



(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)



1-0037403

(51)^{2020.01} B23K 35/26; C22C 13/02; C22C 13/00 (13) B

(21) 1-2021-07659

(22) 12/06/2020

(86) PCT/JP2020/023190 12/06/2020

(87) WO2020/262040 30/12/2020

(30) 2019-121359 28/06/2019 JP

(45) 27/11/2023 428

(43) 25/03/2022 408

(73) SENJU METAL INDUSTRY CO., LTD. (JP)

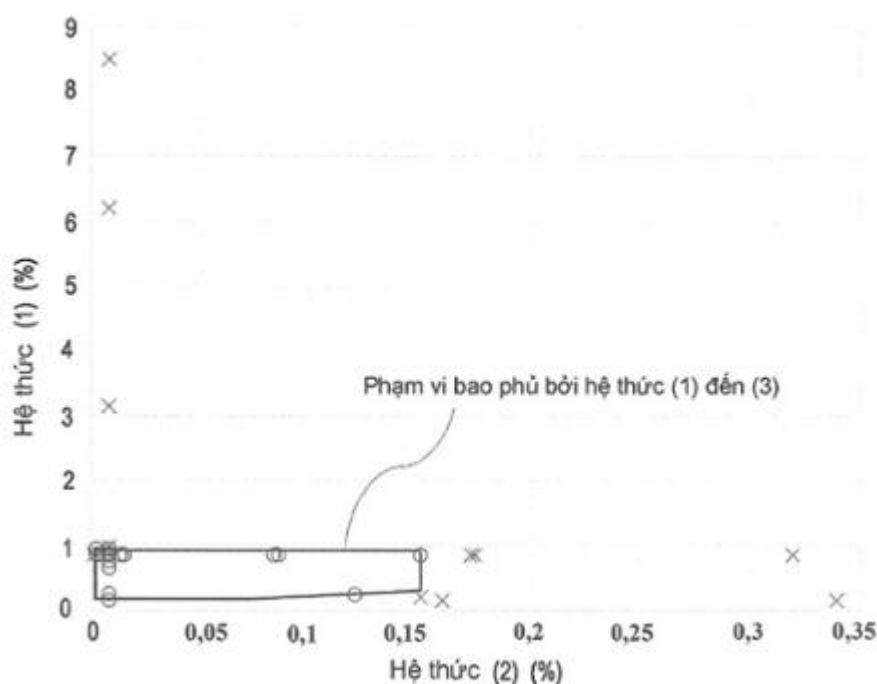
23, Senju-Hashido-cho, Adachi-ku, Tokyo 1208555, Japan

(72) YOSHIKAWA Shunsaku (JP); SAITO Takashi (JP); MATSUFUJI Takahiro (JP);
IZUMITA Naoko (JP); IIJIMA Yuuki (JP); DEI Kanta (JP).

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

(54) HỢP KIM HÀN, SẢN PHẨM ĐÚC, SẢN PHẨM ĐƯỢC TẠO HÌNH, VÀ MỐI NỐI HÀN

(57) Sáng chế đề cập đến hợp kim hàn theo đó có thể đúc các sản phẩm đúc có độ dày mong muốn, sản phẩm đúc, sản phẩm được tạo hình, và mối nối hàn. Hợp kim hàn có thành phần hợp kim bao gồm, theo % khối lượng, Cu 0,1-2,0%, Ni 0,01-0,4%, P 0,001-0,08%, và Ge 0,001-0,08%, phần còn lại là Sn. Thành phần hợp kim thỏa mãn các hệ thức từ (1) đến (3). Hệ thức (1): $(Cu + 5Ni) \leq 0,945\%$, Hệ thức (2): $(P + Ge) \leq 0,15\%$, Hệ thức (3): $2,0 \leq (Cu + 5Ni)/(P + Ge) \leq 1000$. Trong các hệ thức từ (1) đến (3), mỗi nguyên tố trong số Cu, Ni, P, và Ge thể hiện hàm lượng thành phần (theo % khối lượng) trong hợp kim hàn.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hợp kim hàn thích hợp để đúc, sản phẩm đúc, sản phẩm được tạo hình, và mối nối hàn.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các linh kiện điện tử được lắp ráp trên bảng mạch in. Ví dụ về bước lắp ráp các linh kiện điện tử này bao gồm hàn chảy, hàn vảy nhúng, và phương pháp tương tự. Hàn chảy là phương pháp trong đó việc hàn được thực hiện bằng cách phun dòng tia từ bề hàn nhúng vào phía mặt kết nối của bảng mạch in. Hàn vảy nhúng là phương pháp trong đó phần tử gài chẳng hạn phần tử cuộn dây được cài vào nền, tiếp theo là nhúng nó trong bể hàn nhúng để thực hiện hàn. Hàn vảy nhúng được lựa chọn làm phương pháp bóc màng cách điện và thực hiện mạ sơ bộ bằng chất hàn, như bước tiền xử lý.

Đối với phương pháp hàn chảy hoặc hàn vảy nhúng, cần có bể hàn nhúng. Do bề hàn nhúng tiếp xúc với môi trường trong một khoảng thời gian dài cần bản sinh ra trong bể hàn nhúng phải được loại bỏ định kỳ. Hơn nữa, chất hàn nóng chảy trong bể hàn nhúng bị tiêu hao do quá trình hàn. Do đó, hợp kim hàn được cấp đều đặn vào bể hàn nhúng. Đối với việc cấp hợp kim hàn, mỏ hàn vảy thường được sử dụng.

