



(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)



1-0049661

(51)^{2022.01} C04B 37/02

(13) B

(21) 1-2023-01770

(22) 29/10/2021

(86) PCT/EP2021/080163 29/10/2021

(87) WO2022/090487 05/05/2022

(30) 10 2020 213 729.3 02/11/2020 DE

(45) 25/08/2025 449

(43) 25/07/2023 424A

(73) AURUBIS STOLBERG GMBH & CO. KG (DE)

Zweifaller Str. 150, 52224 Stolberg, Germany

(72) Benjamin CAPPI (DE); Helge LEHMANN (DE).

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

(54) TẤM NỀN ĐỒNG-GÓM

(21) 1-2023-01770

(57) Sáng chế đề cập đến tấm nền đồng-gốm (1) bao gồm lớp mang gốm (2) và ít nhất một lớp đồng (3, 4) được liên kết với bề mặt của lớp mang gốm (2), lớp đồng (3, 4) có hàm lượng Cu tối thiểu 99,5% Cu, lớp đồng (3, 4) có hàm lượng Ag tối thiểu 50 ppm, và lớp đồng (3, 4) có hàm lượng Ag không quá 3000 ppm.

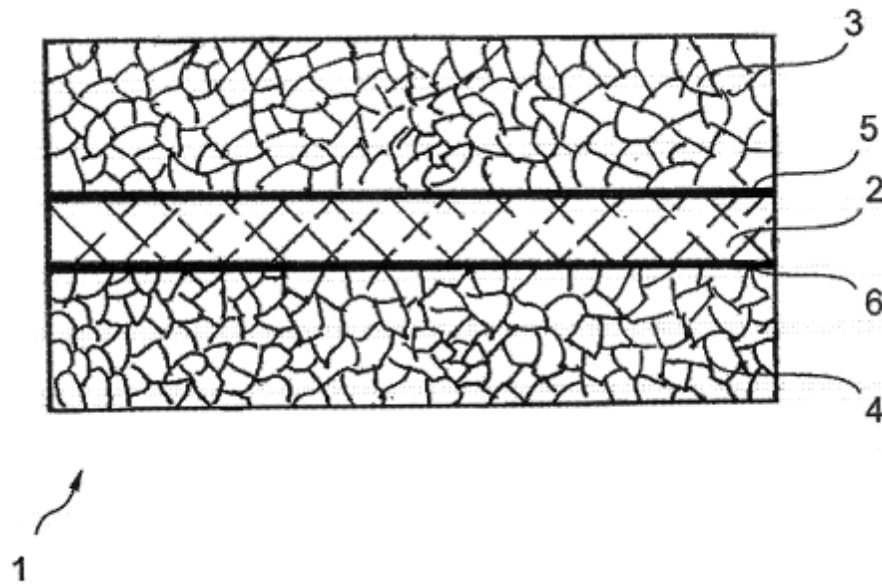


Fig.2

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến tấm nền đồng-gốm có các đặc điểm theo điểm 1 yêu cầu bảo hộ.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Tấm nền đồng-gốm (ví dụ: liên kết đồng trực tiếp - DCB, hàn kim loại hoạt hóa - AMB) được sử dụng, cụ thể là để sản xuất mô-đun năng lượng điện tử và là phức hợp lớp mang gốm có các lớp đồng ở một bên hoặc cả hai bên. Các lớp đồng thường được đúc sẵn dưới dạng các sản phẩm đồng bán thành phẩm ở dạng lá đồng có độ dày từ 0,1 đến 1,0 mm và được liên kết với lớp mang gốm bằng phương pháp liên kết. Các phương pháp liên kết như vậy còn được gọi là liên kết đồng trực tiếp (DCB) hoặc hàn kim loại hoạt hóa (AMB). Tuy nhiên, trong trường hợp lớp mang gốm có độ bền cao hơn, các lớp đồng có độ dày thậm chí còn lớn hơn cũng có thể được sử dụng, điều này về cơ bản là thuận lợi đối với các đặc tính điện và nhiệt.

Các tấm gốm làm bằng vật liệu như mulit, Al_2O_3 , Si_3N_4 , AlN , ZTA, ATZ, TiO_2 , ZrO_2 , MgO , CaO , CaCO_3 , hoặc hỗn hợp của ít nhất hai trong số các vật liệu này được sử dụng làm lớp mang gốm.

Tấm nền đồng-gốm có lớp đồng với cấu trúc mịn, cụ thể là có kích thước hạt trung bình không quá 100 μm , ít nhất là trên bề mặt hở hướng ra xa lớp mang gốm, có các ưu điểm cơ bản liên quan đến sự phù hợp để kiểm tra thị giác, về khả năng liên kết bằng liên kết dây mảnh đối với đường kính dây nhỏ hơn 50 μm , hành vi ăn mòn đối với các cấu trúc rất mịn, cấu hình ranh giới hạt, khả năng mạ điện và xử lý tiếp theo nói chung. Theo đó, cấu trúc mịn và đồng nhất có lợi trong lớp đồng, chủ yếu trên bề mặt hở. Hơn nữa, một cấu trúc mịn, và do đó cứng hơn, mang lại khả năng chống chịu cơ học cao hơn đối với hư hỏng cơ học (ví dụ: trầy xước).

Việc kiểm soát quá trình trong phương pháp DCB diễn ra ngay dưới nhiệt độ nóng chảy của đồng thay vì ở nhiệt độ $> 1050\text{ }^\circ\text{C}$. Các quy trình hàn trong phương pháp AMB xảy ra ở nhiệt độ $\geq 800\text{ }^\circ\text{C}$. Hiệu ứng nhiệt trong quy trình sản xuất AMB và DCB

làm thô đồng, xu hướng này được tăng cường khi độ tinh khiết tăng lên. Do đó, cần phải có điện trở cao hơn của đồng hoặc hợp kim đồng đối với sự hình thành hạt thô.

