



(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)



1-0048510

(51)^{2020.01} B23H 7/08; C23C 28/02; C22C 9/04

(13) B

(21) 1-2021-07710

(22) 19/12/2019

(86) PCT/IB2019/061104 19/12/2019

(87) WO2020/128953 25/06/2020

(30) 18 73971 21/12/2018 FR

(45) 25/07/2025 448

(43) 25/04/2022 409A

(73) THERMOCOMPACT (FR)

181 Route des Sarves, 74370 Epagny Metz Tassy, France

(72) LY, Michel (FR); SANCHEZ, Gerald (FR).

(74) CÔNG TY TRÁCH NHIỆM HỮU HẠN TƯ VẤN ĐẦU TƯ VÀ SỞ HỮU TRÍ TUỆ
INTERFIVE (INTERFIVE CO., LTD)

(54) DÂY ĐIỆN CỰC VÀ QUY TRÌNH SẢN XUẤT DÂY ĐIỆN CỰC ĐỂ GIA CÔNG
BẰNG PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG TIA LỬA ĐIỆN

(21) 1-2021-07710

(57) Sáng chế đề cập đến dây điện cực (1) để gia công bằng phương pháp gia công ăn mòn bằng cách phóng điện, dây điện cực (1) có lõi bằng kim loại (2), được làm bằng một hoặc nhiều lớp bằng kim loại hoặc hợp kim kim loại, trên lõi bằng kim loại (2), lớp phủ (3) có hợp kim khác với hợp kim của lõi bằng kim loại (2) và chứa kẽm với lượng nhiều hơn 50% khối lượng. Lớp phủ (3) có hợp kim đồng-kẽm ở pha đenta (33).

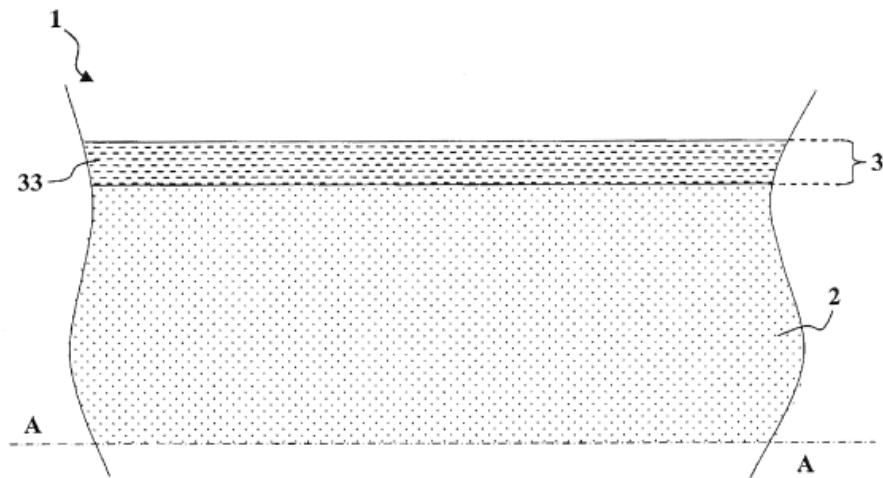


FIG. 8

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế này đề cập đến các dây điện cực được sử dụng để cắt các kim loại hoặc các vật liệu dẫn điện bằng phương pháp gia công tia lửa điện trong thiết bị gia công bằng phương pháp gia công tia lửa điện.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Quy trình gia công ăn mòn bằng cách phóng điện hoặc tia lửa điện đã được biết đến giúp cho có thể loại bỏ vật liệu trên phần dẫn điện bằng cách tạo ra tia lửa điện trong vùng gia công giữa phần được gia công và dây điện cực dẫn điện. Dây điện cực được tháo ra liên tục trong khu vực lân cận của phần được gia công theo hướng của chiều dài của dây, được giữ bằng các cơ cấu dẫn hướng, và được dịch chuyển dần dần theo hướng cắt ngang với hướng của phần được gia công, hoặc là nhờ vào sự chuyển động tịnh tiến ngang của các cơ cấu dẫn hướng của dây hoặc là nhờ vào sự chuyển động tịnh tiến của phần được gia công.

Máy phát điện, được nối với dây điện cực bằng các tiếp điểm điện cách xa vùng gia công, thiết lập một hiệu điện thế thích hợp giữa dây điện cực và phần dẫn điện được gia công. Vùng gia công giữa dây điện cực và phần được gia công được nhúng vào trong chất lỏng điện môi phù hợp. Hiệu điện thế này gây ra, giữa dây điện cực và phần được gia công, sự xuất hiện của các tia lửa điện ăn mòn dần dần phần được gia công và dây điện cực. Chuyển động dọc của dây điện cực giúp cho có thể thường xuyên duy trì đường kính dây đủ để ngăn không cho nó bị đứt trong vùng gia công. Chuyển động tương đối của dây và của phần được gia công theo hướng cắt ngang giúp cho có thể cắt phần được gia công hoặc xử lý bề mặt của nó, nếu thích hợp.

Các hạt được tách ra từ dây điện cực và từ phần được gia công bởi các tia lửa điện phát tán vào trong chất lỏng điện môi, khi được phóng điện.

Để đạt được độ chính xác gia công, cụ thể là tạo ra các đường cắt với góc có bán kính nhỏ, cần sử dụng dây có đường kính nhỏ và hỗ trợ tải trọng phá huỷ cơ học lớn sao cho dây được kéo căng trong vùng gia công và hạn chế biên độ rung.

Các thiết bị gia công hiện đại nhất bằng phương pháp gia công tia lửa điện được thiết kế để sử dụng các dây kim loại, thường có đường kính bằng 0,25 mm và có tải trọng phá huỷ nằm trong khoảng từ 400 N/mm² đến 1000 N/mm².

Khi tia lửa điện xuất hiện giữa dây điện cực và phần được gia công, bề mặt của dây điện cực đột ngột nóng lên đến nhiệt độ rất cao trong khoảng thời gian ngắn. Kết quả của việc này là vật liệu của lớp bề mặt của dây điện cực, ở vị trí của tia lửa điện, chuyển từ trạng thái rắn sang trạng thái lỏng hoặc khí, và được dịch chuyển trên bề mặt của dây điện cực và/hoặc được hút vào trong chất lỏng điện môi. Đã nhận thấy rằng vùng bề mặt của dây điện cực nơi tia lửa điện chạm tới bị biến dạng, thường có dạng miệng núi lửa hơi lõm, với các vùng nơi vật liệu đã bị nóng chảy và đông đặc lại.

Có thể quan sát thấy rằng hiệu quả của các tia lửa điện đối với quy trình gia công tia lửa điện phụ thuộc nhiều vào tính chất và địa hình của lớp bề mặt của dây điện cực. Vì vậy, sự cải tiến đáng kể về hiệu quả của quy trình gia công tia lửa điện đạt được bằng cách sử dụng các dây điện cực có lõi được làm bằng một hoặc nhiều kim loại hoặc hợp kim tạo ra tính dẫn dòng điện tốt và độ bền cơ học tốt, để duy trì tải trọng kéo đứt cơ học của dây, và có lớp phủ được làm bằng một hoặc nhiều kim loại hoặc hợp kim khác và/hoặc địa hình cụ thể, ví dụ các vết nứt, tạo ra hiệu quả tốt hơn của quy trình gia công tia lửa điện, ví dụ tốc độ ăn mòn lớn hơn.

Do đó, các dây điện cực được tạo ra có lõi bằng đồng thau được phủ bằng kẽm, kẽm có đặc tính bay hơi nhanh trong quá trình phóng tia lửa điện đồng thời ngăn chặn sự đốt nóng quá mức ở lõi của dây điện cực. Ví dụ, đơn đăng ký sáng chế của Pháp số FR 2 936 727 A mô tả dây điện cực có lõi bằng kim loại, được làm bằng một hoặc nhiều lớp bằng kim loại hoặc hợp kim kim loại, và lớp phủ có hợp kim khác với hợp kim của lõi bằng kim loại và chứa kẽm với lượng nhiều hơn 50% khối lượng. Đơn đăng ký sáng chế nêu trên mô tả các lớp phủ ở pha đenta của hợp kim kẽm-sắt hoặc của hợp kim kẽm-niken. Pha đenta của các hợp kim này ổn định ở nhiệt độ môi trường, điều đó giúp cho việc thu được thể này trở nên dễ dàng hơn. Tuy nhiên, tốc độ gia công của các dây điện cực như vậy không phải là tối ưu.

Hơn nữa, các dây điện cực được tạo ra, lõi của các dây điện cực này được phủ bởi một hoặc nhiều lớp bằng hợp kim đồng và kẽm, ví dụ lớp bề mặt bằng hợp kim đồng và

kẽm ở pha gama có vết nứt bao quanh lớp trung gian bằng hợp kim đồng và kẽm ở pha bêta, hoặc ngoài ra lớp bề mặt bằng hợp kim đồng và kẽm ở pha epsilon bao quanh lớp bằng hợp kim đồng và kẽm ở pha gama, bản thân lớp này bao quanh lớp bằng hợp kim đồng và kẽm ở pha bêta. Cấu trúc lớp phủ cụ thể này nhằm mục đích bảo đảm thông thường là tốc độ gia công cao hơn đối với phần được gia công bằng phương pháp gia công tia lửa điện.

