 2, mẫu số 3, được

trải qua quy trình ủ hai bước như được minh họa trên Fig.2. Cấu trúc tế vi của sản phẩm thu được thể hiện trên Fig.12 và Fig.13. Trên Fig.13, auxtenit có màu sáng và ferit có màu tối. Những đặc tính cơ học của mẫu số 3 được liệt kê trong bảng 2.

Ví dụ 4

Tấm thép cán nguội có thành phần như được liệt kê trong bảng 2, mẫu số 4, được trải qua quy trình ủ hai bước như được minh họa trên Fig.3. Cấu trúc tế vi của sản phẩm thu được thể hiện trên Fig.14. Trên Fig.14, auxtenit có màu sáng và ferit có màu tối. Những đặc tính cơ học của mẫu số 4 được liệt kê trong bảng 2.

Ví dụ 5

Tấm thép cán nguội có thành phần như được liệt kê trong bảng 2, mẫu số 5, được trải qua quy trình ủ hai bước như được minh họa trên Fig.1. Những đặc tính cơ học của mẫu số 5 được liệt kê trong bảng 2.

Ví dụ 6

Tấm thép cán nguội có thành phần như được liệt kê trong bảng 2, mẫu số 6, được trải qua quy trình ủ hai bước như được minh họa trên Fig.1, những đặc tính cơ học của mẫu số 6 được liệt kê trong bảng 2. Fig.7 là hình ảnh quang học thể hiện cấu trúc tế vi của thép thể hiện trên Fig.2, mẫu số 6 được trải qua quy trình ủ hai bước thể hiện trên Fig.1. Trên Fig.7, các vùng tối của ảnh chụp hiển vi là các hạt ferit, trong khi các vùng sáng là các hạt auxtenit. Fig.8 là đồ thị minh họa tỷ lệ giãn dài của các hạt auxtenit thể hiện trên Fig.7. Hình ảnh quang học trên Fig.7 được sử dụng để xác định tỷ lệ giãn dài của các hạt auxtenit sử dụng phân tích hình ảnh bằng phần mềm có bán trên thị trường. Fig.7 thể hiện rằng tỷ lệ giãn dài trung bình nhỏ hơn 3:1 đối với các hạt auxtenit.

Ví dụ 7

Tấm thép cán nguội có thành phần như được liệt kê trong bảng 2, mẫu số 7, được trải qua quy trình ủ hai bước như được minh họa trên Fig.2. Những đặc tính cơ học của mẫu số 7 được liệt kê trong bảng 2.

Ví dụ 8

Tấm thép cán nguội có thành phần như được liệt kê trong bảng 2, mẫu số 8, được trải qua quy trình ủ hai bước như được minh họa trên Fig.3. Những đặc tính cơ học của mẫu số 8 được liệt kê trong bảng 2.

Các loại thép trong các ví dụ từ 1 đến 8 cho thấy các mức UTS nằm trong khoảng từ 700 đến 1.100 MPa.

Các ví dụ so sánh từ 1 đến 4

Các loại tấm thép cán nguội có các thành phần như được liệt kê trong bảng 2, các mẫu số từ C1 đến C4, được trải qua quy trình ủ hai bước như được minh họa trên Fig.1. Những đặc tính cơ học của các mẫu số từ C1 đến C4 được liệt kê trong bảng 2, các loại thép trong các ví dụ so sánh từ 1 đến 4 cho thấy các mức UTS nhỏ hơn 700 MPa.

Các loại tấm thép cán nguội có các thành phần như được liệt kê trong bảng 2, các mẫu số từ C5 đến C8, được trải qua quy trình ủ hai bước như được minh họa trên Fig.1. Những đặc tính cơ học của các mẫu số từ C5 đến C8 được liệt kê trong bảng 2. Các loại thép trong các ví dụ so sánh từ 5 đến 8 cho thấy các mức UTS lớn hơn 1.100 MPa.

Các ví dụ so sánh từ 9 đến 11

Các loại tấm thép cán nguội có các thành phần như được liệt kê trong bảng 2, các mẫu số từ C9 đến C11, được trải qua quy trình ủ hai bước tương tự với quy trình được minh họa trên Fig.1, ngoại trừ nhiệt độ nung hoặc nhiệt độ duy trì trong bước ủ thứ hai nằm ngoài các khoảng ưu tiên theo sáng chế. Những đặc tính cơ học của các mẫu số từ C9 đến C11 được liệt kê trong bảng 2.

Ví dụ so sánh 12

Tấm thép cán nguội có thành phần được liệt kê trong bảng 2, mẫu số C12, được trải qua quy trình ủ hai bước tương tự với quy trình được minh họa trên Fig.2, ngoại trừ miền duy trì nhiệt độ trong bước ủ thứ hai nằm ngoài khoảng ưu tiên theo sáng chế. Những đặc tính cơ học của mẫu số C12 được liệt kê trong bảng 2.

Bảng 2

Mẫu số	Loại sản phẩm	Quy trình	C	Mn	Si	Khác	YS (MPa)	UTS (MPa)	TE (%)	UTS*TE	Lamda
1	CR 780 GEN3 độ giãn dài cao	CAL + CAL	0,22	1,5	1,5		657	831	39,2	32575	44
2	CR 980 GEN3	CAL + CAL	0,185	2,2	1,4		630	1030	25	25750	30
3	980 GEN3 nhúng nóng	CAL + CGL	0,22	2,25	0,45	0,8 Al 0,02 Ti 0,02 Nb	576	988	30,2	29838	20
4	980 GEN3 nhúng nóng	Quy trình đơn trong CGL được thiết kế mới	0,185	2,2	1,4		580	998	29,1	29042	
5	CR 980 GEN3 độ giãn dài cao	CAL + CAL	0,35	1,5	1,5		685	999	38,2	38161	25
6	CR 780 GEN3	CAL + CAL	0,175	1,8	1,5		630	840	33	27720	45
7	780 GEN3 nhúng nóng	CAL + CGL	0,2	2,3	0,4	1,0 Al	533	915	32,8	30012	30
8	780 GEN3 nhúng nóng	Quy trình đơn trong CGL được thiết kế mới	0,2	2,3	0,4	1,0 Al	589	865	34,4	29756	

C1	Hợp kim 1	CAL+ CAL	0,105	1,55	1,2		512	666	32,6	21712	67
C2	Hợp kim 2	CAL+ CAL	0,14	1,5	1,3		556	690	30,2	20838	59
C3	Hợp kim 3	CAL+ CAL	0,17	1,1	1,1		560	686	26,9	18453	53
C4	Hợp kim 4	CAL+ CAL	0,13	0,9	0,9		533	618	26,0	16068	81
C5	Hợp kim 1	CAL+ CAL	0,21	2,15	1,5	0,003 B	597	1125	17,2	19350	25
C6	Hợp kim 2	CAL+ CAL	0,2	2,2	1,5	0,2 Mo	585	1148	16,3	18712	13
C7	Hợp kim 3	CAL+ CAL	0,23	2,4	1,5	0,003 B	683	1231	16,2	19942	6,7
C8	Hợp kim 4	CAL+ CAL	0,19	2,64	2,0		635	1359	14,8	20113	3,4
C9	Hợp kim 1 – Nung cao (849 C)	CAL+ CAL	0,18	2,2	1,34		693	1058	18,2	19256	25
C10	Hợp kim 2 – Duy trì cao (350 C)	CAL+ CAL	0,18	2,2	1,34		602	1035	21,2	21942	30
C11	Hợp kim 3 – Duy trì cao (450 C)	CAL+ CAL	0,18	2,2	1,34		477	1059	19,7	20862	19
C12	Hợp kim 4 – Duy trì cao (471 C)	CAL+ CAL	0,22	2,4	0,4	0,8 Al	465	1012	23,0	23276	16,5

Fig.15 thể hiện các đồ thị độ giãn dài tổng cộng (TE) và độ bền kéo (UTS) của các mẫu từ 1 đến 8 trong các ví dụ từ 1 đến 8, cũng như các mẫu từ C1 đến C12 trong các ví dụ so sánh từ C1 đến C12. Một đường tương ứng với $UTS \cdot TE$ bằng 25.000 được vẽ phác thảo trên Fig.15. Như có thể thấy, mẫu tấm thép có độ bền cao được tạo ra theo sáng chế sở hữu sự kết hợp giữa độ bền kéo và độ giãn dài ưu việt hơn so với các mẫu so sánh, tức là, các đặc tính giãn tổng cộng cao tại các mức UTS cao quan sát được đối với các ví dụ về sáng chế. Các loại thép mẫu 1 đến mẫu 8 thuộc vào lớp các loại thép thể hệ thứ ba có độ bền vượt trội, rất cần cho ngành công nghiệp ô tô và các ngành công nghiệp khác.

Ví dụ 9

Các thử nghiệm cán được thực hiện đối với các mẫu được gắn nhãn M1 đến M5 trong bảng 3 dưới đây sử dụng quy trình CAL+CAL hoặc CAL+CGL. Đối với các mẫu M1, M2 và M5, các thời điểm xử lý theo quy trình CAL+CAL và các nhiệt độ thể hiện trên Fig.1 được sử dụng. Đối với các mẫu M3 và M4, các thời điểm xử lý theo quy trình CAL+CGL và các nhiệt độ thể hiện trên Fig.2 được sử dụng.

