



(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)



1-0023916

(51)⁷ C22C 9/06; C22C 9/01; C22C 9/02; (13) B
C22C 9/04; C22C 9/05; H01L 23/495;
C22F 1/00; C22F 1/08; H01B 1/02;
H01B 13/00; H01B 5/02; C22C 9/00;
C22C 9/10

(21) 1-2013-03348

(22) 15/03/2012

(86) PCT/JP2012/056720 15/03/2012

(87) WO2012/132937A1 04/10/2012

(30) 2011-073270 29/03/2011 JP

(45) 25/06/2020 387

(43) 27/01/2014 310A

(73) JX NIPPON MINING & METALS CORPORATION (JP)

6-3, Otemachi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8164, Japan

(72) KUWAGAKI, Hiroshi (JP); OKAFUJI, Yasuhiro (JP)

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

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

(57) Sáng chế đề cập đến dải hợp kim gốc Cu-Co-Si không những có sự cân bằng tốt giữa độ bền và độ dẫn điện mà còn ngăn chặn hiện tượng vụn xoắn. Dải hợp kim đồng dùng cho các vật liệu điện tử bao gồm từ 0,5 đến 2,5% khối lượng Co, từ 0,1 đến 0,7% khối lượng Si, còn lại là Cu và các tạp chất không thể tránh khỏi, trong đó, khi tỷ lệ của cường độ nhiễu xạ đối với β với cường độ nhiễu xạ của bột đồng tiêu chuẩn được tính cho mỗi góc α được đo bởi hình vẽ cực nhiễu xạ tia X sử dụng bề mặt được cán làm mặt phẳng tham chiếu, mục (a) sau đây được thỏa mãn:

(a) tỷ lệ của độ cao đỉnh ở $\alpha=25^\circ$ và $\beta=120^\circ$ trong hình vẽ cực {200} với độ cao đỉnh của bột đồng tiêu chuẩn ít nhất là 10.

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 dải hợp kim đồng gốc Cu-Co-Si được sử dụng một cách hữu hiệu trong các linh kiện điện tử khác nhau.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

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 và độ dẫn điện cao (hoặc độ dẫn nhiệt) như các đặc tính cơ bản. Trong những năm gần đây, việc tích hợp, thu nhỏ 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 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 dùng 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, do lượng các thành phần dung dịch rắn trong đồng giảm. Vì lý do này, vật liệu 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 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 loại gốc Ni-Si trong chất nền đồng.

Gần đây, nỗ lực cải thiện các đặc tính của hợp kim đồng gốc Cu-Co-Si 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-Co-Si có các đặc tính cơ và điện mỹ mãn cũng như các đặc tính cơ học đồng nhất, hợp kim đồng dùng cho các vật liệu điện tử chứa từ 0,5 đến 4,0% khối lượng Co, từ 0,1 đến 1,2% khối lượng Si và còn lại là Cu và các tạp chất không thể tránh khỏi, trong đó kích thước hạt tinh thể trung bình nằm trong khoảng từ 15 đến 30 μm , và sự chênh lệch trung bình giữa đường kính hạt lớn nhất và đường kính hạt nhỏ nhất trên mỗi trường quan sát $0,5\text{mm}^2$ 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: nấu chảy và đúc thổi có thành phần mong muốn;
- bước 2: gia nhiệt thổi đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 950 đến 1050°C trong ít nhất một giờ và sau đó tiến hành bước cán nóng,
- 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 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-Co-Si dùng cho các vật liệu điện tử có các đặc tính cơ và điện mỹ mãn, nhưng vẫn có nhu cầu cải thiện giới hạn đàn hồi uốn cong.

Ngoài ra, các tác giả sáng chế đã gặp phải một vấn đề là, trong quá trình sản xuất các dải ở quy mô công nghiệp, độ chính xác tạo hình là không đạt yêu cầu và đặc biệt là hiện tượng vặn xoắn chưa được kiểm soát một cách đầy đủ. Hiện tượng vặn xoắn là hiện tượng mà vật liệu là bị uốn theo hướng cán. Trong quy trình sản xuất các sản phẩm dạng dải, xử lý hóa già thường được tiến hành trong lò nung phân đoạn theo quan điểm về hiệu quả sản xuất và khả năng sản xuất. Tuy nhiên, trong quy trình sản xuất theo đợt như vậy, vật liệu được xử lý nhiệt ở điều kiện được cuộn và do vậy xu hướng xoắn dễ xảy ra. Kết quả là, hình dạng (vặn xoắn) bị suy giảm. Một khi hiện tượng vặn xoắn được hình thành, hình dạng trong và sau quá trình gia công ép đối với vật liệu điện tử là không ổn định, cụ thể là, độ chính xác về kích thước bị giảm sút. Do đó, cần ngăn chặn hiện tượng vặn xoắn càng nhiều càng tốt.

Do đó, mục đích của sáng chế là đề xuất dải hợp kim gốc Cu-Co-Si không những có sự cân bằng mỹ mãn giữa độ bền, độ dẫn điện và giới hạn đàn hồi uốn cong, mà còn ngăn chặn được hiện tượng vặn xoắn. Mục đích khác của sáng chế là đề xuất phương pháp sản xuất dải hợp kim gốc Cu-Co-Si như vậy.

Phương tiện giải quyết vấn đề

Để giải quyết các vấn đề nêu trên, các tác giả sáng chế đã tiến hành các nghiên cứu sâu rộng và phát hiện ra rằng, dải hợp kim gốc Cu-Co-Si thu được bằng cách thực hiện, sau khi xử lý dung dịch, xử lý hóa già và cán nguội theo trình tự này ngăn chặn được hiện tượng vặn xoắn cùng với sự cân bằng mỹ mãn giữa độ bền, độ dẫn điện và giới hạn đàn hồi uốn cong, nếu xử lý hóa già được tiến hành trong ba giai đoạn dưới các điều kiện nhiệt độ và thời gian cụ thể.

Đã phát hiện ra rằng dải hợp kim đồng được sản xuất theo

phương pháp này có đặc điểm trong đó, khi tỷ lệ của cường độ nhiễu xạ đối với β với cường độ nhiễu xạ của bột đồng được tính cho mỗi góc α như được đo bởi phương pháp hình vẽ cực nhiễu xạ tia X sử dụng bề mặt được cán làm mặt phẳng tham chiếu, tỷ lệ của độ cao đỉnh ở $\alpha=25^\circ$ và $\beta=120^\circ$ trong hình vẽ cực $\{200\}$ với độ cao của bột đồng tiêu chuẩn là ít nhất 10. 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 cấp tạo ra ảnh hưởng.

Sáng chế đã được hoàn thiện dựa vào phát hiện này và sáng chế đề xuất, theo một khía cạnh, dải hợp kim đồng dùng cho các vật liệu điện tử 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, khi tỷ lệ của cường độ nhiễu xạ đối với β với cường độ nhiễu xạ của bột đồng tiêu chuẩn được tính cho mỗi góc α như được đo bởi hình vẽ cực nhiễu xạ tia X sử dụng bề mặt được cán làm mặt phẳng tham chiếu, mục (a) sau đây được thỏa mãn.

(a) tỷ lệ của độ cao đỉnh ở $\alpha=25^\circ$ và $\beta=120^\circ$ trong hình vẽ cực $\{200\}$ với độ cao đỉnh của bột đồng tiêu chuẩn là ít nhất 10.

Dải hợp kim đồng theo một phương án của sáng chế có sự vặn xoắn theo hướng song song với hướng cán là 35mm hoặc nhỏ hơn.

Dải hợp kim đồng theo một phương án khác của sáng chế thỏa mãn công thức sau trong đó hàm lượng Co (% khối lượng) được biểu thị bởi [Co] và giới hạn chảy 0,2% được biểu thị bởi YS (MPa).

