(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) **1-0034379**

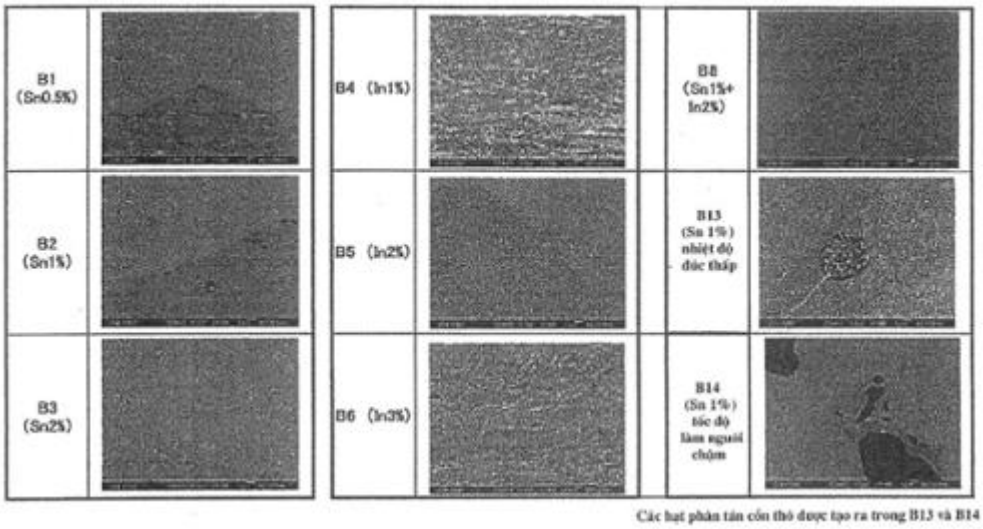
(51)[2006.01] **C22C 5/06**; B22D 27/04; H02K 13/00; B22D 21/00; C22C 5/04

(13) **B**

(21) 1-2018-03744
(22) 17/01/2017
(86) PCT/JP2017/001324 17/01/2017
(87) WO2017/130781 03/08/2017
(30) 2016-011607 25/01/2016 JP
(45) 26/12/2022 417
(43) 25/01/2019 370A
(73) TANAKA KIKINZOKU KOGYO K.K. (JP)
7-3, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-6422, Japan
(72) ASADA Takao (JP); NIITSUMA Takumi (JP); TSURUTA Terumasa (JP); TAKAHASHI Masahiro (JP); SAITO Yuusuke (JP).
(74) Công ty Luật TNHH Phạm và Liên danh (PHAM & ASSOCIATES)

(54) VẬT LIỆU TIẾP XÚC TRƯỢT VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT NÓ

(57) Sáng chế đề cập đến vật liệu tiếp xúc trượt được dùng cho vật liệu cấu thành, cụ thể là chổi điện, của động cơ. Vật liệu tiếp xúc trượt bao gồm: Pd với lượng là 20,0% khối lượng hoặc lớn hơn và 50,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn; Ni và/hoặc Co với lượng là 0,6% khối lượng hoặc lớn hơn và 3,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn tính theo tổng nồng độ; và Ag và các tạp chất không tránh được với lượng còn lại. Tốt hơn là, vật liệu tiếp xúc trượt còn chứa thành phần bổ sung M bao gồm ít nhất một chất trong số Sn và In, và tổng nồng độ của thành phần bổ sung M là 0,1% khối lượng hoặc lớn hơn và 3,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn. Khi chứa thành phần bổ sung M, vật liệu tiếp xúc trượt có các cấu trúc vật liệu, mà trong đó các hạt phân tán trong hỗn hợp chứa hợp chất liên kim loại của Pd và thành phần bổ sung M được phân tán trong mạng hợp kim Ag, và tỷ lệ (K_{pd}/K_M) theo hàm lượng (% khối lượng) của Pd và hàm lượng (% khối lượng) của thành phần bổ sung M trong các hạt phân tán trong hỗn hợp nằm trong khoảng từ 2,4 hoặc lớn hơn đến 3,6 hoặc nhỏ hơn.



Các hạt phân tán cỡ thô được tạo ra trong B13 và B14

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến vật liệu tiếp xúc trượt được tạo ra từ hợp kim Ag. Cụ thể hơn, sáng chế đề cập đến vật liệu tiếp xúc trượt, mà có thể được dùng thích hợp cho các chổi điện của các động cơ, các động cơ này có thể được đặt dưới tải cao do việc tăng tốc độ quay hoặc các thứ tương tự.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các động cơ là các thiết bị mà được dùng trong một số ứng dụng bao gồm các loại thiết bị điện gia dụng khác nhau, và cần phải có kích thước giảm và công suất tăng hơn nữa trong những năm gần đây. Fig.7 là hình vẽ thể hiện kết cấu của động cơ nhỏ như một khía cạnh của động cơ loại nhỏ. Ngoài ra, Fig.8 là hình vẽ thể hiện kết cấu của động cơ không có lõi tương tự như một khía cạnh của động cơ loại nhỏ. Mong muốn là việc giảm kích thước và việc tăng công suất của các động cơ sẽ làm tăng tốc độ quay của động cơ, và các động cơ bền lâu có độ bền mà có thể thỏa mãn yêu cầu này.

Các ví dụ về phương pháp gia tăng thời hạn sử dụng động cơ bao gồm trước hết là việc điều chỉnh các vật liệu của các bộ phận cấu thành. Cụ thể là, chổi điện, mà là bộ phận cấu thành chính, là bộ phận mà luôn trượt trên vành góp điện, và việc hỏng chổi điện do mòn gây ra việc dừng động cơ. Do vậy, đối với vật liệu dùng cho các chổi điện, cho đến nay phải cần đến vật liệu có sức chịu mòn tuyệt vời. Ở đây, đối với các vật liệu tiếp xúc trượt thông thường dùng cho các chổi điện của động cơ, các hợp kim gồm Ag và Pd (hợp kim AgPd30, hợp kim AgPd50 và các hợp kim tương tự) là đã biết.

Cho đến nay, các hợp kim AgPd đã biết được dùng làm các vật liệu tiếp xúc trượt dùng cho các chổi điện của động cơ, nhưng có giới hạn về việc nâng cao sức chịu mòn của các hợp kim AgPd. Điều đó là do sức chịu mòn của hợp kim AgPd có thể được nâng cao bằng cách tăng hàm lượng của Pd, nhưng khi Pd được bổ sung với lượng nhiều hơn 50% khối lượng, khí hữu cơ ở bề mặt tiếp xúc phản ứng dưới tác dụng xúc tác của Pd trong khi trượt, khiến cho bột màu nâu được tạo ra, dẫn đến

việc mất ổn định điện trở tiếp xúc. Do vậy, hợp kim AgPd rất khó để dùng cho các động cơ, mà được đặt dưới tải cao trong tương lai.

Đối với phương pháp nâng cao sức chịu mòn của vật liệu tiếp xúc trượt trên cơ sở hợp kim AgPd dùng cho các chổi điện của động cơ, phương pháp đã biết mà theo đó Cu làm thành phần bổ sung được tạo ra thành hợp kim. Vật liệu, mà sức chịu mòn của nó được nâng cao hơn nữa bằng cách bổ sung thành phần bổ sung khác vào hợp kim AgPdCu (các tài liệu sáng chế 1 và 2). Các vật liệu tiếp xúc trượt thông thường dùng cho các chổi điện của động cơ đã thu được mức thành công nhất định liên quan đến sức chịu mòn.

Các tài liệu sáng chế được trích dẫn

Tài liệu sáng chế 1: JP 2000-192169 A

Tài liệu sáng chế 2: JP 2000-192171 A.

Hơn nữa, đã thấy rằng vật liệu tiếp xúc trượt được tạo ra từ hợp kim AgPdCu có vấn đề là nhiệt trong khi trượt làm oxy hóa Cu, dẫn đến việc mất ổn định điện trở tiếp xúc của vật liệu. Ngoài ra, có vấn đề là liệu vật liệu tiếp xúc trượt này có thể được dùng một cách thỏa đáng cho các động cơ, mà cần phải có công suất tăng và tốc độ quay trong tương lai hay không.

Hơn nữa, đối với việc tăng tính năng của các động cơ, các nghiên cứu được tiến hành về việc nâng cao vật liệu và nâng cao sức chịu mòn không chỉ đối với vật liệu cấu thành làm chổi điện mà còn đối với vành góp điện như bộ phận, mà được ghép thành cặp với chổi điện. Do vậy, tốt hơn là cần tính đến xu hướng cải thiện vật liệu đối lập khi phát triển vật liệu cấu thành làm chổi điện.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đã được tạo ra vì các vấn đề nêu trên, và mục đích của sáng chế là đề xuất vật liệu tiếp xúc trượt dùng cho các chổi điện của động cơ, mà có sức chịu mòn tốt hơn so với các giải pháp đã biết.

Để giải quyết các vấn đề nêu trên, sáng chế đề xuất vật liệu tiếp xúc trượt bao gồm: Pd với lượng là 20,0% khối lượng hoặc lớn hơn và 50,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn; Ni và/hoặc Co với lượng là 0,6% khối lượng hoặc lớn hơn và 3,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn tính theo tổng nồng độ; và Ag và các tạp chất không tránh được với

lượng còn lại.

Sáng chế sẽ được mô tả chi tiết dưới đây. Trong vật liệu tiếp xúc trượt theo sáng chế, sức chịu mòn được nâng cao bằng cách bổ sung Ni và/hoặc Co vào hợp kim AgPd. Cơ chế cho việc nâng cao sức chịu mòn dựa vào hiệu quả tăng độ bền trên cơ sở micron hóa các hạt tinh thể của pha hợp kim AgPd như mạng bằng cách bổ sung Ni và Co. Theo sáng chế, sức chịu mòn của hợp kim AgPd được nâng cao mà không cần bổ sung Cu, và vật liệu tiếp xúc được tạo ra giúp loại bỏ lo ngại về việc mất ổn định điện trở tiếp xúc do sự oxy hóa của Cu.