Bảng 3

Kết quả thử nghiệm cán

Thử nghiệm cán số	Quy trình	C	Mn	Si	Khác	Phủ	YS (MPa)	UTS (MPa)	TE (%)	UTS*TE	Lambda
M1	CAL + CAL	0,22	1,4	1,4		Không	627	810	38,6	31266	61
M2	CAL + CAL	0,185	2,2	1,4		Không	624	1009	25	25255	38
M3	CAL + CAL	0,23	2,4	0,4	0,8 Al, 0,02 Ti, 0,02 Nb	HDGI	567	989	26,4	26110	24
M4	CAL + CAL	0,22	2,3	0,4	0,8 Al, 0,02 Ti, 0,02 Nb	HDGI	655	941	30,9	29077	33
M5	CAL + CAL	0,19	2,25	1,5		Không	635	1048	25,3	26514	29

Fig.16 thể hiện các mức cân bằng về độ bền-độ giãn dài của các vật liệu thử nghiệm cán, tất cả đều đáp ứng $UTS \cdot TE$ tối thiểu bằng 25.000. Các vật liệu thử nghiệm

cho thấy các giá trị lamda lớn hơn 20%.

Khi được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ "bao gồm", "chứa" và các thuật ngữ tương tự được hiểu theo ngữ cảnh của sáng chế là đồng nghĩa với thuật ngữ "gồm có" và do đó mà không có hạn chế và không loại trừ sự hiện diện của các nguyên tố, vật liệu, pha hoặc các bước trong phương pháp chưa được chỉ ra cụ thể. Khi được sử dụng trong bản mô tả này, "gồm" được hiểu theo ngữ cảnh của sáng chế là để loại trừ sự hiện diện của nguyên tố, vật liệu, pha bất kỳ hoặc bước trong phương pháp chưa được chỉ ra cụ thể. Khi được sử dụng trong bản mô tả này, "về cơ bản gồm" được hiểu theo ngữ cảnh của sáng chế là để bao gồm nguyên tố, vật liệu, pha hoặc các bước trong phương pháp cụ thể, khi được áp dụng và còn bao gồm các nguyên tố, vật liệu, pha hoặc các bước trong phương pháp chưa được chỉ rõ cốt yếu để không ảnh hưởng đến bản chất và tính mới của sáng chế.

Tuy rằng các khoảng số học và các tham số thiết lập để bao quát phạm vi của sáng chế là các giá trị gần đúng, nhưng các giá trị số học thiết lập trong các ví dụ cụ thể được báo cáo chính xác nhất có thể. Tuy nhiên, một giá trị số học bất kỳ vốn dĩ vẫn chứa các sai số nhất định phát sinh từ sự biến thiên tiêu chuẩn phát hiện được trong các phép đo kiểm tra tương ứng của chúng.

Ngoài ra, cần phải hiểu rằng khoảng số học bất kỳ được trích dẫn trong bản mô tả này là nhằm để bao gồm toàn bộ các khoảng con nằm trong đó. Ví dụ, khoảng "từ 1 đến 10" là nhằm để bao gồm toàn bộ các khoảng con trong đó (và bao gồm) giá trị trích dẫn nhỏ nhất bằng 1 và giá trị trích dẫn lớn nhất bằng 10, tức là có giá trị nhỏ nhất bằng hoặc lớn hơn 1 và giá trị lớn nhất bằng hoặc nhỏ hơn 10.

Trong sáng chế, việc sử dụng dạng thức số ít bao gồm dạng thức số nhiều và dạng thức số nhiều bao hàm dạng thức số ít, trừ khi được nêu khác đi, còn không thì trong sáng chế, việc sử dụng "hoặc" có nghĩa là "và/hoặc" trừ khi được nêu khác đi, mặc dù "và/hoặc" có thể rõ ràng được sử dụng trong các trường hợp nhất định, trong sáng chế và các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo, các mạo từ "một" bao gồm các ám chỉ số nhiều trừ khi bị giới hạn về mặt diễn đạt không rõ ràng ở một ám chỉ.

Trong khi các phương án cụ thể của sáng chế được mô tả bên trên với mục đích minh họa, sẽ rõ ràng với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng rằng các biến thể khác nhau về nội dung chi tiết của sáng chế có thể được tạo ra mà không trệt khỏi phạm vi của sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Sản phẩm tấm thép cán nguội có độ bền cao bao gồm: C chiếm từ 0,12 đến 0,5 phần trăm trọng lượng, Mn chiếm từ 1 đến 3 phần trăm trọng lượng, và sự kết hợp của Si và Al chiếm từ 0,8 đến 3 phần trăm trọng lượng, trong đó sản phẩm tấm thép này được trải qua quy trình ủ hai bước, bao gồm ít nhất 50 phần trăm thể tích ferit và từ 5 đến 25 phần trăm thể tích các hạt auxtenit về cơ bản duy trì đẳng trục có tỷ lệ giãn dài trung bình nhỏ hơn 2,0:1 và kích thước hạt trung bình nhỏ hơn 1 micron, và có sự kết hợp của độ bền kéo giới hạn (Ultimate Tensile Strength - UTS) và độ giãn dài tổng cộng (Total Elongation - TE) $UTS \cdot TE$ lớn hơn 25.000 MPa%.
2. Sản phẩm tấm thép cán nguội có độ bền cao theo điểm 1, trong đó Si chiếm đến 2 phần trăm trọng lượng, Al chiếm đến 2 phần trăm trọng lượng, và sản phẩm tấm thép còn có Ti chiếm đến 0,05 phần trăm trọng lượng, và Nb chiếm đến 0,05 phần trăm trọng lượng.
3. Sản phẩm tấm thép cán nguội có độ bền cao theo điểm 2, trong đó C chiếm từ 0,15 đến 0,4 phần trăm trọng lượng, Mn chiếm từ 1,3 đến 2,5 phần trăm trọng lượng, Si chiếm từ 0,2 đến 1,8 phần trăm trọng lượng, Al chiếm đến 1,5 phần trăm trọng lượng, Ti chiếm đến 0,03 phần trăm trọng lượng, và Nb chiếm đến 0,03 phần trăm trọng lượng.
4. Sản phẩm tấm thép cán nguội có độ bền cao theo điểm 2, trong đó C chiếm từ 0,17 đến 0,35 phần trăm trọng lượng, Mn chiếm từ 1,5 đến 2,3 phần trăm trọng lượng, Si chiếm từ 0,4 đến 1,5 phần trăm trọng lượng, Al chiếm đến 1 phần trăm trọng lượng, Ti chiếm đến 0,02 phần trăm trọng lượng và Nb chiếm đến 0,02 phần trăm trọng lượng.
5. Sản phẩm tấm thép cán nguội có độ bền cao theo điểm 1, trong đó sản phẩm tấm thép bao gồm ít hơn 15 phần trăm thể tích mactenxit sạch.
6. Sản phẩm tấm thép cán nguội có độ bền cao theo điểm 1, trong đó sản phẩm tấm thép này có độ bền kéo giới hạn từ 720 đến 1.100 MPa và có độ giãn dài tổng cộng ít nhất bằng 20 phần trăm.
7. Sản phẩm tấm thép cán nguội có độ bền cao theo điểm 1, trong đó sản phẩm tấm thép này có độ nóng rộng lỗ lớn hơn 20 phần trăm.
8. Sản phẩm tấm thép cán nguội có độ bền cao theo điểm 1, trong đó $UTS \cdot TE$ ít nhất bằng 30.000 MPa%.

9. Sản phẩm tấm thép cán nguội có độ bền cao theo điểm 1, trong đó sản phẩm này còn bao gồm lớp phủ bằng kẽm trên sản phẩm tấm thép.

10. Phương pháp sản xuất sản phẩm tấm thép cán nguội có độ bền cao bao gồm: C chiếm từ 0,12 đến 0,5 phần trăm trọng lượng, mangan chiếm từ 1 đến 3 phần trăm trọng lượng, và sự kết hợp của Si và Al chiếm từ 0,8 đến 3 phần trăm trọng lượng, trong đó phương pháp này bao gồm các bước:

cho sản phẩm tấm thép qua quy trình ủ bước thứ nhất để thu được phần lớn cấu trúc tế vi mactenxit; và

cho sản phẩm tấm thép qua quy trình bước thứ hai bao gồm nung sản phẩm tấm trong chế độ nung đều ở nhiệt độ từ 720 đến 850°C, tiếp theo là duy trì sản phẩm tấm ở nhiệt độ từ 360 đến 440°C, trong đó sản phẩm tấm thép bao gồm ít nhất 50 phần trăm thể tích ferit và từ 5 đến 25 phần trăm thể tích các hạt auxtenit về cơ bản duy trì đẳng trục có tỷ lệ giãn dài trung bình nhỏ hơn 2,0:1 và kích thước hạt trung bình nhỏ hơn 1 micron, và có sự kết hợp của độ bền kéo giới hạn và độ giãn dài tổng cộng UTS·TE lớn hơn 25.000 MPa%.