Nồng độ cao hơn của các nguyên tố hợp kim trong đồng, nghĩa là đồng có độ tinh khiết giảm, hoàn toàn trái ngược với các yêu cầu về độ dẫn điện của lớp đồng, tương ứng với các yêu cầu trong mục đích sử dụng cuối cùng của tấm nền đồng-gốm, là trong phạm vi ít nhất là 55 MS/m. Hơn nữa, tấm nền đồng-gốm đòi hỏi được sản xuất có hiệu quả kinh tế.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Từ những vấn đề nêu trên, mục tiêu của sáng chế là tạo ra tấm nền đồng-gốm có vi cấu trúc mịn và đồng nhất, đồng thời có độ dẫn điện cao và không tốn kém để sản xuất.

Theo sáng chế, tấm nền bằng đồng-gốm có các đặc điểm của điểm 1 được đề xuất để đạt được mục tiêu đặt ra. Những phát triển ưu tiên hơn nữa có thể được tìm thấy trong các điểm phụ thuộc.

Do đó, tấm nền đồng-gốm bao gồm lớp mang gốm và ít nhất một lớp đồng liên kết với bề mặt của lớp mang gốm được đề xuất. Lớp đồng có hàm lượng Cu (đồng) ít nhất 99,5%. Lớp đồng tiếp theo có hàm lượng Ag (bạc) ít nhất là 50 ppm và hàm lượng Ag không quá 3000 ppm. Lớp đồng có thể thu được các phần tiếp theo của các nguyên tố khác.

Theo các phương án thực hiện ưu tiên, tấm nền đồng-gốm bao gồm hai lớp đồng mà mỗi lớp được liên kết với một bề mặt của lớp mang gốm.

Hơn nữa, phương án thực hiện ưu tiên được đề xuất, trong đó lớp đồng có hàm lượng Cu (đồng) ít nhất là 99,7%, cụ thể là 99,8%.

Trong lớp đồng hoặc trong các lớp đồng của tấm nền đồng-gốm, có thể đạt được sự hình thành hạt mịn bằng các phần được đề xuất. Cấu trúc mịn và đồng nhất được hình thành trong lớp đồng. Kích thước hạt trung bình không quá 100 μm có thể đạt được và cũng có thể được duy trì ở nhiệt độ quá trình yêu cầu cao.

Theo phương án thực hiện ưu tiên, lớp đồng được đề xuất có kích thước hạt trung bình nằm trong khoảng từ 40 μm đến 100 μm , tốt hơn nữa là từ 40 μm đến 80 μm . Kích thước hạt trung bình tốt hơn nữa có thể nằm trong khoảng từ 40 μm đến 60 μm , cụ thể hơn là 50 μm . Ví dụ, độ lệch chuẩn của cỡ hạt trung bình có thể nhỏ hơn 30 μm . Theo đó, các lớp đồng, cụ thể là diện tích bề mặt mở của tấm nền đồng hoặc của các lớp đồng, đáp ứng các yêu cầu cao về vi cấu trúc mịn và đồng nhất cho các ứng dụng khác nhau. Do đó, lớp đồng đặc biệt phù hợp để kiểm tra trực quan và cho khả năng liên kết trong quá trình liên kết dây mảnh. Hơn nữa, do cấu trúc vi mô mịn và đồng nhất, lớp đồng thể hiện hành vi khắc mòn đặc biệt tốt đối với các cấu trúc rất mịn và đặc biệt phù hợp với các phương pháp mạ điện, cụ thể là do các rãnh ranh giới hạt đặc biệt phẳng và độ nhám thấp. Tính chất cơ học đồng nhất và không đổi của bề mặt và cấu trúc giúp đạt được các tính chất đồng nhất trong các hoạt động xử lý tiếp theo. Thao tác xử lý tiếp theo tương ứng có thể là, liên kết dây bằng phương pháp siêu âm, trong đó dây liên kết có đường kính nằm trong khoảng từ 10 đến 100 μm , phải được nối với độ chính xác cao. Trong trường hợp này, tính đồng nhất về cấu trúc ở các điểm tiếp xúc của dây liên kết có tầm quan trọng rất lớn. Do sự hình thành hạt mịn, độ bền của lớp đồng tăng lên cũng có thể đạt được theo mối quan hệ Hall-Petch.

Bề mặt của lớp đồng đặc biệt thích hợp để hàn chip, đặc biệt trong trường hợp thu nhỏ dần dần chip, vì cấu trúc đồng nhất và mịn có thể làm giảm gradient ứng suất trong khu vực chip được hàn, làm tăng chất lượng hàn và tuổi thọ của mối hàn so với cấu trúc thô và không đồng nhất.

Tấm nền đồng-gốm được đề xuất đồng thời cung cấp độ dẫn điện cao $> 55 \text{ MS/m}$ trong lớp/các lớp đồng do hàm lượng đồng cao.

Ưu thế về chi phí xuất phát từ thực tế là tấm nền đồng-gốm có thể được sản xuất bằng cả phương pháp hàn kim loại hoạt tính (AMB) và bằng phương pháp liên kết đồng trực tiếp (DCB). Cụ thể, tấm nền đồng-gốm cũng có thể được sản xuất bằng AMB với chất hàn không chứa bạc, đòi hỏi nhiệt độ chất hàn cao hơn $\geq 1000^\circ\text{C}$. Tấm nền đồng-gốm cũng có thể được sản xuất thông qua các phương pháp dung nôi nhiệt khác, ví dụ như liên kết khuếch tán nhiệt. Theo đó, tấm nền đồng-gốm được đề xuất có khả năng chống lại sự hình thành hạt thô cao.

Sáng chế đề xuất lớp đồng có độ cứng xuyên (penetration hardness) ít nhất là 0,7 GPa đối với độ sâu xuyên (penetration depths) từ 0,4 μm đến 0,6 μm .

Sáng chế cũng đề xuất lớp đồng có độ cứng xuyên ít nhất là 0,8 GPa đối với độ sâu xuyên từ 0,1 μm đến 0,25 μm .

Độ cứng bề mặt cao của lớp đồng, chủ yếu dành cho độ sâu xuyên thấp $< 1 \mu\text{m}$, có thể được xác định cụ thể bằng phương pháp QCSM phân giải theo chiều sâu, dẫn đến khả năng chống lại các tác động cơ học cao hơn (ví dụ: có khả năng chống trầy xước cao hơn) trong quá trình xử lý tiếp theo hoặc cả trong quá trình vận chuyển đến các quy trình này. Do đó, chất lượng bề mặt cao hơn có thể được đảm bảo. Tương tự như vậy, độ cứng bề mặt cao tương ứng trong vùng được chỉ định là điều kiện thuận lợi cho nhiều phương pháp xử lý tiếp theo.