Trước hết, các thành phần kim loại mà tạo ra vật liệu tiếp xúc trượt theo sáng chế sẽ được mô tả. Thứ nhất, nồng độ Pd là 20,0% khối lượng hoặc lớn hơn và 50,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn. Trong vật liệu theo sáng chế, Pd là thành phần giúp nâng cao sức chịu mòn, và không thể đạt được đủ sức chịu mòn khi nồng độ của Pd ít hơn 20,0% khối lượng. Ngoài ra, khi nồng độ Pd nhiều hơn 50,0% khối lượng, điện trở tiếp xúc có thể bị mất ổn định do việc tạo ra bột màu nâu trong khi trượt.

Theo sáng chế, việc bổ sung Ni và/hoặc Co vào hợp kim AgPd để micron hóa các hạt tinh thể của mạng hợp kim, dẫn đến việc nâng cao độ bền và sức chịu mòn của vật liệu. Nồng độ của Ni và Co được bổ sung với tổng số là 0,6% khối lượng hoặc lớn hơn và 3,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn. Khi nồng độ của Ni và Co ít hơn 0,6% khối lượng, hiệu quả nêu trên không thể đạt được, và khi nồng độ của Ni và Co nhiều hơn 3,0% khối lượng, tác dụng gia cường vật liệu là thấp. Một chất bất kỳ trong số hoặc cả Ni và Co có thể được bổ sung. Như được mô tả trên đây, nồng độ của Ni và Co có nghĩa là tổng nồng độ của các thành phần này, và do đó khi cả Ni và Co được bổ sung, nồng độ của Ni và Co khỏng 3,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn tổng số.

Vật liệu tiếp xúc trượt nêu trên bao gồm hợp kim AgPd (Ni, Co) có thể có sức chịu mòn cao hơn so với các hợp kim AgPd thhoong thường do việc bổ sung Ni và Co. Khi thành phần bổ sung M bao gồm ít nhất một chất trong số Sn và In được bổ sung, vật liệu tiếp xúc trượt bao gồm hợp kim AgPd (Ni, Co) vẫn có sức chịu mòn cao hơn. Cơ chế cho việc nâng cao sức chịu mòn nhờ thành phần bổ sung M dựa trên cơ sở tác dụng gia cường do phân tán bởi các hạt phân tán trong hỗn hợp chứa hợp chất liên kim loại của Pd và thành phần bổ sung M.

Ở đây, mỗi Sn và In là thành phần kim loại có khả năng tạo ra hợp chất liên kim loại với Pd, và có thể tạo ra các loại hợp chất liên kim loại chứ không phải là một loại hợp chất liên kim loại. Ví dụ, khi lưu ý đến hợp chất liên kim loại của Sn và Pd, biểu đồ trạng thái của hệ Pd-Sn trên Fig.1 thể hiện rằng trong hệ này, các loại hợp chất liên kim loại có các tỷ lệ thành phần khác nhau của Sn và Pd có thể được tạo ra. Các tác giả sáng chế tính rằng khi Sn được bổ sung vào hợp kim AgPd (Ni, Co), hợp chất liên kim loại có tác dụng gia cường vật liệu là Pd_3Sn. Có thể thấy rằng, các hợp chất liên kim loại có các tỷ lệ thành phần khác không góp phần vào việc gia cường vật liệu.

Tương tự, khi In được bổ sung, hợp chất liên kim loại cụ thể có thể góp phần vào việc gia cường vật liệu. Có thể thấy rằng, trong trường hợp In, các loại hợp chất liên kim loại có thể được tạo ra, và hợp chất liên kim loại có tác dụng gia cường có hiệu quả là Pd_3In.

Ngoài ra, theo sáng chế, việc bổ sung đồng thời Sn và In là chấp nhận được. Sn và In có thể thể hiện các tính chất tương tự trong hệ hợp kim theo sáng chế. Sn và In có thể được liên kết với Pd để tạo ra hợp chất liên kim loại (Pd_3 (Sn, In)), dẫn đến việc có mặt tác dụng gia cường.

Rõ ràng rằng, trong các hạt phân tán trong hỗn hợp bao gồm hợp chất liên kim loại có hiệu quả, tỷ lệ (K_{Pd}/K_M) theo hàm lượng (% khối lượng) của Pd và hàm lượng (% khối lượng) của thành phần bổ sung M trong các hạt nằm trong khoảng nhất định. Tỷ lệ (K_{Pd}/K_M) nằm trong khoảng từ 2,4 hoặc lớn hơn đến 3,6 hoặc nhỏ hơn. Trong vật liệu tiếp xúc trượt theo sáng chế, tỷ lệ K_{Pd}/K_M của gần như tất cả (90 đến 100% dưới dạng số lượng các hạt) của các hạt phân tán hiện có bao gồm cả Pd và thành phần bổ sung M nằm trong khoảng từ 2,4 hoặc lớn hơn đến 3,6 hoặc nhỏ hơn. Khi tính tỷ lệ K_{Pd}/K_M theo hạt phân tán trong hỗn hợp, hàm lượng của thành phần bổ sung M được tính trên cơ sở tổng hàm lượng Sn (% khối lượng) và hàm lượng In (% khối lượng), và tỷ lệ K_{Pd}/K_M nằm trong khoảng từ 2,4 hoặc lớn hơn đến 3,6 hoặc nhỏ hơn.

Đối với cấu trúc của hạt phân tán trong hỗn hợp, hạt phân tán trong hỗn hợp về cơ bản chứa hợp chất liên kim loại bao gồm Pd và thành phần bổ sung M, nhưng không cần phải chỉ bao gồm hợp chất liên kim loại. Hạt phân tán trong hỗn hợp có

thể chứa, cùng với hợp chất liên kim loại, Ag, Ni và Co, mà tạo ra mạng. Trong khi chứa các thành phần kim loại này, hạt phân tán trong hỗn hợp có thể khác biệt bởi các hàm lượng của Pd và thành phần bổ sung M, trong đó tỷ lệ K_{Pd}/K_M nằm trong khoảng từ 2,4 hoặc lớn hơn đến 3,6 hoặc nhỏ hơn.

Tốt hơn là, cỡ hạt trung bình của các hạt phân tán trong hỗn hợp nằm trong khoảng từ 0,1μm hoặc lớn hơn đến 1,0μm hoặc nhỏ hơn. Điều đó là do khi nâng cao sức chịu mòn bởi tác dụng gia cường do phân tán, các hạt phân tán thô có tác dụng gia cường kém.

Lượng bổ sung của thành phần bổ sung M (Sn, In) là 0,1% khối lượng hoặc lớn hơn và 3,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn tính theo tổng nồng độ. Điều đó là do cấu trúc của các hạt phân tán trong hỗn hợp được tạo ra thích hợp, và việc làm thô các hạt phân tán và ngăn không cho việc giảm độ bền xảy ra. Tốt hơn là, hàm lượng của Sn nằm trong khoảng từ 0,5% khối lượng hoặc lớn hơn đến 1,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn là, hàm lượng của In nằm trong khoảng từ 1,0% khối lượng hoặc lớn hơn đến 2,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn. Khi cả Sn và In được bổ sung, tốt hơn là tổng hàm lượng của các thành phần này nằm trong khoảng từ 0,5% khối lượng hoặc lớn hơn đến 3,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn.

Trong vật liệu tiếp xúc trượt có Sn và In được bổ sung vào hợp kim AgPd (Ni, Co), vật liệu được gia cường bởi tác dụng của các hạt phân tán trong hỗn hợp (Pd_3Sn, Pd_3In) như được mô tả trên đây. Hơn nữa, theo sáng chế, không loại bỏ việc có mặt các pha (các phần kết tủa) ngoài các hợp chất liên kim loại cụ thể này. Các pha này không góp phần vào việc gia cường vật liệu, nhưng không có tác dụng làm các yếu tố cản trở, và do đó việc có mặt của nó là chấp nhận được.

Các ví dụ về pha hạt phân tán ngoài các hạt phân tán trong hỗn hợp bao gồm các hạt hợp kim của Pd và Ni hoặc Co (các hạt hợp kim PdNi hoặc các hạt hợp kim PdCo). Các hạt hợp kim PdNi hoặc các hạt hợp kim PdCo tạo ra pha phân tán hình cầu hoặc hình kim, nó là pha hợp kim mà trong đó tỷ lệ nồng độ của Ni hoặc Co với Pd (Ni/Pd hoặc Co/Pd) nằm trong khoảng từ 0,67 đến 1,5. Pha hợp kim nói chung không ảnh hưởng đến độ bền của hợp kim.

Mạng (pha gốc) của vật liệu tiếp xúc trượt theo sáng chế bao gồm hợp kim AgPd bất kể việc có/không có Sn và In. Hơn nữa, nói chung phụ thuộc vào các hàm

lượng của Ni và Co trong vật liệu tiếp xúc, hợp kim AgPd chứa Ni và Co theo lượng rất nhỏ là 0,5% khối lượng hoặc nhỏ hơn.

Vật liệu tiếp xúc trượt theo sáng chế có thể mong muốn có sức chịu mòn cao hơn và thời hạn sử dụng dài hơn so với các hợp kim AgPd thông thường khi các vật liệu dùng cho các chổi điện của động cơ. Vật liệu tiếp xúc trượt theo sáng chế được áp dụng cho các chổi điện của động cơ, và tốt hơn là cần tính đến tính năng như kết cấu tiếp xúc được tạo ra bằng cách kết hợp vật liệu tiếp xúc trượt với các vật liệu cấu thành làm vành góp điện, là vật liệu phối hợp của chổi điện.

Ở đây, các ví dụ về vật liệu cấu thành đã biết làm vành góp điện của động cơ bao gồm các hợp kim AgCu và các hợp kim AgCuNi, là các vật liệu trên cơ sở hợp kim AgCu. Hợp kim AgCuNi chứa Cu với lượng là 4,0% khối lượng hoặc lớn hơn và 10,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn, Ni với lượng là 0,1% khối lượng hoặc lớn hơn và 1,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn và Ag với lượng còn lại, như hợp phần cụ thể, là đã biết. Ngoài ra, hợp kim trên cơ sở AgCuNi thu được bằng cách bổ sung ít nhất một chất trong số Zn với lượng là 0,1% khối lượng hoặc lớn hơn và 2,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn, Mg với lượng là 0,1% khối lượng hoặc lớn hơn và 2,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn và Pd với lượng là 0,1% khối lượng hoặc lớn hơn và 2,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn vào hợp kim AgCuNi cũng được áp dụng. Các vật liệu cấu thành làm các vành góp điện thông thường có độ cứng Vickers Hv nằm trong khoảng từ 120 hoặc lớn hơn đến 150 hoặc nhỏ hơn.

