(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) **1-0023708**

(51)[7] **C22C 1/02**; C22C 9/01; C22C 9/02; C22C 9/04; C22C 9/05; H01B 5/02; C22C 9/10; C22F 1/00; C22F 1/08; H01B 1/02; H01B 13/00; C22C 9/00; C22C 9/06

(13) **B**

(21) 1-2013-03346
(22) 02/03/2012
(86) PCT/JP2012/055436 02/03/2012
(87) WO2012/132765A1 04/10/2012
(30) 2011-070685 28/03/2011 JP
(45) 25/05/2020 386
(43) 27/01/2014 310A
(73) JX Nippon Mining & Metals Corporation (JP)
6-3, Otemachi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8164, Japan
(72) OKAFUJI,Yasuhiro (JP); KUWAGAKI,Hiroshi (JP)
(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) HỢP KIM ĐỒNG GỐC CU-SI-CO DÙNG CHO VẬT LIỆU ĐIỆN TỬ VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT HỢP KIM NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến hợp kim gốc Cu-Si-Co có giới hạn đàn hồi được tăng cường. Hợp kim đồng bao gồm Co với lượng từ 0,5 đến 2,5% khối lượng, Si với lượng từ 0,1 đến 0,7% khối lượng, phần còn lại là Cu và các tạp chất không thể tránh khỏi, trong đó, trong hình vẽ cực nhiễu xạ tia X, độ cao đỉnh ở góc β là 90° trong số các đỉnh nhiễu xạ trong mặt phẳng Cu {111} mà có mối tương quan vị trí là 55° (bằng cách quét β ở α=35° trong điều kiện đo) đối với mặt phẳng Cu {200}, sử dụng bề mặt được cán làm mặt phẳng tham chiếu, bằng ít nhất 2,5 lần độ cao đỉnh của bột đồng tiêu chuẩn.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hợp kim đồng được hóa cứng kết tủa, và cụ thể hơn là đề cập đến hợp kim đồng gốc Cu-Si-Co được sử dụng một cách hữu hiệu trong các linh kiện điện tử khác nhau.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các hợp kim đồng dùng cho vật liệu điện tử được sử dụng trong các linh kiện điện tử khác nhau chẳng hạn như bộ nối, bộ chuyển mạch, rơle, chốt, cực, khung dây dẫn và các loại tương tự được yêu cầu phải thỏa mãn cả độ bền cao và độ dẫn điện cao (hoặc độ dẫn nhiệt) như các đặc tính cơ bản. Trong những năm gần đây, việc tích hợp, giảm thiểu và giảm độ dày của linh kiện điện tử ngày càng tiến triển và do đó mức độ yêu cầu đối với hợp kim đồng được sử dụng trong các thiết bị điện tử này ngày càng trở nên cao hơn.

Từ các khía cạnh về độ bền cao và độ dẫn điện cao, việc sử dụng hợp kim đồng được hóa cứng kết tủa làm hợp kim đồng dùng cho vật liệu điện tử đang tăng lên về số lượng, thay vì các hợp kim loại được gia cường nhờ dung dịch rắn thông thường như đồng thiếc phospho, đồng thau hoặc các loại tương tự. Đối với hợp kim đồng được hóa cứng kết tủa, dung dịch rắn siêu bão hòa, mà đã được xử lý dung dịch, được xử lý hóa già, nhờ đó các kết tủa mịn được phân tán đồng đều và không chỉ độ bền mà còn cả độ dẫn điện của hợp kim được tăng lên, do lượng các thành phần dung dịch rắn trong đồng giảm. Vì lý do này, vật liệu mà không chỉ vượt trội về độ bền cơ học của hợp kim chẳng hạn như độ bền và độ đàn hồi mà còn về độ dẫn điện và độ dẫn nhiệt có thể thu được.

Trong số các hợp kim đồng được hóa cứng nhờ kết tủa, hợp kim đồng gốc Cu-Ni-Si (thường được gọi là hợp kim Corson), là một trong số các hợp kim đồng điển hình mà có độ dẫn điện tương đối cao, độ bền cơ học cao và khả năng gia công uốn cao và hiện đang phát triển mạnh mẽ trong các ngành công nghiệp liên quan. Với hợp kim đồng này, độ bền và độ dẫn điện đều được cải thiện nhờ sự kết tủa các hạt mịn của hợp chất liên kim gốc Ni-Si trong chất nền đồng.

Gần đây, nỗ lực cải thiện các đặc tính của hợp kim đồng gốc Cu-Si-Co thay vì hợp kim đồng gốc Cu-Ni-Si đang được thực hiện. Ví dụ, công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2010-236071 (tài liệu sáng chế 1) bộc lộ, nhằm mục đích thu được hợp kim gốc Cu-Si-Co có các đặc tính cơ và điện tốt cũng như các đặc tính cơ học đồng nhất, hợp kim đồng chứa từ 0,5 đến 4,0% khối lượng Co, từ 0,1 đến 1,2% khối lượng Si và phần còn lại là Cu và các tạp chất không thể tránh khỏi, trong đó kích thước hạt trung bình nằm trong khoảng từ 15 đến 30 μm, và sự chênh lệch trung bình giữa kích thước hạt lớn nhất và kích thước hạt nhỏ nhất trên mỗi trường quan sát 0,5mm^2 là 10 μm hoặc nhỏ hơn.

Quy trình sản xuất hợp kim đồng được bộc lộ trong tài liệu sáng chế bao gồm các bước theo thứ tự sau:

- bước 1: đúc chảy thỏi có thành phần mong muốn;

- bước 2: gia nhiệt thỏi đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 950 đến 1050°C trong ít nhất một giờ và sau đó tiến hành bước cán nóng, thiết đặt nhiệt độ ở thời điểm kết thúc cán nóng tới ít nhất 850°C, và làm mát nó từ 850°C đến 400°C ở tốc độ làm mát trung bình là ít nhất 15°C/giây;

- bước 3: cán nguội với tỷ lệ gia công là ít nhất 70%;

- bước 4: xử lý hóa già ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 350 đến

500°C trong khoảng từ 1 đến 24 giờ;

- bước 5: xử lý dung dịch ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 950 đến 1050°C, và sau đó giảm nhiệt độ vật liệu với tốc độ giảm trung bình ít nhất 15°C/giây trong khoảng nhiệt độ từ 850°C đến 400°C;

- bước 6: tùy ý cán nguội;

- bước 7: xử lý hóa già; và

- bước 8: tùy ý cán nguội.

Tài liệu thuộc kỹ thuật đã biết

Tài liệu sáng chế

Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2010-236071

US 2008/056930A1 bộc lộ phương pháp tạo ra hợp kim Cu-Co-Si cho các linh kiện điện tử mà có độ bền và độ dẫn điện được cải thiện, trong đó các hạt có kích cỡ và tổng thể tích cụ thể được kết tủa trong hợp kim.

US 2004/079456 A1 bộc lộ phương pháp tạo ra hợp kim Cu-Ni-Co-Si được rèn cho các linh kiện điện tử mà có giới hạn chảy và độ dẫn điện được cải thiện, trong đó các hàm lượng của Ni, Co và Si, và tỷ lệ của Ni với Co, được kiểm soát để nằm trong các khoảng giá trị nhất định.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề cần được giải quyết bởi sáng chế

Mặc dù hợp kim đồng được mô tả trong tài liệu sáng chế 1 bộc lộ hợp kim gốc Cu-Si-Co dùng cho vật liệu điện tử có các đặc tính cơ và điện tốt, nhưng vẫn có nhu cầu cải thiện giới hạn đàn hồi. Do đó, một mục

đích của sáng chế là đề xuất hợp kim gốc Cu-Si-Co có giới hạn đàn hồi được cải thiện. Mục đích khác của sáng chế là đề xuất phương pháp sản xuất hợp kim gốc Cu-Si-Co như vậy.

Phương tiện giải quyết vấn đề

Để giải quyết các vấn đề, các tác giả sáng chế đã tiến hành các nghiên cứu sâu rộng và phát hiện ra rằng, khi việc xử lý hóa già nhiều bước sau khi xử lý dung dịch được thực hiện trong ba giai đoạn trong các điều kiện nhiệt độ và thời gian cụ thể, giới hạn đàn hồi được cải thiện đáng kể cùng với độ bền và độ dẫn điện. Các tác giả sáng chế đã tiến hành nghiên cứu tìm kiếm nguyên nhân cho kết quả này và đã phát hiện điều đặc biệt là độ cao đỉnh ở góc β là 90° trong số các đỉnh nhiễu xạ trong mặt phẳng Cu {111} mà có mối tương quan vị trí là 55° (α=35° trong điều kiện đo) đối với mặt phẳng Cu {200} trên bề mặt được cán bằng ít nhất 2,5 lần độ cao đỉnh của bột đồng. Mặc dù lý do tại sao thu được đỉnh nhiễu xạ như vậy là không rõ ràng, nhưng được coi rằng sự phân bố mịn của các hạt pha thứ hai tạo ra ảnh hưởng.

Sáng chế đã được hoàn thiện dựa vào phát hiện này và sáng chế đề xuất, theo một khía cạnh, hợp kim đồng dùng cho vật liệu điện tử, mà bao gồm từ 0,5 đến 2,5% khối lượng Co, từ 0,1 đến 0,7% khối lượng Si, phần còn lại là Cu và các tạp chất không thể tránh khỏi, trong đó, trong hình vẽ cực nhiễu xạ tia X, độ cao đỉnh ở góc β là 90°trong số các đỉnh nhiễu xạ trong mặt phẳng Cu {111} mà có mối tương quan vị trí là 55° (bằng cách quét β ở α=35° trong điều kiện đo) đối với mặt phẳng Cu {200}, sử dụng bề mặt được cán làm mặt phẳng tham chiếu, bằng ít nhất 2,5 lần độ cao đỉnh của bột đồng tiêu chuẩn.

