



(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)



1-0037108

(51)⁷ C22C 9/04; C22F 1/08; C22F 1/00

(13) B

(21) 1-2019-04808

(22) 04/06/2019

(86) PCT/KR2019/006698 04/06/2019

(87) WO 2020/130247 A1 25/06/2020

(30) 10-2018-0165425 19/12/2018 KR

(45) 25/10/2023 427

(43) 25/11/2021 404

(73) Poongsan Corporation (KR)

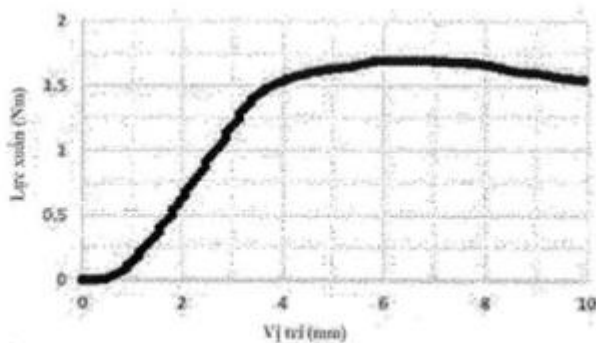
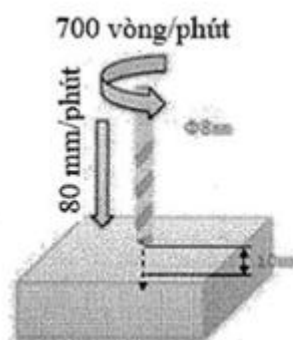
134, Pyeongtaekhang-ro, 156beon-gil, Poseung-eup, Pyeongtaek-Si Gyeonggi-do
17960 Republic of Korea

(72) JEON, Bo Min (KR); JEONG, Won Seok (KR); KWAK, Won Shin (KR).

(74) Công ty TNHH Đại Tín và Liên Danh (DAITIN AND ASSOCIATES CO.,LTD)

(54) HỢP KIM ĐỒNG KHÔNG CHỨA CHÌ DỄ CẮT GỌT VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT HỢP KIM NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến hợp kim đồng không chứa chì dễ cắt gọt có tính chống ăn mòn và khả năng gia công trên máy tốt và phương pháp sản xuất hợp kim này. Hợp kim đồng không chứa chì, bismut dễ cắt gọt có chứa 58-70 %wt đồng (Cu), 0,5-2,0 %wt thiếc (Sn), 0,1-2,0 %wt silic (Si), một lượng cân bằng kẽm (Zn), và các tạp chất không mong muốn nhưng không chứa chì.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hợp kim đồng không chứa chì dễ cắt gọt có khả năng chống ăn mòn tốt và có thể dễ dàng gia công bằng máy và phương pháp sản xuất hợp kim này, và cụ thể hơn là đề cập đến hợp kim đồng không chứa chì, bismut dễ cắt gọt, và bao gồm 58-70 phần trăm theo khối lượng (%wt) đồng (Cu), 0,5-2,0 %wt thiếc (Sn), 0,1-2,0 %wt silic (Si), một lượng cân bằng kẽm (Zn) và các tạp chất không mong muốn khác.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Đồng (Cu) là vật liệu kim loại màu được sử dụng bằng cách cho thêm các chất phụ gia khác nhau tùy theo mục đích sử dụng. Nhằm làm tăng tính dễ gia công của đồng thau, chì (Pb) được thêm vào đồng thau với tỷ lệ 1,0-4,5% theo khối lượng (%wt) để đảm bảo tính dễ gia công trên máy. Chì (Pb) không làm ảnh hưởng đến cấu trúc tinh thể của đồng (Cu) do kim loại đồng (Cu) không có khả năng hòa tan chất rắn bên trong cấu trúc của nó. Hơn nữa, chì (Pb) thể hiện vai trò chất làm trơn tại bề mặt tiếp xúc giữa công cụ và vật liệu cần cắt và vai trò nghiền nhỏ phoi cắt. Đồng thau dễ cắt gọt có chứa chì (Pb) có tính dễ gia công trên máy, nhờ vậy đồng thau dễ cắt gọt có chứa chì (Pb) được sử dụng rộng rãi làm van, bu lông, đai ốc, các bộ phận ô tô, các loại bánh răng, các bộ phận máy ảnh, vv...

Tuy nhiên, chì là chất nguy hiểm, gây ảnh hưởng xấu đến cơ thể con người và môi trường. Khi tiêu chuẩn về hạn chế các chất nguy hiểm (RoHS) được ban hành ở châu Âu vào năm 2003, thì các quy định về môi trường trở nên nghiêm ngặt hơn, và các quy định về các chất nguy hiểm đối với cơ thể con người cũng được ban hành. Vì vậy, việc sử dụng chì cũng được quy định. Trong bối cảnh như vậy, các nhà nghiên cứu đã thử nghiệm loại hợp kim mới thay thế đồng thau dễ cắt gọt được bổ sung chì để cải thiện tính dễ gia công trên máy.

Kết quả là, bismut (Bi) được bổ sung vào đồng thay thế cho chì (Pb) để tạo thành đồng thau không chì. Tuy nhiên, hiện tượng nứt gãy xảy ra do nhiều hạt tinh thể không gia công được và xuất hiện ranh giới giữa các hạt, và vì vậy, các hạt tinh thể cần được tinh chế và cầu hóa thông qua quá trình xử lý nhiệt. Do đó, việc sử dụng đồng thau không chì có

chứa bismut (Bi) bị loại bỏ. Ngoài ra, bismut (Bi) là kim loại nặng tương tự như chì (Pb), mặc dù chưa có báo cáo rõ ràng nào về tác hại đối với cơ thể con người, nhưng cũng có thể là mục tiêu cho các quy định tương tự như đối với chì trong tương lai.

Hiện nay, tại Mỹ, hàm lượng chì (Pb) trong hợp kim đồng để làm vòi nước bị hạn chế rất nhiều. Hơn nữa, hàm lượng chì trong hợp kim sẽ tiếp tục bị hạn chế hơn nữa ở các nước phát triển trong tương lai. Đối với các hợp kim đồng thông thường không chì, do không dễ gia công trên máy nên hợp kim đồng này không được sử dụng làm vật liệu dễ cắt gọt. Vì vậy, cần phát triển loại hợp kim đồng không chứa chì, bismut để cắt gọt.

Theo khía cạnh khác, hợp kim đồng dễ cắt gọt không thể sử dụng được trong các sản phẩm liên quan đến chất lỏng như vòi nước, van, các bộ phận đồng hồ, vv... do khả năng chống ăn mòn kém. Để giải quyết vấn đề này, hợp kim đồng dễ cắt gọt được sử dụng bằng cách mạ niken hoặc các chất tương tự, tuy nhiên, lớp mạ không tồn tại vĩnh viễn, và hợp kim đồng bên trong có thể bị ăn mòn nhanh chóng khi lớp mạ bị bong tróc.