Công thức a:

$$- 55 \times [\text{Co}]^2 + 250 \times [\text{Co}] + 500 \geq \text{YS} \geq - 55 \times [\text{Co}]^2 + 250 \times [\text{Co}] + 350$$

Dải hợp kim đồng theo phương án khác nữa của sáng chế thỏa

mãn công thức dưới đây, trong đó giới hạn chảy 0,2% được biểu thị bởi YS (MPa) và độ dẫn điện được biểu thị bởi EC (%IACS).

$$500 \leq YS \leq 800, 50 \leq EC \leq 75$$

Công thức b:

$$- 0,117 \times [YS] + 130 \leq EC \leq - 0,117 \times [YS] + 154$$

Dải hợp kim đồng theo phương án khác nữa của sáng chế thỏa mãn công thức sau, trong đó hàm lượng Co (% khối lượng) được biểu thị bởi [Co] và giới hạn đàn hồi uốn cong được biểu thị bởi Kb (MPa).

Công thức c:

$$60 \times [Co] + 265 \leq Kb \leq 60 \times [Co] + 375$$

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

Dải hợp kim đồng theo phương án khác nữa của sáng chế chứa nhiều nhất 2,0% khối lượng tổng 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 bộc lộ phương pháp sản xuất dải hợp kim đồng, phương pháp này bao gồm các bước theo thứ tự sau:

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

- bước 2: gia nhiệt thổi 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 tới 400°C là ít nhất 10°C/giây;

- bước 5: hóa già nhiều giai đoạn, bao gồm 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 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 và trong đó việc hóa già nhiều giai đoạn được thực hiện trong lò nung phân đoạn với vật liệu ở điều kiện được cuộn, và

- bước 6: cán nguội.

Phương pháp sản xuất dải hợp kim đồng còn bao gồm, trong một phương án, sau bước 6, bước ủ tinh luyện nhiệt để gia nhiệt vật liệu trong khoảng nhiệt độ từ 200 đến 500°C trong khoảng thời gian từ 1 đến 1000 giây.

Theo khía cạnh khác, sáng chế đề xuất sản phẩm đồng được rèn thu được bằng cách xử lý dải hợp kim đồng theo sáng chế.

Theo khía cạnh khác, sáng chế đề xuất linh kiện điện tử thu được bằng cách xử lý dải hợp kim đồng theo sáng chế.

Hiệu quả của sáng chế

Theo sáng chế, dải hợp kim gốc Cu-Co-Si không những có sự cân bằng mỹ mãn giữa độ bền, độ dẫn điện và giới hạn đàn hồi uốn

cong, mà còn ngăn chặn được hiện tượng vặn xoắn.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là đồ thị được vẽ với nồng độ khối lượng Co% trên trục x và YS trên trục y;

Fig.2 là đồ thị được vẽ với YS trên trục x và EC trên trục y;

Fig.3 là đồ thị được vẽ với nồng độ 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 nâng cao mà không làm suy giảm độ dẫn điện.

Nếu các lượng được bổ sung của Co và Si là sao cho Co nhỏ hơn 0,5% khối lượng hoặc Si nhỏ hơn 0,1% khối lượng, thì 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 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 0,3 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 đặc tính hàn bị giảm sút do sự hình thành của màng oxit SiO_2 trên bề mặt của vật liệu trong suốt bước ủ. Mặt khác, nếu tỷ lệ của Co với Si là quá cao, thì Si dễ 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 $3 \leq \text{Co/Si} \leq 5$, và tốt hơn nữa là $3,7 \leq \text{Co/Si} \leq 4,7$.

Lượng bổ sung của Ni

Ni hoà tan 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 nâng cao 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 mà không được kết tủa nhờ hóa già hoà tan 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 vào hợp kim gốc Cu-Co-Si 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 tăng 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 nấu chảy và 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 nấu chảy và 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 kết tủa 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-Co-Si theo 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 nhờ sự hình thành của dung dịch rắn trong pha nền nhưng sự bao gồm của nó trong các hạt pha thứ hai có thể nâng cao thêm hiệu quả. Tuy nhiên, khi tổng nồng độ Mg, Mn, Ag và P vượt quá 2,0% khối lượng, thì hiệu quả cải thiện các đặc tính là 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-Co-Si theo 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% khối lượng tổng.

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 nhờ 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-Co-Si theo sáng chế trong tổng lượng 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 thêm vào 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 nhờ dung dịch rắn của chúng trong pha nền nhưng sự bao gồm của chúng trong các hạt pha thứ hai hoặc sự hình thành của các hạt pha thứ hai mới có thể nâng cao hơn 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 trong số các 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-Co-Si với lượng lên tới 2,0% khối lượng tổng. 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% khối lượng tổng được bổ sung.

Nếu tổng lượng bổ sung của Ni, Cr, Mg, Mn, Ag, P, Sn, Zn, As, Sb, Be, B, Ti, Zr, Al và Fe 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 hạt

Dải hợp kim đồng theo một phương án của sáng chế thỏa mãn, từ kết quả thu được từ tỷ lệ được đo của cường độ nhiễu xạ đối với β với cường độ nhiễu xạ của bột đồng tiêu chuẩn ở mỗi góc α như được đo bởi phương pháp hình vẽ cực nhiễu xạ tia X sử dụng bề mặt được cán làm mặt phẳng tham chiếu, tỷ lệ của độ cao đỉnh ở $\alpha=25^\circ$ và $\beta=120^\circ$ trong hình vẽ cực $\{200\}$ với độ cao của bột đồng tiêu chuẩn (sau đây được gọi là “tỷ lệ của độ cao đỉnh ở góc $\beta=120^\circ$ ở $\alpha=25^\circ$ ”) là ít nhất 10 lần.

Tỷ lệ của độ cao đỉnh ở góc $\beta=120^\circ$ ở $\alpha=25^\circ$ tốt hơn là ít nhất 15 lần, tốt hơn nữa là ít nhất 20 lần, và điển hình là từ 10 đến 40 lần, điển hình hơn là từ 15 đến 30 lần. Bột đồng tiêu chuẩn được xác định bởi bột đồng có 325 mesh (độ hạt) (JIS Z8801) và độ tinh khiết 99,5%.

Mặc dù chưa rõ lý do tại sao không những thu được sự cân bằng mỹ mãn giữa độ bền, độ dẫn điện và giới hạn đàn hồi uốn cong mà còn ngăn chặn được hiện tượng vặn xoắn bằng cách kiểm soát độ cao đỉnh ở góc $\beta=120^\circ$ đối với $\alpha=25^\circ$ trong đỉnh nhiễu xạ của mặt phẳng $\{200\}$, tuy nhiên, được coi là, nhờ thực hiện xử lý hóa già thứ nhất như hóa già ba giai đoạn, biến dạng gia công là khó được tạo nên trong bước cán nguội tiếp theo và do vậy định hướng hạt đặc biệt được phát triển cho đến sau xử lý hóa già còn lại, sao cho giới hạn đàn hồi uốn cong được nâng cao.

Độ cao đỉnh ở góc $\beta=120^\circ$ ở $\alpha=25^\circ$ trong số các đỉnh nhiễu xạ trong mặt phẳng Cu $\{200\}$ được đo bởi phép đo hình vẽ cực. Phép đo hình vẽ cực là phương pháp trong đó một mặt phẳng nhiễu xạ $\{hkl\}$ của Cu được xét đến và việc quét trục α dạng bậc thang được thực hiện đối với giá trị 2θ trong mặt phẳng Cu $\{hkl\}$ (góc quét 2θ

của bộ phát hiện được cố định), và quét trục β (vòng quay trong mặt phẳng từ 0 đến 360° (vòng quay hướng trục)) được thực hiện trên mẫu đối với mỗi góc α . Trong phép đo hình vẽ cực XRD theo sáng chế, góc pháp tuyến với mặt phẳng của mẫu được định rõ là $\alpha=90^\circ$ và được sử dụng làm tham chiếu của phép đo. Hơn nữa, phép đo hình vẽ cực được thực hiện bởi phương pháp nhiễu xạ (α = từ -15° đến 90°). Độ cao đỉnh ở $\beta=120^\circ$ ở $\alpha=25^\circ$ trong số các đỉnh nhiễu xạ trong mặt phẳng Cu {200} được định rõ là cường độ mạnh nhất trong số dải β từ 115 đến 125° khi các cường độ đối với góc β được vẽ ở $\alpha=25^\circ$.

Các đặc tính

Dải hợp kim đồng theo một phương án của sáng chế có thể thỏa mãn công thức sau, trong đó hàm lượng Co (% khối lượng) được biểu thị bởi [Co] và giới hạn chảy 0,2% được biểu thị bởi YS (MPa).