Tuy nhiên, vẫn cần phải tăng tốc độ gia công bằng phương pháp gia công tia lửa điện, đối với cường độ dòng điện nhất định trong phương pháp gia công tia lửa điện.

Sáng chế này là kết quả thu được từ những quan sát mà theo đó, trong quá trình đi qua vùng gia công của thiết bị gia công tia lửa điện nơi diễn ra quy trình gia công tia lửa điện, một và cùng một bề mặt của dây điện cực thường nhận được một số tia lửa điện liên tiếp. Kết quả của việc đó là, sau khi tia lửa điện đầu tiên tác động lên bề mặt này của dây điện cực, tia lửa điện tiếp theo xuất hiện trên bề mặt đã bị thay đổi do tia lửa điện đầu tiên và các tia lửa điện trung gian khác. Nói cách khác, các tia lửa điện dần dần làm thay đổi bề mặt của dây điện cực, điều này có thể ảnh hưởng đến hiệu quả của các tia lửa điện tiếp theo cụ thể là đối với tốc độ gia công tia lửa điện.

Cụ thể là, tia lửa điện đầu tiên không chỉ có tác dụng ăn mòn bề mặt của dây điện cực và bề mặt của phần được gia công, mà còn làm thay đổi cục bộ lớp phủ của dây điện cực bằng cách làm nóng chảy và tái tạo vật liệu. Do đó, vật liệu bề mặt của lớp phủ, đã được tái tạo, thường là hợp kim đồng và kẽm ở pha khác với pha của lớp bề mặt của dây điện cực ở trạng thái ban đầu của nó, do đó nó không còn thể hiện các tính chất giống nhau đối với quy trình gia công tia lửa điện được tạo ra bởi các tia lửa điện tiếp theo.

Tương tự như vậy, tia lửa điện đầu tiên không chỉ có tác dụng ăn mòn bề mặt của dây điện cực và bề mặt của phần được gia công, mà còn làm thay đổi cục bộ địa hình của lớp phủ của dây điện cực do sự nóng chảy của vật liệu, vật liệu này có thể chảy ra và che phủ mọi vết nứt hoặc lỗ hổng xuất hiện trên bề mặt của dây điện cực ở trạng thái ban đầu của nó.

Do đó, ý tưởng sáng tạo làm cơ sở cho sáng chế này là bảo tồn lớp bề mặt của dây điện cực có hiệu quả ăn mòn tốt trong suốt hành trình của nó đi qua vùng gia công trong quy trình gia công bằng phương pháp gia công tia lửa điện, bằng cách làm giảm càng

nhiều càng tốt sự suy giảm hiệu quả này do các tia lửa điện gia công liên tiếp. Theo cách này, vùng bề mặt của lớp phủ của dây điện cực có thể duy trì hiệu quả ăn mòn tốt với phần hành trình dài hơn của nó đi qua vùng gia công nơi mà các tia lửa điện trong quy trình gia công tia lửa điện được tạo ra.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề được đề xuất trong sáng chế này là thiết kế dây điện cực, cấu trúc của dây điện cực giúp cho có thể tăng tốc độ gia công bằng phương pháp gia công tia lửa điện, đối với cường độ dòng điện nhất định trong phương pháp gia công tia lửa điện.

Một vấn đề khác được đề xuất trong sáng chế này là quy trình sản xuất có hiệu quả kinh tế để sản xuất dây như vậy để gia công bằng phương pháp gia công tia lửa điện giúp cho có thể đạt được tốc độ gia công lớn hơn bằng phương pháp gia công tia lửa điện đối với cường độ dòng điện nhất định trong phương pháp gia công tia lửa điện.

Để đạt được mục đích nêu trên và các mục đích khác, theo khía cạnh thứ nhất, sáng chế đề xuất dây điện cực để gia công bằng phương pháp gia công tia lửa điện, dây điện cực này bao gồm:

- lõi bằng kim loại, được làm bằng một hoặc nhiều lớp bằng kim loại hoặc hợp kim kim loại,

- trên lõi bằng kim loại, lớp phủ có hợp kim khác với hợp kim của lõi bằng kim loại và chứa kẽm với lượng nhiều hơn 50% khối lượng, trong đó lớp phủ này có các vùng được làm bằng hợp kim đồng-kẽm ở pha đenta.

Dây điện cực để gia công bằng phương pháp gia công tia lửa điện này, khi được bảo quản và sau đó vận chuyển cho tới khi sẵn sàng để gia công ở đầu vào của thiết bị gia công tia lửa điện, được giữ ở nhiệt độ môi trường, nghĩa là nhiệt độ thường nằm trong khoảng từ 15°C đến 30°C.

Ở các nhiệt độ này, hợp kim đồng-kẽm ở pha đenta ở trong trạng thái siêu ổn định.

Các vùng bằng hợp kim đồng-kẽm ở pha đenta có thể xuất hiện trong lớp phủ liên tục, hoặc trong lớp phủ có các vết nứt.

Các tác giả của sáng chế này đã quan sát thấy rằng, so sánh với các vùng được làm

bằng hỗn hợp của hợp kim đồng và kẽm ở pha gama và của hợp kim đồng và kẽm ở pha epsilon có thành phần tổng thể giống nhau, khi các vùng này được xử lý bằng tia lửa điện gia công có cường độ cao và tồn tại trong một khoảng thời gian ngắn, các vùng bằng hợp kim đồng-kẽm ở pha delta tạo ra chất lỏng ít hơn. Ví dụ, có thể quan sát thấy rằng các miệng núi lửa phát sinh ra từ các tia lửa điện trong quy trình gia công tia lửa điện có các vùng bị đông đặc lại ít hơn khi pha delta của hợp kim này có mặt trong lớp phủ của dây điện cực.

Khi lượng chất lỏng được tạo ra ít hơn, dây điện cực tổn hao vật liệu ít hơn trong quá trình phóng tia lửa điện. Do đó, có thể giảm tốc độ tiến về phía trước của dây điện cực, và do đó giảm mức độ tiêu thụ của dây điện cực, trong khi vẫn duy trì tốc độ gia công tốt.

Ngoài ra, khi lượng chất lỏng được tạo ra ít hơn, có các vết nứt hoặc lỗ hổng ít hơn bị lấp bởi dòng chất lỏng, cho nên địa hình bề mặt của dây điện cực được bảo tồn tốt hơn. Do đó, tốc độ gia công được tăng lên.

Theo phương án thứ nhất, trong dây điện cực theo sáng chế, hợp kim đồng-kẽm ở pha delta tạo thành ít nhất một lớp bằng hợp kim trong lớp phủ.

Ví dụ, có lợi là ít nhất một lớp bằng hợp kim đồng-kẽm ở pha delta nêu trên có thể là lớp bề mặt của lớp phủ. Do đó, lớp này chịu tác động trực tiếp bởi các tia lửa điện trong quy trình gia công tia lửa điện.

Lớp bằng hợp kim đồng-kẽm ở pha delta có thể có vết nứt.

Theo khả năng thứ nhất, lớp phủ của dây điện cực có thể có lớp bằng hợp kim đồng-kẽm ở pha gama có vết nứt được bao quanh bởi ít nhất một lớp bằng hợp kim đồng-kẽm ở pha delta nêu trên.

Trong trường hợp này, có lợi là ít nhất một lớp bằng hợp kim đồng-kẽm ở pha delta nêu trên có thể có độ dày nằm trong khoảng từ 30% đến 100% độ dày của lớp bằng hợp kim đồng-kẽm ở pha gama có vết nứt nêu trên.

Theo khả năng thứ hai, lớp phủ có thể có lớp bằng hợp kim đồng-kẽm ở pha beta, được bao quanh bởi lớp bằng hợp kim đồng-kẽm ở pha gama có vết nứt, bản thân lớp này được bao quanh bởi ít nhất một lớp bằng hợp kim đồng-kẽm ở pha delta nêu trên, bản

thân lớp này được bao quanh bởi lớp bằng hợp kim đồng-kẽm ở pha epsilon.

Theo phương án có lợi, dây điện cực theo sáng chế có thể có lớp phủ có lớp bằng hợp kim đồng-kẽm ở pha gama chứa các lỗ hổng được che phủ bởi ít nhất một lớp bằng hợp kim đồng-kẽm ở pha delta nêu trên.

Nói chung, lớp bằng hợp kim đồng-kẽm ở pha delta có thể là liên tục. Theo cách khác, lớp bằng hợp kim đồng-kẽm ở pha delta có thể có vết nứt (do chuốt dây điện cực).