Theo một phương án của sáng chế, hợp kim đồng theo sáng chế thỏa mãn các công thức sau đây:

công thức a:

$$-55 \times (\text{nồng độ Co})^2 + 250 \times (\text{nồng độ Co}) + 520 \geqq YS \geqq -55 \times (\text{nồng độ Co})^2 + 250 \times (\text{nồng độ Co}) + 370,$$ và

công thức b:

$$60 \times (\text{nồng độ Co}) + 400 \geqq Kb \geqq 60 \times (\text{nồng độ Co}) + 275$$

(trong các công thức này, đơn vị của nồng độ Co là % khối lượng, YS là giới hạn chảy 0,2% và Kb là giới hạn đàn hồi.)

Trong phương án khác của sáng chế, hợp kim đồng theo sáng chế thỏa mãn mối tương quan sau:

YS bằng ít nhất 500MPa, và Kb và YS thỏa mãn mối tương quan sau:

công thức c:

$$0,43 \times YS + 215 \geqq Kb \geqq 0,23 \times YS + 215$$

(trong công thức này, YS là giới hạn chảy 0,2%, và Kb là giới hạn đàn hồi.)

Hợp kim đồng theo phương án khác của sáng chế trong đó tỷ lệ nồng độ khối Co với Si (Co/Si) thỏa mãn mối tương quan:

$$3 \leqq Co/Si \leqq 5.$$

Hợp kim đồng theo phương án khác nữa của sáng chế còn chứa Ni với lượng nhỏ hơn 1,0% khối lượng.

Hợp kim đồng theo phương án khác nữa của sáng chế chứa nhiều nhất 2,0% tổng khối lượng của ít nhất một nguyên tố được lựa chọn từ

nhóm bao gồm Cr, Mg, P, As, Sb, Be, B, Mn, Sn, Ti, Zr, Al, Fe, Zn, và Ag.

Theo một khía cạnh khác của sáng chế, có đề xuất phương pháp sản xuất hợp kim đồng, trong đó phương pháp này bao gồm các bước theo thứ tự sau:

- bước 1: nấu chảy và đúc thỏi của hợp kim đồng có bất kỳ một trong số các thành phần nêu trên;

- bước 2: gia nhiệt thỏi đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 900°C đến 1050°C trong ít nhất 1 giờ, và sau đó tiến hành quá trình cán nóng;

- bước 3: cán nguội;

- bước 4: tiến hành xử lý dung dịch ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 850 đến 1050°C và sau đó làm mát với tốc độ làm mát trung bình đến 400°C là ít nhất 10°C/giây;

- bước 5: hóa già thứ nhất bao gồm hóa già ba giai đoạn, trong đó giai đoạn thứ nhất là gia nhiệt vật liệu trong khoảng nhiệt độ từ 480°C đến 580°C trong khoảng thời gian từ 1 đến 12 giờ, sau đó giai đoạn thứ hai là gia nhiệt vật liệu trong khoảng nhiệt độ từ 430 đến 530°C trong khoảng thời gian từ 1 đến 12 giờ, và sau đó giai đoạn thứ ba là gia nhiệt vật liệu trong khoảng nhiệt độ từ 300 đến 430°C trong khoảng thời gian từ 4 đến 30 giờ, trong đó các tốc độ làm mát từ giai đoạn thứ nhất đến giai đoạn thứ hai và từ giai đoạn thứ hai đến giai đoạn thứ ba là ít nhất 0,1°C/phút một cách tương ứng, và chênh lệch nhiệt độ giữa giai đoạn thứ nhất và giai đoạn thứ hai là từ 20 đến 80°C và chênh lệch nhiệt độ giữa giai đoạn thứ hai và giai đoạn thứ ba là từ 20 đến 180°C;

- bước 6: cán nguội; và

- bước 7: bước hóa già thứ hai để gia nhiệt tới ít nhất 100°C nhưng thấp hơn 350°C trong khoảng thời gian từ 1 đến 48 giờ.

Phương pháp sản xuất hợp kim đồng theo sáng chế còn bao gồm, theo một phương án, bước ngâm và/hoặc mài 8 sau bước 7.

Theo khía cạnh khác, sáng chế đề xuất sản phẩm đồng được rèn được làm từ hợp kim đồng theo sáng chế.

Theo khía cạnh khác, sáng chế đề xuất linh kiện điện tử được tạo ra có hợp kim đồng theo sáng chế.

Hiệu quả của sáng chế

Theo sáng chế, hợp kim Cu-Si-Co dùng cho các vật liệu điện tử có độ bền, độ dẫn điện và giới hạn đàn hồi được tạo ra.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là đồ thị trong đó các ví dụ và các ví dụ so sánh được vẽ với YS trên trục x và Kb trên trục y.

Fig.2 là đồ thị trong đó các ví dụ và các ví dụ so sánh được vẽ với % khối lượng Co trên trục x và YS trên trục y.

Fig.3 là đồ thị trong đó các ví dụ và các ví dụ so sánh được vẽ với % khối lượng Co trên trục x và Kb trên trục y.

Mô tả chi tiết sáng chế

Lượng bổ sung của Co và Si

Co và Si tạo nên hợp chất liên kim loại nhờ tiến hành quá trình xử lý nhiệt thích hợp, nhờ đó độ bền được cải thiện mà không làm suy giảm giảm độ dẫn điện.

Nếu các lượng bổ sung của Co và Si là sao cho Co nhỏ hơn 0,5% khối lượng hoặc Si nhỏ hơn 0,1% khối lượng, độ bền mong muốn không thu được. Mặt khác, nếu Co lớn hơn 2,5% khối lượng hoặc Si lớn hơn 0,7% khối lượng, thì không chỉ hiệu quả về sự gia tăng độ bền được bão hòa mà còn cả khả năng gia công uốn và khả năng gia công nóng bị suy giảm. Do đó, tốt hơn là các lượng cần được bổ sung của Co và Si lần lượt là Co: từ 0,5 đến 2,5% khối lượng và Si: từ 0,1 đến 0,7% khối lượng. Tốt hơn nữa là các lượng được bổ sung của Co và Si lần lượt là Co: từ 1,0 đến 2,0% khối lượng và Si: từ 0,2 đến 0,6% khối lượng.

Hơn nữa, nếu tỷ lệ Co/Si của các nồng độ khối lượng của Co với Si là quá thấp, hoặc Si với Co là cao quá mức, thì độ dẫn điện bị giảm sút do dung dịch rắn Si, hoặc tính chất hàn bị giảm sút do sự hình thành của màng oxit SiO_2 trên bề mặt của vật liệu trong bước ủ. Mặt khác, nếu tỷ lệ của Co với Si là quá cao, thì Si để tạo nên silicua trở nên không đủ, do đó khiến khó đạt được độ bền cao.

Do đó, tốt hơn là kiểm soát tỷ lệ Co/Si trong thành phần hợp kim nằm trong khoảng $3 \leqq Co/Si \leqq 5$, và tốt hơn nữa là $3,7 \leqq Co/Si \leqq 4,7$.

Lượng bổ sung của Ni

Ni sửa đổi dung dịch rắn nhờ xử lý dung dịch hoặc tương tự, và tạo nên hợp chất liên kim loại với Si trong quá trình kết tủa hóa già tiếp theo, để cải thiện độ bền với tổn thất nhỏ về độ dẫn điện. Tuy nhiên, khi mật độ Ni là 1,0% khối lượng hoặc lớn hơn, thì Ni không thể được kết tủa nhờ hóa già tạo nên dung dịch rắn trong pha nền, do đó làm giảm độ dẫn điện. Do đó, Ni có thể được bổ sung với lượng nhỏ hơn 1,0% khối lượng với hợp kim gốc Cu-Si-Co theo sáng chế. Nhỏ hơn 0,03% khối lượng là rất không hiệu quả và theo đó sự bổ sung ít nhất 0,03% khối lượng nhưng nhỏ hơn 1,0% khối lượng, tốt hơn nữa là từ 0,09 đến 0,5% khối lượng

được đề xuất.

Lượng bổ sung của Cr

Cr có thể gia cường đường biên hạt bởi vì Cr được kết tủa tốt hơn trong vùng đường biên hạt trong quá trình xử lý làm mát ở thời điểm đúc, sao cho sự tạo ra rạn nứt trong quá trình gia công nóng được ngăn chặn và ngăn chặn được việc giảm tỷ lệ hiệu suất. Nói cách khác, mặc dù Cr được kết tủa trong đường biên trong quy trình đúc tạo nên dung dịch rắn lại nhờ xử lý dung dịch, nhưng trong quá trình kết tủa hóa già tiếp theo, các hạt được lắng phủ có cấu trúc bcc chủ yếu bao gồm Cr hoặc các hợp chất với Si được tạo nên. Trong số lượng Si được bổ sung, Si mà không góp phần vào sự kết tủa hóa già còn lại như dung dịch rắn trong pha nền và giới hạn sự tăng về độ dẫn điện. Tuy nhiên, nhờ bổ sung Cr, mà là thành phần có khả năng tạo nên silicat, silicat còn được kết tủa để làm giảm lượng dung dịch rắn Si, nhờ đó độ dẫn điện có thể được tăng lên mà không làm giảm độ bền. Tuy nhiên, khi nồng độ Cr vượt quá 0,5% khối lượng, cụ thể hơn là 2,0% khối lượng, thì các hạt pha thứ hai thô có xu hướng được tạo ra và chất lượng của sản phẩm sẽ bị ảnh hưởng. Do đó, Cr có thể được bổ sung vào hợp kim gốc Cu-Si-Co của sáng chế với lượng lớn nhất là 2,0% khối lượng. Vì lượng nhỏ hơn 0,03% khối lượng là quá nhỏ để đạt được hiệu quả của nó, tốt hơn là từ 0,03 đến 0,5% khối lượng, tốt hơn nữa là từ 0,09 đến 0,3% khối lượng, được bổ sung.

