



(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)



1-0036712

(51)^{2020.01} B21B 23/00; B23P 15/26; F16L 59/153; (13) B
C21D 9/08; C22C 9/02; B22D 21/02;
C21D 8/02

(21) 1-2021-02939

(22) 21/05/2021

(30) 10-2020-0099118 07/08/2020 KR

(45) 25/08/2023 425

(43) 25/02/2022 407

(73) LS METAL CO., LTD. (KR)

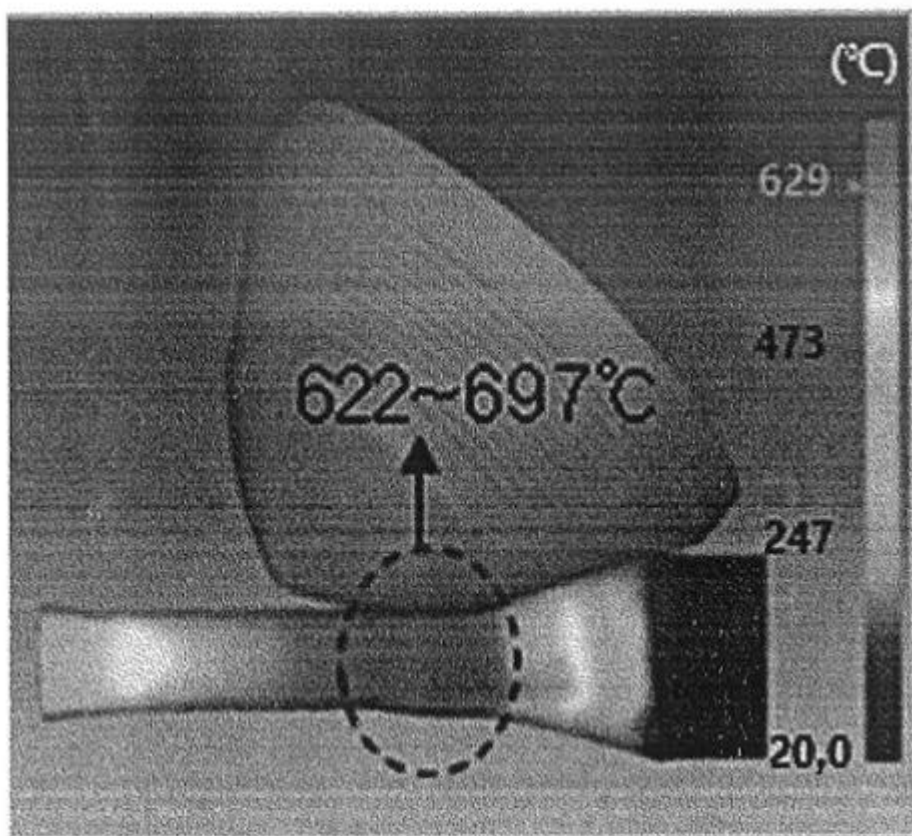
(Hangang-ro 2-ga) 92, Hangang-daero, Yongsan-gu, Seoul 04386 Republic of Korea

(72) CHUNG, Ho Rim (KR); OH, Chang Ho (KR); KIM, Dae Kyong (KR); CHUNG, Do Young (KR); LEE, Do Youl (KR); KWAK, Dong Jun (KR).

(74) Công ty TNHH Tư vấn Luật ALIAT (ALIAT LEGAL)

(54) ỐNG HỢP KIM ĐỒNG DÙNG CHO BỘ TRAO ĐỔI NHIỆT VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT CHÚNG

(57) Sáng chế này đề cập đến ống hợp kim đồng dùng cho bộ trao đổi nhiệt và phương pháp sản xuất chúng, và cụ thể là ống hợp kim đồng (Cu) có độ bền kéo đứt và độ dẫn nhiệt tuyệt vời và thích hợp để sử dụng trong bộ trao đổi nhiệt, và phương pháp sản xuất ống hợp kim đồng này.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến ống hợp kim đồng dùng cho bộ trao đổi nhiệt, và phương pháp sản xuất chúng, cụ thể là, đối với ống hợp kim đồng có độ bền kéo đứt và độ dẫn nhiệt thích hợp để sử dụng trong bộ trao đổi nhiệt, và phương pháp sản xuất chúng.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Để ngăn ngừa sự phá hủy tầng ozon và sự nóng lên toàn cầu, việc sử dụng chất làm lạnh được quy định trong Nghị định thư Montreal và Nghị định thư Kyoto. Chất làm lạnh CFC (hợp chất của cacbon, flo và clo), là chất làm lạnh thế hệ thứ nhất, đã bị cấm sản xuất và bán do sự cố phá hủy tầng ozon, và vì chất làm lạnh HCFC thế hệ thứ hai có vấn đề làm suy giảm tầng ozon nhẹ nhưng gây ra vấn đề nóng lên toàn cầu, dự kiến sẽ được bãi bỏ hoàn toàn vào năm 2030. Trong số các chất làm lạnh thế hệ thứ hai, R22 vẫn được sử dụng nhiều trong máy điều hòa không khí gia đình. HFC, là chất làm lạnh thế hệ thứ ba, dự kiến sẽ giảm do vấn đề nóng lên toàn cầu. Trong số các chất làm lạnh HFC, R410A được sử dụng rộng rãi trong các máy điều hòa không khí hệ thống. Các nhà sản xuất máy điều hòa không khí trong và ngoài nước đã phát triển và sử dụng chất làm lạnh tự nhiên, chất làm lạnh loại HFO và loại HCFC, thay cho chất làm lạnh loại HFC dự kiến sẽ bị cấm sử dụng vào năm 2030 theo Nghị định thư Montreal và Nghị định thư Kyoto, nhưng có nhược điểm là áp suất hoạt động cao. Trong trường hợp R22 gốc HFCF trong số các chất làm lạnh này, áp suất hoạt động vào khoảng 1,8 MPa, áp suất hoạt động của hệ thống HFC R410A là 3 MPa và áp suất hoạt động của CO₂ như là một chất làm lạnh tự nhiên vào khoảng từ 7 đến 10 MPa. Bộ trao đổi nhiệt do các nhà sản xuất máy điều hòa không khí sản xuất thường được làm bằng các cánh tản nhiệt bằng nhôm và ống đồng được uốn thành dạng uốn lượn. Ống đồng được sử dụng trong bộ trao đổi nhiệt phải được gia công tốt thành hình dạng uốn lượn và có khả năng hàn tốt. Ngoài ra, cần có độ dẫn nhiệt và dẫn điện cao để đạt hiệu suất trao đổi nhiệt tốt. Để đạt được các đặc tính như vậy, đồng được khử