Theo khía cạnh khác, sáng chế đề xuất nhiều quy trình khác nhau để sản xuất dây điện cực để gia công bằng phương pháp gia công tia lửa điện, dây điện cực này bao gồm lõi bằng kim loại và lớp phủ có hợp kim đồng-kẽm ở pha delta. Các quy trình khác nhau này thường bao gồm các công đoạn sau đây:

- (a) - lấy một dây phôi được làm bằng kim loại,
- (b) - tạo ra, trên dây phôi này, lớp phủ có các vùng, thành phần trung bình của chúng tương ứng với khoảng (D) của trạng thái tồn tại của hợp kim đồng-kẽm ở pha delta,
- (c) - đưa dây phôi có lớp phủ đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 559°C đến 700°C, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 559°C đến 600°C, ở nhiệt độ đó hợp kim đồng-kẽm ở pha delta ở trong trạng thái ổn định,
- (d) - đột ngột làm nguội dây phôi có lớp phủ để giữ hợp kim đồng-kẽm ở pha delta trong trạng thái siêu ổn định ở nhiệt độ môi trường.

Theo phương án thứ nhất, quy trình này bao gồm các công đoạn sau đây:

- ở công đoạn (a), chọn một dây phôi có đồng trên bề mặt, ví dụ được làm bằng hợp kim đồng, hoặc bằng hợp kim đồng và kẽm,
- tạo ra lớp phủ thứ nhất bằng kẽm trên dây phôi này,
- thực hiện quy trình xử lý nhiệt khuếch tán thứ nhất để thu được lớp con bằng hợp kim đồng và kẽm ở pha beta và lớp bên ngoài bằng hợp kim đồng và kẽm ở pha gama,
- tạo ra lớp phủ thứ hai bằng kẽm,
- thực hiện quy trình xử lý nhiệt khuếch tán thứ hai ở nhiệt độ thấp hơn 170°C để

thu được, ở bề mặt của dây, lớp bên ngoài được làm bằng hợp kim đồng và kẽm ở pha epsilon trong khi giữ lại các lớp bên dưới được làm bằng hợp kim đồng và kẽm ở pha beta và hợp kim đồng và kẽm ở pha gama được tạo ra trước đó,

- đưa dây này đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 559°C đến 700°C, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 559°C đến 600°C, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 595°C đến 598°C, để tạo ra lớp trung gian được làm bằng hợp kim đồng-kẽm ở pha delta, giữa lớp con được làm bằng hợp kim đồng và kẽm ở pha gama và lớp bên ngoài bằng hợp kim đồng và kẽm ở pha epsilon,

- đột ngột làm nguội dây để giữ hợp kim đồng-kẽm ở pha delta trong trạng thái siêu ổn định ở nhiệt độ môi trường.

Theo phương án thứ hai, quy trình này bao gồm các công đoạn sau đây:

- ở công đoạn (a), chọn một dây phôi có đồng trên bề mặt, ví dụ được làm bằng đồng, hợp kim đồng hoặc hợp kim đồng và kẽm,

- nhúng dây phôi này vào trong bể kẽm nóng chảy ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 559°C đến 700°C, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 559°C đến 600°C, tốt hơn nữa là bằng 600°C, để tạo ra lớp phủ chứa hợp kim đồng và kẽm ở pha delta,

- đột ngột làm nguội dây để giữ hợp kim đồng và kẽm ở pha delta trong trạng thái siêu ổn định.

Theo phương án thứ ba, quy trình này bao gồm các công đoạn sau đây:

- ở công đoạn (a), chọn một dây phôi được làm bằng kim loại, ví dụ được làm bằng đồng, hợp kim đồng hoặc hợp kim đồng và kẽm,

- lắng đọng, ở bề mặt của dây phôi, lớp niken có độ dày xấp xỉ bằng 5 μm ,

- nhúng dây phôi có lớp phủ bằng niken này vào trong bể đồng và kẽm nóng chảy có hàm lượng kẽm nằm trong khoảng từ 72 đến 77 phần trăm nguyên tử và phần còn lại là đồng, và cho phép khuếch tán ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 559°C đến 700°C, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 559°C đến 600°C, tốt hơn nữa là bằng 600°C, để tạo ra lớp phủ được làm bằng hợp kim đồng và kẽm ở pha delta,

- đột ngột làm nguội dây thu được như vậy để giữ hợp kim đồng và kẽm ở pha delta

trong trạng thái siêu ổn định ở nhiệt độ môi trường.

Theo khía cạnh thứ tư, quy trình này bao gồm các công đoạn sau đây:

- ở công đoạn (a), chọn một dây phôi được làm bằng kim loại, ví dụ được làm bằng đồng, hợp kim đồng hoặc hợp kim đồng và kẽm,
- lắng đọng, ở bề mặt của dây phôi, lớp niken có độ dày xấp xỉ bằng 5 μm ,
- ép đùn đồng thời dây phôi có lớp phủ bằng niken này cùng với hợp kim đồng và kẽm có hàm lượng kẽm nằm trong khoảng từ 72 đến 77 phần trăm nguyên tử và giữ ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 559°C đến 700°C, tốt hơn là ở nhiệt độ bằng 600°C, để tạo ra lớp phủ có lớp được làm bằng hợp kim đồng và kẽm ở pha đenta trên dây phôi có lớp phủ bằng niken này,
- đột ngột làm nguội dây được phủ như vậy ngay sau khi ép đùn đồng thời, để giữ hợp kim đồng và kẽm ở pha đenta trong trạng thái siêu ổn định ở nhiệt độ môi trường.

Theo phương án thứ năm, quy trình này bao gồm các công đoạn sau đây:

- ở công đoạn (a), chọn một dây phôi bằng kim loại, ví dụ được làm bằng đồng, hợp kim đồng hoặc hợp kim đồng và kẽm,
- lắng đọng, ở bề mặt của dây phôi bằng kim loại này, lớp niken có độ dày xấp xỉ bằng 5 μm ,
- lắng đọng, trên lớp bằng niken, lớp bằng đồng và sau đó là lớp bằng kẽm, theo tỷ lệ giữa đồng và kẽm nằm trong khoảng từ 72 đến 77 phần trăm nguyên tử là kẽm, với lượng dư kẽm được chọn để bù cho sự bay hơi không tránh khỏi của một phần kẽm trong công đoạn khuếch tán tiếp theo,
- cho phép khuếch tán ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 559°C đến 700°C, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 559°C đến 600°C, tốt hơn nữa là bằng 600°C, để tạo ra lớp phủ có lớp được làm bằng hợp kim đồng-kẽm ở pha đenta,
- đột ngột làm nguội dây được phủ như vậy để giữ hợp kim đồng-kẽm ở pha đenta trong trạng thái siêu ổn định ở nhiệt độ môi trường.

Theo phương án thứ sáu, quy trình này bao gồm các công đoạn sau đây:

- ở công đoạn (a), chọn một dây phôi được làm bằng kim loại, ví dụ một dây phôi được làm bằng đồng, hợp kim đồng hoặc hợp kim đồng-kẽm, dây phôi được dự định để tạo thành lõi của dây dùng trong quy trình gia công tia lửa điện,

- ở công đoạn (b), tạo ra, trên dây phôi, bằng cách kết tủa điện phân pha nước, lớp phủ bằng đồng và kẽm, thành phần của lớp phủ này là thành phần ở pha đenta,

- đưa dây này đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 559°C đến 700°C , tốt hơn là nằm trong khoảng từ 559°C đến 600°C , tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 595°C đến 598°C , để tạo ra lớp phủ được làm bằng hợp kim đồng-kẽm ở pha đenta,

- đột ngột làm nguội dây được phủ như vậy để giữ hợp kim đồng-kẽm ở pha đenta trong trạng thái siêu ổn định ở nhiệt độ môi trường.

Trên thực tế, để thực hiện công đoạn (b) là kết tủa điện phân pha nước để tạo ra lớp phủ bằng đồng và kẽm, thành phần của lớp phủ này là thành phần ở pha đenta, dây phôi tạo thành catốt, và sử dụng anốt ví dụ được làm bằng các hợp kim đồng và kẽm theo tỷ lệ giữa đồng và kẽm nằm trong khoảng từ 72 đến 77 phần trăm nguyên tử là kẽm, nghĩa là trong hỗn hợp thích hợp của các pha gama và epsilon ở nhiệt độ môi trường. Bể điện phân được làm thích ứng để kết tủa lớp phủ, thành phần của lớp phủ này là thành phần ở pha đenta, tốt hơn là có 76% kẽm trong chất kết tủa. Ví dụ, bể này có thể chứa:

- nước để làm dung môi,
- 17 g trên lít đồng xyanua CuCN ,
- 60 g trên lít kẽm xyanua Zn(CN)_2 ,
- 60 g trên lít natri xyanua NaCN ,
- 60 g trên lít natri hydroxit NaOH ,
- 0,4 g trên lít natri sulfit $\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$,
- ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 20°C đến 80°C ,
- với mật độ dòng điện bằng từ 1 A/dm^2 đến 10 A/dm^2 .

Ưu điểm của cách kết tủa điện phân hợp kim đồng-kẽm là ở chỗ thành phần của hợp kim này có độ dày của lớp phủ không thay đổi, khác với cách khuếch tán kẽm trên chất

nền đồng hoặc đồng thau, có gradien thành phần khi không có lớp rào chắn.

