



(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)



1-0034978

(51)^{2021.01} H01R 11/12; H01R 43/02

(13) B

(21) 1-2019-07203

(22) 31/05/2018

(86) PCT/CN2018/089209 31/05/2018

(87) WO 2018/223887 13/12/2018

(30) 201710415050.X 05/06/2017 CN

(45) 27/03/2023 420

(43) 25/02/2020 383A

(73) JILIN ZHONG YING HIGH TECHNOLOGY CO., LTD. (CN)

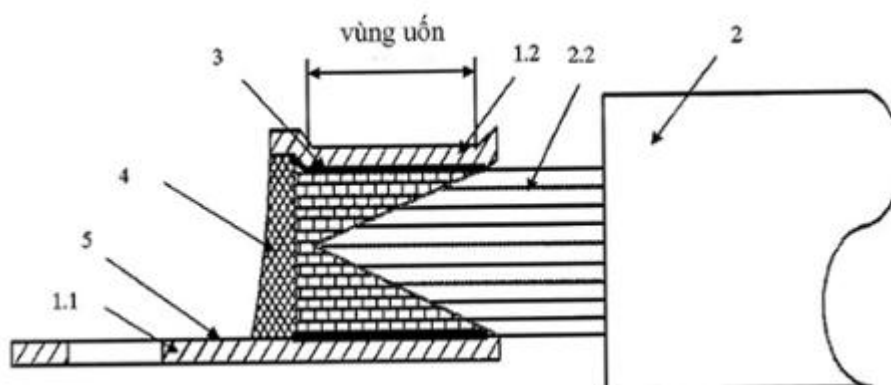
No.1801, Unit 1, Building 13, Wanlonglishuiwan (One) Chaofan Street, High-Tech Development Zone, Changchun, Jilin 130000, P.R. China

(72) WANG, Chao (CN).

(74) Công ty Luật TNHH WINCO (WINCO LAW FIRM)

(54) MỐI NỐI CỦA CỰC ĐỒNG VÀ DÂY NHÔM VÀ PHƯƠNG PHÁP HÀN PLASMA ĐỂ TẠO RA MỐI NỐI NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến mối nối của cực đồng và dây nhôm. Chi tiết nối cực đồng của mối nối được nối với lõi dẫn của dây nhôm bởi lớp hàn chuyển tiếp, và mối nối cũng có thể có lớp hàn gia cường. Sáng chế còn đề cập đến phương pháp tạo ra mối nối này bằng cách sử dụng việc hàn hồ quang plasma. Theo sáng chế, phần nối của cực đồng với dây nhôm được trám hợp kim hàn theo cách hàn hồ quang plasma, sao cho đồng và nhôm được nối bởi hợp kim hàn. Hư hại với lớp nhôm oxit trong quá trình hàn làm tăng độ dẫn và cũng có thể cách ly cực đồng và dây nhôm, bởi vậy ngăn ngừa phản ứng điện hóa giữa đồng và nhôm.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lĩnh vực bộ dây, và đề cập đến mối nối của cực đồng và dây nhôm và phương pháp hàn plasma để tạo ra mối nối này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Đồng được sử dụng rộng rãi do độ dẫn điện, độ dẫn nhiệt và độ dẻo tốt của nó. Tuy nhiên, nguồn tài nguyên đồng là nguồn cấp không lâu dài và giá đồng là cao. Do đó, người ta bắt đầu tìm kiếm vật liệu thay thế cho đồng để giảm giá thành. Nhôm là tương đối rẻ, và cũng có độ dẫn điện, độ dẫn nhiệt và khả năng xử lý dẻo tốt. Do đó, việc thay thế đồng bằng nhôm là xu hướng chính của sự phát triển hiện nay, nhưng một số đặc tính của nhôm vẫn không tốt bằng đồng, nhiều bộ phận vẫn không thể thay thế hoàn toàn đồng bằng nhôm, vì vậy có các trường hợp trong đó mối nối giữa bộ phận nhôm và bộ phận đồng được hàn. Ví dụ, dây dẫn được tạo ra bởi nhôm được sử dụng làm cáp, và các đầu tiếp xúc đồng-nhôm được liên kết bằng cách hàn khi cáp được nối với cực đồng của các thiết bị điện khác nhau hoặc được nối với cáp đồng. Nói chung, cực đồng trong công nghệ thông thường bao gồm chi tiết nối (được gọi là đầu nối) và chi tiết chức năng (được gọi là đầu cố định) ở đầu sau của chi tiết nối. Chi tiết nối được cấu tạo để nối với dây nhôm, và chi tiết chức năng được cấu tạo để nối với cực của thiết bị điện, như động cơ xe ô tô hoặc ắc quy.

Dưới đây là hai vấn đề kỹ thuật mà đã không được giải quyết đối với việc nối và tính dẫn của nhôm và đồng:

1) Nhôm là kim loại hoạt động, và màng oxit dày được tạo ra ngay lập tức trên bề mặt của nhôm trong không khí khô, vì vậy nhôm không bị oxy hóa thêm và có thể chịu nước, trong khi độ dẫn điện của dây nhôm bị giảm đáng kể đồng thời.

2) Vì đồng và nhôm thuộc các nguyên tố khác nhau, độ trơ kim loại của đồng

mạnh hơn độ trợ kim loại của nhôm, và có chênh lệch điện thế cực tương đối lớn giữa đồng và nhôm, phản ứng điện hóa có xu hướng diễn ra sau khi đồng và nhôm được nối và được cấp năng lượng, dẫn đến sự oxy hóa dần dây nhôm và làm giảm độ bền cơ học và độ dẫn điện của dây nhôm.

Theo kỹ thuật nối bộ dây thông thường hiện nay, cực đồng và dây dẫn được uốn chủ yếu cùng nhau, tức là, lõi dẫn của dây dẫn được bố trí trong chi tiết nối của cực, và tiếp đó cực và dây dẫn được uốn cơ học cùng nhau bởi khuôn uốn cực. Tuy nhiên, để kết hợp cực đồng và dây nhôm, phương pháp uốn thông thường không thể giải quyết phản ứng điện hóa giữa dây nhôm và cực đồng theo thời gian, và không thể giải quyết vấn đề suy giảm đặc tính cơ học và đặc tính điện của mối nối của cực đồng và dây nhôm.

Do đó, rất cần có phương pháp mới và chi phí thấp để nối cực đồng và dây nhôm.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Để giải quyết các vấn đề trong công nghệ thông thường là liên kết đồng-nhôm có xu hướng ăn mòn hóa học, nhôm bị oxy hóa dễ dàng và độ bền của mối nối giảm theo thời gian, sáng chế đề xuất mối nối của cực đồng và dây nhôm và phương pháp tạo ra mối nối. Mối nối và phương pháp tạo ra mối nối có thể tránh được sự ăn mòn điện hóa giữa đồng và nhôm, có thể cải thiện đặc tính cơ học và đặc tính điện của mối nối đồng-nhôm, và có thể tăng thời hạn sử dụng của mối nối đồng-nhôm.

Mục đích nêu trên của sáng chế đạt được bởi các giải pháp kỹ thuật sau:

Theo một khía cạnh của sáng chế, sáng chế đề xuất mối nối của cực đồng và dây nhôm và phương pháp tạo ra mối nối, trong đó cực đồng có chi tiết nối và chi tiết chức năng được nối với chi tiết nối, lõi dẫn của dây nhôm được nối với chi tiết nối của cực đồng, trong đó ít nhất lõi dẫn của dây nhôm được nối với chi tiết nối của cực đồng qua lớp hàn chuyển tiếp. Lớp hàn chuyển tiếp được tạo ra bởi hợp kim hàn. Cụ thể, lớp hàn chuyển tiếp được tạo ra bằng cách tráng hợp kim hàn nóng chảy vào khe

nổi giữa chi tiết nổi của cực đồng và dây nhôm sau khi hợp kim hàn nóng chảy. Độ sâu xâm nhập của hợp kim hàn chiếm từ 3% đến 100% độ dài của chi tiết nổi của cực đồng. Theo một phương án, độ sâu xâm nhập của hợp kim hàn chiếm từ 30% đến 100% độ dài của chi tiết nổi của cực đồng.

Theo sáng chế, mỗi nối của cực đồng và dây nhôm có vùng uốn. Diện tích của vùng uốn chiếm ít nhất 1% diện tích gối lên nhau của dây nhôm và cực đồng. Theo một phương án, vùng uốn của mỗi nối của cực đồng và dây nhôm chiếm ít nhất 10% diện tích gối lên nhau của dây nhôm và cực đồng. Lớp hàn chuyển tiếp được tạo bởi hợp kim hàn. Lớp hàn chuyển tiếp được tạo ra bằng cách trám hợp kim hàn nóng chảy vào khe nối giữa cực đồng và dây nhôm sau khi hợp kim hàn nóng chảy. Độ sâu xâm nhập của hợp kim hàn chiếm từ 5% đến 100% độ dài của toàn bộ vùng uốn. Theo một phương án, độ sâu xâm nhập của hợp kim hàn chiếm từ 35% đến 100% độ dài của toàn bộ vùng uốn.

Trong mỗi nối và phương pháp hàn theo sáng chế, vật liệu kim loại của hợp kim hàn là kim loại hoặc hợp kim có điểm nóng chảy không cao hơn điểm nóng chảy của nhôm. Theo một phương án ưu tiên, vật liệu kim loại của hợp kim hàn chứa kẽm. Vì điểm nóng chảy của kẽm thấp hơn điểm nóng chảy của đồng và nhôm, nhiệt độ có thể được kiểm soát để làm nóng chảy kẽm, nhưng không làm nóng chảy mỗi nối của cực đồng và dây nhôm khi nung nóng và làm nóng chảy hợp kim hàn trong quá trình xử lý, nhờ đó tác động đến đặc tính cơ học và đặc tính điện của mỗi nối. Ngoài ra, kẽm là tương đối rẻ. Tốt hơn nếu kẽm chiếm hơn 30% tổng khối lượng của hợp kim hàn. Tốt hơn nữa nếu kẽm chiếm hơn 60% tổng khối lượng của hợp kim hàn.

Theo một phương án ưu tiên, mỗi nối của cực đồng và dây nhôm còn có lớp hàn gia cường. Tốt hơn nếu lớp hàn gia cường bọc mặt đầu của lõi dẫn của dây nhôm, trong đó lớp hàn gia cường có độ dày nằm trong khoảng từ 0mm đến 15mm. Tốt hơn nữa nếu độ dày của lớp hàn gia cường nằm trong khoảng từ 1,5mm đến 5,5mm.

