



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ
(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11) 
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ
1-0051593
(51)^{2020.01} H01H 1/027; C22C 32/00; H01H 50/54; (13) B
C22C 1/05; C22C 5/06

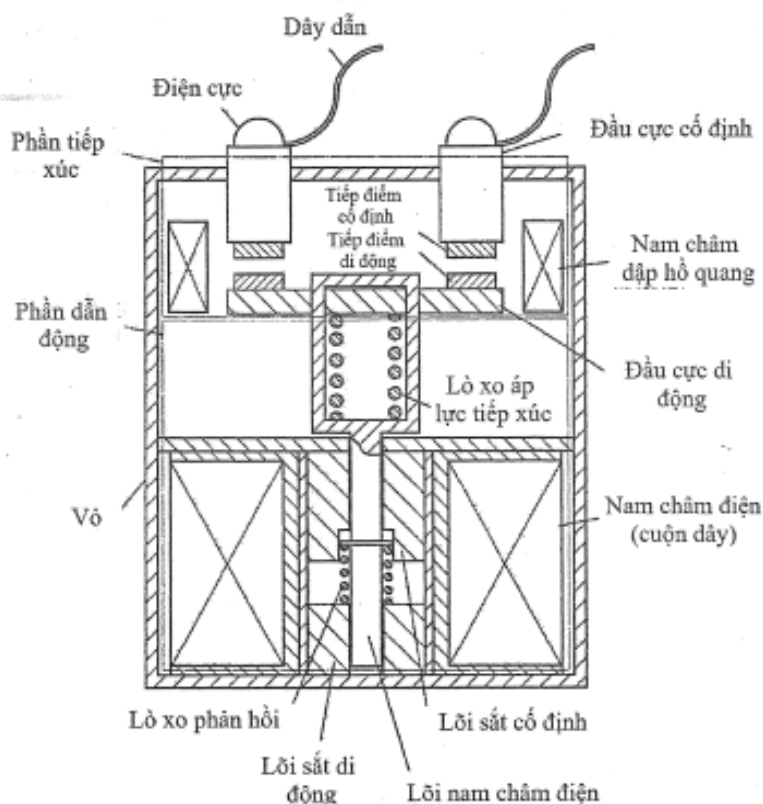
(21) 1-2022-01436 (22) 08/09/2020
(86) PCT/JP2020/033849 08/09/2020 (87) WO2021/049469 18/03/2021
(30) 2019-167561 13/09/2019 JP
(45) 25/09/2025 450 (43) 25/05/2022 410A
(73) TANAKA KIKINZOKU KOGYO K.K. (JP)
7-3, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 1006422, Japan
(72) NISHIDE Sachihito (JP); NAKAMURA Tetsuya (JP); YANAGIHARA Nobuhito (JP).
(74) Công ty Luật TNHH Phạm và Liên danh (PHAM & ASSOCIATES)

(54) RƠLE CAO ÁP DC VÀ VẬT LIỆU TIẾP ĐIỂM DỪNG CHO RƠLE CAO ÁP DC

(21) 1-2022-01436

(57) Sáng chế đề cập tới role cao áp DC được tạo ra với ít nhất một cặp tiếp điểm bao gồm tiếp điểm di động và tiếp điểm cố định, cặp tiếp điểm này có lực tiếp xúc và/hoặc lực mở bằng 100gf hoặc lớn hơn, role cao áp DC có điện áp định mức bằng 48V hoặc lớn hơn. Trong role cao áp DC, tiếp điểm di động và/hoặc tiếp điểm cố định bao gồm vật liệu tiếp điểm dựa trên ôxit Ag. Các thành phần kim loại trong vật liệu tiếp điểm chứa ít nhất một kim loại M chủ yếu chứa Zn, và phần còn lại là Ag và các kim loại tạp không tránh được, và vật liệu tiếp điểm có hàm lượng kim loại M bằng 0,2% theo khối lượng hoặc lớn hơn và 8% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn tính trên tổng khối lượng của tất cả các thành phần kim loại của vật liệu tiếp điểm. Vật liệu tiếp điểm có kết cấu vật liệu mà trong đó một hoặc nhiều loại ôxít của kim loại M có cỡ hạt trung bình bằng 0,01 μ m hoặc lớn hơn và 0,4 μ m hoặc nhỏ hơn được phân tán trong nền bao gồm Ag hoặc hợp kim Ag.

Fig. 1



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập tới role cao áp DC (bộ đóng ngắt) để thực hiện điều khiển đóng/ngắt mạch cao áp DC (direct current - dòng điện một chiều). Cụ thể là, sáng chế đề cập tới role cao áp DC có đặc tính phóng điện hồ quang rất tốt để nhanh chóng dập tắt sự phóng điện hồ quang xảy ra khi mở tiếp điểm, và có đặc tính điện trở tiếp xúc thấp/sinh nhiệt thấp trong khi liên tục cấp dòng điện. Sáng chế cũng đề cập tới vật liệu tiếp điểm mà được áp dụng cho role cao áp DC.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các role cao áp DC được sử dụng để điều khiển các mạch nguồn điện và các mạch nạp điện của các xe có các pin cao áp, chẳng hạn các xe lai (hybrid vehicle - HV), các xe lai cắm chạy (plug-in hybrid vehicle - PHV) và các xe điện (electric vehicle - EV), và các mạch cao áp chẳng hạn các mạch của các bộ điều hòa công suất của các thiết bị lưu trữ điện năng trong các hệ thống cấp điện chẳng hạn thiết bị phát năng lượng mặt trời. Ví dụ, role cao áp DC mà được gọi là role chính của hệ thống (system main relay - SMR) hoặc bộ đóng ngắt chính được sử dụng trong xe lai hoặc phương tiện tương tự. Role cao áp DC có kết cấu cơ bản và các chức năng tương tự như role hạ áp DC mà đến nay vẫn được sử dụng trong các ứng dụng xe hơi nói chung. Cần lưu ý rằng role cao áp DC là thiết bị tương ứng với các ứng dụng tương đối mới chẳng hạn các xe lai nêu trên và tương tự, và có những sự khác biệt gắn liền với các ứng dụng này, và những vấn đề cụ thể bị gây nên bởi những sự khác biệt đó.

Sau đây các mạch hạ áp DC thông thường sẽ được mô tả. Trong mạch hạ áp DC, điện áp định mức và dòng điện định mức được xác định rõ ràng. Ví dụ, đối với điện áp định mức, điện áp danh định của pin được lắp trong xe là 12V DC, và điện áp danh định này là điện áp định mức của role đa năng trong xe thông thường. Các pin 24V DC được lắp trong một số xe tải và xe buýt, và do đó một số role có điện áp định mức bằng 24V DC. Theo cách này, role hạ áp DC mà trong

đó điện áp định mức và dòng điện định mức được chỉ ra rõ ràng cho phép tương đối dễ dàng dự báo các giới hạn trên của dòng điện và phụ tải được cấp. Do đó, trong role hạ áp DC, vật liệu tiếp điểm cần phải được cải thiện để có độ bền đối với lượng công suất điện và phụ tải được dự báo. Đối với các role hạ áp DC thông thường, thì có khuynh hướng đòi hỏi giảm kích thước và trọng lượng cho các ứng dụng trên xe và tương tự. Việc giảm kích thước và trọng lượng của các role hạ áp DC có thể đạt được bằng cách giảm kích thước và trọng lượng của các thành phần cấu thành, nhưng gánh nặng lên vật liệu tiếp điểm lại tăng lên tương ứng. Do đó, yêu cầu này được thỏa mãn bằng cách cải thiện độ bền (tức là tính chịu mài mòn và tính kháng hàn) của vật liệu tiếp điểm.

