



(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)



1-0033836

(51)⁷ C23C 2/08

(13) B

(21) 1-2018-03291

(22) 26/07/2018

(30) 2018-047240 14/03/2018 JP

(45) 25/11/2022 416

(43) 25/09/2019 378A

(73) Hitachi Metals, Ltd. (JP)

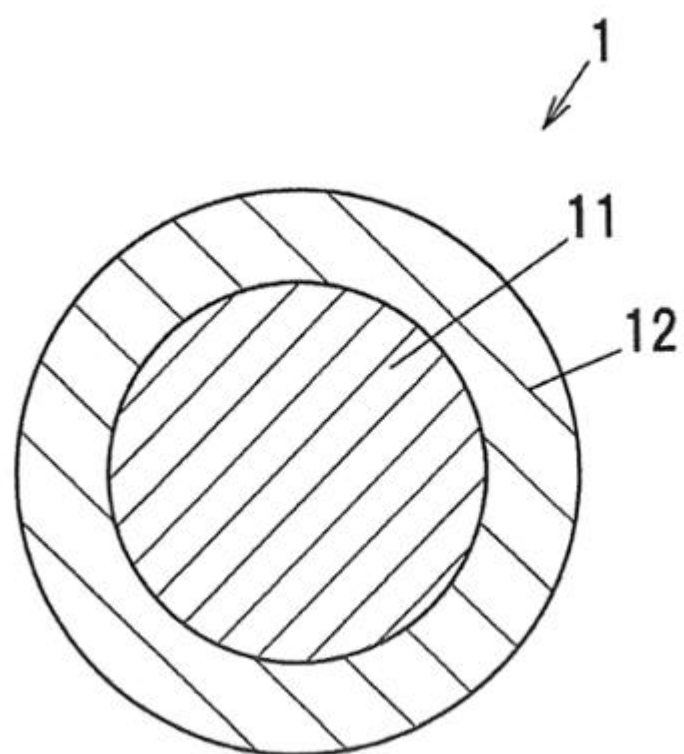
2-70, Konan 1-chome, Minato-ku, Tokyo, Japan

(72) Hiromitsu KURODA (JP); Tamotsu SAKURAI (JP); Ryohei OKADA (JP); Satoshi YAJIMA (JP); Setsuo KOBAYASHI (JP); Yoshiki NAKADE (JP); Hiroshi BANDO (JP).

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

(54) DÂY ĐỒNG MẠ THIẾC, PHƯƠNG PHÁP CHẾ TẠO DÂY ĐỒNG MẠ THIẾC,
DÂY BỌC CÁCH ĐIỆN VÀ DÂY CÁP ĐIỆN

(57) Sáng chế đề cập đến dây đồng mạ thiếc, phương pháp chế tạo dây đồng mạ thiếc, dây bọc cách điện và dây cáp điện. Dây đồng mạ thiếc này bao gồm dây đồng có đồng, và lớp mạ thiếc được tạo thành xung quanh dây đồng và lớp mạ này bao gồm Cu_6Sn_5 là hợp chất đồng-thiếc. Mẫu nhiễu xạ tia X có được bằng cách chiếu xạ lớp mạ thiếc bằng tia X được đo sao cho tỷ số cường độ toàn phần của I_A trên tổng của I_A và I_B không nhỏ hơn 15%, trong đó I_A là cường độ toàn phần của đỉnh tương ứng với mặt phẳng có chỉ số Miller (101) của hợp chất đồng-thiếc cấu thành lớp mạ thiếc và I_B là cường độ toàn phần của đỉnh tương ứng với mặt phẳng có chỉ số Miller (111) của đồng cấu thành dây đồng.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến dây đồng mạ thiếc và phương pháp chế tạo dây đồng mạ thiếc, dây bọc cách điện và dây cáp điện.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Một số loại dây điện và dây cáp điện rất mềm dẻo và được sử dụng trong rôbot công nghiệp, máy công cụ và các thiết bị điện khác nhau, v.v.. Đối với các dây điện và các dây cáp điện rất mềm dẻo này, các dây xoắn được tạo thành bằng cách xoắn các dây đồng mảnh được sử dụng để có được tính mềm dẻo mong muốn. Đôi khi các dây đồng này được mạ thiếc để ngăn ngừa bề mặt giảm chất lượng do ăn mòn v.v..

Một trong các phương pháp mạ thiếc trên dây đồng là phương pháp mạ nhúng nóng (xem, ví dụ, JP 2001/345018 A). Trong phương pháp mạ nhúng nóng này, ví dụ, dây đồng được nhúng vào trong thiếc nóng chảy và sau đó được kéo ra làm lạnh đọng thiếc nóng chảy trên bề mặt của dây đồng, và lớp mạ thiếc được tạo ra nhờ việc hóa cứng của thiếc nóng chảy lắng đọng này.

Từng dây đồng mạ thiếc được tạo thành bằng cách tạo ra lớp mạ thiếc trên dây đồng sẽ được, ví dụ, xoắn lại thành dây xoắn và được sử dụng làm dây dẫn của dây bọc cách điện hoặc dây cáp điện. Sau đó lớp cách điện được tạo thành xung quanh dây xoắn này để thu được dây bọc cách điện hoặc dây cáp điện.

Tuy nhiên, trong trường hợp của dây đồng mạ thiếc, lớp mạ thiếc đôi khi bị mòn và dây dẫn bị lộ ra khi các dây đồng mạ thiếc cọ sát vào nhau trong quá trình sản xuất dây xoắn hoặc khi dây đồng mạ thiếc tiếp xúc với bộ phận cấu thành nên thiết bị sản xuất, ví dụ, bộ phận dẫn hướng hoặc puli. Dây đồng lộ ra này sẽ bị ăn mòn hoặc bị mất màu, dẫn đến việc suy giảm về độ bền của dây đồng mạ thiếc.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất kỹ thuật để nâng cao độ chịu mài mòn của lớp mạ thiếc của dây đồng mạ thiếc.

Theo một phương án của sáng chế, dây đồng mạ thiếc bao gồm:

dây đồng có đồng; và

lớp mạ thiếc được tạo thành xung quanh dây đồng và lớp này bao gồm Cu_6Sn_5 là một hợp chất đồng-thiếc,

trong đó, mẫu nhiễu xạ tia X có được bằng cách chiếu xạ lớp mạ thiếc bằng tia X được đo sao cho tỷ số cường độ toàn phần của I_A trên tổng của I_A và I_B không nhỏ hơn 15%, trong đó I_A là cường độ toàn phần của đỉnh tương ứng với mặt phẳng có chỉ số Miller (101) của hợp chất đồng-thiếc cấu thành lớp mạ thiếc và I_B là cường độ toàn phần của đỉnh tương ứng với mặt phẳng có chỉ số Miller (111) của đồng cấu thành dây đồng.