11. Phương pháp theo điểm 10, trong đó quy trình ủ bước thứ nhất được thực hiện ở nhiệt độ trên 820°C.

12. Phương pháp theo điểm 10, trong đó quy trình ủ bước thứ nhất được thực hiện ở nhiệt độ từ 830 đến 940°C.

13. Phương pháp theo điểm 10, trong đó sản phẩm tấm thép được làm nguội đến nhiệt độ dưới 300°C giữa quy trình bước thứ nhất và quy trình bước thứ hai.

14. Phương pháp theo điểm 10, trong đó sản phẩm tấm thép được duy trì ở nhiệt độ trên 300°C giữa quy trình nung bước thứ hai và quy trình duy trì bước thứ hai.

15. Phương pháp theo điểm 10, trong đó quy trình ủ bước thứ nhất được thực hiện trên dây chuyền ủ liên tục, và quy trình bước thứ hai được thực hiện trên dây chuyền ủ liên tục.

16. Phương pháp theo điểm 15, trong đó cùng dây chuyền ủ liên tục được sử dụng cho cả quy trình ủ bước thứ nhất và quy trình bước thứ hai.

17. Phương pháp theo điểm 15, trong đó các dây chuyền ủ liên tục riêng biệt được sử dụng cho quy trình ủ bước thứ nhất và quy trình bước thứ hai.

18. Phương pháp theo điểm 10, trong đó quy trình ủ bước thứ nhất được thực hiện trên dây chuyền ủ liên tục, và quy trình bước thứ hai được thực hiện trên dây chuyền mạ liên tục.
19. Phương pháp theo điểm 10, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước phủ điện phân sản phẩm tấm thép bằng lớp phủ kẽm.
20. Phương pháp theo điểm 10, trong đó Si chiếm đến 2 phần trăm trọng lượng, Al chiếm đến 2 phần trăm trọng lượng, và sản phẩm tấm thép còn có Ti chiếm đến 0,05 phần trăm trọng lượng, và Nb chiếm đến 0,05 phần trăm trọng lượng.
21. Phương pháp theo điểm 20, trong đó C chiếm từ 0,15 đến 0,4 phần trăm trọng lượng, Mn chiếm từ 1,3 đến 2,5 phần trăm trọng lượng, Si chiếm từ 0,2 đến 1,8 phần trăm trọng lượng, Al chiếm đến 1,5 phần trăm trọng lượng, Ti chiếm đến 0,03 phần trăm trọng lượng, và Nb chiếm đến 0,03 phần trăm trọng lượng.
22. Phương pháp theo điểm 20, trong đó sản phẩm tấm thép cán nguội có độ bền cao theo điểm 2, trong đó C chiếm từ 0,17 đến 0,35 phần trăm trọng lượng, Mn chiếm từ 1,5 đến 2,3 phần trăm trọng lượng, Si chiếm từ 0,4 đến 1,5 phần trăm trọng lượng, Al chiếm đến 1 phần trăm trọng lượng, Ti chiếm đến 0,02 phần trăm trọng lượng và Nb chiếm đến 0,02 phần trăm trọng lượng.
23. Phương pháp theo điểm 10, trong đó sản phẩm tấm thép bao gồm ít hơn 15 phần trăm thể tích mactenxit sạch.
24. Phương pháp theo điểm 10, trong đó sản phẩm tấm thép có độ bền kéo giới hạn từ 720 đến 1.100 MPa và có độ giãn dài tổng cộng ít nhất là 20 phần trăm.
25. Phương pháp theo điểm 10, trong đó sản phẩm tấm thép có độ nong rộng lỗ lớn hơn 20 phần trăm.
26. Phương pháp theo điểm 10, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước phủ lớp phủ kẽm lên sản phẩm tấm thép.