Lượng bổ sung của Mg, Mn, Ag và P

Việc bổ sung lượng rất nhỏ Mg, Mn, Ag và P cải thiện các đặc tính sản phẩm chẳng hạn như độ bền, đặc tính phục hồi ứng suất mà không ảnh hưởng đến độ dẫn điện. Hiệu quả của việc bổ sung chủ yếu đạt được bởi sự hình thành của dung dịch rắn trong pha nền nhưng sự bao gồm của nó trong các hạt pha thứ hai có thể cải thiện thêm hiệu quả. Tuy nhiên, khi

tổng nồng độ Mg, Mn, Ag và P vượt quá 0,5% khối lượng, cụ thể hơn là 2,0% khối lượng, thì hiệu quả cải thiện các đặc tính được bão hòa và hiệu suất bị ảnh hưởng. Do đó, một hoặc nhiều nguyên tố được lựa chọn từ Mg, Mn, Ag và P có thể được bổ sung vào hợp kim gốc Cu-Si-Co của sáng chế ở tổng nồng độ là 2,0% khối lượng là nhiều nhất, tốt hơn là nhiều nhất là 1,5% khối lượng. Tuy nhiên, hiệu quả là yếu ở nhỏ hơn 0,01% khối lượng và do đó lượng ưu tiên là từ 0,01 đến 1,0% khối lượng, và tốt hơn nữa là từ 0,04 đến 0,5% tổng khối lượng.

Lượng bổ sung của Sn và Zn

Ngoài ra, việc bổ sung lượng nhỏ Sn và Zn cải thiện các đặc tính sản phẩm chẳng hạn như độ bền, đặc tính phục hồi ứng suất, đặc tính mạ, v.v., mà không ảnh hưởng đến độ dẫn điện. Hiệu quả nhờ việc bổ sung chủ yếu thu được bởi dung dịch rắn trong pha nền. Tuy nhiên, nếu tổng lượng Sn và Zn vượt quá 2,0% khối lượng, hiệu quả đối với việc cải thiện các đặc tính là bão hòa và ảnh hưởng đến hiệu quả. Do đó, ít nhất một trong số Sn và Zn có thể được bổ sung vào hợp kim gốc Cu-Si-Co của sáng chế trong tổng lượng là 2,0% khối lượng là tối đa. Tuy nhiên, vì hiệu quả là yếu ở nhỏ hơn 0,05% khối lượng, tốt hơn là từ 0,05 đến 2,0% khối lượng, tốt hơn nữa là tổng cộng từ 0,5 đến 1,0% khối lượng được bổ sung.

Lượng bổ sung của As, Sb, Be, B, Ti, Zr, Al và Fe

Ngoài ra, đối với As, Sb, Be, B, Ti, Zr, Al và Fe, bằng cách điều chỉnh tổng lượng bổ sung của chúng tùy thuộc vào các đặc tính sản phẩm được yêu cầu, các đặc tính sản phẩm chẳng hạn như độ dẫn điện, độ bền, đặc tính phục hồi ứng suất, đặc tính mạ được cải thiện. Hiệu quả của việc bổ sung chủ yếu đạt được bởi dung dịch rắn của chúng trong pha nền nhưng sự có mặt chúng trong các hạt pha thứ hai hoặc sự hình thành của các hạt pha thứ hai mới có thể cải thiện thêm nữa hiệu quả. Tuy nhiên,

nếu tổng lượng của các thành phần này vượt quá 2,0% khối lượng, hiệu quả đối với việc cải thiện các đặc tính là bão hòa và làm ảnh hưởng đến hiệu quả. Do đó, ít nhất một nguyên tố được lựa chọn từ As, Sb, Be, B, Ti, Zr, Al và Fe có thể được bổ sung vào hợp kim gốc Cu-Si-Co theo lượng lên tới 2,0% tổng khối lượng. Tuy nhiên, nhỏ hơn 0,001% khối lượng có hiệu quả thấp và do đó từ 0,001 đến 2,0% khối lượng, tốt hơn nữa là từ 0,05 đến 1,0% tổng khối lượng được bổ sung.

Nếu tổng lượng bổ sung của Ni, Cr, Mg, P, As, Sb, Be, B, Mn, Sn, Ti, Zr, Al, Fe, Zn và Ag nêu trên vượt quá 2,0% khối lượng, thì hiệu quả có nhiều khả năng bị ảnh hưởng. Do đó, tổng lượng của các thành phần này là 2,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn và tốt hơn nữa là 1,5% khối lượng hoặc nhỏ hơn.

Định hướng tinh thể

Hợp kim đồng theo sáng chế, từ kết quả thu được từ việc đo hình vẽ cực nhiễu xạ tia X, có tỷ lệ của độ cao đỉnh ở góc β là 90° trong số các đỉnh nhiễu xạ trong mặt phẳng Cu {111} đối với mặt phẳng Cu {200} nhờ quét β ở α=35° với độ cao đỉnh của bột đồng tiêu chuẩn (dưới đây được gọi là "tỷ lệ của độ cao đỉnh ở góc β là 90°") là ít nhất 2,5 lần. Mặc dù lý do tại sao giới hạn đàn hồi được tăng lên bằng cách kiểm soát tỷ lệ của độ cao đỉnh ở góc β là 90° trong số các đỉnh nhiễu xạ trong {111} Cu là không rõ ràng, được giả sử rằng, nhờ việc hóa già ba giai đoạn trong xử lý hóa già thứ nhất, sự phát triển của các hạt pha thứ hai được kết tủa trong các giai đoạn thứ nhất và thứ hai cũng như các hạt pha thứ hai được kết tủa trong giai đoạn thứ ba khiến dễ dàng tạo nên biến dạng gia công ở bước cán tiếp theo. Sử dụng biến dạng được tạo nên này làm lực dẫn động, cấu trúc kết tụ được phát triển trong giai đoạn hóa già thứ hai.

Tỷ lệ của độ cao đỉnh ở góc β là 90° tốt hơn là ít nhất 2,8 lần, tốt

hơn nữa là ít nhất 3,0 lần. Bột đồng tiêu chuẩn tinh khiết được định rõ là bột đồng với độ tinh khiết 99,5% là 325 mesh (JIS Z 8801).

Độ cao đỉnh ở góc β là 90° trong số các đỉnh nhiễu xạ trong mặt phẳng Cu {111} được đo theo quy trình sau được gọi là "phép đo hình vẽ cực". Lấy một trong số các mặt phẳng Cu {hkl} nhiễu xạ, việc quét trục α dạng bậc thang được thực hiện đối với giá trị 2θ của mặt phẳng Cu {hkl} liên quan (góc quét 2θ của bộ phát hiện được cố định), và mẫu được tiến hành quét trục β (từ 0 đến 360° vòng quay trong mặt phẳng (vòng quay hướng trục)) đối với góc α. Trong phép đo hình vẽ cực XRD theo sáng chế, chiều pháp tuyến với bề mặt của mẫu được định rõ là α90° mà được sử dụng làm tham chiếu của phép đo. Ngoài ra, phép đo hình vẽ cực được thực hiện bởi phương pháp nhiễu xạ (α: từ −15° đến 90°). Theo sáng chế, cường độ đối với góc β ở α=35° được vẽ và cường độ cao nhất trong khoảng β= từ 85° đến 95° được đọc là giá trị đỉnh ở 90°.

Các đặc tính

Hợp kim đồng theo một phương án của sáng chế thỏa mãn các công thức sau đây:

công thức a:

$$-55 \times (\text{nồng độ Co})^2 + 250 \times (\text{nồng độ Co}) + 520 \geq YS \geq$$

$$-55 \times (\text{nồng độ Co})^2 + 250 \times (\text{nồng độ Co}) + 370, \text{ và}$$

công thức b:

$$60 \times (\text{nồng độ Co}) + 400 \geq Kb \geq 60 \times (\text{nồng độ Co}) + 275$$

(trong các công thức này, đơn vị của nồng độ Co là % khối lượng, YS là giới hạn chảy 0,2%, và Kb là giới hạn đàn hồi.)

Theo một phương án ưu tiên của hợp kim đồng theo sáng chế, nó thỏa mãn các công thức sau đây:

công thức a':

$$-55 \times (\text{nồng độ Co})^2 + 250 \times (\text{nồng độ Co}) + 500 \geq YS \geq$$

$$-55 \times (\text{nồng độ Co})^2 + 250 \times (\text{nồng độ Co}) + 380, \text{ và}$$

công thức b':

$$60 \times (\text{nồng độ Co}) + 390 \geq Kb \geq 60 \times (\text{nồng độ Co}) + 285.$$

Tốt hơn nữa là,

công thức a":

$$-55 \times (\text{nồng độ Co})^2 + 250 \times (\text{nồng độ Co}) + 490 \geq YS \geq$$

$$-55 \times (\text{nồng độ Co})^2 + 250 \times (\text{nồng độ Co}) + 390, \text{ và}$$

công thức b":

$$60 \times (\text{nồng độ Co}) + 380 \geq Kb \geq 60 \times (\text{nồng độ Co}) + 295$$

(trong các công thức này, đơn vị của nồng độ Co là % khối lượng, YS là giới hạn chảy 0,2%, và Kb là giới hạn đàn hồi.)

Theo một phương án của hợp kim đồng theo sáng chế, YS là ít nhất 500MPa và Kb và YS thỏa mãn công thức sau:

công thức c:

$$0{,}43 \times YS + 215 \geq Kb \geq 0{,}23 \times YS + 215$$

(trong công thức này, YS là giới hạn chảy 0,2%, và Kb là giới hạn đàn hồi.)

Theo một phương án ưu tiên của hợp kim đồng theo sáng chế, YS là ít nhất 500MPa và mối tương quan giữa Kb và YS thỏa mãn công thức sau đây.

công thức c':

$0,43 \times YS + 205 \geq Kb \geq 0,23 \times YS + 225.$

Tốt hơn nữa là,

công thức c":

$0,43 \times YS + 195 \geq Kb \geq 0,23 \times YS + 235$

(trong công thức này, YS là giới hạn chảy 0,2%, và Kb là giới hạn đàn hồi.)

Trong một phương án theo sáng chế, YS là từ 500 đến 800 MPa, và cụ thể là từ 600 đến 760 MPa.