Ngoài ra, rất khó để sử dụng hợp kim đồng dễ cắt gọt trong sản phẩm yêu cầu độ bền cao do chì (Pb) và bismut (Bi) không được hòa tan vào trong vi cấu trúc, và do đó độ bền không được đảm bảo.

Để khắc phục các nhược điểm nêu trên, cần thiết phải phát triển loại hợp kim đồng không chứa chì, bismut để cắt gọt, bao gồm đồng thời tính dễ gia công trên máy và độ chống ăn mòn tốt.

Đơn sáng chế Hàn Quốc số 10-2012-0104963 bộc lộ hợp kim đồng không chứa chì, bismut để cắt gọt có chứa 65-75% đồng (Cu), 1-1,6% silic (Si), 0,2-3,5% nhôm (Al) và phần còn lại là các tạp chất không mong muốn nhưng không chứa bismut. Thông thường, bổ sung nhôm (Al) vào hợp kim đồng giúp cải thiện có hiệu quả độ bền và độ chống ăn mòn. Tuy nhiên, hợp kim đồng theo sáng chế trên làm tăng tỷ lệ pha β do lượng kẽm cao tương đương bằng cách bổ sung thêm nhôm lên tới 3,5%, và từ đó làm tăng độ giòn và độ bền của hợp kim. Do đó, rất khó để đảm bảo tính dễ gia công của hợp kim.

Đơn sáng chế Hàn Quốc số 10-2001-0033101 bộc lộ hợp kim đồng dễ cắt gọt có chứa 69-79% đồng (Cu), 2-4% silic (Si), 0,02-0,04% chì (Pb) và kẽm (Zn). Hợp kim đồng trong đơn sáng chế nêu trên có chứa chì và cải thiện tính dễ gia công trên máy bằng cách

tạo ra pha γ trong vi cấu trúc kim loại. Tuy nhiên, nếu silic có điểm nóng chảy cao và tỷ trọng riêng nhỏ được thêm vào hợp kim với hàm lượng trên 3% thì một lượng lớn silic oxit được tạo ra, gây khó khăn cho quá trình sản xuất phôi chất lượng cao. Ngoài ra, do cần trên 69% đồng (Cu) để tạo thành pha γ nên chi phí nguyên liệu cao so với hợp kim đồng dễ cắt gọt thông thường.

Đơn sáng chế Hàn Quốc số 10-2013-0035439 bộc lộ hợp kim đồng không chứa chì, bismut dễ cắt gọt có chứa 56-77% đồng (Cu), 0,1-3,0% mangan (Mn), 1,5-3,5% silic (Si), 0,1-1,5% canxi (Ca) và kẽm (Zn). Tính dễ gia công trên máy của hợp kim được cải thiện nhờ bổ sung canxi. Tuy nhiên, do tính chất oxy hóa cao của canxi nên một lượng lớn oxit được tạo ra trong quá trình đúc trong không khí, và rất khó để sản xuất ra phôi chất lượng cao do khó đảm bảo các thành phần đích.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề xuất hợp kim đồng có thể gia công trên máy tốt và có khả năng chống ăn mòn mà không chứa thành phần chì (Pb) hoặc bismut (Bi).

Theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế, hợp kim đồng không chì, bismut dễ cắt gọt theo sáng chế có chứa: 58-70 %wt đồng (Cu), 0,5-2,0 %wt thiếc (Sn), 0,1-2,0 %wt silic (Si), một lượng cân bằng kẽm (Zn), và các tạp chất không mong muốn, trong đó, tổng lượng thiếc (Sn) và silic (Si) trong khoảng $1,0\% \text{ wt} \leq \text{Sn} + \text{Si} \leq 3,0\% \text{ wt}$.

Theo phương án thực hiện của khía cạnh thứ nhất, hợp kim đồng không chứa chì, bismut dễ cắt gọt có thể bao gồm thêm 0,04-0,2 %wt phospho (P). Hơn nữa, hợp kim đồng không chứa chì, bismut dễ cắt gọt có thể bao gồm thêm dưới 0,2 %wt nhôm (Al). Hơn nữa, hợp kim đồng không chứa chì, bismut dễ cắt gọt có thể bao gồm thêm dưới 0,1 %wt niken (Ni) hoặc mangan (Mn).

Theo phương án thực hiện của khía cạnh thứ nhất, hợp kim đồng không chứa chì, bismut dễ cắt gọt có thể bao gồm cả pha α , pha β và pha ϵ . Diện tích của pha ϵ chiếm 3-20% trong mạng kim loại của hợp kim đồng.

Theo khía cạnh thứ hai, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất hợp kim đồng không chứa chì, bismut dễ cắt gọt được mô tả ở trên bao gồm: thực hiện xử lý nhiệt ở nhiệt độ 450-750°C trong vòng từ 30 phút đến 4 giờ.

Hợp kim đồng dễ cắt gọt theo sáng chế có tính dễ gia công trên máy và tính chống ăn mòn. Ngoài ra, tất cả các thành phần được thêm vào hợp kim đồng không chứa chì, bismut dễ cắt gọt đều thân thiện với môi trường và có khả năng thay thế hoàn toàn đồng thau dễ cắt gọt có chứa chì và bismut đang được sử dụng rộng rãi hiện nay.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình minh họa điều kiện thử nghiệm tính dễ gia công trên máy và đồ thị thể hiện kết quả thử nghiệm của ví dụ 2;

Fig.2 là hình minh họa các hình dạng khác nhau của phoi cắt được tạo ra sau quá trình khoan;

Fig.3 là ảnh hiển vi điện tử quét thể hiện vi cấu trúc sự phân bố của pha ϵ tương ứng trong ví dụ 1, ví dụ so sánh 2 và ví dụ so sánh 4;

Fig.4 là ảnh hiển vi điện tử quét thể hiện vi cấu trúc của ví dụ 9 và vi cấu trúc của ví dụ so sánh 9 và 10 trong đó thể hiện tương ứng sự phân bố của các hợp chất liên kim loại;

Fig.5 là ảnh hiển vi quang học thể hiện kết quả của thử nghiệm khử kẽm trong ví dụ 6 và ví dụ so sánh 15;

Fig.6 là ảnh hiển vi quang học thể hiện kết quả của thử nghiệm khử kẽm trong ví dụ 13.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây, sáng chế sẽ được mô tả chi tiết. Tuy nhiên, cần hiểu rằng mô tả sau đây dưới dạng các phương án thực hiện tối ưu chỉ nhằm mục đích minh họa cho sáng chế. Phạm vi bảo hộ của sáng chế được thể hiện đầy đủ trong phần yêu cầu bảo hộ kèm theo.

Sáng chế đề xuất hợp kim đồng không chứa chì, bismut dễ cắt gọt có chứa 58-70 %wt đồng (Cu), 0,5-2,0 %wt thiếc (Sn), 0,1-2,0 %wt silic (Si), một lượng cân bằng kẽm

(Zn), và các tạp chất không mong muốn, trong đó, tổng lượng thiếc (Sn) và silic (Si) là 1,0% $\text{wt} \leq \text{Sn} + \text{Si} \leq 3,0 \text{ \%wt}$.