Theo sự phát triển tiếp theo, sáng chế đề xuất lớp đồng có hàm lượng Ag không quá 800 ppm. Điều này có thể dẫn đến sự giảm mạnh chi phí.

Sáng chế cũng đề xuất lớp đồng có hàm lượng P (phospho) không quá 30 ppm. Thực tế cho thấy rằng sự hiện diện của phospho có thể triệt tiêu hành vi tích cực, tinh chế hạt của hợp kim được đề xuất. Điều này được áp dụng tốt nhất cho đồng được giao dịch thương mại, thường có thể chứa nhiều phospho hơn. Tác giả sáng chế phát hiện ra rằng ảnh hưởng tiêu cực có thể được giảm thiểu một cách hiệu quả bằng cách giới hạn hàm lượng P.

Sáng chế cũng đề xuất lớp đồng có hàm lượng P ít nhất là 0,1 ppm. Việc giảm thêm hàm lượng phospho không giúp cải thiện thêm các đặc tính của lớp đồng.

Theo phương án thực hiện ưu tiên khác, lớp đồng có hàm lượng O (oxy) không quá 10 ppm, tốt hơn nữa là không quá 5 ppm. Hàm lượng oxy thấp tương ứng đạt được đủ khả năng chống hydro, do đó các bước phương pháp khác nhau có thể diễn ra trong môi trường hydro. Đồng thời, hàm lượng oxy thấp, cụ thể là O_2 tối đa là 5 ppm, có tác động tích cực đến độ dẫn điện của lớp đồng.

Sáng chế cũng đề xuất lớp đồng có hàm lượng O ít nhất là 0,1 ppm. Việc giảm thêm hàm lượng oxy không đạt được bất kỳ sự cải thiện nào về tính chất của lớp đồng.

Sáng chế cũng đề xuất

- lớp đồng có hàm lượng các nguyên tố Cd, Ce, Ge, V, Zn trong từng trường hợp tối thiểu là 0,01 ppm đến tối đa là 1 ppm, trong đó

- lớp đồng theo phương án thực hiện ưu tiên khác có hàm lượng các nguyên tố Cd, Ce, Ge, V, Zn, tổng cộng, ít nhất là 0,1 ppm và không quá 5 ppm. Kết quả là, việc đạt được độ dẫn điện cao và cấu trúc vi mô mịn tương ứng có thể được đơn giản hóa.

Sáng chế cũng đề xuất

- lớp đồng có hàm lượng các nguyên tố Bi, Se, Sn, Te trong từng trường hợp tối thiểu là 0,01 đến tối đa là 2 ppm, trong đó

- lớp đồng theo phương án thực hiện ưu tiên khác có hàm lượng các nguyên tố Bi, Se, Sn, Te, tổng cộng, ít nhất là 0,1 ppm và không quá 8 ppm. Kết quả là, việc đạt được độ dẫn điện cao và cấu trúc vi mô mịn tương ứng có thể được đơn giản hóa.

Sáng chế cũng đề xuất

- lớp đồng có hàm lượng các nguyên tố Al, Sb, Ti, Zr trong từng trường hợp tối thiểu là 0,01 ppm đến tối đa là 3 ppm, trong đó

- lớp đồng theo phương án thực hiện ưu tiên khác có hàm lượng các nguyên tố Al, Sb, Ti, Zr, tổng cộng, ít nhất là 0,1 ppm và không quá 10 ppm. Kết quả là, việc đạt được độ dẫn điện cao và cấu trúc vi mô mịn tương ứng có thể được đơn giản hóa.

Sáng chế cũng đề xuất

- lớp đồng có hàm lượng các nguyên tố As, Co, In, Mn, Pb, Si trong từng trường hợp tối thiểu là 0,01 đến tối đa là 5 ppm, trong đó

- lớp đồng theo phương án thực hiện ưu tiên khác có hàm lượng các nguyên tố As, Co, In, Mn, Pb, Si, tổng cộng, ít nhất là 0,1 ppm và không quá 20 ppm. Kết quả là, việc đạt được độ dẫn điện cao và vi cấu trúc mịn tương ứng có thể được đơn giản hóa.

Sáng chế cũng đề xuất

- lớp đồng có hàm lượng các nguyên tố B, Be, Cr, Fe, Mn, Ni, S trong từng trường hợp từ tối thiểu 0,01 đến tối đa 10 ppm, trong đó

- lớp đồng theo phương án thực hiện ưu tiên khác có hàm lượng các nguyên tố B, Be, Cr, Fe, Mn, Ni, S tổng cộng ít nhất là 0,1 ppm và không quá 50 ppm. Kết quả là, việc đạt được độ dẫn điện cao và cấu trúc vi mô mịn tương ứng có thể được đơn giản hóa.

Sáng chế cũng đề xuất lớp đồng có hàm lượng các nguyên tố Cd, Ce, Ge, V, Zn, Bi, Se, Sn, Te, Al, Sb, Ti, Zr, As, Co, In, Mn, Pb, Si, B, Be, Cr, Fe, Mn, Ni, S kể cả các tạp chất khác không quá 50 ppm. Kết quả là, việc đạt được độ dẫn điện cao và cấu trúc vi mô mịn tương ứng có thể được đơn giản hóa.