Đối với phương pháp sản xuất mỏ hàn vảy, các ví dụ về phương pháp này bao gồm phương pháp đúc rót chất hàn nóng chảy vào khuôn đúc cố định chẳng hạn khuôn cát hoặc khuôn kim loại, và phương pháp đúc rót liên tục chất hàn nóng chảy vào khuôn quay. Phương pháp đúc liên tục là phương pháp trong đó nguyên liệu được bổ sung vào lò nấu chảy và được nấu chảy, và chất hàn nóng chảy trong lò nấu chảy được đổ vào lòng khuôn của khuôn quay. Các ví dụ về khuôn được sử dụng trong phương pháp đúc liên tục bao gồm khuôn có hình dạng trong đó lòng khuôn được tạo ra ở phần trung tâm theo hướng chiều rộng của tấm hình khuyên. Chất hàn nóng chảy hóa rắn sau khi được đổ vào lòng khuôn của khuôn quay và được dẫn từ khuôn này đến bước cắt. Sản phẩm đúc liên tục đã được dẫn này được cắt sao cho đạt được chiều dài định trước để tạo thành mỏ hàn vảy.

Một phương pháp liên quan đến phương pháp đúc liên tục hợp kim hàn được bộc lộ trong, ví dụ, Tài liệu sáng chế 1, Tài liệu này bộc lộ rằng, trong hợp kim hàn gốc Au-Sn, vỏ cứng mà nước làm mát chảy qua đó, được cho tiếp xúc gần với bên ngoài của

khuôn, tốc độ làm mát lên đến 280°C lớn hơn hoặc bằng $3^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng $20^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, và tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng $50^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, và cấu trúc này trong phần euctecti được làm tinh. Tuy nhiên, mặc dù thỉnh thoảng Au được sử dụng làm hợp kim hàn không Pb nhiệt độ cao, nhưng Au đắt đỏ và khó gia công.

Do đó, hợp kim hàn gốc Sn-Cu chủ yếu được sử dụng cho mỏ hàn vảy. Thông thường hợp kim hàn gốc Sn-Cu tạo thành các hợp chất liên kim trong hợp kim hàn. Tuy nhiên, vì phương pháp đúc liên tục thường được thực hiện trong khí quyển, trong trường hợp trong đó hợp kim hàn gốc Sn-Cu được đúc nguyên trạng bằng phương pháp đúc liên tục, nên sự oxy hóa của chất hàn nóng chảy diễn ra do oxy trong khí quyển tính dễ chảy của chất hàn nóng chảy giảm, và không thể thu được sản phẩm đúc theo mong muốn. Từ quan điểm ngăn chặn sự oxy hóa của hợp kim hàn gốc Sn-Cu, tài liệu sáng chế 2 bộc lộ hợp kim hàn gốc Sn-Cu-P-Ge-Ni chứa P và Ge. Trong giải pháp bộc lộ trong tài liệu sáng chế 2, các giới hạn trên của các hàm lượng Cu và Ni bị giới hạn từ quan điểm ngăn chặn nhiệt độ chất lỏng tăng lên. Tài liệu này cũng bộc lộ rằng trong trường hợp trong đó Ni được bổ sung thêm với lượng bằng hoặc lớn hơn lượng cụ thể, có mối quan ngại rằng tính dễ chảy của chất hàn nóng chảy bị suy giảm. Tài liệu này còn bộc lộ rằng việc bổ sung thêm một lượng lớn P và Ge còn làm tăng độ nhớt của chất hàn nóng chảy và làm suy giảm tính dễ chảy của chất hàn nóng chảy.

Danh mục tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: JP-A-2017-196647

Tài liệu sáng chế 2: JP-A-2003-94195

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Như nêu trên, sáng chế bộc lộ trong Tài liệu sáng chế 2 là một sáng chế tuyệt vời trong đó tính dễ chảy của chất hàn nóng chảy được xem xét. Mục đích của sáng chế bộc lộ trong Tài liệu sáng chế 2 là đề xuất hợp kim hàn có khả năng hàn được cải thiện trong hợp kim hàn không chì gốc Sn-Cu có tính thấm ướt kém. Khi tính dễ chảy của chất hàn nóng chảy giảm, thì công việc hàn trở nên khó khăn. Để giải quyết vấn đề này, giới hạn trên của tất cả các nguyên tố Cu, Ni, P, và Ge được xác định trong tài liệu này.

Ở đây, sáng chế bộc lộ trong Tài liệu sáng chế 2 được cho là để giải quyết vấn đề

thấy được khi lắp ráp linh kiện điện tử lên bảng mạch in chủ yếu bằng phương pháp hàn chảy. Trong phương pháp hàn chảy, giả thiết rằng chất hàn nóng chảy trong bể hàn nhúng có tính thấm ướt tốt đối với các linh kiện điện tử hoặc các điện cực của nền. Vì chất trợ hàn được sử dụng như là chất hỗ trợ tạo thuận lợi cho tính thấm ướt trong các linh kiện điện tử hoặc các điện cực của nền đối với phương pháp hàn chảy, hợp kim hàn được sử dụng đối với phương pháp hàn chảy cần phải có tính thấm ướt cao. Do đó, trong sáng chế bộc lộ trong Tài liệu sáng chế 2, tính dễ chảy của chất hàn nóng chảy được kiểm soát để cải thiện tính thấm ướt.

Mặt khác, trong phương pháp đúc liên tục, khi chất hàn nóng chảy có tính thấm ướt tốt đối với khuôn quay mà thành phần chính của nó là Fe hoặc Al, thì sau khi hóa rắn, hợp kim hàn sẽ khó được tháo ra khỏi khuôn quay, do đó bị giả định là hợp kim hàn không có tính thấm ướt tốt đối với khuôn quay. Đương nhiên, không một chất trợ hàn nào được sử dụng trong quá trình đúc. Tính dễ chảy của chất hàn nóng chảy cần trong phương pháp đúc liên tục được kiểm soát sao cho sản phẩm đúc có độ dày mong muốn có thể thu được trong quá trình hóa cứng. Do đó, do các điều kiện tiên quyết để kiểm soát tính dễ chảy của chất hàn nóng chảy khác biệt lớn giữa phương pháp hàn chảy và phương pháp đúc liên tục, nên mẫu thiết kế hợp kim thích hợp cho phương pháp đúc liên tục là cần thiết để thu được sản phẩm đúc liên tục theo mong muốn.