Theo một phương án khác của sáng chế, phương pháp chế tạo dây đồng mạ thiếc bao gồm các bước:

cho đồng vào thiếc nóng chảy sao cho nồng độ đồng trong thiếc nóng chảy được điều chỉnh để không nhỏ hơn 80% nồng độ bão hòa của đồng tại nhiệt độ thiếc nóng chảy; và

nhúng dây đồng có đồng vào trong thiếc nóng chảy có nồng độ đồng đã được điều chỉnh nêu trên và sau đó kéo ra để tạo thành lớp mạ thiếc bao gồm Cu_6Sn_5 là một hợp chất đồng-thiếc trên bề mặt của dây đồng,

trong đó mẫu nhiễu xạ tia X có được bằng cách chiếu xạ lớp mạ thiếc bằng tia X được đo sao cho tỷ số cường độ toàn phần của I_A trên tổng của I_A và I_B không nhỏ hơn 15%, trong đó I_A là cường độ toàn phần của đỉnh tương ứng với mặt phẳng có chỉ số Miller (101) của hợp chất đồng-thiếc cấu thành lớp mạ thiếc và I_B là cường độ toàn phần của đỉnh tương ứng với mặt phẳng có chỉ số Miller (111) của đồng cấu thành dây đồng.

Theo một phương án khác của sáng chế, dây bọc cách điện bao gồm:

dây dẫn có dây xoắn được tạo thành bằng cách xoắn các dây đồng mạ thiếc; và

lớp cách điện phủ lên dây dẫn này,

trong đó mỗi dây đồng mạ thiếc bao gồm dây đồng có đồng và lớp mạ thiếc được tạo thành xung quanh dây đồng và bao gồm Cu_6Sn_5 là một hợp chất đồng-thiếc, và

mẫu nhiễu xạ tia X, trong đó mẫu này có được bằng cách chiếu xạ lớp mạ thiếc bằng tia X được đo sao cho tỷ số cường độ toàn phần của I_A trên tổng của I_A và I_B không

nhỏ hơn 15%, trong đó I_A là cường độ toàn phần của đỉnh tương ứng với mặt phẳng có chỉ số Miller (101) của hợp chất đồng-thiếc cấu thành lớp mạ thiếc và I_B là cường độ toàn phần của đỉnh tương ứng với mặt phẳng có chỉ số Miller (111) của đồng cấu thành dây đồng.

Theo một phương án khác của sáng chế, dây cáp điện bao gồm:

dây dẫn có dây xoắn được tạo thành bằng cách xoắn các dây đồng mạ thiếc; và
lớp cách điện phủ lên dây dẫn,

trong đó mỗi dây đồng mạ thiếc này bao gồm dây đồng có đồng và lớp mạ thiếc được tạo thành xung quanh dây đồng và bao gồm Cu_6Sn_5 là một hợp chất đồng-thiếc, và

mẫu nhiễu xạ tia X, trong đó mẫu này có được bằng cách chiếu xạ lớp mạ thiếc bằng tia X được đo sao cho tỷ số cường độ toàn phần của I_A trên tổng của I_A và I_B không nhỏ hơn 15%, trong đó I_A là cường độ toàn phần của đỉnh tương ứng với mặt phẳng có chỉ số Miller (101) của hợp chất đồng-thiếc cấu thành lớp mạ thiếc và I_B là cường độ toàn phần của đỉnh tương ứng với mặt phẳng có chỉ số Miller (111) của đồng cấu thành dây đồng.

Hiệu quả của sáng chế

Theo một phương án của sáng chế, có thể nâng cao độ chịu mài mòn của lớp mạ thiếc của dây đồng mạ thiếc.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Sau đây, sáng chế sẽ được giải thích cụ thể hơn cùng với các hình vẽ kèm theo, trong đó:

Fig.1 là hình vẽ mặt cắt ngang thể hiện dây đồng mạ thiếc theo một phương án của sáng chế cắt vuông góc với chiều dọc của dây này;

Fig.2 là lược đồ minh họa kết cấu của lớp mạ thiếc;

Fig.3 là lược đồ diễn giải để minh họa phương pháp chế tạo dây đồng mạ thiếc theo phương án của sáng chế;

Fig.4 là sơ đồ minh họa các mẫu nhiễu xạ tia X từ lớp mạ thiếc của các dây đồng

mạ thiếc theo các ví dụ 1, 2 và ví dụ so sánh 1;

Fig.5 là ảnh SEM thể hiện bề mặt của lớp hợp kim của dây đồng mạ thiếc trong ví dụ 1;

Fig.6 là ảnh SEM thể hiện bề mặt của lớp hợp kim của dây đồng mạ thiếc trong ví dụ 2; và

Fig.7 là ảnh SEM thể hiện bề mặt của lớp hợp kim của dây đồng mạ thiếc trong ví dụ so sánh 1.

Mô tả chi tiết sáng chế

Khi lớp mạ thiếc được tạo thành bằng cách nhúng dây đồng chứa đồng vào trong thiếc được làm nóng chảy (thiếc nóng chảy) và sau đó kéo ra, thì lớp mạ thiếc này có kết cấu trong đó lớp hợp kim chứa hợp chất đồng-thiếc và lớp thiếc chứa thiếc được tạo lớp theo thứ tự này từ phía dây đồng. Đồng và thiếc tạo ra một hợp chất liên kim loại (hợp kim đồng-thiếc) khi dây đồng tiếp xúc với thiếc nóng chảy, và nhờ đó lớp hợp kim được tạo thành. Thông thường, lớp hợp kim này được tạo thành từ hợp chất đồng-thiếc cứng hơn thiếc và do vậy có độ chịu mài mòn cao, nhưng tỷ lệ của lớp hợp kim này trong lớp mạ thiếc có xu hướng nhỏ.

Để nâng cao độ chịu mài mòn của lớp mạ thiếc, các tác giả sáng chế đã tập trung vào việc tăng thêm tỷ lệ của lớp hợp kim trong lớp mạ thiếc và kiểm tra lớp này. Kết quả là, đã phát hiện ra rằng đồng cần được cho thêm vào thiếc nóng chảy sao cho nồng độ đồng trong thiếc nóng chảy không nhỏ hơn 80% nồng độ bão hòa của nó tại nhiệt độ thiếc nóng chảy.

Cụ thể, khi dây đồng được nhúng vào trong thiếc nóng chảy, sẽ có hai phản ứng xảy ra: một phản ứng để tạo thành hợp chất đồng-thiếc giữa dây đồng và thiếc nóng chảy, và phản ứng còn lại là để hòa tan đồng từ dây đồng vào trong thiếc nóng chảy. Khi đồng không được cho thêm vào thiếc nóng chảy, thì việc hòa tan đồng dường như gia tăng một cách tương đối và do vậy việc hình thành lớp hợp kim dường như ít gia tăng. Trái lại, khi đồng được cho thêm vào thiếc nóng chảy và đặc biệt khi nồng độ đồng trong thiếc nóng chảy không nhỏ hơn một giá trị định trước, thì việc hòa tan đồng bị cản trở và việc tạo thành hợp chất đồng-thiếc dường như được đẩy nhanh. Do vậy, bằng cách

thực hiện nhúng nóng sử dụng thiếc nóng chảy có nồng độ đồng được điều chỉnh để không nhỏ hơn một giá trị định trước, thì có thể làm tăng tỷ lệ của lớp hợp kim trong lớp mạ thiếc và tạo ra lớp mạ thiếc có độ chịu mài mòn mong muốn. Sáng chế được tạo ra dựa trên những phát hiện như vậy.