oxy hóa phốt pho (P) được sử dụng rộng rãi. Đồng được khử oxy hóa phốt pho là đồng phốt pho cao được khử oxy hóa (DHP), trong đó 150 ppm đến 400 ppm P làm chất khử oxy được thêm vào đồng để loại bỏ oxy. Khi chất làm lạnh nhiệt gốc HFC, chất làm lạnh gốc HFO hoặc chất làm lạnh tự nhiên được dùng cho bộ trao đổi nhiệt sử dụng đồng được khử oxy hóa phốt pho, khi áp suất hoạt động tăng lên, độ dày phải được tăng lên để tăng độ bền. Ngoài ra, vì các hạt tinh thể bị thô do nhiệt của phần hàn và vật liệu chuyển từ cứng sang mềm, nên độ dày phải được tăng lên, và khi tăng độ dày, khối lượng của ống đồng được sử dụng trong bộ trao đổi nhiệt sẽ tăng lên, do đó nhược điểm của tình trạng kỹ thuật đã biết là làm tăng chi phí của bộ trao đổi nhiệt. Thay vì tăng chi phí này bằng cách tăng độ dày của ống đồng được sử dụng trong bộ trao đổi nhiệt, phương pháp làm tăng độ bền ống đồng bằng cách sản xuất ống đồng làm bằng hợp kim đã được đề xuất. Làm hệ thống Co-P (coban-phốt pho), ống hợp kim đồng liền mạch dùng để làm mát của bộ trao đổi nhiệt có chứa 0,02 đến 0,2% Co, 0,01 đến 0,05% P, và 1 đến 20 ppm C, và oxy của tạp chất được điều chỉnh, và làm hệ thống Sn-P, ống hợp kim đồng dùng cho bộ trao đổi nhiệt có chứa 0,1 đến 1,0% Sn và 0,005 đến 0,1% P và có thành phần trong đó kẽm (Zn) được thêm vào một cách chọn lọc được đề xuất. Để tăng độ bền kéo đứt của các ống hợp kim đồng như vậy, phương pháp thêm một nguyên tố hợp kim gây ra hiện tượng trong đó nguyên tố hợp kim làm giảm độ dẫn nhiệt và độ dẫn điện, và hàm lượng nguyên tố hợp kim được thêm vào càng cao, độ dẫn nhiệt và dẫn điện càng kém. Cụ thể là, thành phần P nhạy cảm với tính dẫn điện. Vì P được dùng làm chất khử oxy nên biết rằng khi hạ thấp hàm lượng thành phần P thì nồng độ oxy trong ống đồng tăng lên, oxit của P sinh ra và độ bền của phôi đúc giảm xuống. Hơn nữa, trong trường hợp máy điều hòa không khí được sản xuất với bộ trao đổi nhiệt, sự ăn mòn xảy ra do nhiệt độ, độ ẩm và các yếu tố ăn mòn trong môi trường sử dụng, môi trường lưu trữ, quy trình sản xuất, và tương tự v.v.. Trong quá trình máy điều hòa bị ăn mòn, rò rỉ chất làm lạnh do dàn trao đổi nhiệt bị ăn mòn, qua đó chất làm lạnh thoát ra ngoài dẫn đến máy điều hòa bị hỏng và cần đến dịch vụ sửa chữa sản phẩm. Hiện tượng ăn mòn này được biết là xảy ra cụ thể trong khoảng thời gian từ 2 đến 3 tháng sau khi lắp đặt sản phẩm, và loại ăn mòn này tương tự như hiện tượng tổ kiến và được gọi là “ăn mòn tổ kiến”. Vì đã biết rằng khả năng chịu ăn mòn của hiện tượng ăn mòn tổ kiến như vậy ở đồng không

chứa oxy cao hơn đồng không được khử oxy hóa phốt pho, nên cũng đã cố gắng sử dụng đồng nguyên chất không có oxy để sản xuất bộ trao đổi nhiệt.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích thứ nhất của sáng chế này là nhằm khắc phục nhược điểm đã biết nêu trên bằng cách đề xuất ống hợp kim đồng có độ bền kéo đứt thích hợp ngay cả với độ dày là mỏng và độ dẫn nhiệt thích hợp để sử dụng trong bộ trao đổi nhiệt. Mục đích thứ hai của sáng chế này là đề xuất phương pháp sản xuất cho phép ống hợp kim đồng có các đặc tính vật lý nêu trên, hợp phần thỏa mãn các công thức điều kiện (1) và (2) như sau, độ dẫn nhiệt nằm trong khoảng từ 260 đến 350 W / m • K và độ dẫn điện bằng hoặc lớn hơn 65% IACS.

$$(1) 0,1 \% \text{ khối lượng} \leq C_{Sn} \leq 3,0 \% \text{ khối lượng} ;$$

$$(2) C_P / C_{Sn} \leq 0,01 ,$$

trong công thức điều kiện (1) nêu trên, C_P và C_{Sn} lần lượt đại diện cho hàm lượng của phốt pho và thiếc trong hợp kim đồng-thiếc không chứa oxy.

Theo một phương án được ưu tiên của sáng chế này, hợp kim đồng-thiếc không chứa oxy có thể còn thỏa mãn điều kiện (3) sau đây.

$$(3) 10^{-4} \% \text{ khối lượng} \leq C_P \leq 0,005 \% \text{ khối lượng}.$$

Theo một phương án được ưu tiên của sáng chế này, hợp kim đồng-thiếc không chứa oxy có thể không chứa phốt pho.

Theo một phương án được ưu tiên của sáng chế này, hợp kim đồng-thiếc không chứa oxy có thể có hàm lượng thiếc nằm trong khoảng từ 0,3 đến 0,6% khối lượng.

Theo một phương án được ưu tiên của sáng chế này, hợp kim đồng-thiếc không chứa oxy có thể chứa từ 5 đến 10 ppm oxy.

Theo một phương án được ưu tiên của sáng chế này, hợp kim đồng-thiếc không chứa oxy có thể còn bao gồm i) hoặc ii) như sau:

i) từ 0,01 đến 1,0% khối lượng kẽm (Zn) ;

ii) ít nhất một kim loại được chọn từ nhóm bao gồm sắt (Fe), niken (Ni), mangan (Mn), magiê (Mg), crôm (Cr), titan (Ti), zirconi (Zr) và bạc (Ag) được bao gồm trong tổng lượng lên đến 0,07% khối lượng.