Ngoài ra, lượng chất hàn nóng chảy được sử dụng cho phương pháp hàn chảy lớn tới vài trăm kg. Điều này là vì, trong phương pháp hàn chảy, có mối quan ngại rằng nhiệt độ của chất hàn nóng chảy giảm do tiếp xúc với nền được vận chuyển bởi băng tải hoặc tương tự, và điều này cần được ngăn chặn. Tức là nhiệt độ giảm của chất hàn nóng chảy trong phương pháp hàn chảy được ngăn chặn bằng cách làm cho nhiệt dung của chất hàn nóng chảy lớn hơn nhiều so với nhiệt dung của linh kiện điện tử hoặc nền. Do đó, không cần thiết phải giảm nhiệt độ chất lỏng hơn mức cần thiết trong phương pháp hàn chảy.

Mặt khác, trong phương pháp đúc liên tục, lượng chất hàn cấp vào khuôn là hàng chục đến hàng trăm gam, nhỏ hơn hoặc bằng 1/1000 so với lượng chất hàn trong phương pháp hàn chảy. Nhiệt dung của chất hàn nóng chảy rót vào khuôn quay được giữ ở mức thấp bằng cách giảm lượng cấp sao cho việc giảm nhiệt độ bắt đầu từ lúc chất hàn nóng chảy tiếp xúc với khuôn quay và chất hàn nóng chảy hóa rắn. Trong trường hợp trong

đó nhiệt độ chất lỏng quá cao, thì chất hàn nóng chảy hóa rắn ở thời điểm tiếp xúc với khuôn, nhờ đó thu được sản phẩm đúc có độ dày mong muốn.

Hợp kim hàn bọc lộ trong tài liệu sáng chế 2 là thích hợp cho phương pháp hàn chảy như nêu trên, nhưng không được sử dụng để xem xét tính dễ chảy và nhiệt độ chất lỏng của chất hàn nóng chảy, được yêu cầu xem xét trong phương pháp đúc liên tục. Do đó, hợp kim hàn bọc lộ trong tài liệu sáng chế 2 không thể áp dụng trực tiếp cho phương pháp đúc liên tục. Hơn nữa, theo quan điểm nâng cao tính linh hoạt thì cũng cần phải thu được sản phẩm đúc mong muốn không chỉ bằng phương pháp đúc liên tục mà còn bằng phương pháp đúc sử dụng khuôn đúc cố định.

Do đó, mục đích của sáng chế là đề xuất hợp kim hàn mà có thể thu được sản phẩm đúc có độ dày mong muốn bằng cách đúc, sản phẩm đúc, sản phẩm được tạo hình, và mối nối hàn.

Giải pháp cho vấn đề

Trước tiên, các tác giả sáng chế xem xét đến hàm lượng của Cu và Ni trong hợp kim hàn bọc lộ trong tài liệu sáng chế 2 để hơn nữa ngăn chặn sự tăng nhiệt độ chất lỏng. Trong trường hợp trong đó hàm lượng của Cu và Ni là quá lớn, nên nhiệt độ chất lỏng tăng lên. Ngoài việc tối ưu hóa các hàm lượng tương ứng của Cu và Ni trong phương pháp đúc liên tục, sáng chế cũng tập trung vào tổng lượng Cu và Ni.

Tiếp theo, các tác giả sáng chế kiểm soát các hàm lượng của P và Ge ngoài hàm lượng của Cu và Ni. Như nêu trên, Tài liệu sáng chế 2 bọc lộ rằng trong trường hợp trong đó các hàm lượng của P và Ge là quá lớn, thì độ nhớt của chất hàn nóng chảy tăng lên và tính dễ chảy của chất hàn nóng chảy bị suy giảm. Tuy nhiên, nhận tố suy giảm này áp dụng cho hàn chảy nhưng không phải lúc nào cũng áp dụng cho đúc. Do đó, các tác giả sáng chế đã cho rằng tính dễ chảy của chất hàn nóng chảy thích hợp để đúc không chỉ đạt được bằng cách chỉ kiểm soát các hàm lượng tương ứng, và cũng tập trung vào tổng hàm lượng của P và Ge.

Như nêu trên, các tác giả sáng chế đã tiến hành xem xét độc lập nhóm Cu và Ni và nhóm P và Ge. Tuy nhiên, trên thực tế, để thu được nhiệt độ chất lỏng của hợp kim hàn thích hợp để đúc, cần phải thực hiện thiết kế hợp kim bằng cách xem xét sự tương tác giữa hai nhóm.

Do đó, các tác giả sáng chế đã tập trung vào phần còn lại giữa hai nhóm và đã

tiến hành nghiên cứu chi tiết hơn. Kết quả là, đã phát hiện ra rằng khi các nhóm này thỏa mãn các hệ thức cụ thể, thì có thể đạt được độ nhót của chất hàn nóng chảy thích hợp cho phương pháp đúc này, và có thể thu được sản phẩm đúc có độ dày mong muốn. Do đó, sáng chế được hoàn thành.

Sáng chế đạt được dựa vào các phát hiện sau đây.

(1) Hợp kim hàn, có thành phần hợp kim bao gồm, theo % khối lượng: Cu: từ 0,1% đến 2,0%; Ni: từ 0,01% đến 0,4 %; P: từ 0,001% đến 0,08%; và Ge: từ 0,001% đến 0,08%, với phần còn lại là Sn, trong đó thành phần hợp kim thỏa mãn các hệ thức từ (1) đến (3) sau đây.

$$(Cu + 5Ni) \leq 0,945\% \quad \text{Hệ thức (1)}$$

$$(P + Ge) \leq 0,15\% \quad \text{Hệ thức (2)}$$

$$2,0 \leq (Cu + 5Ni)/(P + Ge) \leq 1000 \quad \text{Hệ thức (3)}$$

Trong các hệ thức từ (1) đến (3) trên đây, Mỗi nguyên tố Cu, Ni, P, và Ge là hàm lượng của nó (% khối lượng) trong hợp kim hàn.