Phương án thực hiện sáng chế

Một phương án thực hiện sáng chế sẽ được mô tả cùng với các hình vẽ. Fig.1 là hình vẽ mặt cắt ngang thể hiện dây đồng mạ thiếc theo một phương án của sáng chế cắt vuông góc với chiều dọc của dây dẫn này. Fig.2 là lược đồ minh họa kết cấu của lớp mạ thiếc. Sau đây, khoảng bằng số được thể hiện bằng cách sử dụng “—” sẽ bao gồm cả các giá trị bằng số đứng trước và sau “—” là các giới hạn trên và dưới.

Dây đồng mạ thiếc

Như thể hiện trên Fig.1, dây đồng mạ thiếc 1 được tạo nên từ dây đồng 11 chứa đồng và lớp mạ thiếc 12.

Do dây đồng 11 chứa đồng, nên có thể sử dụng, ví dụ, dây dẫn được tạo thành từ đồng đỏ hoặc đồng không ngâm oxy v.v., hoặc dây dẫn được tạo thành từ hợp kim đồng. Đường kính của dây đồng 11 có thể được thay đổi một cách phù hợp tùy theo mục đích sử dụng, và bằng, ví dụ từ 0,08mm đến 0,6mm từ góc độ tính mềm dẻo.

Từ góc độ tính mềm dẻo, tốt hơn nếu dây đồng 11 được tạo thành từ nguyên liệu hợp kim đồng dưới đây. Cụ thể, nguyên liệu hợp kim đồng chứa từ 5 đến 55 ppm titan, từ 3 đến 12 ppm lưu huỳnh, từ 2 đến 30 ppm oxy, và phần còn lại gồm đồng và các tạp chất không tránh được. Nguyên liệu hợp kim đồng này có thể được ủ bằng cách gia nhiệt ở nhiệt độ thấp do có chứa lượng vết Ti, và có độ kéo giãn cao.

Lớp mạ thiếc 12 được tạo thành trên bề mặt của dây đồng 11 bằng phương pháp mạ nhúng nóng. Lớp mạ thiếc 12 chứa Cu_6Sn_5 là hợp chất đồng-thiếc được tạo ra bằng phản ứng giữa đồng trong dây đồng 11 và thiếc nóng chảy. Theo phương án này, do thiếc nóng chảy có nồng độ đồng được điều chỉnh được sử dụng cho nhúng nóng, nên lớp mạ thiếc 12 chủ yếu được tạo thành từ lớp hợp kim chứa hợp chất đồng-thiếc. Cụm từ “chủ yếu được tạo thành từ lớp hợp kim” ở đây không giới hạn ở trường hợp mà lớp mạ thiếc 12 chỉ gồm lớp hợp kim này. Ví dụ, bao gồm cả trường hợp mà lớp mạ thiếc 12 có kết cấu phân lớp trong đó lớp hợp kim 12a chứa hợp chất đồng-thiếc và lớp thiếc 12b chứa

thiếc được tạo lớp theo thứ tự này từ phía dây đồng 11 như thể hiện trên Fig.2, và độ dày của lớp thiếc 12b là không đáng kể so với lớp hợp kim 12a.

Do chủ yếu được tạo thành từ hợp chất đồng-thiếc, nên lớp mạ thiếc 12 được tạo kết cấu sao cho trên mẫu nhiều xạ tia X được đo bằng cách chiếu xạ bề mặt của lớp mạ này bằng chùm tia X, thì tỷ số cường độ toàn phần của I_A trên tổng của I_A và I_B ($(I_A/I_{A+B}) \times 100$) không nhỏ hơn 15%, trong đó I_A là cường độ toàn phần của đỉnh tương ứng với mặt phẳng có chỉ số Miller (101) của hợp chất đồng-thiếc cấu thành lớp mạ thiếc 12, và I_B là cường độ toàn phần của đỉnh tương ứng với mặt phẳng có chỉ số Miller (111) của đồng cấu thành dây đồng 11 mạ thiếc.

Dưới đây việc tính toán tỷ số cường độ toàn phần được mô tả.

Tỷ số cường độ toàn phần thu được dựa trên mẫu nhiều xạ tia X thu được bằng cách đo các góc nhiễu xạ và cường độ của các chùm tia X nhiễu xạ được phát hiện khi chiếu xạ các tia X lên các điểm cho trước trên lớp mạ thiếc 12. Cụ thể, ví dụ, sau khi thu được mẫu nhiễu xạ tia X như thể hiện trên Fig.4 bằng cách chiếu xạ tia X ở góc tới bằng 5° , thì cường độ toàn phần I_A của đỉnh tương ứng với mặt phẳng có chỉ số Miller (101) của hợp chất đồng-thiếc và cường độ toàn phần I_B của đỉnh tương ứng với mặt phẳng có chỉ số Miller (111) của đồng cấu thành đồng này được lần lượt tính toán, và tỷ số cường độ toàn phần sau đó được tính toán.

Khi tỷ số cường độ toàn phần không nhỏ hơn 15%, thì lớp mạ thiếc 12 chủ yếu được tạo thành từ hợp chất đồng-thiếc và có thể có độ chịu mài mòn mong muốn. Mặc dù độ chịu mài mòn tăng thêm một lượng theo tỷ số cường độ toàn phần, nhưng độ dày tăng thêm của lớp mạ thiếc 12 có thể làm giảm tính mềm dẻo của dây đồng mạ thiếc 1. Do vậy, tốt hơn nếu tỷ số cường độ toàn phần này không lớn hơn 50% từ góc độ tính mềm dẻo. Từ góc độ có được dây đồng mạ thiếc 1 có độ chịu mài mòn và tính mềm dẻo ở mức cao và cân bằng, tốt hơn nếu tỷ số cường độ toàn phần này nằm trong khoảng từ 19% đến 30%.

Tốt hơn nếu lớp mạ thiếc 12 là dày từ góc độ nâng cao độ chịu mài mòn nhưng tốt hơn nếu là mỏng từ góc độ tính mềm dẻo của dây đồng mạ thiếc 1. Tốt hơn nếu độ dày của lớp mạ thiếc 12 nằm trong khoảng từ $0,1\mu\text{m}$ đến $0,5\mu\text{m}$ từ góc độ có được đủ tính mềm dẻo trong khi vẫn giữ được độ chịu mài mòn cao.

Tốt hơn nếu lớp mạ thiếc 12 có độ chịu mài mòn như vậy để không để lại bất kỳ vết xước nào trên lớp mạ thiếc 12 khi đầu đo silicon phủ kim cương được bố trí trên kính hiển vi nguyên tử (AFM) được di chuyển trượt tiến và lùi 100 lần ở tốc độ 50 μm /giây trong trạng thái mà đầu đo được ép vào bề mặt của lớp mạ thiếc 12 với một tải bằng 1 μN . Khi có lớp mạ thiếc 12 như vậy, thì có thể ngăn ngừa dây đồng 11 lộ ra ngay cả khi, ví dụ, dây đồng mạ thiếc 1 có cọ sát hoặc tiếp xúc với các bộ phận khác.

Phương pháp chế tạo dây đồng mạ thiếc 1

Tiếp theo, phương pháp chế tạo dây đồng mạ thiếc 1 mô tả trên đây sẽ được mô tả cùng với Fig.3. Fig.3 là lược đồ diễn giải để minh họa phương pháp chế tạo dây đồng mạ thiếc theo phương án thực hiện sáng chế này.