Các quy trình nêu trên có đặc điểm chung là các quy trình này tạo ra, trong lớp phủ của dây điện cực, ít nhất một vùng được làm bằng các hợp kim đồng-kẽm, thành phần trung bình của chúng tương ứng với khoảng của trạng thái tồn tại của hợp kim đồng-kẽm ở pha delta trong trạng thái cân bằng, vùng nào sau đó được đưa đến nhiệt độ mà ở đó pha delta được tạo ra và duy trì trạng thái ổn định, thì dây điện cực được làm nguội đột ngột để giữ pha delta trong trạng thái siêu ổn định ở nhiệt độ môi trường.

Mỗi quy trình trong số các quy trình nêu trên có thể bao gồm công đoạn tiếp theo là chuốt dây điện cực để đưa nó về đường kính hoạt động cuối cùng của nó.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các đối tượng yêu cầu bảo hộ, các dấu hiệu đặc trưng và các ưu điểm khác của sáng chế này sẽ trở nên rõ ràng sau khi xem phần mô tả chi tiết sáng chế dưới đây, phần mô tả sáng chế này có dựa vào các hình vẽ kèm theo, trong đó:

Fig.1 là biểu đồ pha của hệ đồng-kẽm ở trạng thái cân bằng, với nồng độ nguyên tử (tỷ lệ mol) của kẽm trên trục hoành và ví dụ nhiệt độ, được biểu diễn bằng độ Kelvin, trên trục tung;

Fig.2 là hình chiếu cạnh theo nửa mặt cắt dọc của dây điện cực theo giải pháp kỹ thuật đã biết, có lõi và lớp phủ liên tục, trước khi tạo ra tia lửa điện trong quy trình gia công tia lửa điện;

Fig.3 là hình chiếu cạnh theo nửa mặt cắt dọc của dây điện cực trên Fig.2, sau khi tạo ra tia lửa điện trong quy trình gia công tia lửa điện;

Fig.4 là hình chiếu từ trên xuống của dây điện cực trên Fig.3, sau khi tạo ra tia lửa điện trong quy trình gia công tia lửa điện;

Fig.5 là hình chiếu cạnh theo nửa mặt cắt dọc của dây điện cực theo giải pháp kỹ thuật đã biết, có lõi và lớp phủ có vết nứt, trước khi tạo ra tia lửa điện trong quy trình gia công tia lửa điện;

Fig.6 là hình chiếu cạnh theo nửa mặt cắt dọc của dây điện cực trên Fig.5, sau khi tạo ra tia lửa điện trong quy trình gia công tia lửa điện;

Fig.7 là hình chiếu cạnh theo nửa mặt cắt dọc của dây điện cực theo một phương án thực hiện sáng chế này;

Fig.8 là hình chiếu cạnh theo nửa mặt cắt dọc của dây điện cực theo một phương án khác để thực hiện sáng chế này; và

Fig.9 là hình chiếu cạnh theo nửa mặt cắt dọc của dây điện cực theo một phương án khác để thực hiện sáng chế này.

Mô tả chi tiết sáng chế

Trước tiên, trên Fig.1, biểu đồ pha của hệ đồng-kẽm ở trạng thái cân bằng được xem xét.

Lưu ý rằng pha δ của hệ đồng-kẽm ở trạng thái ổn định trong một khoảng nhỏ D trong đó nồng độ kẽm nằm trong khoảng từ 72 đến 77 phần trăm nguyên tử và trong đó nhiệt độ nằm trong khoảng từ 559°C đến 700°C .

Do đó, trong các vùng được làm bằng hợp kim đồng-kẽm ở pha δ của dây điện cực, hàm lượng kẽm thay đổi liên tục nhưng vẫn duy trì trong khoảng từ 72 đến 77 phần trăm nguyên tử, phần còn lại là đồng, và các tạp chất là không tránh khỏi. Pha δ của hợp kim đồng-kẽm có cấu trúc tinh thể học cụ thể có thể được nhận dạng bằng nhiều phương thức khác nhau, ví dụ bằng cách nhiễu xạ tia-X hoặc bằng cách nhiễu xạ neutron. Cấu trúc tinh thể học cụ thể này giúp cho có thể phân biệt pha δ của hệ đồng-kẽm tương ứng với hỗn hợp của các hạt mịn được làm bằng đồng thau ở pha γ và của các hạt mịn được làm bằng đồng thau ở pha ϵ , hỗn hợp nào sẽ có thành phần tổng thể giống nhau. Cấu trúc tinh thể học của pha δ của hệ đồng-kẽm, ở trạng thái ổn định của nó ở nhiệt độ bằng 600°C , đã được công bố trong tài liệu vào năm 1971 của J. Lenz và K. Schubert mang tên Zeitschrift für Metallkunde, vol. 62, trang 810-816.

Các vùng bằng hợp kim đồng và kẽm ở pha δ có thể chỉ được thu nhận trong khoảng từ 559°C đến 700°C , và sau đó phải trải qua quy trình tôi, nghĩa là làm nguội đột ngột, để đưa chúng từ nhiệt độ 559°C về nhiệt độ môi trường trong một khoảng thời gian ngắn, để duy trì cấu trúc tinh thể của chúng ở nhiệt độ môi trường. Trên thực tế, quy trình tôi có thể được thực hiện bằng cách cho dây điện cực đi qua nước ở thể lỏng, tốt hơn là ở nhiệt độ gần với nhiệt độ môi trường, trước khi nhiệt độ của dây điện cực giảm xuống

dưới 559°C .

Ở nhiệt độ dưới 559°C , cụ thể là ở nhiệt độ môi trường, các vùng bằng hợp kim đồng và kẽm ở pha δ ở trong trạng thái siêu ổn định. Ở trạng thái siêu ổn định như vậy, sự chuyển đổi từ pha δ sang pha γ diễn ra rất chậm, gần như không thể nhận thấy được sau khi sản xuất, trong các điều kiện bảo quản, vận chuyển và phân phối các dây điện cực đến vùng gia công của thiết bị gia công tia lửa điện.

Như đã chỉ ra trên đây, khi các vùng này được xử lý bằng tia lửa điện gia công có cường độ cao và tồn tại trong một khoảng thời gian ngắn, các vùng bằng hợp kim đồng-kẽm ở pha δ tạo ra chất lỏng ít hơn, và điều này cho phép đạt được tốc độ gia công cao bằng phương pháp gia công tia lửa điện.

Có khả năng là hiệu ứng này, đã được quan sát thấy, là kết quả của các tính chất vật lý cụ thể sau đây của pha δ của hệ đồng-kẽm.

Tính chất vật lý thứ nhất được liên kết với trạng thái siêu ổn định của pha δ của hệ đồng-kẽm ở nhiệt độ môi trường. Trên thực tế, entanpi tự do phân tử gam của pha δ lớn hơn so với entanpi tự do phân tử gam của pha γ và của pha ϵ . Vì vậy, sự bay hơi của pha δ có khả năng được ưu tiên do mức dư năng lượng này. Lượng nhiệt mà tia lửa điện phải toả ra để làm nóng pha δ từ 25°C lên đến 561°C ít hơn so với lượng nhiệt cần thiết để làm nóng hỗn hợp của các pha γ và ϵ có thành phần tổng thể giống nhau giữa các nhiệt độ nêu trên.

Tính chất vật lý thứ hai của pha δ của hệ đồng-kẽm là sự phân ly peritecti của nó khi nhiệt độ tăng lên bắt đầu từ 561°C . Tính chất này xuất hiện trên biểu đồ pha trên Fig.1, bằng đường nằm ngang giới hạn đầu cao của khoảng pha δ . Điều này có nghĩa là sự nóng chảy của pha δ , từ đầu cao của khoảng pha δ , phải kèm theo sự chuyển pha để chuyển sang trạng thái rắn nhằm tạo ra pha γ . Trên thực tế, tốc độ chuyển pha sang trạng thái rắn có khả năng bị giới hạn do sự khuếch tán của các nguyên tử ở trạng thái rắn, sự khuếch tán ở trạng thái như vậy chậm hơn so với sự khuếch tán ở trạng thái lỏng. Do đó, trong các điều kiện của tia lửa điện gia công, sự nóng chảy của pha δ có khả năng chậm hơn so với sự bay hơi của kim loại. Do đó, mặt phân cách được tạo ra giữa pha rắn và pha hơi của nó, mà không có sự xuất hiện đáng kể của pha lỏng giữa hai pha này.

Trên Fig.2, có sơ đồ thể hiện một phần mặt cắt dọc của dây điện cực 1 có lõi 2 và lớp phủ liên tục 3, trước khi gia công tia lửa điện. Khi đó, lớp phủ có bề mặt 4 thường là nhẵn, nghĩa là thường có dạng hình trụ, dọc theo trục dọc A-A của dây điện cực 1.

Trên Fig.3, có sơ đồ thể hiện cùng một phần mặt cắt dọc của cùng một dây điện cực 1 có lớp phủ liên tục 3 sau khi gia công tia lửa điện. Miệng núi lửa được tạo ra bằng tia lửa điện 5, được bao quanh bởi giọt 6 của vật liệu đã bị nóng chảy và đông đặc lại.