Mỗi nối của cực đồng và dây nhôm theo sáng chế cách ly cực đồng với dây

nhôm bởi lớp hàn chuyển tiếp, hoặc bởi lớp hàn chuyển tiếp và lớp hàn gia cường, nhờ đó làm giảm một cách hiệu quả sự ăn mòn điện hóa của đồng và nhôm. Hơn nữa, vì lớp hàn gia cường bọc mặt đầu của dây nhôm, nên cực đồng và lõi dẫn của dây nhôm không tiếp xúc với không khí và hơi ẩm, làm giảm thêm sự ăn mòn. Ngoài ra, lớp hàn chuyển tiếp và lớp hàn gia cường gắn chặt mối nối của cực đồng và dây nhôm, mà tăng một cách hiệu quả lực kéo của mối nối.

Theo sáng chế, cực đồng được tạo ra bởi đồng hoặc hợp kim đồng. Tốt hơn nếu chi tiết nối của cực đồng có hình dạng dẹt, hoặc hình dạng vòm, hoặc hình dạng cột rỗng có lỗ ở hai đầu, trong đó mặt bên của cột rỗng có thể được đóng kín hoặc được mở.

Theo một phương án ưu tiên, chi tiết nối của cực đồng được kết hợp với chi tiết chức năng, trong đó chi tiết nối là chi tiết của cực đồng để nối với dây nhôm, và chi tiết chức năng ở vùng cố định của cực đồng để nối với thiết bị điện, và là vùng chính trong đó đầu của cáp được lắp đặt và được cố định để nối điện cực đồng với thiết bị điện.

Theo một phương án ưu tiên, bề mặt của cực đồng được phủ bằng lớp phủ. Tốt hơn nếu lớp phủ có độ dày nằm trong khoảng từ $3\mu\text{m}$ đến $5000\mu\text{m}$. Tốt hơn nữa nếu độ dày của lớp phủ nằm trong khoảng từ $5\mu\text{m}$ đến $1000\mu\text{m}$. Lớp phủ có thể được phủ vào cực đồng bằng cách mạ điện, hàn điện từ, phun hồ quang hoặc hàn áp lực.

Lớp đệm kim loại có độ dày nằm trong khoảng từ $3\mu\text{m}$ đến $5000\mu\text{m}$. Theo một phương án ưu tiên, độ dày của lớp đệm kim loại nằm trong khoảng từ $5\mu\text{m}$ đến $1000\mu\text{m}$. Nếu độ dày của lớp đệm kim loại nhỏ hơn $3\mu\text{m}$, lớp đệm kim loại dễ bị phá hủy bởi cực đồng và dây nhôm trong quá trình uốn hoặc hàn, vì vậy sự tiếp xúc của đồng và nhôm làm cho lớp đệm kim loại không cách ly đồng với nhôm. Nếu độ dày của lớp đệm kim loại lớn hơn $5000\mu\text{m}$, vì độ dẫn điện của phần lớn các lớp đệm kim loại không tốt như độ dẫn điện của đồng và nhôm, nên độ dày lớn của lớp đệm kim loại gây ra độ sụt áp của mối nối của cực đồng và dây nhôm, và làm tăng mức tiêu thụ

của kim loại đệm và làm tăng chi phí, nhưng không làm tăng đáng kể đặc tính điện và đặc tính cơ học của mối nối của cực đồng và dây nhôm. Nói chung, nếu lớp đệm kim loại được phủ bằng cách mạ điện hoặc phun hồ quang, độ dày của lớp đệm kim loại có thể đạt đến từ $3\mu\text{m}$ đến $1000\mu\text{m}$, và nếu lớp đệm kim loại được phủ bằng cách hàn điện từ hoặc hàn áp lực, độ dày của lớp đệm kim loại có thể đạt đến từ $1000\mu\text{m}$ đến $5000\mu\text{m}$. Do đó, lớp đệm kim loại theo sáng chế được thiết lập trong khoảng độ dày từ $3\mu\text{m}$ đến $5000\mu\text{m}$.

Vật liệu kim loại của lớp phủ là một kim loại hoặc hỗn hợp kim loại bất kỳ của crom hoặc hợp kim crom, kẽm hoặc hợp kim kẽm, thiếc hoặc hợp kim thiếc, titan hoặc hợp kim titan, ziricon hoặc hợp kim ziricon, niken hoặc hợp kim niken, bạc hoặc hợp kim bạc, và vàng hoặc hợp kim vàng. Tốt hơn nữa nếu vật liệu kim loại của lớp phủ là một kim loại hoặc hỗn hợp kim loại bất kỳ của kẽm hoặc hợp kim kẽm, thiếc hoặc hợp kim thiếc, và niken hoặc hợp kim niken.

Trong mối nối và phương pháp hàn theo sáng chế, lõi dẫn liên quan của dây nhôm có thể là nhôm hoặc hợp kim nhôm. Dây nhôm là dây dẫn đặc hoặc dây nhiều sợi.

Mặt khác, sáng chế còn đề xuất phương pháp hàn plasma dùng cho mối nối của cực đồng và dây nhôm, phương pháp này bao gồm các bước 1 đến 3 sau đây:

Trong bước 1, lõi dẫn của dây nhôm được lắp ráp với chi tiết nối của cực đồng.

Trong bước 2, lõi dẫn của dây nhôm và chi tiết nối của cực đồng được ép chặt bằng cách uốn để tạo ra vùng uốn.

Trong bước 3, hợp kim hàn được vận chuyển đến cực đồng. Tốt hơn nếu hợp kim hàn được vận chuyển đến chi tiết nối của cực đồng. Tốt hơn nếu hợp kim hàn được vận chuyển đến vùng uốn của dây nhôm và cực đồng, và tiếp đó hợp kim hàn được hàn bằng cách hàn hồ quang plasma và trám vào khe nối giữa cực đồng và dây nhôm bởi tác động mao dẫn để tạo ra lớp hàn chuyển tiếp.

Theo một phương án khác, hợp kim hàn có thể được nạp trước và tiếp đó được

nổi, phương pháp hàn cụ thể bao gồm các bước 1 đến 3 sau đây:

Trong bước 1, lõi dẫn của dây nhôm được bọc bởi hợp kim hàn, hoặc ít nhất một phần ở đó chi tiết nối của cực đồng được nối với lõi dẫn của dây nhôm được bọc bởi hợp kim hàn, và tiếp đó lõi dẫn của dây nhôm được lắp ráp với chi tiết nối của cực đồng.

Trong bước 2, lõi dẫn của dây nhôm, hợp kim hàn và chi tiết nối của cực đồng được ép chặt bằng cách uốn để tạo ra vùng uốn.

Trong bước 3, hợp kim hàn được làm nóng chảy giữa cực đồng và dây nhôm bằng cách hàn hồ quang plasma và được trám vào khe nối giữa cực đồng và dây nhôm bởi tác động mao dẫn để tạo ra lớp hàn chuyển tiếp.

Theo một phương án ưu tiên của hai phương pháp nêu trên, trong bước 3), hợp kim hàn được làm nóng chảy trước tiên bằng cách hàn hồ quang plasma để tạo ra lớp hàn gia cường, và tiếp đó quy trình hàn được tiếp tục để trám hợp kim hàn vào khe giữa cực đồng và dây nhôm để tạo ra lớp hàn chuyển tiếp. Tốt hơn nếu lớp hàn gia cường có độ dày nằm trong khoảng từ 0mm đến 15mm; và tốt hơn nữa nếu độ dày của lớp hàn gia cường nằm trong khoảng từ 1,5mm đến 5,5mm.

Trong phương pháp tạo ra mối nối của cực đồng và dây nhôm nêu trên, sự giải thích bổ sung sau cũng được đưa ra:

Trong bước 2, diện tích vùng uốn của mối nối của cực đồng và dây nhôm chiếm ít nhất 1% diện tích gồi lên nhau của dây nhôm và cực đồng; và tốt hơn nếu diện tích vùng uốn của mối nối của cực đồng và dây nhôm chiếm ít nhất 10% diện tích gồi lên nhau của dây nhôm và cực đồng.

Trong bước 2, tỷ lệ nén của dây nhôm được uốn nằm trong khoảng từ 70% đến 90%, tốt hơn nữa nếu nằm trong khoảng từ 75% đến 85%. Nếu tỷ lệ nén của dây nhôm nhỏ hơn 70%, dây nhôm bị ép thành dây dẫn mảnh, và lực kéo có thể chịu được trở nên nhỏ, dẫn đến đặc tính cơ học không đủ của cực và dây nhôm, hơn nữa sau khi dây nhôm được ép gọn, thì hợp kim hàn khó đi vào khe của dây nhôm, làm giảm tác

dụng cách ly của hợp kim hàn trên cực và dây nhôm. Nếu tỷ lệ nén lớn hơn 90%, khe giữa dây nhôm và cực đồng là quá lớn, và sự tiếp xúc của dây nhôm và cực đồng là không đủ, dẫn đến đặc tính cơ học và đặc tính điện không đủ của mối nối của dây nhôm và cực đồng.

Trong bước 3, khí ion hóa và khí bảo vệ của việc hàn plasma có thể là nito, argon, heli, neon, krypton hoặc xenon, và tốt hơn nữa là argon.

Trong bước 3, dòng hàn của việc hàn plasma nằm trong khoảng từ 5A đến 100A, và tốt hơn nữa nếu nằm trong khoảng từ 20A đến 80A.

Trong bước 3, tốc độ dòng khí ion hóa nằm trong khoảng từ 1 đến 5 L/phút, và tốc độ dòng khí bảo vệ nằm trong khoảng từ 3 đến 12 L/phút. Tốt hơn nếu tốc độ dòng khí ion hóa nằm trong khoảng từ 2 đến 3 L/phút, và tốc độ dòng khí bảo vệ nằm trong khoảng từ 5 đến 10 L/phút.

Trong bước 3, góc giữa súng hàn plasma và chiều dọc trục của cực đồng nhỏ hơn 45°, và tốt hơn nữa là nhỏ hơn 20°.

Trong bước 3, sau khi mối nối của cực đồng và dây nhôm được hàn bằng cách hàn plasma, độ sâu xâm nhập của hợp kim hàn chiếm từ 3% đến 100% độ dài của chi tiết nối của cực đồng, và tốt hơn nữa nếu độ sâu xâm nhập của hợp kim hàn chiếm từ 30% đến 100% độ dài của chi tiết nối của cực đồng. Thử nghiệm cho thấy rằng độ sâu xâm nhập chiếm độ dài của toàn bộ chi tiết nối càng lớn, thì đặc tính cơ học và đặc tính điện của chi tiết nối càng tốt. Nếu độ sâu xâm nhập chiếm nhỏ hơn 3% độ dài của chi tiết nối, đặc tính cơ học và đặc tính điện của chi tiết nối bị giảm đáng kể.