Các vật liệu tiếp điểm dựa trên ôxit Ag đã được sử dụng rộng rãi dưới dạng các vật liệu tiếp điểm dành cho các role hạ áp DC thông thường. Vật liệu tiếp điểm dựa trên ôxit Ag là vật liệu mà trong đó ôxit của kim loại chẳng hạn Sn, In hoặc tương tự (SnO_2 , In_2O_3 hoặc tương tự) được phân tán trong nền Ag hoặc nền hợp kim Ag. Trong vật liệu tiếp điểm dựa trên ôxit Ag, chất lượng của vật liệu tiếp điểm được cải thiện bằng hoạt động tăng cường phân tán lên các hạt ôxit kim loại để bảo đảm các đặc tính cần thiết chẳng hạn tính chịu mài mòn và tính kháng hàn. Ví dụ, người nộp đơn này bộc lộ vật liệu tiếp điểm dựa trên ôxit Ag trong tài liệu JP 2012-3885 A là vật liệu tiếp điểm mà được áp dụng cho các role hạ áp DC trên xe.

Trong khi cải thiện các role hạ áp DC thông thường, lượng của các ôxit trong vật liệu tiếp điểm dựa trên ôxit Ag mà tạo thành cặp tiếp điểm được tăng lên. Đó là vì nói chung, trong vật liệu tiếp điểm có sử dụng hoạt động tăng cường phân tán các ôxit, tính kháng hàn và tính chịu mài mòn được cải thiện với lượng tăng lên của các ôxit bằng cách tăng cường nồng độ của các thành phần kim loại mà tạo thành các ôxit này. Cụ thể là, các vật liệu tiếp điểm dựa trên ôxit Ag thường được sử dụng mà trong đó lượng của các thành phần kim loại khác với Ag, chẳng hạn Sn và In, bằng 10% theo khối lượng hoặc lớn hơn. Đó là vì khi lượng của các thành phần kim loại khác với Ag trong vật liệu tiếp điểm nhỏ hơn 10% theo khối

lượng, thì có những trường hợp khi mà lượng của các ôxit là nhỏ, cho nên không đạt được các đặc tính cần thiết do các lỗi chẳng hạn hàn, sự đứt gãy và mài mòn. Do đó, trong các role hạ áp DC, việc cải thiện độ bền bên trong khoảng điện áp định mức được chỉ định và việc bảo đảm độ bền khi giảm kích thước và trọng lượng đạt được bằng cách cải thiện các vật liệu tiếp điểm dựa trên ôxit Ag như đã được mô tả trên đây.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật được giải quyết bởi sáng chế

Ngược lại, hiện nay trong các role cao áp DC, điện áp định mức và dòng điện định mức không được chỉ ra một cách rõ ràng. Đối với các role cao áp DC, các đặc tả cần thiết sẽ phụ thuộc đáng kể vào việc cải thiện tính năng kỹ thuật của pin trong tương lai. Nghĩa là, trong các role cao áp DC, rất khó để dự báo giới hạn trên của tải trên các tiếp điểm, và tải này chắc chắn sẽ tăng trong tương lai. Trong khía cạnh này, các role cao áp DC là khác với các role hạ áp DC thông thường.

Chắc chắn là trong các role cao áp DC, điện áp và dòng điện sẽ còn tăng trong tương lai. Điều này hiển nhiên từ xu hướng cải thiện tính năng kỹ thuật của pin và tăng cường công suất của các động cơ dẫn động trong những năm gần đây.

Trong các role cao áp DC này mà trong đó điện áp và dòng điện sẽ được tăng lên, nhiều vấn đề khác với các vấn đề của các role hạ áp DC thông thường đã được chỉ ra. Cụ thể là, các vấn đề về phát nhiệt và hàn tại các tiếp điểm do sự tăng lên của dòng điện được cấp và tiếp cận với sự phóng điện hồ quang đã được chỉ ra.

Đối với vấn đề phát nhiệt, thì lượng nhiệt phát ra tỷ lệ với bình phương của dòng điện và giá trị điện trở tiếp xúc, và do đó được cho rằng lượng nhiệt đáng kể sẽ được sinh ra do sự tăng trong tương lai của dòng điện trong các role cao áp DC. Sự phát nhiệt bất thường trong các role có thể gây ra các vấn đề nghiêm trọng chẳng hạn sự đánh lửa và hỏa hoạn trong tình huống xấu nhất. Hàn là hiện tượng mà trong đó các bề mặt tiếp xúc của cặp tiếp điểm bị nóng chảy và gắn chặt vào nhau bởi nhiệt do hiệu ứng Joule trong khi cấp dòng điện hoặc tương tự. Hiện

tượng hàn này tại các tiếp điểm cản trở sự mở của cặp tiếp điểm, và là nguyên nhân gây ra sự cô phản hồi và phá hỏng toàn bộ mạch.

Trong các role cao áp DC, vấn đề tiếp cận sự phóng điện hồ quang quan trọng không kém các vấn đề phát nhiệt và hàn. Phóng điện hồ quang được phân chia một cách đại thể thành trường hợp xảy ra khi mở tiếp điểm và trường hợp xảy ra khi đóng. Trong thực tế sử dụng, chủ yếu là sự phóng điện hồ quang xảy ra khi mở tiếp điểm gây ra vấn đề. Khi phóng điện hồ quang xảy ra khi mở tiếp điểm, sự phóng điện hồ quang không thể bị ngắt cho đến khi điện áp hồ quang đạt tới điện áp nguồn điện. Điện áp hồ quang tối thiểu để gây ra phóng điện hồ quang là khoảng 10V khi sử dụng vật liệu tiếp điểm dựa trên ôxit Ag chung, và trong các role cao áp DC, sự phóng điện hồ quang dễ dàng tiếp tục vì điện áp nguồn điện cao hơn. Khi sự phóng điện hồ quang tiếp tục, các vấn đề nghiêm trọng chẳng hạn đánh lửa và hỏa hoạn có thể bị gây ra như trong sự phát nhiệt bất thường trong các role. Cần lưu ý rằng trong phần mô tả sáng chế đặc tính phóng điện hồ quang dùng để chỉ đặc tính liên quan đến độ bền của hồ quang mà có thể xảy ra khi mở và đóng tiếp điểm. Tiếp điểm có đặc tính phóng điện hồ quang ưu việt là tiếp điểm gây ra hồ quang có thời gian ngắn hoặc mức năng lượng thấp. Trong tiếp điểm có đặc tính phóng điện hồ quang ưu việt như vậy, hồ quang có thể bị dập tắt, trong role cao áp DC, trong thời gian ngắn nhờ có kết cấu/bộ phận để dập hồ quang được mô tả dưới đây.

Để đối phó với các vấn đề của các role cao áp DC như đã được mô tả trên đây, các biện pháp liên quan tới các kết cấu và các bộ phận của các role cao áp DC đã được đề xuất. Ví dụ, diện tích tiếp xúc được bảo đảm bằng cách tăng cường lò xo áp lực tiếp xúc của cặp tiếp điểm để tăng cường lực tiếp xúc giữa tiếp điểm di động và tiếp điểm cố định, và điện trở tiếp xúc giữa các tiếp điểm được giảm xuống để ngăn chặn sự phát nhiệt. Việc tăng cường lực tiếp xúc cũng góp phần ngăn chặn sự đánh lửa và hư hỏng role khi mạch cao áp DC bị ngắn mạch.

Ngoài ra, để đối phó với sự phóng điện hồ quang, nhiều role cao áp DC sử dụng kết cấu để dập sự phóng điện hồ quang mà đã xảy ra. Cụ thể là, các biện

pháp chẳng hạn việc bảo đảm đủ khe hở giữa các tiếp điểm, bố trí nam châm để dập hồ quang và tăng cường từ lực của nam châm này. Hơn nữa, role được biến thành kết cấu hàn kín, và khi hydro, khí nitơ hoặc hỗn hợp của các khí này được đưa vào trong role để loại bỏ hồ quang một cách nhanh chóng hơn nhờ hiệu ứng làm mát hồ quang.