Fig.4 là sơ đồ thể hiện, hình chiếu từ trên xuống, mặt cắt của dây điện cực 1 có miệng núi lửa 5 và giọt 6 của nó.

Cần phải hiểu rằng vật liệu để tạo ra giọt 6 được dịch chuyển khi nó ở trạng thái lỏng dưới tác động của sự đốt nóng do tia lửa điện. Vật liệu để tạo ra giọt 6 là do sự nóng chảy của (các) hợp kim có mặt trước đó trong lớp phủ, và pha hợp kim thu được có thể khác với pha của (các) hợp kim có mặt trước đó, và không còn có tác dụng ăn mòn tương tự trong quá trình hoạt động của các tia lửa điện tiếp theo trong vùng gia công.

Sáng chế này, nhờ sự có mặt của các vùng được làm bằng hợp kim đồng-kẽm ở pha đenta, giúp cho có thể giảm độ sâu của miệng núi lửa, hoặc đường kính của nó, hoặc độ dày của giọt vật liệu đông đặc lại. Do đó, dây điện cực theo sáng chế tổn hao vật liệu ít hơn ở mỗi tia lửa điện, và vật liệu còn lại trên bề mặt của dây điện cực duy trì tốt hơn các tính chất của nó đã có trước khi gia công tia lửa điện.

Trong phương án được thể hiện bằng sơ đồ trên Fig.5, thể hiện một phần mặt cắt dọc của dây điện cực 1 có lõi 2 và lớp phủ 3, trước khi gia công tia lửa điện, lớp phủ 3 có các vết nứt 7.

Trên Fig.6, có sơ đồ thể hiện cùng một phần mặt cắt dọc của cùng một dây điện cực 1 có lớp phủ có vết nứt 3 sau khi gia công tia lửa điện. Miệng núi lửa được tạo ra bằng tia lửa điện 5, được bao quanh bởi giọt 6 của vật liệu đã bị nóng chảy và đông đặc lại.

Cần phải hiểu rằng vật liệu để tạo ra giọt 6 được dịch chuyển khi nó ở trạng thái lỏng dưới tác động của sự đốt nóng do tia lửa điện, và dịch chuyển đến để che phủ lên một số vết nứt hoặc lỗ hổng 7a, cho nên các vết nứt hoặc lỗ hổng có thể không còn được sử dụng để thực hiện các hiệu ứng kỹ thuật của chúng trong các tia lửa điện tiếp theo.

Sáng chế này, nhờ sự có mặt của các vùng được làm bằng hợp kim đồng-kẽm ở pha

đenta, giúp cho có thể giảm lượng vật liệu hoá lỏng, và do đó giúp cho có thể bảo tồn tốt hơn sự có mặt của các vết nứt hoặc các lỗ hổng 7, để thực hiện các chức năng của chúng trong các tia lửa điện tiếp theo.

Theo phương án được thể hiện trên Fig.7, lớp phủ 3 của dây điện cực 1 có lớp bên dưới 31 bằng hợp kim đồng-kẽm ở pha beta, được bao quanh bởi lớp trung gian thứ nhất liên tục 32 bằng hợp kim đồng và kẽm ở pha gamma, bản thân lớp này được bao quanh bởi lớp trung gian thứ hai 33 bằng hợp kim đồng-kẽm ở pha đenta, bản thân lớp này được bao quanh bởi lớp bề mặt 34 bằng hợp kim đồng và kẽm ở pha epsilon.

Theo phương án được thể hiện trên Fig.8, lớp phủ 3 của dây điện cực 1 có một lớp 33 bằng hợp kim đồng-kẽm ở pha đenta, phủ lên lõi 2.

Theo phương án được thể hiện trên Fig.9, lớp phủ 3 của dây điện cực 1 có lớp bên dưới 31 bằng hợp kim đồng-kẽm ở pha beta, được bao quanh bởi lớp trung gian thứ nhất có vết nứt 32 bằng hợp kim đồng-kẽm ở pha gamma, bản thân lớp này được bao quanh bởi lớp trung gian thứ hai 33 bằng hợp kim đồng-kẽm ở pha đenta, bản thân lớp này được bao quanh bởi lớp bề mặt 34 bằng hợp kim đồng-kẽm ở pha epsilon. Theo phương án này, lớp trung gian thứ hai 33 và lớp bề mặt 34 che phủ một phần một số vết nứt hoặc lỗ hổng 7b của lớp trung gian thứ nhất 32, tạo ra các lỗ hổng đã được che phủ. Trong quy trình gia công tia lửa điện, sự có mặt của các vùng như lớp 33 được làm bằng hợp kim đồng-kẽm ở pha đenta làm giảm nguy cơ biến mất của các vết nứt hoặc các lỗ hổng 7b được che phủ như vậy, các lỗ hổng được che phủ 7b thích hợp để đạt được tốc độ gia công cao bằng phương pháp gia công tia lửa điện với dây điện cực 1 như vậy.

Sáng chế này không chỉ giới hạn ở các phương án đã được mô tả rõ ràng trên đây mà còn có nhiều phương án thay thế khác nhau và các dạng khái quát của các phương án đó nằm trong phạm vi yêu cầu bảo hộ dưới đây.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Dây điện cực (1) để gia công bằng phương pháp gia công tia lửa điện, dây điện cực (1) này bao gồm:

- lõi bằng kim loại (2), được làm bằng một hoặc nhiều lớp bằng kim loại hoặc hợp kim kim loại,

- trên lõi bằng kim loại (2), lớp phủ (3) có hợp kim khác với hợp kim của lõi bằng kim loại (2) và chứa kẽm với lượng nhiều hơn 50% khối lượng,

khác biệt ở chỗ lớp phủ (3) có hợp kim đồng-kẽm ở pha delta (33).

2. Dây điện cực theo điểm 1, khác biệt ở chỗ hợp kim đồng-kẽm ở pha delta (33) tạo thành ít nhất một lớp bằng hợp kim trong lớp phủ (3).

3. Dây điện cực theo điểm 2, khác biệt ở chỗ ít nhất một lớp bằng hợp kim đồng-kẽm ở pha delta (33) nêu trên có vết nứt.

4. Dây điện cực theo điểm bất kỳ trong số các điểm 2 và 3, khác biệt ở chỗ ít nhất một lớp bằng hợp kim đồng-kẽm ở pha delta (33) nêu trên là lớp bề mặt của lớp phủ (3).

5. Dây điện cực theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 2 đến 4, khác biệt ở chỗ lớp phủ (3) có lớp bằng hợp kim đồng-kẽm ở pha gama có vết nứt (32) được bao quanh bởi ít nhất một lớp bằng hợp kim đồng-kẽm ở pha delta (33) nêu trên.

6. Dây điện cực theo điểm 5, khác biệt ở chỗ ít nhất một lớp bằng hợp kim đồng-kẽm ở pha delta (33) nêu trên có độ dày nằm trong khoảng từ 30% đến 100% độ dày của lớp bằng hợp kim đồng-kẽm ở pha gama có vết nứt (32) nêu trên.

7. Dây điện cực theo điểm bất kỳ trong số các điểm 2 và 3, khác biệt ở chỗ lớp phủ (3) có lớp bằng hợp kim đồng-kẽm ở pha beta (31), được bao quanh bởi lớp bằng hợp kim đồng-kẽm ở pha gama có vết nứt (32), được bao quanh bởi ít nhất một lớp bằng hợp kim đồng-kẽm ở pha delta (33) nêu trên, bản thân lớp này được bao quanh bởi lớp bằng hợp kim đồng-kẽm ở pha epsilon (34).

8. Dây điện cực theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 5 đến 7, khác biệt ở chỗ lớp bằng

hợp kim đồng-kẽm ở pha gama (32) chứa các lỗ hổng (7a) được phủ bởi ít nhất một lớp bằng hợp kim đồng-kẽm ở pha đenta (33) nêu trên.

9. Quy trình sản xuất dây điện cực (1) để gia công bằng phương pháp gia công tia lửa điện, dây điện cực (1) này có lõi bằng kim loại (2) và lớp phủ (3) có hợp kim đồng-kẽm ở pha đenta (33), quy trình này bao gồm các công đoạn sau đây:

(a) - lấy một dây phôi được làm bằng kim loại,

(b) - tạo ra, trên dây phôi này, lớp phủ có các vùng, thành phần trung bình của chúng tương ứng với khoảng (D) của trạng thái tồn tại của hợp kim đồng-kẽm ở pha đenta,

(c) - đưa dây phôi có lớp phủ đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 559°C đến 700°C, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 559°C đến 600°C, ở nhiệt độ đó hợp kim đồng-kẽm ở pha đenta ở trong trạng thái ổn định,

(d) - đột ngột làm nguội dây phôi có lớp phủ để giữ hợp kim đồng-kẽm ở pha đenta (33) trong trạng thái siêu ổn định ở nhiệt độ môi trường.