Theo một phương án được ưu tiên của sáng chế này, ống hợp kim đồng dùng cho bộ trao đổi nhiệt có thể có độ bền kéo bằng hoặc lớn hơn 260 MPa theo hướng dọc của ống. Theo một phương án được ưu tiên của sáng chế này, hợp kim đồng-thiếc không chứa oxy có thể có kết cấu với mật độ phân bố hướng GOSS nhỏ hơn hoặc bằng 4,5%, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,1 đến 1,5%.

Để đạt được mục đích thứ hai như đã được mô tả ở trên, sáng chế này đề xuất phương pháp sản xuất ống hợp kim đồng dùng cho bộ trao đổi nhiệt, phương pháp này bao gồm các bước nấu chảy, đúc và cán:

trong bước nấu chảy và đúc, hàm lượng photpho (P) có trong kim loại nóng chảy của hợp kim đồng-thiếc không chứa oxy được đặt nhỏ hơn hoặc bằng 0,005% khối lượng và một lớp chắn được hình thành trên kim loại nóng chảy để kim loại nóng chảy không tiếp xúc với oxy trong không khí, do đó thực hiện nấu chảy và đúc.

Theo một phương án được ưu tiên của sáng chế này, bước cán có thể được thực hiện bằng cách cán nóng, trong đó nhiệt độ tối đa của phần cán nằm trong khoảng từ 600 °C đến 750 °C.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Ống hợp kim đồng dùng cho bộ trao đổi nhiệt theo sáng chế này có thể duy trì cùng với mức độ bền kéo đứt như đồng được khử oxy hóa photpho thông thường ngay cả với độ dày nhỏ, và có thể đạt được độ dẫn nhiệt và dẫn điện tốt hơn, đồng thời có ưu điểm là được cải thiện đáng kể khả năng chịu ăn mòn để khắc phục được hiện tượng ăn mòn tổ kiến.

Ngoài ra, theo phương pháp sản xuất ống hợp kim đồng dùng cho bộ trao đổi nhiệt theo sáng chế này, có thể làm giảm đáng kể hàm lượng chất khử oxy trong hợp kim, cụ thể là hàm lượng photpho và để loại bỏ oxy một cách hiệu quả, do đó sản

xuất các ống hợp kim đồng có tính dẫn nhiệt và dẫn điện tuyệt vời và độ bền kéo đứt tuyệt vời ngay cả khi có độ dày nhỏ, phù hợp để sử dụng trong các bộ trao đổi nhiệt.

Mô tả vắn tắt hình vẽ

Fig. 1 là hình vẽ phóng to của phần nơi cán phôi rỗng của hợp kim đồng-thiếc không chứa oxy theo sáng chế này và nhiệt độ của mỗi phần được hiển thị bằng cách thay đổi màu sắc theo nhiệt độ.

Mô tả chi tiết sáng chế

Trước khi sáng chế được mô tả chi tiết, ý nghĩa của các thuật ngữ được sử dụng ở đây sẽ được trình bày như sau. Như được sử dụng ở đây, "nấu chảy" đề cập đến kim loại lỏng được nấu chảy để tạo ra hợp kim. Trong mô tả sáng chế này, "địa điểm cán" có nghĩa là địa điểm vị trí nơi cán được thực hiện bằng cách đưa máy cán tiếp xúc với vật liệu trung gian như phôi được tạo thành bằng cách đúc kim loại nóng chảy.

Sau đây, sáng chế này sẽ được mô tả chi tiết hơn. Như đã được mô tả ở trên, ống hợp kim đồng thông thường dùng cho bộ trao đổi nhiệt có một vấn đề là độ dẫn nhiệt và độ dẫn điện bị giảm xuống do sử dụng đồng được khử oxy hóa phốt pho và khả năng chịu ăn mòn để khắc phục hiện tượng ăn mòn tổ kiến là kém. Các tác giả sáng chế này đã tìm cách giải quyết những vấn đề này bằng cách đề xuất ống hợp kim đồng dùng cho bộ trao đổi nhiệt bao gồm hợp kim đồng-thiếc không chứa oxy có hàm lượng oxy (O) nằm trong khoảng từ 1 đến 20 ppm, hợp phần thỏa mãn các công thức điều kiện (1) và (2) sau đây, độ dẫn nhiệt nằm trong khoảng từ 260 đến 350 W / m • K, và độ dẫn điện bằng hoặc lớn hơn 65% IACS.

$$(1) 0,1 \% \text{ khối lượng} \leq C_{Sn} \leq 3,0 \% \text{ khối lượng} ;$$

$$(2) C_P / C_{Sn} \leq 0,01 ,$$

trong công thức điều kiện (1) nêu trên, C_P và C_{Sn} đều đại diện cho hàm lượng của phốt pho và thiếc trong hợp kim đồng-thiếc không chứa oxy.

Ống hợp kim đồng dùng cho bộ trao đổi nhiệt theo sáng chế này có ưu điểm là việc sử dụng hợp kim đồng-thiếc không chứa oxy có tạp chất thỏa mãn các điều kiện nêu trên trong ống hợp kim đồng dùng cho bộ trao đổi nhiệt làm cho độ dẫn nhiệt và độ dẫn điện của hợp kim đồng vượt trội đáng kể so với các hợp kim đồng thông thường, và do đó, có thể giảm độ dày của ống hợp kim đồng dùng cho bộ trao đổi nhiệt, vì vậy giảm chi phí sản xuất.

Thiếc (Sn) có tác dụng cải thiện độ bền kéo và khả năng chịu nhiệt nhờ vào hợp kim của đồng và ngăn chặn các hạt tinh thể bị thô, và có thể được sử dụng trong bộ trao đổi nhiệt sử dụng chất làm lạnh mới và chất làm lạnh tự nhiên có áp suất hoạt động cao. Khi hàm lượng thiếc vượt quá 3,0% khối lượng, độ dẫn nhiệt giảm xuống và sự phân tách xảy ra trong quá trình đúc, dẫn đến một vấn đề là các đặc tính cơ học trở nên không đồng đều.

Hàm lượng thiếc tốt nhất có thể nằm trong khoảng từ 0,3 đến 0,6% khối lượng. Khi hàm lượng thiếc bằng hoặc lớn hơn 0,3% khối lượng, độ bền kéo là tuyệt vời hơn, và khi hàm lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,6% khối lượng, độ dẫn nhiệt và độ dẫn điện sẽ tốt hơn. Do đó, hàm lượng thiếc tốt nhất là nằm trong khoảng từ 0,3 đến 0,6% khối lượng.