Tuy nhiên, các biện pháp nêu trên liên quan tới các kết cấu và các bộ phận dẫn tới tăng kích thước của thân role tương ứng với sự tăng thể tích trong các đặc tả cần thiết. Do vậy, việc giảm kích thước và trọng lượng vốn là nhu cầu lâu dài của thị trường không được thỏa mãn chỉ bằng các biện pháp nêu trên. Cụ thể là, trong trường hợp khi nam châm nguyên tố đất hiếm được lựa chọn làm nam châm dập hồ quang, thì nguyên tố đất hiếm quý hiếm được sử dụng, và do vậy việc tăng kích thước và tăng cường từ lực phải bị ngăn chặn xét theo quan điểm cạn kiệt tài nguyên. Do đó, trong các role cao áp DC, mặc dù các biện pháp liên quan tới các kết cấu và các bộ phận là quan trọng, nhưng ngoài các biện pháp nêu trên tốt hơn là áp dụng thêm các biện pháp đối với bản thân các tiếp điểm.

Cho đến nay, các vật liệu tiếp điểm dựa trên ôxit Ag đã thường xuyên được áp dụng trong các tiếp điểm của các role cao áp DC như với các role hạ áp DC thông thường. Tuy nhiên, để đối phó với sự tăng lên của điện áp và dòng điện trong các role cao áp DC, có giới hạn đối với các vật liệu tiếp điểm dựa trên ôxit Ag có khoảng thành phần giống như trước đây. Theo khía cạnh này, trong các role hạ áp DC thông thường, tuổi thọ được cải thiện bằng cách tăng cường nồng độ của các thành phần kim loại khác với Ag trong vật liệu tiếp điểm để làm tăng lượng của các ôxit như đã được mô tả trên đây. Cũng trong các role cao áp DC, sự tăng lượng của các ôxit trong vật liệu tiếp điểm có thể giải quyết vấn đề hàn bằng cách cải thiện độ bền.

Tuy nhiên, xét theo quan điểm điện trở tiếp xúc và phát nhiệt, việc làm tăng lượng của các ôxit trong vật liệu tiếp điểm sẽ không được ưu tiên. Trong khi Ag là kim loại có độ dẫn điện cao, ôxit kim loại là điện trở mà làm giảm độ dẫn điện của vật liệu tiếp điểm tổng thể. Như đã được mô tả trên đây, lượng nhiệt phát ra tại

các tiếp điểm tỷ lệ với bình phương của dòng điện và điện trở tiếp xúc. Nên việc tăng lượng của các ôxit trong vật liệu tiếp điểm của role cao áp DC được tăng về điện áp và dòng điện cần được tránh xét theo quan điểm ngăn ngừa sự phát nhiệt.

Ngoài ra, việc tăng lượng các ôxit trong vật liệu tiếp điểm không thể giải quyết vấn đề phóng điện hồ quang. Theo cách này, ví dụ về các nghiên cứu được thực hiện đến nay trên các vật liệu tiếp điểm khác nhau cho các role cao áp DC chỉ là sự mở rộng của các nghiên cứu trên các vật liệu dành cho các tiếp điểm chuyển mạch chung. Có một vài ví dụ về các báo cáo về ứng dụng thực tế cho các role cao áp DC.

Sáng chế đã được tạo ra với tình trạng kỹ thuật như đã được mô tả trên đây, và đề xuất role cao áp DC, chẳng hạn role chính của hệ thống, mà có thể thực hiện điều khiển đóng/ngắt một cách tin cậy trong khi giải quyết các vấn đề về phóng điện hồ quang và phát nhiệt tại cặp tiếp điểm. Liên quan tới các vấn đề này, cần thiết là vật liệu tiếp điểm mà thường xuyên có giá trị điện trở tiếp xúc thấp được áp dụng cho tiếp điểm của role cao áp DC. Sáng chế cũng đề xuất vật liệu tiếp điểm phù hợp khi cân nhắc các đặc tính của role cao áp DC.

Phương tiện giải quyết các vấn đề

Do các vấn đề nêu trên liên quan tới phần tiếp xúc của role cao áp DC, nên việc tối ưu hóa vật liệu tiếp điểm dựa trên ôxit Ag mà tạo thành tiếp xúc có thể liên quan ở mức độ lớn hơn hoặc nhỏ hơn đến việc giải quyết các vấn đề này. Tuy nhiên, việc tối ưu hóa vật liệu tiếp điểm dựa trên ôxit Ag cần phải theo hướng khác với hướng thông thường bao gồm việc tăng lượng của các ôxit và tương tự.

Do đó, sáng chế tập trung chú ý vào đặc tính của role cao áp DC trước khi nghiên cứu về cấu hình của vật liệu tiếp điểm. Đặc tính của role cao áp DC là cường độ của lực tiếp xúc và lực mở giữa tiếp điểm cố định và tiếp điểm di động.

Thông thường, trong các role (bao gồm các tiếp điểm có các chức năng và các cấu hình tương đương), nam châm điện hoặc cuộn dây và khối định thiên tùy chọn cùng điều khiển sự tiếp xúc và sự tách rời giữa tiếp điểm cố định và tiếp

điểm di động để thực hiện việc cấp dòng điện tới mạch và ngắt mạch (đóng/ngắt). Các ví dụ về khối định thiên tùy chọn bao gồm các lò xo áp lực tiếp xúc và các lò xo phản hồi dành cho các role kiểu lõi nam châm điện, và các lò xo di động và các lò xo phản hồi dành cho các role kiểu bản lề. Các bộ phận để điều khiển tiếp điểm cố định và tiếp điểm di động này là giống nhau trong tất cả các role không phụ thuộc vào điện áp định mức.

Tuy nhiên, trong các role cao áp DC, chẳng hạn các role chính của hệ thống, lực tiếp xúc và lực mở giữa tiếp điểm cố định và tiếp điểm di động thường được đặt ở mức cao. Cụ thể là, lực tiếp xúc và lực mở thường được đặt vào quãng 10gf tới 50gf trong các role hạ áp DC thông thường, trong khi ít nhất một trong số lực tiếp xúc và lực mở thường được đặt bằng 100gf hoặc lớn hơn trong các role cao áp DC. Lực tiếp xúc cao trong role cao áp DC là nhằm làm giảm điện trở tiếp xúc của tiếp điểm để ngăn chặn sự phát nhiệt. Lực tiếp xúc ảnh hưởng đến diện tích tiếp xúc giữa các tiếp điểm, và khi lực tiếp xúc được tăng lên, điện trở tiếp xúc có thể giảm đi để ngăn chặn sự phát nhiệt do hiệu ứng Joule, và cho thấy sự giảm hiệu ứng nóng chảy và hàn của các bề mặt tiếp xúc. Mặt khác, lực mở là lực trở về để trả tiếp điểm về vị trí tách rời. Trong các role cao áp DC, lực mở có xu hướng tăng lên cùng với sự tăng lên của lực tiếp xúc để thực hiện một cách trơn tru các hoạt động chuyển mạch của các tiếp điểm.

Lý do xảy ra sự cố ngắt mạch do hiện tượng hàn các tiếp điểm ở các tiếp điểm chuyển mạch là các tiếp điểm cố định và tiếp điểm di động bị gắn chặt vào nhau do hàn, cho nên các tiếp điểm không thể được tách rời nhờ lực mở được thiết lập. Đối với các role hạ áp DC thông thường mà trong đó các định mức và các đặc tả được chỉ ra rõ ràng, thì có giới hạn trên đối với việc thiết lập lực tiếp xúc và lực mở, và các giá trị được thiết lập của các lực không lớn đến thế. Do đó, trong các role hạ áp DC thông thường, việc giảm kích thước và trọng lượng được ưu tiên, và lực tiếp xúc và lực mở nhỏ được thiết lập, cho nên vấn đề hàn dễ dàng xuất hiện. Hiện tượng hàn trong trường hợp này khó mà giải quyết được với các đặc

tính của role. Do đó, đã có hy vọng giải quyết vấn đề nhờ các đặc tính của vật liệu tiếp điểm, và vật liệu tiếp điểm được yêu cầu phải có tính kháng hàn cao.