Phương pháp sản xuất

Theo phương pháp thông thường để sản xuất hợp kim đồng Corson, đầu tiên lò nấu chảy khí quyển được sử dụng để nấu chảy đồng catôt điện phân, Si, Co và các vật liệu thô khác để thu được kim loại nóng chảy có thành phần mong muốn. Kim loại nóng chảy này được đúc thành thỏi. Sau đó, thỏi được tiến hành quá trình cán nóng, và sau đó cán nguội và xử lý nhiệt được lặp lại, nhờ đó thu được dải hoặc lá kim loại có độ dày và các đặc tính mong muốn. Xử lý nhiệt bao gồm xử lý dung dịch và xử lý hóa già. Trong xử lý dung dịch, vật liệu được gia nhiệt tới nhiệt độ cao từ khoảng 700 đến khoảng 1050° để hòa tan các hạt pha thứ hai vào chất nền Cu để tạo nên dung dịch rắn và ở cùng thời điểm chất gốc Cu là được kết tinh lại. Việc cán nóng đôi khi gấp đôi xử lý dung dịch. Trong xử lý hóa già, vật liệu được gia nhiệt trong 1 giờ hoặc lâu hơn trong khoảng nhiệt

độ từ khoảng 350 đến khoảng 600°C, và các hạt pha thứ hai được tạo thành trong dung dịch rắn trong xử lý dung dịch được kết tủa như các vi hạt theo thứ tự nanomet. Xử lý hóa già dẫn đến độ bền và độ dẫn điện được tăng. Việc cán nguội đôi khi được thực hiện trước và/hoặc sau khi xử lý hóa già để thu được độ bền cao hơn. Ngoài ra, việc ủ giảm nhẹ ứng suất (ủ nhiệt độ thấp) đôi khi được thực hiện sau khi cán nguội trong trường hợp trong đó cán nguội được tiến hành sau khi hóa già.

Mài, đánh bóng, phun bi làm sạch, ngâm, và tương tự có thể được tiến hành nếu cần để loại bỏ các vảy bị oxy hóa trên bề mặt giữa mỗi trong số các bước nêu trên.

Hợp kim đồng theo sáng chế, cũng tiến hành các quy trình xử lý sản xuất nêu trên, nhưng để thu được hợp kim đồng hoàn thiện có các đặc tính nằm trong các khoảng như được định rõ bởi sáng chế, điều thiết yếu là việc cán nóng, xử lý dung dịch và xử lý hóa già được thực hiện dưới các điều kiện được kiểm soát nghiêm ngặt. Điều này là bởi vì, trong hợp kim gốc Cu-Co-Si theo sáng chế, khác với hợp kim Corson gốc Cu-Ni-Si thông thường, nguyên tố Co, mà là khó để kiểm soát các hạt pha thứ hai, được bổ sung chính xác làm thành phần thiết yếu cho việc hóa cứng kết tủa hóa già. Điều này là do Co tạo nên các hạt pha thứ hai cùng với Si, nhưng tốc độ hình thành và phát triển của nó là nhạy cảm với nhiệt độ duy trì và tốc độ làm mát.

Trước hết, không thể tránh khỏi việc các mầm tinh thể thô được tạo nên trong quá trình hóa cứng ở bước đúc và các chất kết tủa thô được tạo nên trong bước làm mát, điều cần thiết ở bước tiếp theo để hòa tan các hạt pha thứ hai vào pha nền. Co có thể tạo nên dung dịch rắn trong pha nền nhờ duy trì vật liệu trong khoảng nhiệt độ từ 900 đến 1050°C trong ít nhất một giờ và sau đó tiến hành bước cán nóng. Điều kiện nhiệt độ là ít nhất 900°C là cao hơn so với các hợp kim Corson khác. Nếu nhiệt độ duy trì là

thấp hơn 900°C, dung dịch rắn được tạo nên không đủ. Ở điều kiện nhiệt độ trên 1050°C, có thể nấu chảy vật liệu. Cũng mong muốn là làm mát vật liệu một cách nhanh chóng sau khi hoàn tất cán nóng.

Xử lý dung dịch có các mục đích hòa tan các mầm tinh thể được tạo nên ở thời điểm đúc và các hạt được kết tủa sau khi cán nóng trong dung dịch rắn, nhờ đó cải thiện khả năng hóa cứng hóa già sau khi cán nóng. Trong việc xử lý này, nhiệt độ và thời gian duy trì, và tốc độ làm mát nhanh sau khi duy trì trở nên quan trọng. Nếu thời gian duy trì được cố định, các mầm tinh thể được tạo nên ở thời điểm đúc và các hạt được kết tủa sau khi cán nóng có thể được hòa tan trong dung dịch rắn ở nhiệt độ duy trì cao hơn.

Tốc độ làm mát sau khi xử lý dung dịch càng lớn, hiện tượng kết tủa có thể được ngăn chặn trong quá trình xử lý làm mát càng nhiều. Nếu tốc độ làm mát quá thấp, các hạt pha thứ hai thô sẽ phát triển trong quá trình xử lý làm mát và do vậy các hàm lượng Co và Si sẽ tăng trong các hạt pha thứ hai, do đó dung dịch rắn dạt yêu cầu sẽ không đạt được do xử lý dung dịch và khả năng hóa cứng hóa già sẽ giảm. Do đó, làm mát sau khi xử lý dung dịch tốt hơn là tôi. Cụ thể hơn là, sau xử lý dung dịch trong khoảng nhiệt độ từ 850°C đến 1050°C, quy trình làm mát được tiến hành ở tốc độ làm mát trung bình là ít nhất 10°C/giây, tốt hơn là ít nhất 15°C/giây, tốt hơn nữa là ít nhất 20°C/giây, được giảm xuống tới nhiệt độ 400°C. Không có giới hạn trên cụ thể nhưng giới hạn trên là 100°C/giây hoặc nhỏ hơn theo tính năng kỹ thuật của phương tiện. Ở đây, "tốc độ làm mát trung bình" có nghĩa là giá trị (°C/giây) được xác định bằng cách đo thời gian làm mát từ nhiệt độ xử lý dung dịch tới 400°C và tính giá trị (°C/giây)=(nhiệt độ xử lý dung dịch-400)(°C)/thời gian làm mát (giây).

Trong quá trình sản xuất các hợp kim gốc Cu-Co-Si theo sáng chế, được thấy hữu hiệu là khi hai bước xử lý hóa già sau khi xử lý dung dịch

được tiến hành nhẹ nhàng và bước cán nguội được thực hiện giữa các bước hóa già này. Kết quả là, sự hình thành của các chất kết tủa thô được ngăn chặn và sự phân phối tốt của các hạt pha thứ hai có thể thu được. Điều này cuối cùng dẫn tới định hướng tinh thể duy nhất với hợp kim đồng theo sáng chế.

Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng, khi xử lý hóa già thứ nhất ngay sau khi xử lý dung dịch được tiến hành bởi hóa già ba giai đoạn trong các điều kiện cụ thể dưới đây, giới hạn đàn hồi được cải thiện đáng kể. Mặc dù đã biết từ các tài liệu rằng hóa già nhiều giai đoạn cải thiện sự cân bằng giữa độ bền và độ dẫn điện, điều ngạc nhiên là giới hạn đàn hồi cũng đã được cải thiện đáng kể bằng cách kiểm soát nghiêm ngặt số lượng các bước đa hóa già, nhiệt độ, khoảng thời gian và tốc độ làm mát. Theo các thí nghiệm của các tác giả sáng chế, kết quả như vậy không thể đạt được với một giai đoạn xử lý hóa già, cũng không với hai giai đoạn xử lý hóa già. Ngoài ra, hiệu quả thỏa đáng không thu được khi ba giai đoạn xử lý hóa già được tiến hành chỉ trong xử lý hóa già thứ hai.

Mặc dù không dự định giới hạn bởi lý thuyết bất kỳ, được xét rằng lý do tại sao hóa già ba giai đoạn đã cải thiện đáng kể giới hạn đàn hồi là ở chỗ, nhờ thông qua hóa già ba giai đoạn trong xử lý hóa già thứ nhất, sự phát triển của các hạt pha thứ hai được kết tủa trong giai đoạn thứ nhất và thứ hai cũng như sự kết tủa của các hạt thứ cấp trong giai đoạn thứ ba ngăn ngừa không để cấu trúc kết hợp phát triển ở bước cán tiếp theo.

Trong hóa già ba giai đoạn, giai đoạn thứ nhất được tiến hành bằng cách gia nhiệt vật liệu trong khoảng nhiệt độ từ 480 đến 580°C trong khoảng thời gian từ 1 đến 12 giờ. Giai đoạn thứ nhất hướng tới việc cải thiện độ bền và độ dẫn điện bởi sự tạo mầm và phát triển của các hạt pha thứ hai.

Nếu nhiệt độ của vật liệu thấp hơn so với 480°C hoặc thời gian gia nhiệt là nhỏ hơn 1 giờ trong giai đoạn thứ nhất, thì tỷ lượng theo thể tích của các hạt pha thứ hai là quá nhỏ để thu được độ bền mong muốn và độ dẫn điện. Mặt khác, nếu gia nhiệt được tiến hành đến khi nhiệt độ của vật liệu vượt quá 580°C hoặc thời gian gia nhiệt vượt quá 12 giờ, thì tỷ lượng theo thể tích của các hạt pha thứ hai trở nên lớn nhưng có xu hướng giảm độ bền do sự hóa thô.

Sau khi kết thúc giai đoạn thứ nhất, quy trình được chuyển tới nhiệt độ hóa già đối với giai đoạn thứ hai nhờ thiết đặt tốc độ làm mát là 0,1°C/phút hoặc lớn hơn. Lý do tại sao tốc độ làm mát được thiết đặt ở giá trị này là để tránh sự phát triển quá mức của các hạt pha thứ hai mà đã được kết tủa trong giai đoạn thứ nhất. Nếu tốc độ làm mát quá nhanh, thì việc đạt dưới mức trở nên quá lớn và do đó 100°C/phút hoặc nhỏ hơn được ưu tiên. Tốc độ làm mát ở đây được đo bởi (nhiệt độ hóa già giai đoạn thứ nhất - nhiệt độ hóa già giai đoạn thứ hai) (°C)/(thời gian làm mát (phút) từ nhiệt độ hóa già giai đoạn thứ nhất tới thời điểm đạt đến ở nhiệt độ hóa già giai đoạn thứ hai).