Mặt khác, trong những năm gần đây, vật liệu mà trong đó ít nhất một chất trong số các kim loại đất hiếm (Sm và La) và Zr với lượng là 0,1% khối lượng hoặc lớn hơn và 0,8% khối lượng hoặc nhỏ hơn được bổ sung vào hợp kim AgCu hoặc hợp kim trên cơ sở AgCuNi như đã nêu trên đây, và hợp chất liên kim loại được phân tán, đã được phát triển như vật liệu cải tiến làm vành góp điện, mà trong đó sức chịu mòn được nâng cao. Vật liệu cấu thành cải tiến làm vành góp điện có độ cứng cao hơn độ cứng của vật liệu thông thường, và có độ cứng Vickers Hv nằm trong khoảng từ 140 hoặc lớn hơn đến 180 hoặc nhỏ hơn.

Vật liệu tiếp xúc trượt theo sáng chế bao gồm hợp kim AgPd (Ni, Co), hoặc bao gồm hợp kim thu được bằng cách bổ sung hơn nữa ít nhất một chất trong số Sn và In vào hợp kim AgPd (Ni, Co). Về cơ bản, so với trường hợp mà trong đó hợp

kim AgPd theo các giải pháp đã biết được áp dụng, sáng chế có thể đạt được sức chịu mòn cao hơn và thời hạn sử dụng dài hơn trong kết cấu tiếp xúc nhờ vật liệu tiếp xúc được kết hợp với vật liệu thông thường hoặc vật liệu cải tiến dùng cho các vành góp điện.

Hơn nữa, vật liệu tiếp xúc bao gồm hợp kim AgPd (Ni, Co) có độ bền cao hơn khi kết hợp với vật liệu thông thường làm vành góp điện như hợp kim AgCu hoặc hợp kim trên cơ sở AgCuNi như kết hợp được ưu tiên.

Mặt khác, vật liệu có Sn hoặc In được bổ sung hơn nữa vào hợp kim AgPd (Ni, Co) có độ bền cao so với không chỉ vật liệu thông thường làm vành góp điện như hợp kim AgCu hoặc hợp kim trên cơ sở AgCuNi mà còn vật liệu làm vành góp điện cải tiến chứa thành phần đất hiếm hoặc Zr.

Tiếp theo, phương pháp sản xuất vật liệu tiếp xúc trượt theo sáng chế sẽ được mô tả. Về cơ bản, vật liệu tiếp xúc trượt theo sáng chế có thể được tạo ra bằng phương pháp làm nóng chảy và đúc. Bước làm nóng chảy và đúc là bước tạo ra hợp kim Ag nóng chảy được điều chỉnh theo hợp phần định trước, và làm nguội và hóa cứng hợp kim Ag nóng chảy có nhiệt độ đúc. Hợp kim Ag nóng chảy có hợp phần của hợp kim cần được tạo ra, hợp phần hợp kim như được mô tả trên đây. Đối với hợp kim AgPd (Ni, Co), quy trình làm nóng chảy và đúc bình thường có thể áp dụng được.

Hơn nữa, đối với vật liệu hợp kim có ít nhất một chất trong số Sn và In được bổ sung vào hợp kim AgPd (Ni, Co), cần thiết là các hạt phân tán trong hỗn hợp có hợp phần định trước (tỷ lệ (K_{Pd}/K_M) theo hàm lượng của Ni và hàm lượng của thành phần bổ sung M) được phân tán. Để kết tủa hợp chất liên kim loại có hợp phần xác định như được mô tả trên đây, việc điều chỉnh nhiệt độ đúc (nhiệt độ kim loại nóng chảy) và việc điều chỉnh tốc độ làm nguội cần được thực hiện. Mỗi hợp chất liên kim loại có hiệu quả nêu trên có điểm nóng chảy cao và nhiệt độ đóng rắn cao. Đối với hợp kim mà việc kết tủa của hợp chất liên kim loại có điểm nóng chảy cao cần được thực hiện, cần thiết phải điều chỉnh cả nhiệt độ đúc và tốc độ làm nguội.

Cụ thể là, nhiệt độ đúc được đặt ở nhiệt độ cao hơn khoảng 100°C hoặc cao hơn so với nhiệt độ hóa lỏng của hợp kim hai thành phần AgPd có nồng độ Pd bằng nồng độ Pd của hợp kim Ag cần được tạo ra. Đối với phương pháp đặt nhiệt độ đúc,

biểu đồ trạng thái của hợp kim hai thành phần AgPd như được thể hiện trên Fig.2 được tạo ra, nhiệt độ hóa lỏng của hợp kim AgPd có nồng độ Pd bằng nồng độ của hợp kim Ag cần được tạo ra, được đọc từ biểu đồ trạng thái, và nhiệt độ cao hơn khoảng 100°C hoặc cao hơn so với nhiệt độ hóa lỏng được xác định là nhiệt độ đúc. Vật liệu hợp kim theo sáng chế có số lượng lớn các thành phần kim loại: Ag, Pd, Ni, Co, Sn và In, và biểu đồ trạng thái của hợp kim hai thành phần AgPd được dùng để đặt nhiệt độ đúc một cách dễ dàng và tiện lợi. Đó là lý do tại sao nhiệt độ đúc cao hơn khoảng100°C hoặc cao hơn so với nhiệt độ hóa lỏng của hợp kim hai thành phần AgPd là do ở nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ này, hợp chất liên kim loại dự định không được tạo ra. Tốt hơn là, giới hạn trên của nhiệt độ đúc là nhiệt độ cao hơn khoảng 200°C hoặc nhỏ hơn so với nhiệt độ hóa lỏng từ quan điểm tiết kiệm năng lượng trên thực tế, việc bảo dưỡng thiết bị v.v.. Kim loại nóng chảy có thể đạt đến nhiệt độ đúc này trước khi làm nguội, và không cần phải được giữ ở nhiệt độ đúc trong một khoảng thời gian dài, nhưng tốt hơn nếu kim loại nóng chảy được làm nguội sau khi được giữ ở nhiệt độ đúc trong khoảng thời gian từ 5 đến 10 phút.

Hơn nữa, khi sản xuất vật liệu hợp kim theo sáng chế, việc đặt tốc độ làm nguội ở bước đúc cũng rất quan trọng. Cần thiết phải tăng tốc độ làm nguội để bảo đảm rằng hợp chất liên kim loại, mà tạo ra các hạt phân tán trong hỗn hợp theo sáng chế có điểm nóng chảy cao. Khi tốc độ làm nguội quá chậm, hợp chất liên kim loại bất lợi có điểm nóng chảy thấp có thể bị kết tủa. Vì lý do này, theo sáng chế, tốc độ làm nguội trong khi hóa cứng là 100°C/phút hoặc cao hơn. Tốt hơn là, giới hạn trên của tốc độ làm nguội là 3000°C/phút hoặc nhỏ hơn.

Hiệu quả đạt được bởi sáng chế

Như được mô tả trên đây, vật liệu tiếp xúc trượt theo sáng chế có thể có sức chịu mòn cao hơn sức chịu mòn của hợp kim AgPd thông thường. Sáng chế hữu dụng làm vật liệu dùng cho các chổi điện của các động cơ, mà có kích thước giảm và tốc độ quay tăng.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là biểu đồ trạng thái của hệ Pd-Sn dùng để thể hiện hợp chất liên kim loại, mà được tạo ra theo sáng chế.

Fig.2 là biểu đồ trạng thái của hợp kim hai thành phần Ag-Pd.

Fig.3 là hình vẽ thể hiện phương pháp thử nghiệm dùng để thử nghiệm trượt được tiến hành theo phương án thực hiện thứ nhất.

Fig.4 là một số ảnh thể hiện các kết quả quan sát cấu trúc bởi kính hiển vi điện tử quét (SEM - scanning electron microscopy) dùng cho vật liệu tiếp xúc được tạo ra theo phương án thực hiện thứ hai.

Fig.5 là ảnh phóng to thể hiện các điểm phân tích trong mẫu B2 (1% Ni + 1% Sn), và các kết quả phân tích EDX theo phương án thực hiện thứ hai.

Fig.6 là ảnh phóng to thể hiện các điểm phân tích trong mẫu B5 (1% Ni + 2% In), và các kết quả phân tích EDX theo phương án thực hiện thứ hai.

Fig.7 là hình vẽ thể hiện kết cấu của động cơ nhỏ.

Fig.8 là hình vẽ thể hiện kết cấu của động cơ không có lõi.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phương án thực hiện thứ nhất: phương án thực hiện sáng chế sẽ được mô tả dưới đây. Theo phương án thực hiện này, vật liệu tiếp xúc trượt bao gồm hợp kim AgPd (Ni, Co) được tạo ra, và các tính chất của vật liệu tiếp xúc trượt được đánh giá.

Để sản xuất vật liệu thử nghiệm, các nguyên liệu có độ tinh khiết cao của các thành phần kim loại được trộn để có hợp phần định trước, hỗn hợp được làm nóng chảy ở tần số cao để thu được hợp kim Ag nóng chảy, và hợp kim Ag nóng chảy được đúc ở nhiệt độ là 1300°C, và sau đó được làm nguội nhanh để tạo ra thỏi hợp kim. Tốc độ làm nguội là 100°C/phút. Sau khi đúc hợp kim, hợp kim được cán, được ram ở nhiệt độ là 600°C, sau đó lại được cán, và cặt để thu được mẫu thử (với chiều dài là 45mm, chiều rộng là 4mm và độ dày là 1mm).

Theo phương án thực hiện này, các vật liệu tiếp xúc trượt có các loại hợp phần khác nhau được tạo ra nhờ các bước nêu trên dùng cho các vật liệu thử nghiệm từ A1 đến A5 trong bảng 1 dưới đây. Ngoài ra, Để so sánh với các giải pháp đã biết, hợp kim AgPd không có Ni và Co được tạo ra (A6).