10. Quy trình theo điểm 9, trong đó quy trình này bao gồm các công đoạn sau đây:

- ở công đoạn (a), chọn một dây phôi có đồng trên bề mặt,

- tạo ra lớp phủ thứ nhất bằng kẽm trên dây phôi này,

- thực hiện quy trình xử lý nhiệt khuếch tán thứ nhất để thu được lớp con bằng hợp kim đồng và kẽm ở pha beta (31) và lớp bên ngoài bằng hợp kim đồng và kẽm ở pha gama (32),

- tạo ra lớp phủ thứ hai bằng kẽm,

- thực hiện quy trình xử lý nhiệt khuếch tán thứ hai ở nhiệt độ thấp hơn 170°C để thu được, ở bề mặt của dây, lớp bên ngoài được làm bằng hợp kim đồng và kẽm ở pha epsilon (34) trong khi giữ lại các lớp bên dưới được làm bằng hợp kim đồng-kẽm ở pha beta (31) và hợp kim đồng-kẽm ở pha gama (32) được tạo ra trước đó,

- đưa dây này đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 559°C đến 700°C, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 559°C đến 600°C, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 595°C đến 598°C,

để tạo ra lớp trung gian được làm bằng hợp kim đồng và kẽm ở pha delta (33), giữa lớp con được làm bằng hợp kim đồng và kẽm ở pha gamma (32) và lớp bên ngoài bằng hợp kim đồng và kẽm ở pha epsilon (34),

- đột ngột làm nguội dây để giữ hợp kim đồng và kẽm ở pha delta (33) trong trạng thái siêu ổn định ở nhiệt độ môi trường.

11. Quy trình theo điểm 9, trong đó quy trình này bao gồm các công đoạn sau đây:

- ở công đoạn (a), chọn một dây phôi có đồng trên bề mặt,
- nhúng dây phôi này vào trong bể kẽm nóng chảy ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 559°C đến 700°C, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 559°C đến 600°C, tốt hơn nữa là bằng 600°C, để tạo ra lớp phủ được làm bằng hợp kim đồng và kẽm ở pha delta (33),
- đột ngột làm nguội dây để giữ hợp kim đồng và kẽm ở pha delta (33) trong trạng thái siêu ổn định.

12. Quy trình theo điểm 9, trong đó quy trình này bao gồm các công đoạn sau đây:

- ở công đoạn (a), chọn một dây phôi được làm bằng kim loại,
- lắng đọng, ở bề mặt của dây phôi, lớp niken có độ dày xấp xỉ bằng 5 μm ,
- nhúng dây phôi có lớp phủ bằng niken này vào trong bể đồng và kẽm nóng chảy có hàm lượng kẽm nằm trong khoảng từ 72 đến 77 phần trăm nguyên tử và phần còn lại là đồng, và cho phép khuếch tán ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 559°C đến 700°C, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 559°C đến 600°C, tốt hơn nữa là bằng 600°C, để tạo ra lớp phủ được làm bằng hợp kim đồng và kẽm ở pha delta (33),
- đột ngột làm nguội dây để giữ hợp kim đồng và kẽm ở pha delta (33) trong trạng thái siêu ổn định ở nhiệt độ môi trường.

13. Quy trình theo điểm 9, trong đó quy trình này bao gồm các công đoạn sau đây:

- ở công đoạn (a), chọn một dây phôi được làm bằng kim loại,
- lắng đọng, ở bề mặt của dây phôi, lớp niken có độ dày xấp xỉ bằng 5 μm ,
- ép dẹt đồng thời dây phôi có lớp phủ bằng niken này cùng với hợp kim đồng và

kẽm ở pha đenta có hàm lượng kẽm nằm trong khoảng từ 72 đến 77 phần trăm nguyên tử và giữ ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 559°C đến 700°C, tốt hơn là ở nhiệt độ bằng 600°C, để tạo ra lớp phủ được làm bằng hợp kim đồng và kẽm ở pha đenta (33) trên dây phôi có lớp phủ bằng niken này,

- đột ngột làm nguội dây được phủ như vậy ngay sau khi ép đùn đồng thời, để giữ hợp kim đồng và kẽm ở pha đenta (33) trong trạng thái siêu ổn định ở nhiệt độ môi trường.

14. Quy trình theo điểm 9, trong đó quy trình này bao gồm các công đoạn sau đây:

- ở công đoạn (a), chọn một dây phôi bằng kim loại (2),
- lắng đọng, ở bề mặt của dây phôi bằng kim loại này (2), lớp niken có độ dày xấp xỉ bằng 5 μm ,
- lắng đọng, trên lớp bằng niken, lớp bằng đồng và sau đó là lớp bằng kẽm, theo tỷ lệ giữa đồng và kẽm nằm trong khoảng từ 72 đến 77 phần trăm nguyên tử là kẽm, với lượng dư kẽm được chọn để bù cho sự bay hơi không tránh khỏi của một phần kẽm trong công đoạn khuếch tán tiếp theo,
- cho phép khuếch tán ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 559°C đến 700°C, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 559°C đến 600°C, tốt hơn nữa là bằng 600°C, để tạo ra lớp phủ (3) có lớp (33) được làm bằng hợp kim đồng-kẽm ở pha đenta,
- đột ngột làm nguội dây được phủ như vậy để giữ hợp kim đồng-kẽm ở pha đenta (33) trong trạng thái siêu ổn định ở nhiệt độ môi trường.

15. Quy trình theo điểm 9, trong đó công đoạn (b) để tạo ra lớp phủ được thực hiện bằng cách kết tủa điện phân pha nước, sử dụng dây phôi này làm catôt, và sử dụng anôt được làm bằng các hợp kim đồng và kẽm với thành phần ở gần pha đenta.

16. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 9 đến 15, khác biệt ở chỗ quy trình này bao gồm công đoạn tiếp theo là chuốt dây điện cực.