Cụ thể hơn là, hàm lượng photpho như một chất khử oxy có thể được điều chỉnh với hàm lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,005% khối lượng. Tốt hơn nữa là, C_P còn thỏa mãn điều kiện (3) như sau.

$$(3) 10^{-4} \% \text{ khối lượng} \leq C_P \leq 0,005 \% \text{ khối lượng.}$$

Khi công thức điều kiện (2) ở trên được thỏa mãn, ống hợp kim đồng dùng cho bộ trao đổi nhiệt theo sáng chế này có ưu điểm là có độ bền kéo và độ dẫn nhiệt và độ dẫn điện tốt hơn. Photpho là một thành phần hữu hiệu để loại bỏ oxy ra khỏi kim loại nóng chảy của hợp kim đồng và ngăn chặn quá trình oxy hóa thiếc, nhưng có một vấn đề là hàm lượng photpho càng cao thì độ dẫn điện và độ dẫn nhiệt của hợp kim đồng càng giảm. Trong sáng chế này, thay vì điều chỉnh hàm lượng photpho ở mức tối thiểu, oxy của hợp kim đồng nóng chảy có thể được loại bỏ bằng các đặc điểm của quy trình như được mô tả dưới đây, do đó, ống hợp kim đồng có khả năng dẫn nhiệt

và dẫn điện được cải thiện đáng kể so với có thể thực hiện được đồng được khử oxy hóa phốt pho.

Mặc khác, tốt hơn nữa là, hợp kim đồng-thiếc không chứa oxy có thể là hợp kim không chứa phốt pho. Trong trường hợp không chứa phốt pho, độ dẫn nhiệt và độ dẫn điện của hợp kim đồng có thể được cải thiện hơn nữa.

Mặc dù độ dẫn nhiệt và độ dẫn điện của hợp kim đồng có thể được cải thiện hơn nữa trong trường hợp không chứa phốt pho, nhưng nên điều chỉnh hàm lượng phốt pho đến cùng một phạm vi như điều kiện (2) nêu trên xét theo quan điểm giảm chi phí hơn là sản xuất hợp kim đồng nóng chảy có hàm lượng phốt pho hoàn toàn bằng không trong quy trình này.

Kết cấu của hợp kim đồng khác nhau tùy thuộc vào quy trình sản xuất, điều kiện và phương pháp xử lý nhiệt, nhưng ống hợp kim đồng theo sáng chế này thường có kết cấu (kết cấu tổng hợp) trong đó các hướng góc chính như hướng hình khối, hướng Goss, hướng đồng thau (còn được gọi là hướng B), hướng đồng (sau đây gọi là hướng Cu), và hướng S xuất hiện ngẫu nhiên mà không có sự hiện diện của một số lượng lớn các mặt tinh thể của một hướng cụ thể. Trong số này, cụ thể là, mặc dù chỉ có hướng Goss ảnh hưởng lớn đến độ bền kéo đứt, còn các hướng góc khác có phần khác nhau, nhưng điều này không ảnh hưởng nhiều đến độ bền kéo đứt như hướng Goss. Số lượng (mật độ phân bố hướng) của mặt phẳng tinh thể định hướng Goss (hạt tinh thể), chắc chắn có trong kết cấu của hợp kim đồng Cu-Sn, không bao giờ lớn vì "kết cấu ngẫu nhiên". Tuy nhiên, ngay cả với một lượng nhỏ, hướng Goss trong cấu trúc lắp ráp ống hợp kim đồng gốc Sn-P ảnh hưởng xấu đến độ bền kéo đứt của ống hợp kim đồng. Nghĩa là, khi mật độ phân bố hướng của hướng Goss trong "kết cấu ngẫu nhiên" của ống hợp kim đồng gốc Sn-P ở một mức độ nhất định hoặc lớn hơn, thì việc tạo ra các vết nứt trong ống hợp kim đồng của bộ trao đổi nhiệt liên quan đến lực kéo tác dụng theo hướng chu vi của các ống hợp kim đồng trao đổi nhiệt được tăng cường và độ bền kéo của các ống hợp kim đồng bị hạ thấp đáng kể.

Về đặc điểm của các hạt tinh thể trong mỗi hướng trong kết cấu, hạt tinh thể có hướng Goss có giá trị r lớn vô hạn về mặt lý thuyết (giá trị của tỷ lệ biến dạng dẻo) theo hướng chu vi của ống, đó là hướng vuông góc với hướng dọc của ống (hướng

đùn ống). Do đó, hạt tinh thể có hướng Goss không thể làm giảm độ dày của ống theo hướng chu vi của ống. Nói cách khác, các hạt tinh thể có hướng Goss trong kết cấu của ống hợp kim đồng không thể làm giảm độ dày của ống theo hướng chu vi của ống. Nói cách khác, khi số lượng hạt tinh thể có hướng Goss trong kết cấu của ống hợp kim đồng lớn, sự cân bằng giữa độ bền kéo (σ_T) và độ giãn dài (δ) theo hướng chu vi ống bị phá hủy, và độ giãn dài có khả năng biến dạng theo chiều chu vi hình ống giảm dần. Kết quả là, biến dạng theo hướng chu vi của ống ít có khả năng xảy ra hơn đối với lực kéo tác dụng lên hướng chu vi của ống, và các vết nứt được tạo ra trong ống, do đó làm tăng khả năng bị vỡ.

Mặt khác, ống hợp kim đồng theo sáng chế này có kết cấu trong đó mật độ phân bố hướng GOSS của hợp kim đồng bằng hoặc nhỏ hơn 4,5% , sao cho cân bằng giữa độ bền kéo và độ giãn dài theo hướng chu vi của ống có thể được tăng cường để tăng cường khả năng biến dạng giãn dài theo hướng của chu vi ống. Kết quả là, ống hợp kim đồng dễ bị biến dạng theo hướng chu vi của ống bởi lực kéo tác dụng theo hướng chu vi của ống, và các vết nứt ít có khả năng được tạo ra (thời gian tạo ra các vết nứt gây bị trì hoãn), và độ bền kéo của ống hợp kim Cu có thể được tăng lên. Tốt hơn nữa là, hợp kim đồng có mật độ phân bố hướng GOSS của kết cấu nằm trong khoảng từ 0,1 đến 1,5%.

Theo một phương án được ưu tiên của sáng chế này, ống hợp kim đồng dùng cho bộ trao đổi nhiệt còn bao gồm i) hoặc ii) như sau:

i) từ 0,01 đến 1,0 % khối lượng của kẽm (Zn) ;

ii) ít nhất một kim loại được chọn từ nhóm bao gồm sắt (Fe), niken (Ni), mangan (Mn), magiê (Mg), crom (Cr), titan (Ti), zirconi (Zr) và bạc (Ag) bao gồm tổng lượng không quá 0,07% khối lượng.