Mặt khác, đối với các role cao áp DC mà trong đó lực tiếp xúc và lực mở lớn được thiết lập, thì tiếp điểm cố định và tiếp điểm di động có thể được tách rời khỏi nhau ngay cả khi các tiếp điểm này dễ bị hàn với nhau nhờ lực mở được nâng cao. Các tác giả sáng chế cho rằng trong role cao áp DC theo sáng chế, thì có thể thiết lập tính kháng hàn của vật liệu tiếp điểm một cách linh hoạt hơn so với các role hạ áp DC thông thường. Ý tưởng về việc cho phép mức độ hàn nhất định như vậy là độc đáo trong lĩnh vực các tiếp điểm chuyển mạch cũng như các role cao áp DC. Các role cao áp DC chẳng hạn các role chính của hệ thống đã trở nên phổ biến nhờ có sự phát triển của các nguồn điện cao áp trong những năm gần đây, và chúng phải liên quan đến nhiều hạng mục thiết lập chưa biết. Mức độ cho phép đối với tính kháng hàn của các tiếp điểm là một trong số các hạng mục này.

Khi cho rằng tính kháng hàn có thể được thiết lập một cách linh hoạt như được mô tả trên đây, thì các đặc tính cần được ưu tiên đối với vật liệu tiếp điểm của role cao áp DC là hai đặc tính, mà chính là, đặc tính điện trở tiếp xúc thấp ổn định và đặc tính phóng điện hồ quang.

Đầu tiên, khi xem xét phương pháp làm giảm điện trở tiếp xúc của vật liệu tiếp điểm dựa trên ôxit Ag, thì việc giảm lượng các ôxit là hiệu quả để giải quyết vấn đề này. Do ôxit kim loại là điện trở mà làm giảm độ dẫn điện của vật liệu tiếp điểm nói chung, nên sự giảm này là phương pháp hiệu quả để làm giảm điện trở tiếp xúc. Việc giảm lượng các ôxit dẫn đến sự suy giảm tính kháng hàn của vật liệu tiếp điểm, nhưng trong role cao áp DC mà trong đó có thể thiết lập lực tiếp xúc lớn và lực mở lớn, sự giảm tính kháng hàn ở mức độ đáng kể là có thể cho phép. Do đó, phương pháp này có thể được mong đợi là có hiệu quả.

Mặt khác, rất khó để đối phó với đặc tính phóng điện hồ quang của vật liệu tiếp điểm dựa trên ôxit Ag chỉ bằng lượng của các ôxit. Do đó, các tác giả sáng chế đã nghiên cứu mối liên quan giữa loại ôxit kim loại được phân tán trong vật liệu tiếp điểm và đặc tính phóng điện hồ quang. Kết quả là, đã thấy rằng vật liệu

tiếp điểm dựa trên ôxit Ag chứa ôxit Zn (ZnO) dưới dạng ôxit kim loại (sau đây được gọi là vật liệu tiếp điểm dựa trên Ag-ZnO) có đặc tính phóng điện hồ quang phù hợp. Theo các tác giả sáng chế, vật liệu tiếp điểm dựa trên Ag-ZnO cho thấy đặc tính phóng điện hồ quang phù hợp so với vật liệu tiếp điểm dựa trên Ag-SnO₂ chứa ôxit Sn mà thường được coi là phù hợp để làm vật liệu tiếp điểm đối với role xét theo quan điểm tính kháng hàn.

Vật liệu tiếp điểm dựa trên Ag-ZnO là vật liệu tiếp điểm phù hợp không chỉ vì lượng của các ôxit (lượng ZnO) được giảm xuống mà còn do vật liệu tiếp điểm dựa trên Ag-ZnO có xu hướng thể hiện đặc tính phóng điện hồ quang tốt hơn. Do việc giảm lượng của các ôxit góp phần làm giảm điện trở tiếp xúc, nên việc áp dụng vật liệu tiếp điểm dựa trên Ag-ZnO là hữu ích cả cho việc cải thiện đặc tính phóng điện hồ quang lẫn cho việc làm giảm điện trở tiếp xúc.

Dựa trên các kết quả nghiên cứu này, các tác giả sáng chế đã áp dụng vật liệu tiếp điểm dựa trên Ag-ZnO vào cặp tiếp điểm của role cao áp DC, và tiến hành các nghiên cứu để tìm ra hàm lượng ôxit phù hợp xét theo đặc tính phóng điện hồ quang, điện trở tiếp xúc và độ bền, dẫn đến tạo ra sáng chế.

Để giải quyết các vấn đề nêu trên, sáng chế đề xuất role cao áp DC bao gồm ít nhất một cặp tiếp điểm bao gồm tiếp điểm di động và tiếp điểm cố định. Cặp tiếp điểm này có lực tiếp xúc và/hoặc lực mở bằng 100gf hoặc lớn hơn. Role cao áp DC có điện áp định mức bằng 48V hoặc lớn hơn. Tiếp điểm di động và/hoặc tiếp điểm cố định bao gồm vật liệu tiếp điểm dựa trên ôxit Ag. Các thành phần kim loại trong vật liệu tiếp điểm bao gồm ít nhất một kim loại M chủ yếu chứa Zn, và phần còn lại bao gồm Ag và các kim loại tạp không tránh được. Hàm lượng của kim loại M là 0,2% theo khối lượng hoặc lớn hơn và 8% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn tính trên tổng khối lượng của tất cả các thành phần kim loại của vật liệu tiếp điểm. Vật liệu tiếp điểm có kết cấu vật liệu mà trong đó một hoặc nhiều loại ôxit của kim loại M được phân tán trong nền bao gồm Ag hoặc hợp kim Ag.

Role cao áp DC theo sáng chế và vật liệu tiếp điểm theo sáng chế dành cho role cao áp DC sẽ được mô tả chi tiết dưới đây. Trong vật liệu tiếp điểm mà được áp dụng theo sáng chế, hàm lượng của các ôxit được chỉ rõ dựa trên hàm lượng của kim loại M mà là nguyên tố kim loại khác với Ag. Hàm lượng của kim loại M được chỉ rõ dựa trên tổng khối lượng của tất cả các thành phần kim loại tạo thành vật liệu tiếp điểm. Vật liệu tiếp điểm mà được áp dụng theo sáng chế là vật liệu tiếp điểm dựa trên ôxit Ag, và do đó các nguyên tố cấu thành của nó bao gồm Ag, kim loại M, các kim loại tạp không tránh được, oxi và các nguyên tố tạp phi kim không tránh được. Tuy nhiên, theo định nghĩa về các thành phần kim loại và các kim loại tạp không tránh được, thì các nguyên tố được phân loại là các bán kim loại, chẳng hạn Te và Si, được xử lý như các kim loại.

A. Role cao áp DC theo sáng chế

Role cao áp DC này phải có điện áp định mức bằng 48V hoặc lớn hơn và lực tiếp xúc hoặc lực mở bằng 100gf hoặc lớn hơn như là các điều kiện thiết yếu. Các cấu hình và các đặc tính khác là giống như của các role cao áp DC thông thường chẳng hạn các role chính của hệ thống. Sau đây, hai điều kiện thiết yếu nêu trên sẽ được mô tả, và các cấu hình của role cao áp DC mà có thể được tạo ra theo tùy chọn cũng sẽ được mô tả.

A-1. Điện áp định mức

Các role có điện áp định mức thấp hơn 48V, ví dụ các role hạ áp DC thông thường mà bao trùm vùng điện áp thấp từ 12V tới 24V, không thể thỏa mãn các đặc tính được yêu cầu cho các role cao áp DC, chẳng hạn các role chính của hệ thống. Việc áp dụng sáng chế cho các role hạ áp DC thông thường này ít có ý nghĩa quan trọng. Do đó, role cao áp DC theo sáng chế nhằm vào điện áp định mức bằng 48V hoặc lớn hơn. Giới hạn trên của điện áp định mức của role cao áp DC theo sáng chế tốt hơn là bằng 3000V. Hơn nữa, dòng điện định mức của role cao áp DC theo sáng chế được giả định bằng 10A hoặc lớn hơn và 3000A hoặc nhỏ hơn.