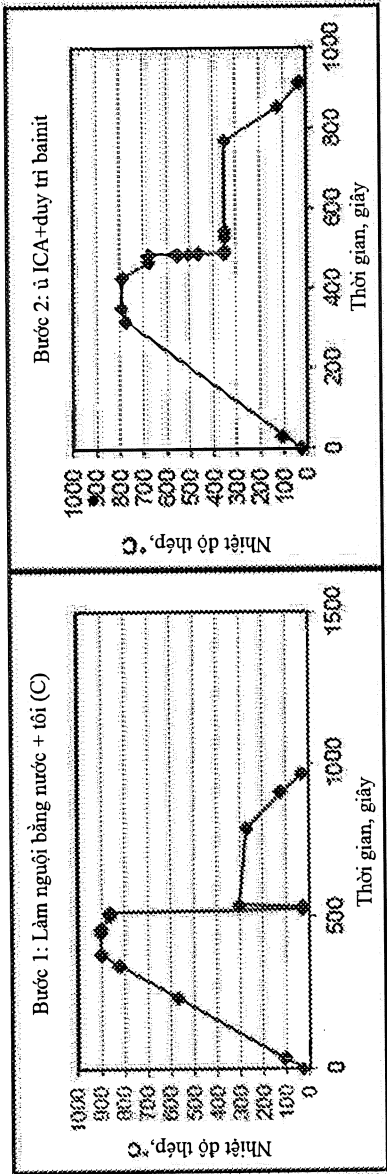


Fig.1

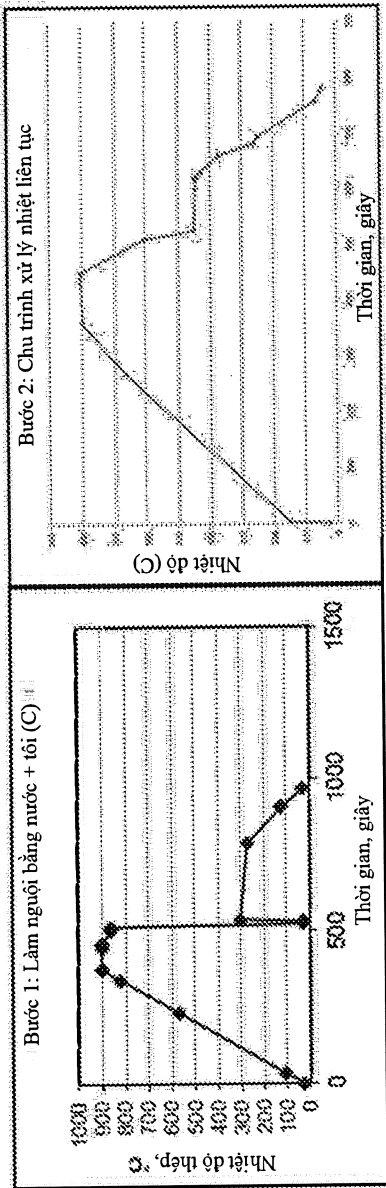


Fig.2

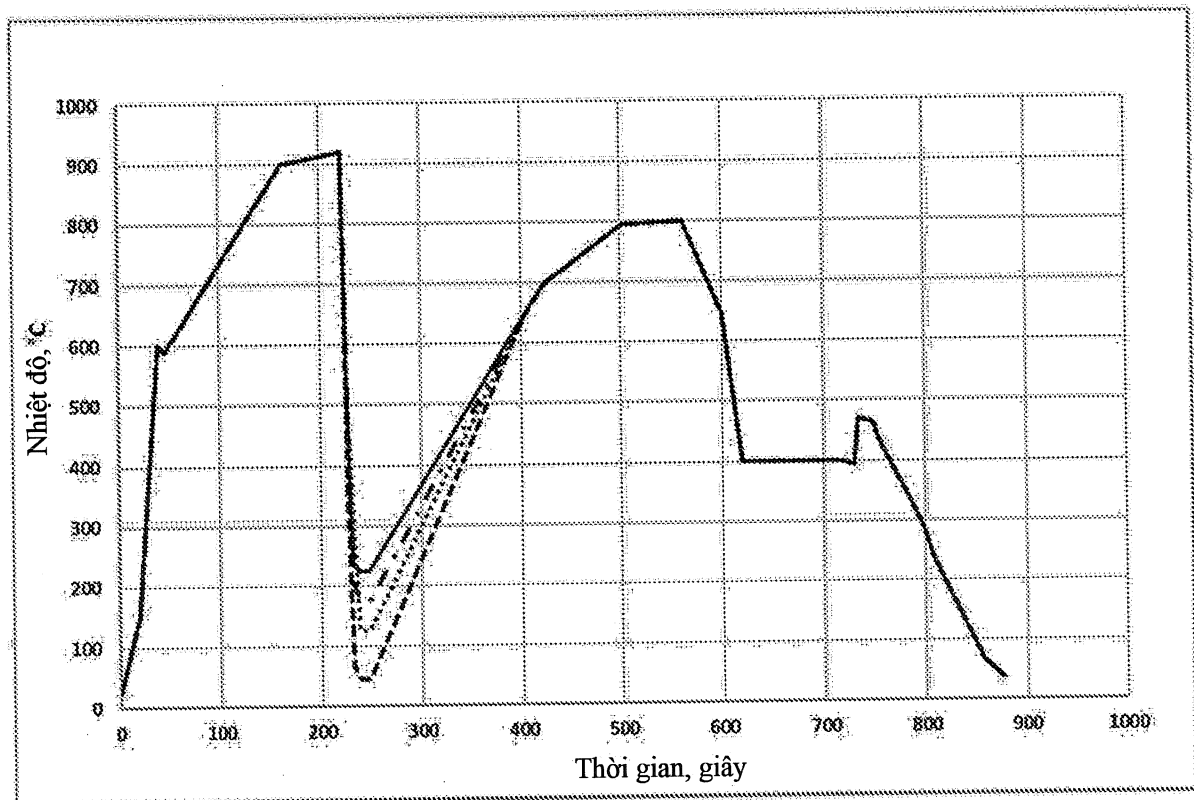


Fig.3

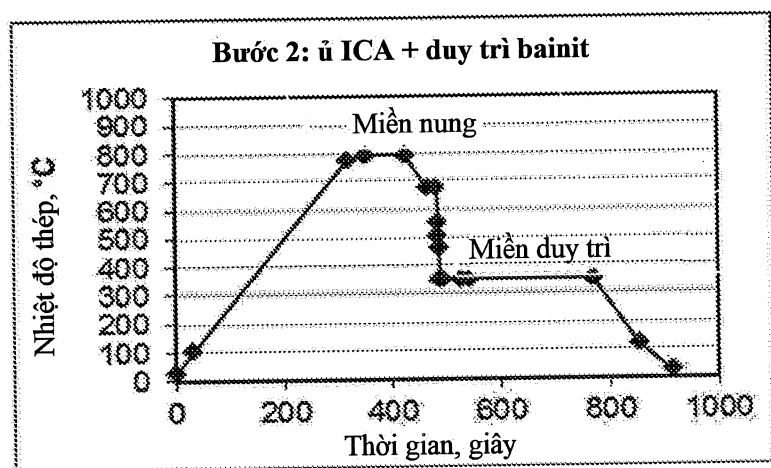


Fig.4

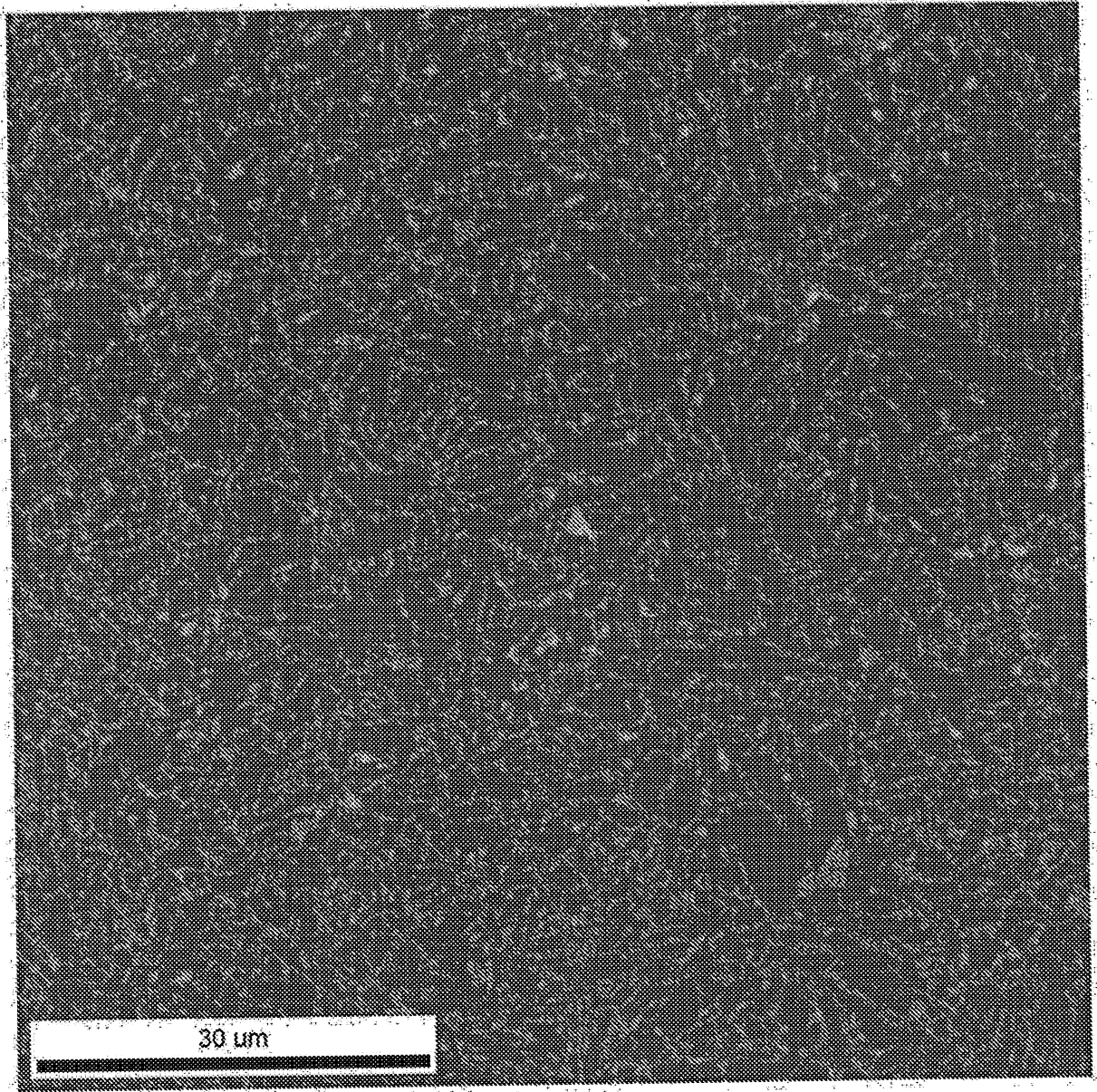


Fig.5