Công thức a:

$$- 55 \times [\text{Co}]^2 + 250 \times [\text{Co}] + 500 \geq \text{YS} \geq - 55 \times [\text{Co}]^2 + 250 \times [\text{Co}] + 350$$

Dải hợp kim đồng theo phương án ưu tiên của sáng chế có thể thỏa mãn công thức sau.

Công thức a':

$$- 55 \times [\text{Co}]^2 + 250 \times [\text{Co}] + 480 \geq \text{YS} \geq - 55 \times [\text{Co}]^2 + 250 \times [\text{Co}] + 370$$

Dải hợp kim đồng theo phương án ưu tiên hơn của sáng chế có thể thỏa mãn công thức sau.

Công thức a'':

$$- 55 \times [\text{Co}]^2 + 250 \times [\text{Co}] + 460 \geq \text{YS} \geq - 55 \times [\text{Co}]^2 + 250 \times [\text{Co}] + 390$$

Dải hợp kim đồng theo một phương án của sáng chế có sự vặn xoắn song song với hướng cán là 35mm hoặc nhỏ hơn, tốt hơn là 20mm hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 15mm hoặc nhỏ hơn, và ví dụ là từ 10 đến 30mm.

Theo sáng chế, sự vặn xoắn theo hướng song song với hướng cán được xác định theo quy trình sau. Mẫu được kéo dài có độ dài là 500mm song song với hướng cán và độ rộng là 10mm vuông góc với hướng cán được cắt ra từ vật liệu dạng dải cán được thử nghiệm. Mẫu này được lấy ở một đầu theo hướng kéo dài và đầu còn lại được treo xuống phía dưới và lượng biến dạng từ đường thẳng đứng được gọi là “sự vặn xoắn”. Một cách ngẫu nhiên, mặc dù theo sáng chế sự vặn xoắn được xác định như được định rõ như trên, gần như kết quả đo như nhau sẽ thu được đối với các mẫu với hình dạng được kéo dài có độ dài từ 500 đến 1000mm theo hướng song song với hướng cán và độ rộng là từ 10 đến 50mm theo hướng vuông góc với hướng cán.

Dải hợp kim đồng theo phương án của sáng chế thỏa mãn công thức sau, trong đó giới hạn chảy 0,2% được biểu thị bởi YS (MPa) và độ dẫn điện được biểu thị bởi EC (%IACS).

$$500 \leq \text{YS} \leq 800, 50 \leq \text{EC} \leq 75 \text{ và}$$

Công thức b:

$$- 0,117 \times [\text{YS}] + 130 \leq \text{EC} \leq - 0,117 \times [\text{YS}] + 154$$

Dải hợp kim đồng theo phương án ưu tiên của sáng chế thỏa mãn công thức sau.

$$520 \leq \text{YS} \leq 780, 51 \leq \text{EC} \leq 74 \text{ và}$$

Công thức b’:

$$- 0,117 \times [YS] + 134 \leq EC \leq -0,117 \times [YS] + 150$$

Dải hợp kim đồng theo phương án ưu tiên hơn của sáng chế thỏa mãn công thức sau.

$$540 \leq YS \leq 760, 52 \leq EC \leq 73 \text{ và}$$

Công thức b’’:

$$- 0,117 \times [YS] + 138 \leq EC \leq - 0,117 \times [YS] + 146$$

Dải hợp kim đồng theo phương án của sáng chế có thể thỏa mãn công thức sau, trong đó hàm lượng Co (% khối lượng) được biểu thị bởi [Co] và giới hạn đàn hồi uốn cong được biểu thị bởi Kb(MPa).

Công thức c):

$$60 \times [Co] + 265 \leq Kb \leq 60 \times [Co] + 375$$

Dải hợp kim đồng theo phương án ưu tiên của sáng chế có thể thỏa mãn công thức sau.

Công thức c’):

$$60 \times [Co] + 275 \leq Kb \leq 60 \times [Co] + 365$$

Dải hợp kim đồng theo phương án ưu tiên hơn của sáng chế có thể thỏa mãn công thức sau.

Công thức c’):

$$60 \times [Co] + 285 \leq Kb \leq 60 \times [Co] + 355$$

Phương pháp sản xuất

Theo phương pháp chung 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. Quá trình 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 1000° để hòa tan các hạt pha thứ hai vào chất nền Cu để tạo nên dung dịch rắn và cùng lúc đó chất nền Cu 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 550°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 ở 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 trải qua 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 xử lý dung dịch và các bước tiếp theo được tiến hành 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 làm thành phần thiết

yếu đối với 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 là hòa tan các hạt pha thứ hai vào pha nền. Co có thể hoà tan 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 ít nhất là 900°C là cao hơn so với các hợp kim Corson khác. Nếu nhiệt độ duy trì 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 nguội 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 nâng cao 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 nóng chảy 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.

Xử lý dung dịch có thể được tiến hành hoặc trong lò nung liên tục hoặc trong lò nung phân đoạn nhưng đối với việc sản xuất công nghiệp dài theo sáng chế, tốt hơn là sử dụng lò nung liên tục xét về hiệu quả sản xuất.

Tốc độ làm mát sau khi xử lý dung dịch càng lớn, hiện tượng kết tủa có thể được ngăn chặn trong suốt quá trình xử lý làm mát

càng nhiều. Nếu tốc độ làm mát là quá thấp, thì các hạt pha thứ hai thô hơn sẽ phát triển trong suốt 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 đạt yêu cầu sẽ không đạt được do xử lý dung dịch và khả năng hóa cứng hóa già sẽ giảm. Do đó, làm việc 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 trong khoảng thời gian từ 10 đến 3600 giây, 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 đến 400°C và tính giá trị $(\text{°C/giây}) = (\text{nhiệt độ xử lý dung dịch} - 400) (\text{°C}) / \text{thời gian làm mát (giây)}$. Một cách tùy chọn, tốc độ làm mát dưới 400°C không vấn đề gì bởi vì sự kết tủa của các hạt pha thứ hai chỉ giảm xuống đáng kể khi xuống tới 400°C.

Đối với phương pháp làm mát nhanh, làm mát bằng nước là hữu hiệu nhất. Với tốc độ làm mát thay đổi tùy thuộc vào nhiệt độ của nước được sử dụng cho việc làm mát bằng nước, tốc độ làm mát có thể được thực hiện nhanh hơn bằng cách kiểm soát nhiệt độ của nước. Nếu nước ở 25°C hoặc cao hơn, có thể có các trường hợp ở đó tốc độ làm mát mong muốn không đạt được, và do đó tốt hơn là duy trì nhiệt độ ở 25°C hoặc nhỏ hơn. Nếu vật liệu được làm mát trong bể chứa nước, nhiệt độ nước có xu hướng vượt quá 25°C, và do đó cần ngăn ngừa sự tăng nhiệt độ bằng cách phun nước ở dạng sương mù hoặc phun mưa hoặc bằng cách thổi nước mát liên tục vào bể nước. Ngoài ra, tốc độ làm mát có thể được tăng lên bằng cách tăng

số lượng các vôi nước làm mát hoặc bằng cách tăng lượng nước trên mỗi đơn vị thời gian.

Việc sản xuất dải hợp kim gốc Cu-Co-Si theo sáng chế được thực hiện hữu hiệu nhờ tiến hành xử lý dung dịch, và sau đó xử lý hóa già, cán nguội, và ủ tinh nhiệt tùy ý theo trình tự này, trong đó xử lý hóa già được thực hiện là hóa già ba giai đoạn. Nghĩa là, nhờ thông qua hóa già ba giai đoạn, độ bền và độ dẫn điện được nâng cao, và sau đó cán nguội được thực hiện để làm giảm sự vắn xoắn. Được coi rằng lý do tại sao độ bền và độ dẫn điện được nâng cao đáng kể bởi hóa già ba giai đoạn sau khi xử lý dung dịch là sự phát triển của các hạt pha thứ hai được kết tủa trong suốt giai đoạn thứ nhất và thứ hai cũng như sự kết tủa của các hạt pha thứ hai trong suốt giai đoạn thứ ba.