Trong hợp kim đồng theo sáng chế, khi thiếc (Sn) và silic (Si) được thêm vào hợp kim đồng-kẽm (Cu-Zn), pha ϵ được tạo ra và phân tán trong vi cấu trúc kim loại, qua đó làm cải thiện khả năng dễ gia công trên máy của hợp kim.

Vai trò cụ thể của từng thành phần và hàm lượng của chúng trong hợp kim đồng không chứa chì, bismut dễ cắt gọt theo sáng chế được mô tả sau đây.

(1) Đồng (Cu): 58 -70 %wt

Trong hợp kim đồng không chứa chì, bismut dễ cắt gọt theo sáng chế, đồng (Cu) là thành phần chính của hợp kim, tạo thành các dạng vi cấu trúc pha α , pha β , và pha ϵ với kẽm và các thành phần khác, và tùy theo thành phần của kẽm (Zn) và các thành phần bổ sung để cải thiện khả năng dễ gia công và cắt gọt trên máy. Hàm lượng của đồng (Cu) trong hợp kim đồng không chứa chì, bismut dễ cắt gọt theo sáng chế là 58-70 %wt. Nếu hàm lượng đồng (Cu) dưới 58 %wt, pha ϵ và pha β được tạo ra quá mức, làm giảm khả năng gia công nguội, tăng độ giòn và hơn nữa làm giảm khả năng chống ăn mòn. Nếu hàm lượng đồng (Cu) vượt quá 70 %wt thì không chỉ giá thành nguyên liệu thô tăng mà khả năng dễ gia công trên máy của hợp kim cũng không được đảm bảo do không đủ pha ϵ và tạo thành quá mức pha dẻo α .

(2) Thiếc (Sn): 0,5 -2,0 %wt

Trong hợp kim đồng không chứa chì, bismut dễ cắt gọt theo sáng chế, thiếc (Sn) góp phần tạo thành pha ϵ và làm tăng kích thước và tỷ lệ pha ϵ , nhằm cải thiện khả năng dễ gia công trên máy và cải thiện độ chống ăn mòn, ví dụ như chống khử kẽm. Trong hợp kim đồng không chứa chì, bismut dễ cắt gọt, hàm lượng thiếc (Sn) nằm trong khoảng 0,5-2,0 %wt. Nếu hàm lượng thiếc dưới 0,5 %wt thì pha ϵ không được tạo thành đủ. Khi đó, thiếc không thể giúp cải thiện tính dễ gia công trên máy và cũng không thu được hiệu quả cải thiện độ chống ăn mòn. Nếu hàm lượng thiếc vượt quá 2,0 %wt thì vật liệu bị lưu hóa, pha ϵ trở nên thô, tỷ lệ của pha ϵ tăng, từ đó làm giảm hiệu quả gia công nguội và tính dễ gia công trên máy.

(3) Silic (Si): 0,1 -2,0 %wt

Trong hợp kim đồng dễ cắt gọt theo sáng chế, silic (Si) thúc đẩy sự tạo thành pha ϵ và cải thiện tính chống ăn mòn. Trong hợp kim đồng không chứa chì, bismut dễ cắt gọt, hàm lượng silic (Si) nằm trong khoảng 0,1-2,0 %wt. Nếu hàm lượng silic dưới 0,1 %wt, silic (Si) không giúp thúc đẩy sự tạo thành pha ϵ và không cải thiện được tính chống ăn mòn cho hợp kim. Khi hàm lượng silic (Si) tăng, hàm lượng pha ϵ cũng tăng và khả năng gia công trên máy được cải thiện. Tuy nhiên, nếu hàm lượng silic (Si) vượt quá 2,0 %wt, thì pha ϵ bị tạo thành quá mức. Khi đó, hợp kim đồng thành phẩm bị lưu hóa, hiệu quả cải thiện tính dễ gia công trên máy giảm và ảnh hưởng xấu đến khả năng đúc và gia công nguội.

(4) Kẽm (Zn): cân bằng

Kẽm tạo thành hợp kim đồng-kẽm với đồng, giúp tạo thành vi cấu trúc pha α , pha β , và pha ϵ tùy thuộc vào hàm lượng được thêm vào, và ảnh hưởng đến khả năng đúc và tính dễ gia công của hợp kim. Trong sáng chế, kẽm được thêm vào với lượng cân bằng. Nếu hàm lượng kẽm quá cao, sản phẩm bị lưu hóa, không chỉ làm tăng độ giòn mà còn làm giảm tính chống ăn mòn của hợp kim. Mặt khác, khi hàm lượng kẽm quá thấp, pha α được tạo thành quá mức, làm giảm khả năng dễ gia công trên máy của hợp kim.

(5) Hàm lượng tổng cộng của thiếc (Sn) và silic (Si)

Tổng hàm lượng của thiếc (Sn) và silic (Si) nên nằm trong khoảng $1,0 \%wt \leq Sn + Si \leq 3,0 \%wt$. Nếu tổng hàm lượng của thiếc và silic dưới 1,0 %wt thì không tạo đủ pha ϵ , và do đó không tạo được hiệu quả cải thiện tính dễ gia công trên máy và tính chống ăn mòn. Nếu tổng hàm lượng của thiếc (Sn) và silic (Si) trên 3 %wt thì pha ϵ bị thô, làm tăng tỷ lệ pha ϵ , và sản phẩm bị lưu hóa, từ đó ảnh hưởng đến khả năng gia công cắt gọt và gia công nguội.

(6) Phospho (P): 0,04 -0,20 %wt

Hợp kim đồng không chứa chì, bismut dễ cắt gọt theo sáng chế có thể có chứa thêm phospho (P). Phospho (P) cải thiện độ chống ăn mòn bằng cách ổn định pha α và làm mịn vi cấu trúc, và cải thiện tính lưu động của kim loại lỏng bằng cách hoạt động như chất khử oxy trong quá trình đúc. Hàm lượng phospho (P) được thêm vào nằm trong khoảng 0,04-

0,20 %wt. Nếu hàm lượng phospho (P) dưới 0,04 %wt thì hầu như không có hiệu quả nào trong cải thiện độ mịn vi cấu trúc và độ chống ăn mòn. Nếu hàm lượng phospho (P) lớn hơn 0,20 %wt, tạo ra giới hạn trong độ mịn vi cấu trúc, tính dễ gia công nóng bị giảm, hợp chất Si-P được tạo thành cùng với silic (Si) để cải thiện độ cứng, và sự hòa tan dạng rắn của silic trong vi cấu trúc bị giảm, làm giảm độ chống ăn mòn.