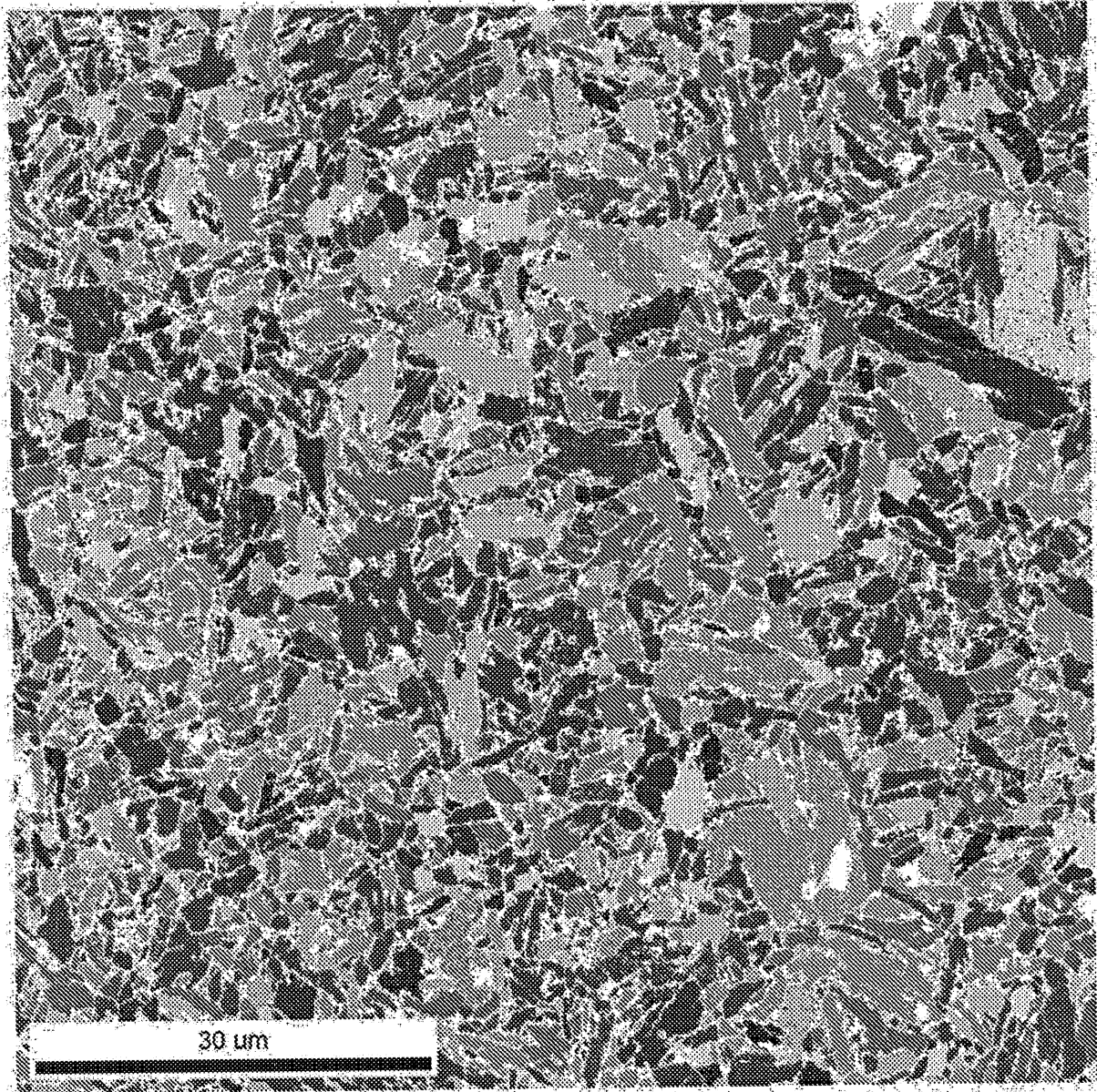


Fig.6

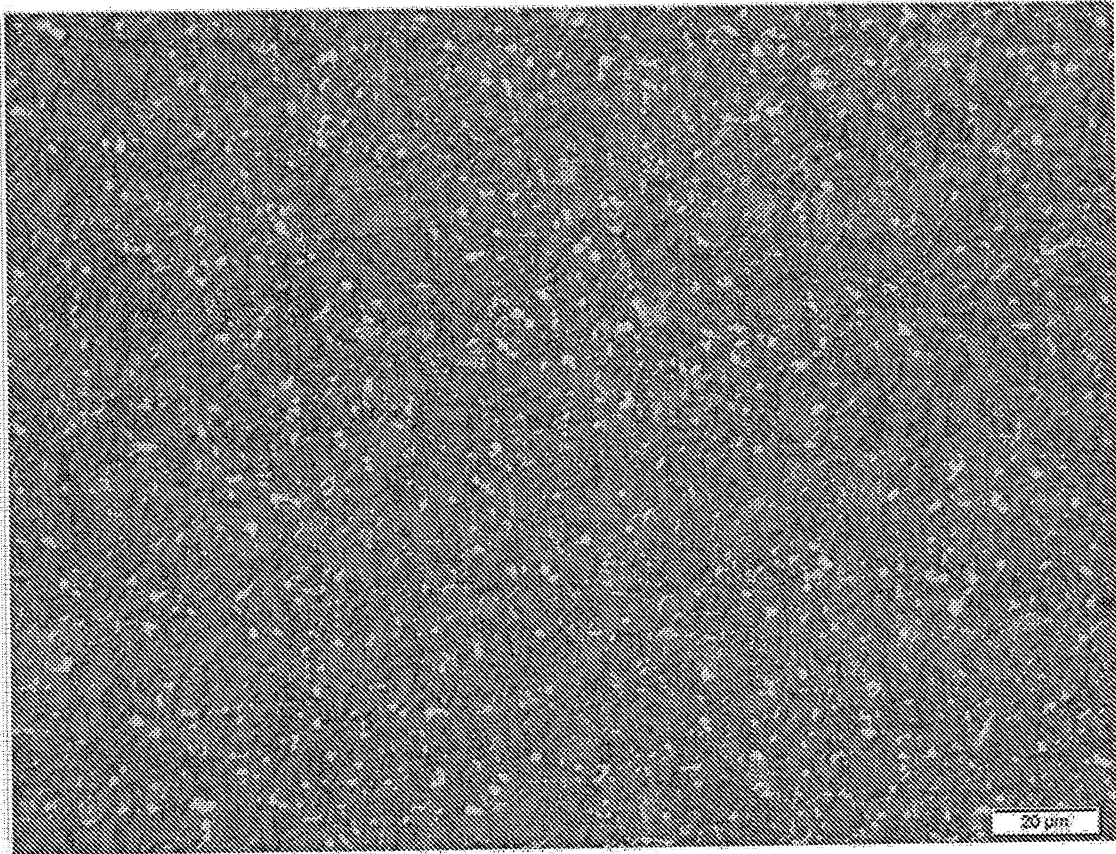


Fig.7

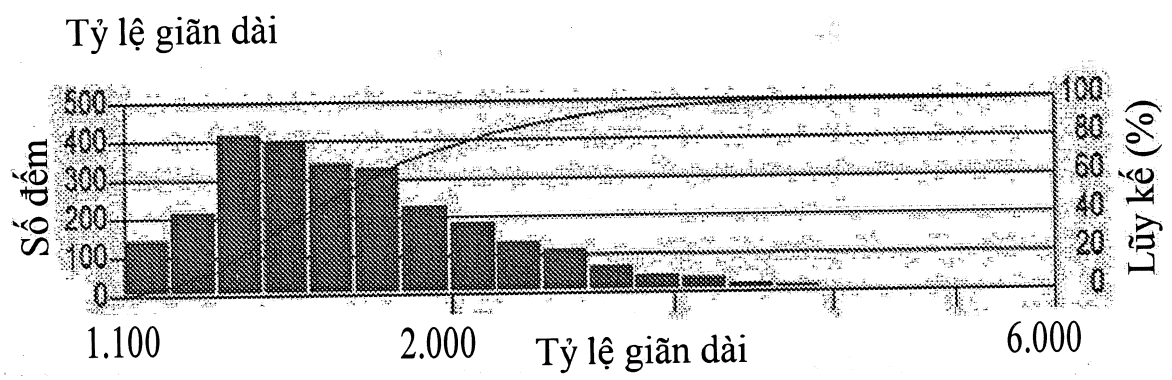


Fig.8

Phân bố cỡ hạt Auxtenit

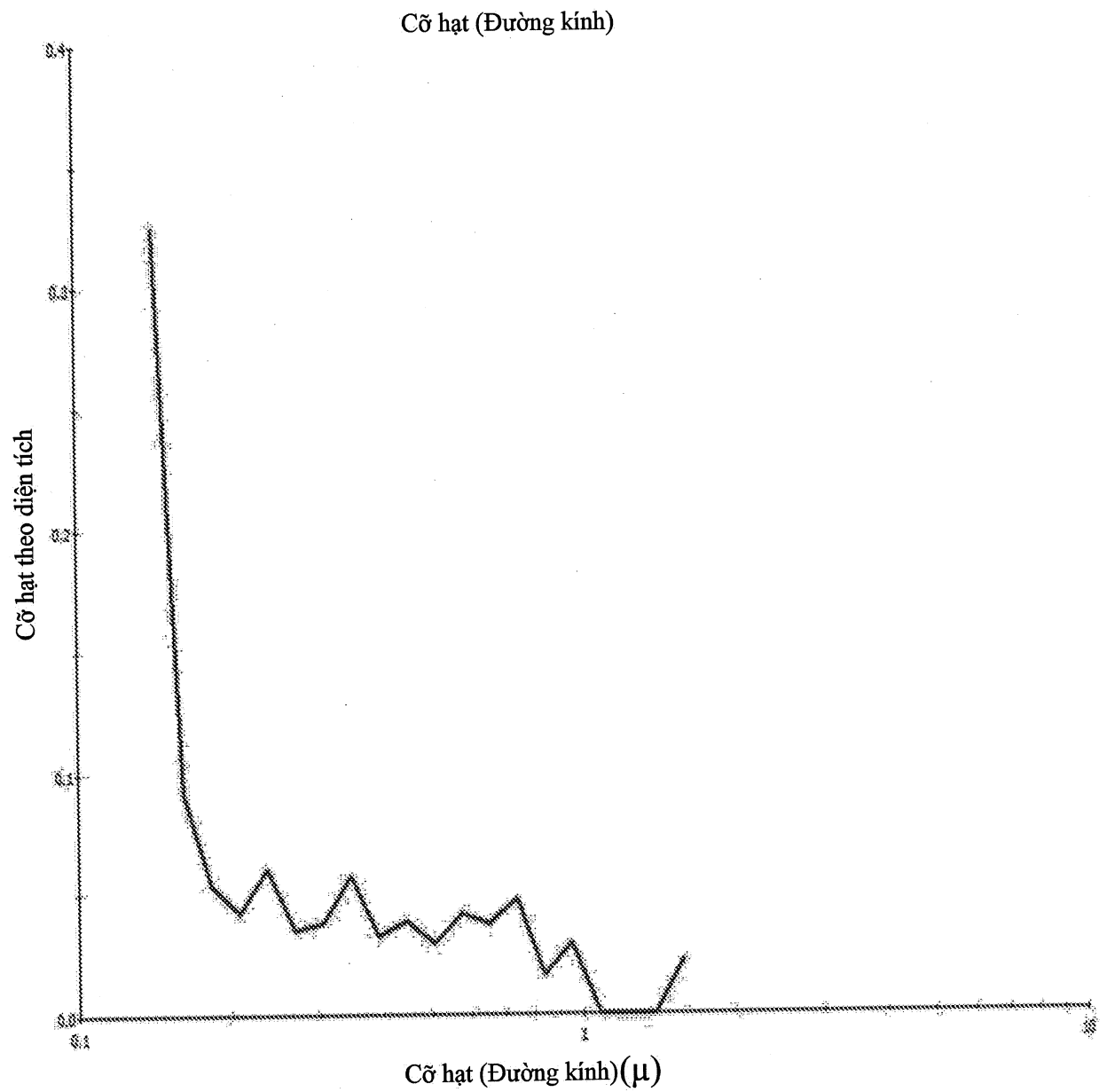


Fig. 9

Phân bố cỡ hạt Ferit

Cỡ hạt (Đường kính)