Trong hóa già ba giai đoạn, giai đoạn thứ nhất được tiến hành nhờ 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 nâng cao 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 nhỏ 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 $100^{\circ}\text{C}/\text{phút}$ 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) ($^{\circ}\text{C}$)/(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 trong khoảng nhiệt độ từ 430 đến 530°C trong khoảng thời gian từ 1 đến 12 giờ. Giai đoạn thứ hai là để nâng cao 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 nhỏ 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 không thể phát triển 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 cấp 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 sai 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 cải thiện. Vì các lý do này, sự chênh lệch nhiệt độ giữa giai đoạn các 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, 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 nhỏ hơn 300°C hoặc thời gian gia nhiệt 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 uốn cong 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 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 giảm, trong khi nếu sự sai 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 khó được kết tủa trong giai đoạn thứ ba, độ bền và độ dẫn điện không thể được nâng cao. 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, khoảng dao động $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 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 khi xử lý hóa già, việc cán nguội được tiến hành. Việc cán nguội này tạo ra các hiệu quả là việc hóa cứng hóa già không đủ trong xử lý hóa già được cung cấp bởi việc hóa cứng gia công và xu hướng xoắn được tạo ra trong xử lý hóa già mà trở thành nguyên nhân khiến sự vặn xoắn được giảm. Tỷ lệ gia công (tỷ lệ giảm cán) trong trường hợp này tốt hơn là từ 10 đến 80%, tốt hơn nữa là từ 20 đến 60%, để thu được độ bền mong muốn và để làm giảm xu hướng hóa rắn. Nếu tỷ lệ gia công là quá cao, khả năng gia công uốn bị suy giảm, trong khi nếu nó là quá nhỏ, sự loại bỏ sự vặn xoắn là không đủ.

Sau khi cán nguội, không cần thêm xử lý nhiệt. Điều này là do, nếu xử lý hóa già bị tác động lần nữa, có lo ngại rằng xu hướng xoắn giảm sút có thể được phục hồi. Tuy nhiên, việc ủ tinh nhiệt là có thể chấp nhận.

Nếu việc ủ tinh nhiệt được tiến hành, các điều kiện nhiệt độ nằm trong khoảng từ 200 đến 500°C trong khoảng thời gian từ 1 đến 1000 giây. Bằng việc ủ tinh nhiệt, đạt được độ đàn hồi được cải thiện.

Dải hợp kim gốc Cu-Co-Si theo sáng chế có thể được gia công thành các sản phẩm gia công khác nhau chẳng hạn như các tấm, các lá, các ống, các thanh và các dây. Hơn nữa, hợp kim gốc Cu-Co-Si 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 ắc quy thứ cấp, v.v..

Độ dày tấm của dải hợp kim đồng theo sáng chế không bị giới hạn cụ thể, nhưng nằm trong khoảng từ 0,005mm đến 1,500mm chẳng hạn. Tốt hơn là, độ dày là từ 0,030mm đến 0,900mm, tốt hơn nữa là từ 0,040mm đến 0,800mm, và còn tốt hơn nữa là từ 0,050mm đến 0,400mm.

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 thị để nhằm để hiểu sáng chế và các ưu điểm của chúng nhưng không nhằm để giới hạn sáng chế.

Các hợp kim đồng (10kg) chứa các nguyên tố tương ứng như được liệt kê trong bảng 1 với phần còn lại là đồng và các tạp chất, được sản xuất bằng cách nấu chảy chúng ở nhiệt độ 1300°C trong lò nấu chảy cao tần và đúc thành các thỏi có độ dày 30mm. Tiếp theo, các thỏi đã được gia nhiệt trong lò nung phân đoạn 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 bước cán nóng. Sau đó, bề mặt được tạo rãnh được giảm xuống độ dày 9mm để loại bỏ các lớp gỉ trên bề

mặt, và tấm được tiến hành cán nguội để thu được tấm có độ dài 80mm × độ rộng 50mm × độ dày 0,286mm. Tấm được tiến hành xử lý dung dịch trong lò liên tục ở 950°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, vật liệu được cuộn và được tiến hành xử lý hóa già thứ nhất trong môi trường khí trơ trong lò nung phân đoạn dưới các điều kiện tương ứng như được liệt kê trong bảng 1. Sau đó, tấm được tiến hành cán nguội để giảm xuống 0,20mm (tỷ lệ giảm cán: 30%). Cuối cùng, việc ủ tinh nhiệt được thực hiện ở 300°C trong 1 phút để thu được mỗi dải thử nghiệm. Trong ví dụ 48, việc ủ tinh nhiệt được bỏ qua. Trong ví dụ so sánh 33, sau khi cán nguội đến 0,2mm, vật liệu được cuộn và được tiến hành xử lý hóa già thứ hai trong lò nung phân đoạn, trong đó xử lý hóa già thứ hai bao gồm hóa già giai đoạn thứ nhất trong khí trơ ở 300°C trong 3 giờ và hóa già giai đoạn thứ hai ở 260°C trong 6 giờ để thu được dải thử nghiệm. Nhiệt độ của vật liệu trong mỗi giai đoạn hóa già được giữ trong khoảng $\pm 3^{\circ}\text{C}$ so với nhiệt độ thiết đặt được liệt kê trong bảng 1.

Bảng 1-1

Số	Xử lý hóa già thứ nhất										
Ví dụ sáng chế	Co	Si	Các nguyên tố khác	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)	Tốc độ làm mát giai đoạn thứ hai đến thứ ba (°C/phút)	Nhiệt độ giai đoạn 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	1,3	0,3	-	480	0,4	430	0,4	310	8	2	4
2	1,3	0,3	-	480	0,4	430	0,4	350	12	6	6
3	1,3	0,3	-	480	0,4	430	0,4	350	12	6	30
4	1,3	0,3	-	480	0,4	430	0,4	350	12	12	6
5	1,3	0,3	-	480	0,4	430	0,4	350	12	12	30
6	1,3	0,3	-	510	0,4	470	0,4	400	6	6	6
7	1,3	0,3	-	510	0,4	470	0,4	400	6	6	15
8	1,3	0,3	-	510	0,4	470	0,4	400	6	12	6
9	1,3	0,3	-	510	0,4	470	0,4	400	6	12	15
10	1,3	0,3	-	540	0,4	460	0,4	300	6	6	6
11	1,3	0,3	-	540	0,4	460	0,4	380	3	6	6
12	1,3	0,3	-	540	0,4	460	0,4	380	3	6	30
13	1,3	0,3	-	540	0,4	460	0,4	380	6	1	6
14	1,3	0,3	-	540	0,4	460	0,4	380	6	6	4
15	1,3	0,3	-	540	0,4	460	0,4	380	6	6	6
16	1,3	0,3	-	540	0,4	460	0,4	380	6	6	30
17	1,3	0,3	-	540	0,4	460	0,4	380	6	12	6
18	1,3	0,3	-	540	0,4	460	0,4	380	6	12	10
19	1,3	0,3	-	540	0,4	460	0,4	380	6	12	30
20	1,3	0,3	-	540	0,4	460	0,4	430	6	12	6
21	1,3	0,3	-	540	0,4	500	0,4	400	3	6	6
22	1,3	0,3	-	540	0,4	500	0,4	400	3	6	15
23	1,3	0,3	-	540	0,4	500	0,4	400	6	6	6
24	1,3	0,3	-	540	0,4	500	0,4	400	6	6	15
25	1,3	0,3	-	580	0,4	530	0,4	430	1	3	4
26	1,3	0,3	-	580	0,4	530	0,4	430	1	3	15
27	1,3	0,3	-	580	0,4	530	0,4	430	1	6	4
28	1,3	0,3	-	580	0,4	530	0,4	430	1	6	15
29	1,3	0,3	-	540	0,4	460	0,1	380	3	6	6
30	1,3	0,3	-	540	0,1	460	0,4	380	3	6	6
31	0,5	0,1	-	540	0,4	460	0,4	380	6	12	30
32	0,5	0,10	-	540	0,4	460	0,4	380	3	6	6
33	1,0	0,20	-	540	0,4	460	0,4	380	3	6	6
34	1,0	0,24	-	540	0,4	460	0,4	380	3	6	6
35	1,0	0,30	-	540	0,4	460	0,4	380	3	6	6
36	2,0	0,50	-	510	0,4	470	0,4	400	6	3	15
37	2,5	0,60	-	580	0,4	530	0,4	430	1	6	4
38	2,5	0,60	-	540	0,4	460	0,4	380	3	6	6
39	2,5	0,60		510	0,4	470	4	400	6	6	6
40	1,3	0,3	0,5Cr	540	0,4	460	0,4	380	3	6	6
41	1,3	0,3	0,5Sn	540	0,4	460	0,4	380	3	6	6