Tiếp theo, thử nghiệm trượt để đánh giá sức chịu mòn được tiến hành đối với mỗi mẫu thử. Fig.3 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện phương pháp thử nghiệm trượt, và theo thử nghiệm này, mẫu thử được gia công thành tiếp điểm di động giả sử là mỗi

chổi điện bằng vật liệu thử nghiệm, và tiếp điểm di động được trượt trên tiếp điểm cố định giả sử là vành góp điện. Ở đây, tiếp điểm di động được trượt là 50000 chu kỳ (tổng số chiều dài trượt: 1km) với một chu kỳ bao gồm việc dịch chuyển tiếp điểm di động về phía trước là 5mm và về phía sau là 5mm tính từ điểm bắt đầu (trên khoảng cách bằng 10mm) (tổng số 20mm) trong khi tải trọng khoảng 40g được tác dụng vào tiếp điểm di động, được cấp điện liên tục với điện áp là 12V và cường độ là 100mA. Sau khi thử nghiệm này, chiều sâu mòn (μm^2) của phần trượt của tiếp điểm di động được đo.

Theo thử nghiệm trượt này, hai loại vật liệu dùng cho các tiếp điểm cố định được dùng. Hai loại vật liệu tiếp xúc cố định được dùng bao gồm hợp kim AgCuNi (92,5% khối lượng Ag/6% khối lượng Cu/1% khối lượng Zn/0,5% khối lượng Ni: dưới đây, được gọi là "AgCuNi-1"), hợp kim này là vật liệu tiếp xúc thông thường dùng cho các chổi điện; và hợp kim với kim loại đất hiếm (Sm) được bổ sung vào hợp kim trên cơ sở AgCuNi (89,6% khối lượng Ag/8% khối lượng Cu/1% khối lượng Zn/1% khối lượng Ni/0,4% khối lượng Sm: dưới đây, được gọi là "AgCuNi-2"), hợp kim này là vật liệu cải tiến tiếp xúc dùng cho các chổi điện.

Khi đánh giá về thử nghiệm trượt, các trị số đo được về chiều sâu mòn của hợp kim AgPd (A6) không có Ni và Co theo các giải pháp đã biết, so với hai loại vật liệu phối hợp (AgCuNi-1 và AgCuNi-2) được đặt để tham khảo, và các lượng mòn bằng khoảng 75% các trị số đo được này (chiều sâu mòn so với AgCuNi-1: 2500μm^2 và chiều sâu mòn so với AgCuNi-2: 3500μm^2) được đặt làm các trị số tiêu chuẩn. Đối với mỗi vật liệu thử nghiệm, đã xác định được rằng vật liệu thử nghiệm là "chấp nhận được" khi lượng mòn ít hơn trị số tiêu chuẩn. Các kết quả của các mòn thử nghiệm đối với các vật liệu thử nghiệm được tạo ra theo phương án thực hiện này được thể hiện trong bảng 1.

Bảng 1

Số mẫu	Hợp phần (% khối lượng)							Diện tích mòn (μm2)			Lưu ý
	Ag	Pd	Ni	Co	Thành phần bổ sung M			Vật liệu phối hợp		Đánh giá*1	
					Sn	In	Sn+In	AgCuNi-1	AgCuNi-2		
A1	Vừa đủ	30	1,0	-	-	-	-	1395	3954	○	
A2			2,0					1944	4070	○	
A3			4,0					2834	4851	×	Lượng dư Ni
A4			-	1,0				2396	4036	○	
A5			1,0	1,0				2232	4010	○	
A6			-	-	-	-	-	3188	5052	×	Giải pháp đã biết

*1: ⊙ ... Chấp nhận được cho cả hai loại vật liệu phối hợp

○ ... Chấp nhận được cho một trong số hai loại vật liệu phối hợp

× ... Không chấp nhận cho cả hai loại vật liệu phối hợp

Trước hết, xác nhận được từ bảng 1 rằng sức chịu mòn có thể được nâng cao bằng cách bổ sung Ni và/hoặc Co vào hợp kim AgPd (mẫu A6), là vật liệu tiếp xúc trượt thông thường dùng cho các chổi điện. Hơn nữa, rõ ràng rằng khi Ni được bổ sung với lượng dư thừa là 4%, hiệu quả bị giảm với diện tích mòn gần với diện tích khi Ni không được bổ sung (mẫu A3).

Phương án thực hiện thứ hai: Theo phương án thực hiện này, các loại vật liệu tiếp xúc trượt khác nhau, mỗi loại bao gồm hợp kim Ag có Sn và In được bổ sung hơn nữa vào hợp kim AgPd (Ni, Co) được tạo ra, và các tính chất của các vật liệu tiếp xúc trượt được đánh giá.

Các vật liệu thử nghiệm được tạo ra về cơ bản theo cách tương tự như theo phương án thực hiện thứ nhất. Các nguyên liệu có độ tinh khiết cao của các thành phần kim loại được trộn để thu được hợp kim Ag nóng chảy, hợp kim Ag nóng chảy được làm nóng đến nhiệt độ cao hơn khoảng 100°C hoặc cao hơn so với nhiệt độ hóa lỏng trong biểu đồ trạng thái hai thành phần AgPd trong khi nhiệt độ kim loại nóng chảy được đo, và sau đó hợp kim Ag nóng chảy được làm nguội nhanh để tạo ra thỏi hợp kim. Nhiệt độ đúc là 1350°C dùng cho hợp kim với 30% khối lượng Pd, và 1450°C dùng cho hợp kim với 40% khối lượng Pd. Tốc độ làm nguội là 100°C/phút dùng cho cả hai hợp kim. Sau khi đúc hợp kim, hợp kim được cán, được ram, và lại được cán để thu được mẫu thử có kích thước tương tự như theo phương án thực hiện thứ nhất (với chiều dài là 45mm, chiều rộng là 4mm và độ dày là 1mm).

Theo phương án thực hiện này, các vật liệu tiếp xúc trượt có các loại hợp phần khác nhau được tạo ra nhờ các bước sản xuất nêu trên đối với các mẫu thử từ B1 đến B12 trong bảng 2 dưới đây. Hơn nữa, theo phương án thực hiện này, các ảnh hưởng đến các điều kiện sản xuất hợp kim được kiểm nghiệm. Ở đây, hợp kim (B13) thu được bằng cách đặt nhiệt độ đúc đến nhiệt độ (1250°C) cao hơn khoảng 50°C so với nhiệt độ hóa lỏng trong biểu đồ trạng thái hai thành phần AgPd, và giảm nhanh nhiệt độ từ nhiệt độ đúc, và hợp kim (B14) thu được bằng cách đặt nhiệt độ kim loại nóng chảy đến nhiệt độ (1350°C) cao hơn khoảng 100°C so với nhiệt độ hóa lỏng trong biểu đồ trạng thái hai thành phần AgPd, và giảm tốc độ làm nguội đến ít hơn 100°C/phút khi làm nguội chậm (làm nguội trong lò) cũng được tạo ra.

Theo phương án thực hiện này, trước hết việc quan sát cấu trúc được thực hiện bằng SEM để kiểm nghiệm xem liệu các hạt phân tán trong hỗn hợp có được kết tủa

cho mỗi vật liệu thử nghiệm đã được tạo ra hay không. 20 hạt phân tán trong hỗn hợp được chọn ngẫu nhiên, các hạt phân tán được phân tích chất lượng bằng EDX để đo hàm lượng Pd và hàm lượng M trong các hạt phân tán, và tỷ lệ theo các hàm lượng của các thành phần (K_{Pd}/K_M) này được tính. Ngoài ra, cỡ hạt trung bình của các hạt phân tán được đo. Đối với cỡ hạt trung bình, đường kính lớn (L1) và đường kính nhỏ (L2) của hạt được đo trên cơ sở ảnh SEM của hạt phân tán với độ phóng đại cao (20000 lần), trung bình cộng ((L1 + L2)/2) của các đường kính này được tính, và trị số này được xác định là cỡ hạt D của hạt phân tán. Các cỡ hạt (Dn (n = 1 đến 20)) của 20 hạt phân tán được đo, và trị số trung bình của các cỡ hạt này được xác định là cỡ hạt trung bình của các hạt phân tán.

Fig.4 là một số ảnh thể hiện các kết quả quan sát cấu trúc được thực hiện đối với các mẫu thử. Trong các cấu trúc vật liệu, mạng và hạt phân tán được phân tích kỹ hơn. Fig.5 là ảnh phóng to thể hiện các điểm phân tích (ba điểm) trong mẫu B2 (chứa 1% Ni + 1% Sn), và các kết quả phân tích. Ngoài ra, Fig.6 là ảnh phóng to thể hiện các điểm phân tích (ba điểm) trong mẫu B5 (chứa 1% Ni + 2% In), và các kết quả phân tích. Theo phương án thực hiện này, việc quan sát cấu trúc và đo hợp phần và cỡ hạt trung bình của các hạt phân tán được thực hiện đối với mỗi mẫu thử. Theo phương án thực hiện này, tỷ lệ K_{Pd}/K_M được xác nhận nằm trong khoảng thích hợp cho tất cả các hạt phân tán trong hỗn hợp đo được trong các hợp kim của các mẫu từ B1 đến B8 và B10 đến B12 theo các ví dụ. Theo phương án thực hiện này, trị số trung bình của các tỷ lệ này được tính (bảng 2).

Mặt khác, trong các vật liệu thử nghiệm (B13 và B14), các vật liệu này không thích hợp với các điều kiện dùng cho bước đúc, có các hạt phân tán chứa Pd và thành phần bổ sung M, nhưng không có các hạt phân tán mà trong đó trị số K_{Pd}/K_M nằm trong khoảng thích hợp, và không có các hạt phân tán trong hỗn hợp.

Tiếp theo, thử nghiệm trượt để đánh giá sức chịu mòn được tiến hành đối với mỗi mẫu thử. Các điều kiện thử nghiệm đối với thử nghiệm trượt là tương tự như theo phương án thực hiện thứ nhất. Ngoài ra, ở đây các trị số về chiều sâu mòn so với hai loại vật liệu phối hợp (AgCuNi-1 và AgCuNi-2) được đo. Đối với các vật liệu tiếp xúc trượt được tạo ra theo phương án thực hiện này, các kết quả của quan sát cấu trúc và các kết quả của thử nghiệm trượt được thể hiện trong bảng 2.