Trong bước 3, sau khi hàn plasma, độ sâu xâm nhập của hợp kim hàn chiếm từ 5% đến 100% độ dài của toàn bộ vùng uốn, và tốt hơn nếu độ sâu xâm nhập của hợp kim hàn chiếm từ 35% đến 100% độ dài của toàn bộ vùng uốn. Thử nghiệm cho thấy rằng độ sâu xâm nhập chiếm toàn bộ vùng uốn càng lớn, đặc tính cơ học và đặc tính điện của chi tiết nối càng tốt. Nếu độ sâu xâm nhập chiếm nhỏ hơn 5% toàn bộ vùng uốn, đặc tính cơ học và đặc tính điện của chi tiết nối bị giảm đáng kể.

Trong bước 3, vật liệu của hợp kim hàn là kim loại hoặc hợp kim có điểm nóng chảy không cao hơn điểm nóng chảy của nhôm, và tốt hơn nếu vật liệu kim loại của hợp kim hàn là kim loại hoặc hợp kim có điểm nóng chảy không cao hơn điểm nóng chảy của nhôm. Tốt hơn nữa nếu vật liệu kim loại của hợp kim hàn là kẽm; tốt hơn nữa nếu kẽm chiếm hơn 30% tổng khối lượng của hợp kim hàn; và tốt hơn nữa nếu kẽm chiếm hơn 60% tổng khối lượng của hợp kim hàn.

Sáng chế áp dụng việc hàn hồ quang plasma với hợp kim hàn để tạo ra mối nối của cực đồng và dây nhôm đối với lần đầu tiên. Hiện nay, mối nối của cực đồng và dây nhôm được tạo ra chủ yếu bằng cách uốn, tức là, sự nối giữa cực đồng và dây nhôm được thực hiện bằng cách uốn cơ học. Trong lĩnh vực sản xuất bó dây, không sử dụng việc hàn hồ quang plasma để tạo ra mối nối của cực đồng và dây nhôm.

Trước hết, khó đảm bảo độ bền hàn và độ ổn định của mối nối của cực đồng và dây nhôm chỉ bằng cách hàn hồ quang plasma, và các yêu cầu của bó dây đối với độ bền cơ học và sử dụng độ ổn định của mối nối của cực đồng và dây nhôm là không thể đáp ứng. Nếu chỉ cực đồng tiếp xúc với và được hàn với dây nhôm, vì điểm nóng chảy của nhôm và đồng lần lượt là 660°C và 1083°C , nhôm và đồng không thể được làm nóng chảy đồng thời trong quá trình hàn, có các hợp chất kim loại giòn như kim loại giàu đồng trong mối hàn, và chất lượng hàn là rất kém, không thể đáp ứng các yêu cầu điện và cơ học của lĩnh vực bó dây đối với việc sử dụng mối nối của cực đồng và dây nhôm.

Sáng chế áp dụng việc hợp kim hàn và hàn hồ quang plasma với mối nối của cực đồng và dây nhôm, nhờ đó đảm bảo đặc tính cơ học và đặc tính điện của mối nối của cực đồng và dây nhôm. Quan trọng hơn, hợp kim hàn được làm nóng chảy ở khe nối giữa dây nhôm và cực đồng để tạo ra lớp hàn chuyển tiếp; hoặc, hợp kim hàn được làm nóng chảy để trước tiên tạo ra lớp hàn gia cường, và tiếp đó quy trình hàn được tiếp tục để trám hợp kim hàn vào khe giữa cực đồng và dây nhôm để tạo ra lớp hàn chuyển tiếp.

Lớp hàn chuyển tiếp cách ly lõi dẫn của dây nhôm cực đồng, và phần lớn cách ly mối nối của cực đồng và dây nhôm với không khí bên ngoài và nước, nhờ đó tránh một cách hiệu quả sự ăn mòn điện hóa gây ra bởi sự tiếp xúc trực tiếp giữa cực đồng và lõi dẫn của dây nhôm, làm giảm chênh lệch điện thế giữa đồng và nhôm qua lớp hàn chuyển tiếp, cải thiện thời hạn sử dụng của mối nối của cực đồng và dây nhôm, và đảm bảo đặc tính cơ học và đặc tính điện dài hạn của mối nối của cực đồng và dây nhôm. Lớp hàn gia cường theo sáng chế có thể cải thiện thêm đặc tính cơ học của mối nối của cực đồng và dây nhôm, có thể cách ly hoàn toàn lõi dẫn của dây nhôm với không khí bên ngoài và nước, và có thể còn kéo dài thời hạn sử dụng của mối nối của cực đồng và dây nhôm.

Ngoài ra, độ ổn định, mức tạo ra nhiệt và nhiệt độ của việc hàn hồ quang plasma cao hơn so với mức tạo ra nhiệt và nhiệt độ của việc hàn hồ quang thông thường. So với việc hàn hồ quang thông thường, hàn hồ quang plasma có lực xâm nhập lớn hơn và tốc độ hàn lớn hơn. Thời gian hàn của việc hàn hồ quang plasma được rút ngắn ít nhất 20% thời gian hàn của việc hàn hồ quang thông thường, và mức tiêu thụ năng lượng được giảm ít nhất 30% hoặc lớn hơn, làm giảm đáng kể chi phí tạo ra mối nối của cực đồng và dây nhôm.

Cần thấy rằng đặc tính cơ học và đặc tính điện của cực nối đồng-nhôm có thể được tăng cường bằng cách uốn cực đồng và dây nhôm cùng nhau trước khi hàn cực đồng và dây nhôm với hợp kim hàn bằng cách hàn hồ quang plasma. Việc sử dụng mối nối tạo ra bởi việc hàn hồ quang plasma và hợp kim hàn có thể cải thiện đặc tính cơ học và đặc tính điện ở một mức độ nhất định, tuy nhiên sự cải thiện đặc tính bị hạn chế, vì hợp kim hàn chỉ được phân bố trên bề mặt của dây dẫn bởi tác động mao dẫn sau khi nóng chảy và tạo ra mối nối với cực đồng. Theo một phương án ưu tiên, cực đồng được uốn cơ học với dây nhôm và tiếp đó việc hàn hồ quang plasma được thực hiện, không chỉ tăng cường đặc tính cơ học mà còn đảm bảo đặc tính điện bằng cách sử dụng hợp kim hàn để làm giảm chênh lệch điện thế giữa đồng và nhôm. Không

hiển nhiên là hợp kim hàn và việc uốn nối tăng cường đặc tính cơ học và đặc tính điện của mối nối của cực đồng và dây nhôm sau khi hàn hồ quang plasma. Cụ thể, nếu hợp kim hàn chứa kẽm với lượng lớn hơn 60%, bằng cách kết hợp việc hàn hồ quang plasma với việc uốn, độ sụt áp tối đa của mối nối của cực đồng và dây nhôm được giảm khoảng 15%, và mức tối đa của lực kéo được tăng khoảng 20%.

Dưới đây là các ưu điểm của sáng chế:

1. Việc hàn hồ quang plasma kết hợp với hợp kim hàn để tạo ra lớp hàn chuyển tiếp được áp dụng để tạo ra mối nối của cực đồng và dây nhôm đối với lần đầu tiên, mà tăng cường đặc tính cơ học và đặc tính điện của mối nối của cực đồng và dây nhôm, tránh một cách hiệu quả sự ăn mòn điện hóa gây ra bởi sự tiếp xúc trực tiếp giữa cực đồng và lõi dẫn của dây nhôm, làm giảm chênh lệch điện thế giữa đồng và nhôm qua lớp hàn chuyển tiếp, và kéo dài thời hạn sử dụng của mối nối của cực đồng và dây nhôm.

2. Lớp hàn gia cường theo sáng chế có thể cải thiện thêm đặc tính cơ học của mối nối của cực đồng và dây nhôm, có thể cách ly hoàn toàn lõi dẫn của dây nhôm với không khí bên ngoài và nước, và có thể kéo dài thêm thời hạn sử dụng của mối nối của cực đồng và dây nhôm.

3. Trong quá trình hàn mối nối của cực đồng và dây nhôm bằng cách hàn hồ quang plasma, hợp kim hàn nóng chảy, cực đồng và dây nhôm đã nung nóng đều trong sự bảo vệ của khí trơ của việc hàn hồ quang plasma, ngăn không cho dây nhôm bị oxy hóa thêm bởi oxy trong không khí và đảm bảo đặc tính điện và thời hạn sử dụng của mối nối của cực đồng và dây nhôm sau khi hàn.

4. Đặc tính cơ học và đặc tính điện của cực nối đồng-nhôm có thể được tăng cường bằng cách uốn cực đồng và dây nhôm cùng nhau trước khi hàn cực đồng và dây nhôm với hợp kim hàn bằng cách hàn hồ quang plasma. Độ sụt áp tối đa của mối nối của cực đồng và dây nhôm được giảm khoảng 15%, và mức tăng tối đa của lực kéo được tăng khoảng 20%.

5. Độ ổn định, mức tạo ra nhiệt và nhiệt độ của việc hàn hồ quang plasma cao hơn so với mức tạo ra nhiệt và nhiệt độ của việc hàn hồ quang thông thường. So với việc hàn hồ quang thông thường, việc hàn hồ quang plasma có lực xâm nhập lớn hơn và tốc độ hàn lớn hơn. Thời gian hàn của việc hàn hồ quang plasma được rút ngắn ít nhất 20% thời gian hàn của việc hàn hồ quang thông thường, và mức tiêu thụ năng lượng được giảm ít nhất 30% hoặc lớn hơn, làm giảm đáng kể chi phí tạo ra mỗi nối của cực đồng và dây nhôm. Ngoài ra, quy trình hàn hồ quang plasma là ổn định, nhờ đó đảm bảo một cách hiệu quả chất lượng của mỗi nối của cực đồng và dây nhôm.

6. Mỗi nối của cực đồng và dây nhôm trong công nghệ thông thường yêu cầu chi tiết nối của cực đồng được tạo hình dạng vòm hoặc cột rỗng có các lỗ ở cả hai đầu, trong khi sáng chế là thích hợp để tạo ra các hình dạng khác nhau của mỗi nối của cực đồng và dây nhôm, giải quyết một cách hiệu quả hạn chế của việc tạo ra mỗi nối của cực đồng và dây nhôm bằng cách uốn và tương tự trong việc lựa chọn hình dạng của cực đồng.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 thể hiện mẫu ví dụ của cực đồng;

Fig.2 thể hiện mẫu ví dụ của dây nhôm;

Fig.3 thể hiện mẫu ví dụ của dây nhôm nối với cực đồng;

Fig.4 thể hiện mẫu ví dụ của hình chiếu từ trên xuống của cực đồng và dây nhôm sau khi sự nối được hoàn tất;

Fig.5 thể hiện mẫu ví dụ của mặt cắt dọc của cực đồng và dây nhôm nhiều lõi sau khi việc hàn được hoàn tất;

Fig.6 thể hiện mẫu ví dụ của mặt cắt dọc của cực đồng và dây nhôm đặc sau khi việc hàn được hoàn tất;

Fig.7 thể hiện mẫu ví dụ của mặt cắt ngang của cực đồng và dây nhôm sau khi việc hàn được hoàn tất;

Fig.8 thể hiện cực đồng dạng gàu có thể áp dụng theo sáng chế;

Fig.9 thể hiện mẫu ví dụ của cực đồng trên Fig.8 sau khi cực đồng được hàn theo phương pháp của sáng chế; và

Fig.10 thể hiện mẫu ví dụ của hình chiếu cạnh của cực đồng và dây nhôm dẹt sau khi sự nối được hoàn tất.