(2) Hợp kim hàn theo mục (1) trên đây, trong đó thành phần hợp kim còn chứa ít nhất một thành phần được chọn từ ít nhất một nhóm trong số: nhóm bao gồm ít nhất một nguyên tố trong số Bi, In, Zn, và Ag với tổng lượng nhỏ hơn hoặc bằng 5%; và nhóm bao gồm ít nhất một nguyên tố trong số Mn, Cr, Co, Fe, Si, Ti, và các nguyên tố đất hiếm với tổng lượng nhỏ hơn hoặc bằng 1%.

(3) Sản phẩm đúc bao gồm hợp kim hàn theo mục (1) hoặc (2) trên đây.

(4) Sản phẩm được tạo hình, được tạo thành từ sản phẩm đúc theo mục (3) trên đây.

(5) Mối nối hàn, thu được bằng cách sử dụng sản phẩm đúc theo mục (3) trên đây.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

FIG.1 là biểu đồ thể hiện khoảng giới hạn của sáng chế trong đó hệ thức (2) được lấy làm trục x và hệ thức (1) được lấy làm trục y.

FIG.2 là hình vẽ phóng to của FIG.1 với khoảng giới hạn trục x là 0 đến 0,01 và giới hạn trục y là từ 0 đến 1.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây, sáng chế được mô tả chi tiết hơn. Trong phần mô tả, "%" liên quan đến hợp phần hợp kim hàn là "% khối lượng", trừ phi được quy định khác.

1. Hợp kim hàn

(1) Cu: từ 0,1% đến 2,0%, và Ni: từ 0,01% đến 0,4%

Cu và Ni là các nguyên tố cơ bản có thể góp phần kiểm soát nhiệt độ chất lỏng của hợp kim hàn. Trong trường hợp trong đó hàm lượng của cả Cu và Ni nằm trong khoảng nêu trên, thì tính dễ chảy của chất hàn nóng chảy được tối ưu hóa, do đó có thể thu được sản phẩm đúc có độ dày mong muốn. Về giới hạn dưới, hàm lượng của Cu lớn hơn hoặc bằng 0,1%, tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,14%, tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,5%, và tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 0,6%. Về giới hạn dưới, hàm lượng của Ni là lớn hơn hoặc bằng 0,01%, tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,02%, và tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,03%. Mặt khác, trong trường hợp trong đó ít nhất một trong số hàm lượng của Cu và hàm lượng của Ni lớn hơn giới hạn trên tương ứng, nhiệt độ chất lỏng tăng lên và tính dễ chảy giảm. Về giới hạn trên, hàm lượng của Cu là nhỏ hơn hoặc bằng 2,0%, tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 1,0%, tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,89%, và tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 0,75%. Về giới hạn trên, hàm lượng của Ni là nhỏ hơn hoặc bằng 0,4%, tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,1%, tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,07%, và tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 0,055%.

(2) P: từ 0,001% đến 0,08%, và Ge: từ 0,001% đến 0,08%

P và Ge là các nguyên tố cơ bản có thể góp phần ngăn ngừa sự oxy hóa của hợp kim hàn và kiểm soát tính dễ chảy của chất hàn nóng chảy. Trong trường hợp trong đó ít nhất một trong số hàm lượng của P và hàm lượng của Ge nhỏ hơn 0,001%, thì không đạt được tác dụng ngăn ngừa sự oxy hóa. Về giới hạn dưới, hàm lượng của P lớn hơn hoặc bằng 0,001%, và tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,002%. Về giới hạn dưới, hàm lượng của Ge lớn hơn hoặc bằng 0,001%, và tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,003%. Mặt khác, trong trường hợp trong đó ít nhất một trong số hàm lượng của P và hàm lượng của Ge lớn hơn 0,08%, thì sự giảm bớt tính dễ chảy do sự oxy hóa của Sn được ngăn chặn, nhưng nhiệt độ chất lỏng trở nên cao. Về giới hạn trên, hàm lượng của P nhỏ hơn hoặc bằng 0,08%, tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,06%, tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,01%, tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 0,005%, và đặc biệt tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,003%. Về giới hạn trên, hàm lượng của Ge nhỏ hơn hoặc bằng 0,08%, tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,07%, tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,06%, tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 0,01%, đặc biệt tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,007%, và tốt nhất là nhỏ hơn hoặc

bằng 0,005%.

(3) Các hệ thức từ (1) đến (3)

$$(Cu + 5Ni) \leq 0,945\% \quad \text{Hệ thức (1)}$$

$$(P + Ge) \leq 0,15\% \quad \text{Hệ thức (2)}$$

$$2,0 \leq (Cu + 5Ni)/(P + Ge) \leq 1000 \quad \text{Hệ thức (3)}$$

Trong các hệ thức từ (1) đến (3), mỗi nguyên tố Cu, Ni, P, và Ge là hàm lượng (%) của nó trong hợp kim hàn.

Như nêu trên, mỗi nguyên tố cơ bản của hợp kim hàn theo sáng chế có hàm lượng tối ưu để kiểm soát nhiệt độ chất lỏng của hợp kim hàn và tính dễ chảy của chất hàn nóng chảy. Hàm lượng của mỗi nguyên tố cơ bản nêu trên được xác định để ngăn chặn sự giảm bớt tính dễ chảy của chất hàn nóng chảy. Các nhận tố mà các nguyên tố tương ứng có thể kiểm soát tính dễ chảy của chất hàn nóng chảy là khác nhau. Khi các nguyên tố cấu thành không phải Sn được chia thành các nhóm nguyên tố cho thấy có các tác dụng tương tự và mỗi nhóm được tạo ra để thỏa mãn các hệ thức từ (1) đến (3) nêu trên, thì có thể thu được hợp kim hàn theo sáng chế có khả năng đúc tuyệt vời. Từng mỗi hệ thức sẽ được mô tả chi tiết.