(7) Nhôm (Al): nhỏ hơn 0,20 %wt

Nhôm (Al) thường giúp cải thiện độ chống ăn mòn và độ linh động của kim loại đúc chảy. Tuy nhiên, trong sáng chế, do nhôm (Al) làm giảm tính gia công nguội và ngăn chặn sự hình thành pha ϵ , từ đó làm giảm tính dễ gia công trên máy, nên lượng nhôm (Al) thêm vào được giới hạn dưới 0,2 %wt. Bổ sung nhôm (Al) với lượng dưới 0,2 %wt không ảnh hưởng đáng kể tới tính dễ gia công trên máy của hợp kim theo sáng chế.

(8) Niken (Ni) và mangan (Mn): tương ứng dưới 0,1 %wt

Niken (Ni) và mangan (Mn) có hiệu quả làm cải thiện độ bền bằng cách tạo thành hợp chất nhỏ mịn với thành phần dung dịch rắn và các thành phần khác. Tuy nhiên, trong sáng chế, hợp chất Ni-Si hoặc Mn-Si được tạo ra làm tiêu hao Si, từ đó làm giảm tính dễ gia công trên máy và độ chống ăn mòn. Ngoài ra, do mangan (Mn) làm giảm đặc tính khử kẽm nên hàm lượng của mỗi loại niken (Ni) và mangan (Mn) được giới hạn dưới 0,1 %wt. Khi niken và mangan được bổ sung vào với một lượng nhỏ dưới 0,1 %wt thì niken và mangan không làm ảnh hưởng đáng kể tới sự hình thành và đặc tính của các hợp chất trong hợp kim đồng không chứa chì, bismut dễ cắt gọt theo sáng chế.

(9) Các tạp chất không mong muốn

Các tạp chất không mong muốn là các thành phần được thêm vào không mong muốn trong quá trình sản xuất. Các tạp chất không mong muốn bao gồm, ví dụ, crom (Cr), selen (Se), magie (Mg), asen (As), antimon (Sb), cadimi (Cd), vv... Tổng hàm lượng của các tạp chất không mong muốn được kiểm soát bằng hoặc dưới 0,5 %wt, và các tạp chất không mong muốn nằm trong giới hạn này không ảnh hưởng đáng kể tới đặc tính của hợp kim đồng.

Hợp kim đồng dễ cắt gọt theo sáng chế có chứa pha ϵ . Trong trường hợp này, tạo thành pha ϵ làm cải thiện độ bền và độ chống mài mòn, và pha ϵ hoạt động như một thành phần nghiền phoi để cải thiện tính dễ gia công trên máy. Tỷ lệ diện tích của pha ϵ chiếm 3-20% trong mạng kim loại của hợp kim đồng. Tuy nhiên, nếu tỷ lệ diện tích của pha ϵ chiếm dưới 3% trong mạng kim loại của hợp kim đồng thì tính dễ gia công trên máy của vật liệu công nghiệp có thể không được đảm bảo đầy đủ. Hơn nữa, nếu tỷ lệ diện tích của pha ϵ chiếm trên 20% trong mạng kim loại của hợp kim đồng thì độ bền và độ giòn của vật liệu hợp kim đồng tăng lên nhanh chóng, từ đó ảnh hưởng xấu đến tính dễ gia công trên máy và khả năng gia công cắt gọt. Tỷ lệ diện tích của pha ϵ có thể giảm hoặc tăng bằng cách xử lý nhiệt ở 450-750°C trong 30 phút đến 4 giờ để đảm bảo tính dễ gia công trên máy của hợp kim.

Phương pháp sản xuất hợp kim đồng không chứa chì, bismut dễ cắt gọt theo sáng chế

Hợp kim đồng không chứa chì, bismut dễ cắt gọt theo sáng chế có thể sản xuất theo phương pháp dưới đây.

Các thành phần hợp kim của hợp kim đồng không chứa chì, bismut dễ cắt gọt theo sáng chế được mô tả nêu trên được nung chảy ở nhiệt độ 950-1050°C để tạo ra kim loại dạng chảy. Kim loại dạng chảy được duy trì trong một thời gian nhất định, ví dụ 20 phút, và sau đó được đúc. Nếu các thành phần của hợp kim đồng theo sáng chế có chứa nhiều oxit trong quá trình đúc, thì tốt hơn là thực hiện đúc sau khi loại bỏ oxit trong kim loại dạng chảy càng nhiều càng tốt sau khi nấu chảy.

Phôi được tạo ra bằng phương pháp đúc được cắt thành chiều dài nhất định, được gia nhiệt đến 500-750°C trong 1-4 giờ, được đun nóng với tỷ lệ biến dạng lớn hơn hoặc bằng 70%, và sau đó màng oxit trên bề mặt được loại bỏ thông qua quá trình tẩy.

Vật liệu nóng thu được từ quá trình nêu trên được gia công nguội bằng máy kéo sợi có đường kính và dung sai mong muốn. Sau đó, xử lý nhiệt có thể được thực hiện ở 450-750°C trong 30 phút đến 4 giờ nếu cần thiết. Pha ϵ được tạo ra nhờ quá trình đun nóng. Trong trường hợp này, nếu tỷ lệ pha ϵ nhỏ hơn hoặc lớn hơn tỷ lệ đích thì tỷ lệ pha ϵ có thể được điều chỉnh đến mức độ mong muốn thông qua xử lý nhiệt thêm. Bước xử lý nhiệt tương ứng có thể được bỏ qua nếu sản phẩm thu được thông qua bước đun có chất lượng

tốt. Nếu quá trình xử lý nhiệt được thực hiện ở nhiệt độ dưới 450°C hoặc dưới 30 phút thì không làm nóng đủ vật liệu, dẫn đến sự chuyển pha ϵ kém. Nếu quá trình xử lý nhiệt được thực hiện ở nhiệt độ trên 750°C hoặc được xử lý quá 4 giờ thì tạo ra quá mức pha β và tạo ra vi cấu trúc thô, làm giảm tính dễ gia công trên máy và khả năng gia công nguội.

Vì vậy, những người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật có thể bổ sung các quá trình cần thiết khác, ví dụ như lặp lại quá trình xử lý nhiệt và quá trình kéo sợi, xử lý các đặc tính yêu cầu, đảm bảo độ thẳng nhờ máy nắn thẳng.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Bảng 1 thể hiện các thành phần của ví dụ và ví dụ so sánh của sáng chế. Trong sáng chế, phôi được đúc dựa trên thành phần được thể hiện trên bảng 1 và các mẫu hợp kim đồng của các ví dụ và ví dụ so sánh được tạo thành thông qua quá trình đun nóng hoặc các quá trình tương tự, để đánh giá các đặc tính của các mẫu hợp kim đồng thu được dựa vào sơ đồ thử nghiệm được mô tả sau đây.