42	1,3	0,3	0,5Zn	540	0,4	460	0,4	380	3	6	6
43	1,3	0,3	0,5Ag	540	0,4	460	0,4	380	3	6	6
44	1,3	0,3	0,1Mg	540	0,4	460	0,4	380	3	6	6
45	1,3	0,3	0,1Zr	540	0,4	460	0,4	380	3	6	6
46	1,3	0,3	0,5Mn, 0,1Mg, 0,5Zn, 0,5Ag	540	0,4	460	0,4	380	3	6	6
47	1,3	0,3	0,01P, 0,01As, 0,01Sb, 0,01Be, 0,01B, 0,01Ti, 0,01Al, 0,01Fe, 0,01Zn	540	0,4	460	0,4	380	3	6	6
48	1,3	0,3		540	0,4	460	0,4	380	3	6	6

Bảng 1-2

Số				Xử lý hóa già thứ nhất							
Ví dụ sáng chế	Co	Si	Các nguyên tố khác	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)	Tốc độ làm mát giai đoạn thứ hai đến thứ ba (°C/phút)	Nhiệt độ giai đoạn 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	1,3	0,3	-	450	0,4	430	0,4	350	6	6	6
2	1,3	0,3	-	480	0,4	430	0,4	350	12	6	1
3	1,3	0,3	-	540	0,4	375	0,4	350	1	1	6
4	1,3	0,3	-	540	0,4	460	0,4	250	1	1	6
5	1,3	0,3	-	540	0,4	460	0,4	380	0,5	6	6
6	1,3	0,3	-	540	0,4	460	0,4	380	1	0,5	6
7	1,3	0,3	-	540	-	-	-	-	6	không	không
8	1,3	0,3	-	540	0,4	460	-	-	6	6	không
9	1,3	0,3	-	540	0,4	460	0,4	380	6	6	1
10	1,3	0,3	-	540	0,4	460	0,4	380	6	50	6
11	1,3	0,3	-	540	0,4	460	0,4	380	15	6	6
12	1,3	0,3	-	540	0,4	460	0,4	430	6	12	100
13	1,3	0,3	-	540	0,4	460	0,4	450	6	12	30
14	1,3	0,3	-	540	0,4	535	0,4	425	6	12	6
15	1,3	0,3	-	600	0,4	530	0,4	430	6	6	6
16	1,3	0,3	-	540	0,4	460	0,02	380	3	6	6
17	1,3	0,3	-	540	0,02	460	0,4	380	3	6	6
18	0,3	0,07	-	540	0,4	460	0,4	380	3	6	6
19	0,5	0,10	-	540	0,4	460	-	-	3	6	không
20	1,0	0,20	-	540	0,4	460	-	-	3	6	không
21	1,0	0,24	-	540	0,4	460	-	-	3	6	không
22	1,0	0,30	-	540	0,4	460	-	-	3	6	không
23	2,5	0,60	-	540	0,4	460	-	-	3	6	không
24	3,0	0,71	-	540	0,4	460	0,4	380	3	6	6
25	1,3	0,3	0,5Cr	540	0,4	460	-	-	3	6	không
26	1,3	0,3	0,5Sn	540	0,4	460	-	-	3	6	không
27	1,3	0,3	0,5Zn	540	0,4	460	-	-	3	6	không
28	1,3	0,3	0,5Ag	540	0,4	460	-	-	3	6	không
29	1,3	0,3	0,1Mg	540	0,4	460	-	-	3	6	không
30	1,3	0,3	0,1Zr	540	0,4	460	-	-	3	6	không
31	1,3	0,3	0,5Mn, 0,1Mg, 0,5Zn, 0,5Ag	540	0,4	460	-	-	3	6	không
32	1,3	0,3	0,01P, 0,01As, 0,01Sb, 0,01Be, 0,01B, 0,01Ti, 0,01Al, 0,01Fe, 0,01Zn	540	0,4	460	-	-	3	6	không
33	1,3	0,3	-	540	0,4	460	-	-	3	6	không

Các đặc tính của mỗi trong số các dải thử nghiệm thu được được đo theo các quy trình sau.

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

Độ dẫn điện (EC: %IACS) được dẫn từ điện trở suất khối bởi cầu kép phù hợp với JIS H0505,

“Tỷ lệ của độ cao đỉnh ở góc $\beta=120^\circ$ ở $\alpha=25^\circ$ ” được thu dựa vào quy trình đo như đã được giải thích, sử dụng nhiễu xạ kế tia X RINT-2500V được sản xuất bởi Rigaku Corporation.

Sự vận xoắn được xác định bởi quy trình đo đã được giải thích.

Đối với khả năng gia công uốn, thử nghiệm uốn cong W của Badway (trục uốn cong là theo cùng hướng với hướng cán) được thực hiện bằng cách uốn cong tấm mẫu 90° sử dụng khuôn đúc kim loại dạng W dưới điều kiện là tỷ lệ của độ dày của tấm mẫu với bán kính uốn là 1. Sau đó, bề mặt của phần được uốn được quan sát bằng kính hiển vi quang học và nếu không có vết nứt nào được quan sát thấy thì mẫu được đánh dấu là ○ (tốt) là chấp nhận được trong thực tiễn và nếu có vết nứt được quan sát thấy, mẫu được đánh dấu là × (không tốt).

Giới hạn đàn hồi uốn cong được xác định phù hợp với JIS H3130 và thử nghiệm nhiễu xạ lặp lại được thực hiện và ứng suất bề mặt tối đa được đo từ thời điểm uốn do biến dạng vĩnh cửu còn lại.

Kết quả thử nghiệm đối với mỗi miếng thử nghiệm được thể hiện trong bảng 2.

Bảng 2-1

Số Ví dụ sáng chế	YS (MPa)	EC (%IACS)	Kb (MPa)	Vặn xoắn (mm)	Tỷ lệ độ cao đỉnh ở góc $\beta=120^\circ$ ở $\alpha=25^\circ$	Khả năng gia công uốn
1	601	60	344	14	10,1	○
2	633	63	385	15	21,5	○
3	643	65	377	16	22,6	○
4	646	64	376	16	23,1	○
5	648	66	382	19	26,2	○
6	662	64	421	10	21	○
7	658	65	407	11	23,5	○
8	653	65	396	13	22,3	○
9	650	66	390	15	25,5	○
10	655	64	412	17	20,5	○
11	654	64	402	11	22,5	○
12	648	67	407	13	25,8	○
13	641	66	391	14	23,4	○
14	636	67	362	19	18,2	○
15	635	67	381	11	20,1	○
16	628	68	384	11	22,1	○
17	623	68	369	13	21,3	○
18	620	68	368	18	24,1	○
19	615	69	369	19	26,8	○
20	621	68	371	11	23,4	○
21	650	65	400	18	23,5	○
22	646	66	397	17	24,6	○
23	625	67	384	11	24,1	○
24	621	68	365	15	26,2	○
25	611	68	349	13	12,1	○
26	609	70	361	19	15,6	○
27	601	69	346	14	14,9	○
28	600	70	358	20	19,9	○
29	650	65	393	11	21,5	○
30	641	65	388	17	21	○
31	515	74	382	16	25,4	○
32	550	72	333	15	20,5	○
33	612	66	354	15	21,5	○
34	632	67	391	20	22,8	○
35	602	63	355	16	23,8	○
36	739	57	471	19	26,7	○
37	671	59	421	11	20,1	○
38	719	57	470	17	25,7	○
39	738	53	491	15	26,2	○
40	660	66	420	11	24,9	○
41	669	60	429	20	25,1	○
42	662	61	403	19	24,1	○