Sau đó, giai đoạn thứ hai được thực hiện ở nhiệt độ vật liệu nằm trong khoảng nhiệt độ từ 430 đến 530°C trong khoảng thời gian từ 1 đến 12 giờ. Giai đoạn thứ hai là để cải thiện độ dẫn điện bằng cách phát triển các hạt pha thứ hai được kết tủa trong giai đoạn thứ nhất tới mức chúng có thể góp phần vào độ bền, và để thu được độ bền và độ dẫn điện cao hơn nhờ tạo ra sự kết tủa của các hạt pha thứ hai sạch (nhỏ hơn so với các hạt pha thứ hai được kết tủa trong giai đoạn thứ nhất).

Nếu nhiệt độ của vật liệu trong giai đoạn thứ hai là thấp hơn 430°C hoặc thời gian gia nhiệt là nhỏ hơn 1 giờ, thì các hạt pha thứ hai được kết tủa trong giai đoạn thứ nhất sẽ phát triển ít và do đó khó cải thiện độ dẫn điện. Ngoài ra, trong giai đoạn thứ hai, các hạt pha thứ hai sẽ không được

kết tủa mới và do đó khó cải thiện độ bền và độ dẫn điện. Mặt khác, nếu nhiệt độ của vật liệu vượt quá 530°C hoặc thời gian gia nhiệt vượt quá 12 giờ, thì các hạt pha thứ hai được kết tủa trong giai đoạn thứ nhất sẽ phát triển quá mức và trở nên thô, ảnh hưởng đến độ bền.

Nếu sự chênh lệch nhiệt độ giữa giai đoạn thứ nhất và thứ hai là quá nhỏ, các hạt pha thứ hai được kết tủa trong giai đoạn thứ nhất sẽ trở nên thô và khiến làm giảm độ bền, trong khi nếu sự chênh lệch là quá lớn, các hạt pha thứ hai được kết tủa trong giai đoạn thứ nhất sẽ phát triển ít và độ dẫn điện không thể được cải thiện. Ngoài ra, trong giai đoạn thứ hai, các hạt pha thứ hai là khó kết tủa, độ bền và độ dẫn điện không thể được tăng lên. Vì các lý do này, sự chênh lệch nhiệt độ giữa các giai đoạn thứ nhất và thứ hai sẽ là từ 20 đến 80°C.

Sau khi kết thúc giai đoạn thứ hai, với các lý do tương tự như trên, tốc độ làm mát được thiết đặt là 0,1°C/phút hoặc nhanh hơn và quy trình được chuyển tới nhiệt độ hóa già giai đoạn thứ ba. Tương tự với sự dịch chuyển từ giai đoạn thứ nhất đến giai đoạn thứ hai, tốc độ làm mát tốt hơn là 100°C/phút hoặc nhỏ hơn. Tốc độ làm mát ở đây được đo bởi (nhiệt độ hóa già giai đoạn thứ hai - nhiệt độ hóa già giai đoạn thứ ba) (°C)/(thời gian làm mát (phút) từ nhiệt độ hóa già giai đoạn thứ hai tới thời điểm đạt nhiệt độ hóa già giai đoạn thứ ba).

Tiếp theo, giai đoạn thứ ba được tiến hành ở nhiệt độ vật liệu nằm trong khoảng từ 300 đến 430°C trong khoảng thời gian từ 4 đến 30 giờ. Giai đoạn thứ ba là để phát triển một chút các hạt pha thứ hai được kết tủa trong giai đoạn thứ nhất và thứ hai và để tạo ra các hạt pha thứ hai sạch.

Nếu nhiệt độ của vật liệu trong giai đoạn thứ ba thấp hơn 300°C hoặc thời gian gia nhiệt là nhỏ hơn 4 giờ, thì sẽ không thể làm cho các hạt pha thứ hai được kết tủa trong giai đoạn thứ nhất và thứ hai phát triển

hoặc tạo ra các hạt pha thứ hai sạch. Do đó, khó thu được độ bền, độ dẫn điện và giới hạn đàn hồi mong muốn. Mặt khác, nếu việc gia nhiệt được tiến hành đến khi nhiệt độ của vật liệu vượt quá 430°C hoặc thời gian gia nhiệt vượt quá 30 giờ, các hạt pha thứ hai được kết tủa trong các giai đoạn thứ nhất và thứ hai sẽ phát triển quá mức và trở nên thô và do vậy độ bền mong muốn và giới hạn đàn hồi khó đạt được.

Nếu sự chênh lệch nhiệt độ giữa giai đoạn thứ hai và thứ ba là quá nhỏ, thì các hạt pha thứ hai được kết tủa trong giai đoạn thứ nhất và thứ hai sẽ phát triển quá mức, khiến độ bền và giới hạn đàn hồi giảm, trong khi nếu sự chênh lệch là quá lớn, các hạt pha thứ hai được tạo nên trong các giai đoạn thứ nhất và thứ hai sẽ phát triển ít và độ dẫn điện không thể được cải thiện. Ngoài ra, các hạt pha thứ hai là khó được kết tủa trong giai đoạn thứ ba, độ bền, giới hạn đàn hồi và độ dẫn điện không thể được cải thiện. Vì các lý do này, sự chênh lệch nhiệt độ giữa các giai đoạn thứ hai và thứ ba sẽ là từ 20 đến 180°C.

Trong giai đoạn xử lý hóa già đơn, nhiệt độ sẽ được duy trì không đổi như một quy tắc vì sự phân bố của các hạt pha thứ hai có thể thay đổi. Tuy nhiên, độ dao động khoảng ±5°C so với nhiệt độ thiết đặt là có thể chấp nhận. Do đó, mỗi giai đoạn được tiến hành trong khoảng dao động nhiệt độ là 10°C.

Sau việc hóa già thứ nhất, việc cán nguội được tiến hành. Trong cán nguội này, hóa cứng hóa già không đầy đủ trong xử lý hóa già thứ nhất có thể được cung cấp bởi việc hóa cứng gia công. Tỷ lệ gia công là từ 10 đến 80%, tốt hơn là từ 15 đến 50%, để đạt được mức mong muốn về độ bền. Tuy nhiên, giới hạn lò xo sẽ bị giảm. Hơn nữa, các hạt mịn được kết tủa trong xử lý hóa già thứ nhất bị biến dạng bởi sự dịch chuyển và tạo thành lại dung dịch rắn, dẫn đến làm giảm độ dẫn điện.

Sau khi cán nguội, điều quan trọng là tăng giới hạn đàn hồi và độ dẫn điện ở xử lý hóa già thứ hai. Khi nhiệt độ hóa già thứ hai được thiết đặt cao, giới hạn đàn hồi và độ dẫn điện được tăng lên nhưng nếu nhiệt độ là cao quá mức, các hạt mà đã được kết tủa trở nên thô để đi vào trạng thái hóa già quá mức, dẫn đến làm giảm độ bền. Do đó, trong xử lý hóa già thứ hai, sự chú ý đặc biệt được cần thiết để duy trì nhiệt độ thấp và thời gian dài hơn so với trường hợp của hạt thông thường để khôi phục độ dẫn điện và giới hạn đàn hồi. Điều này cũng làm tăng cường hiệu quả của cả việc ngăn chặn tốc độ kết tủa của các hợp kim chứa Co và thực hiện việc bố trí lại các sự dịch chuyển. Một ví dụ của các điều kiện để xử lý hóa già thứ hai là khoảng nhiệt độ là ít nhất 100°C nhưng nhỏ hơn 350°C trong khoảng thời gian từ 1 đến 48 giờ, tốt hơn nữa là ít nhất 200°C nhưng không lớn hơn 300°C trong khoảng thời gian từ 1 đến 12 giờ.

Ngay sau khi xử lý hóa già thứ hai, bề mặt hơi bị oxy hóa ngay cả khi xử lý hóa già được thực hiện trong môi trường khí trơ, và có độ thấm ướt mối hàn thấp. Do vậy, nếu độ thấm ướt mối hàn được yêu cầu, ngâm và/hoặc mài có thể được thực hiện. Đối vối việc ngâm, phương tiện thông thường bất kỳ có thể được ứng dụng. Mài cũng có thể được thực hiện với phương tiện thông thường bất kỳ.

Hợp kim gốc Cu-Si-Co theo sáng chế có thể được gia công thành nhiều sản phẩm rèn khác nhau chẳng hạn như các tấm, các dải, các ống, các thanh và các dây. Hơn nữa, hợp kim gốc Cu-Si-Co theo sáng chế có thể được sử dụng trong các linh kiện điện tử chẳng hạn như các cầu chì, các bộ nối, các chốt, các cực, các rơle, các chuyển mạch, các lá dùng cho các ắquy thứ cấp, v.v..

Ví dụ thực hiện sáng chế

Mặc dù sáng chế sẽ được giải thích dưới đây bởi các ví dụ và các ví

dụ so sánh, cần hiểu rằng chúng được biểu diễn để nhằm dễ hiểu sáng chế và các ưu điểm của chúng nhưng không nhằm để giới hạn sáng chế.