Bảng 2

No.	Hợp phần (% khối lượng)							Các hạt phân tán trong hỗn hợp		Diện tích mòn (μm2)			Lưu ý
	Ag	Pd	Ni	Co	Thành phần bổ sung M			K_{Pd}/K_M	Cỡ hạt trung bình	Vật liệu phối hợp		Đánh giá[*1]	
					Sn	In	Sn+IN			AgCuNi-1	AgCnNi-2		
B1	Vừa đủ	30	1,0	-	0,5	-	0,5	3,52	0,5 μm	1216	3358	⊙	
B2					1,0		1,0	3,54	0,8 μm	1208	2908	⊙	
B3					2,0		2,0	3,37	1,3 μm	2654	3099	○	Các hạt phân tán còn thô (với lượng lớn Sn)
B4			1,0	-	-	1,0	1,0	3,22	0,6 μm	1302	2758	⊙	
B5						2,0	2,0	3,28	0,9 μm	1926	3496	⊙	
B6						3,0	3,0	3,15	1,7 μm	2772	3446	○	Các hạt phân tán còn thô (với lượng lớn In)
B7			1,0	-	0,5	1,0	1,5	3,58	0,7 μm	1564	2413	⊙	
B8					1,0	2,0	3,0	2,83	0,8 μm	2315	3215	⊙	
B9					2,0	2,0	4,0	-	2,4 μm[*2]	2722	3932	×	Các hạt phân tán còn thô
B10			-	2,0	1,0	-	1,0	3,42	0,9 μm	1698	2857	⊙	
B11				1,0	-	2,0	2,0	3,12	0,9 μm	2012	2952	⊙	
B12		40	1,0	-	1,0	1,0	2,0	3,55	0,8 μm	1148	2269	⊙	
B13		30	1,0	-	1,0	-	1,0	-	3,4 μm[*2]	6291	6840	×	Nhiệt độ đúc thấp
B14			1,0		1,0		1,0	-	5,2 μm[*2]	3890	4645	×	Tốc độ làm nguội chậm
A6			-	-	-	-	-	-	-	3188	5052	×	Giải pháp đã biết

*1: ⊙…Chấp nhận được cho cả hai loại vật liệu phối hợp
○…Chấp nhận được cho một trong số hai loại vật liệu phối hợp
×…Không chấp nhận cho cả hai loại vật liệu phối hợp

*2 Hợp phần của các hạt phân tán nằm ngoài khoảng, nhưng trị số cỡ hạt được mô tả để tham khảo.

Rõ ràng rằng bằng cách bổ sung Sn và/hoặc In vào hợp kim AgPd (Ni, Co), có hiệu quả nâng cao hơn nữa sức chịu mòn. Hiệu quả nâng cao sức chịu mòn đặc biệt đáng kể khi AgCuNi-2, tức là, vật liệu cải tiến có sức chịu mòn cao, được áp dụng làm vật liệu phối hợp (vành góp điện). Tốt hơn là, nồng độ của Sn là 0,5% hoặc lớn hơn và 1,0% hoặc nhỏ hơn (B1 và B2), và nồng độ của In là 1,0% khối lượng hoặc lớn hơn và 2,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn (B4 và B5) làm hợp phần, mà bảo đảm sức chịu mòn tuyệt vời nói chung. Trong các hợp kim có các trị số cao hơn trị số thích hợp, các hạt phân tán vẫn còn thô, và diện tích mòn so với AgCuNi-1 vượt quá trị số tiêu chuẩn. Ngoài ra, trong vật liệu thử nghiệm B9, là hợp kim chứa Sn và In với tổng số lượng nhiều hơn 3% khối lượng, có các hạt phân tán chứa Pd và thành phần bổ sung M, nhưng trị số of K_{Pd}/K_M không nằm trong khoảng thích hợp. Đối với vật liệu thử nghiệm, chỉ cỡ hạt của các hạt phân tán được đo để tham khảo. Các hạt có cỡ hạt lớn hơn, và sức chịu mòn là không đủ.

Như trong trường hợp B13 và B14, các hạt phân tán trong hỗn hợp thích hợp không được tạo ra khi các điều kiện đúc không thích hợp cho việc sản xuất hợp kim. Theo vật liệu thử nghiệm, không có hiệu quả nâng cao sức chịu mòn cho dù là Sn và In được bổ sung, và hợp kim có sức chịu mòn kém hơn so với hợp kim AgPd được tạo ra. Đã xác nhận được rằng đối với vật liệu theo sáng chế, không chỉ việc điều chỉnh hợp phần cần được thực hiện, mà còn các cấu trúc vật liệu cần được tạo ra thích hợp bằng cách bao đảm các điều kiện đúc thích hợp.

Ngoài ra, khi xem xét đến các kết quả đối với các hợp kim AgPd (Ni, Co) (A1 đến A5) không có Sn và In theo phương án thực hiện thứ nhất, hiệu quả nâng cao sức chịu mòn của các hợp kim này là không cao khi vật liệu phối hợp là hợp kim AgCuNi 2, nhưng các hợp kim này có thể có hiệu quả đáng kể đối với hợp kim AgCuNi 1. Do đó, tốt hơn là, khi được áp dụng làm chổi điện, vật liệu tiếp xúc trượt theo sáng chế được chọn cần tính đến vật liệu cấu thành làm vành góp điện như vật liệu phối hợp. Khi vành góp điện được tạo ra từ vật liệu thông thường như hợp kim AgCuNi 1, kết cấu tiếp xúc có hợp kim AgPd (Ni, Co) làm chổi điện. Tất nhiên, đối với vật liệu có Sn và In được bổ sung vào hợp kim AgPdNi, không cần thiết vật liệu của vật liệu phối hợp được giới hạn một cách cụ thể.

Khả năng áp dụng trong công nghiệp

Như được mô tả trên đây, vật liệu tiếp xúc trượt theo sáng chế có sức chịu mòn cao hơn so với vật liệu tiếp xúc trượt trên cơ sở Ag thông thường. Sáng chế đặc biệt hữu dụng làm vật liệu tiếp xúc trượt cho các chổi điện của các động cơ loại nhỏ, như động cơ nhỏ và động cơ không có lõi, chúng có kích thước giảm và tốc độ quay tăng.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Vật liệu tiếp xúc trượt bao gồm:

Pd với lượng là 20,0% khối lượng hoặc lớn hơn và 50,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn;

Ni và/hoặc Co với lượng là 0,6% khối lượng hoặc lớn hơn và 3,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn tính theo tổng nồng độ;

thành phần bổ sung M bao gồm ít nhất một chất trong số Sn và In, và

còn lại là Ag và các tạp chất không tránh được, trong đó

tổng nồng độ của thành phần bổ sung M là 0,1% khối lượng hoặc lớn hơn và 3,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn,

vật liệu tiếp xúc trượt này có các cấu trúc vật liệu, mà trong đó các hạt phân tán trong hỗn hợp chứa hợp chất liên kim loại của Pd và thành phần bổ sung M được phân tán trong mạng hợp kim Ag,

tỷ lệ (K_{Pd}/K_M) theo hàm lượng (% khối lượng) của Pd và hàm lượng (% khối lượng) của thành phần bổ sung M trong các hạt phân tán trong hỗn hợp nằm trong khoảng 2,4 hoặc lớn hơn và 3,6 hoặc nhỏ hơn, và

cỡ hạt trung bình của các hạt phân tán trong hỗn hợp là 1,0μm hoặc nhỏ hơn.

2. Vật liệu tiếp xúc trượt theo điểm 1, trong đó vật liệu tiếp xúc trượt chứa ít nhất Sn làm thành phần bổ sung M, và hàm lượng của Sn là 0,5% khối lượng hoặc lớn hơn và 1,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn.

3. Vật liệu tiếp xúc trượt theo điểm 1 hoặc 2, trong đó vật liệu tiếp xúc trượt chứa ít nhất In làm thành phần bổ sung M, và hàm lượng của In là 1,0% khối lượng hoặc lớn hơn và 2,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn.

4. Vật liệu tiếp xúc trượt theo điểm 1, trong đó vật liệu tiếp xúc trượt chứa cả Sn và In làm thành phần bổ sung M, và tổng hàm lượng của Sn và In là 0,5% khối lượng hoặc lớn hơn và 3,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn.

5. Động cơ mà trong đó vật liệu tiếp xúc trượt được xác định theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, được áp dụng cho chổi điện.

6. Phương pháp sản xuất vật liệu tiếp xúc trượt theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 2 đến 4, trong đó phương pháp này bao gồm bước làm nóng chảy và đúc,

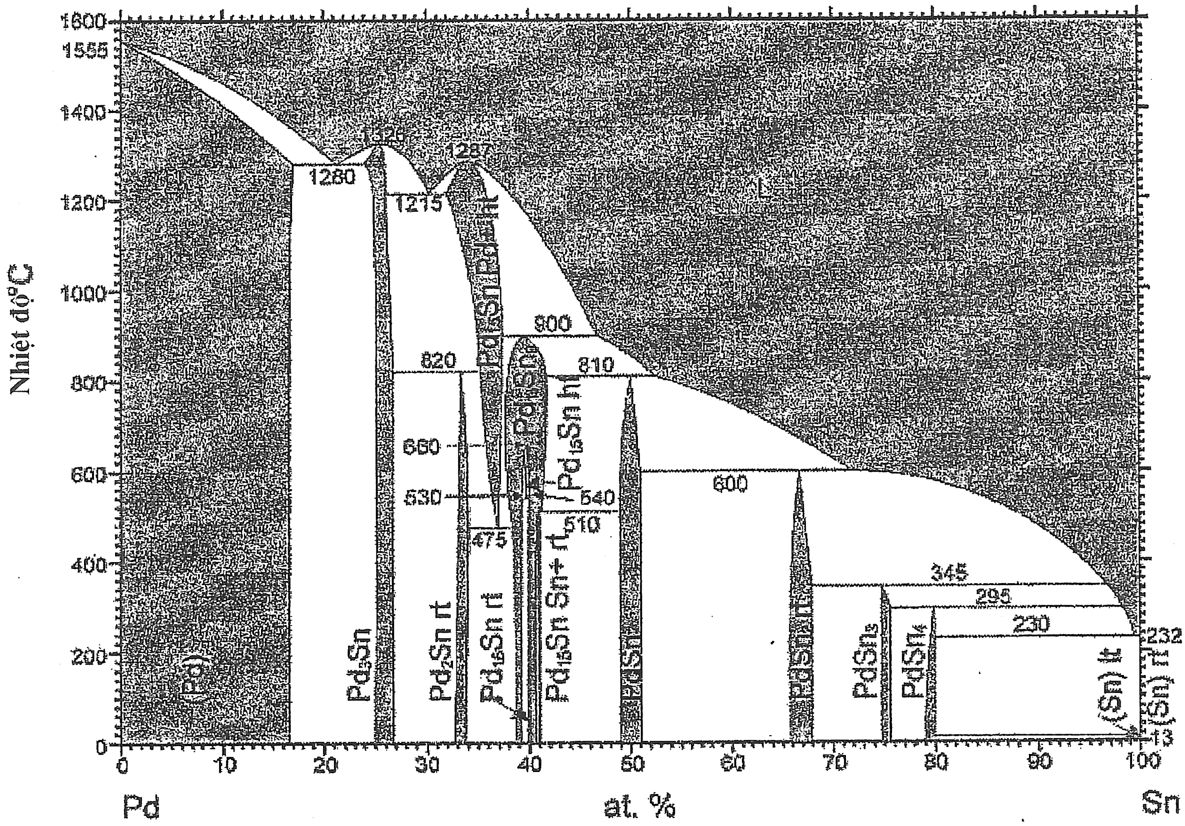
bước làm nóng chảy và đúc là bước làm nguội hợp kim Ag nóng chảy có nhiệt độ đúc,