Khi kẽm (Zn) được thêm vào hợp kim đồng, nó có tác dụng cải thiện độ bền, độ bền mỏi, và những đặc tính tương tự mà không làm giảm đáng kể độ dẫn nhiệt của hợp kim đồng. Ngoài ra, nó còn có tác dụng kéo dài tuổi thọ của dụng cụ. Khi hàm lượng kẽm lớn hơn 1,0% khối lượng, làm cho dễ bị nứt do ứng suất ăn mòn trở nên cao, và độ bền kéo theo hướng dọc hoặc theo hướng chu vi của ống giảm, dẫn đến vấn

để làm giảm độ bền đứt. Ngược lại, khi hàm lượng kẽm nhỏ hơn 0,01% khối lượng, sẽ có vấn đề về tác dụng của việc bổ sung không được thể hiện.

Ngoài ra, tất cả sắt (Fe), niken (Ni), mangan (Mn), magiê (Mg), crom (Cr), titan (Ti), zirconi (Zr) và bạc (Ag) như đề cập nói trên đều giúp cho cải thiện độ bền, độ bền kéo đứt do khả năng chịu áp lực và khả năng chịu nhiệt vi mô của hợp kim đồng và để tinh chế các hạt tinh thể. Tuy nhiên, khi tổng hàm lượng của chúng lớn hơn 0,07% khối lượng, thì khả năng xử lý của hợp kim đồng kém, và dễ tạo ra các khuyết tật trên bề mặt, điều này gây khó khăn cho việc sản xuất ống đồng mỏng. Do đó, khi hàm lượng các nguyên tố nói trên được đưa vào một cách chọn lọc, chỉ nên đưa vào một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm sắt, niken, mangan, magiê, crom, titan, zirconi và bạc trong tổng hàm lượng bằng hoặc nhỏ hơn 0,07% khối lượng.

Hợp kim đồng bao gồm từ 1 đến 20 ppm oxy (O). Vì oxy được đưa vào dưới dạng tạp chất trong kim loại để tạo thành oxit, các tính chất cơ và điện của hợp kim đồng có thể bị giảm và các khuyết tật có thể được tạo ra khi oxit được bao gồm với một lượng lớn, do đó oxy phải được loại bỏ một cách thích đáng thông qua quá trình khử oxy. Tốt nhất là oxy bao gồm một lượng nhỏ hơn hoặc bằng 20 ppm, và khi nó được loại bỏ để chứa ở dưới 1 ppm, chi phí xử lý sẽ tăng lên quá mức trong khi sự mức độ tăng hiệu quả của việc loại bỏ oxy là ít, điều này không thích hợp xét về quan điểm kinh tế. Tốt hơn nữa là, hợp kim đồng có thể chứa từ 5 đến 10 ppm oxy (O).

Tốt nhất là ống hợp kim đồng theo sáng chế này có độ bền kéo bằng hoặc lớn hơn 260 MPa theo hướng dọc. Độ bền kéo đứt của các ống hợp kim đồng hiện có dùng cho bộ trao đổi nhiệt thường nằm trong khoảng từ 205 đến 250 MPa sau khi xử lý nhiệt. Trong trường hợp của ống hợp kim đồng gốc Sn theo sáng chế này, vì thiếc được thêm vào để có được độ bền kéo đứt cao hơn độ bền kéo đứt của ống đồng được khử oxy hóa phốt pho hiện có, nó chỉ có hiệu quả khi độ bền kéo đứt cao hơn 250 MPa, đây là độ bền kéo đứt của ống đồng được khử oxy hóa phốt pho hiện có. Khi độ bền kéo đứt sau khi xử lý nhiệt bằng hoặc lớn hơn 260 MPa, có thể nói rằng nó có thể sử dụng được cho bộ trao đổi nhiệt có sử dụng chất làm lạnh mới hoặc chất làm lạnh tự nhiên và tốt hơn là độ bền kéo đứt bằng hoặc lớn hơn 270 MPa.

Ống hợp kim đồng dùng cho bộ trao đổi nhiệt theo sáng chế này có độ dẫn điện bằng hoặc lớn hơn 65% IACS và độ dẫn nhiệt từ 260 đến 350 W / m • K. Độ dẫn điện của đồng được khử oxy hóa phốt pho gốc Sn-P thông thường cho thấy độ dẫn điện vào khoảng 60% IACS. Ống hợp kim đồng theo sáng chế này có thể đạt được độ dẫn điện cao hơn so với đồng đã được khử phốt pho bằng cách giảm đáng kể hàm lượng phốt pho ảnh hưởng đến độ dẫn điện. Hơn nữa, tốt nhất là ống hợp kim đồng theo sáng chế này có độ dẫn điện ít nhất là 70% IACS.

Khi độ dẫn nhiệt nằm trong khoảng từ 260 đến 350 W / m • K, trong trường hợp sử dụng ống hợp kim đồng dùng trong bộ trao đổi nhiệt, nhiệt có thể được truyền một cách thuận lợi để cải thiện hiệu suất của bộ trao đổi nhiệt. Do đó, ống hợp kim đồng dùng cho bộ trao đổi nhiệt theo sáng chế này có ưu điểm là giảm độ dày của nó, và nhờ có độ bền kéo tuyệt vời như đã được mô tả ở trên, nó có khả năng chịu được nứt vỡ hoặc tương tự ở áp suất hoạt động, và chi phí có thể được giảm đi rất nhiều.

Ống hợp kim đồng có các đặc điểm nêu trên được sản xuất theo phương pháp sau đây. Trong phần trình bày tiếp theo, các phần trùng lặp với nội dung được mô tả trong ống hợp kim đồng như đã nêu trên sẽ được bỏ qua.

Ống hợp kim đồng theo sáng chế này được sản xuất bằng phương pháp sản xuất ống hợp kim đồng dùng cho bộ trao đổi nhiệt, phương pháp này bao gồm các bước nấu chảy, đúc và cán:

Trong bước nấu chảy và đúc, hàm lượng phốt pho (P) bao gồm trong kim loại nóng chảy của hợp kim đồng-thiếc không chứa oxy được đặt nhỏ hơn hoặc bằng 0,005% khối lượng, và một lớp chắn được hình thành trên vật liệu nóng chảy để kim loại nóng chảy không tiếp xúc với không khí, do đó quá trình nấu chảy và đúc được thực hiện.

Điều này có ưu điểm là có thể thực hiện việc khử oxy bằng lớp chắn thay vì điều chỉnh hàm lượng phốt pho ở mức tối thiểu, do đó có thể sản xuất ống hợp kim đồng trong đó độ dẫn nhiệt và độ dẫn điện do phốt pho bị triệt tiêu.