Trước tiên, thiếc nóng chảy 21 để tạo thành lớp mạ thiếc 12 được tạo ra. Theo phương án này, nguyên liệu thiếc thô và

một lượng nguyên liệu đồng thô định trước được cho cùng vào trong bể mạ 20 và được làm nóng chảy bằng cách gia nhiệt, theo đó thiếc nóng chảy 21 được tạo ra dưới dạng hỗn hợp nóng chảy của thiếc và đồng. Lượng nguyên liệu đồng thô cho vào được điều chỉnh sao cho nồng độ đồng trong thiếc nóng chảy 21 không nhỏ hơn 80% nồng độ bão hòa của đồng tại nhiệt độ của thiếc nóng chảy 21.

Nồng độ bão hòa của đồng có nghĩa là nồng độ mà tại đó đồng bị nóng chảy và bão hòa trong thiếc (đồng có thể được hòa tan mà không đông tụ) khi thiếc và đồng đi vào pha lỏng (chuyển sang nóng chảy) trên biểu đồ cân bằng của đồng và thiếc. Nồng độ bão hòa của đồng là, ví dụ, 3,0% theo khối lượng tại nhiệt độ nóng chảy bằng 310°C, 5,5% theo khối lượng tại 380°C, 6,8% theo khối lượng tại 400°C, 8,5% theo khối lượng tại 430°C, và 10,0% theo khối lượng tại 450°C.

Theo phương án này, lượng đồng bổ sung được điều chỉnh theo nhiệt độ gia nhiệt của thiếc nóng chảy 21 sao cho nồng độ đồng không nhỏ hơn 80% nồng độ bão hòa của nó. Khi nồng độ đồng trong thiếc nóng chảy 21 ít hơn 80% nồng độ bão hòa, thì việc hòa tan đồng từ dây đồng 11 dường như dễ xảy ra hơn so với việc hình thành hợp kim đồng-thiếc tại thời điểm nhúng dây đồng 11 vào trong thiếc nóng chảy 21, dẫn đến tỷ lệ của hợp chất đồng-thiếc nhỏ và không có được độ chịu mài mòn mong muốn. Tuy nhiên, bằng cách thiết đặt nồng độ đồng không nhỏ hơn 80% nồng độ bão hòa, có thể làm tăng

tỷ lệ hợp chất đồng-thiếc trong lớp mạ thiếc 12 và do đó có thể có được độ chịu mài mòn cao.

Bản thân đồng chứa trong thiếc nóng chảy 21 không có tác dụng tạo thành lớp mạ thiếc 12 nhưng việc có mặt của đồng này trong thiếc nóng chảy 21 sẽ cản trở việc hòa tan đồng từ dây đồng 11 và tăng cường tạo thành hợp kim đồng-thiếc.

Ví dụ, bộ gia nhiệt được gắn vào bể mạ 20 để gia nhiệt thiếc nóng chảy 21, và thiếc nóng chảy 21 được giữ ở nhiệt độ không đổi sao cho trạng thái nóng chảy của thiếc và đồng có thể được duy trì. Nhiệt độ của thiếc nóng chảy 21 được duy trì ở, ví dụ, trong khoảng từ 250°C đến 350°C.

Tiếp theo, dây đồng 11 có đường kính, ví dụ, bằng từ 0,08mm đến 0,6mm được chuẩn bị. Dây đồng 11 được kéo ra và được nạp ở tốc độ nạp dây định trước.

Tiếp theo, dây đồng 11 được dẫn hướng và được nhúng trong thiếc nóng chảy 21 trong đó nồng độ đồng được điều chỉnh bằng cách bổ sung đồng. Sau khi nhúng trong thời gian định trước, dây đồng 11 được kéo ra khỏi thiếc nóng chảy 21.

Thiếc nóng chảy 21 lắng đọng trên bề mặt của dây đồng 11 sau khi kéo ra khỏi bể mạ 20. Tại giai đoạn này, việc hòa tan đồng từ dây đồng 11 và tạo thành hợp kim đồng-thiếc xảy ra giữa dây đồng 11 và thiếc nóng chảy 21. Theo phương án này, việc tạo thành hợp kim đồng-thiếc gia tăng nhanh hơn việc hòa tan đồng từ dây đồng 11 bằng cách điều chỉnh nồng độ đồng trong thiếc nóng chảy 21 để không nhỏ hơn 80% nồng độ bão hòa.

Tiếp theo, dây đồng 11 có thiếc nóng chảy 21 lắng đọng được lồng qua khuôn 30. Khuôn 30 có lỗ hở mà qua đó dây đồng 11 được lồng vào, và đường kính của lỗ hở này được thiết đặt sao cho thiếc nóng chảy 21 còn thừa trên dây đồng 11 bị loại bỏ và độ dày phủ được điều chỉnh đạt độ dày định trước. Đường kính của lỗ hở có thể được thay đổi một cách phù hợp theo độ dày của lớp mạ thiếc 12, và tốt nhất nếu, ví dụ, lớn hơn đường kính ngoài của dây đồng 11 từ 10µm đến 50µm.

Thiếc nóng chảy 21 lắng đọng trên bề mặt của dây đồng 11 sẽ nguội đi và từ từ hóa cứng, để tạo thành lớp mạ thiếc 12.

Dây đồng mạ thiếc 1 theo phương án này thu được thông qua qui trình mô tả nêu trên. Trong lớp mạ thiếc 12 của dây đồng mạ thiếc 1, tỷ lệ của hợp chất đồng-thiếc có

thể được làm tăng bằng cách tăng cường tạo thành hợp chất đồng-thiếc và tỷ số cường độ toàn phần của đỉnh tương ứng với hợp chất đồng-thiếc có thể được điều chỉnh để không nhỏ hơn 15%.

Dây cáp điện

Dây đồng mạ thiếc 1 được mô tả trên đây có thể được sử dụng để tạo thành dây dẫn của dây cáp điện. Cụ thể, nhiều dây đồng mạ thiếc 1 được xoắn lại với nhau thành dây xoắn và lớp cách điện được tạo ra xung quanh dây xoắn này, nhờ đó tạo thành dây cáp điện (ví dụ, dây cáp điện cho rôbốt công nghiệp).

Số lượng các dây đồng mạ thiếc 1 được xoắn lại với nhau không bị hạn chế một cách cụ thể và có thể được thay đổi một cách phù hợp theo loại dây cáp điện. Ngoài ra, lớp cách điện có thể được tạo thành từ nguyên liệu nhựa đã biết thông thường được lựa chọn phù hợp tùy theo các đặc tính cần cho dây cáp điện.

Hiệu quả của phương án thực hiện này

Theo phương án này, một hoặc nhiều hiệu quả thu được như được mô tả dưới đây.

Dây đồng mạ thiếc 1 theo phương án này được tạo kết cấu mà lớp mạ thiếc 12 chủ yếu được tạo thành từ lớp hợp kim 12a chứa hợp chất đồng-thiếc và tỷ số cường độ toàn phần của đỉnh tương ứng với hợp chất đồng-thiếc không nhỏ hơn 15% trên mẫu nhiễu xạ tia X từ lớp mạ thiếc 12. Do hợp chất đồng-thiếc cứng hơn thiếc, nên lớp mạ thiếc 12 được tạo kết cấu để có tỷ lệ hợp chất đồng-thiếc cao có thể có độ chịu mài mòn cao.