43	661	66	407	16	23,6	○
44	672	61	412	15	23,9	○
45	669	67	412	19	24,1	○
46	678	60	433	17	24,5	○
47	664	64	421	13	23,7	○
48	672	64	367	10	23,7	○

Bảng 2-2

Số Ví dụ so sánh	YS (MPa)	EC (%IACS)	Kb (MPa)	Vặn xoắn (mm)	Tỷ lệ độ cao đỉnh ở góc $\beta=120^\circ$ ở $\alpha=25^\circ$	Khả năng gia công uốn
1	<u>577</u>	<u>58</u>	358	12	<u>9,5</u>	○
2	629	60	<u>325</u>	18	<u>9,8</u>	○
3	<u>578</u>	<u>59</u>	<u>338</u>	18	<u>9,1</u>	○
4	<u>579</u>	<u>58</u>	<u>331</u>	17	<u>9</u>	○
5	<u>574</u>	<u>57</u>	<u>322</u>	17	<u>8,8</u>	○
6	<u>569</u>	<u>56</u>	<u>328</u>	12	<u>8,2</u>	○
7	629	60	<u>300</u>	17	<u>8,8</u>	○
8	635	62	<u>321</u>	11	<u>9,5</u>	○
9	638	65	<u>326</u>	17	<u>9,7</u>	○
10	<u>538</u>	71	<u>279</u>	17	<u>7,8</u>	○
11	<u>572</u>	69	<u>320</u>	11	<u>8,9</u>	○
12	<u>581</u>	73	350	17	<u>9,7</u>	○
13	<u>578</u>	69	<u>326</u>	14	<u>9,1</u>	○
14	<u>569</u>	69	<u>322</u>	16	<u>8,8</u>	○
15	<u>411</u>	<u>72</u>	<u>251</u>	12	<u>7,2</u>	○
16	<u>579</u>	73	<u>328</u>	15	<u>9</u>	○
17	<u>568</u>	72	<u>312</u>	17	<u>8,8</u>	○
18	<u>490</u>	73	303	17	11,1	○
19	555	69	<u>248</u>	13	<u>7,1</u>	○
20	600	64	<u>290</u>	15	<u>7,8</u>	○
21	621	64	<u>305</u>	13	<u>8,5</u>	○
22	585	<u>61</u>	<u>272</u>	20	<u>8,1</u>	○
23	702	55	<u>397</u>	13	<u>9,1</u>	○
24	720	56	477	13	20,1	x
25	650	63	<u>339</u>	10	<u>8,5</u>	○
26	655	57	<u>335</u>	20	<u>8,8</u>	○
27	649	58	<u>336</u>	13	<u>8,1</u>	○
28	658	64	<u>334</u>	19	<u>7,8</u>	○
29	649	59	<u>338</u>	14	<u>8,0</u>	○
30	643	64	<u>333</u>	16	<u>8,0</u>	○
31	659	58	<u>340</u>	17	<u>8,1</u>	○
32	649	61	<u>338</u>	12	<u>7,8</u>	○
33	661	66	412	<u>35</u>	<u>9,8</u>	○

Các quan sát

Các ví dụ sáng chế số từ 1 đến 48 có “tỷ lệ của độ cao đỉnh ở góc $\beta=120^\circ$ ở $\alpha=25^\circ$ ” là ít nhất 10 lần và trội hơn về sự cân bằng giữa độ bền, độ dẫn điện và giới hạn đàn hồi uốn cong và khả năng ngăn chặn hiện tượng vặn xoắn. Hơn nữa, chúng trội hơn về khả năng gia công uốn.

Ví dụ so sánh số 7 là ví dụ trong đó việc hóa già thứ nhất được thực hiện trong một giai đoạn hóa già. Giới hạn đàn hồi uốn cong là thấp.

Các ví dụ so sánh số 8, từ 19 đến 23 và từ 25 đến 32 là các ví dụ trong đó việc hóa già thứ nhất được thực hiện trong hai giai đoạn hóa già. Giới hạn đàn hồi uốn cong là thấp.

Ví dụ so sánh số 22 có độ dẫn điện thấp đối với độ bền.

Ví dụ so sánh số 5 là ví dụ trong đó thời gian hóa già giai đoạn thứ nhất là ngắn. Độ bền, độ dẫn điện và giới hạn đàn hồi uốn cong là thấp.

Ví dụ so sánh số 11 là ví dụ trong đó thời gian hóa già giai đoạn thứ nhất là dài. Độ bền và giới hạn đàn hồi uốn cong là thấp.

Ví dụ so sánh số 1 là ví dụ trong đó nhiệt độ hóa già giai đoạn thứ nhất là thấp. Độ bền và độ dẫn điện là thấp.

Ví dụ so sánh số 15 là ví dụ trong đó nhiệt độ hóa già giai đoạn thứ nhất là cao. Độ bền và giới hạn đàn hồi uốn cong là thấp trong khi độ dẫn điện là cao.

Ví dụ so sánh số 6 là ví dụ trong đó thời gian hóa già giai đoạn thứ hai là dài. Độ bền và giới hạn đàn hồi uốn cong là thấp.

Ví dụ so sánh số 10 là ví dụ trong đó hóa già giai đoạn thứ hai là dài. Độ bền và giới hạn đàn hồi uốn cong là thấp.

Ví dụ so sánh số 3 là ví dụ trong đó nhiệt độ ở hóa già giai đoạn thứ hai là thấp. Độ bền, độ dẫn điện và giới hạn đàn hồi uốn cong là thấp.

Ví dụ so sánh số 14 là ví dụ trong đó nhiệt độ ở nhiệt độ hóa già giai đoạn thứ hai là cao. Độ bền và giới hạn đàn hồi uốn cong là thấp.

Các ví dụ so sánh số 2 và số 9 là các ví dụ trong đó thời gian hóa già giai đoạn thứ ba là ngắn. Giới hạn đàn hồi uốn cong là thấp.

Ví dụ so sánh số 12 là ví dụ trong đó thời gian hóa già thứ ba là dài. Độ bền là thấp.

Ví dụ so sánh số 4 là ví dụ trong đó nhiệt độ ở hóa già giai đoạn thứ ba là thấp. Độ bền và độ dẫn điện và giới hạn đàn hồi uốn cong là thấp.

Ví dụ so sánh số 13 là ví dụ trong đó nhiệt độ hóa già giai đoạn thứ ba là cao. Độ bền và giới hạn đàn hồi uốn cong là thấp.

Ví dụ so sánh số 16 là ví dụ trong đó tốc độ làm mát từ giai đoạn thứ hai tới giai đoạn thứ ba là thấp. Độ bền và giới hạn đàn hồi uốn cong là thấp.

Ví dụ so sánh số 17 là ví dụ trong đó tốc độ làm mát từ giai đoạn thứ nhất tới giai đoạn thứ hai là thấp. Độ bền và giới hạn đàn hồi uốn cong là thấp.

Ví dụ so sánh số 33 là ví dụ trong đó việc hóa già thứ nhất được tiến hành với hai giai đoạn hóa già và hóa già thứ hai cũng đã được thực hiện. Sự vặn xoắn là lớn.

Toàn bộ các ví dụ so sánh nêu trên có “tỷ lệ của độ cao đỉnh ở góc β 120° ở $\alpha=25^\circ$ ” là nhỏ hơn 10 lần và kém hơn so với các ví dụ sáng chế khi xét đến sự cân bằng giữa độ bền, độ dẫn điện và sự vặn

xoắn.

Ví dụ so sánh số 18 có các nồng độ Co và Si thấp, dẫn tới độ bền thấp.

Ví dụ so sánh số 24 là ví dụ trong đó “tỷ lệ của độ cao đỉnh ở góc β 120° ở $\alpha=25^\circ$ ” là ít nhất 10 lần và sự cân bằng giữa độ bền, độ dẫn điện và giới hạn đàn hồi uốn cong là mỹ mãn nhưng các đặc tính là có thể so với các đặc tính trong ví dụ 35 mặc dù nồng độ Co được tăng lên 0,5%. Do vậy, hiệu quả chi phí là một vấn đề. Ngoài ra, khả năng gia công uốn bị giảm thấp do nồng độ Co quá cao.