(3-1) Hệ thức (1)

Hệ thức (1) thể hiện phần còn lại của Cu và Ni trong hợp kim hàn. Như nêu trên, Cu và Ni là các nguyên tố có thể kiểm soát nhiệt độ chất lỏng. Ngoài ra, vì các hàm lượng của cả hai nguyên tố này xác định lượng kết tủa của hợp chất được tạo thành trong quá trình hóa rắn, nên điều quan trọng là phải kiểm soát tổng hàm lượng của cả hai nguyên tố này để tối ưu hóa tính dễ chảy của chất hàn nóng chảy.

Trong hợp kim hàn theo sáng chế, trong trường hợp trong đó hệ thức (1) lớn hơn 0,945%, thì nhiệt độ chất lỏng tăng lên. Thậm chí trong trường hợp trong đó hệ thức (1) lớn hơn 0,945%, thì nó nằm trong giới hạn cho phép đối với hàn chảy. Tuy nhiên, để tạo ra sản phẩm đúc mong muốn, về giới hạn trên, hệ thức (1) cần phải nhỏ hơn hoặc bằng 0,945%. Hệ thức (1) tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,940%, và tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,875%. Giới hạn dưới của vế trái của hệ thức (1) không được giới hạn cụ thể, và vế trái của hệ thức (1) tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,150%, tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,240%, tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 0,250%, thậm chí tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,650%, đặc biệt tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,750%, và tốt nhất là lớn hơn

hoặc bằng 0,850%.

(3-2) Hệ thức (2)

Hệ thức (2) thể hiện tổng hàm lượng của P và Ge trong hợp kim hàn. Cả hai nguyên tố này có thể kiểm soát tính dễ chảy của chất hàn nóng chảy bằng cách ngăn chặn sự oxy hóa. Và tỷ lệ phản ứng trong khí quyền là khác nhau giữa các nguyên tố này, nên điều quan trọng là phải kiểm soát tổng hàm lượng của cả hai nguyên tố này để tối ưu hóa tính dễ chảy của chất hàn nóng chảy.

Trong hợp kim hàn theo sáng chế, trong trường hợp trong đó về trái của hệ thức (2) lớn hơn 0,15%, nhiệt độ chất lỏng của hợp kim hàn tăng lên. Về giới hạn trên, hệ thức (2) là nhỏ hơn hoặc bằng 0,15%, tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,12%, tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,085%, tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 0,083%, thậm chí tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,050%, đặc biệt tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,015%, và tốt nhất là nhỏ hơn hoặc bằng 0,013%. Giới hạn dưới của hệ thức (2) không được giới hạn cụ thể, và hệ thức (2) tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,002%, tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,004%, tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 0,006%, và đặc biệt tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,008%.

(3-3) Hệ thức (3)

Hệ thức (3) thể hiện phần còn lại giữa nhóm Cu và Ni và nhóm P và Ge trong hợp kim hàn. Mặc dù các nguyên tố thuộc mỗi nhóm có các nhân tố khác nhau để kiểm soát độ nhớt của chất hàn nóng chảy, nhưng cần lưu ý rằng hai nhóm tương tác với nhau trong việc xác định độ nhớt của chất hàn nóng chảy. Do đó, để kiểm soát độ nhớt của chất hàn nóng chảy, cần thiết phải xem xét phần còn lại giữa hai nhóm nêu trên.

Trong hợp kim hàn theo sáng chế, trong trường hợp trong đó hệ thức (3) nhỏ hơn 2,0, thậm chí nếu hàm lượng của Cu và Ni là tối ưu, thì hàm lượng của P và Ge là quá lớn và nhiệt độ chất lỏng của chất hàn tăng lên. Về giới hạn dưới, hệ thức (3) lớn hơn hoặc bằng 2,0, tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 5,67, tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 10,00, tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 10,24, thậm chí tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 18,75, đặc biệt tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 31,25, và tốt nhất là lớn hơn hoặc bằng 56,67. Hơn nữa, về giới hạn dưới, hệ thức (3) có thể lớn hơn hoặc bằng 65,38, lớn hơn hoặc bằng 81,25, lớn hơn hoặc bằng 93,75, hoặc lớn hơn hoặc bằng 106,25.

Mặt khác, trong trường hợp trong đó hệ thức (3) lớn hơn 1000, thậm chí nếu hàm

lượng của Cu và Ni là tối ưu, thì các hàm lượng của P và Ge là quá nhỏ, do đó Sn trong chất hàn nóng chảy bị oxy hóa và tính dễ chảy của chất hàn nóng chảy giảm. Ngoài ra, thậm chí nếu các hàm lượng của P và Ge là tối ưu, hàm lượng của Cu và Ni là quá lớn, do đó nhiệt độ chất lỏng của hợp kim hàn tăng lên, độ nhớt tăng lên quá nhiều, vì tính dễ chảy của chất hàn nóng chảy giảm, khiến cho không thể thực hiện được việc đúc. Về giới hạn trên, hệ thức (3) là nhỏ hơn hoặc bằng 1000, tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 472,5, tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 470,00, tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 425,00, thậm chí tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 212,50, đặc biệt tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 141,67, và tốt nhất là nhỏ hơn hoặc bằng 118,13. Hệ thức (3) có thể là nhỏ hơn hoặc bằng 117,50, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 109,38.

(4) Ít nhất một thành phần được chọn từ ít nhất một nhóm trong số: nhóm bao gồm ít nhất một nguyên tố trong số Bi, In, Sb, Zn, và Ag với tổng lượng nhỏ hơn hoặc bằng 5%; và nhóm bao gồm ít nhất một nguyên tố trong số Mn, Cr, Co, Fe, Si, Ti, và các nguyên tố đất hiếm với tổng lượng nhỏ hơn hoặc bằng 1%.