Ngoài ra, do lớp mạ thiếc 12 có độ chịu mài mòn cao, nên việc bong lớp mạ thiếc 12 và dẫn đến làm lộ ra dây đồng 11 có thể được ngăn ngừa ngay cả khi các dây đồng mạ thiếc 1 được xoắn lại với nhau hoặc tiếp xúc với các bộ phận khác trong quá trình xoắn, do vậy, có thể nâng cao độ bền của dây cáp điện.

Tốt hơn nếu độ dày của lớp mạ thiếc 12 nằm trong khoảng từ 0,1 μ m đến 0,5 μ m. Do tỷ lệ của hợp chất đồng-thiếc cứng trong lớp mạ thiếc 12 tăng lên, nên lớp mạ thiếc 12 có thể có độ chịu mài mòn mong muốn trong khi có độ dày nhỏ trong khoảng từ 0,1 μ m đến 0,5 μ m. Ngoài ra, dây đồng mạ thiếc 1 có thể duy trì độ mềm dẻo cao do lớp mạ thiếc 12 mỏng.

Tốt hơn nếu lớp mạ thiếc 12 có độ chịu mài mòn sao cho không để lại bất kỳ vết xước nào trên lớp mạ thiếc khi đầu đo silicon phủ kim cương bố trí trên kính hiển vi nguyên tử được di chuyển trượt tiến và lùi 100 lần ở tốc độ 50 μm /giây trong trạng thái mà đầu đo được ép vào bề mặt của lớp mạ thiếc với tải trọng bằng 1 μN . Do độ chịu mài mòn như vậy sẽ không để lại bất kỳ vết xước sâu nào, nên có thể còn ngăn ngừa dây đồng 11 không bị lộ ra và do vậy nâng cao thêm độ bền của dây cáp điện.

Theo phương án này, thiếc nóng chảy 21 được sử dụng để tạo thành lớp mạ thiếc 12 là hỗn hợp nóng chảy của thiếc và đồng và có nồng độ đồng không nhỏ hơn 80% nồng độ bão hòa của đồng tại nhiệt độ thiếc nóng chảy 21. Khi sử dụng thiếc nóng chảy 21 như vậy, việc tạo thành hợp kim đồng-thiếc được gia tăng nhiều hơn việc hòa tan đồng tại thời điểm nhúng dây đồng 11 và lớp mạ thiếc 12 được tạo thành sau khi hóa cứng do vậy có thể có một tỷ lệ của hợp chất đồng-thiếc tăng thêm. Có thể thu được độ chịu mài mòn cao bằng cách tạo kết cấu lớp mạ thiếc 12 sao cho tỷ số cường độ toàn phần của đỉnh tương ứng với hợp chất đồng-thiếc không nhỏ hơn 15%.

Ngoài ra, trong trường hợp của dây đồng mạ thiếc 1 theo phương án này, lớp mạ thiếc 12 dường như khó bị mòn ngay cả khi dây điện hoặc dây cáp điện sử dụng các dây đồng mạ thiếc 1 được uốn cong lặp đi lặp lại và các dây đồng mạ thiếc 1 này cọ sát vào nhau, và do vậy có khả năng ngăn ngừa dây đồng 11 không bị lộ ra.

Mặc dù phương án của sáng chế được mô tả cụ thể trên đây, nhưng sáng chế không bị giới hạn ở phương án thực hiện được mô tả trên đây và có thể được sửa đổi một cách phù hợp mà không nằm ngoài phạm vi sáng chế.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Tiếp theo, sáng chế sẽ được mô tả cụ thể hơn dựa trên các ví dụ. Tuy nhiên, sáng chế không giới hạn ở các ví dụ này.

Ví dụ 1

Trong ví dụ 1, dây đồng mạ thiếc được chế tạo và độ chịu mài mòn của lớp mạ thiếc của nó được đánh giá.

Trước tiên, kim loại nóng chảy được sử dụng để tạo thành lớp mạ thiếc được tạo ra. Trong ví dụ 1, nguyên liệu đồng thô và nguyên liệu thiếc thô được làm nóng chảy bằng cách gia nhiệt để tạo ra kim loại nóng chảy mà nồng độ đồng bằng 80% (tỷ lệ so

với nồng độ bão hòa) nồng độ bão hòa của nó. Cụ thể, nhiệt độ thiếc nóng chảy được thiết đặt ở 310°C . Dựa trên thực tế là nồng độ bão hòa của đồng tại nhiệt độ này là 3,0% theo khối lượng, đồng được cho vào sao cho thiếc nóng chảy có nồng độ đồng bằng 2,4% theo khối lượng. Tiếp theo bước này, dây đồng có đường kính 0,45mm được dẫn hướng và được nhúng vào thiếc nóng chảy có nồng độ đồng đã được điều chỉnh nêu trên. Sau đó, dây đồng được kéo ra và thiếc nóng chảy dư thừa bị loại bỏ bằng cách lồng dây đồng qua khuôn. Sau đó, thiếc nóng chảy được làm nguội và hóa cứng, và lớp mạ thiếc nhờ đó được tạo thành. Dây đồng mạ thiếc trong ví dụ 1 thu được thông qua quá trình như vậy.

Nhiều xạ tia X từ lớp mạ thiếc của dây đồng mạ thiếc thu được đã được đo. Kết quả là thu được mẫu nhiễu xạ tia X như thể hiện trên Fig.4. Dựa trên Fig.4, tỷ số cường độ toàn phần của đỉnh tương ứng với mặt phẳng có chỉ số Miller (101) của hợp chất đồng-thiếc bằng 19%, nghĩa là không nhỏ hơn 15%.

Độ dày của lớp mạ thiếc cũng được đo bằng phương pháp hòa tan điện ly. Cụ thể, kết quả từ phép đo sử dụng máy đo độ dày lớp điện phân là độ dày của lớp mạ thiếc bằng $0,30\mu\text{m}$.

Mức độ hình thành của hợp chất đồng-thiếc trong lớp mạ thiếc cũng được xác định. Cụ thể, lớp thiếc là lớp bề mặt của lớp mạ thiếc được loại bỏ bằng cách khắc axit lớp mạ thiếc này (xử lý bằng axit clohydric) để làm lộ ra hợp chất đồng-thiếc, và bề mặt của hợp chất đồng-thiếc được quan sát bằng kính hiển vi điện tử. Kết quả là, hợp chất đồng-thiếc được tạo thành trên bề mặt của dây đồng, như thể hiện trên Fig.5. Ngoài ra, việc lộ ra của dây đồng không được quan sát thấy và hợp chất đồng-thiếc vẫn bao phủ bề mặt của dây đồng.