Ví dụ 1-19

Cụ thể là, các thành phần hợp kim được nấu chảy ở nhiệt độ khoảng 1000 °C tùy thuộc vào từng kim loại được mô tả trên bảng 1 để tạo thành kim loại nóng chảy, thép lỏng được nấu chảy và dạng oxit trong kim loại lỏng được loại bỏ nhiều nhất có thể, và kim loại lỏng được giữ trong 20 phút, sau đó được đúc vào khuôn theo các ví dụ 1-19 với đường kính là 50 mm. Phôi được tạo thành từ quá trình đúc được cắt thành độ dài nhất định, được nung ở nhiệt độ 650°C trong hai giờ, được đun nóng thành đường kính 14 mm (tỷ lệ biến dạng là 71%) và sau đó trên 95% màng oxit của chúng bị loại bỏ thông qua quá trình tẩy.

Vật liệu nóng thu được từ quá trình nêu trên được gia công nguội bằng máy kéo sợi có đường kính nằm trong khoảng 12,96-13,00 mm.

Bảng 1

Phân loại	Hàm lượng (%wt)									
	Cu	Zn	Si	Sn	Si+Sn	P	Al	Ni	Mn	Pb

Ví dụ 1	62,4	Cân bằng (CB)	1,27	1,22	2,49	-	-	-	-	-
Ví dụ 2	65,5	CB	1,90	0,50	2,40	-	-	-	-	-
Ví dụ 3	58,5	CB	1,40	1,10	2,50	0,04	-	-	-	-
Ví dụ 4	68,0	CB	1,70	1,30	3,00	-	-	-	-	-
Ví dụ 5	65,7	CB	0,10	2,00	2,10	0,04	-	-	-	-
Ví dụ 6	61,7	CB	1,48	0,56	2,04	0,05	-	-	-	-
Ví dụ 7	63,0	CB	1,48	1,23	2,71	-	-	-	-	-
Ví dụ 8	60,0	CB	1,01	0,50	1,51	-	-	-	-	-
Ví dụ 9	58,0	CB	1,00	1,00	2,00	0,05	-	-	-	-
Ví dụ 10	59,2	CB	0,97	0,50	1,47	0,06	-	-	-	-
Ví dụ 11	59,0	CB	1,25	1,00	2,25	0,06	-	-	-	-
Ví dụ 12	66,9	CB	1,82	0,53	2,35	0,11	-	-	-	-
Ví dụ 13	65,8	CB	0,76	0,78	1,54	0,14	-	-	-	-
Ví dụ 14	68,0	CB	1,80	0,50	2,30	-	-	-	-	-
Ví dụ 15	65,6	CB	1,70	0,70	2,40	0,15	-	-	-	-
Ví dụ 16	64,0	CB	0,98	0,99	1,97	-	0,08	-	-	-
Ví dụ 17	59,5	CB	1,18	1,04	2,22	-	0,16	-	-	-
Ví dụ 18	59,2	CB	0,99	1,01	2,00	-	-	0,02	-	-
Ví dụ 19	60,0	CB	0,77	1,02	1,79	-	-	-	0,03	-

Ví dụ so sánh 1-17

Mỗi mẫu được tạo ra theo phương pháp giống với các mẫu được tạo ra trong các ví dụ 1-19 kể trên, các thành phần trong các ví dụ so sánh 1-17 được mô tả trên bảng 2.

Theo ví dụ trên bảng 2, ví dụ so sánh 15 là JIS C3604, là loại đồng thau dễ cắt gọt, ví dụ so sánh 16 là JIS C3771, là đồng thau rèn, và ví dụ so sánh 17 là JIS C4622, là đồng thau dùng trong hải quân có độ chống ăn mòn tốt.

Bảng 2

Phân loại	Hàm lượng (%wt)									
	Cu	Zn	Si	Sn	Si+Sn	P	Al	Ni	Mn	Pb
Ví dụ so sánh 1	68,6	CB	2,18	0,41	2,59	-	-	-	-	-
Ví dụ so sánh 2	62,2	CB	0,55	0,40	0,95	-	-	-	-	-
Ví dụ so sánh 3	70,5	CB	1,00	0,60	1,60	-	-	-	-	-
Ví dụ so sánh 4	60,7	CB	1,56	1,70	3,26	-	-	-	-	-
Ví dụ so sánh 5	69,0	CB	0,00	1,90	1,90	-	-	-	-	-
Ví dụ so sánh 6	64,4	CB	1,98	0,04	2,02	-	-	-	-	-
Ví dụ so sánh 7	59,5	CB	0,94	0,73	1,69	-	0,23	-	-	-
Ví dụ so sánh 8	59,3	CB	1,48	0,56	2,04	-	-	0,11	-	-
Ví dụ so sánh 9	58,1	CB	0,95	1,14	2,09	-	-	0,17	-	-
Ví dụ so sánh 10	65,0	CB	2,00	0,87	2,87	-	-	-	0,13	-
Ví dụ so sánh 11	57,5	CB	1,87	0,90	2,77	-	-	-	-	-
Ví dụ so sánh 12	66,0	CB	0,70	2,20	2,90	-	-	-	-	-
Ví dụ so sánh 13	66,5	CB	1,90	0,50	2,40	0,23	-	-	-	-
Ví dụ so sánh 14	67,7	CB	2,00	0,52	2,52	0,41	-	-	-	-
Ví dụ so sánh 15 (JIS C3604)	59,2	CB	-	-	0,00	-	-	-	-	3,4
Ví dụ so sánh 16 (JIS C3771)	58,5	CB	-	-	0,00	-	-	-	-	2,0
Ví dụ so sánh 17 (JIS C4622)	61,0	CB	-	1,00	1,00	-	-	-	-	-

Ví dụ kiểm tra

(1) Thử nghiệm khả năng dễ gia công trên máy (lực xoắn cắt và hình dạng phoi)

Tính dễ gia công trên máy của hợp kim đồng được đánh giá bằng lực xoắn cắt và hình dạng phoi.

Đầu tiên, như được thể hiện trên Fig.1, máy thử nghiệm tính dễ gia công trên máy được sử dụng để đo và đánh giá lực xoắn được truyền tới công cụ khoan trong quá trình khoan. Trong quá trình cắt, kích thước của mũi khoan cắt là $\Phi 8$ mm, tốc độ quay của nó là 70 rpm, tốc độ chuyển động của nó là 80 mm/phút, khoảng cách chuyển động của nó là 10 mm, hướng chuyển động của nó theo chiều trọng lực, và giá trị lực xoắn trung bình (đơn vị là Nm) của phần cắt 4-10 mm được mô tả trên bảng 3 và 4 dưới đây. Lực xoắn cắt cao tức là tính dễ gia công trên máy thấp và lực xoắn cắt nhỏ tức là tính dễ gia công trên máy cao, do cần ít lực ngay cả khi gia công ở cùng độ sâu. Kết quả thử nghiệm tính dễ gia công trên máy của mẫu ví dụ 2 được thể hiện trên đồ thị ở bên phải của Fig.1.