Các số chỉ dẫn trên các Fig.1 đến Fig.10 được liệt kê như sau:

- | | |
|------------------------|-------------------------|
| 1 cực đồng; | 1.1 chi tiết chức năng; |
| 1.2 chi tiết nối; | 2 dây nhôm; |
| 2.1 lớp cách ly; | 2.2 dây dẫn lõi nhôm; |
| 3 lớp hàn chuyển tiếp; | 4 lớp hàn gia cường; |
| 5 lớp phủ cực. | |

Mô tả chi tiết sáng chế

Các giải pháp kỹ thuật của sáng chế được minh họa thêm bởi các phương án cụ thể. Các phương án cụ thể không được dự tính giới hạn phạm vi bảo hộ của sáng chế. Một số sự cải biến và làm thích ứng không cơ bản được tiến hành bởi những người khác theo khái niệm của sáng chế vẫn nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế.

Phương án thứ nhất: mối nối của cực đồng và dây nhôm

Như được thể hiện trên Fig.1 và Fig.8, cực đồng 1 bao gồm chi tiết nối 1.2 và chi tiết chức năng 1.1 ở đầu phía sau của nó.

Như được thể hiện trên Fig.2, dây nhôm 2 là dây nhiều sợi mà bao gồm dây dẫn lõi nhôm 2.2 và lớp cách ly 2.1.

Lõi dẫn của dây nhôm 2 được nối với chi tiết nối 1.2. Cụ thể, hình vẽ mặt cắt dọc của mối nối được thể hiện trên Fig.5. Lớp hàn chuyển tiếp 3 được bố trí trong khe giữa đầu phía trước của dây nhôm và chi tiết nối. Lớp hàn gia cường 4 còn được bố trí ở đầu phía trước của dây nhôm. Lớp hàn gia cường 4 bọc hoàn toàn mặt đầu của đầu phía trước của dây nhôm và được kết hợp với lớp hàn chuyển tiếp.

Như được thể hiện trên Fig.3, lớp hàn gia cường có độ dày nằm trong khoảng từ 0mm đến 15mm, và tốt hơn nếu độ dày của lớp hàn gia cường nằm trong khoảng từ

1,5mm đến 5,5mm.

Như được thể hiện trên Fig.5, vùng uốn được bố trí giữa cực đồng và lõi dẫn của dây nhôm, và diện tích của vùng uốn chiếm ít nhất 1% diện tích gối lên nhau giữa dây nhôm và cực đồng. Tốt hơn nếu diện tích vùng uốn của mỗi nối của cực đồng và dây nhôm chiếm ít nhất 10% diện tích gối lên nhau giữa dây nhôm và cực đồng.

Phương án thứ hai: mỗi nối của cực đồng và dây nhôm

So với phương án thứ nhất, phương án này có khác biệt sau: mỗi nối không có lớp hàn gia cường.

Phương án thứ ba: mỗi nối của cực đồng và nhôm

So với phương án thứ nhất, phương án này có khác biệt sau: như được thể hiện trên Fig.10, chi tiết nối của cực đồng là dẹt, dây nhôm được ép trước lên cực đồng bởi dụng cụ hoặc khuôn, hợp kim hàn được làm nóng chảy giữa cực đồng và dây nhôm bằng cách hàn hồ quang plasma và được trám vào khe giữa cực đồng và dây nhôm bởi tác động mao dẫn để tạo ra lớp hàn chuyển tiếp.

Phương án thứ tư: mỗi nối của cực đồng và nhôm

So với phương án thứ nhất, phương án này có khác biệt sau:

Như được thể hiện trên Fig.5, bề mặt của cực đồng còn bao gồm lớp phủ 5.

Tốt hơn nếu lớp phủ có độ dày nằm trong khoảng từ $3\mu\text{m}$ đến $5000\mu\text{m}$, và tốt hơn nữa nếu độ dày của lớp phủ nằm trong khoảng từ $5\mu\text{m}$ đến $1000\mu\text{m}$.

Tốt hơn nếu lớp phủ được phủ lên cực đồng bằng cách mạ điện, hàn điện từ, phun hồ quang hoặc hàn áp lực.

Quy trình mạ điện bao gồm các bước sau: bước 1, cấp kim loại mạ ở anot; bước 2, cấp chất cần được mạ ở catot; bước 3, nối catot và anot bằng dung dịch điện phân chứa ion dương kim loại cần được mạ; bước 4, oxy hóa (mất electron) kim loại của anot, khử (thu được electron) các ion dương trong dung dịch ở catot thành các nguyên tử và tích tụ nguyên tử trên lớp bề mặt của catot, sau khi catot và anot được cấp năng lượng bằng cách cấp điện dòng một chiều.

Quy trình hàn điện từ bao gồm các bước sau: bước 1, xếp chồng hai loại kim loại cần được hàn áp lực; bước 2, tạo ra từ tính cao áp trong vùng hàn bằng thiết bị hàn điện từ, cho phép hai loại kim loại va đập ở mức năng lượng nguyên tử được dẫn động bởi lực điện từ, nhờ đó hàn hai loại kim loại cùng nhau.

Quy trình phun hồ quang bao gồm: vận chuyển kim loại đệm đến vùng hồ quang và phun mù kim loại đệm, và tiếp đó phun kim loại đệm đã phun mù lên bề mặt của chi tiết gia công ở tốc độ cao dưới tác động của khí nén để tạo ra lớp phủ phun hồ quang.

Quy trình hàn áp lực bao gồm các bước sau: bước 1, xếp chồng hai loại kim loại cần được hàn áp lực; bước 2, tác dụng áp lực để khuếch tán hoàn toàn đến các bề mặt cần được hàn để thực hiện liên kết liên nguyên tử; bước 3, cải thiện tác dụng hàn và rút ngắn thời gian hàn bằng cách tăng nhiệt độ, theo kim loại và nguồn áp lực.

Tốt hơn nếu vật liệu kim loại của lớp phủ là một kim loại hoặc hỗn hợp bất kỳ của các kim loại gồm crom hoặc hợp kim crom, kẽm hoặc hợp kim kẽm, thiếc hoặc hợp kim thiếc, titan hoặc hợp kim titan, ziricon hoặc hợp kim ziricon, niken hoặc hợp kim niken, bạc hoặc hợp kim bạc, và vàng hoặc hợp kim vàng. Tốt hơn nữa nếu vật liệu kim loại của lớp phủ là một kim loại hoặc hỗn hợp bất kỳ của các kim loại gồm kẽm hoặc hợp kim kẽm, thiếc hoặc hợp kim thiếc, và niken hoặc hợp kim niken.

Phương án thứ năm: mối nối của cực đồng và nhôm

So với phương án thứ nhất, như được thể hiện trên Fig.6, phương án này có khác biệt sau: dây nhôm là dây dẫn đặc.

Phương án thứ sáu: phương pháp hàn plasma đối với cực đồng và dây nhôm

Như được thể hiện trên Fig.1, cực đồng 1 của sáng chế có chi tiết chức năng 1.1 và chi tiết nối 1.2 được nối với chi tiết chức năng. Theo phương án này, chi tiết nối có dạng cánh, và mặt đầu của chi tiết nối có kết cấu dạng chữ U.

Như được thể hiện trên Fig.2, dây nhôm 2 theo sáng chế có dây nhôm nhiều lõi 2.2 và lớp cách ly bên ngoài 2.1. Phần lớp cách ly được bóc ra theo kích cỡ của cực

đồng trước khi uốn.

Dưới đây là các bước tạo ra mối nối của cực đồng và dây nhôm:

Như được thể hiện trên Fig.3, lớp cách ly của dây nhôm được bóc ra, tiếp đó dây nhôm được bố trí trong chi tiết nối dạng cánh của cực đồng, và tiếp đó dây nhôm và chi tiết nối dạng cánh của cực đồng được uốn bởi khuôn uốn, trong đó diện tích của vùng uốn chiếm ít nhất 1% diện tích gối lên nhau giữa dây nhôm và cực đồng. Tốt hơn nếu diện tích vùng uốn của mối nối của cực đồng và dây nhôm chiếm ít nhất 10% diện tích gối lên nhau giữa dây nhôm và cực đồng.

Sau khi uốn, tỷ lệ nén của lõi dẫn của dây nhôm nằm trong khoảng từ 70% đến 90%. Tốt hơn nếu tỷ lệ nén của lõi dẫn của dây nhôm nằm trong khoảng từ 75% đến 85% để đảm bảo đặc tính cơ học và độ dẫn điện của mối nối của cực đồng và dây nhôm, và mối nối của cực đồng và dây nhôm sau khi uốn được thể hiện trên Fig.4.

Cụ thể, hợp kim hàn được vận chuyển đến cực đồng. Tốt hơn nếu hợp kim hàn được vận chuyển đến chi tiết nối của cực đồng. Tốt hơn nếu hợp kim hàn được vận chuyển đến vùng uốn của dây nhôm và cực đồng, và tiếp đó hợp kim hàn được hàn bằng cách hàn hồ quang plasma và được trám vào khe nối giữa cực đồng và dây nhôm bởi tác động mao dẫn để tạo ra lớp hàn chuyển tiếp.

Khí ion hóa và khí bảo vệ của việc hàn plasma có thể là nitơ, argon, heli, neon, krypton hoặc xenon, và tốt hơn nữa là argon; tốc độ dòng khí ion hóa nằm trong khoảng từ 1 đến 5 L/phút, và tốc độ dòng khí bảo vệ nằm trong khoảng từ 3 đến 12 L/phút. Tốt hơn nếu tốc độ dòng khí ion hóa nằm trong khoảng từ 2 đến 3 L/phút, và tốc độ dòng khí bảo vệ nằm trong khoảng từ 5 đến 10 L/phút; trong quy trình hàn, góc giữa súng hàn plasma và chiều dọc trục của cực đồng là nhỏ hơn 45° , và tốt hơn nữa là nhỏ hơn 20° ; và dòng hàn của việc hàn plasma nằm trong khoảng từ 5A đến 100A, và tốt hơn nữa nếu nằm trong khoảng từ 20A đến 80A.