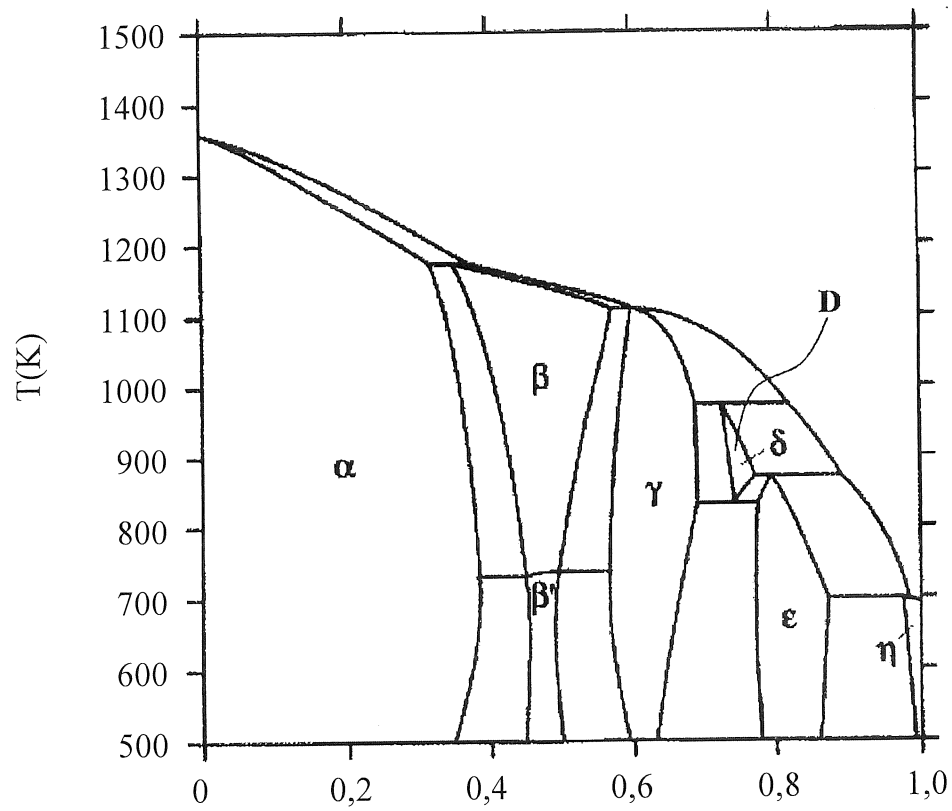


FIG. 1

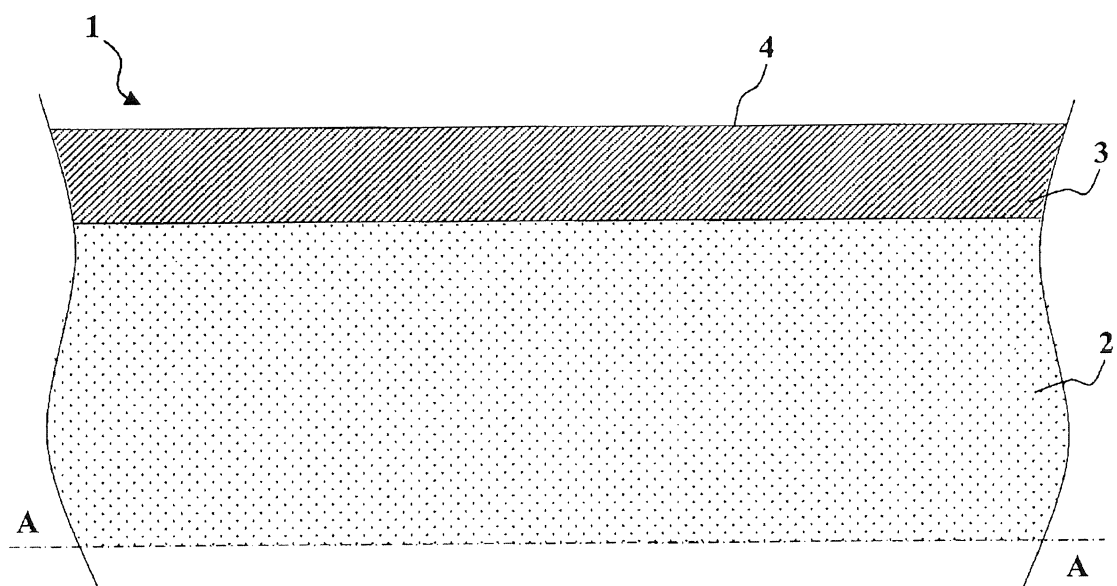


FIG. 2

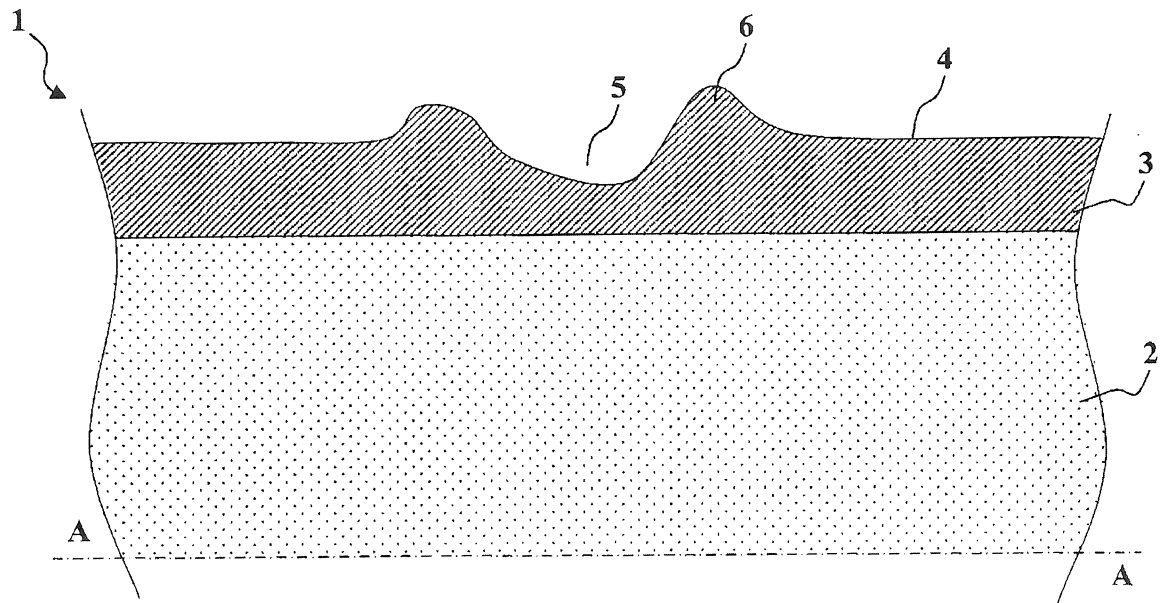


FIG. 3

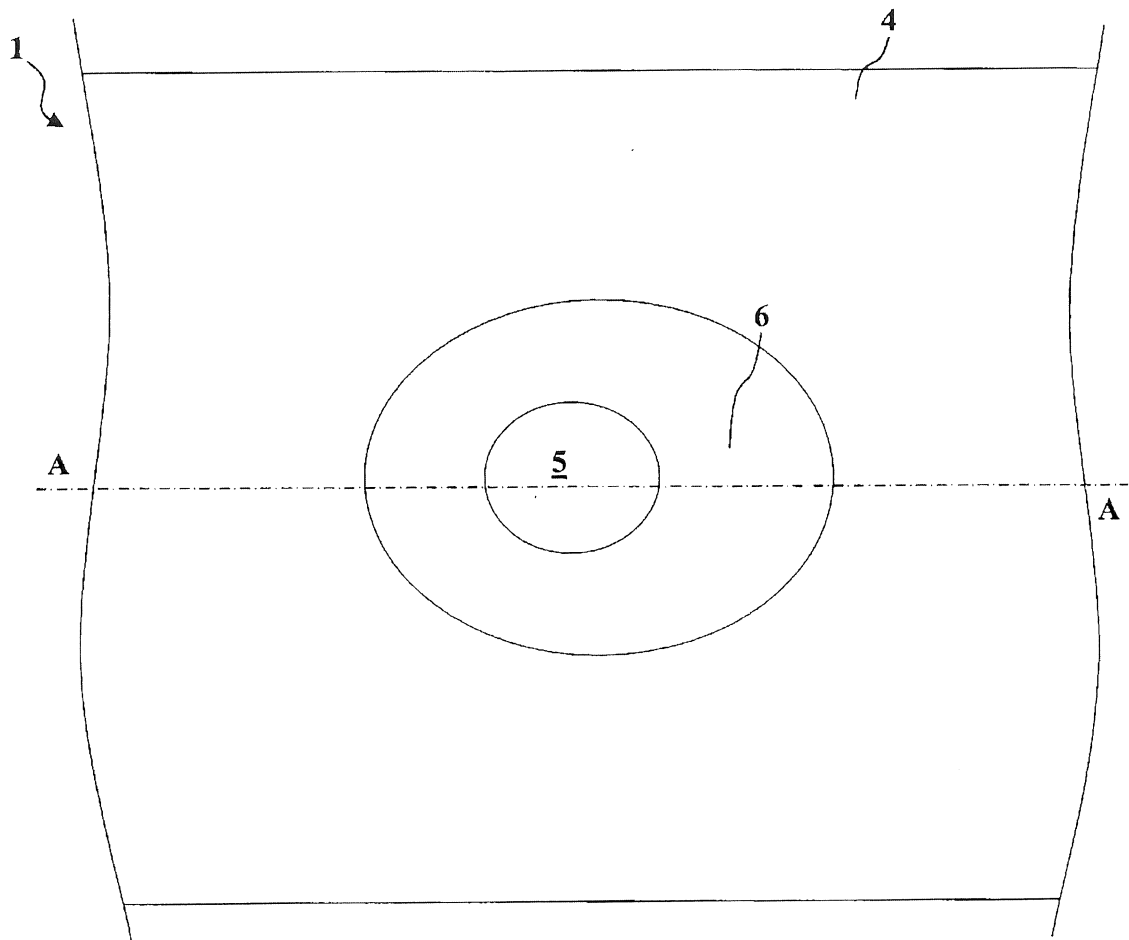


FIG. 4

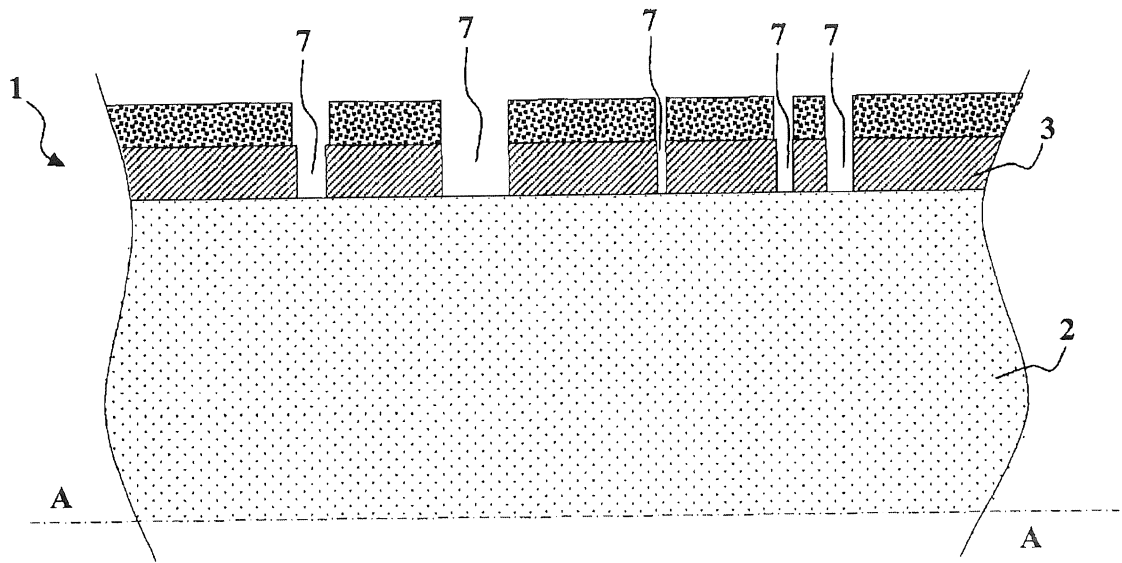