Các nội dung nói trên đề cập đến các tỷ lệ trọng lượng trong từng trường hợp.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Sáng chế sẽ được mô tả chi tiết sau đây thông qua các phương án thực hiện ưu tiên cùng với các hình vẽ minh họa kèm theo, trong đó:

Fig.1 là hình minh họa tấm nền gốm-đồng có một lớp đồng;

Fig.2 là hình minh họa tấm nền đồng-gốm có hai lớp đồng;

Fig.3. là ảnh vi mô của lớp đồng mịn theo sáng chế của tấm nền đồng-gốm theo quy trình liên kết đồng trực tiếp (DCB);

Fig.4. là ảnh vi mô của lớp đồng mịn theo sáng chế của tấm nền đồng-gốm theo quy trình hàn kim loại hoạt hóa (AMB);

Fig.5 là biểu đồ minh họa sự phân bố kích thước hạt của các lớp đồng theo sáng chế của tấm nền đồng-gốm theo quy trình DCB và quy trình AMB;

Fig.6 là đồ thị minh họa độ cứng nano của các lớp đồng theo sáng chế của tấm nền đồng-gốm theo quy trình DCB và quy trình AMB so với đồng tham chiếu; và

Fig.7 là các ảnh vi mô có xác định phần diện tích của cặp tinh thể song sinh của các lớp đồng theo sáng chế của tấm nền đồng-gốm theo quy trình DCB và quy trình AMB khi so sánh.

Mô tả chi tiết sáng chế

Mô-đun nguồn là các thành phần bán dẫn của điện tử công suất và được sử dụng làm công tắc bán dẫn. Chúng chứa nhiều linh kiện bán dẫn công suất (chip) được cách điện với bộ tản nhiệt trong vỏ. Chúng được gắn vào bề mặt kim loại của một tấm cách điện (có thể làm bằng vật liệu gốm) bằng phương pháp hàn hoặc gắn, để một mặt đảm bảo sự tỏa nhiệt về phía tấm đế và mặt khác đảm bảo cách điện. Phức hợp của các lớp kim loại hóa và tấm cách điện được gọi là tấm nền đồng-gốm 1 và được chế tạo ở quy mô công nghiệp bằng cách sử dụng công nghệ liên kết đồng trực tiếp (DCB) hoặc sử dụng công nghệ hàn kim loại hoạt tính (AMB).

Các chip được tiếp xúc bằng cách liên kết với dây liên kết mỏng. Ngoài ra, các mô-đun khác với các chức năng khác nhau (ví dụ: cảm biến, điện trở) có thể có mặt và được tích hợp.

Để tạo ra tấm nền DCB, lớp mang gốm 2 (cụ thể là: Al_2O_3 , Si_3N_4 , AlN , ZTA, ATZ) được hợp với nhau ở trên cùng và dưới cùng bằng cách sử dụng các lớp đồng 3, 4 trong quy trình liên kết. Để chuẩn bị cho quá trình này, các lớp đồng 3, 4 có thể được oxy hóa bề mặt trước khi đặt lên lớp mang gốm 2, (cụ thể là về mặt hóa học hoặc nhiệt) rồi sau đó đặt lên lớp mang gốm 2. Mỗi nối (liên kết) được tạo ra trong quy trình nhiệt độ cao $\geq 1050^\circ\text{C}$, trong đó sự nóng chảy eutectic được tạo ra trên bề mặt của lớp đồng 3, 4, sự nóng chảy eutectic nói trên tạo thành liên kết với lớp mang gốm 2. Trong trường hợp của đồng (Cu) trên oxit nhôm (Al_2O_3), liên kết này bao gồm một lớp spinel Cu-Al mỏng.

Để tạo ra tấm nền AMB, các lớp đồng 3, 4 được hàn lên lớp mang gốm 2 bằng chất hàn phù hợp. Quá trình hàn diễn ra trong chân không hoặc trong môi trường bảo vệ thích hợp, ví dụ như hydro-gen, ở nhiệt độ $> 800^\circ\text{C}$. Đây có thể là các quy trình xử lý theo đợt hoặc các quy trình liên tục. Việc sử dụng chất hàn không chứa bạc (ví dụ: chất hàn CuAlTiSi) làm tăng nhiệt độ quy trình cần thiết, để các quy trình hàn có thể diễn ra ở nhiệt độ lên tới 1050°C .

Ngoài ra, các phương pháp cũng có thể được sử dụng để sản xuất tấm nền đồng-gốm 1 trong đó liên kết giữa đồng và gốm được tạo ra thông qua quy trình nôi dựa trên khuếch tán (ví dụ: liên kết khuếch tán nhiệt). Nhiệt độ quá trình ở đây cũng là $\geq 1000^\circ\text{C}$.

Fig.1 minh họa phương án thực hiện mẫu của tấm nền đồng-gốm 1 với lớp mang gốm 2 và lớp đồng được đề xuất 3. Lớp đồng 3 có hàm lượng đồng cao ít nhất là 99,5% Cu, hàm lượng bạc ít nhất là 50 ppm Ag và không quá 3000 ppm Ag.

Lớp đồng 3 có thể được nôi với lớp mang gốm 2 theo phương pháp DCB hoặc theo phương pháp AMB, sao cho lớp đồng được nôi với lớp mang gốm 2 bằng khớp tích hợp trong vùng cạnh bề mặt 5.

Fig.2 minh họa phương án thực hiện mẫu của tấm nền đồng-gốm 1 với lớp mang gốm 2 tương tự như phương án thực hiện mẫu của Fig.1, nhưng khác biệt là có hai lớp đồng 3 và 4 được cung cấp. Các lớp đồng 3 và 4 có hàm lượng đồng cao ít nhất 99,5% Cu, trong đó hàm lượng bạc ít nhất là 50 ppm Ag và không quá 3000 ppm Ag được cung cấp.

Các lớp đồng 3 và 4 có thể được liên kết với lớp mang gốm 2, cụ thể là theo phương pháp DCB hoặc theo phương pháp AMB, để chúng được liên kết với lớp mang gốm 2 bằng khớp tích hợp trong các vùng cạnh bề mặt tương ứng 5 và 6.

Các lớp đồng 3 và 4 có hàm lượng Cu và Ag được đề xuất, đặc biệt với hàm lượng O được đề xuất không quá 10 ppm, tốt hơn nữa là không quá 5 ppm, là vật liệu Cu dẫn điện cao và có độ dẫn điện là 55 MS/m, tốt hơn là ít nhất đạt 57 MS/m, và tốt hơn nữa là ít nhất đạt 58 MS/m.