Đối với các ví dụ sáng chế và các ví dụ so sánh, đồ thị được vẽ với nồng độ Co (% khối lượng) trên trục x và YS trên trục y được thể hiện trên Fig.1; đồ thị được vẽ với YS trên trục x và EC trên trục y được thể hiện trên Fig.2; và đồ thị được vẽ với Co trên trục x và Kb trên trục y được thể hiện trên Fig.3, một cách tương ứng.

Từ Fig.1, thấy rằng công thức a:

$$- 55 \times [\text{Co}]^2 + 250 \times [\text{Co}] + 500 \geq \text{YS} \geq - 55 \times [\text{Co}]^2 + 250 \times [\text{Co}] + 350$$

được thỏa mãn.

Từ Fig.2, thấy rằng công thức b:

$$- 0,117 \times [\text{YS}] + 130 \leq \text{EC} \leq - 0,117 \times [\text{YS}] + 154$$

được thỏa mãn, và

Từ Fig.3, thấy rằng công thức c:

$$60 \times [\text{Co}] + 265 \leq \text{Kb} \leq 60 \times [\text{Co}] + 375$$

được thỏa mãn.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Dải hợp kim đồng dùng cho vật liệu điện tử bao gồm từ 0,5 đến 2,5% khối lượng Co, từ 0,1 đến 0,7% khối lượng Si, còn lại là Cu và các tạp chất không thể tránh khỏi, trong đó khi tỷ lệ của cường độ nhiễu xạ đối với β với cường độ nhiễu xạ của bột đồng tiêu chuẩn được tính cho mỗi góc α được đo bởi hình vẽ cực nhiễu xạ tia X sử dụng bề mặt được cán làm mặt phẳng tham chiếu, mục (a) sau đây được thỏa mãn:

(a) tỷ lệ của độ cao đỉnh ở $\alpha=25^\circ$ và $\beta=120^\circ$ trong hình vẽ cực {200} với độ cao đỉnh của bột đồng tiêu chuẩn ít nhất là 10.

2. Dải hợp kim đồng theo điểm 1, trong đó sự vặn xoắn theo hướng song song với hướng cán là 35mm hoặc nhỏ hơn.

3. Dải hợp kim đồng theo điểm 1 hoặc điểm 2, trong đó công thức dưới đây được thỏa mãn, trong đó hàm lượng Co (% khối lượng) được biểu thị bằng [Co] và giới hạn chảy 0,2% được biểu thị bằng YS (MPa), và giới hạn đàn hồi uốn cong được biểu thị bằng Kb (MPa):

Công thức a:

$$- 55 \times [\text{Co}]^2 + 250 \times [\text{Co}] + 500 \geq \text{YS} \geq - 55 \times [\text{Co}]^2 + 250 \times [\text{Co}] + 350$$

Công thức c:

$$60 \times [\text{Co}] + 265 \leq \text{Kb} \leq 60 \times [\text{Co}] + 375$$

4. Dải hợp kim đồng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó công thức dưới đây được thỏa mãn, trong đó giới hạn chảy 0,2% được biểu thị bằng YS(MPa) và độ dẫn điện được biểu thị bằng EC(%IACS):

$$500 \leq \text{YS} \leq 800, 50 \leq \text{EC} \leq 75$$

và

công thức b:

$$- 0,117 \times [\text{YS}] + 130 \leq \text{EC} \leq - 0,117 \times [\text{YS}] + 154.$$

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

6. Dải hợp kim đồng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó dải hợp kim đồng này còn chứa ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Cr, Mg, P, As, Sb, Be, B, Mn, Sn, Ti, Zr, Al, Fe, Zn và Ag với hàm lượng không vượt quá 2,0% tổng khối lượng.

7. Phương pháp sản xuất dải hợp kim đồng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó phương pháp này bao gồm các bước theo thứ tự sau:

- bước 1: nấu chảy và đúc thổi có thành phần theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6;

- bước 2: gia nhiệt thổi 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 nhiều giai đoạn bao gồm 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 đến giai đoạn thứ hai và từ giai đoạn thứ hai đến giai đoạn thứ ba ít nhất là 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 tới giai đoạn thứ ba là từ 20 đến 180°C và trong đó việc hóa già nhiều giai đoạn được thực hiện trong lò nung phân đoạn với vật liệu ở điều kiện được cuộn, và

- bước 6: cán nguội.

8. Phương pháp sản xuất dải hợp kim đồng theo điểm 7, trong đó sau bước 6, bước ủ tinh luyện nhiệt được thực hiện bằng cách gia nhiệt vật liệu trong khoảng nhiệt độ từ 200 đến 500°C trong khoảng thời gian từ 1 đến 1000 giây.

9. Sản phẩm đồng được rèn thu được bằng cách xử lý dải hợp kim đồng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6.