Độ chịu mài mòn của lớp mạ thiếc của dây đồng mạ thiếc trong ví dụ 1 cũng được đo bằng phương pháp sau đây. Cụ thể, một đầu đo bố trí trên kính hiển vi nguyên tử được ép vào bề mặt của lớp mạ thiếc với tải trọng bằng $1\mu\text{N}$, đầu đo trong trạng thái này được di chuyển theo cách trượt tiến và lùi 100 lần, và việc có mặt của các vết xước được kiểm tra bằng cách quan sát bề mặt của lớp mạ thiếc. Trong ví dụ 1, các phân bị loại bỏ khó quan sát thấy trên bề mặt của lớp mạ thiếc thậm chí sau khi cào xước bằng đầu đo. Việc này thể hiện rằng lớp mạ thiếc của dây đồng mạ thiếc trong ví dụ 1 có độ chịu mài mòn đủ để không rơi ra khi các dây dẫn được xoắn lại với nhau và tiếp xúc với

nhau.

Các điều kiện (nhiệt độ và nồng độ đồng) để điều chỉnh thiếc nóng chảy, kết cấu của lớp mạ thiếc, và các kết quả đánh giá được tổng kết trên bảng 1.

Bảng 1

		Ví dụ 1	Ví dụ 2	Ví dụ so sánh 1
Các điều kiện điều chỉnh kim loại nóng chảy	Nhiệt độ [°C]	310	310	310
	Nồng độ đồng [% khối lượng]	2,4	2,9	1,9
	Tỷ lệ so với nồng độ bão hòa [%]	80	96	65
Lớp mạ thiếc	Tỷ số cường độ toàn phần đối với hợp chất đồng-thiếc [%]	19	24	1
	Độ dày [μm]	0,30	0,40	0,10
Độ chịu mài mòn	Độ chịu mài mòn (sự có mặt của các vết xước)	Không Quan sát thấy	Không quan sát thấy	Quan sát thấy

Ví dụ 2 và ví dụ so sánh 1

Các dây đồng mạ thiếc trong ví dụ 2 và ví dụ so sánh 1 được chế tạo theo cách giống với ví dụ 1, ngoại trừ các điều kiện để điều chỉnh thiếc nóng chảy được thay đổi như thể hiện trên bảng 1, và việc đánh giá được thực hiện.

Trong ví dụ 2, xác nhận được rằng tỷ số cường độ toàn phần đối với hợp chất đồng-thiếc trong lớp mạ thiếc có thể được điều chỉnh đến 24% bằng cách điều chỉnh nồng độ đồng trong thiếc nóng chảy đến 96% nồng độ bão hòa. Nói cách khác, trong ví dụ 2, tỷ lệ hợp chất đồng-thiếc tăng lên khi so sánh với 19% trong ví dụ 1. Kết quả từ việc quan sát bề mặt của hợp chất đồng-thiếc là hợp chất đồng-thiếc bao phủ dây đồng mà không có bất kỳ phần bị lộ ra nào như thể hiện trên Fig.6. Ngoài ra, các vết xước không được quan sát thấy, theo cách giống với ví dụ 1.

Mặt khác, trong ví dụ so sánh 1, việc tạo thành hợp chất đồng-thiếc không được gia tăng do nồng độ đồng trong thiếc nóng chảy bằng 65% là ít hơn 80% nồng độ bão

hòa. Cụ thể, khi lớp mạ thiếc của dây đồng mạ thiếc trong ví dụ so sánh 1 được khắc axit và bề mặt được quan sát, thì dây đồng bị lộ ra như thể hiện trên Fig.7 và hợp chất đồng-thiếc khó được tạo thành. Ngoài ra, tỷ số cường độ toàn phần đối với hợp chất đồng-thiếc bằng 1%, nghĩa là nhỏ hơn 15%. Điều này thể hiện rằng việc tạo thành hợp chất đồng-thiếc không được gia tăng trong lớp mạ thiếc của ví dụ so sánh 1 và lớp mạ thiếc được tạo thành chủ yếu là lớp thiếc. Trên dây đồng mạ thiếc của ví dụ so sánh 1, các vết xước được quan sát thấy rõ ràng và không có được độ chịu mài mòn mong muốn.

Bằng cách điều chỉnh nồng độ đồng trong thiếc nóng chảy không nhỏ hơn một giá trị định trước, có thể làm tăng tỷ lệ của hợp chất đồng-thiếc trong lớp mạ thiếc và do đó có khả năng nâng cao độ chịu mài mòn.

Các phương án ưu tiên của sáng chế

Các phương án ưu tiên của sáng chế sẽ được mô tả dưới đây.

(1) Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất dây đồng mạ thiếc bao gồm:

dây đồng có đồng; và

lớp mạ thiếc được tạo thành xung quanh dây đồng và lớp mạ này bao gồm Cu_6Sn_5 là hợp chất đồng-thiếc,

trong đó, trên mẫu nhiễu xạ tia X có được bằng cách chiếu xạ lớp mạ thiếc bằng tia X được đo sao cho tỷ số cường độ toàn phần của I_A trên tổng của I_A và I_B không nhỏ hơn 15%, trong đó I_A là cường độ toàn phần của đỉnh tương ứng với mặt phẳng có chỉ số Miller (101) của hợp chất đồng-thiếc cấu thành lớp mạ thiếc và I_B là cường độ toàn phần của đỉnh tương ứng với mặt phẳng có chỉ số Miller (111) của đồng cấu thành dây đồng.

(2) Dây đồng mạ thiếc được xác định bởi phương án (1) có thể được sửa đổi sao cho tỷ số cường độ toàn phần không lớn hơn 50%.

(3) Dây đồng mạ thiếc được xác định bởi phương án (1) hoặc (2) có thể được sửa đổi sao cho tỷ số cường độ toàn phần không nhỏ hơn 19% và không lớn hơn 30%.

(4) Dây đồng mạ thiếc được xác định bởi phương án bất kỳ trong số các phương án từ (1) đến (3) có thể được sửa đổi sao cho độ dày của lớp mạ thiếc không nhỏ hơn $0,1\mu\text{m}$ và không lớn hơn $0,5\mu\text{m}$.

(5) Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất phương pháp chế tạo dây đồng mạ thiếc bao gồm các bước:

cho đồng vào thiếc nóng chảy sao cho nồng độ đồng trong thiếc nóng chảy được điều chỉnh để không nhỏ hơn 80% nồng độ bão hòa của đồng tại nhiệt độ thiếc nóng chảy; và

nhúng dây đồng có đồng vào trong thiếc nóng chảy có nồng độ đồng đã được điều chỉnh nêu trên và sau đó kéo ra để tạo thành lớp mạ thiếc bao gồm Cu_6Sn_5 là hợp chất đồng-thiếc trên bề mặt của dây đồng,

trong đó mẫu nhiễu xạ tia X có được bằng cách chiếu xạ lớp mạ thiếc bằng tia X được đo sao cho tỷ số cường độ toàn phần của I_A trên tổng của I_A và I_B không nhỏ hơn 15%, trong đó I_A là cường độ toàn phần của đỉnh tương ứng với mặt phẳng có chỉ số Miller (101) của hợp chất đồng-thiếc cấu thành lớp mạ thiếc và I_B là cường độ toàn phần của đỉnh tương ứng với mặt phẳng có chỉ số Miller (111) của đồng cấu thành dây đồng.