Các hợp kim đồng, mỗi chứa các nguyên tố tương ứng như được liệt kê trong bảng 1 với phần còn lại và đồng và các tạp chất, được sản xuất bằng cách nấu chảy chúng ở nhiệt độ 1300°C và đúc thành các thỏi có độ dày 30mm. Tiếp theo, các thỏi đã được gia nhiệt ở 1000°C trong 3 giờ, sau đó được cán nóng để giảm tới độ dày 10mm, và được làm mát nhanh sau khi kết thúc cán nóng. Sau đó, mỗi trong số các bề mặt của chúng được tạo rãnh được giảm xuống độ dày 9 mm để loại bỏ các lớp gỉ và sau đó được tiến hành cán nguội để thu được tấm có độ dày 0,13mm. Sau đó, tấm được tiến hành xử lý dung dịch ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 850 đến 1050°C trong 120 giây và sau đó được làm mát bằng nước. Điều kiện làm mát là sao cho tốc độ làm mát trung bình từ nhiệt độ xử lý dung dịch tới 400°C là 20°C/giây. Sau đó, xử lý hóa già thứ nhất được tiến hành trong khí trơ dưới mỗi điều kiện được liệt kê trong bảng 1. Nhiệt độ của vật liệu trong mỗi giai đoạn được duy trì bên trong ±3°C từ các nhiệt độ thiết đặt như được liệt kê trong bảng 1. Sau đó, vật liệu được tiến hành cán nguội cho đến khi đạt được 0,1mm. Cuối cùng, xử lý hóa già thứ hai được tiến hành ở 300°C trong 3 giờ để thu được mỗi mẫu thử.

Bảng 1-1

Số			
Ví dụ sáng chế	Co	Si	Các chất khác
1	1,3	0,3	-
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30	0,5	0,1	-
31	0,5	0,1	-
32	0,5	0,10	-
33	0,5	0,10	-
34	1,0	0,20	-
35	1,0	0,24	-
36	1,0	0,30	-
37	2,0	0,50	-
38	2,0	0,50	-
39	2,5	0,60	-
40	2,5	0,60	-
41	2,5	0,60	-
42	1,3	0,3	0,5Ni
43			0,5Cr
44			0,5Sn
45			0,5Zn
46			0,5Ag
47			0,1Mg
48			0,1Zr
49			0,5Mn, 0,1Mg, 0,5Zn, 0,5Ag
50			0,01P, 0,01As, 0,01Sb, 0,01 Be, 0,01B, 0,01Ti, 0,01Al, 0,01Fe, 0,01Zn

Bảng 1-2

Số Ví dụ sáng chế	Co	Si	Các chất khác
2	1,3	0,3	-
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18	0,3	0,07	-
19	0,5	0,10	-
20	1,0	0,20	-
21	1,0	0,24	-
22	1,0	0,30	-
23	2,5	0,60	-
24	3,0	0,71	-
25	1,3	0,3	0,5Ni
26			0,5Cr
27			0,5Sn
28			0,5Zn
29			0,5Ag
30			0,1Mg
31			0,1Zr
32			0,5Mn, 0,1Mg, 0,5Zn, 0,5Ag
33			0,01P, 0,01As, 0,01Sb, 0,01 Be, 0,01B, 0,01Ti, 0,01Al, 0,01Fe, 0,01Zn

Bảng 1-3

Số	Xử lý hóa già thứ nhất									
Ví dụ sáng chế	Nhiệt độ giai đoạn thứ nhất (°C)	Tốc độ làm mát giai đoạn thứ nhất đến thứ hai (°C/ phút)	Nhiệt độ giai đoạn thứ hai (°C)	Chênh lệch nhiệt độ giai đoạn thứ nhất và thứ hai (°C)	Tốc độ làm mát giai đoạn thứ hai đến thứ ba (°C/ phút)	Nhiệt độ giai đoạn thứ ba (°C)	Chênh lệch nhiệt độ giai đoạn thứ hai và thứ ba (°C)	Khoảng thời gian giai đoạn thứ nhất (giờ)	Khoảng thời gian giai đoạn thứ hai (giờ)	Khoảng thời gian giai đoạn thứ ba (giờ)
1	480	0,4	430	50	0,4	350	80	12	6	6
2								12	6	30
3								12	12	6
4								12	12	30
5	510		470	40		400	70	6	6	6
6								6	6	15
7								6	12	6
8								6	12	15
9	540		460	80		300	160	6	6	6
10						380	80	3	6	6
11								3	6	30
12								6	1	6
13								6	6	4
14								6	6	6
15								6	6	30
16								6	12	6
17								6	12	10
18								6	12	30
19						430	30	6	12	6
20			500	40		400	100	3	6	6
21								3	6	15
22								6	6	6
23								6	6	15
24	580		530	50		430	100	1	3	4
25								1	3	15
26								1	6	4
27								1	6	15

28	540	0,4	460	80	0,1	380	80	3	6	6
29		0,1			0,4			3	6	6
30	580	0,4	530	50	0,4	430	100	1	3	4
31	540		460	80		380	80	6	12	30
32	540		460	80		380	80	3	6	6
33	510		470	40		400	70	6	6	6
34										
35	540		460	80		380	80	3	6	6
36										
37	510		470	40		400	70	6	6	15
38	510		470	40		400	70	6	6	4
39	510		470	40		400	70	6	6	15
40	540	0,4	460	80	0,4	380	80	3	6	6
41	580		530	50		430	100	1	3	4
42										
43										
44										
45										
46	540		460	80		380	80	3	6	6
47										
48										
49										
50										

Bảng 1-4

Số	Xử lý hóa già thứ nhất									
Ví dụ sáng chế	Nhiệt độ giai đoạn thứ nhất (°C)	Tốc độ làm mát giai đoạn thứ nhất đến thứ hai (°C/phút)	Nhiệt độ giai đoạn thứ hai (°C)	Chênh lệch nhiệt độ giai đoạn thứ nhất và thứ hai (°C)	Tốc độ làm mát giai đoạn thứ hai đến thứ ba (°C/phút)	Nhiệt độ giai đoạn thứ ba (°C)	Chênh lệch nhiệt độ giai đoạn thứ hai và thứ ba (°C)	Khoảng thời gian giai đoạn thứ nhất (giờ)	Khoảng thời gian giai đoạn thứ hai (giờ)	Khoảng thời gian giai đoạn thứ ba (giờ)
1	450	0,4	430	20	0,4	350	80	6	6	6
2	480	0,4	430	50	0,4	350	80	12	6	1
3	540	0,4	375	165	0,4	350	25	1	1	6
4	540	0,4	460	80	0,4	250	210	1	1	6
5	540	0,4	460	80	0,4	380	80	0,5	6	6
6	540	0,4	460	80	0,4	380	80	1	0,5	6
7	540	-	-	-	-	-	-	6	không	không
8	540	0,4	460	80	-	-	-	6	6	không
9	540	0,4	460	80	0,4	380	80	6	6	1
10	540	0,4	460	80	0,4	380	80	6	50	6
11	540	0,4	460	80	0,4	380	80	15	6	6
12	540	0,4	460	80	0,4	430	30	6	12	100
13	540	0,4	460	80	0,4	450	10	6	12	30
14	540	0,4	535	5	0,4	425	110	6	12	6
15	600	0,4	530	70	0,4	430	100	6	6	6
16	540	0,4	460	80	0,02	380	80	3	6	6
17		0,02			0,4			3	6	6
18	540	0,4	460	80	0,4	380	80	3	6	6
19	540	0,4	460	80	-	-	-	3	6	không
20	540	0,4	460	80	-	-	-	3	6	
21	540	0,4	460	80	-	-	-	3	6	
22	540	0,4	460	80	-	-	-	3	6	
23	540	0,4	460	80	-	-	-	3	6	
24	540	0,4	460	80	0,4	380	80	3	6	6
25	540	0,4	460	80	-	-	-	3	6	không
26	540	0,4	460	80	-	-	-	3	6	
27	540	0,4	460	80	-	-	-	3	6	
28	540	0,4	460	80	-	-	-	3	6	
29	540	0,4	460	80	-	-	-	3	6	
30	540	0,4	460	80	-	-	-	3	6	
31	540	0,4	460	80	-	-	-	3	6	
32	540	0,4	460	80	-	-	-	3	6	
33	540	0,4	460	80	-	-	-	3	6	

Các đặc tính của các hợp kim của các mẫu tương ứng thu được theo cách này được đo theo quy trình sau:

Đối với độ bền, giới hạn chảy 0,2% (YS: MPa) được đo theo JIS Z2241 nhờ tiến hành thử nghiệm sức căng theo hướng song song với hướng cán.

Đối với độ dẫn điện (EC: %IACS), điện trở suất khối được đo sử dụng cầu kép.

Giới hạn đàn hồi được đo theo JIS H3130 trong đó thử nghiệm nhiễu xạ lặp lại đã được thực hiện và ứng suất bề mặt lớn nhất được đo từ thời điểm uốn bởi biến dạng cố định dư.

Tỷ lệ độ cao đỉnh ở góc β là 90° được đo theo phương pháp được giải thích ở trên, sử dụng nhiễu xạ kế tia X thuộc loại RINT-2500V được sản xuất bởi Rigaku Corporation.

Các kết quả thử nghiệm đối với các miếng thử nghiệm được liệt kê trong bảng 2.