A-2. Lực tiếp xúc và lực mở của role cao áp DC theo sáng chế

Sáng chế được định hướng đến role cao áp DC có lực tiếp xúc hoặc lực mở bằng 100gf hoặc lớn hơn. Như đã được mô tả trên đây, trong role cao áp DC theo sáng chế và vật liệu tiếp điểm được lắp trong đó, tính kháng hàn được thiết lập một cách linh hoạt dựa trên mối quan hệ với lực tiếp xúc hoặc lực mở của role cao áp DC mà được áp dụng. Role cao áp DC theo dự kiến là role mà trong đó lực tiếp xúc hoặc lực mở giữa tiếp điểm di động và tiếp điểm cố định được thiết lập bằng 100gf hoặc lớn hơn. Ở đây, giá trị được thiết lập bằng 100gf được giả định là giới hạn dưới để đáp ứng các đặc tính được yêu cầu cho role cao áp DC. Mặt khác, giới hạn trên của lực tiếp xúc hoặc lực mở được giả định bằng 5000gf. Lực tiếp xúc hoặc lực mở được tăng cường khi các kích thước của các thành phần cấu thành và thân role tăng lên. Tuy nhiên, mong muốn là thiết kế được role mà có lực tiếp xúc và lực mở càng thấp càng tốt xét theo quan điểm làm giảm kích thước và trọng lượng của role. Theo sáng chế, việc tối ưu hóa vật liệu tiếp điểm mà được áp dụng cho tiếp điểm cố định và tiếp điểm di động sẽ cho phép thiết lập role cao áp DC có lực tiếp xúc và lực mở phù hợp trong khi ngăn ngừa được sự phát nhiệt và hiện tượng hàn. Cả lực tiếp xúc lẫn lực mở đều có thể bằng 100gf hoặc lớn hơn. Hơn nữa, các giá trị của lực tiếp xúc và lực mở không cần phải bằng nhau.

Lực tiếp xúc hoặc lực mở có thể được điều chỉnh bằng các thể tích, các kích thước và các thông số tương tự của nam châm điện hoặc cuộn dây và khối định thiên tùy chọn mà là các thành phần cấu thành của role như được mô tả sau đây. Các ví dụ về khối định thiên tùy chọn bao gồm các lò xo áp lực tiếp xúc và các lò xo phản hồi dành cho các role kiểu lõi nam châm điện, và các lò xo di động và các lò xo phản hồi dành cho các role kiểu bản lề.

Cần lưu ý rằng lực tiếp xúc hoặc lực mở có thể được thiết lập hoặc được đo dựa trên hằng số lò xo của lò xo áp lực tiếp xúc hoặc lò xo phản hồi. Khi đo lực tiếp xúc hoặc lực mở, lực tác động lên tất cả các cặp tiếp điểm được tính toán dựa trên độ dịch chuyển của lò xo được gây nên khi tiếp xúc và khi mở của các tiếp điểm và các hằng số lò xo. Lúc này, lực tác động lên tất cả các cặp tiếp điểm là theo định luật Hooke ($F = kx$ (k : hằng số lò xo, x : độ dịch chuyển)). Do đó, lực

tính được sẽ được chia cho số lượng các cặp tiếp điểm để thu được lực tiếp xúc hoặc lực mở. Ví dụ, do role cao áp DC có kết cấu ngắt kép bao gồm hai cặp tiếp điểm, lực tiếp xúc và lực mở của mỗi cặp tiếp điểm có thể thu được bằng một nửa lực đã được tính toán, như đã được mô tả trên đây.

A-3. Kết cấu của role cao áp DC theo sáng chế

Role cao áp DC theo sáng chế có thể được đặc trưng bởi điện áp định mức, lực tiếp xúc và lực mở nêu trên. Các chức năng, các cấu hình và các bộ phận khác với điện áp định mức, lực tiếp xúc và lực mở có thể giống như của các role cao áp DC thông thường. Kết cấu và các thông số tương tự của role cao áp DC theo sáng chế sẽ được mô tả dưới đây.

A-3-1. Kết cấu tổng thể và các thành phần cấu thành của role cao áp DC

Role cao áp DC thường bao gồm phần dẫn động mà tạo ra và truyền lực dẫn động để di chuyển tiếp điểm di động; và phần tiếp xúc mà thực hiện việc chuyển mạch của mạch cao áp DC. Phần dẫn động bao gồm nam châm điện hoặc cuộn dây mà tạo ra lực dẫn động; khối truyền (lõi nam châm điện hoặc phần ứng điện như được mô tả sau đây) mà truyền lực dẫn động tới phần tiếp xúc; và khối định thiên (lò xo chẳng hạn lò xo áp lực tiếp xúc, lò xo phản hồi, lò xo di động hoặc lò xo phản hồi) mà định thiên khối truyền để đóng hoặc mở cặp tiếp điểm. Phần tiếp xúc bao gồm cặp tiếp điểm bao gồm tiếp điểm cố định và tiếp điểm di động mà được di chuyển bởi khối truyền của phần dẫn động; và đầu cực di động được hàn vào tiếp điểm di động và đầu cực cố định được hàn vào tiếp điểm cố định. Role cao áp DC đại thể được phân loại thành kiểu lõi nam châm điện và kiểu bản lề dựa trên sự khác biệt trong cấu hình vật lý của cặp tiếp điểm.

Fig. 1 là sơ đồ thể hiện ví dụ về kết cấu của role cao áp DC kiểu lõi nam châm điện. Role kiểu lõi nam châm điện dẫn động phần tiếp xúc bằng nam châm điện được tạo dạng lõi để thực hiện chuyển mạch cặp tiếp điểm. Phần tiếp xúc của role kiểu lõi nam châm điện bao gồm các thành phần là tiếp điểm di động, tiếp điểm cố định, đầu cực di động và đầu cực cố định. Hơn nữa, phần dẫn động của role kiểu lõi nam châm điện bao gồm nam châm điện, lõi sắt di động, lõi sắt cố

định, lõi nam châm điện làm khối truyền, và lò xo áp lực tiếp xúc và lò xo phản hồi làm các khối định thiên. Lò xo chẳng hạn lò xo áp lực tiếp xúc hoặc lò xo phản hồi là lò xo bất kỳ được chọn từ nhóm bao gồm lò xo nén và lò xo kéo tùy theo kết cấu role. Hơn nữa, lõi nam châm điện dưới dạng khối truyền đôi khi còn được gọi là lõi sắt di động, trục hoặc tương tự. Role kiểu lõi nam châm điện, ngoài các thành phần nêu trên, có thể bao gồm các thành phần phụ chẳng hạn công từ khử lực đẩy nam châm điện, nam châm dập hồ quang (nam châm vĩnh cửu), nắp đầu cực, điện cực và lò xo đệm (cao su đệm). Hơn nữa, role cao áp DC bao gồm hệ dây dẫn được kết nối tới mạch và hệ dây dẫn để điều khiển nam châm điện.

Fig. 2 là sơ đồ thể hiện ví dụ về kết cấu của role cao áp DC kiểu bản lề. Role kiểu bản lề là role mà trong đó phần ứng điện của nam châm điện quay trên điểm đỡ, cho nên tiếp điểm di động được dẫn động trực tiếp hoặc gián tiếp để thực hiện chuyển mạch cặp tiếp điểm. Phần tiếp xúc của role kiểu bản lề bao gồm các thành phần, là tiếp điểm di động, tiếp điểm cố định, lò xo di động (đầu cực di động) và đầu cực cố định (lò xo cố định). Phần dẫn động của role kiểu bản lề bao gồm cuộn dây, lõi sắt, công từ, phần ứng điện dưới dạng khối truyền, và lò xo phản hồi dưới dạng khối định thiên. lò xo chẳng hạn lò xo phản hồi là lò xo bất kỳ được chọn từ nhóm bao gồm lò xo nén và lò xo kéo theo kết cấu role. Hơn nữa, giống các role kiểu bản lề trên Fig. 2, một số role kiểu bản lề bao gồm bảng dẫn động tiếp điểm dưới dạng khối truyền, mà nhờ đó tiếp điểm được dẫn động. Role kiểu bản lề có thể bao gồm, ngoài các thành phần nêu trên, các thành phần phụ chẳng hạn nam châm dập hồ quang (nam châm vĩnh cửu), nắp đầu cực và điện cực. Hơn nữa, role cao áp DC bao gồm hệ dây dẫn được kết nối tới mạch và đầu cực và hệ dây dẫn để điều khiển nam châm điện.