Cụ thể là, đồng điện phân làm nguyên liệu thô được nấu chảy trong lò nấu chảy, và thiếc được thêm vào đồng nóng chảy để điều chế hợp kim đồng-thiếc nóng chảy.

Tại thời điểm này, hàm lượng thiếc thêm vào giống như đã được mô tả ở trên, và do đó, phần mô tả về nó được bỏ qua.

Tại thời điểm này, vật liệu phủ có thành phần cacbon (C) được phủ lên bề mặt của chất nóng chảy để tạo thành lớp chắn nhằm ngăn chặn sự tiếp xúc giữa chất nóng chảy và không khí bên ngoài. Vật liệu phủ có thể tốt hơn là ít nhất một loại được chọn từ các hạt graphit, than, bột graphit và chất trợ dung khử. Tốt hơn là, vật liệu phủ dùng hạt graphit.

Tốt nhất là, nên tạo lớp chắn có độ dày từ 5 đến 20 cm. Khi độ dày của lớp chắn nhỏ hơn 5 cm, sự tiếp xúc giữa kim loại nóng chảy và không khí có thể không được ngăn chặn một cách đầy đủ, do đó hoạt động khử oxy có thể không diễn ra đúng cách. Ngoài ra, khi độ dày của lớp chắn vượt quá 20 cm, lượng vật liệu phủ được sử dụng quá nhiều sẽ làm tăng chi phí sản xuất và không có thêm lợi ích nào xét về mặt hiệu quả.

Khi các thành phần của chất nóng chảy được ổn định, chất nóng chảy được chuyển sang lò đúc và được đúc liên tục dưới dạng phôi rỗng. Tương tự như nấu chảy, trong quá trình đúc liên tục, sự tiếp xúc với môi trường không khí được loại bỏ để oxy trong quá trình nấu chảy không tăng lên.

Tốt nhất nên thực hiện bước đúc bằng phương pháp đúc liên tục nằm ngang để có dạng phôi rỗng.

Hơn nữa, trong sáng chế này, không giống như quy trình theo phương pháp ép đùn thông thường để sản xuất ống hợp kim đồng, phôi rỗng có thể được cán thành dạng hình ống đồng.

Tốt hơn là, bước cán có thể được thực hiện theo cách cán nóng trong đó vùng cán được làm nóng do ma sát và nhiệt độ cán tốt nhất là nhiệt độ vùng cán lớn nhất nằm trong khoảng từ 600 °C đến 750 °C. Đây là nhiệt độ cao hơn nhiệt độ kết tinh hóa của hợp kim đồng-thiếc không chứa oxy, do đó khả năng xử lý của quá trình sau khi cán được cải thiện.

Tốt hơn là, quá trình cán được thực hiện bằng cách quay nhiều trục cán xung quanh phôi rỗng. Khi cán được thực hiện theo cách này, quá trình xử lý nhiệt được

tiến hành bằng nhiệt ma sát sinh ra trong quá trình cán, và nhiệt độ có thể được nâng lên đến nhiệt độ kết tinh hóa. Trong bước cán, mật độ phân bố hướng GOSS có thể được giảm xuống nhỏ hơn hoặc bằng 4,5% .

Như được minh họa trong Fig. 1, có thể khẳng định rằng nhiệt độ trong vùng cán được gia nhiệt lên đến nhiệt độ tối đa nằm trong khoảng từ 600 °C đến 750 °C do ma sát giữa trục cán và phôi rỗng. Vì ống hợp kim đồng được gia nhiệt đến nhiệt độ cao để tạo ra kết tinh hóa và có cấu trúc với mật độ phân bố hướng Goss như đã mô tả ở trên, nên có thể thu được ống hợp kim đồng có độ bền kéo tuyệt vời.

Quá trình xử lý nhiệt có thể được thực hiện bổ sung sau các bước nêu trên. Khi xử lý nhiệt được thực hiện, ống hợp kim đồng có đặc tính mềm hoặc bán mềm có thể được sản xuất.

Nhiệt độ xử lý nhiệt như đã nêu ở trên có thể được thực hiện tốt nhất là ở nhiệt độ bằng hoặc lớn hơn 450 °C, và thời gian xử lý nhiệt có thể là 1 phút hoặc lớn hơn đủ để tạo cấu trúc kết tinh hóa. Tuy nhiên, khi thời gian xử lý nhiệt vượt quá 120 phút, sau khi quá trình kết tinh hóa hoàn toàn diễn ra, có thể xử lý làm thô các hạt tinh thể, và do đó, quá trình xử lý nhiệt có thể được thực hiện trong thời gian từ 1 đến 120 phút.

Sáng chế này sẽ được mô tả chi tiết hơn thông qua các ví dụ nêu dưới đây. Tuy nhiên, các phương án sau đây không làm giới hạn phạm vi của sáng chế này và người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này sẽ có thể thêm, xóa và thay đổi kết cấu theo bản chất kỹ thuật của sáng chế này và thực hiện các phương án một cách dễ dàng.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Ví dụ 1

Thiếc được thêm vào nấu chảy đồng bằng cách sử dụng đồng điện phân làm nguyên liệu thô để đạt hàm lượng là 0,5409 % khối lượng, các hạt graphite được sử dụng cho phần trên của đồng nóng chảy để tạo thành lớp chắn và quá trình đúc liên tục được thực hiện ở nhiệt độ 1200 °C để sản xuất phôi rỗng có đường kính 90 mm và độ dày 25 mm.

Một lõi được đưa vào bề mặt bên trong của phôi rỗng và cán được thực hiện để sản xuất ống chính. Ống hợp kim đồng có đường kính ngoài 12,7 mm và độ dày 0,6 mm được sản xuất bằng cách lặp lại quá trình kéo ra của ống chính để giảm tiết diện xuống bằng hoặc nhỏ hơn 45%. Kết quả là được xử lý nhiệt ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 450 °C đến 600 °C trong môi trường không khí giảm để sản xuất ống hợp kim đồng mềm gốc Sn.

Ví dụ 2 đến Ví dụ 5

Các ống hợp kim đồng mềm gốc Sn được sản xuất theo cách tương tự như cách đã nêu trong Ví dụ 1, nhưng hàm lượng thiếc trong đồng nóng chảy được điều chỉnh như nêu trong Bảng 1.

Ví dụ so sánh 1 và 2

Các ống hợp kim đồng mềm gốc Sn được sản xuất theo cách tương tự như nêu trong Ví dụ 1, nhưng hàm lượng photpho (P) và thiếc trong quá trình nấu chảy được điều chỉnh như được thể hiện trong Bảng 1 dưới đây.