Ngoài ra, hình dạng phoi tạo thành trong quá trình khoan cắt được mô tả ở trên cũng được ghi lại và thể hiện trên bảng 3 và 4. Tiêu chí để xác định tính dễ gia công trên máy được thể hiện trên Fig.2. Tức là, hình dạng của phoi cắt được chia thành các tiêu chí sau: tốt ($\odot$), khá tốt ($\circ$), kém ($\triangle$), và rất kém ($\times$). Trong đó, hình dạng của phoi tương ứng với tốt ($\odot$) và khá tốt ($\circ$) có khả năng phân tán tốt và loại bỏ phoi, và thích hợp ứng dụng trong lĩnh vực công nghiệp. Tuy nhiên, hình dạng của phoi cắt tương ứng với kém ($\triangle$) và rất kém ($\times$) không thích hợp trong công nghiệp bởi bề mặt cắt và công cụ cắt có thể bị hư hại và khả năng loại bỏ phoi kém.

Như được thể hiện trên bảng 3 và bảng 4 dưới đây, các mẫu được tạo ra trong các ví dụ 1-19 được xác định rằng có tính dễ gia công trên máy tốt hơn nhiều so với ví dụ so sánh 17 (C4622) không chỉ cả về lực xoắn cắt và hình dạng phoi. Ngoài ra, các hợp kim được tạo ra theo các ví dụ của sáng chế được xác định rằng có tính dễ gia công trên máy tương đương với ví dụ so sánh 15 (C3604) và ví dụ so sánh 16 (C3771), là các hợp kim thông thường có chứa chì.

Theo sáng chế, mặc dù mẫu hợp kim của ví dụ so sánh 2 có chứa silic và thiếc, nhưng do tổng hàm lượng của silic (Si) và thiếc (Sn) nhỏ hơn 1 %wt nên tính dễ gia công trên máy của mẫu được xác định là không được cải thiện (bảng 4). Về điều này, như được thể hiện

trên Fig.3, mặc dù hàm lượng của thiếc và hàm lượng của silic đều nằm trong khoảng hàm lượng xác định theo sáng chế, nhưng nếu tổng hàm lượng của thiếc và silic nhỏ hơn 1 %wt thì pha ϵ được xác định là dưới 3% và do đó, không hiệu quả trong cải thiện tính dễ gia công trên máy. Cũng vậy, như được thể hiện trên Fig.3, trong mẫu của ví dụ so sánh 4, tổng hàm lượng thiếc và silic được thêm vào lớn hơn 3 %wt khiến pha ϵ được tạo thành quá mức, bằng hoặc lớn hơn 20%. Sự tạo thành quá mức của pha ϵ làm giảm khả năng gia công và tính dễ gia công trên máy của hợp kim. Điều này cũng được xác định trong kết quả của thử nghiệm tính dễ gia công trên máy được thể hiện trên bảng 4.

Trong ví dụ so sánh 7, khi hàm lượng nhôm (Al) vượt quá 2 %wt thì pha ϵ được tạo thành bị nén chặt, làm giảm tính dễ gia công trên máy của hợp kim. Trong các ví dụ so sánh 8-10, cũng xác định được rằng, khi hàm lượng của mangan (Mn) hoặc niken (Ni) trên 0,1 %wt thì mangan và niken sẽ tạo thành hợp chất mangan- silic (Mn-Si) hoặc niken-silic (Ni-Si). Hơn nữa, việc tiêu hao silic do tạo thành hợp chất làm giảm sự tạo thành pha ϵ , từ đó làm giảm tính dễ gia công trên máy của hợp kim. Về điều này, tham khảo trên Fig.4, có thể thấy rằng các mẫu theo ví dụ so sánh 9 và ví dụ so sánh 10 tạo thành hợp chất mangan- silic (Mn-Si) hoặc niken-silic (Ni-Si) (các đường cong chấm).

(2) Quan sát ảnh vi cấu trúc

Các hình ảnh vi cấu trúc của các mẫu thu được theo các ví dụ và ví dụ so sánh được mô tả ở trên được xác định bằng kính hiển vi quang học và kính hiển vi điện tử quét.

(3) Thử nghiệm chống khử kẽm

Độ chống ăn mòn của mẫu hợp kim được đo bằng cách đo độ sâu ăn mòn do khử kẽm trung bình sử dụng phương pháp KS D ISO6509 (Ăn mòn kim loại và hợp kim- thử nghiệm ăn mòn do khử kẽm của đồng thau). Ăn mòn do khử kẽm là hiện tượng kẽm bị loại bỏ có chọn lọc khỏi hợp kim đồng thau do ăn mòn có chọn lọc hoặc ăn mòn bằng cách khử có chọn lọc. Thông thường, ví dụ, sự ăn mòn chống khử kẽm được yêu cầu đối với đồng thau dùng trong vật liệu làm ống nước. Tiêu chí được chấp nhận trong thử nghiệm ăn mòn khử kẽm của đồng thau chống ăn mòn không chì dùng trong vật liệu làm ống nước ở Hàn Quốc trung bình là 300 μm . Tức là, có thể đánh giá rằng, nếu độ sâu khử kẽm bằng hoặc nhỏ hơn 300 μm thì vật liệu có độ chống ăn mòn tốt.

Để đo độ sâu khử kẽm dựa trên KS D ISO6509 cho các mẫu theo các ví dụ và ví dụ so sánh, mỗi bề mặt của mẫu được chà xát lên tới 2000 lần bằng giấy mài, được rửa siêu âm với nước sạch, và sau đó để khô. Các mẫu đã được rửa được nhúng vào dung dịch CuCl_2 1%, gia nhiệt đến $75\text{ }^\circ\text{C}$, duy trì trong 24 giờ, và sau đó độ sâu khử kẽm của mẫu được đo đạc. Kết quả thu được được thể hiện trên bảng 3 và 4.

Trong các kết quả thử nghiệm ăn mòn khử kẽm được thể hiện trên bảng 3, có thể xác định được rằng các mẫu theo các ví dụ 1-19 của sáng chế có độ sâu khử kẽm bằng hoặc nhỏ hơn $300\text{ }\mu\text{m}$ và có các đặc tính của đồng thau chống ăn mòn không chì.

So sánh các kết quả độ sâu khử kẽm trên bảng 3 và bảng 4 có thể xác định được rằng, các mẫu theo các ví dụ 1-19 của sáng chế có độ chống ăn mòn tốt hơn so với ví dụ so sánh 15 (C3604) và ví dụ so sánh 16 (C3771), là các hợp kim thông thường có chứa chì. Có thể xác định rằng các mẫu theo các ví dụ của sáng chế có độ chống ăn mòn tốt hơn ngay cả khi so sánh với ví dụ so sánh 17 (C4622), là hợp kim có độ chống ăn mòn cao nhất trong số các hợp kim đồng thông thường hiện nay.