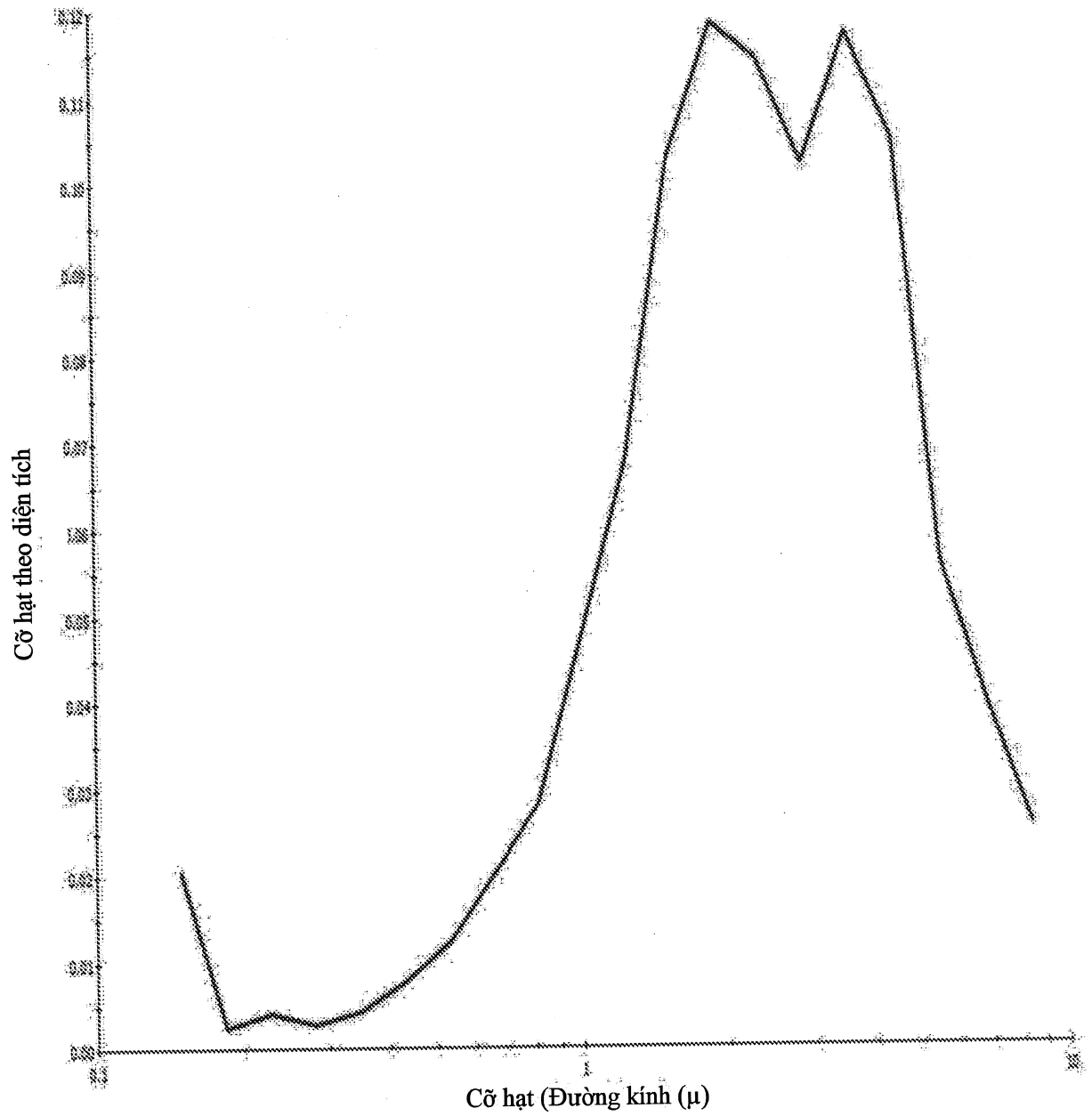


Fig.10

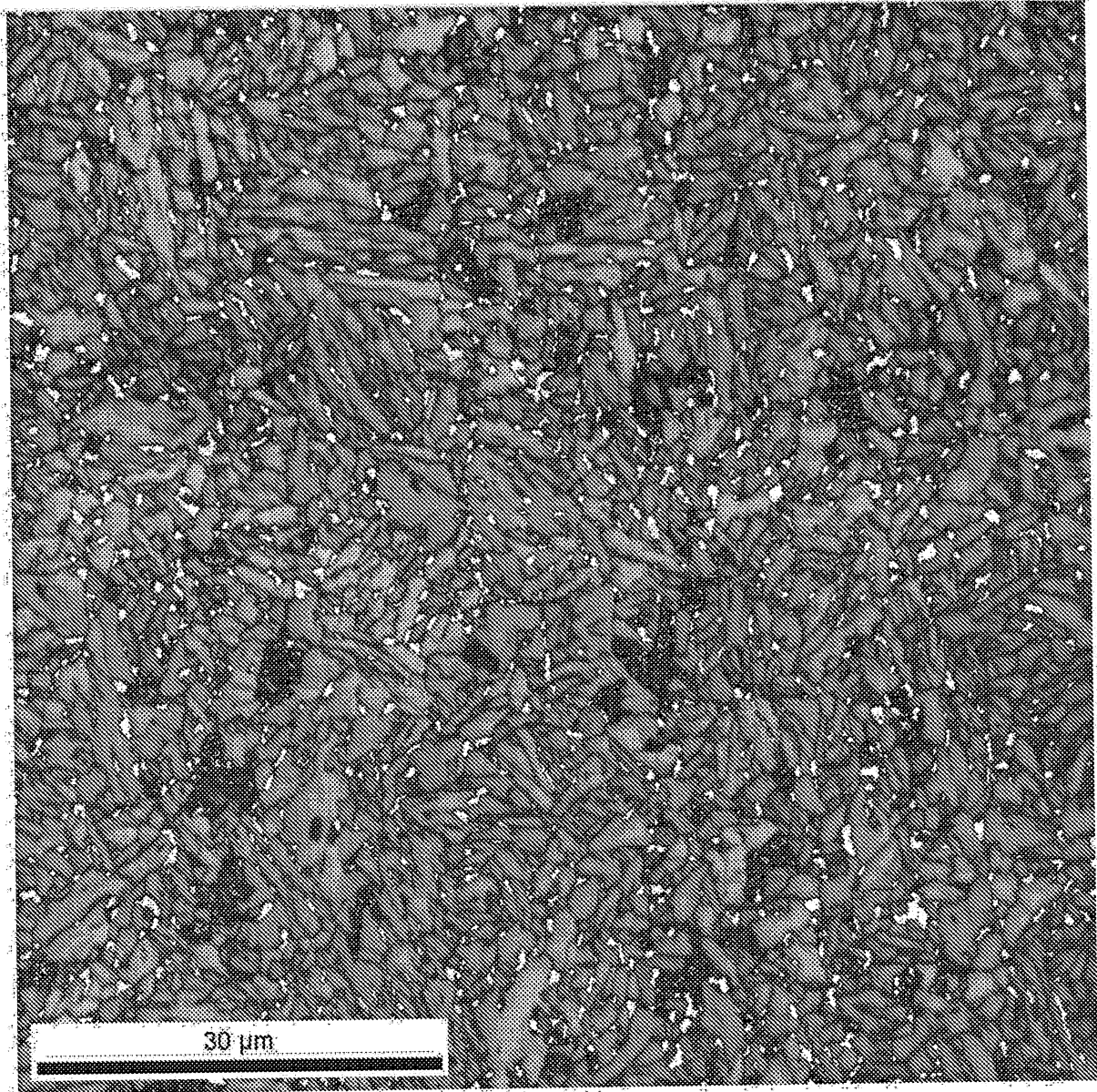


Fig.11