Đối với các nguyên tố này, chừng nào tổng hàm lượng của ít nhất một nguyên tố trong số Bi, In, Sb, Zn, và Ag nhỏ hơn hoặc bằng 5% và tổng hàm lượng của ít nhất một nguyên tố trong số Mn, Cr, Co, Fe, Si, Ti, và các nguyên tố đất hiếm nhỏ hơn hoặc bằng 1%, thì khả năng đúc của hợp kim hàn theo sáng chế sẽ không bị ảnh hưởng. Theo sáng chế, thuật ngữ "nguyên tố đất hiếm" để chỉ 17 loại nguyên tố là Sc và Y, thuộc nhóm 3, và 15 nguyên tố của nhóm lantan tương ứng với số nguyên tử 57 đến 71 trong bảng tuần hoàn.

Theo sáng chế, ít nhất một nguyên tố trong số Bi, In, Sb, Zn, Ag, Mn, Cr, Co, Fe, Si, Ti, và một nguyên tố đất hiếm có thể được chứa. Đối với hàm lượng của từng nguyên tố, tổng hàm lượng của ít nhất một nguyên tố trong số Bi, In, Sb, Zn, và Ag tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 5%, và tổng hàm lượng của ít nhất một nguyên tố trong số Mn, Cr, Co, Fe, Si, Ti, và một nguyên tố đất hiếm tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 1%. Tổng hàm lượng của ít nhất một nguyên tố trong số Bi, In, Sb, Zn, và Ag tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 1%, và tổng hàm lượng của ít nhất một nguyên tố trong số Mn, Cr, Co, Fe, Si, Ti, và một nguyên tố đất hiếm tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,5%.

(5) Phần còn lại: Sn

Phần còn lại của hợp kim hàn theo sáng chế là Sn. Ngoài các nguyên tố trên đây,

có thể không tránh khỏi có tạp chất. Thậm chí trong trường hợp trong đó có các tạp chất không tránh khỏi, thì hiệu quả nêu trên cũng không bị ảnh hưởng. Hơn nữa, như được mô tả dưới đây, thậm chí khi một nguyên tố không thuộc theo sáng chế được chứa như là một tạp chất không tránh khỏi, thì hiệu quả nêu trên cũng sẽ không bị ảnh hưởng.

(6) Al

Hợp kim hàn theo sáng chế không nên chứa Al để tránh làm suy giảm tính thấm ướt do sự oxy hóa.

2. Sản phẩm đúc

Do sản phẩm đúc theo sáng chế có thành phần hợp kim của hợp kim hàn theo sáng chế, nên sản phẩm đúc có độ dày mong muốn. Các ví dụ về sản phẩm đúc bao gồm mô hàn vảy thu được bằng cách cắt để đạt được chiều dài định trước, như được mô tả dưới đây.

3. Sản phẩm được tạo hình

Sản phẩm được tạo hình theo sáng chế là sản phẩm được tạo thành từ sản phẩm đúc theo sáng chế. Ví dụ, các ví dụ về sản phẩm tạo hình bao gồm dây hàn, chất hàn lõi trợ dung, hoặc chất hàn hình vòng hoặc hình ống, mỗi sản phẩm thu được bằng cách xử lý sản phẩm đúc. Ngoài điều này ra, các ví dụ về chúng còn bao gồm bột hàn thu được bằng cách làm nóng chảy và phun, và chúng được tạo thành bi hàn.

4. Mối nối hàn

Mối nối hàn theo sáng chế được tạo thành bằng cách sử dụng hợp kim hàn theo sáng chế, và được sử dụng, ví dụ, để nối giữa chip IC và nền (vật xen giữa) chúng trong gói bán dẫn, hoặc để nối giữa gói bán dẫn và bảng mạch in.

5. Phương pháp sản xuất hợp kim hàn

Đối với phương pháp sản xuất hợp kim hàn theo sáng chế, hợp kim hàn được sản xuất bằng, ví dụ, phương pháp đúc liên tục. Trong phương pháp đúc liên tục, đầu tiên, các nguyên liệu được bổ sung vào lò nấu chảy sao cho thu được thành phần hợp kim xác định trước và được gia nhiệt tới nhiệt độ nằm trong khoảng từ 350°C đến 500°C để làm nóng chảy các nguyên liệu này.

Sau khi tất cả các nguyên liệu này được nấu chảy, chất hàn nóng chảy trong lò nấu chảy được rót liên tục vào trong khuôn quay.

Khuôn quay có, ví dụ, hình dạng trong đó lòng khuôn được tạo ra ở phần giữa

theo hướng chiều rộng của tấm hình khuôn. Khi chất hàn nóng chảy được đúc, chất hàn nóng chảy được đổ vào lòng khuôn của khuôn đúc trong khi đó vẫn quay khuôn quay. Lượng chất hàn nóng chảy được cấp vào khuôn đúc được điều chỉnh thích hợp tùy thuộc vào tốc độ quay của khuôn đúc.

Chất hàn nóng chảy được đúc vào khuôn đúc được làm mát tới khoảng 150°C với tốc độ làm mát khoảng $10^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ đến $50^{\circ}\text{C}/\text{giây}$. Để đạt được tốc độ làm mát này, đáy của khuôn quay được nhúng vào trong nước làm mát, hoặc nước làm mát được lưu thông trong khuôn đúc sử dụng bộ làm mát hoặc tương tự.

Hợp kim hàn đã được làm mát được dẫn ra bên ngoài của khuôn qua bộ phận dẫn, vì được cắt để đạt được chiều dài định trước. Hợp kim hàn đi tới bộ phận dẫn được làm mát tới nhiệt độ khoảng 80°C đến 200°C . Trong hợp kim hàn của sáng chế, vì độ nhớt của chất hàn nóng chảy được kiểm soát, nên có thể tạo ra sản phẩm đúc liên tục có độ dày mong muốn.