Trong role cao áp DC, nếu cần thiết, nam châm dập hồ quang được bố trí gần cặp tiếp điểm của phần tiếp xúc. Nam châm dập hồ quang kéo dài luồng hồ quang, mà xảy ra giữa tiếp điểm di động và tiếp điểm cố định trong khoảng trống của các tiếp điểm này, nhờ lực Lorentz để nhanh chóng dập hồ quang. Nam châm

dập hồ quang không liên quan đến các hoạt động chuyển mạch của cặp tiếp điểm, và không phải thành phần thiết yếu. Tuy nhiên, nam châm dập hồ quang được sử dụng trong nhiều sản phẩm bởi vì nó cho thấy hiệu quả dập hồ quang đáng kể trong role cao áp DC. Khoảng thời gian cho đến khi hoàn thành việc dập hồ quang được giảm xuống khi mật độ từ thông của nam châm dập hồ quang tăng lên. Đối với kiểu nam châm dập hồ quang, thì nam châm ferit hoặc nam châm đất hiếm được chọn có xem xét một cách cân bằng giữa chi phí sản xuất và cân bằng thiết kế hoạt động.

Các thành phần cấu thành khác nhau được mô tả trên đây được chứa trong vỏ, thân hoặc bộ phận tương tự để tạo hình dạng cho toàn bộ thiết bị. Vỏ hoặc thân này có kết cấu kín khí để đáp ứng sự cần thiết phải bảo vệ kết cấu role chống lại các ngoại lực và ngăn chặn sự xâm nhập của các tạp chất, bụi và tương tự và sự xâm nhập của không khí và khí bên ngoài. Dưới dạng kết cấu kín khí của role cao áp DC, đã biết kiểu hở mà trong đó các khe hở tại các phần đầu cực, các phần nối và các phần tương tự của vỏ không được xử lý, và kiểu đệm làm kín bằng nhựa mà trong đó các khe hở được bịt kín bằng vật liệu bịt kín chẳng hạn nhựa. Hơn nữa, đã biết kiểu bao kín khí làm mát mà trong đó khí làm mát chẳng hạn khí hydro hoặc khí nitơ được bao kín trong vỏ có kết cấu kín khí mà trong đó các khe hở được bịt kín. Đối với role cao áp DC theo sáng chế, thì kiểu bất kỳ trong số các kết cấu kín khí này đều có thể được chấp nhận.

A-3-2. Số lượng các cặp tiếp điểm

Giống như các role nói chung, role cao áp DC bao gồm ít nhất một cặp tiếp điểm bao gồm tiếp điểm di động và tiếp điểm cố định. Số lượng các cặp tiếp điểm có thể bằng một. Tuy nhiên, trong các role cao áp DC, chẳng hạn các role chính của hệ thống, kết cấu ngắt kép mà trong đó có hai cặp tiếp điểm thường được chấp nhận. Kết cấu của role cao áp DC được thể hiện trên Fig. 1 là ví dụ về kết cấu ngắt kép. Nhờ sử dụng kết cấu ngắt kép mà điện áp sẽ được chia cho hai cặp tiếp điểm để nhanh chóng dập hồ quang. Hiệu ứng dập hồ quang được tăng cường khi số lượng các cặp tiếp điểm tăng lên. Tuy nhiên, khi có số lượng các cặp tiếp điểm

quá lớn, thì việc điều khiển trở nên khó khăn. Hơn nữa, khi số lượng lớn các cặp tiếp điểm được thiết lập, thì cần nhiều không gian. Do đó, role cao áp DC có kết cấu ngắn gọn là tốt hơn để đáp ứng yêu cầu giảm kích thước và tương tự.

A-3-3. Kết cấu của tiếp điểm

Trong role cao áp DC theo sáng chế, vật liệu tiếp điểm như được mô tả sau đây được áp dụng cho ít nhất một tiếp điểm bất kỳ trong số tiếp điểm di động và tiếp điểm cố định của role cao áp DC. Ít nhất tiếp điểm bất kỳ trong số tiếp điểm di động và tiếp điểm cố định được hàn vào đầu cực di động và đầu cực cố định. Theo khía cạnh cụ thể, cả tiếp điểm di động lẫn tiếp điểm cố định đều được tạo thành từ vật liệu tiếp điểm được mô tả sau đây, và được hàn vào các đầu cực tương ứng, hoặc một tiếp điểm bất kỳ trong số tiếp điểm di động và tiếp điểm cố định được tạo thành từ vật liệu tiếp điểm được mô tả sau đây, còn tiếp điểm kia được tạo thành từ vật liệu tiếp điểm khác, và các tiếp điểm này được hàn vào các đầu cực tương ứng. Theo cách khác, tiếp điểm di động (hoặc tiếp điểm cố định) được tạo thành từ vật liệu tiếp điểm được mô tả sau đây, trong khi đối với tiếp điểm cố định (hoặc tiếp điểm di động), đầu cực cố định (hoặc đầu cực di động) có thể được sử dụng như vậy mà không có vật liệu tiếp điểm được hàn vào. Về khía cạnh tạo thành một tiếp điểm chỉ từ đầu cực, thì tiếp điểm này hoạt động dưới dạng tiếp điểm di động hoặc tiếp điểm cố định, và tạo thành cặp tiếp điểm.

Các hình dạng và các kích thước của tiếp điểm di động và tiếp điểm cố định không bị giới hạn một cách cụ thể. Các ví dụ về các hình dạng được giả định của tiếp điểm di động hoặc tiếp điểm cố định bao gồm các tiếp điểm dạng rìu, các tiếp điểm tấm mỏng, các tiếp điểm kiểu nút bấm và các tiếp điểm dạng đĩa. Tiếp điểm di động và tiếp điểm cố định có thể là các vật liệu đơn được tạo thành từ vật liệu tiếp điểm được mô tả sau đây, hoặc có thể được phủ lên vật liệu khác. Ví dụ, vật liệu tiếp điểm được mô tả sau đây có thể được phủ lên vật liệu để được tạo thành từ Cu hoặc hợp kim Cu, hợp kim dựa trên Fe và loại tương tự để thu được tiếp điểm di động và tiếp điểm cố định. Không có giới hạn nào đối với hình dạng của vật liệu phủ, và các hình dạng khác nhau chẳng hạn các tiếp điểm được tạo

dạng băng (các băng phủ), các tiếp điểm dạng thanh ngang, các tiếp điểm dạng rive, các tiếp điểm tấm mỏng, các tiếp điểm kiểu nút bấm và các tiếp điểm dạng đĩa đều có thể được áp dụng.

Cu hoặc các hợp kim Cu và các hợp kim dựa trên Fe được sử dụng để làm các vật liệu thành phần của đầu cực di động và đầu cực cố định. Hơn nữa, các đầu cực được xử lý bề mặt chẳng hạn mạ Sn, mạ Ni, mạ Ag, mạ Cu, mạ Cr, mạ Zn, mạ Pt, mạ Au, mạ Pd, mạ Rh, mạ Ru và mạ Ir, nếu cần thiết.

Phương pháp xử lý chẳng hạn dập, hàn cứng hoặc hàn có thể được thực hiện để làm phương pháp liên kết tiếp điểm di động và tiếp điểm cố định vào các đầu cực tương ứng. Hơn nữa, một phần hoặc toàn bộ bề mặt của đầu cực di động và/hoặc đầu cực cố định có thể được bao phủ bằng vật liệu tiếp điểm có thành phần được mô tả sau đây bằng cách xử lý bề mặt chẳng hạn phun để thu được tiếp điểm di động và tiếp điểm cố định.