Về điều này, Fig.5 là hình minh họa kết quả thử nghiệm ăn mòn khử kẽm của ví dụ 6 và ví dụ so sánh 15 (C3604). Như được thể hiện trên Fig.5, có thể xác định rằng độ sâu khử kẽm của mẫu theo ví dụ 6 là nhỏ hơn so với độ sâu khử kẽm của mẫu theo ví dụ so sánh 15, điều này cho thấy rằng, về mặt ăn mòn do khử kẽm, mẫu theo ví dụ 6 tốt hơn so với mẫu trong ví dụ so sánh 15.

Ngoài ra, so sánh ví dụ 1 với ví dụ so sánh 2 tương ứng trên bảng 3 và 4, có thể nhận thấy rằng bổ sung thiếc (Sn) và silic (Si) làm giảm độ sâu khử kẽm. Hơn nữa, so sánh ví dụ 7 và ví dụ so sánh 6, có thể nhận thấy rằng, đặc biệt khi tăng lượng thiếc (Sn) bổ sung vào hợp kim thì ăn mòn do khử kẽm của hợp kim cũng tăng lên.

Ngoài ra, Fig.6 là hình thể hiện kết quả thử nghiệm ăn mòn do khử kẽm của ví dụ 13. Có thể thấy rằng pha β bị ăn mòn có chọn lọc. Tức là, có thể nhận thấy rằng, trong ví dụ 13, khi bổ sung phospho (P) đã làm tăng cường pha α trong mẫu thu được, qua đó cải thiện độ chống ăn mòn.

(4) Thử nghiệm độ cứng

Độ cứng của hợp kim đồng được đo bằng cách tải vật nặng 1 kg sử dụng máy thử độ cứng Vickers. Kết quả đo độ cứng (Hv) được thể hiện trên bảng 3 và 4 cho thấy rằng các mẫu hợp kim của ví dụ 1-19 có độ cứng cao hơn so với ví dụ so sánh 15 (C3604), ví dụ so sánh 16 (C3771) và ví dụ so sánh 17 (C4622), là các hợp kim thông thường hiện có.

Bảng 3

Phân loại	Lực xoắn cắt (Nm)	Hình dạng phoi	Độ sâu khử kẽm (μm)	Độ cứng (Hv)
Ví dụ 1	1,41	◎	0	215
Ví dụ 2	1,60	○	246	196
Ví dụ 3	1,52	◎	92	226
Ví dụ 4	1,98	○	117	156
Ví dụ 5	1,76	○	0	243
Ví dụ 6	1,58	◎	32	194
Ví dụ 7	1,64	○	110	194
Ví dụ 8	1,62	○	194	207
Ví dụ 9	1,76	○	135	197
Ví dụ 10	1,50	◎	194	188
Ví dụ 11	1,48	◎	91	221
Ví dụ 12	1,54	◎	181	165
Ví dụ 13	1,62	○	130	175
Ví dụ 14	1,89	○	164	159
Ví dụ 15	1,68	○	169	200
Ví dụ 16	1,64	○	92	186
Ví dụ 17	1,64	◎	150	217
Ví dụ 18	1,64	○	130	197
Ví dụ 19	1,76	○	184	190

Bảng 4

Phân loại	Lực xoắn cắt (Nm)	Hình dạng phoi	Độ sâu khử kẽm (μm)	Độ cứng (Hv)
Ví dụ so sánh 1	2,33	$\triangle$	158	206
Ví dụ so sánh 2	3,33	X	308	156
Ví dụ so sánh 3	2,80	X	201	128
Ví dụ so sánh 4	2,50	$\triangle$	25	246
Ví dụ so sánh 5	3,22	X	35	240
Ví dụ so sánh 6	2,55	$\triangle$	347	212
Ví dụ so sánh 7	2,60	X	181	209
Ví dụ so sánh 8	2,53	$\triangle$	169	247
Ví dụ so sánh 9	2,40	X	103	227
Ví dụ so sánh 10	2,50	$\triangle$	305	222
Ví dụ so sánh 11	3,40	$\triangle$	198	168
Ví dụ so sánh 12	3,22	$\triangle$	94	232
Ví dụ so sánh 13	2,97	X	139	204
Ví dụ so sánh 14	Xảy ra sự nứt gãy khi đun nóng			
Ví dụ so sánh 15	1,40	$\odot$	1100	110
Ví dụ so sánh 16	1,50	$\odot$	1000	110
Ví dụ so sánh 17	3,20	X	400	140

Vì vậy, có thể nhận thấy rằng hợp kim đồng không chứa chì, bismut dễ cắt gọt theo sáng chế có độ cứng cao trong khi vẫn đồng thời đạt được khả năng gia công trên máy tốt và độ chống ăn mòn tốt.

Như đã đề cập ở trên, hợp kim đồng không chứa chì, bismut dễ cắt gọt theo sáng chế có thể được sử dụng trong sản phẩm yêu cầu độ bền cao và có khả năng chống ăn mòn cũng như khả năng gia công trên máy tốt.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Hợp kim đồng không chứa chì dễ cắt gọt, bao gồm:

58-70% theo khối lượng (%wt) đồng (Cu), 0,5-2,0 %wt thiếc (Sn), 0,1-2,0 %wt silic (Si), một lượng cân bằng kẽm (Zn), và các tạp chất không mong muốn, trong đó, tổng hàm lượng thiếc (Sn) và silic (Si) là $1,0\% \text{ wt} \leq \text{Sn} + \text{Si} \leq 3,0\% \text{ wt}$, trong đó hợp kim bao gồm tất cả các pha α , pha β , và ϵ , và trong đó tỷ lệ diện tích của pha ϵ chiếm 3-20% trong mạng kim loại của hợp kim đồng.

2. Hợp kim theo điểm 1, hợp kim còn bao gồm thêm 0,04-0,20 %wt phospho (P).

3. Hợp kim theo điểm 1, hợp kim còn bao gồm thêm dưới 0,20 %wt nhôm (Al).

4. Hợp kim theo điểm 1, hợp kim còn bao gồm thêm dưới 0,1 %wt niken (Ni) hoặc mangan (Mn).

5. Phương pháp sản xuất hợp kim đồng không chứa chì dễ cắt gọt theo điểm bất kỳ 1-4, phương pháp bao gồm:

thực hiện xử lý nhiệt ở 450-750°C trong 30 phút đến 4 giờ.