(6) Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất dây bọc cách điện bao gồm:

dây dẫn có dây xoắn được tạo thành bằng cách xoắn các dây đồng mạ thiếc; và
lớp cách điện phủ lên dây dẫn này,

các dây đồng mạ thiếc, trong đó mỗi dây bao gồm dây đồng có đồng và lớp mạ thiếc được tạo thành xung quanh dây đồng này và bao gồm Cu_6Sn_5 là hợp chất đồng-thiếc, và

mẫu nhiễu xạ tia X, trong đó mẫu này có được bằng cách chiếu xạ lớp mạ thiếc bằng tia X được đo sao cho tỷ số cường độ toàn phần của I_A trên tổng của I_A và I_B không nhỏ hơn 15%, trong đó I_A là cường độ toàn phần của đỉnh tương ứng với mặt phẳng có chỉ số Miller (101) của hợp chất đồng-thiếc cấu thành lớp mạ thiếc và I_B là cường độ toàn phần của đỉnh tương ứng với mặt phẳng có chỉ số Miller (111) của đồng cấu thành dây đồng.

(7) Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất dây cáp điện bao gồm:

dây dẫn có dây xoắn được tạo thành bằng cách xoắn các dây đồng mạ thiếc; và
lớp cách điện phủ lên dây dẫn,

trong đó từng dây đồng mạ thiếc đều bao gồm dây đồng có đồng và lớp mạ thiếc

được tạo thành xung quanh dây đồng này và bao gồm Cu_6Sn_5 là hợp chất đồng-thiếc, và

mẫu nhiễu xạ tia X, trong đó mẫu này có được bằng cách chiếu xạ lớp mạ thiếc bằng tia X được đo sao cho tỷ số cường độ toàn phần của I_A trên tổng của I_A và I_B không nhỏ hơn 15%, trong đó I_A là cường độ toàn phần của đỉnh tương ứng với mặt phẳng có chỉ số Miller (101) của hợp chất đồng-thiếc cấu thành lớp mạ thiếc và I_B là cường độ toàn phần của đỉnh tương ứng với mặt phẳng có chỉ số Miller (111) của đồng cấu thành dây đồng.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Dây đồng mạ thiếc bao gồm:

dây đồng có đồng; và

lớp mạ thiếc được tạo thành xung quanh dây đồng và bao gồm lớp hợp kim gồm hợp chất đồng-thiếc bao gồm Cu_6Sn_5 và bao phủ bề mặt của dây đồng, và lớp thiếc gồm thiếc, được xếp chồng theo thứ tự từ phía dây đồng,

trong đó mẫu nhiễu xạ tia X có được bằng cách chiếu xạ lớp mạ thiếc bằng tia X được đo sao cho tỷ số mật độ toàn phần của I_A trên tổng của I_A và I_B là 19% hoặc lớn hơn và 24% hoặc nhỏ hơn, trong đó I_A là cường độ toàn phần của đỉnh tương ứng với mặt phẳng có chỉ số Miller (101) của hợp chất đồng-thiếc cấu thành lớp mạ thiếc và I_B là cường độ toàn phần của đỉnh tương ứng với mặt phẳng có chỉ số Miller (111) của đồng cấu thành dây đồng.

2. Dây đồng mạ thiếc theo điểm 1, trong đó độ dày của lớp mạ thiếc không nhỏ hơn $0,1\mu\text{m}$ và không lớn hơn $0,5\mu\text{m}$.

3. Phương pháp chế tạo dây đồng mạ thiếc bao gồm các bước:

cho đồng vào thiếc nóng chảy sao cho nồng độ đồng trong thiếc nóng chảy được điều chỉnh để không nhỏ hơn 2,4% theo khối lượng và không lớn hơn 2,9% theo khối lượng đến không nhỏ hơn 80% và không lớn hơn 96% của nồng độ bão hòa của đồng tại nhiệt độ của thiếc nóng chảy; và

nhúng dây đồng có đồng vào thiếc nóng chảy có nồng độ đồng được điều chỉnh và sau đó kéo ra để tạo thành lớp mạ thiếc trong đó lớp hợp kim gồm hợp chất đồng-thiếc bao gồm Cu_6Sn_5 và bao phủ bề mặt của dây đồng, và lớp thiếc gồm thiếc được xếp chồng theo thứ tự từ phía dây đồng, trên bề mặt của dây đồng,

trong đó mẫu nhiễu xạ tia X có được bằng cách chiếu xạ lớp mạ thiếc bằng tia X được đo sao cho tỷ số mật độ toàn phần của I_A trên tổng của I_A và I_B là 19% hoặc lớn hơn và 24% hoặc nhỏ hơn, trong đó I_A là cường độ toàn phần của đỉnh tương ứng với mặt phẳng có chỉ số Miller (101) của hợp chất đồng-thiếc cấu thành lớp mạ thiếc và I_B là cường độ toàn phần của đỉnh tương ứng với mặt phẳng có chỉ số Miller (111) của đồng cấu thành dây đồng.

4. Dây bọc cách điện bao gồm:

dây dẫn có dây xoắn được tạo thành bằng cách xoắn nhiều dây đồng mạ thiếc; và lớp cách điện bao phủ dây dẫn này,

trong đó các dây đồng mạ thiếc này đều bao gồm dây đồng có đồng, và lớp mạ thiếc được tạo thành xung quanh dây đồng và bao gồm lớp hợp kim gồm hợp chất đồng-thiếc bao gồm Cu_6Sn_5 và bao phủ bề mặt của dây đồng, và lớp thiếc gồm thiếc, được xếp chồng theo thứ tự từ phía dây đồng, và

trong đó mẫu nhiễu xạ tia X có được bằng cách chiếu xạ lớp mạ thiếc bằng tia X được đo sao cho tỷ số mật độ toàn phần của I_A trên tổng của I_A và I_B là 19% hoặc lớn hơn và 24% hoặc nhỏ hơn, trong đó I_A là cường độ toàn phần của đỉnh tương ứng với mặt phẳng có chỉ số Miller (101) của hợp chất đồng-thiếc cấu thành lớp mạ thiếc và I_B là cường độ toàn phần của đỉnh tương ứng với mặt phẳng có chỉ số Miller (111) của đồng cấu thành dây đồng.

5. Dây cáp điện bao gồm:

dây dẫn có dây xoắn được tạo thành bằng cách xoắn nhiều dây đồng mạ thiếc; và lớp cách điện bao phủ dây dẫn này,

trong đó các dây đồng mạ thiếc này đều bao gồm dây đồng có đồng, và lớp mạ thiếc được tạo thành xung quanh dây đồng và bao gồm lớp hợp kim gồm hợp chất đồng-thiếc bao gồm Cu_6Sn_5 và bao phủ bề mặt của dây đồng, và lớp thiếc gồm thiếc, được xếp chồng theo thứ tự từ phía dây đồng, và

trong đó mẫu nhiễu xạ tia X có được bằng cách chiếu xạ lớp mạ thiếc bằng tia X được đo sao cho tỷ số mật độ toàn phần của I_A trên tổng của I_A và I_B là 19% hoặc lớn hơn và 24% hoặc nhỏ hơn, trong đó I_A là cường độ toàn phần của đỉnh tương ứng với mặt phẳng có chỉ số Miller (101) của hợp chất đồng-thiếc cấu thành lớp mạ thiếc và I_B là cường độ toàn phần của đỉnh tương ứng với mặt phẳng có chỉ số Miller (111) của đồng cấu thành dây đồng.