Trong quy trình hàn, nhiệt độ hàn ở vùng tâm có thể đạt đến từ 400 đến 550°C, vì vậy hợp kim hàn được làm nóng chảy để tạo ra lớp hàn gia cường 4 trước tiên, và

tiếp đó khi quy trình hàn tiếp tục, hợp kim hàn được trám vào khe giữa cực đồng và dây nhôm để tạo ra lớp hàn chuyển tiếp 3. Hình vẽ mặt cắt dọc của trạng thái cuối của mối nối của cực đồng và dây nhôm được thể hiện trên Fig.5. Độ sâu xâm nhập của hợp kim hàn chiếm từ 3% đến 100% độ dài của chi tiết nối của cực đồng. Tốt hơn nữa nếu độ sâu xâm nhập của hợp kim hàn chiếm từ 30% đến 100% độ dài của chi tiết nối của cực đồng; và tốt hơn nữa nếu độ sâu xâm nhập của hợp kim hàn chiếm từ 5% đến 100% độ dài của toàn bộ vùng uốn, và tốt hơn nữa nếu độ sâu xâm nhập của hợp kim hàn chiếm từ 35% đến 100% độ dài của toàn bộ vùng uốn.

Vật liệu kim loại của hợp kim hàn là kim loại hoặc hợp kim có điểm nóng chảy không cao hơn so với điểm nóng chảy của nhôm, vì vậy lõi dẫn của dây nhôm không bị nóng chảy trong quá trình hàn, và hợp kim hàn có thể xâm nhập vào khe giữa lõi dẫn của dây nhôm và cực đồng bởi tác động mao dẫn, để tạo ra lớp hàn chuyển tiếp hoặc tạo ra, theo phương án này, lớp hàn gia cường trước tiên, và tiếp đó tạo ra lớp hàn chuyển tiếp.

Fig.7 thể hiện hình vẽ mặt cắt ngang của vùng uốn của chi tiết nối của cực đồng và dây nhôm, trong đó hợp kim hàn được hợp nhất kín giữa chi tiết nối của cực đồng và dây nhôm, cách ly lõi dẫn của dây nhôm khỏi sự ăn mòn của không khí và nước, tránh một cách hiệu quả sự ăn mòn điện hóa của mối nối của cực đồng và dây nhôm gây ra bởi không khí và nước, và tạo độ dẫn tốt với đồng và nhôm, nhờ đó đảm bảo đặc tính cơ học, đặc tính điện, và thời hạn sử dụng của mối nối của cực đồng và dây nhôm.

Phương án thứ bảy: phương pháp hàn plasma đối với cực đồng và dây nhôm.

So với phương án thứ sáu, phương án này có khác biệt sau: chi tiết nối của cực đồng có dạng dẹt và dạng vòm, và khi hàn, hợp kim hàn được vận chuyển trước tiên đến cực đồng. Tốt hơn nếu hợp kim hàn được vận chuyển đến chi tiết nối của cực đồng. Tốt hơn nếu hợp kim hàn được vận chuyển đến vùng uốn của dây nhôm và cực đồng, và tiếp đó hợp kim hàn được hàn bằng cách hàn hồ quang plasma và được trám

vào khe nối giữa cực đồng và dây nhôm bởi tác động mao dẫn, để tạo ra lớp hàn chuyển tiếp. Hợp kim hàn nóng chảy chỉ được trám vào khe nối giữa chi tiết nối của cực đồng và dây nhôm, để tạo ra lớp hàn chuyển tiếp, nhưng không tạo ra lớp hàn gia cường.

Phương án thứ tám: phương pháp hàn plasma đối với cực đồng và dây nhôm

So với phương án thứ sáu, phương án này có khác biệt sau:

1. Sau khi lớp cách ly của dây nhôm được bóc ra, lõi dẫn của dây nhôm không có lớp cách ly được bọc bởi lớp hợp kim hàn mỏng rắn, và tiếp đó được bố trí trong chi tiết nối của cực đồng để uốn.

2. Chi tiết nối của cực đồng có kết cấu cột rỗng với các lỗ ở cả hai đầu, và mặt bên của chi tiết nối được đóng kín hoặc được mở.

Phương án thứ chín: phương pháp để nối cực đồng và dây nhôm

So với phương án thứ sáu, phương án này có khác biệt sau:

Sau khi lớp cách ly của dây nhôm được bóc ra, ít nhất một phần trong đó chi tiết nối của cực đồng được nối với lõi dẫn của dây nhôm được bọc bởi lớp hợp kim hàn mỏng rắn, và tiếp đó lõi dẫn của dây nhôm được bố trí trong chi tiết nối của cực đồng để uốn.

Phương án thứ mười: các tác dụng của các phương pháp nối khác nhau lên độ sụt áp và lực kéo của mối nối của cực đồng và dây nhôm

Cực đồng và dây nhôm có cùng thông số và kết cấu được sử dụng để tạo ra các mối nối của cực đồng và dây nhôm trong năm phương pháp sau. Mười mẫu thử được chuẩn bị cho mỗi phương pháp, tức là, tổng số gồm 50 mẫu thử.

Phương pháp thứ nhất: uốn

Dây nhôm được uốn trực tiếp vào cực đồng bởi khuôn.

Phương pháp thứ hai: hàn hồ quang plasma

Cực đồng được hàn trực tiếp cùng nhau bằng dây nhôm bằng cách hàn hồ quang plasma. Dòng hàn của việc hàn hồ quang plasma là 40A, tốc độ dòng khí argon

ion hóa là 2,5 L/phút, tốc độ dòng khí argon bảo vệ là 7,5 L/phút, và góc giữa súng hàn plasma và chiều dọc trục của cực đồng là 15° .

Phương pháp hàn thứ ba: uốn cộng hàn hồ quang plasma

Xét phương án thứ sáu, dây nhôm được uốn vào cực đồng bởi khuôn, và tiếp đó cực đồng được hàn với dây nhôm bằng cách hàn hồ quang plasma. Sau khi uốn, tỷ lệ nén của dây nhôm là 80%. Dòng hàn của việc hàn hồ quang plasma là 40A. Tốc độ dòng khí argon ion hóa là 2,5 L/phút, tốc độ dòng khí argon bảo vệ là 7,5 L/phút, và góc giữa súng hàn plasma và chiều dọc trục của cực đồng là 15° .

Phương pháp hàn thứ tư: hàn hồ quang plasma cộng hợp kim hàn

Hợp kim hàn được vận chuyển đến chi tiết nối của cực đồng, và cực đồng được hàn với dây nhôm bằng cách hàn hồ quang plasma. Dòng hàn của việc hàn hồ quang plasma là 40A.

Hợp kim hàn chứa 90% kẽm và 10% nhôm, tốc độ dòng khí argon ion hóa là 2,5 L/phút, tốc độ dòng khí argon bảo vệ là 7,5 L/phút, và góc giữa súng hàn plasma và chiều dọc trục của cực đồng là 15° .

Phương pháp hàn thứ năm: uốn cộng hàn hồ quang plasma cộng hợp kim hàn

Dây nhôm được uốn vào chi tiết nối của cực đồng bởi khuôn. Hợp kim hàn được vận chuyển đến chi tiết nối của cực đồng, và cực đồng được hàn với dây nhôm bằng cách hàn hồ quang plasma. Dòng hàn của việc hàn hồ quang plasma là 40A. Hợp kim hàn chứa 90% kẽm và 10% nhôm. Sau khi uốn, tỷ lệ nén của dây nhôm là 80%. Tốc độ dòng khí argon ion hóa là 2,5 L/phút, tốc độ dòng khí argon bảo vệ là 7,5 L/phút, và góc giữa súng hàn plasma và chiều dọc trục của cực đồng là 15° .

Sau khi mỗi nối của cực đồng và dây nhôm được tạo ra theo năm phương pháp nêu trên, độ sụt áp và lực kéo của 50 mẫu thử trong 5 nhóm được thử nghiệm trong cùng một phương pháp thử nghiệm, và các thông số thử nghiệm của mỗi nhóm mẫu thử được tính trung bình. Các kết quả thử nghiệm được thể hiện trên Bảng 1.

Bảng 1: Sự so sánh độ sụt áp và lực kéo của mỗi nối của cực đồng và dây nhôm

được tạo ra theo năm phương pháp khác nhau

Phương pháp hàn		Độ sụt	Lực kéo (N)
Phương pháp thứ nhất	Uốn	6,65	1687,3
Phương pháp thứ hai	Hàn hồ quang plasma	5,39	1745,5
Phương pháp thứ ba	Uốn cộng hàn hồ quang plasma	5,13	3058,1
Phương pháp thứ tư	Hàn hồ quang plasma cộng hợp kim	3,32	3072,5
Phương pháp thứ năm	Uốn cộng hàn hồ quang plasma cộng hợp kim hàn	3,01	3356,5

Có thể được thấy từ bảng 1 rằng đối với các mối nối của cực đồng và dây nhôm được tạo ra chỉ bằng cách uốn hoặc chỉ bằng cách hàn hồ quang plasma (phương pháp thứ nhất và phương pháp thứ hai), lực kéo của mối nối là nhỏ và độ sụt áp là lớn, không thể đáp ứng các yêu cầu về đặc tính cơ học và đặc tính điện mà mối nối của cực đồng và dây nhôm cần đạt đến khi sử dụng. Mặc dù lực kéo của mối nối của cực đồng và dây nhôm có thể được cải thiện bằng cách sử dụng phương pháp thứ ba, độ sụt áp của nó vẫn lớn, vẫn không thể đáp ứng các yêu cầu của đặc tính điện mà mối nối của cực đồng và dây nhôm cần đạt đến khi sử dụng. Mối nối của cực đồng và dây nhôm được tạo ra bởi phương pháp thứ tư và phương pháp thứ năm theo sáng chế đáp ứng các yêu cầu của đặc tính cơ học và đặc tính điện mà mối nối của cực đồng và dây nhôm cần đạt đến khi sử dụng. Hiển nhiên là đặc tính cơ học và đặc tính điện của mối nối được tạo ra bằng phương pháp "uốn cộng hàn hồ quang plasma cộng hợp kim hàn" để tạo ra mối nối của cực đồng và dây nhôm của sáng chế là tốt nhất trong số năm phương pháp nêu trên.

Phương pháp thứ mười hai: tác dụng của hợp kim hàn với các tỷ lệ kẽm-bazo khác nhau về tính năng của mối nối của cực đồng và dây nhôm

Phương pháp hàn đề cập đến phương án thứ sáu. Với phương pháp điều khiển có thể thay đổi, dòng hàn là 40A, tốc độ dòng argon ion hóa là 3 L/phút, tốc độ dòng

argon bảo vệ là 8 L/phút, tỷ lệ nén của dây nhôm là 80%, và góc giữa súng hàn của việc hàn plasma và hướng dọc trục của cực đồng là 15°. Hợp kim hàn ở các tỷ lệ kẽm-bazơ khác nhau, và mỗi nối được tạo ra bởi phương pháp tạo ra mỗi nối của cực đồng và dây nhôm theo phương án thứ ba. Lực kéo và độ sụt áp của các mối nối được tạo ra được thử nghiệm theo cùng một phương pháp thử nghiệm, 100 mẫu thử được tạo ra đối với mỗi tỷ lệ kẽm-bazơ, và các thông số thử nghiệm được tính trung bình. Các kết quả thử nghiệm được thể hiện trên Bảng 2.