Việc bổ sung Ag, giới hạn hàm lượng phospho ở mức tối đa tối đa là 30 ppm và sự có mặt của các nguyên tố khác trong các lớp đồng 3, 4 giúp cho hàm lượng Ag tương đối nhỏ có thể đủ để chống lại sự thô hóa cấu trúc của các lớp đồng 3, 4 do hiệu ứng nhiệt trong phương pháp AMB hoặc phương pháp DCB nên các lớp đồng 3, 4 của tấm nền đồng-gốm 1 có cấu trúc mịn và đồng nhất. Điều này đặc biệt phù hợp, cụ thể là đối với việc khắc các cấu trúc rất mịn. Hơn nữa, cấu trúc mịn dẫn đến độ bền của các lớp đồng 3, 4 tăng lên và do đó tăng khả năng chống lại các hư hỏng cơ học theo mối quan hệ Hall-Petch.

Các bán thành phẩm đồng của lớp đồng 3 và 4 có thể có độ dày từ 0,1 đến 1,0 mm và được đặt ở kích thước lớn trên lớp mang gồm 2 và liên kết với lớp mang gồm 2 bằng phương pháp DCB. Tấm nền đồng-gốm diện tích lớn 1 sau đó được cắt thành các đơn vị nhỏ hơn và được xử lý thêm. Ngoài ra, liên kết có thể được thực hiện bằng phương pháp AMB.

Các sản phẩm đồng bán thành phẩm như vậy cho các lớp đồng 3, 4 có thể được sản xuất, cụ thể như trong các phương pháp sản xuất loại trừ oxy.

Ngoài ra, lớp đồng 3 và 4 có thể có hàm lượng các nguyên tố Cd, Ce, Ge, V, Zn trong mỗi trường hợp từ tối thiểu 0,01 đến tối đa 1 ppm và/hoặc hàm lượng các nguyên tố Bi, Se, Sn, Te trong từng trường hợp từ tối thiểu 0,01 đến tối đa 2 ppm và/hoặc hàm lượng các nguyên tố Al, Sb, Ti, Zr trong từng trường hợp từ tối thiểu 0,01 đến tối đa 3 ppm và/hoặc hàm lượng các nguyên tố As, Co, In, Mn, Pb, Si trong từng trường hợp từ tối thiểu 0,01 đến tối đa 5 ppm và/hoặc hàm lượng các nguyên tố B, Be, Cr, Fe, Mn, Ni, S trong từng trường hợp từ tối thiểu 0,01 đến tối đa 10 ppm. Các nguyên tố bổ sung được liệt kê có thể được đưa có chủ ý vào cấu trúc vi mô bằng cách pha tạp trong quá trình nóng chảy ngay trước khi đúc, hoặc chúng có thể đã có mặt trong các lớp đồng 3 và 4 trong quá trình sản xuất các sản phẩm đồng bán thành phẩm. Trong mọi trường hợp, hàm lượng của các nguyên tố này, bao gồm cả các tạp chất bổ sung, tốt nhất là không quá 50 ppm.

Hơn nữa, các lớp đồng 3, 4 theo phương án thực hiện ưu tiên khác có thể có hàm lượng các nguyên tố Cd, Ce, Ge, V, Zn tổng cộng ít nhất là 0,05 ppm và không quá 5 ppm, hàm lượng của các nguyên tố Bi, Se, Sn, Te tổng cộng ít nhất 0,1 ppm và không quá 8 ppm, hàm lượng các nguyên tố Al, Sb, Ti, Zr tổng cộng ít nhất 0,1 ppm và không quá 10 ppm, hàm lượng các nguyên tố As, Co, In, Mn, Pb, Si tổng cộng ít nhất 0,1 ppm và không quá 20 ppm, và hàm lượng các nguyên tố B, Be, Cr, Fe, Mn, Ni, S tổng cộng ít nhất là 0,1 ppm và không quá 50 ppm.

Hàm lượng định lượng được mô tả của các nguyên tố có thể giúp tạo ra kích thước hạt trung bình được đề xuất của cấu trúc vi mô. Đặc biệt, sự hình thành cấu trúc vi mô do quá trình sàng lọc hạt của cấu trúc vi mô do các nguyên tố gây ra, và do sự giảm tái kết tinh thứ cấp trong cấu trúc vi mô trong quá trình liên kết.

Fig.3 là ảnh vi mô của một trong các lớp đồng 3, 4 của tấm nền đồng-gốm 1, được sản xuất theo phương pháp DCB. Theo phương án thực hiện mẫu, cấu trúc của các lớp đồng 3, 4 được đặc trưng bởi kích thước hạt trung bình là 56,5 μm với độ lệch chuẩn là 28,5 μm và do đó thấp hơn các yêu cầu về kích thước hạt trung bình 100 μm . Kích thước hạt được xác định theo phương pháp chặn tuyến tính (DIN EN ISO 2624).

Fig.4 là ảnh vi mô của một trong các lớp đồng 3, 4 của tấm nền đồng-gốm 1, được sản xuất theo phương pháp AMB. Cấu trúc của các lớp đồng 3, 4 được đặc trưng theo phương án thực hiện mẫu bởi kích thước hạt trung bình là 78 μm với độ lệch chuẩn là 34,6 μm và do đó nằm dưới các yêu cầu về kích thước hạt trung bình 100 μm . Kích thước hạt được xác định theo phương pháp chặn tuyến tính (DIN EN ISO 2624).

Sự phân bố kích thước hạt của hai phương án thực hiện mẫu theo Fig.3 và Fig.4 được thể hiện trên Fig.5. Cả trong trường hợp sản xuất theo phương pháp DCB và theo phương pháp AMB, sự phân phối kích thước hạt đơn hình được tạo ra trong (các) lớp đồng 3, 4.