hợp kim Ag nóng chảy bao gồm Pd với lượng là 20,0% khối lượng hoặc lớn hơn và 50,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn, Ni và/hoặc Co với lượng là 0,6% khối lượng hoặc lớn hơn và 3,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn tính theo tổng nồng độ, thành phần bổ sung M với lượng là 0,1% khối lượng hoặc lớn hơn và 3,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn, và còn lại là Ag và các tạp chất không tránh được,

nhiệt độ đúc được đặt ở nhiệt độ cao hơn khoảng 100°C hoặc cao hơn so với nhiệt độ hóa lỏng của hợp kim hai thành phần AgPd có nồng độ Pd bằng nồng độ Pd của hợp kim Ag,

hợp kim Ag nóng chảy được làm nguội ở tốc độ làm nguội là 100°C/phút hoặc cao hơn.

FIG. 1



Nhiệt độ°C
1600
1555
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
L
1326
1287
1280
1215
900
820
810
660
600
530
540
510
475
345
295
230
232
13
(Pd)
Pd_3Sn
Pd_2Sn rt
$Pd_{15}Sn$ rt
$Pd_{15}Sn$ Sn+ rt
$Pd_{15}Sn$ ht
PdSn
$PdSn_3$
$PdSn_4$
(Sn) lt
(Sn) rt
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
Pd
at. %
Sn

FIG. 2

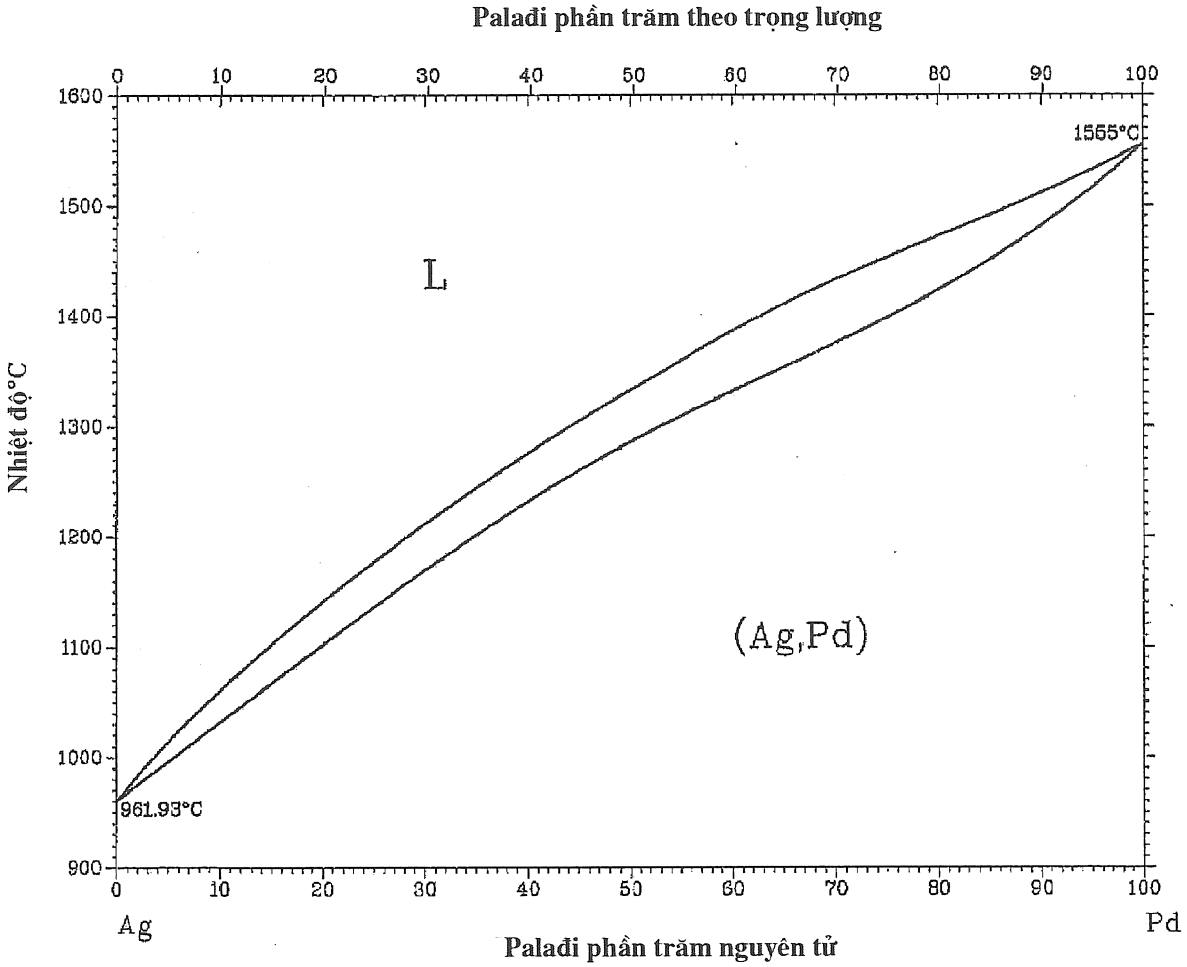

Paladi phần trăm theo trọng lượng
Nhiệt độ °C
1600
1500
1400
1300
1200
1100
1000
900
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
1555°C
L
(Ag,Pd)
961.93°C
Ag
Pd
Paladi phần trăm nguyên tử