Bảng 2: Tác dụng của hợp kim hàn với các tỷ lệ kẽm-bazơ khác nhau lên tính năng của mỗi nối

Số	Vật liệu kim loại của hợp kim hàn		Độ sụt áp (mV)	Lực kéo (N)
1	100%Zn		2,72	3238,3
2	90%Zn	10%Al	2,81	3236,7
3	80%Zn	20%Al	2,95	3229,5
4	70%Zn	30%Al	3,08	3224,6
5	60%Zn	40%Al	3,59	3012,7
6	50%Zn	50%Al	3,68	2956,3
7	40%Zn	60%Al	3,79	2875,3
8	30%Zn	70%Al	3,91	2765,1
9	20%Zn	80%Al	4,78	2497,6
10	10%Zn	90%Al	5,75	2401,2

Có thể được thấy từ bảng 2, tỷ lệ khối lượng của kẽm càng cao, độ sụt áp của cực đồng và dây nhôm càng thấp, tức là, đặc tính điện của mối nối của cực đồng và dây nhôm càng tốt.

Khi mối nối của cực đồng và dây nhôm được tạo ra bởi hợp kim hàn có tỷ lệ kẽm-bazơ bằng 30% hoặc lớn hơn tổng khối lượng của hợp kim hàn, đặc tính lực kéo của mối nối có thể đáp ứng các yêu cầu của đặc tính cơ học sử dụng của phần lớn mối nối của cực đồng và dây nhôm. Khi mối nối của cực đồng và dây nhôm được tạo ra bởi hợp kim hàn có tỷ lệ kẽm-bazơ bằng 60% hoặc lớn hơn tổng khối lượng của hợp kim hàn, đặc tính lực kéo của mối nối có thể đáp ứng đầy đủ các yêu cầu của đặc tính cơ học sử dụng của mối nối của cực đồng và dây nhôm.

Phương án thứ mười hai: tác dụng của tỷ lệ nén của lõi dẫn của dây nhôm lên đặc tính của mối nối của cực đồng và dây nhôm

Để thử nghiệm các tác dụng của các tỷ lệ nén khác nhau của lõi dẫn của dây nhôm lên đặc tính của mối nối của cực đồng và dây nhôm, phương pháp điều khiển thay đổi được sử dụng trong phương án này. Các mối nối khác nhau như được thể hiện trên Bảng 3 được tạo ra bằng cách sử dụng phương pháp tạo ra mối nối của cực đồng và dây nhôm của phương án thứ sáu. Dòng hàn là 40A, tốc độ dòng argon ion hóa là 3 L/phút, tốc độ dòng argon bảo vệ là 8 L/phút, hợp kim hàn chứa 90% kẽm và 10% nhôm, và góc giữa súng hàn plasma và hướng dọc trục của cực đồng là 15°. Thu được 10 mẫu thử của mối nối bởi mỗi phương pháp, và các thông số thử nghiệm được tính trung bình. Tỷ lệ nén và kết quả thử nghiệm được thể hiện trên Bảng 3.

Bảng 3: Tác dụng của các tỷ lệ nén khác nhau của lõi dẫn của dây nhôm lên đặc tính của mối nối của cực đồng và dây nhôm

Số	Tỷ lệ nén của dây nhôm	Độ sụt áp (mV)	Lực kéo(N)
1	65%	3,96	2059,1
2	70%	3,56	2638,4

Số	Tỷ lệ nén của dây nhôm	Độ sụt áp (mV)	Lực kéo(N)
3	75%	3,27	2997,5
4	80%	3,05	3261,2
5	85%	3,19	2918,7
6	90%	3,51	2575,4
7	95%	4,36	2095,3

Theo các kết quả thử nghiệm trong bảng này, nếu tỷ lệ nén của lõi dẫn của dây nhôm nằm trong khoảng từ 70% đến 90% sau khi uốn, đặc tính điện và đặc tính cơ học của mối nối của cực đồng và dây nhôm là tốt hơn. Tốt hơn nữa nếu tỷ lệ nén của lõi dẫn của dây nhôm nằm trong khoảng từ 75% đến 85% sau khi uốn, đặc tính điện và đặc tính cơ học của mối nối của cực đồng và dây nhôm là dễ thấy hơn.

Phương án thứ mười ba: Tác dụng của các độ dày khác nhau của lớp hàn gia cường lên lực kéo và độ sụt áp của mối nối của cực đồng và dây nhôm

Để chứng tỏ tác dụng của các độ dày khác nhau của lớp hàn gia cường lên đặc tính của mối nối của cực đồng và dây nhôm, 17 nhóm mẫu thử với các độ dày lớp hàn gia cường khác nhau được tạo ra, và mỗi nhóm bao gồm 10 mẫu thử. Giá trị trung bình của các kết quả thử nghiệm của mỗi độ dày của lớp hàn gia cường được thể hiện trên Bảng 4, sau khi lực kéo và độ sụt áp của mối nối của cực đồng và dây nhôm được thử nghiệm.

Phương pháp hàn đề cập đến phương án thứ sáu. Hợp kim hàn chứa 90% kẽm và 10% nhôm, tốc độ dòng khí argon ion hóa là 2,5 L/phút, tốc độ dòng khí argon bảo vệ là 7,5 L/phút, và góc giữa súng hàn plasma và hướng dọc trục của cực đồng là 15°.

Có thể được thấy từ dữ liệu trên Bảng 4 rằng đặc tính của lực kéo và độ sụt áp của mối nối của cực đồng và dây nhôm bắt đầu giảm đáng kể, nếu độ dày của lớp hàn gia cường của mối nối của cực đồng và dây nhôm lớn hơn 15mm. Do đó, độ dày của

lớp hàn gia cường được ưu tiên nằm trong khoảng từ 0mm đến 15mm, và đặc tính của lực kéo và độ sụt áp của mối nối của cực đồng và dây nhôm là tốt hơn, nếu độ dày của lớp hàn gia cường nằm trong khoảng từ 1,5mm đến 5,5mm.

Bảng 4: Tác dụng của các độ dày khác nhau của lớp hàn gia cường lên đặc tính của mối nối của cực đồng và dây nhôm

Số	Độ dày của lớp hàn gia cường (mm)	Lực kéo (N)	Độ sụt áp (mV)
1	0	3220,8	2,95
2	1	3217,4	3,01
3	1,5	3224,5	3,12
4	2	3229,8	3,28
5	2,5	3249,7	3,41
6	3	3256,4	3,52
7	3,5	3187,8	3,67
8	4	3126,6	3,72
9	5,5	3062,4	3,76
10	6	3028,7	3,82
11	8	3016,5	3,94
12	10	2897,6	4,05
13	12	2901,4	4,18
14	14	2745,6	4,22
15	15	2726,4	4,31

16	16	2672,5	4,58
17	17	2591,3	4,67

Phương án thứ mười bốn: tác dụng của các độ sâu xâm nhập khác nhau của hợp kim hàn lên đặc tính của mỗi nối của cực đồng và dây nhôm

Để kiểm chứng tác dụng của độ sâu xâm nhập lên lực kéo và độ sụt áp của mỗi nối của cực đồng và dây nhôm, 44 nhóm mẫu thử hàn có độ sâu xâm nhập khác nhau được tạo ra, và mỗi nhóm bao gồm 10 mẫu thử.

Phương pháp hàn đề cập đến phương án thứ sáu. Hợp kim hàn chứa 90% kẽm và 10% nhôm, tốc độ dòng khí argon ion hóa là 2,5 L/phút, tốc độ dòng khí argon bảo vệ là 7,5 L/phút, và góc giữa súng hàn plasma và hướng dọc trục của cực đồng là 15°.

Có thể được thấy từ bảng 5 rằng tỷ lệ giữa độ sâu xâm nhập với độ dài của chi tiết nối hoặc độ dài của vùng uốn càng lớn, thì đặc tính cơ học và đặc tính điện của mỗi nối của cực đồng và dây nhôm càng tốt. Tuy nhiên, đặc tính cơ học và đặc tính điện của mỗi nối của cực đồng và dây nhôm bị giảm đáng kể, nếu độ sâu hàn chiếm từ nhỏ hơn 5% độ dài của vùng uốn, hoặc nếu độ sâu hàn chiếm từ nhỏ hơn 3% độ dài của chi tiết nối. Đặc tính cơ học và đặc tính điện của mỗi nối của cực đồng và dây nhôm là tốt hơn, nếu độ sâu xâm nhập của hợp kim hàn chiếm từ 35% đến 100% vùng uốn của mỗi nối của cực đồng và dây nhôm, hoặc nếu độ sâu xâm nhập của hợp kim hàn chiếm từ 30% đến 100% độ dài của chi tiết nối.

Bảng 5: Tác dụng của các độ sâu xâm nhập khác nhau của hợp kim hàn lên lực kéo và độ sụt áp của mỗi nối của cực đồng và dây nhôm

Số	Tỷ lệ giữa độ sâu xâm nhập với độ dài của vùng uốn	Lực kéo (N)	Độ sụt áp (mV)	Tỷ lệ giữa độ sâu xâm nhập với độ dài của chi tiết nối	Lực kéo (N)	Độ sụt áp (mV)
1	100%	3354,1	3,18	100%	3249,8	3,52
2	95%	3327,5	3,24	95%	3217,4	3,64

Số	Tỷ lệ giữa độ sâu xâm nhập với độ dài của vùng uốn	Lực kéo (N)	Độ sụt áp (mV)	Tỷ lệ giữa độ sâu xâm nhập với độ dài của chi tiết nổi	Lực kéo (N)	Độ sụt áp (mV)
3	90%	3304,3	3,37	90%	3194,2	3,72
4	85%	2994,8	3,49	85%	3146,8	3,89
5	80%	2973,4	3,52	80%	3021,6	3,97
6	75%	2956,7	3,66	75%	2992,4	4,05
7	70%	2934,9	3,71	70%	2988,3	4,11
	65%	2907,5	3,88	65%	2971,4	4,16
	60%	2892,4	3,94	60%	2916,7	4,21
	55%	2878,4	4,08	55%	2901,3	4,28
	50%	2864,2	4,16	50%	2882,9	4,29
	45%	2849,4	4,24	45%	2773,4	4,35
	40%	2834,7	4,39	40%	2749,6	4,42
	35%	2829,4	4,52	35%	2728, 7	4,59
	30%	2811,7	4,66	30%	2699,5	4,71
	25%	2786,9	4,71	25%	2671,8	4,86
	20%	2763,8	4,79	20%	2618,4	4,98
	15%	2751,6	4,82	15%	2586,4	5,18
	10%	2737,4	4,94	10%	2574,2	5,29
	5%	2681,2	5,27	5%	2541,8	5,47
	3%	2513,7	6,08	3%	2519,4	6,48
	1%	2428,1	6,49	1%	2498,2	6,74

Phương án thứ mười lăm: Tác dụng của các diện tích vùng uốn khác nhau lên

đặc tính của mối nối của cực đồng và dây nhôm

Để kiểm chứng tác dụng của diện tích vùng uốn của mối nối của cực đồng và dây nhôm lên lực kéo và độ sụt áp của mối nối, 12 nhóm mẫu thử hàn có diện tích vùng uốn khác nhau được tạo ra, và mỗi nhóm bao gồm 10 mẫu thử.