Bảng 2-1

Số Ví dụ sáng chế	YS (MPa)	EC (%IACS)	Kb (MPa)	Tỷ lệ độ cao đỉnh ở góc β là 90°
1	647	64	402	3,4
2	644	67	390	3,1
3	642	65	395	3,3
4	644	67	398	3,3
5	681	65	435	3,8
6	674	66	421	3,7
7	670	66	410	3,5
8	663	68	404	3,3
9	674	65	426	3,9
10	661	66	432	3,9
11	660	68	418	3,7
12	654	67	404	3,5
13	655	68	389	3,5
14	652	68	393	3,0
15	647	69	401	3,4
16	641	69	384	2,9
17	631	69	390	3,0
18	628	70	395	3,0
19	639	69	387	3,0
20	665	66	413	3,8
21	657	68	416	3,6
22	642	68	401	3,4
23	633	70	379	2,8
24	630	70	371	2,6
25	626	72	375	2,7
26	618	71	370	2,6
27	617	71	369	2,6
28	670	67	406	3,4
29	641	65	388	3,1
30	501	74	337	2,6
31	525	75	401	3,1
32	561	73	353	2,8
33	584	70	367	2,8
34	625	68	374	2,8
35	651	68	401	3,2
36	612	65	366	2,7
37	738	62	488	3,5
38	751	59	412	2,7
39	758	56	512	3,2
40	731	58	486	3,8
41	683	59	431	2,6
42	742	60	453	3,1
43	676	67	436	3,7
44	689	62	447	3,6
45	668	63	418	2,8
46	679	67	419	2,8
47	690	62	427	3,0
48	684	68	430	4,0
49	693	61	452	3,7
50	677	66	433	3,5

Bảng 2-2

Số Ví dụ so sánh	YS (MPa)	EC (%IACS)	Kb	Tỷ lệ độ cao đỉnh ở góc β là 90^0
1	590	60	347	2,2
2	642	62	341	2,1
3	595	60	350	2,3
4	593	60	346	2,1
5	589	59	340	2,0
6	584	57	341	2,1
7	647	61	314	1,7
8	654	64	334	1,9
9	651	66	341	2,1
10	551	72	289	1,3
11	582	70	334	2,0
12	598	75	342	2,4
13	588	70	342	2,1
14	583	71	334	2,1
15	428	73	266	1,3
16	589	74	333	2,0
17	584	73	332	1,9
18	488	75	323	2,5
19	566	71	264	1,6
20	619	66	305	1,5
21	634	65	316	1,6
22	602	62	285	1,5
23	712	56	387	2,3
24	732	58	496	3,8
25	731	58	366	2,2
26	661	65	350	2,3
27	673	59	369	2,2
28	668	60	362	2,3
29	669	66	363	2,1
30	660	61	366	2,1
31	662	65	354	2,4
32	671	60	355	2,2
33	668	62	365	2,3

Các ví dụ sáng chế có tỷ lệ độ cao đỉnh ở góc β là 90° là ít nhất 2,5 thể hiện sự cân bằng tốt giữa độ bền, độ dẫn điện và giới hạn đàn hồi.

Ví dụ so sánh 8, các ví dụ so sánh từ 19 đến 23, các ví dụ so sánh từ 25 đến 33 là các ví dụ trong đó việc hóa già thứ nhất được tiến hành trong hai giai đoạn hóa già.

Ví dụ so sánh 7 là ví dụ trong đó việc hóa già thứ nhất được tiến hành trong hóa già một bước.

Ví dụ so sánh 5 là ví dụ trong đó hóa già giai đoạn thứ nhất là ngắn.

Ví dụ so sánh 11 là ví dụ trong đó thời gian hóa già giai đoạn thứ nhất là dài.

Ví dụ so sánh 1 là ví dụ trong đó nhiệt độ hóa già trong giai đoạn thứ nhất là thấp.

Ví dụ so sánh 15 là ví dụ trong đó nhiệt độ hóa già trong giai đoạn thứ nhất là cao.

Ví dụ so sánh 6 là ví dụ trong đó thời gian hóa già trong giai đoạn thứ hai là ngắn.

Ví dụ so sánh 10 là ví dụ trong đó thời gian hóa già trong giai đoạn thứ hai là dài.

Ví dụ so sánh 3 là ví dụ trong đó nhiệt độ hóa già trong giai đoạn thứ hai là thấp.

Ví dụ so sánh 14 là ví dụ trong đó nhiệt độ hóa già trong giai đoạn thứ hai là cao.

Các ví dụ so sánh 2 và 9 là các ví dụ trong đó thời gian hóa già trong giai đoạn thứ ba là ngắn.

Ví dụ so sánh 12 là ví dụ trong đó thời gian hóa già trong giai đoạn thứ ba là dài.

Ví dụ so sánh 4 là ví dụ trong đó nhiệt độ hóa già trong giai đoạn thứ ba là thấp.

Ví dụ so sánh 13 là ví dụ trong đó nhiệt độ hóa già trong giai đoạn thứ ba là cao.

Ví dụ so sánh 16 là ví dụ trong đó tốc độ làm mát từ giai đoạn thứ hai đến bước thứ ba là thấp.

Ví dụ so sánh 17 là ví dụ trong đó tốc độ làm mát từ giai đoạn thứ nhất đến giai đoạn thứ hai là thấp.

Các ví dụ so sánh này có tỷ lệ độ cao đỉnh ở góc β là 90° nhỏ hơn 2,5 và kém hơn so với các ví dụ về sự cân bằng giữa độ bền, độ dẫn điện và giới hạn đàn hồi.

Trong ví dụ so sánh 18, tỷ lệ độ cao đỉnh ở góc β là 90° là ít nhất 2,5 nhưng do các nồng độ Co và Si thấp hơn, sự cân bằng giữa độ bền, độ dẫn điện và giới hạn đàn hồi là kém hơn so với các ví dụ của sáng chế.

Đối với ví dụ so sánh 24, tỷ lệ độ cao đỉnh ở góc β là 90° là ít nhất 2,5, và có tốt sự cân bằng giữa độ bền, độ dẫn điện và giới hạn đàn hồi, nhưng các đặc tính là có thể so sánh với ví dụ 40 mặc dù nồng độ Co được tăng lên 0,5% so với ví dụ 40, Do vậy, có phát sinh vấn đề về khía cạnh chi phí sản xuất.

Đối với các ví dụ này, các mối tương quan được vẽ với:

YS trên trục x, và Kb trên trục y trên Fig.1;

% khối lượng Co trên trục x, và YS trên trục y trên Fig.2; và

% khối lượng Co (Co) trên trục x, và Kb trên trục y trên Fig.3.

Từ Fig.1, được xác định rằng các hợp kim đồng của các ví dụ sáng chế được thỏa mãn mối tương quan:

$$0{,}43 \times YS + 215 \geq Kb \geq 0{,}23 \times YS + 215$$

Từ Fig.2, được xác định rằng các hợp kim đồng của các ví dụ sáng chế có thể thỏa mãn mối tương quan:

công thức a)

$$-55 \times (\text{nồng độ Co})^2 + 250 \times (\text{nồng độ Co}) + 520 \geq YS \geq$$

$$-55 \times (\text{nồng độ Co})^2 + 250 \times (\text{nồng độ Co}) + 370.$$

Từ Fig.3, được xác định rằng các hợp kim đồng của các ví dụ sáng chế có thể thỏa mãn mối tương quan:

công thức b)

$$60 \times (\text{nồng độ Co}) + 400 \geq Kb \geq 60 \times (\text{nồng độ Co}) + 275.$$

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Hợp kim đồng dùng cho vật liệu điện tử bao gồm Co với lượng từ 0,5 đến 2,5% khối lượng, Si với lượng từ 0,1 đến 0,7% khối lượng, phần còn lại là Cu và các tạp chất không thể tránh khỏi, trong đó trong hình vẽ cực nhiễu xạ tia X, độ cao đỉnh ở góc β là 90° trong số các đỉnh nhiễu xạ trong mặt phẳng Cu {111} mà có mối tương quan vị trí là 55° (bằng cách quét β ở α=35° trong điều kiện đo) đối với mặt phẳng Cu {200}, sử dụng bề mặt được cán làm mặt phẳng tham chiếu, là ít nhất 2,5 lần độ cao đỉnh bột đồng tiêu chuẩn.

2. Hợp kim đồng theo điểm 1, trong đó hợp kim đồng thỏa mãn các công thức sau đây:

công thức a:

$$-55 \times (\text{nồng độ Co})^2 + 250 \times (\text{nồng độ Co}) + 520 \geq YS \geq$$

$$-55 \times (\text{nồng độ Co})^2 + 250 \times (\text{nồng độ Co}) + 370, \text{ và}$$

công thức b:

$$60 \times (\text{nồng độ Co}) + 400 \geq Kb \geq 60 \times (\text{nồng độ Co}) + 275.$$

trong các công thức này, đơn vị của nồng độ Co là % khối lượng, YS là giới hạn chảy 0,2% và Kb là giới hạn đàn hồi.

3. Hợp kim đồng theo điểm 1 hoặc 2, trong đó YS là ít nhất 500MPa và Kb và YS thỏa mãn công thức sau đây:

công thức c:

$$0,43 \times YS + 215 \geq Kb \geq 0,23 \times YS + 215$$

trong công thức này, YS là giới hạn chảy 0,2%, và Kb là giới hạn

đàn hồi.

4. Hợp kim đồng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó tỷ lệ nồng độ khối lượng Co với Si (Co/Si) thỏa mãn mối tương quan sau:

$3 \leq Co/Si \leq 5.$

5. Hợp kim đồng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó hợp kim đồng còn chứa Ni với lượng nhỏ hơn 1,0% khối lượng.

6. Hợp kim đồng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó hợp kim đồng chứa nhiều nhất 2,0% tổng khối lượng của ít nhất một nguyên tố được lựa chọn từ nhóm bao gồm Cr, Mg, P, As, Sb, Be, B, Mn, Sn, Ti, Zr, Al, Fe, Zn và Ag.

7. Phương pháp sản xuất hợp kim đồng, phương pháp này bao gồm:

- bước 1: nấu chảy và đúc thỏi của hợp kim đồng có thành phần theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6;

- bước 2: gia nhiệt thỏi đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 900°C đến 1050°C trong ít nhất 1 giờ, và sau đó tiến hành quá trình cán nóng;

- bước 3: cán nguội;

- bước 4: xử lý dung dịch ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 850 đến 1050°C và sau đó làm mát với tốc độ làm mát trung bình đến 400°C là ít nhất 10°C/giây;

- bước 5: hóa già thứ nhất bao gồm hóa già ba giai đoạn, trong đó giai đoạn thứ nhất là gia nhiệt vật liệu trong khoảng nhiệt độ từ 480°C đến 580°C trong khoảng thời gian từ 1 đến 12 giờ, sau đó giai đoạn thứ hai là gia nhiệt vật liệu trong khoảng nhiệt độ từ 430 đến 530°C trong khoảng thời gian từ 1 đến 12 giờ, và sau đó giai đoạn thứ ba là gia nhiệt

vật liệu trong khoảng nhiệt độ từ 300 đến 430°C trong khoảng thời gian từ 4 đến 30 giờ, trong đó tốc độ làm mát từ giai đoạn thứ nhất tới giai đoạn thứ hai và từ giai đoạn thứ hai tới giai đoạn thứ ba là ít nhất 0,1°C/phút một cách tương ứng, và chênh lệch nhiệt độ giữa giai đoạn thứ nhất và giai đoạn thứ hai là từ 20 đến 80°C và chênh lệch nhiệt độ giữa giai đoạn thứ hai và giai đoạn thứ ba là từ 20 đến 180°C;

- bước 6: cán nguội; và

- bước 7: bước hóa già thứ hai, gia nhiệt tới ít nhất 100°C nhưng thấp hơn 350°C trong khoảng thời gian từ 1 đến 48 giờ.