Trên Fig.6, độ cứng xuyên tính bằng GPa được vẽ trên độ dịch chuyển bình thường tính bằng μm của phép đo độ cứng nano bằng phương pháp QCSM phân giải sâu cho lớp đồng 3, 4 của một lớp theo phương pháp DCB (vòng tròn màu đen), theo phương pháp AMB (vòng tròn màu trắng) và lớp đồng tham chiếu (hình vuông màu đen). Phép đo độ cứng nano được thực hiện với nhiều mức ứng suất, lực thử nghiệm tối đa là 100 mN. Máy kiểm tra độ cứng (indenter) Berkovich đã được sử dụng làm máy đo độ cứng. Độ cứng xuyên được vẽ tương ứng như là một hàm của độ sâu xuyên. Bề mặt của các lớp đồng 3, 4 của tấm nền đồng-gốm 1 theo sáng chế thể hiện độ cứng xuyên cao hơn trên tất cả các độ sâu xuyên lên đến 3,5 μm trên cả hai đường sản xuất so với đồng tham chiếu. Kết quả thực tế đã chứng minh rằng với hợp kim được đề xuất, độ cứng xuyên được cải thiện đáng kể đối với độ sâu xuyên thấp hoặc vùng gần bề mặt của các lớp đồng 3, 4. Ngoài ra, điều này làm tăng khả năng chống trầy xước và có lợi cho khả năng chống lại các tác động cơ học trong các hoạt động xử lý tiếp theo. Các tính chất này của độ cứng xuyên cao đối với vùng gần bề mặt nhỏ hơn, cụ thể là 2 μm , cụ thể hơn là 1 μm hoặc thậm chí 0,5 μm , cũng thuận lợi cho việc ứng dụng các dây liên kết rất mịn trong phương pháp hàn siêu âm.

Hơn nữa, cấu trúc của các lớp đồng 3, 4 của tấm nền đồng-gốm 1 theo sáng chế được sản xuất theo phương pháp DCB cũng như theo phương pháp AMB được đặc trưng bởi sự hình thành tinh thể song sinh gia tăng. Các cặp tinh thể song sinh có thể được phát hiện trong ảnh vi mô dưới dạng các dải tương ứng với vùng trung tâm của hạt được xếp vào vị trí song sinh. Cấu trúc vi mô có thể khác một chút theo quy trình sản xuất đã chọn, ví dụ DCB (Fig.7a) hoặc AMB (Fig.7b), của tấm nền đồng-gốm 1.

Sự hình thành tinh thể song sinh thực sự là một hiện tượng đã biết trong vật liệu đồng. Trong trường hợp tấm nền đồng-gốm 1, sự hình thành tinh thể song sinh tăng cường được quan sát thấy trong quá trình nôi được kích hoạt bằng nhiệt. Do đó, sự hình thành song sinh nhiệt diễn ra trong quá trình tái kết tinh. Đây là sự hình thành song sinh do nhiệt (song sinh do ủ nhiệt). Sự hình thành tinh thể song sinh có ảnh hưởng tích cực đến độ cứng của vật liệu, đặc biệt trong trường hợp cấu trúc mịn.

Các cặp tinh thể song sinh có màu tối trên Fig.7. Theo Fig.7a, đối với cấu trúc của lớp đồng 3, 4 theo phương pháp DCB, thu được tỷ lệ diện tích của các cặp tinh thể song sinh là 19,4%. Đối với lớp đồng 3, 4 theo phương pháp AMB tương ứng với phương án thực hiện mẫu trên Fig.7b, thu được phần bề mặt của cặp song sinh là 21,6%. Mặc dù các phần diện tích được đề cập chỉ khác một chút so với đồng tham chiếu, nhưng có nhiều cặp tinh thể song sinh nhỏ hơn, có ảnh hưởng lớn hơn đến việc tăng độ cứng so các cặp tinh thể song sinh lớn với số lượng nhỏ hơn.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Tấm nền đồng-gốm (1) bao gồm
lớp mang gốm (2) và
ít nhất một lớp đồng (3, 4) được liên kết với bề mặt của lớp mang gốm (2),
được đặc trưng bởi
lớp đồng (3, 4) có hàm lượng Cu ít nhất 99,5%,
lớp đồng (3, 4) có hàm lượng Ag ít nhất là 50 ppm, và
lớp đồng (3, 4) có hàm lượng Ag không quá 3000 ppm Ag, và
lớp đồng (3, 4) có hàm lượng P không quá 30 ppm, và
lớp đồng (3, 4) có hàm lượng P ít nhất là 0,1 ppm.
2. Tấm nền theo điểm 1, được đặc trưng bởi lớp đồng (3, 4) có kích thước hạt trung bình nằm trong khoảng từ 40 μm đến 100 μm .
3. Tấm nền theo điểm 2, được đặc trưng bởi lớp đồng (3, 4) có kích thước hạt trung bình nằm trong khoảng từ 40 μm đến 80 μm .
4. Tấm nền theo điểm bất kỳ nêu trên, được đặc trưng bởi lớp đồng (3, 4) có độ cứng xuyên ít nhất là 0,7 GPa đối với độ sâu xuyên từ 0,4 μm đến 0,6 μm .
5. Tấm nền theo điểm bất kỳ nêu trên, được đặc trưng bởi lớp đồng (3, 4) có độ cứng xuyên ít nhất là 0,8 GPa đối với độ sâu xuyên từ 0,1 μm đến 0,25 μm .
6. Tấm nền theo điểm bất kỳ nêu trên, được đặc trưng bởi
lớp đồng (3, 4) có hàm lượng O không quá 10 ppm.
7. Tấm nền theo điểm bất kỳ nêu trên, được đặc trưng bởi
- lớp đồng (3, 4) có hàm lượng O ít nhất là 0,1 ppm.

8. Tấm nền theo điểm bất kỳ nêu trên, được đặc trưng bởi lớp đồng (3, 4) có hàm lượng các nguyên tố Cd, Ce, Ge, V, Zn, Bi, Se, Sn, Te, Al, Sb, Ti, Zr, As, Co, In, Mn, Pb, Si, B, Be, Cr, Fe, Mn, Ni và S, kể cả các tạp chất khác, không quá 50 ppm.