Phương pháp đúc sử dụng khuôn đúc cố định có thể là phương pháp đã biết. Ví dụ, các nguyên liệu được nấu chảy sao cho thu được thành phần hợp kim xác định trước theo cùng cách như nêu trên, sau đó được rót vào khuôn đúc cố định và được làm mát ở tốc độ làm mát nêu trên. Sau khi làm mát, có thể tạo ra hợp kim hàn bằng cách lấy hợp kim hàn ra khỏi khuôn đúc.

Các ví dụ thực hiện sáng chế

(1) Chuẩn bị mẫu đánh giá

Để minh họa hiệu quả của sáng chế, mỏ hàn vảy được chuẩn bị và được đánh giá như sau. Các nguyên liệu được cân và được cấp vào lò nấu chảy, và được nấu chảy trong lò nấu chảy có nhiệt độ được thiết lập là 450°C , sau đó chất hàn nóng chảy được đúc vào lòng khuôn của khuôn quay mà nước được lưu thông qua đó. Tốc độ làm mát là khoảng $30^{\circ}\text{C}/\text{giây}$.

Sau đó sản phẩm đúc liên tục được dẫn từ khuôn quay ra bên ngoài khuôn quay. Tiếp theo, sản phẩm đúc liên tục được cắt để có chiều dài thích hợp, và các mỏ hàn vảy được chuẩn bị sao cho thu được tổng chiều dài bằng 10 m bao gồm mỏ hàn vảy có chiều rộng bằng 10 mm và chiều dài bằng 300 mm. Phương pháp đánh giá được mô tả dưới đây.

(2) Phương pháp đánh giá

Độ dày của mỏ hàn vảy thu được được đo bằng thước cặp. Trường hợp trong đó tất cả mỏ hàn vảy nằm trong giới hạn $7\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$ được đánh giá là "○", và trường hợp trong đó ít nhất một trong số các mỏ hàn vảy không nằm trong giới hạn được đánh giá là "×". Đối với "○", trong thực tế sử dụng không gặp vấn đề gì.

Bảng 1

	Thành phần hợp kim (% khối lượng)						Nguyên tố tùy ý	Hệ thức (1) (%)	Hệ thức (2) (%)	Hệ thức (3) (%)	Độ dày của mô hàn vảy
	Sn	Cu	Ni	P	Ge						
Ví dụ 1	Bal.	0,1	0,03	0,003	0,005			0,250	0,008	31,25	o
Ví dụ 2	Bal.	0,6	0,03	0,003	0,005			0,750	0,008	93,75	o
Ví dụ 3	Bal.	0,7	0,03	0,003	0,005			0,850	0,008	106,25	o
Ví dụ 4	Bal.	0,89	0,01	0,003	0,005			0,940	0,008	117,50	o
Ví dụ 5	Bal.	0,6	0,01	0,003	0,005			0,650	0,008	81,25	o
Ví dụ 6	Bal.	0,6	0,055	0,003	0,005			0,875	0,008	109,38	o
Ví dụ 7	Bal.	0,1	0,169	0,003	0,005			0,945	0,008	118,13	o
Ví dụ 8	Bal.	0,7	0,03	0,001	0,005			0,850	0,006	141,67	o
Ví dụ 9	Bal.	0,7	0,03	0,01	0,005			0,850	0,015	56,67	o
Ví dụ 10	Bal.	0,7	0,03	0,08	0,005			0,850	0,085	10,00	o
Ví dụ 11	Bal.	0,7	0,03	0,003	0,001			0,850	0,004	212,50	o
Ví dụ 12	Bal.	0,7	0,03	0,003	0,01			0,850	0,013	65,38	o
Ví dụ 13	Bal.	0,7	0,03	0,003	0,08			0,850	0,083	10,24	o
Ví dụ 14	Bal.	0,1	0,01	0,003	0,005			0,150	0,008	18,75	o
Ví dụ 15	Bal.	0,7	0,03	0,001	0,001			0,850	0,002	425,00	o
Ví dụ 16	Bal.	0,7	0,03	0,08	0,07			0,850	0,15	5,67	o
Ví dụ 17	Bal.	0,89	0,01	0,001	0,001			0,940	0,002	470,00	o
Ví dụ 18	Bal.	0,1	0,169	0,001	0,001			0,945	0,002	472,50	o
Ví dụ 19	Bal.	0,14	0,02	0,06	0,06			0,240	0,12	2,00	o
Ví dụ 20	Bal.	0,7	0,03	0,003	0,005		Bi: 0,05	0,850	0,008	106,25	o
Ví dụ 21	Bal.	0,7	0,03	0,003	0,005		In: 0,05	0,850	0,008	106,25	o
Ví dụ 22	Bal.	0,7	0,03	0,003	0,005		Sb: 0,05	0,850	0,008	106,25	o
Ví dụ 23	Bal.	0,7	0,03	0,003	0,005		Zn: 0,05	0,850	0,008	106,25	o
Ví dụ 24	Bal.	0,7	0,03	0,003	0,005		Ag: 0,05	0,850	0,008	106,25	o
Ví dụ 25	Bal.	0,7	0,03	0,003	0,005		Mn: 0,01	0,850	0,008	106,25	o
Ví dụ 26	Bal.	0,7	0,03	0,003	0,005		Cr: 0,01	0,850	0,008	106,25	o
Ví dụ 27	Bal.	0,7	0,03	0,003	0,005		Co: 0,01	0,850	0,008	106,25	o

Ví dụ 28	Bal.	0,7	0,03	0,003	0,005	Fe: 0,03	0,850	0,008	106,25	o
Ví dụ 28	Bal.	0,7	0,03	0,003	0,005	Fe: 0,05	0,850	0,008	106,25	o