Hàm lượng đồng (bao gồm cả tạp chất), photpho, thiếc và oxy của kim loại nóng chảy được điều chế như vậy đã được đo và được thể hiện trong Bảng 1 dưới đây.

Bảng 1

Ví dụ	Cu (% khối lượng)	P (ppm)	Sn (ppm)	O (ppm)	Độ dẫn điện (%IACS)
Ví dụ 1	99,38	1	5409	7,1	71,1
Ví dụ 2	99,25	1	6597	13,4	66,9
Ví dụ 3	99,53	1	1958	9,2	68,4
Ví dụ 4	99,44	1	4928	11,7	71,9
Ví dụ 5	99,42	10	5047	10,1	71,0
Ví dụ so sánh 1	99,95	301	6	8,1	81,4
Ví dụ so sánh 2	99,54	167	4310	9,1	64,5

Trong Bảng 1, hàm lượng đồng (Cu) thể hiện hàm lượng bao gồm cả các tạp chất không thể tránh khỏi.

Ví dụ thử nghiệm 1: Kiểm tra độ bền kéo

Độ bền kéo của ống hợp kim đồng được sản xuất trong Ví dụ 1 nêu ở trên, Ví dụ so sánh 1 và Ví dụ so sánh 2 được đo bằng cách chuẩn bị một mẫu thử bằng cách cắt một phần ống theo phương pháp mẫu thử số 11 trong KS B 0801 (Thử nghiệm Mẫu kim loại để thử độ bền kéo đứt), và chèn phần tâm vào phần cặp và thực hiện thử nghiệm độ bền kéo đứt theo phương pháp thử kéo đứt của KSB 0802 đối với vật liệu kim loại. Kết quả kiểm tra độ bền kéo đứt được thể hiện trong Bảng 2 dưới đây.

Bảng 2

Ví dụ	Đặc tính cơ học		
	Độ bền kéo (N/mm ²)	Độ giãn dài (%)	Độ bền kéo đứt (MPa)
Ví dụ 1	269	50	23,9
Ví dụ so sánh 1	237	45	21,0
Ví dụ so sánh 2	276	49	24,1

Độ bền kéo đứt của ống hợp kim đồng theo sáng chế này là 269 N / mm², thể hiện cấp độ cao hơn so với ống đồng được khử oxy hóa phốt pho của Ví dụ so sánh 1 có độ bền kéo đứt là 237N / mm² và tương tự như của ống hợp kim đồng gốc Sn-P của Ví dụ so sánh 2.

Ví dụ thử nghiệm 2: Quan sát vi mô

Kích thước hạt tinh thể và mật độ phân bố hướng theo hướng GOSS của các ống hợp kim đồng được sản xuất theo Ví dụ 1, Ví dụ so sánh 1 và Ví dụ so sánh 2 đã được đo và so sánh. Mật độ phân bố hướng GOSS được đo bằng kính hiển vi quét điện tử (SEM). Kết quả như được thể hiện trong Bảng 3 dưới đây.

Bảng 3

Ví dụ	Kích thước hạt tinh thể (mm)	Mật độ phân bố hướng GOSS (%)	Độ dẫn điện (% IACS)	Độ dẫn nhiệt (W/m•K)
Ví dụ 1	0,0020	1,4	71,1	295

Ví dụ so sánh 1	0,0041	1,9	81,4	338
Ví dụ so sánh 2	0,0021	4,2	64,5	249

Như được thể hiện trong Bảng 3, đã xác nhận rằng ống hợp kim đồng theo Ví dụ 1 của sáng chế này có mật độ phân bố hướng GOSS là 1,4%, mật độ này nằm trong khoảng nhỏ hơn hoặc bằng 4,5% cần thiết để tăng độ bền kéo đứt. Ngoài ra, ống hợp kim đồng theo Ví dụ 1 có mật độ phân bố hướng GOSS là 1,4%, nằm trong khoảng từ 0,1 đến 1,5%, do đó có thể có độ bền kéo tuyệt vời hơn.

Ví dụ thử nghiệm 3: Độ bền kéo đứt

Một ống hợp kim đồng 300 mm được lấy mẫu để thử nghiệm từ các ống hợp kim đồng được sản xuất theo Ví dụ 1, Ví dụ so sánh 1 và Ví dụ so sánh 2, một phần đầu được đóng bằng bu lông và áp suất nước được tăng dần trong ống từ phần đầu hở của phía bên kia bằng một máy bơm, và sau đó áp suất tại thời điểm đứt gãy hoàn toàn được đo để có được độ bền kéo đứt. Kết quả đo như được thể hiện trong Bảng 2 nêu ở trên.

Như đã được thể hiện trong Bảng 2 nêu ở trên, liên quan đến độ bền kéo đứt, nhận thấy rằng ống hợp kim đồng của Ví dụ 1 có xu hướng tương tự với ống hợp kim đồng gốc Sn-P của Ví dụ so sánh 2, tương tự như độ bền kéo.

Ví dụ thử nghiệm 4: Đo độ dẫn nhiệt và độ dẫn điện

Độ dẫn điện của ống hợp kim đồng được sản xuất theo các Ví dụ và Ví dụ so sánh được đo bằng phương pháp cầu kép bằng cách cắt ra 700 mm từ mỗi ống hợp kim đồng. Kết quả được thể hiện trong Bảng 1 nêu ở trên. Kết quả của Ví dụ 1, Ví dụ so sánh 1 và Ví dụ so sánh 2 cũng được thể hiện trong Bảng 3.

Ngoài ra, độ dẫn nhiệt của ống hợp kim đồng được sản xuất theo Ví dụ 1, Ví dụ so sánh 1 và Ví dụ so sánh 2 được đo dựa trên phương pháp đo độ dẫn nhiệt theo tiêu chuẩn ASTM E1461-13. Kết quả như được thể hiện trong Bảng 3.

Ống hợp kim đồng của Ví dụ 1 có hàm lượng P thấp theo sáng chế này có độ dẫn điện đo được vào khoảng 71,1% IACS, độ dẫn điện của ống hợp kim đồng gốc Sn-P của Ví dụ so sánh 1 được đo vào khoảng 64,5% IACS, và ống hợp kim đồng của Ví dụ so sánh 2, là đồng được khử oxy hóa photpho, được đo là có độ dẫn điện vào khoảng 81,4% IACS. Ngoài ra, độ dẫn nhiệt của các ống hợp kim đồng theo Ví dụ 1, Ví dụ so sánh 1 và Ví dụ so sánh 2 là 295 W/m • K, 249 W/m • K và 338 W/m • K, và từ đó khẳng định rằng có xu hướng giống nhau giữa độ dẫn điện và độ dẫn nhiệt, và sự sụt giảm độ dẫn nhiệt và độ dẫn điện có thể được giảm xuống trong khi ống hợp kim đồng theo sáng chế này có độ bền cao.