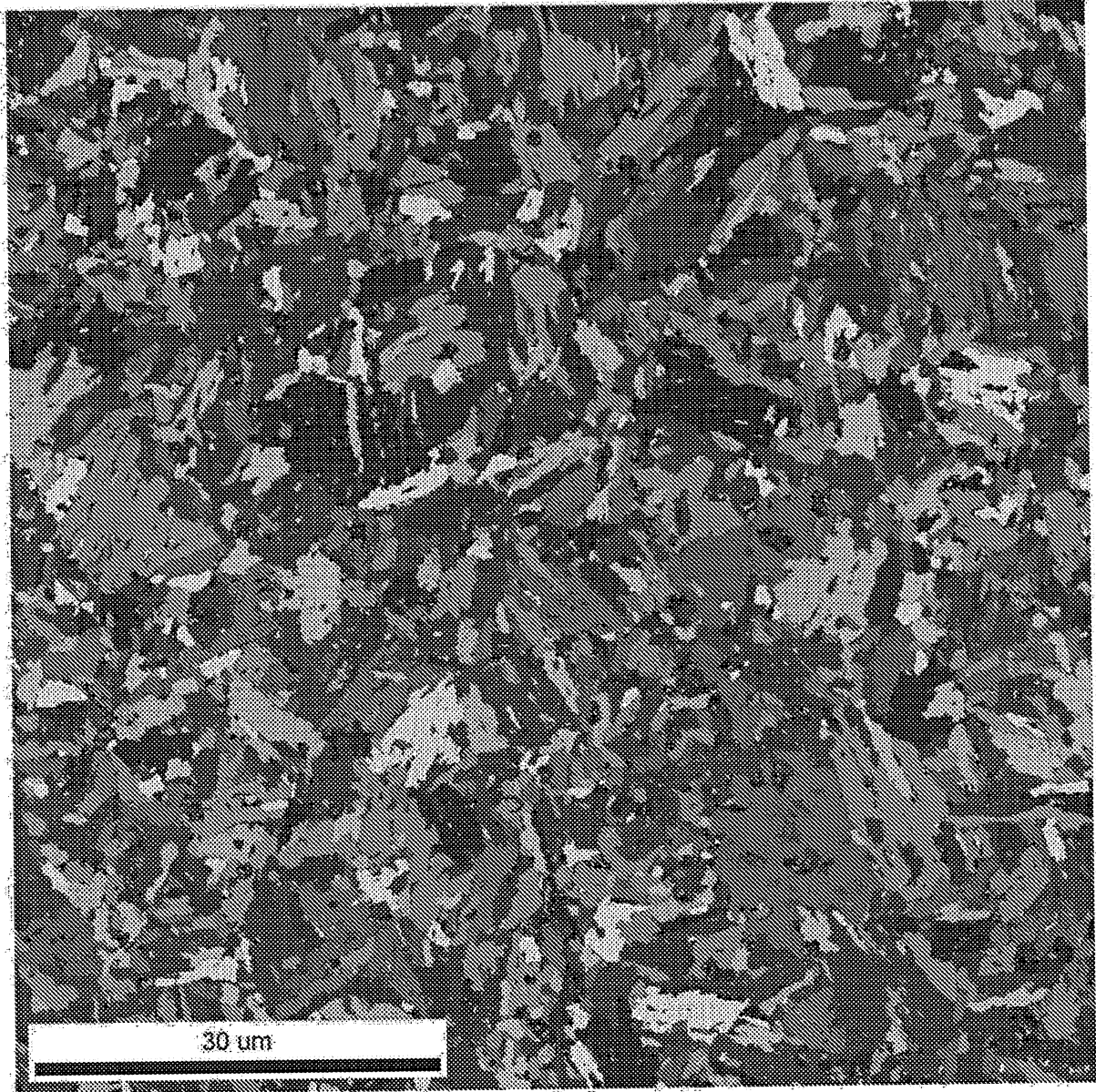


Fig.12

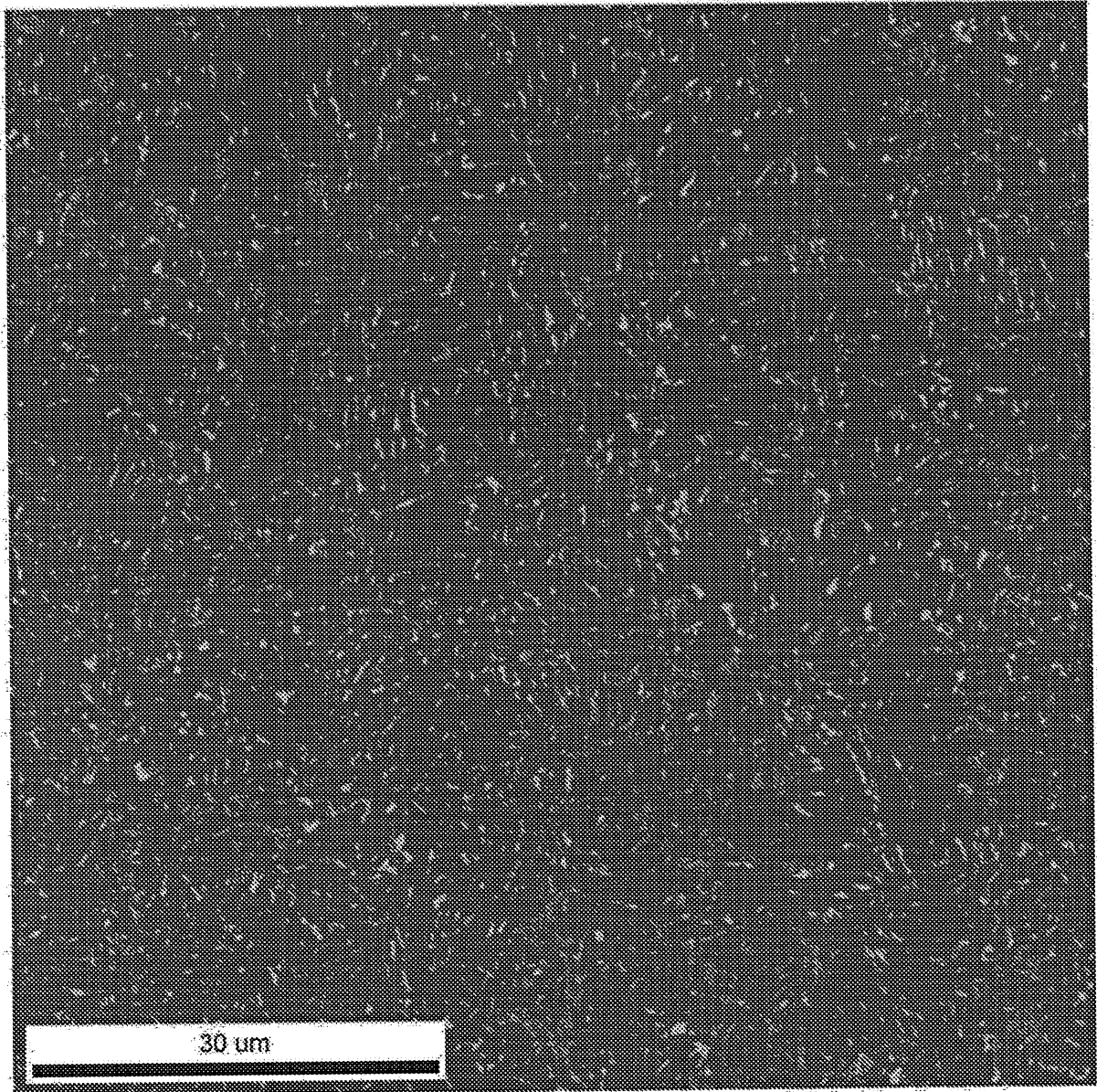


Fig.13

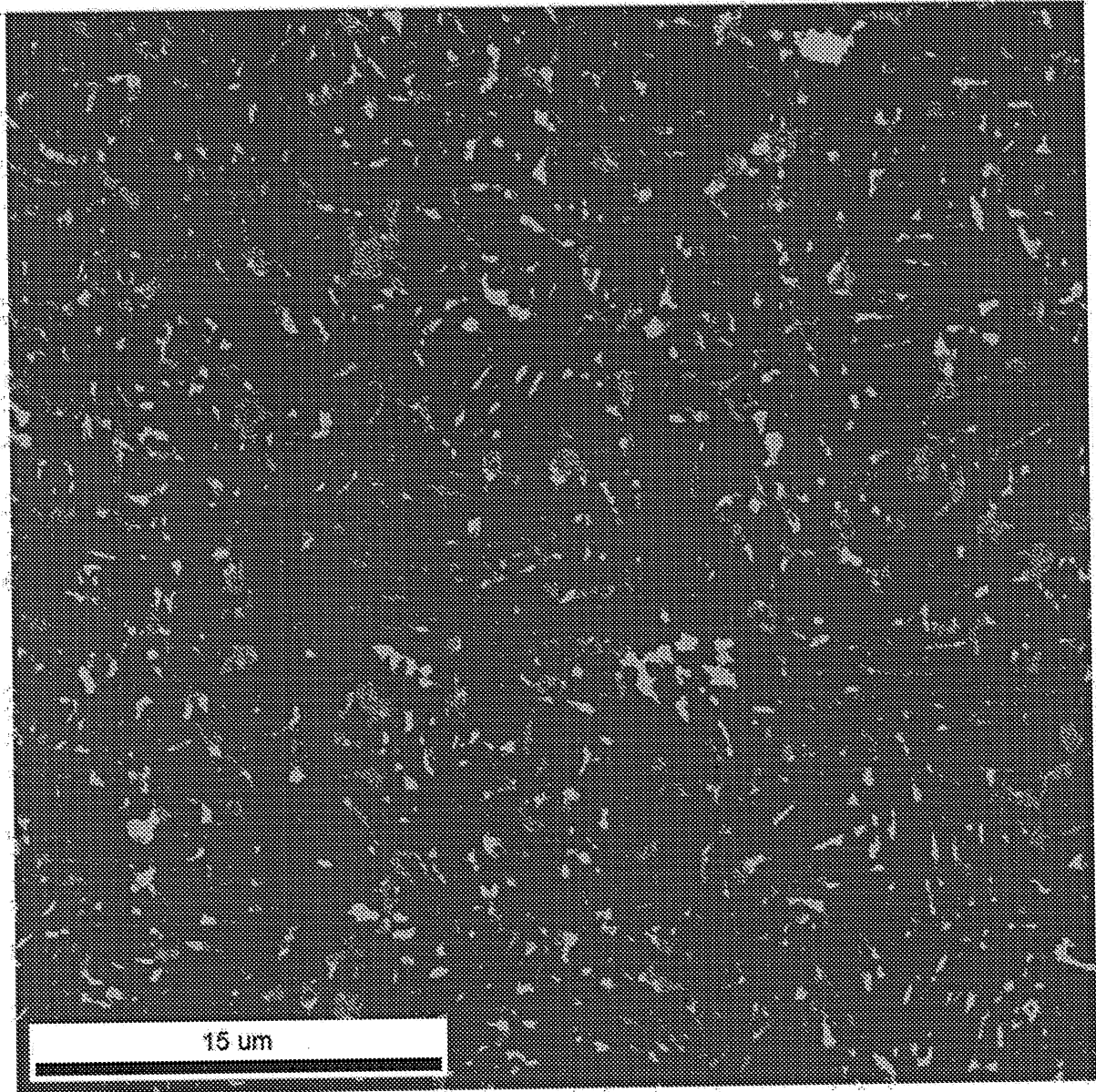