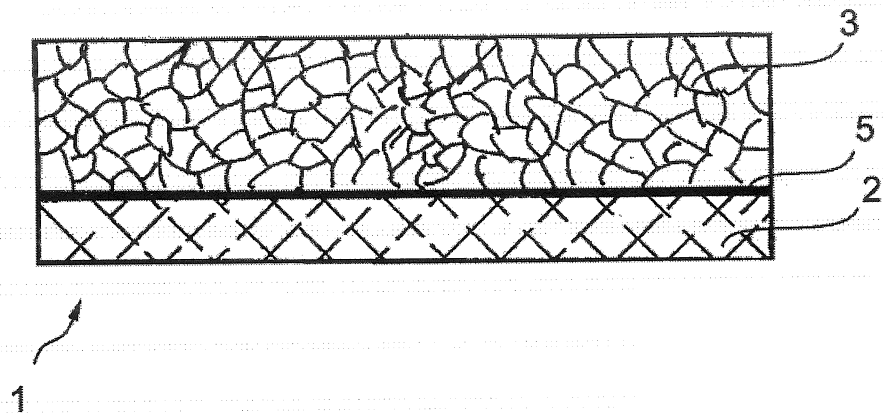


Fig.1

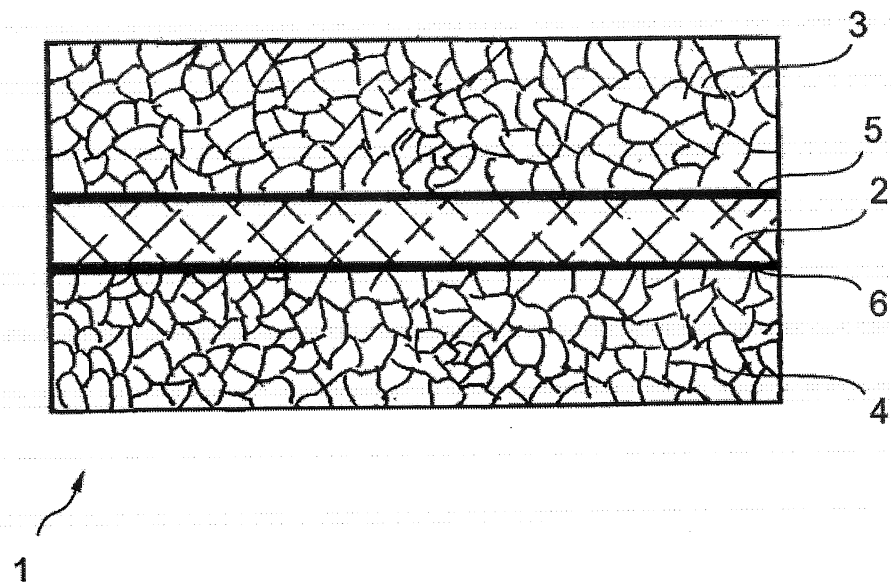


Fig.2



Fig.3

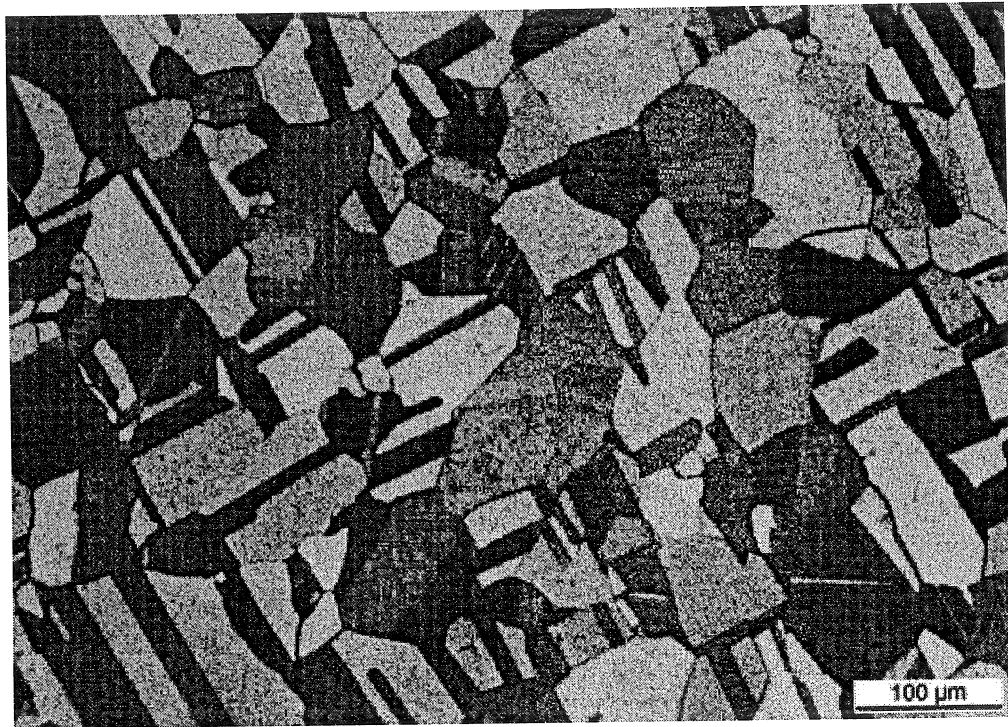


Fig.4