FIG. 5

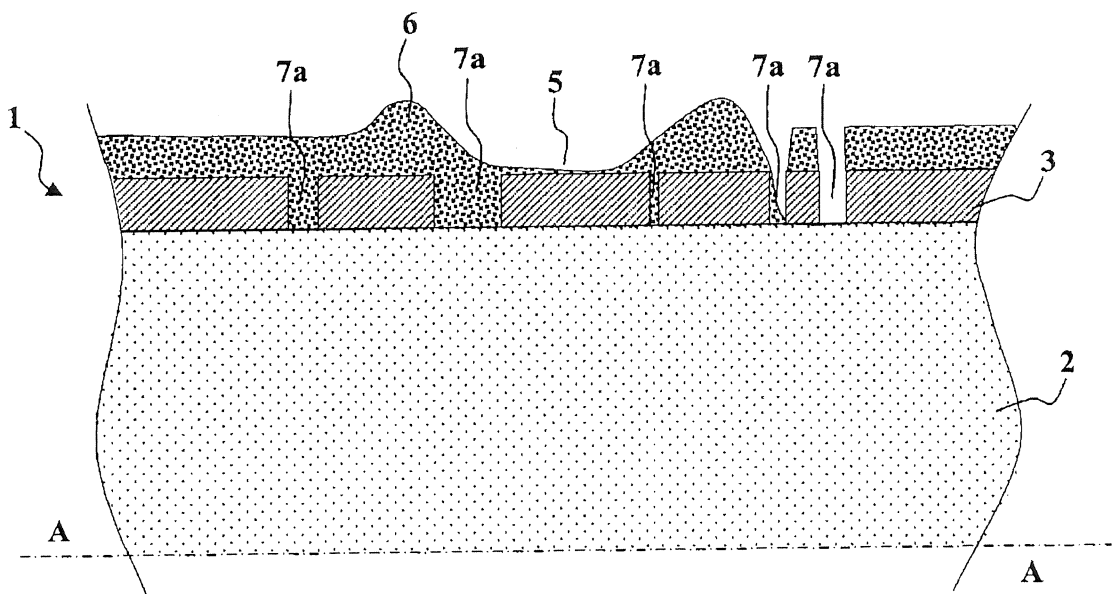


FIG. 6

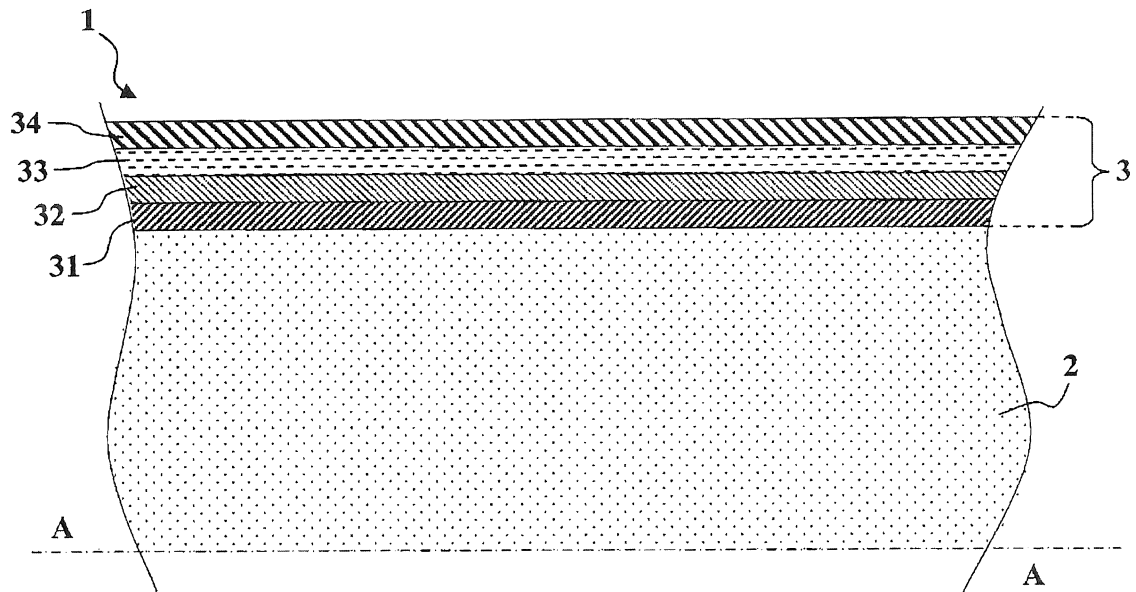


FIG. 7

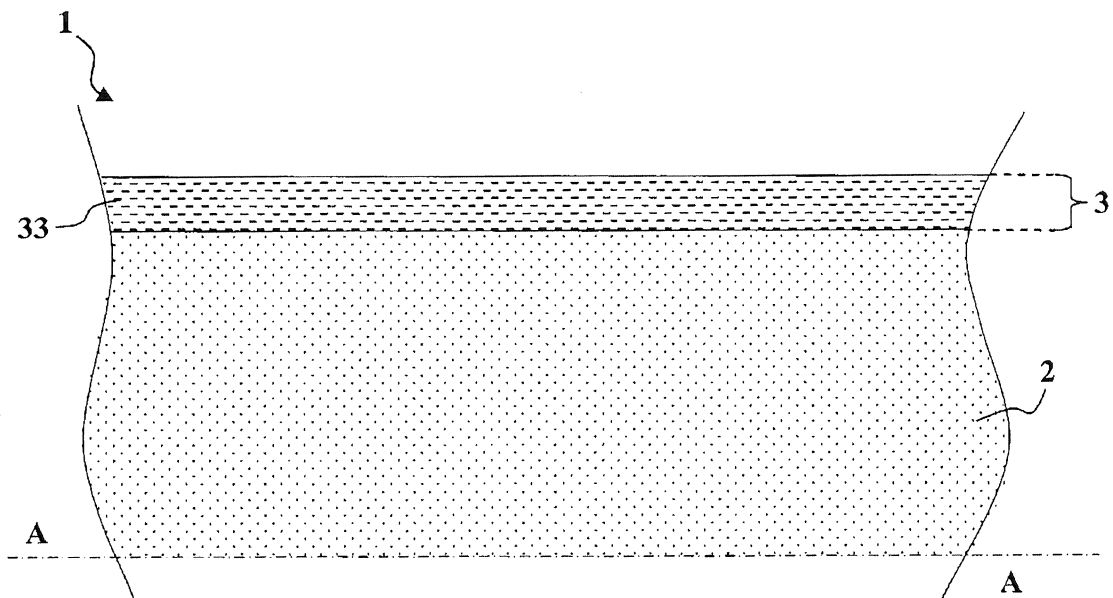


FIG. 8

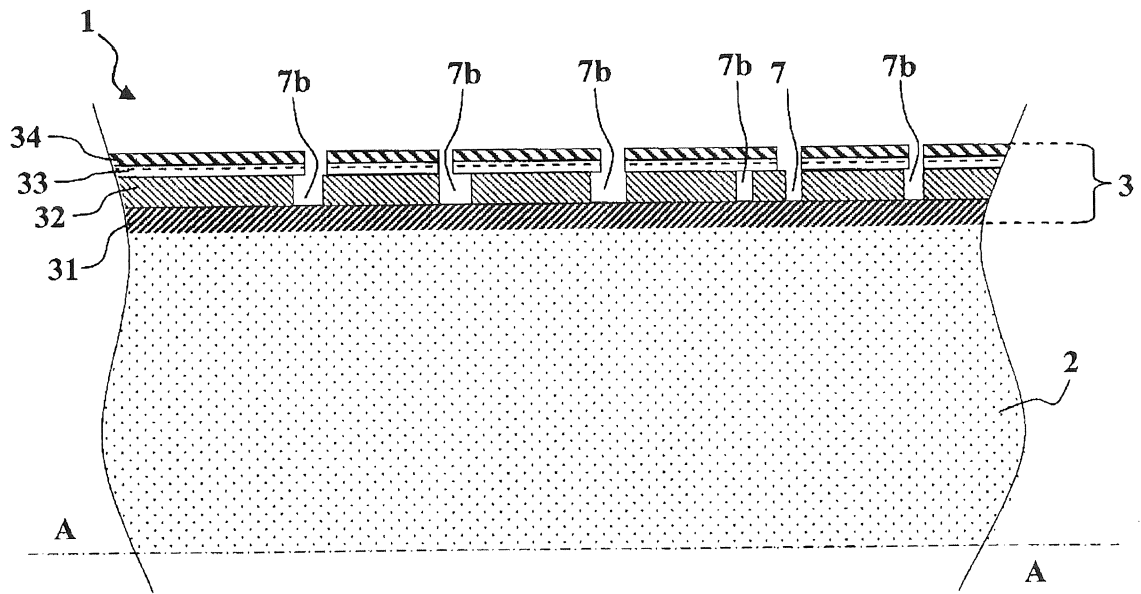


FIG. 9