FIG. 3

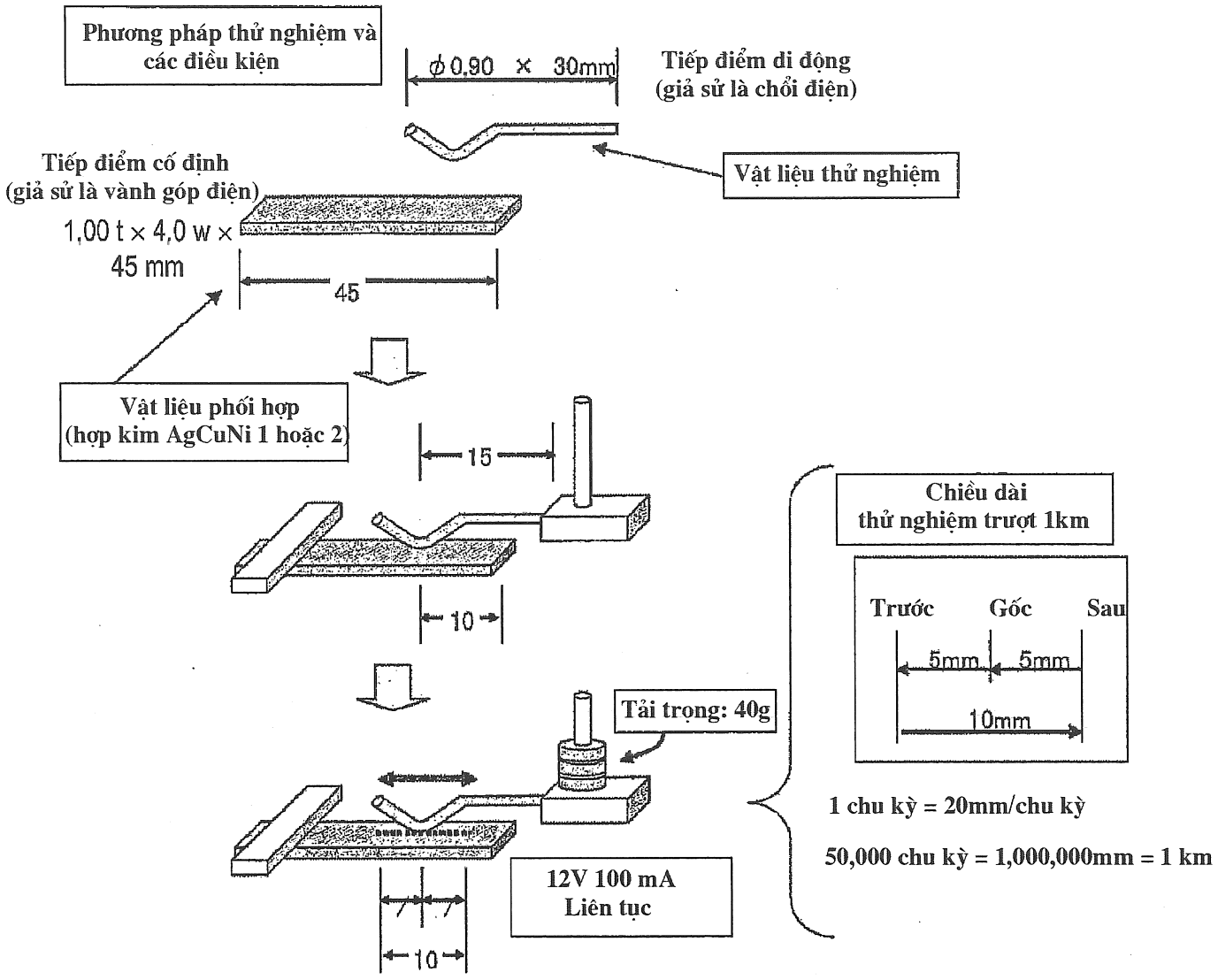
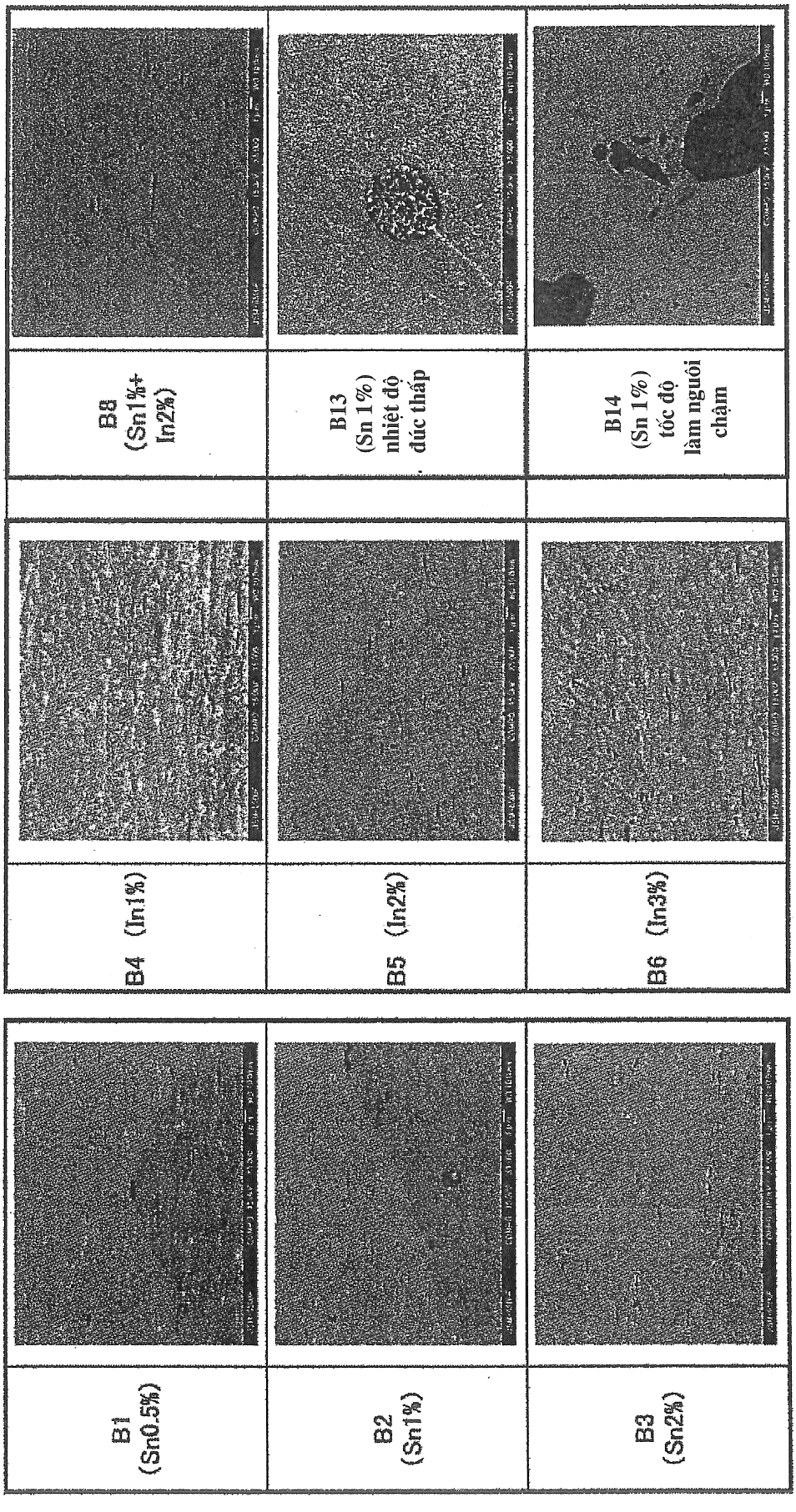
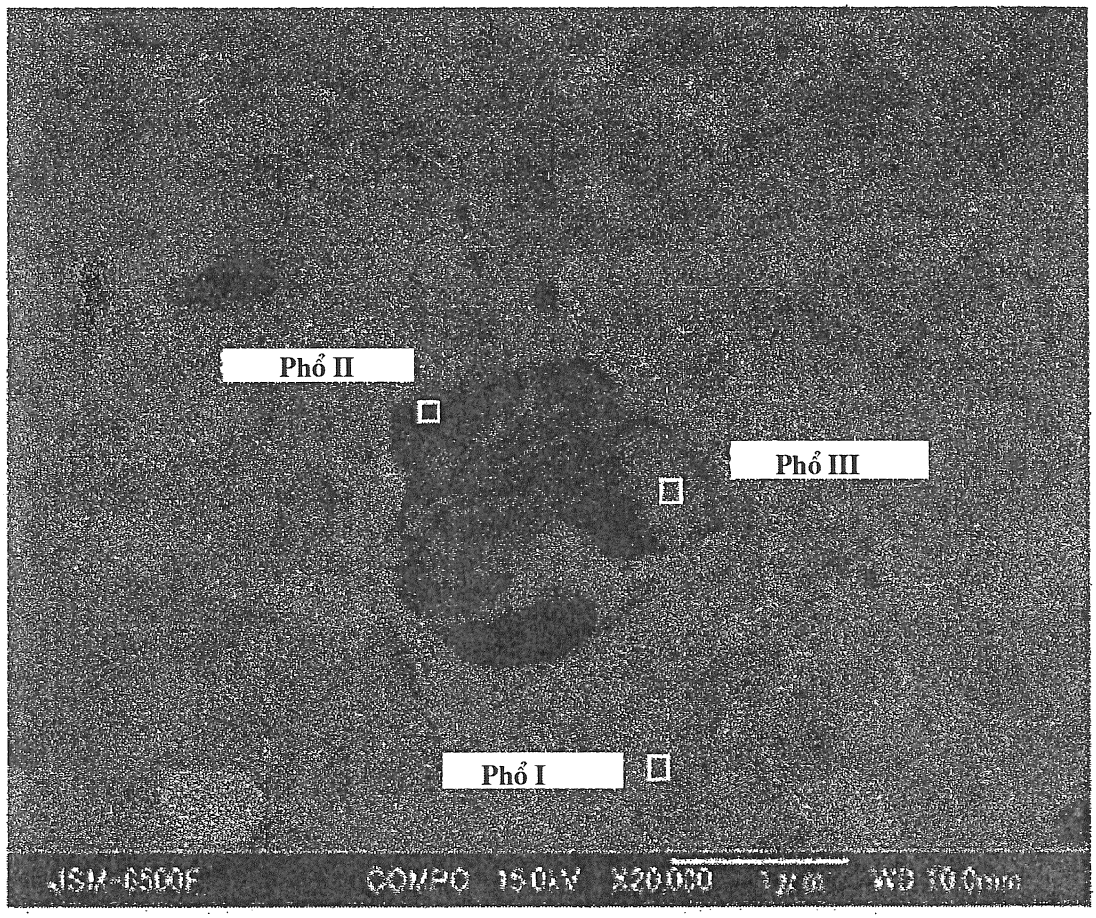

Phương pháp thử nghiệm và các điều kiện
ϕ 0,90 × 30mm
Tiếp điểm di động (giả sử là chổi điện)
Vật liệu thử nghiệm
Tiếp điểm cố định (giả sử là vành góp điện)
1,00 t × 4,0 w × 45 mm
45
Vật liệu phối hợp (hợp kim AgCuNi 1 hoặc 2)
15
10
Tải trọng: 40g
12V 100 mA Liên tục
10
Chiều dài thử nghiệm trượt 1km
Trước
Gốc
Sau
5mm
5mm
10mm
1 chu kỳ = 20mm/chu kỳ
50,000 chu kỳ = 1,000,000mm = 1 km