Fig.1

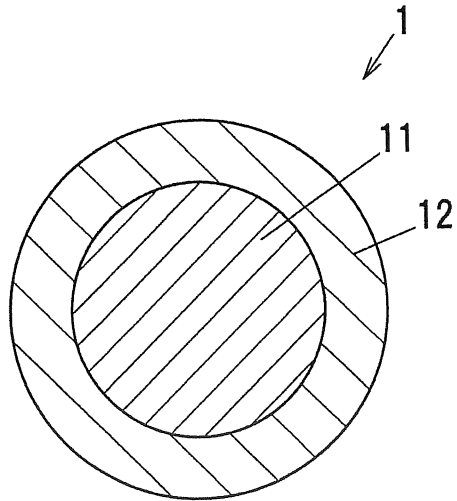


Fig.2

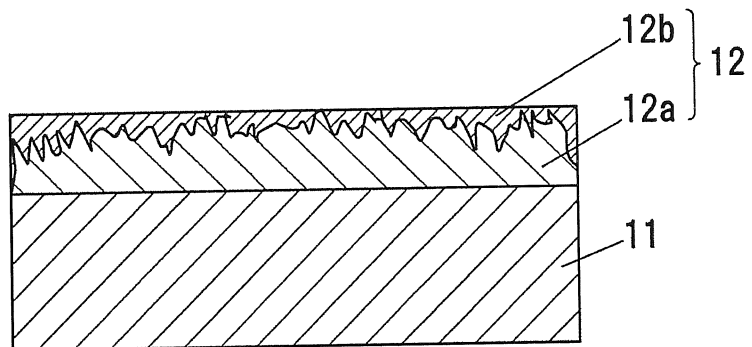


Fig.3

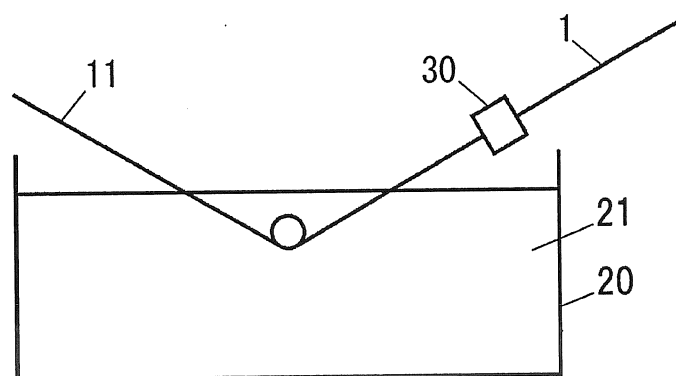


Fig.4

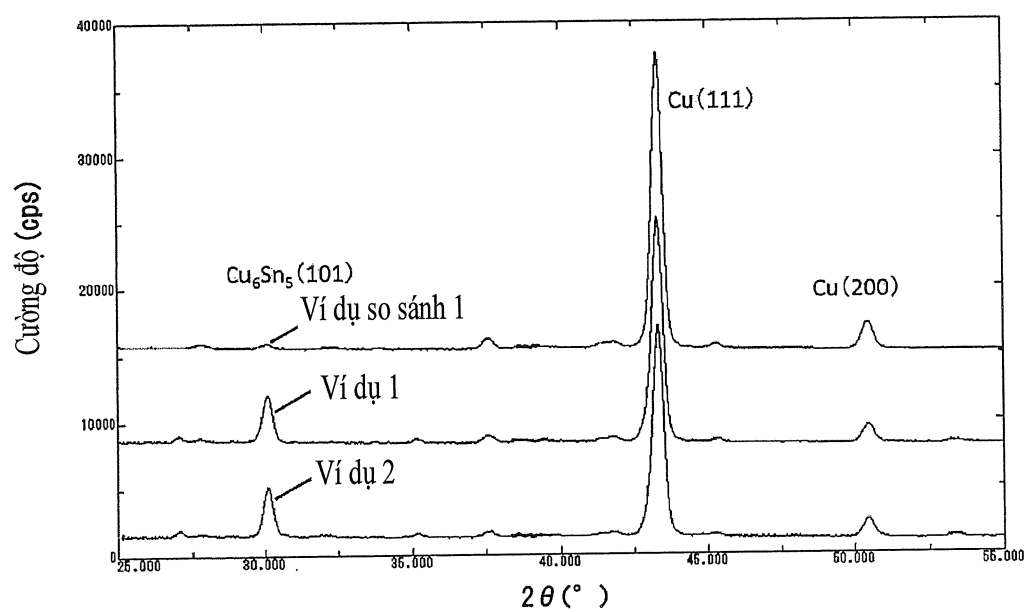


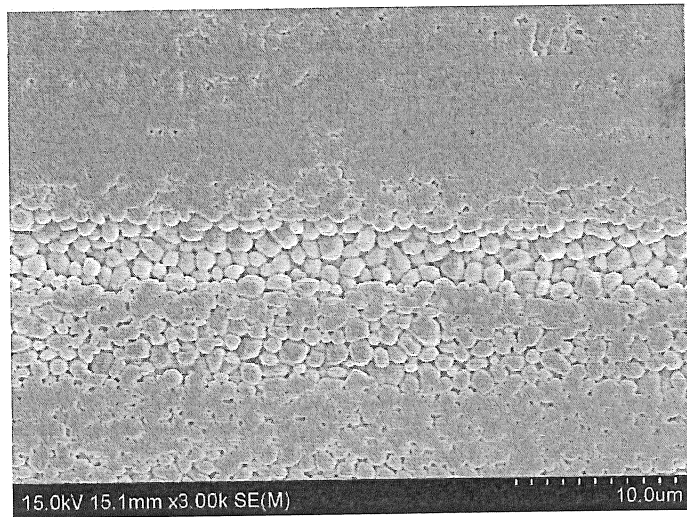
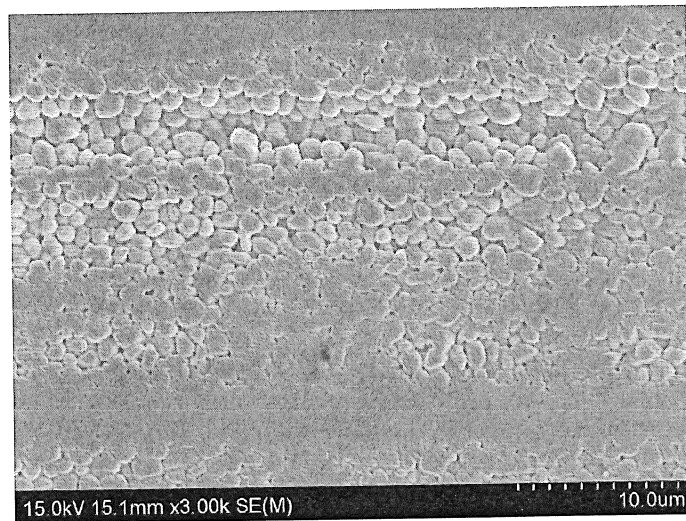
Fig.5**Fig.6**

Fig.7