B. Vật liệu thành phần của tiếp điểm di động và tiếp điểm cố định (vật liệu tiếp điểm theo sáng chế)

Trong role cao áp DC theo sáng chế, vật liệu tiếp điểm được xác định trước được áp dụng dưới dạng vật liệu thành phần phù hợp của tiếp điểm di động và tiếp điểm cố định xét theo việc thể hiện lực tiếp xúc và lực mở lớn.

Nghĩa là, vật liệu tiếp điểm theo sáng chế là vật liệu dành cho role cao áp DC, vật liệu tiếp điểm này là vật liệu tiếp điểm dựa trên ôxit Ag để tạo thành ít nhất bề mặt của tiếp điểm di động và/hoặc tiếp điểm cố định của role cao áp DC. Role cao áp DC có điện áp định mức bằng 48V hoặc lớn hơn, và lực tiếp xúc và/hoặc lực mở bằng 100gf hoặc lớn hơn tại cặp tiếp điểm. Các thành phần kim loại trong vật liệu tiếp điểm bao gồm ít nhất một kim loại M chủ yếu chứa Zn, và phần còn lại bao gồm Ag và các kim loại tạp không tránh được. Hàm lượng của kim loại M bằng 0,2% theo khối lượng hoặc lớn hơn và 8% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn tính trên tổng khối lượng của tất cả các thành phần kim loại của vật liệu tiếp điểm. Vật liệu tiếp điểm có kết cấu vật liệu mà trong đó một hoặc nhiều loại ôxit của kim loại M được phân tán trong nền bao gồm Ag hoặc hợp kim Ag.

Thành phần và kết cấu vật liệu của vật liệu tiếp điểm mà được áp dụng theo sáng chế, và phương pháp để sản xuất vật liệu tiếp điểm sẽ được mô tả dưới đây.

B-1. Thành phần của vật liệu tiếp điểm được áp dụng theo sáng chế

Vật liệu tiếp điểm mà được áp dụng cho role cao áp DC theo sáng chế là vật liệu tiếp điểm dựa trên ôxit Ag có các thành phần kim loại bao gồm Ag, kim loại M và các kim loại tạp không tránh được. Kim loại M dưới dạng thành phần kim loại có mặt như là nguyên tố thành phần của các ôxit được phân tán trong nền. Các ôxit kim loại được phân tán để bảo đảm độ bền cơ học và tính kháng hàn của vật liệu tiếp điểm. Như đã được mô tả trên đây, tính kháng hàn của vật liệu tiếp điểm được thiết lập một cách linh hoạt đối với role cao áp DC mà sáng chế hướng tới. Nói cách khác, bản thân việc giảm tính kháng hàn của vật liệu tiếp điểm là được phép miễn là lực tiếp xúc và/hoặc lực mở của role cao áp DC được thiết lập là lớn. Tuy nhiên, điều này không có nghĩa là tính kháng hàn là không cần thiết. Theo sáng chế, tính kháng hàn ở mức độ nhất định là cần thiết, và do đó các ôxit được tạo thành và được phân tán. Do đó, trong vật liệu tiếp điểm mà được áp dụng theo sáng chế, kim loại M là thành phần kim loại thiết yếu.

Theo sáng chế, hàm lượng của kim loại M là 0,2% theo khối lượng hoặc lớn hơn và 8% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn tính trên tổng khối lượng của tất cả các thành phần kim loại trong vật liệu tiếp điểm. Như đã được mô tả trên đây, khi sử dụng vật liệu tiếp điểm dựa trên Ag-ZnO được áp dụng theo sáng chế, do lượng của các ôxit (hàm lượng của kim loại M) được giảm xuống, nên đặc tính phóng điện hồ quang có thể cải thiện, và điện trở tiếp xúc cũng có thể được giảm. Xét theo quan điểm này, hàm lượng của kim loại M tốt hơn là thấp. Tuy nhiên, khi hàm lượng của kim loại M nhỏ hơn 0,2% theo khối lượng, tính kháng hàn có thể không đủ và độ bền cơ học có thể bị giảm. Do độ bền cơ học bị giảm, sự đứt gãy tiếp điểm có thể xảy ra khi số lần chuyển mạch tiếp xúc được tăng lên, cho nên có thể xảy ra sự mài mòn hoặc biến dạng tiếp điểm, hỏng hoặc khóa tiếp điểm. Khi cân nhắc điểm này, giới hạn dưới của hàm lượng của kim loại M được thiết lập bằng 0,2% theo khối lượng.

Mặt khác, khi vật liệu tiếp điểm chứa kim loại M ở hàm lượng cao hơn 8% theo khối lượng, thì điện trở tiếp xúc sẽ cao đến mức vấn đề phát nhiệt trong role cao áp DC trở nên khó giải quyết. Ngoài ra, không thể thấy rằng đặc tính phóng điện hồ quang là tốt. Theo sáng chế, các hàm lượng của Ag, kim loại M và các kim loại tạp không tránh được được định rõ theo nồng độ khối lượng tính trên tổng khối lượng của tất cả các thành phần kim loại. Tổng khối lượng của tất cả các thành phần kim loại là khối lượng thu được bằng cách trừ đi khối lượng của các thành phần khác với các thành phần kim loại, chẳng hạn oxi và các thành phần khí khác, khỏi khối lượng của vật liệu tiếp điểm tổng thể.

Hơn nữa, khi lực tiếp xúc hoặc lực mở đủ lớn được thiết lập trong role cao áp DC, thì sự giảm theo tỷ lệ của tính kháng hàn là cho phép. Trong trường hợp này, hàm lượng của kim loại M có thể được thiết lập hơi thấp trong khoảng nêu trên. Cụ thể là, để thu được điện trở tiếp xúc phù hợp, thì hàm lượng của kim loại M tốt hơn là bằng 0,2% theo khối lượng hoặc lớn hơn và 3% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn. Mặt khác, khi có giới hạn đối với thiết kế lực tiếp xúc hoặc lực mở của role cao áp DC nhằm giảm kích thước và trọng lượng, thì cần phải xem xét một cách cẩn thận hơn sự cân bằng giữa tính kháng hàn và điện trở tiếp xúc. Trong trường hợp này, hàm lượng của kim loại M tốt hơn là bằng 3% theo khối lượng hoặc lớn hơn và 6% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn.

Hàm lượng của kim loại bổ sung (kim loại M) trong vật liệu tiếp điểm dùng cho role cao áp DC theo sáng chế như đã được mô tả trên đây được cố ý làm cho thấp hơn hàm lượng của kim loại bổ sung trong vật liệu tiếp điểm dùng cho role chung thông thường dành cho ô tô hoặc tương tự. Trong vật liệu tiếp điểm (vật liệu tiếp điểm dựa trên ôxit Ag) mà được sử dụng trên thực tế cho role chung dành cho ô tô hoặc tương tự, hàm lượng của các thành phần kim loại khác với Ag (kim loại M theo sáng chế) thường cao hơn 10% theo khối lượng.

Vật liệu tiếp điểm dựa trên ôxit Ag mà được áp dụng theo sáng chế chủ yếu chứa Zn làm kim loại M. Zn được phân tán chỉ dưới dạng ôxit của kẽm (ZnO). Như đã được mô tả trên đây, vật liệu tiếp điểm dựa trên Ag-ZnO có đặc tính

phóng điện hồ quang tuyệt vời, và là phương tiện để giải quyết một cách cơ bản các vấn đề theo sáng chế. Theo sáng chế, Zn là thành phần kim loại thiết yếu. Theo sáng chế, chỉ có Zn có thể được chứa dưới dạng kim loại M. Khi chỉ có Zn được chứa dưới dạng kim loại M, thì vật liệu tiếp điểm theo sáng chế chứa Zn với lượng bằng 0,2% theo khối lượng hoặc lớn hơn và 8% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn. Như đã được mô tả trên đây, khi có dư địa hoặc giới hạn trong thiết kế lực tiếp xúc hoặc lực mở, hàm lượng của Zn có thể bằng 0,2% theo khối lượng hoặc lớn hơn và 3% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn, hoặc 3% theo khối lượng hoặc lớn hơn và 6% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn trong một số trường hợp.