Ví dụ thử nghiệm 5: Khả năng chịu ăn mòn

Các ống hợp kim đồng được sản xuất theo Ví dụ 1, Ví dụ so sánh 1 và Ví dụ so sánh 2 đã được thử nghiệm bằng phương pháp thử phun muối KS D9502: 2009. Hai mẫu thử giống nhau trên mỗi mẫu thử được sản xuất và thử nghiệm, các mẫu được thu thập và cắt thành các mặt cắt ngang và đo độ sâu ăn mòn, như được thể hiện trong Bảng 4 nêu dưới đây.

Bảng 4

	Độ sâu ăn mòn(mm)								
	Sau 168 giờ			Sau 336 giờ			Sau 480 giờ		
	Miếng thử nghiệm 1	Miếng thử nghiệm 2	Trung bình	Miếng thử nghiệm 1	Miếng thử nghiệm 2	Trung bình	Miếng thử nghiệm 1	Miếng thử nghiệm 2	Trung bình
Ví dụ 1	0,017	-	0,017	0,056	0,093	0,0745	0,06	0,058	0,059
Ví dụ so sánh 2	0,042	0,01	0,026	0,06	0,07	0,065	0,035	0,075	0,055
Ví dụ so sánh 3	0,012	0,03	0,021	0,075	0,045	0,06	-	-	-

Như được thể hiện trong Bảng 4 nêu ở trên, khẳng định được rằng ống hợp kim đồng của Ví dụ 1 có hàm lượng photpho thấp có khả năng chịu ăn mòn tốt nhất trong thử nghiệm phun muối.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Ống hợp kim đồng dùng cho bộ trao đổi nhiệt bao gồm hợp kim đồng-thiếc không chứa oxy có hàm lượng oxy (O) nằm trong khoảng từ 1 đến 20 ppm, hợp phần thỏa mãn các công thức điều kiện (1) và (2) như sau và độ dẫn điện bằng hoặc lớn hơn 65% IACS:

$$(1) 0,1\% \text{ khối lượng} \leq C_{Sn} \leq 3,0\% \text{ khối lượng} ;$$

$$(2) 10^{-4} \% \text{ khối lượng} \leq C_P \leq 0,005 \% \text{ khối lượng} ,$$

trong đó, C_P và C_{Sn} lần lượt đại diện cho hàm lượng tương ứng của phot pho và thiếc trong hợp kim đồng-thiếc không chứa oxy.

2. Ống hợp kim đồng theo điểm 1, trong đó hợp kim đồng-thiếc không chứa oxy có hàm lượng thiếc nằm trong khoảng từ 0,3 đến 0,6% khối lượng.

3. Ống hợp kim đồng theo điểm 1, trong đó hợp kim đồng-thiếc không chứa oxy chứa từ 5 đến 10 ppm oxy.

4. Ống hợp kim đồng theo điểm 1, trong đó độ bền kéo theo hướng dọc của ống bằng hoặc lớn hơn 260 MPa.

5. Ống hợp kim đồng theo điểm 1, trong đó hợp kim đồng-thiếc không chứa oxy có kết cấu có mật độ phân bố hướng GOSS nhỏ hơn hoặc bằng 4,5%.

6. Ống hợp kim đồng theo điểm 5, trong đó hợp kim đồng-thiếc không chứa oxy có kết cấu với mật độ phân bố hướng GOSS nằm trong khoảng từ 0,1 đến 1,5%.

7. Phương pháp sản xuất ống hợp kim đồng dùng cho bộ trao đổi nhiệt, bao gồm các bước nấu chảy, đúc và cán,

trong bước nấu chảy và đúc, thiếc được thêm vào để hàm lượng thiếc bao gồm trong kim loại nóng chảy của hợp kim đồng-thiếc không chứa oxy được đặt trong khoảng từ 0,1 đến 3,0 % khối lượng,

phốt pho (P) không được thêm vào để hàm lượng phốt pho (P) có trong kim loại nóng chảy của hợp kim đồng-thiếc không chứa oxy được đặt nhỏ hơn hoặc bằng 0,005% khối lượng, và

lớp chắn được hình thành trên phần trên của chất nóng chảy để chất nóng chảy không tiếp xúc với oxy trong không khí, do đó thực hiện nấu chảy và đúc.

8. Phương pháp theo điểm 7, trong đó bước cán được thực hiện bằng cách cán nóng, trong đó nhiệt độ tối đa của phần cán nằm trong khoảng từ 600 °C đến 750 °C.

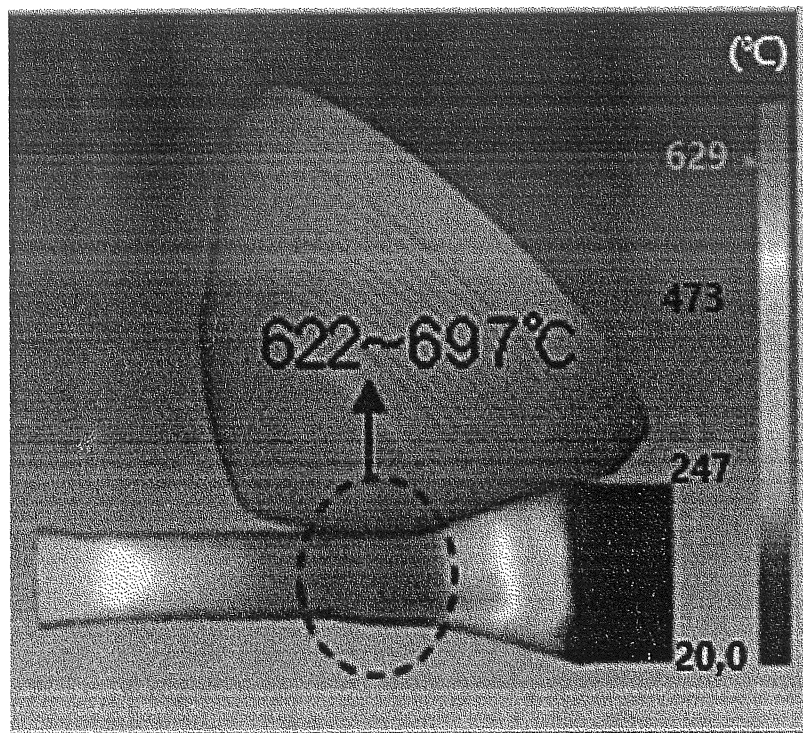


Fig. 1