FIG. 4



Các hạt phân tán cốn thô được tạo ra trong B13 và B14

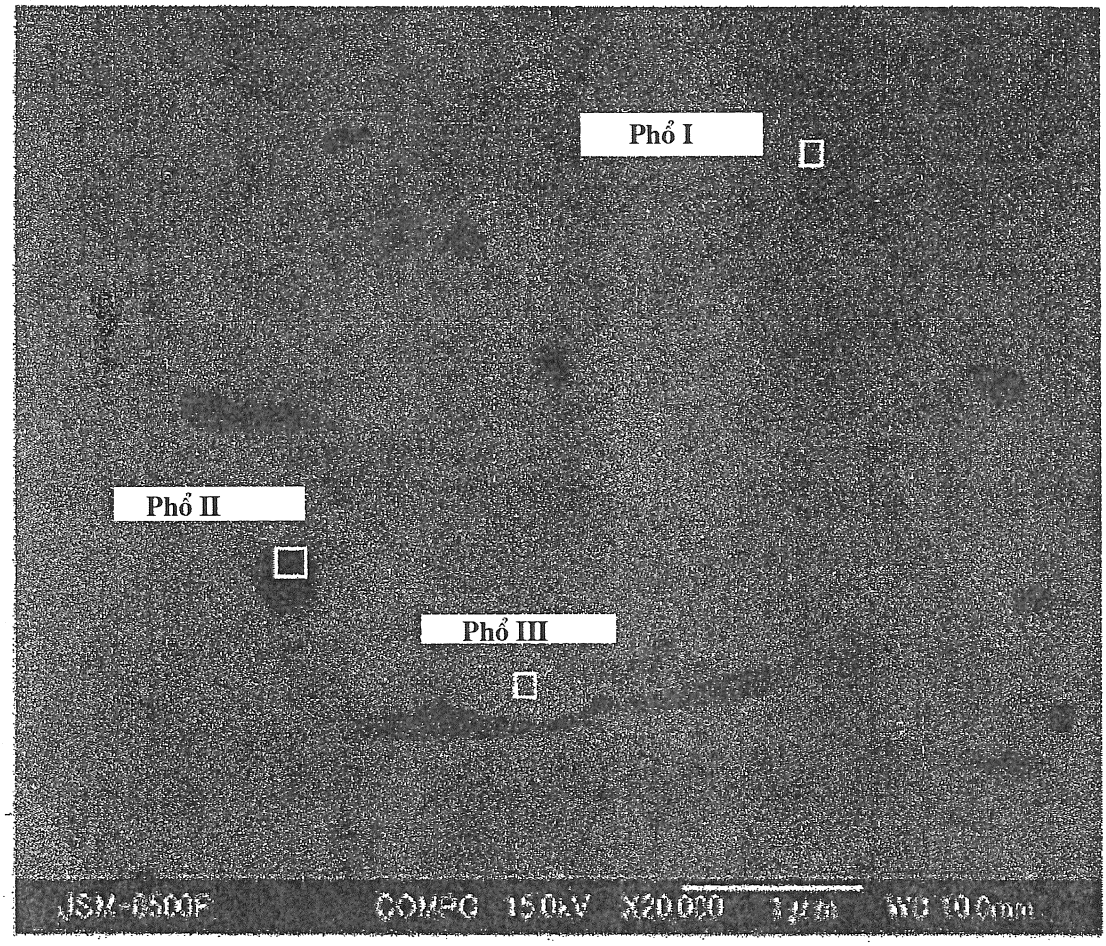
FIG. 5



	Vị trí	Thành phần phát hiện (% khối lượng)				
		Ag	Pd	Ni	Sn	Tổng số
I	Mạng	69,5	30,5	-	-	100
II	Pha hợp kim PdNi	12,4	39,1	48,5	-	100
III	Các hạt phân tán trong hỗn hợp	28,1	52,5	4,6	14,8	100

$K_{Pd}/K_M = 3,54$

FIG. 6



Phổ	Vị trí	Thành phần phát hiện				
		Ag	Pd	Ni	In	Tổng số
I	Mạng	70,0	30,0	-	-	100
II	Pha hợp kim PdNi	30,4	23,9	45,7	-	100
III	Các hạt phân tán trong hỗn hợp	30,9	51,6	1,8	15,7	100

$K_{Pd}/K_M = 3,28$

FIG. 7

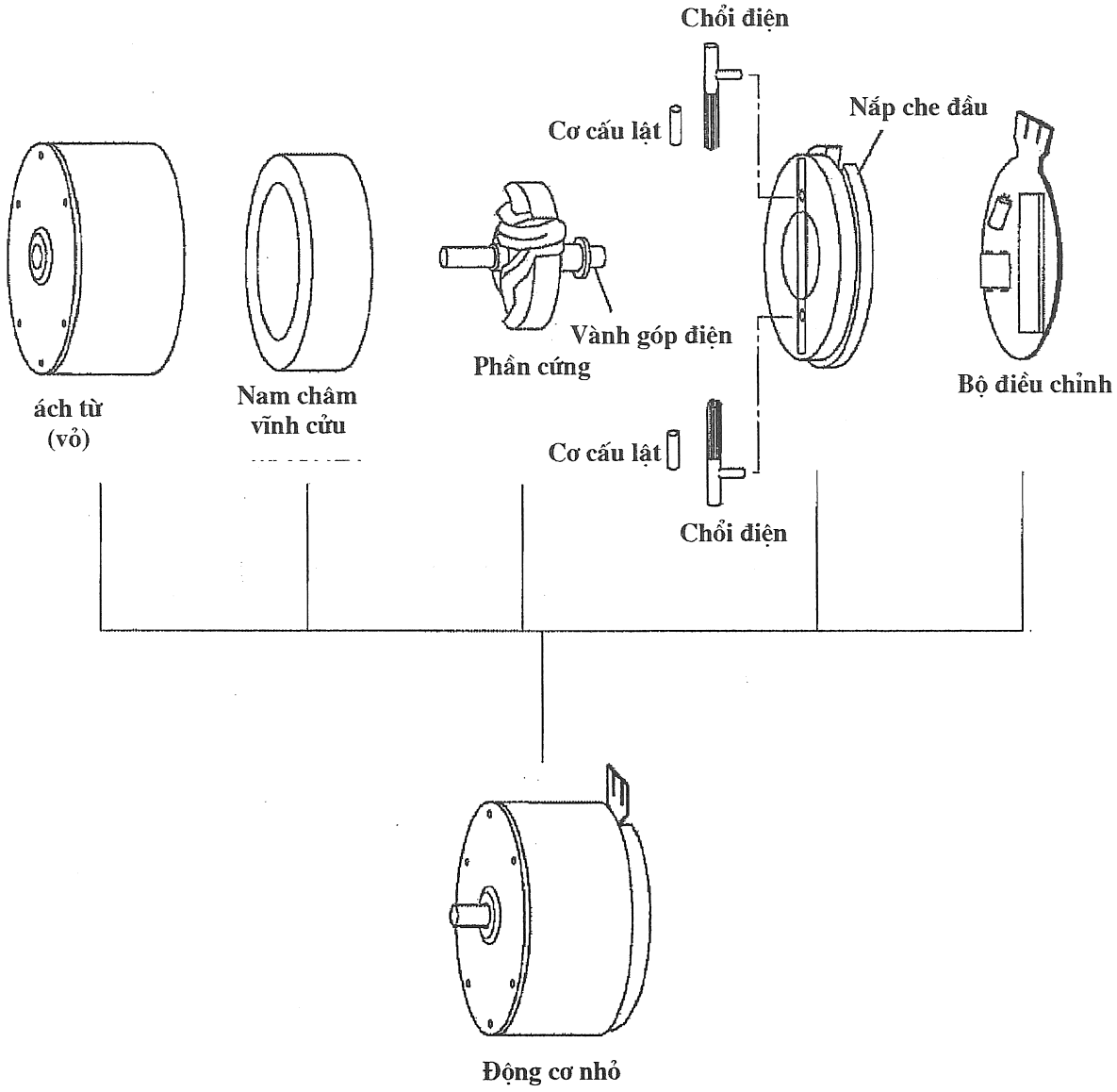
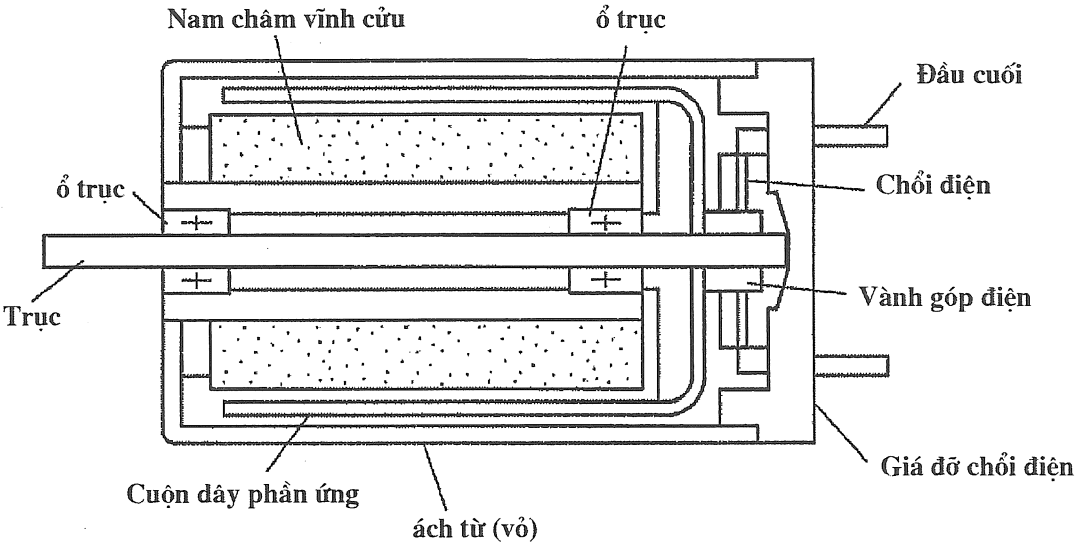
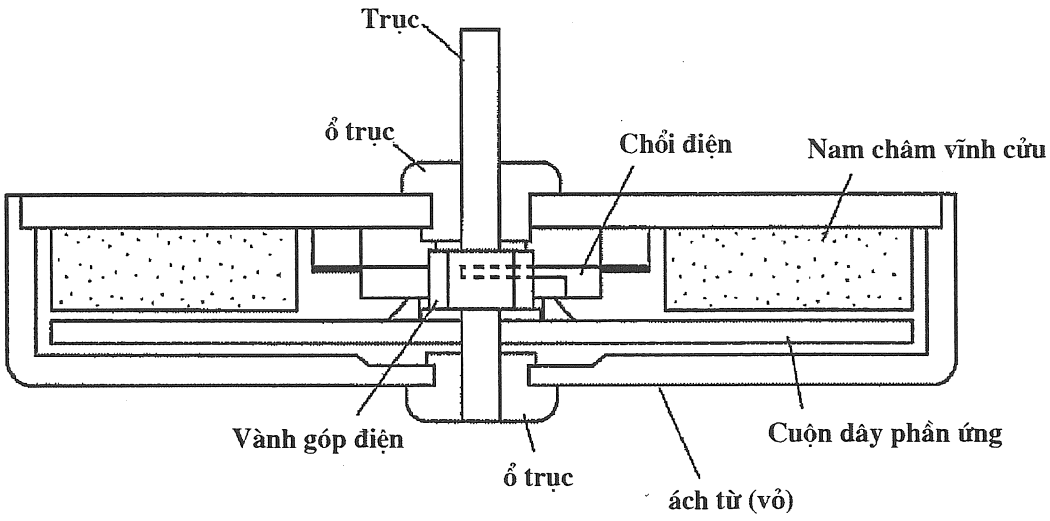

Chổi điện
Cơ cấu lật
Nắp che đầu
ách từ
(vỏ)
Nam châm
vĩnh cửu
Phần cứng
Vành góp điện
Bộ điều chỉnh
Cơ cấu lật
Chổi điện
Động cơ nhỏ

FIG. 8

(a) phần ứng dạng cốc



(b) phần ứng dạng đĩa