Phương pháp hàn đề cập đến phương án thứ sáu. Hợp kim hàn chứa 80% kẽm và 20% nhôm, tốc độ dòng khí argon ion hóa là 2,5 L/phút, và tốc độ dòng khí argon bảo vệ là 7,5 L/phút, và góc giữa súng hàn plasma và hướng dọc trục của cực đồng là 20°.

Bảng 6: Tác dụng của các tỷ lệ diện tích của vùng uốn khác nhau với diện tích gồi lên nhau của dây nhôm và cực đồng lên lực kéo và độ sụt áp của mối nối của cực đồng và dây nhôm

Số	Tỷ lệ giữa diện tích của vùng uốn với diện tích gồi lên nhau của dây nhôm và cực đồng	Độ sụt áp (mV)	Lực kéo (N)
1	100%	2,71	3157,2
2	90%	2,61	3211,8
3	80%	2,75	3194,7
4	70%	2,84	3027,6
5	60%	2,92	2974,4
6	50%	3,01	2964,3
7	40%	3,11	2945,8
8	30%	3,28	2918,4
9	20%	3,41	2846,7
10	10%	3,88	2819,8
11	1%	4,21	2726,4
12	<1%	5,07	2434,8

Có thể được thấy từ Bảng 6 rằng tỷ lệ giữa diện tích vùng uốn của mỗi nối của cực đồng và dây nhôm với diện tích gồi lên nhau của dây nhôm và cực đồng càng lớn thì đặc tính cơ học và đặc tính điện của chi tiết nối càng tốt. Tuy nhiên, đặc tính cơ học và đặc tính điện của chi tiết nối bị giảm đáng kể nếu tỷ lệ giữa diện tích của vùng uốn với diện tích gồi lên nhau của dây nhôm và cực đồng nhỏ hơn 1%. Do đó, ưu tiên là diện tích của vùng uốn chiếm ít nhất 1% diện tích gồi lên nhau của dây nhôm và cực đồng, và tốt hơn nếu diện tích vùng uốn của mỗi nối của cực đồng và dây nhôm chiếm ít nhất 10% diện tích gồi lên nhau của dây nhôm và cực đồng.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Mỗi nối của cực đồng và dây nhôm, trong đó cực đồng bao gồm chi tiết nối và chi tiết chức năng được nối với chi tiết nối của cực đồng, lõi dẫn của dây nhôm được nối với chi tiết nối của cực đồng, trong đó ít nhất lõi dẫn của dây nhôm được nối với chi tiết nối của cực đồng qua lớp hàn chuyển tiếp, khác biệt ở chỗ, mỗi nối của cực đồng và dây nhôm này bao gồm vùng uốn, diện tích của vùng uốn chiếm ít nhất 1% diện tích gối lên nhau của dây nhôm và cực đồng,

trong đó lớp hàn chuyển tiếp được tạo bởi hợp kim hàn, và độ sâu xâm nhập của hợp kim hàn chiếm từ 5% đến 100% độ dài của toàn bộ vùng uốn.

2. Mỗi nối của cực đồng và dây nhôm theo điểm 1, trong đó tốt hơn nếu diện tích vùng uốn của mỗi nối của cực đồng và dây nhôm chiếm ít nhất 10% diện tích gối lên nhau của dây nhôm và cực đồng.

3. Mỗi nối của cực đồng và dây nhôm theo điểm 1, trong đó lớp hàn chuyển tiếp được tạo bởi hợp kim hàn, độ sâu xâm nhập của hợp kim hàn chiếm từ 3% đến 100% độ dài của chi tiết nối của cực đồng; và tốt hơn nếu độ sâu xâm nhập của hợp kim hàn chiếm từ 30% đến 100% độ dài của chi tiết nối của cực đồng.

4. Mỗi nối của cực đồng và dây nhôm theo điểm 2, trong đó tốt hơn nếu độ sâu xâm nhập của hợp kim hàn chiếm từ 35% đến 100% độ dài của toàn bộ vùng uốn.

5. Mỗi nối của cực đồng và dây nhôm theo điểm 3 hoặc 4, trong đó vật liệu kim loại của hợp kim hàn là kim loại hoặc hợp kim có điểm nóng chảy không cao hơn điểm nóng chảy của nhôm; tốt hơn nếu vật liệu kim loại của hợp kim hàn chứa kẽm; tốt hơn nữa nếu kẽm chiếm hơn 30% tổng khối lượng của hợp kim hàn; và tốt hơn nữa nếu kẽm chiếm hơn 60% tổng khối lượng của hợp kim hàn.

6. Mỗi nối của cực đồng và dây nhôm theo điểm 1, trong đó mỗi nối của cực

đồng và dây nhôm còn bao gồm lớp hàn gia cường;

tốt hơn nếu lớp hàn gia cường bọc mặt đầu của lõi dẫn của dây nhôm;

tốt hơn nếu lớp hàn gia cường có độ dày nằm trong khoảng từ 0mm đến 15mm; và tốt hơn nữa nếu độ dày của lớp hàn gia cường nằm trong khoảng từ 1,5mm đến 5,5mm.

7. Mỗi nối của cực đồng và dây nhôm theo điểm 1, trong đó cực đồng được tạo ra bởi đồng hoặc hợp kim đồng; và

tốt hơn nếu chi tiết nối của cực đồng có hình dạng dẹt, hình dạng vòm hoặc hình dạng cột rỗng với các lỗ ở cả hai đầu, và mặt bên của cột rỗng được đóng kín hoặc được mở.

8. Mỗi nối của cực đồng và dây nhôm theo điểm 1, trong đó bề mặt của cực đồng còn được phủ với một lớp phủ;

tốt hơn nếu lớp phủ có độ dày nằm trong khoảng từ 3 μ m đến 5000 μ m; tốt hơn nữa nếu độ dày của lớp phủ nằm trong khoảng từ 5 μ m đến 1000 μ m;

tốt hơn nếu lớp phủ được phủ lên cực đồng bằng cách mạ điện, hàn điện từ, phun hồ quang hoặc hàn áp lực; và

tốt hơn nếu vật liệu kim loại của lớp phủ là một kim loại hoặc hỗn hợp bất kỳ của các kim loại gồm crom hoặc hợp kim crom, kẽm hoặc hợp kim kẽm, thiếc hoặc hợp kim thiếc, titan hoặc hợp kim titan, ziricon hoặc hợp kim ziricon, niken hoặc hợp kim niken, bạc hoặc hợp kim bạc, và vàng hoặc hợp kim vàng; và tốt hơn nữa nếu vật liệu kim loại của lớp phủ là một kim loại hoặc hỗn hợp bất kỳ của các kim loại gồm kẽm hoặc hợp kim kẽm, thiếc hoặc hợp kim thiếc, và niken hoặc hợp kim niken.

9. Mỗi nối của cực đồng và dây nhôm theo điểm 1, trong đó vật liệu của lõi dẫn của dây nhôm là nhôm hoặc hợp kim nhôm; và tốt hơn nếu dây nhôm là dây dẫn đặc hoặc dây nhiều sợi.

10. Phương pháp hàn plasma để tạo ra mối nối của cực đồng và dây nhôm theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 9, bao gồm:

bước 1), lắp ráp lõi dẫn của dây nhôm với chi tiết nối của cực đồng;

bước 2), ép chặt lõi dẫn của dây nhôm và chi tiết nối của cực đồng bằng cách uốn để tạo ra vùng uốn; và

bước 3), vận chuyển hợp kim hàn đến cực đồng; tốt hơn nếu vận chuyển hợp kim hàn đến chi tiết nối của cực đồng; tốt hơn nếu vận chuyển hợp kim hàn đến vùng uốn của dây nhôm và cực đồng, làm nóng chảy hợp kim hàn bằng cách hàn hồ quang plasma, và trám hợp kim hàn vào khe nối giữa cực đồng và dây nhôm bởi tác động mao dẫn để tạo ra lớp hàn chuyển tiếp.

11. Phương pháp hàn plasma để tạo ra mối nối của cực đồng và dây nhôm theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 9, bao gồm:

bước 1), bọc lõi dẫn của dây nhôm bằng hợp kim hàn, hoặc bọc ít nhất một phần trong đó chi tiết nối của cực đồng được nối với lõi dẫn của dây nhôm bằng hợp kim hàn, và tiếp đó lắp ráp lõi dẫn của dây nhôm với chi tiết nối của cực đồng;

bước 2), ép chặt lõi dẫn của dây nhôm, hợp kim hàn và chi tiết nối của cực đồng bằng cách uốn để tạo ra vùng uốn; và

bước 3), làm nóng chảy hợp kim hàn giữa cực đồng và dây nhôm bằng cách hàn hồ quang plasma, và trám hợp kim hàn vào khe giữa cực đồng và dây nhôm bởi tác động mao dẫn để tạo ra lớp hàn chuyển tiếp.

12. Phương pháp theo điểm 10 hoặc 11, trong đó

trong bước 3), hợp kim hàn được làm nóng chảy trước tiên bằng cách hàn hồ quang plasma để tạo ra lớp hàn gia cường, và tiếp đó quy trình hàn được tiếp tục để trám hợp kim hàn vào khe giữa cực đồng và dây nhôm để tạo ra lớp hàn chuyển tiếp;

tốt hơn nếu lớp hàn gia cường có độ dày nằm trong khoảng từ 0mm đến 15mm; và

tốt hơn nữa nếu độ dày của lớp hàn gia cường nằm trong khoảng từ 1,5mm đến 5,5mm.