8. Sản phẩm đồng được rèn được làm từ hợp kim đồng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6.

9. Linh kiện điện tử được tạo ra có hợp kim đồng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6.

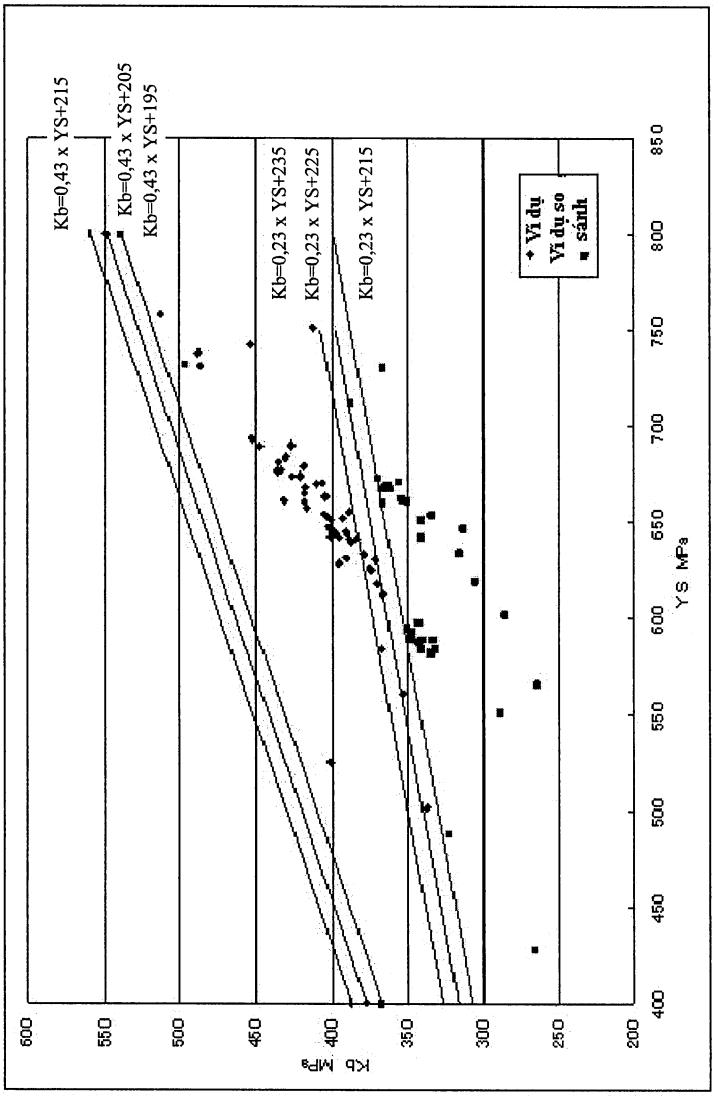
Kb=0,43 x YS+215
Kb=0,43 x YS+205
Kb=0,43 x YS+195
Kb=0,23 x YS+235
Kb=0,23 x YS+225
Kb=0,23 x YS+215
Ví dụ
Ví dụ so sánh
YS MPa
Kb 3P8
600
550
500
450
400
350
300
250
200
400
450
500
550
600
650
700
750
800
850

FIG. 1

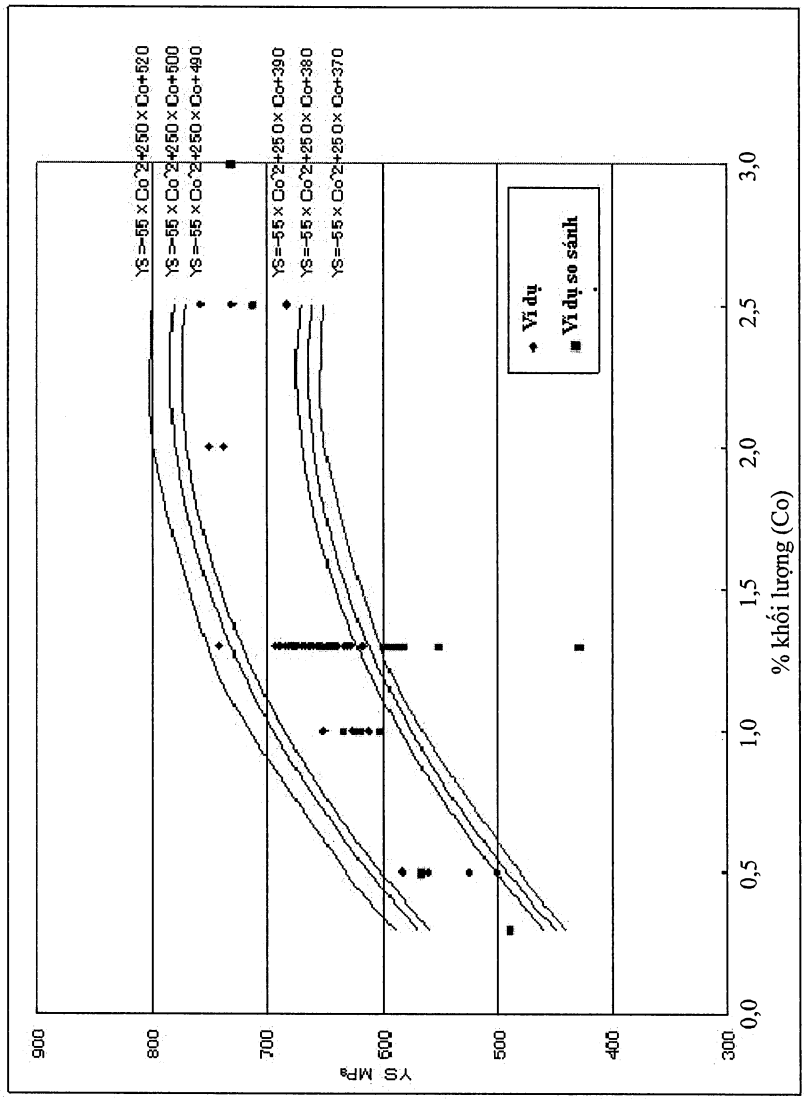
YS =-55 x Co^2+250 x Co+520
YS =-55 x Co^2+250 x Co+500
YS =-55 x Co^2+250 x Co+490
YS=-55 x Co^2+250 x Co+390
YS=-55 x Co^2+250 x Co+380
YS=-55 x Co^2+250 x Co+370
Ví dụ
Ví dụ so sánh
YS MPa
% khối lượng (Co)
900
800
700
600
500
400
300
0,0
0,5
1,0
1,5
2,0
2,5
3,0

FIG. 2

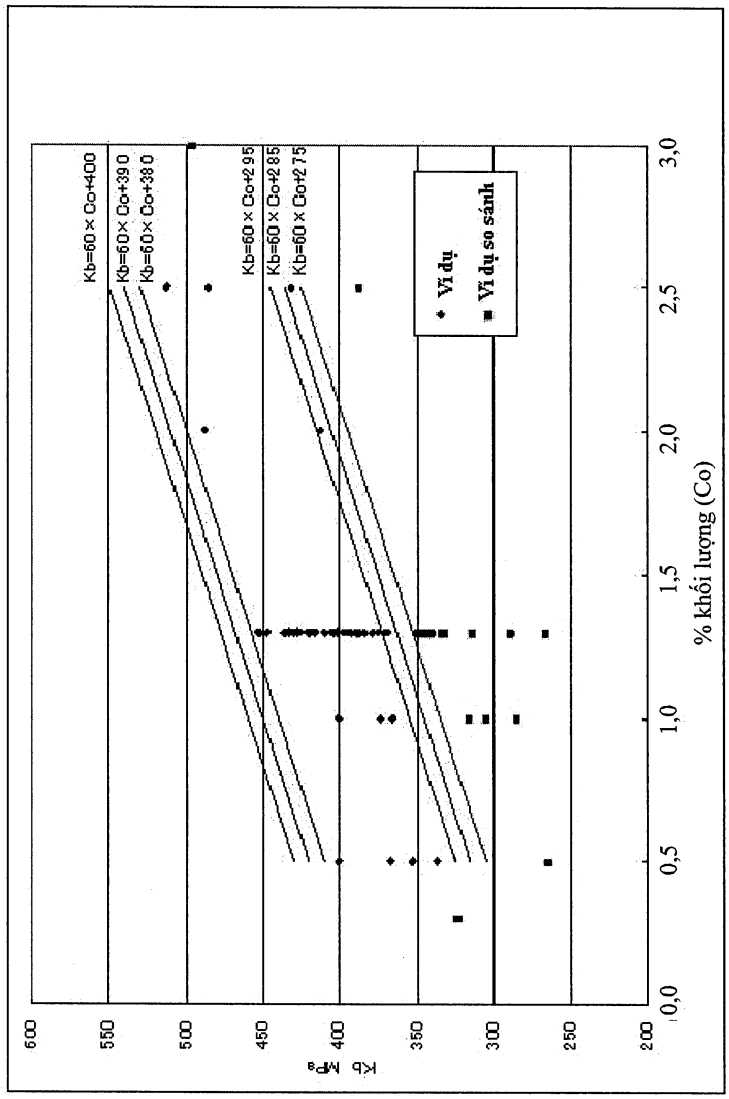
Kb=60 × Co+400
Kb=60 × Co+390
Kb=60 × Co+380
Kb=60 × Co+295
Kb=60 × Co+285
Kb=60 × Co+275
Ví dụ
Ví dụ so sánh
Kb MPa
% khối lượng (Co)
600
550
500
450
400
350
300
250
200
0,0
0,5
1,0
1,5
2,0
2,5
3,0

FIG. 3