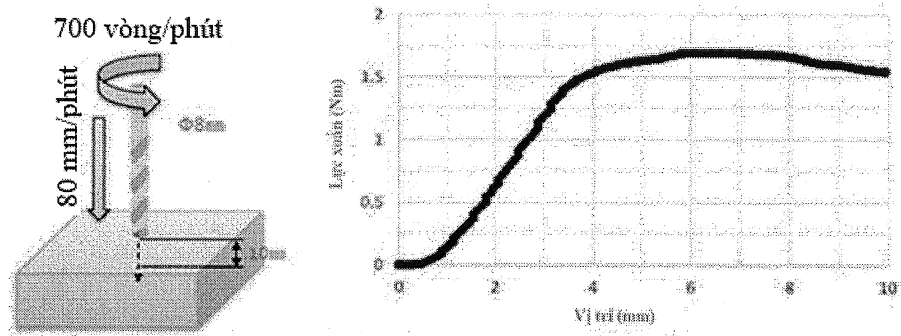


Fig.1

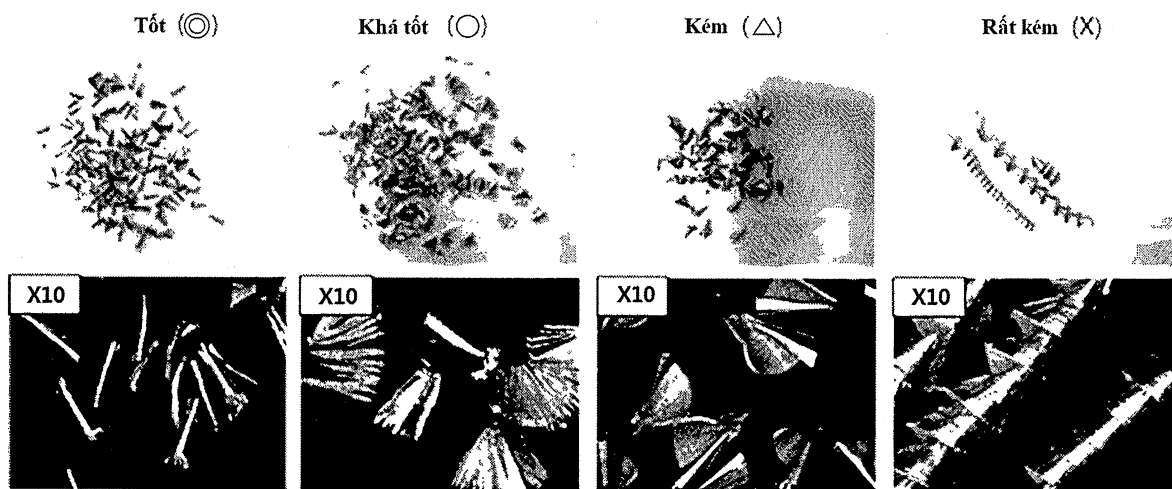


Fig.2

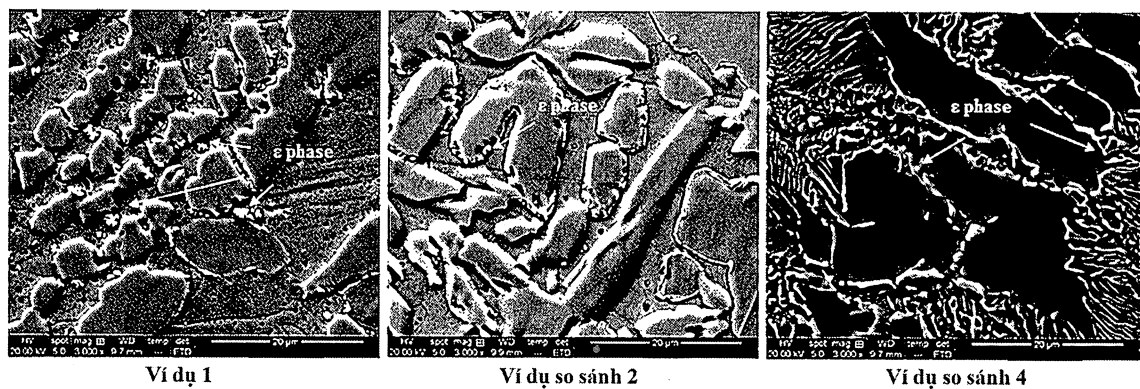


Fig.3

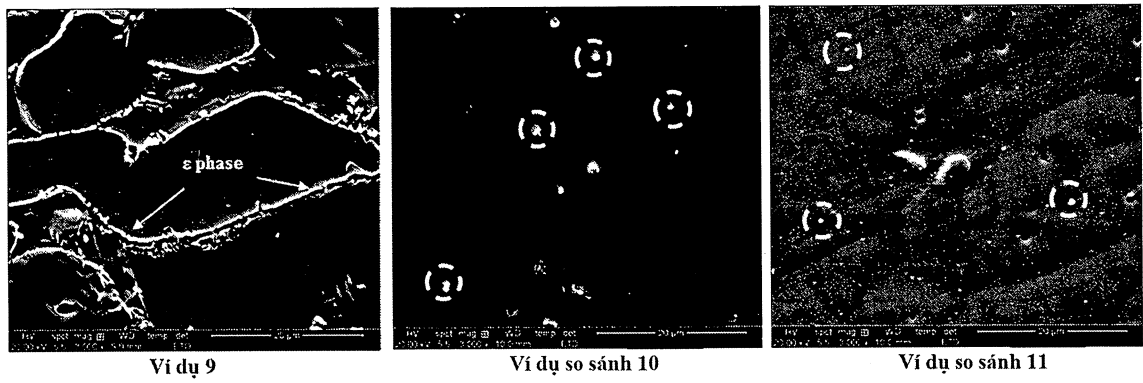


Fig.4

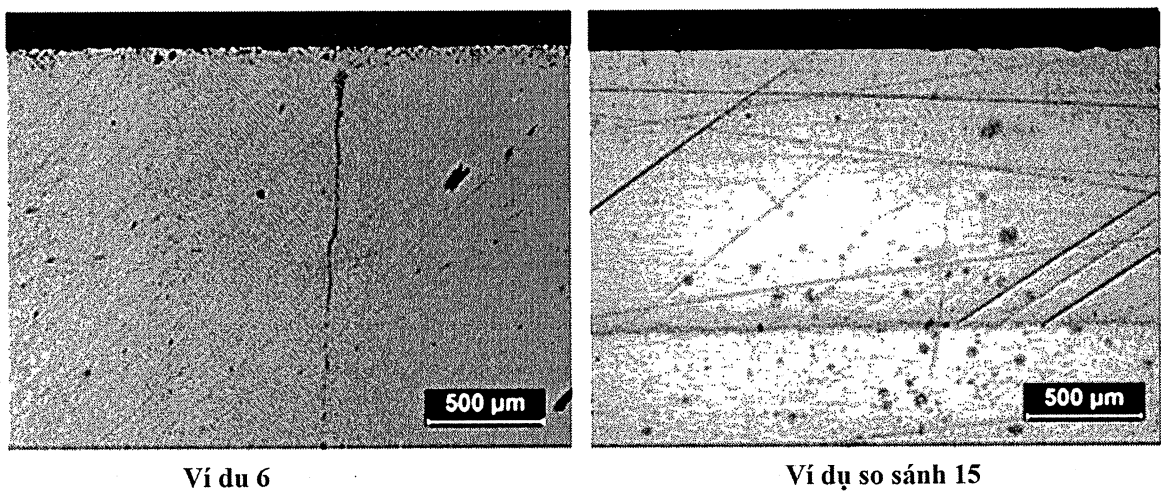


Fig.5



Ví dụ 13

Fig.6