13. Phương pháp theo điểm 10 hoặc 11, trong đó

trong bước 2), diện tích vùng uốn của mỗi nối của cực đồng và dây nhôm chiếm ít nhất 1% diện tích gồi lên nhau của dây nhôm và cực đồng; tốt hơn nếu diện tích vùng uốn của mỗi nối của cực đồng và dây nhôm chiếm ít nhất 10% diện tích gồi lên nhau của dây nhôm và cực đồng;

tốt hơn nếu trong bước 2), tỷ lệ nén của lõi dẫn của dây nhôm nằm trong khoảng từ 70% đến 90%, sau khi uốn mỗi nối của cực đồng và dây nhôm; và tốt hơn nữa nếu tỷ lệ nén của lõi dẫn của dây nhôm nằm trong khoảng từ 75% đến 85% sau khi uốn;

tốt hơn nếu trong bước 3), các khí ion hóa và khí bảo vệ của việc hàn plasma là nitơ, argon, heli, neon, krypton hoặc xenon; và tốt hơn nữa nếu khí ion hóa và khí bảo vệ của việc hàn plasma là argon;

tốt hơn nếu trong bước 3), dòng hàn của việc hàn plasma nằm trong khoảng từ 5A đến 100A; và tốt hơn nữa nếu dòng hàn của việc hàn plasma nằm trong khoảng từ 20A đến 80A;

tốt hơn nếu trong bước 3), tốc độ dòng khí ion hóa nằm trong khoảng từ 1 đến 5 L/phút, và tốc độ dòng khí bảo vệ nằm trong khoảng từ 3 đến 12 L/phút; và tốt hơn nữa nếu tốc độ dòng khí ion hóa nằm trong khoảng từ 2 đến 3 L/phút và tốc độ dòng khí bảo vệ nằm trong khoảng từ 5 đến 10 L/phút;

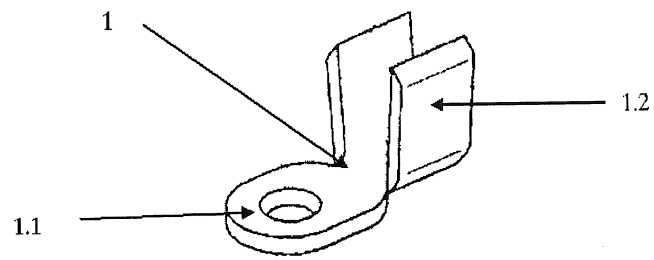
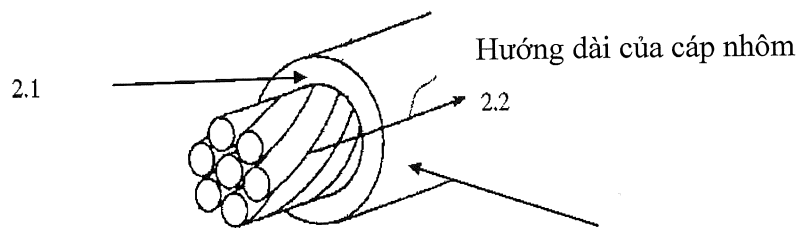
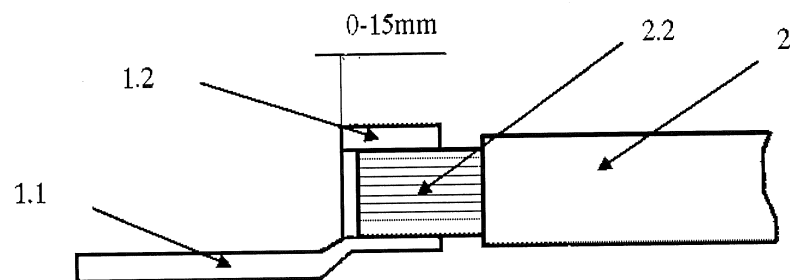
tốt hơn nếu trong bước 3), góc giữa súng hàn plasma và chiều dọc trục của cực đồng là nhỏ hơn 45° và tốt hơn nữa là nhỏ hơn 20° ;

tốt hơn nếu trong bước 3), độ sâu xâm nhập của hợp kim hàn chiếm từ 3% đến 100% độ dài của chi tiết nối của cực đồng, sau khi mỗi nối của cực đồng và dây nhôm được hàn plasma; và tốt hơn nữa nếu độ sâu xâm nhập của hợp kim hàn chiếm từ 30%

đến 100% độ dài của chi tiết nối của cực đồng;

tốt hơn nếu trong bước 3), độ sâu xâm nhập của hợp kim hàn chiếm từ 5% đến 100% độ dài của toàn bộ vùng uốn, sau khi mối nối của cực đồng và dây nhôm được hàn plasma; và tốt hơn nữa nếu độ sâu xâm nhập của hợp kim hàn chiếm từ 35% đến 100% độ dài của toàn bộ vùng uốn; và

tốt hơn nếu trong bước 3), vật liệu kim loại của hợp kim hàn là kim loại hoặc hợp kim có điểm nóng chảy không cao hơn điểm nóng chảy của nhôm; tốt hơn nữa nếu vật liệu kim loại của hợp kim hàn chứa kẽm; tốt hơn nữa nếu kẽm chiếm hơn 30% tổng khối lượng của hợp kim hàn; và tốt hơn nữa nếu kẽm chiếm hơn 60% tổng khối lượng của hợp kim hàn.

**Fig.1****Fig.2****Fig.3**

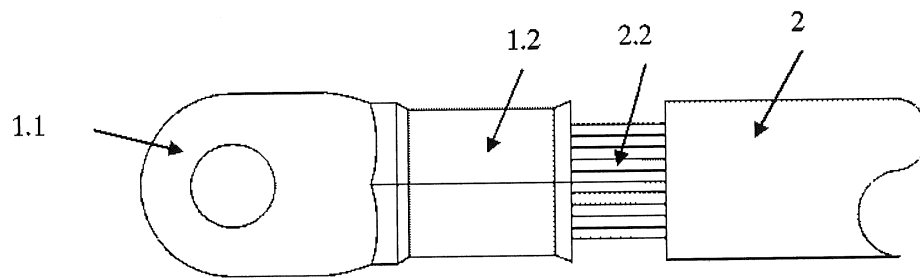


Fig. 4

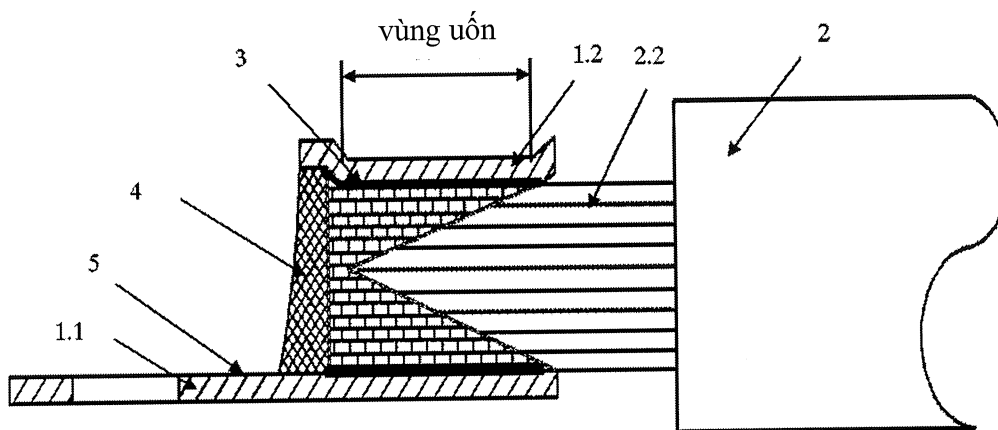


Fig. 5

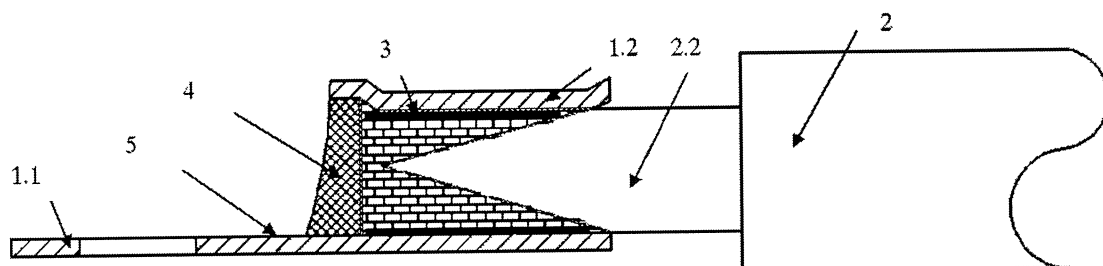


Fig. 6

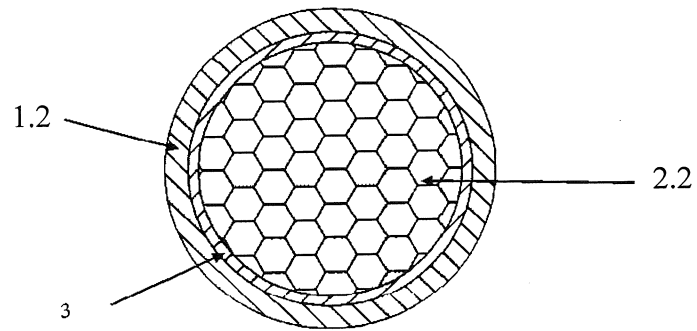


Fig.7

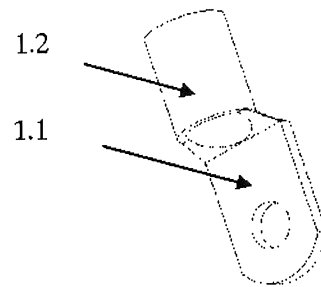


Fig.8

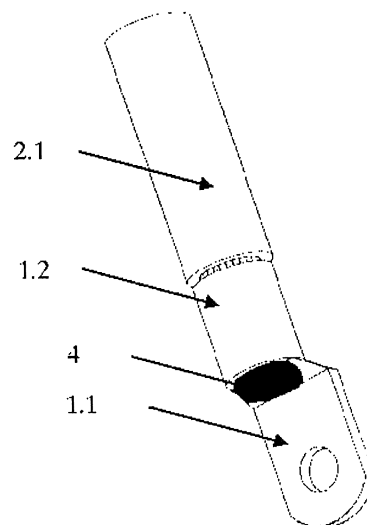
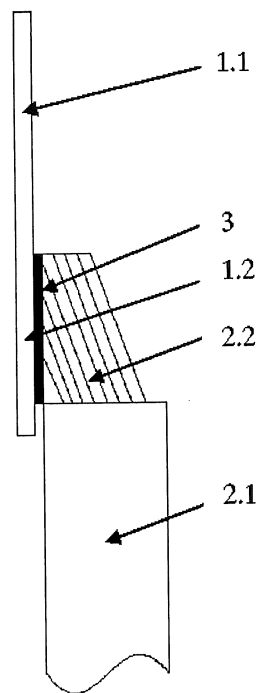


Fig.9

**Fig.10**