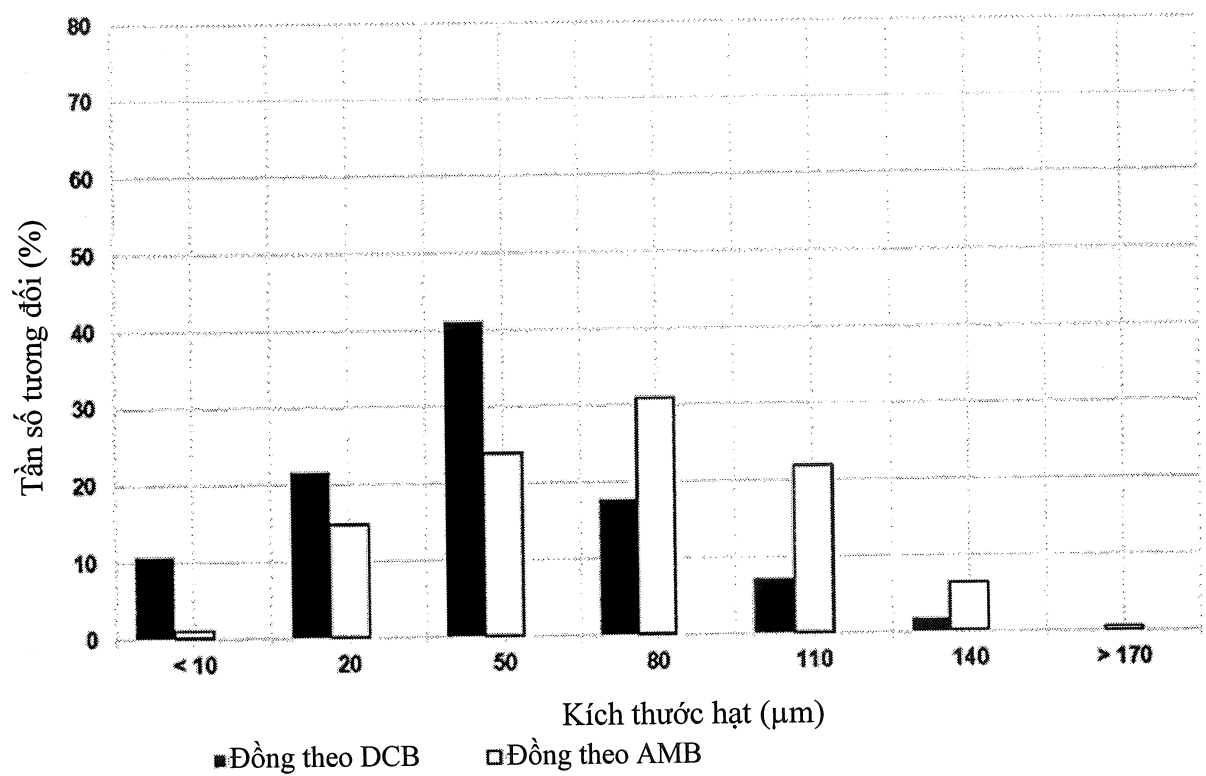


Fig.5

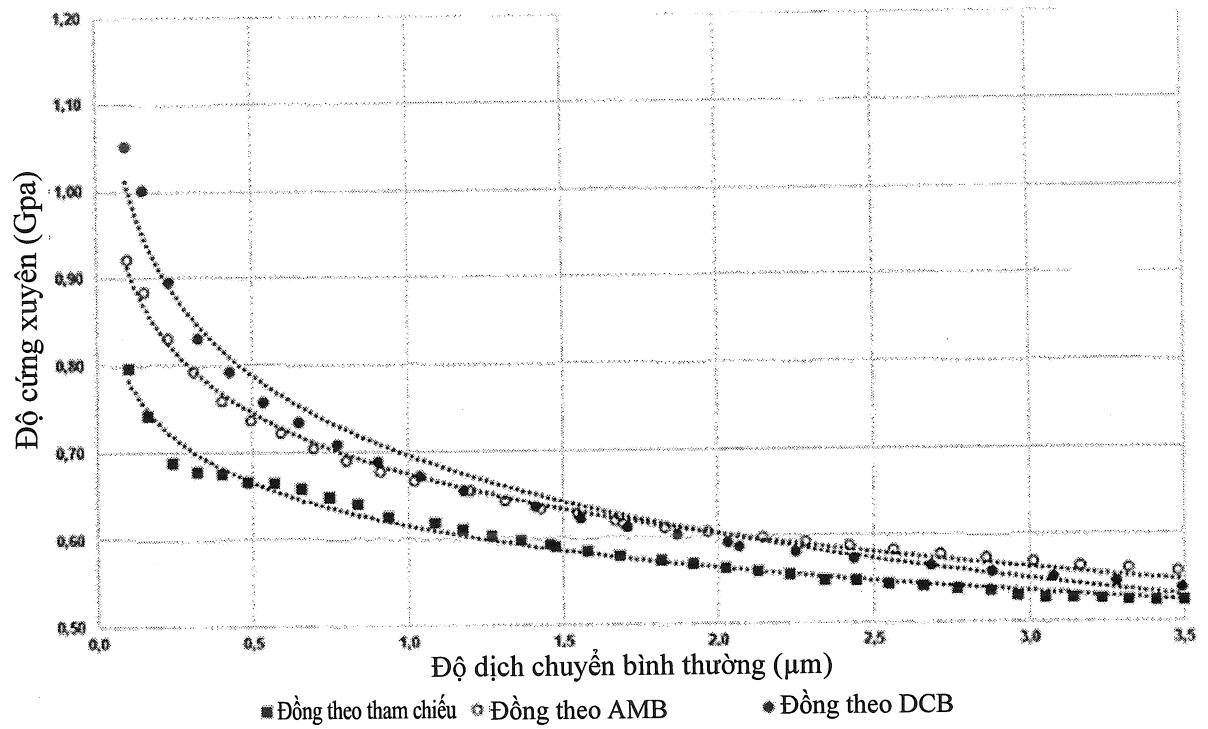


Fig.6

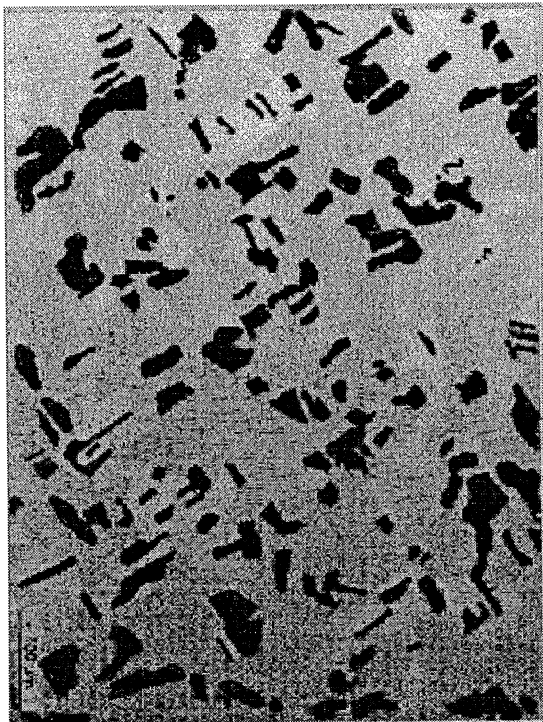


Fig.7a



Fig.7b