10. Linh kiện điện tử thu được bằng cách xử lý dải hợp kim đồng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6.

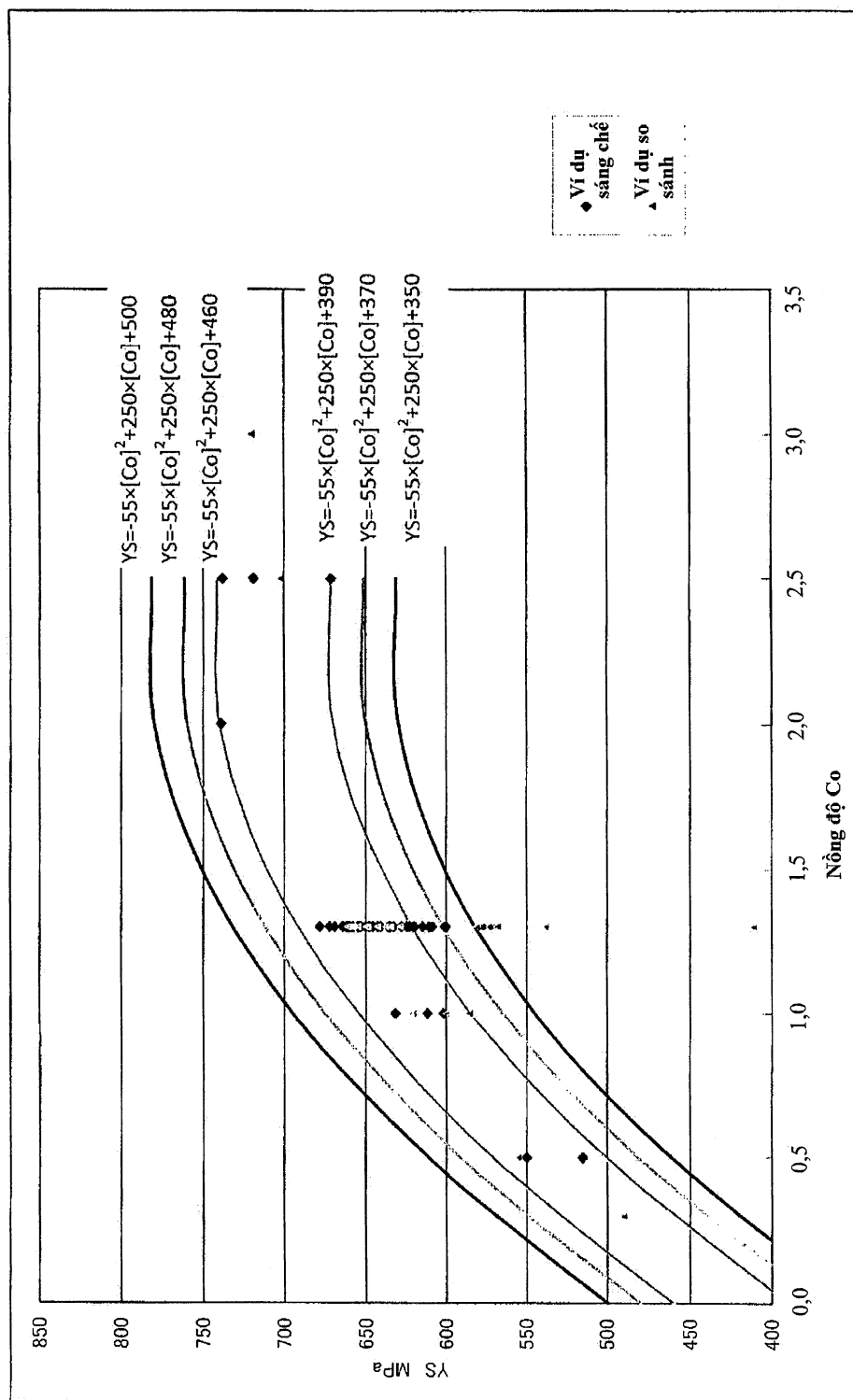


FIG. 1

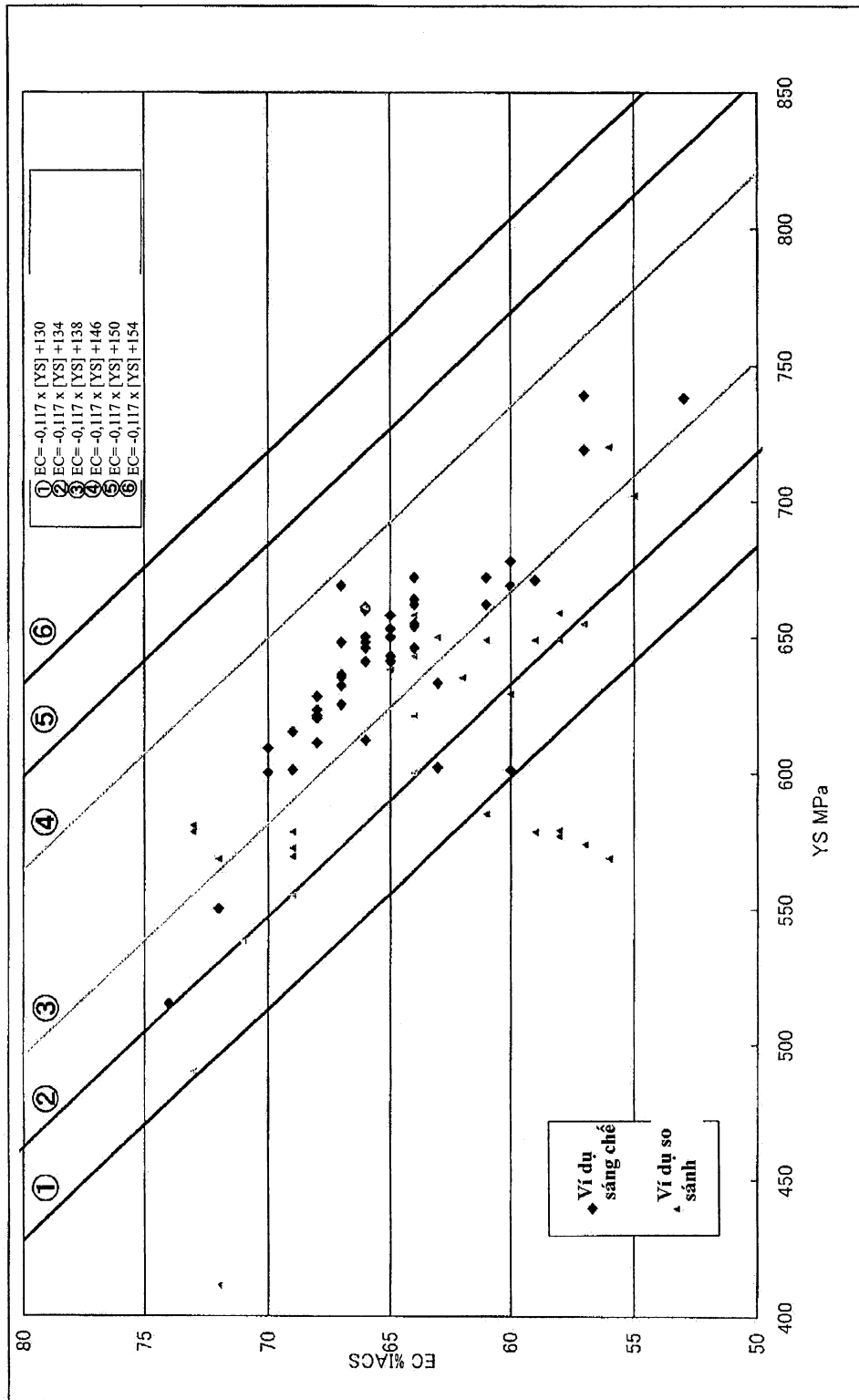


FIG. 2

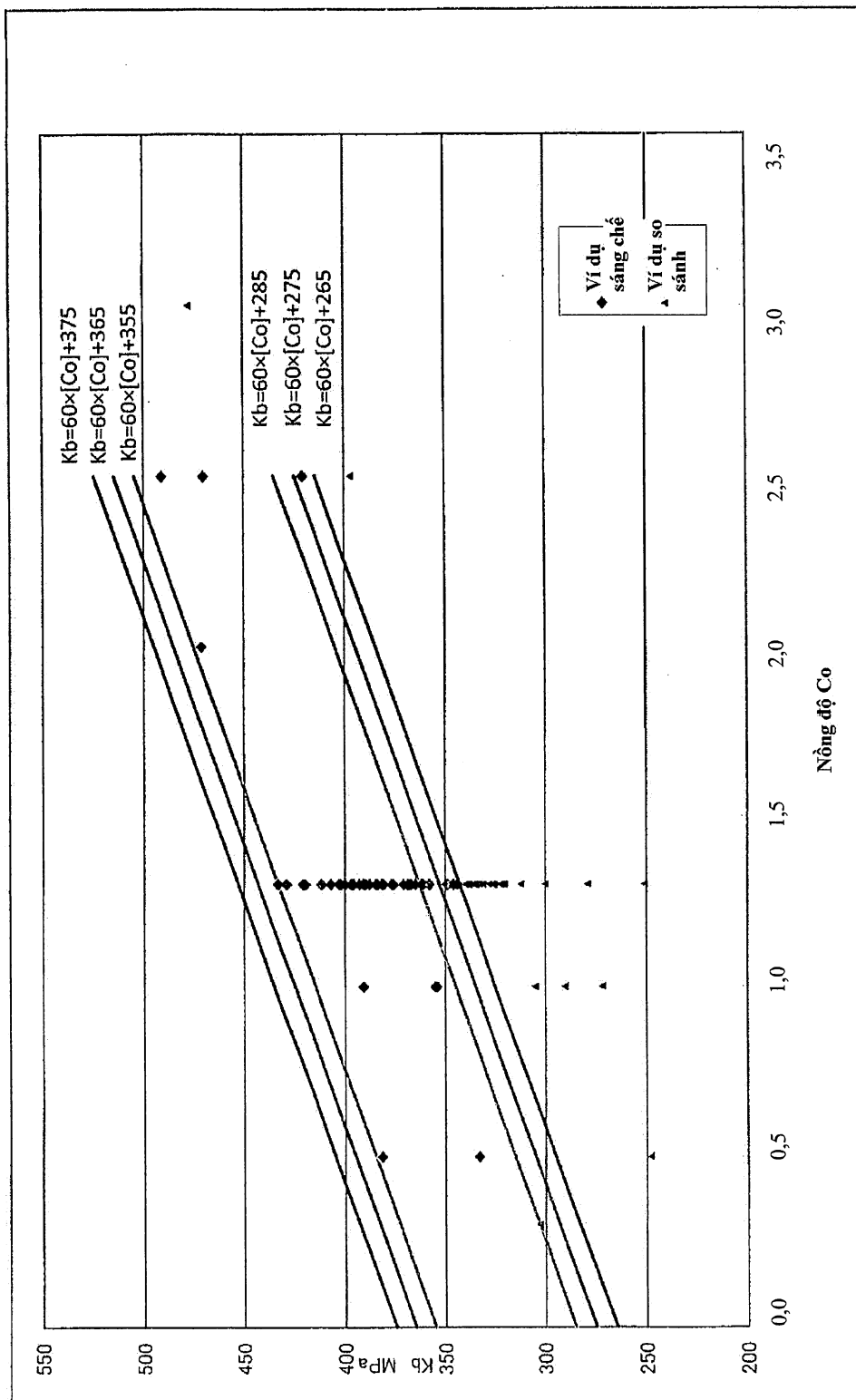


FIG. 3