Bảng 1 tiếp tục

	Thành phần hợp kim (% khối lượng)						Hệ thức (1) (%)	Hệ thức (2) (%)	Hệ thức (3) (%)	Độ dày của mở hàn vảy
	Sn	Cu	Ni	P	Ge	Nguyên tố tùy ý				
Ví dụ 29	Bal.	0,7	0,03	0,003	0,005	Si: 0,01	0,850	0,008	106,25	o
Ví dụ 30	Bal.	0,7	0,03	0,003	0,005	Ti: 0,01	0,850	0,008	106,25	o
Ví dụ 31	Bal.	0,7	0,03	0,003	0,005	Nguyên tố đất hiếm: 0,01	0,850	0,008	106,25	o
Ví dụ so sánh 1	Bal.	3	0,03	0,003	0,005		3,150	0,008	393,75	x
Ví dụ so sánh 2	Bal.	0,7	1,1	0,003	0,005		6,200	0,008	775,00	x
Ví dụ so sánh 3	Bal.	0,7	0,03	<u>0,000</u> 3	0,005		0,850	0,0053	160,38	x
Ví dụ so sánh 4	Bal.	0,7	0,03	<u>0,17</u>	0,005		0,850	<u>0,175</u>	4,86	x
Ví dụ so sánh 5	Bal.	0,7	0,03	0,003	<u>0,0005</u>		0,850	0,0035	242,86	x
Ví dụ so sánh 6	Bal.	0,7	0,03	0,003	<u>0,17</u>		0,850	<u>0,173</u>	4,91	x
Ví dụ so sánh 7	Bal.	0,7	0,055	0,003	0,005		<u>0,975</u>	0,008	121,88	x
Ví dụ so sánh 8	Bal.	0,7	0,03	<u>0,16</u>	<u>0,16</u>		0,850	<u>0,320</u>	2,66	x
Ví dụ so sánh 9	Bal.	0,1	0,01	<u>0,17</u>	<u>0,17</u>		0,150	<u>0,340</u>	<u>0,44</u>	x
Ví dụ so sánh	Bal.	0,7	0,03	<u>0,000</u>	<u>0,0005</u>		0,850	0,0008	<u>1062,50</u>	x

Như thấy rõ từ các kết quả trong Bảng 1, trong mỗi ví dụ của sáng chế, có thể thu được mỏ hàn vậy có độ dày mong muốn. Mặt khác, vì không một ví dụ so sánh nào thỏa mãn ít nhất một trong số các điều kiện của sáng chế, nên không thể thu được mỏ hàn vậy có độ dày mong muốn. Thực tế là hàm lượng của từng nguyên tố cấu thành là cần thiết để thỏa mãn giới hạn của sáng chế và các hệ thức từ (1) đến (3) là cần phải được thỏa mãn được mô tả có dựa vào các hình vẽ.

FIG.1 và FIG.2 là các sơ đồ thể hiện các Ví dụ được trích xuất thỏa mãn các hệ thức từ (1) đến (3) và các ví dụ so sánh được trích xuất không thỏa mãn ít nhất một trong số các hệ thức từ (1) đến (3) trong Bảng 1, trong đó hệ thức (2) được lấy làm trục x và hệ thức (1) được lấy làm trục y. FIG.2 là hình vẽ phóng to của FIG.1 với khoảng giới hạn trục x là 0 đến 0,01 và giới hạn trục y là từ 0 đến 1. Trên FIG.1 và FIG.2, "o" thể hiện Ví dụ và "x" thể hiện Ví dụ so sánh. Hơn nữa, trên FIG.1 và FIG.2, vùng được giới hạn bởi đường nét liền là phạm vi được giới hạn bởi các hệ thức từ (1) đến (3).

Như có thể thấy rõ từ FIG.1 và FIG.2, tất cả các hợp kim hàn thuộc phạm vi giới hạn bởi đường nét liền có độ dày mong muốn. Mặt khác, như được thể hiện trên FIG.1. Các ví dụ so sánh không thỏa mãn bất kỳ hệ thức nào không có độ dày mong muốn. Cụ thể, như được thể hiện trên FIG.2, rõ ràng từ Ví dụ so sánh 7 không thỏa mãn duy nhất hệ thức (1) và Ví dụ so sánh 10 không thỏa mãn hệ thức (3), rằng không thể đạt được độ dày mong muốn thậm chí nếu giá trị này lệch một chút khỏi phạm vi giới hạn bởi đường nét liền.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Hợp kim hàn, có thành phần hợp kim bao gồm, theo % khối lượng: Cu: từ 0,1% đến 0,6%; Ni: từ 0,01% đến 0,4 %; P: từ 0,001% đến 0,08%; và Ge: từ 0,001% đến 0,08%, với phần còn lại là Sn, trong đó thành phần hợp kim thỏa mãn các hệ thức từ (1) đến (3) sau:

$$(Cu + 5Ni) \leq 0,945\% \quad \text{Hệ thức (1)}$$

$$(P + Ge) \leq 0,15\% \quad \text{Hệ thức (2)}$$

$$2,0 \leq (Cu + 5Ni)/(P + Ge) \leq 1000 \quad \text{Hệ thức (3)}$$

trong đó, trong các hệ thức từ (1) đến (3) nêu trên, mỗi nguyên tố trong số Cu, Ni, P, và Ge thể hiện hàm lượng (% khối lượng) của nó trong hợp kim hàn.

2. Hợp kim hàn theo điểm 1, trong đó thành phần hợp kim còn chứa ít nhất một thành phần được chọn từ ít nhất một nhóm trong số: nhóm bao gồm ít nhất một nguyên tố trong số Bi, In, Zn, và Ag với tổng lượng nhỏ hơn hoặc bằng 5%; và nhóm bao gồm ít nhất một nguyên tố trong số Mn, Cr, Co, Fe, Si, Ti, và các nguyên tố đất hiếm với tổng lượng nhỏ hơn hoặc bằng 1%.

3. Sản phẩm đúc bao gồm hợp kim hàn theo điểm 1 hoặc 2.

4. Sản phẩm được tạo hình, được tạo thành từ sản phẩm đúc theo điểm 3.

5. Mỗi nối hàn, thu được bằng cách sử dụng sản phẩm đúc theo điểm 3.