Fig.14

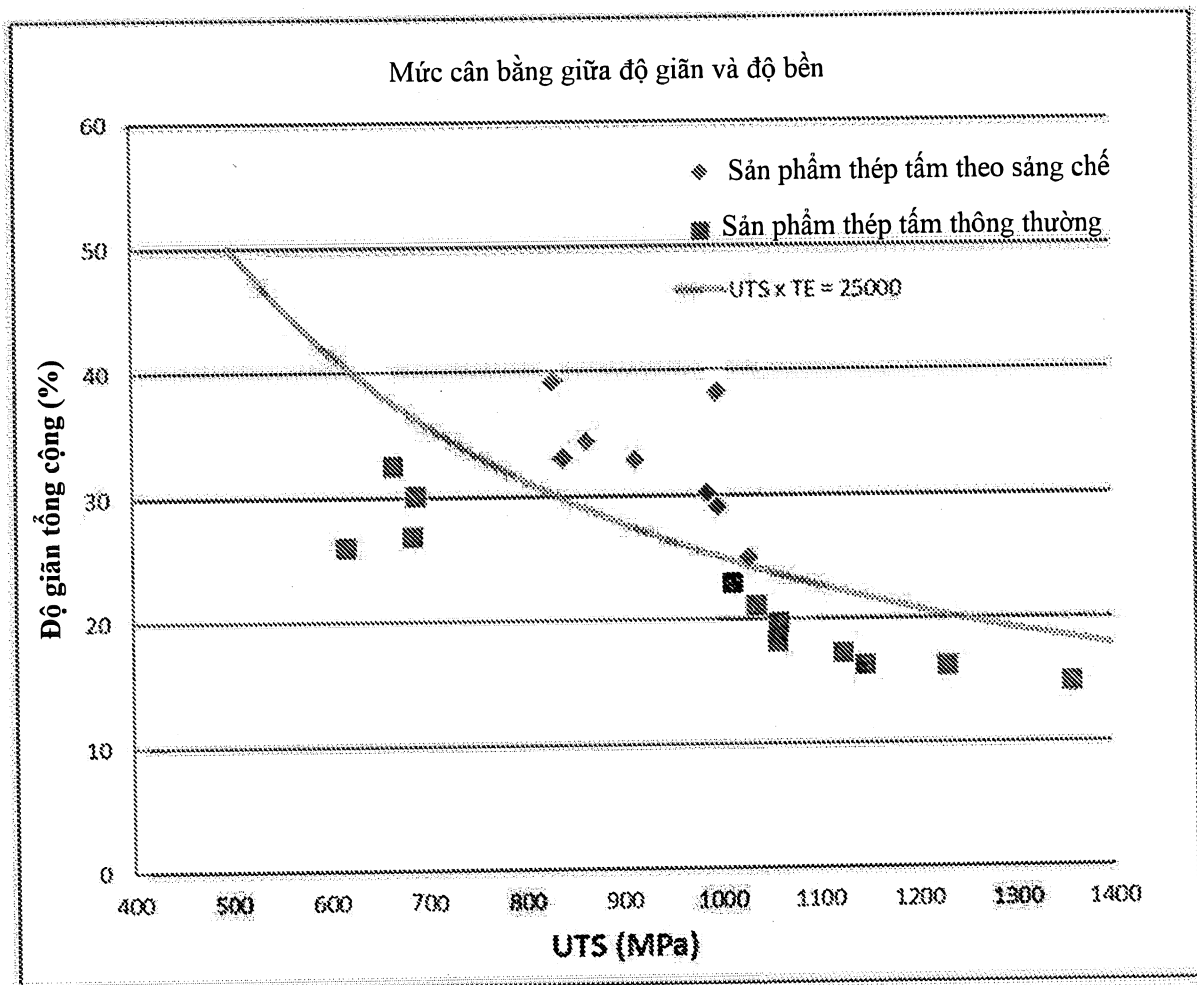


Fig.15

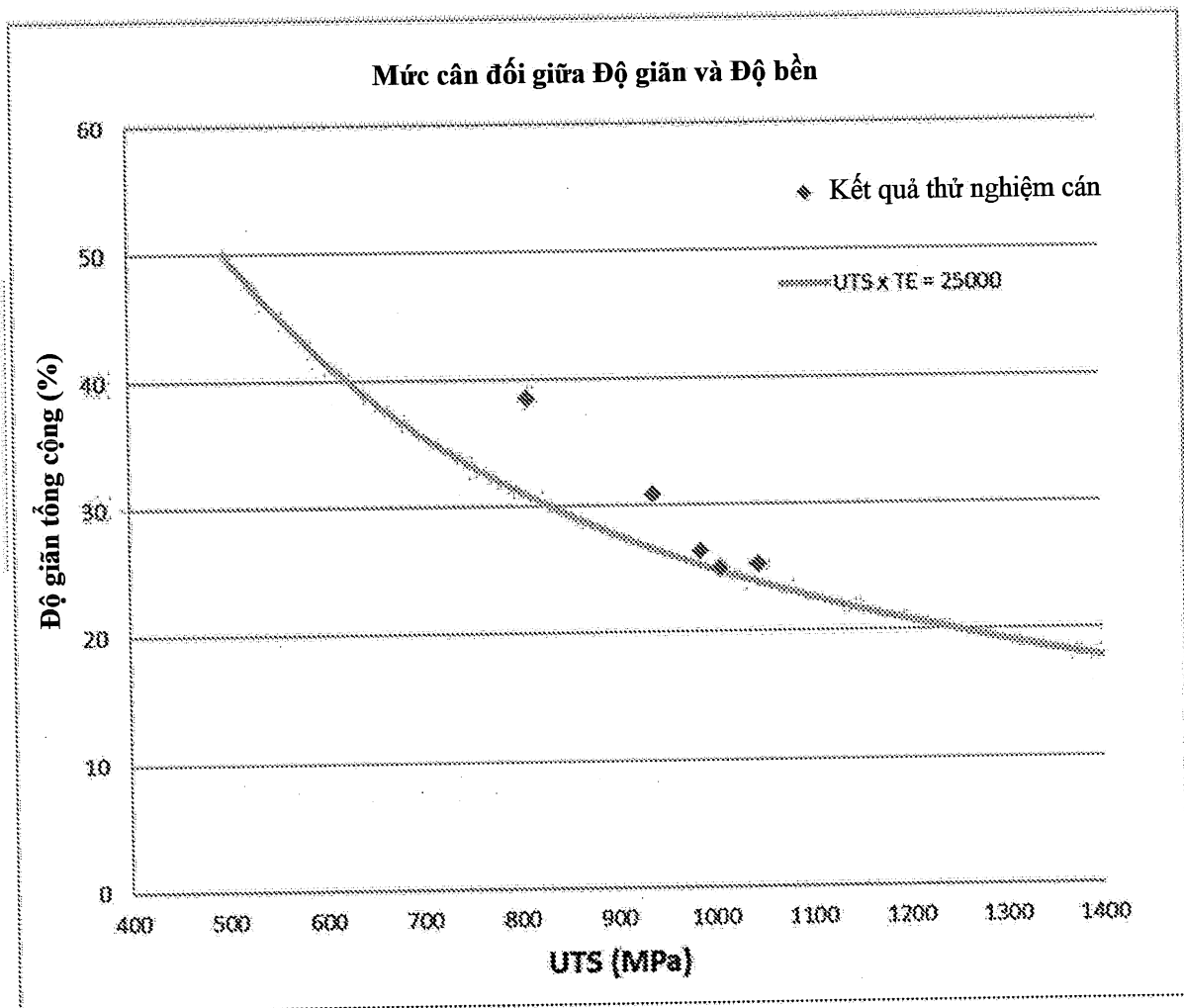


Fig.16