Vật liệu tiếp điểm dựa trên ôxit Ag được áp dụng theo sáng chế có thể chứa, dưới dạng kim loại M, kim loại khác trong khi chủ yếu chứa Zn. Cụ thể là, nó có thể chứa ít nhất một trong số Sn, In, Ni, Te, Bi và Cu. Khi được phân tán dưới dạng các ôxit, các kim loại này có xu hướng thể hiện hoạt động điều chỉnh độ bền cơ học, chẳng hạn độ cứng, hoặc hoạt động điều chỉnh tính kháng hàn của vật liệu tiếp điểm dựa trên Ag-ZnO. Ngoài ra, chúng là các kim loại không làm suy yếu hiệu ứng giảm thời gian hồ quang của Zn. Khi vật liệu tiếp điểm ngoài Zn ra còn chứa, dưới dạng kim loại M, ít nhất một trong số Sn, In, Ni, Te, Bi và Cu, thì hàm lượng của kim loại M (tổng hàm lượng của Zn, và Sn, In, Ni, Te, Bi, và Cu) trên tổng khối lượng của tất cả các thành phần kim loại của vật liệu tiếp điểm tốt hơn là bằng 0,2% theo khối lượng hoặc lớn hơn và 8,0% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn. Khi hàm lượng này lớn hơn 8% theo khối lượng, thì các vấn đề về điện trở tiếp xúc và tương tự có thể xảy ra. Cần lưu ý rằng nguyên tố bất kỳ khác với Sn, In, Ni, Te, Bi và Cu có thể được bổ sung dưới dạng kim loại M được sử dụng bổ sung vào Zn miễn là nó không làm suy yếu các đặc tính của vật liệu tiếp điểm hoặc đóng góp vào việc cải thiện các đặc tính này.

Ngoài ra, khi ngoài Zn ra mà vật liệu tiếp điểm chứa ít nhất một trong số Sn, In, Ni, Te, Bi và Cu, thì tỷ lệ (S_{Zn}/S_o) giữa hàm lượng của Zn trên tổng khối lượng của tất cả các thành phần kim loại của vật liệu tiếp điểm (sau đây được gọi là S_{Zn}) và tổng hàm lượng của (các) kim loại được chứa, bổ sung thêm vào Zn, trên tổng

khối lượng của tất cả các thành phần kim loại của vật liệu tiếp điểm (sau đây được gọi là S_0) có thể được tính toán. Khi tỷ lệ S_{Zn}/S_0 có giá trị lớn hơn, thì đặc tính phóng điện hồ quang của tiếp điểm trở nên tốt hơn. Chính là Zn có hiệu quả trong việc cải thiện đặc tính phóng điện hồ quang. Sn và kim loại tương tự đóng góp vào việc cải thiện tính kháng hàn của vật liệu tiếp điểm, nhưng không đóng góp vào việc cải thiện đặc tính phóng điện hồ quang.

Các thành phần kim loại của vật liệu tiếp điểm theo sáng chế bao gồm kim loại M nêu trên chủ yếu chứa Zn, phần còn lại là Ag và các kim loại tạp không tránh được. Các ví dụ về các kim loại tạp không tránh được bao gồm Ca, Pb, Pd, Al, Mo, Mg, La, Mg, Li, Ge, W, Na, Zr, Nb, Y, Ta, Mn, Ti, Co, Cr, Cd, K và Si. Hàm lượng của mỗi kim loại trong số các kim loại tạp không tránh được này trên tổng khối lượng của tất cả các thành phần kim loại của vật liệu tiếp điểm tốt hơn là bằng 0% theo khối lượng hoặc lớn hơn và, ví dụ, 1% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn miễn là các đặc tính không bị ảnh hưởng có hại. Hàm lượng của mỗi tạp chất không thể tránh khỏi tốt hơn là lớn hơn 0,8% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là bằng 0,5% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn, và đặc biệt tốt hơn là bằng 0,2% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn.

Như đã được mô tả trên đây, vật liệu tiếp điểm mà được áp dụng theo sáng chế là vật liệu tiếp điểm dựa trên ôxit Ag, và ngoài các thành phần kim loại ra còn chứa oxi và các nguyên tố tạp phi kim. Hàm lượng của oxi trong vật liệu tiếp điểm theo sáng chế là 0,025% theo khối lượng hoặc lớn hơn và 2% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn tính trên tổng khối lượng của vật liệu tiếp điểm. Hơn nữa, các ví dụ về các nguyên tố tạp phi kim không tránh được bao gồm C, S và P. Hàm lượng của mỗi nguyên tố trong số các nguyên tố tạp không tránh được này tốt hơn là bằng 0% theo khối lượng hoặc lớn hơn và 0,1% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn tính trên tổng khối lượng của vật liệu tiếp điểm. Hơn nữa, kim loại tạp không tránh được và nguyên tố tạp phi kim không tránh được có thể tạo thành hợp chất liên kim loại. Hợp chất liên kim loại này được giả định là WC, TiC hoặc tương tự. Hàm lượng của mỗi hợp chất trong số các hợp chất liên kim loại này tốt hơn là

bằng 0% theo khối lượng hoặc lớn hơn và 1% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn tính trên tổng khối lượng của vật liệu tiếp điểm.

B-2. Kết cấu vật liệu của vật liệu tiếp điểm được áp dụng theo sáng chế

Vật liệu tiếp điểm mà được áp dụng cho role cao áp DC theo sáng chế là vật liệu tiếp điểm dựa trên ôxit Ag. Kết cấu vật liệu này về cơ bản giống như các vật liệu tiếp điểm dựa trên ôxit Ag thông thường. Nghĩa là, vật liệu tiếp điểm có kết cấu vật liệu mà trong đó ít nhất một ôxit của kim loại M được phân tán trong nền bao gồm Ag và/hoặc hợp kim Ag. Nền này bao gồm Ag (Ag tinh khiết) hoặc hợp kim Ag, hoặc Ag và hợp kim Ag. Hợp kim Ag là hợp kim của Ag và kim loại M được thêm vào hoặc các kim loại tạp không tránh được. Hợp kim Ag không bị giới hạn bởi hợp kim Ag đơn pha của một hợp chất, và có thể bao gồm nhiều hợp kim Ag khác nhau về lượng của kim loại M, và những thứ tương tự, mà đã được hòa tan. Điều này cho thấy rằng vật liệu tiếp điểm được chế tạo bằng cách oxi hóa nội hợp kim của Ag và kim loại M, thành phần và kết cấu của hợp kim Ag có thể thay đổi tùy theo mức độ oxi hóa. Do đó, nền này có thể chứa kim loại M. Nồng độ (nồng độ trung bình) của kim loại M trong nền tốt hơn là bằng 4% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn, nhưng nền này có thể thực hiện chức năng như nền của vật liệu tiếp điểm khi giới hạn trên của nồng độ nhỏ hơn 8% theo khối lượng, ví dụ, 7% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn. Mặt khác, cấu hình của các hạt ôxit được phân tán trong nền là dựa trên khoảng của kim loại M, và ít nhất một trong số các ôxit chẳng hạn ZnO và SnO₂ được phân tán.

Như đã được mô tả trên đây, các ôxit được phân tán được xác định là các ôxit Zn và tương tự theo sáng chế, và hàm lượng (hàm lượng của kim loại M) được giảm đi một cách cố ý so với hàm lượng trong vật liệu tiếp điểm dựa trên ôxit Ag thông thường, và nhờ đó, thu được đặc tính phóng điện hồ quang tốt và điện trở tiếp xúc thấp ổn định. Tuy nhiên, sáng chế có không chủ định bỏ qua tính kháng hàn và độ bền cơ học. Do đó, theo sáng chế, bằng cách làm cho các hạt ôxit mịn hơn trong khi giảm lượng của các ôxit, số lượng của các ôxit được tăng lên để giảm khoảng cách giữa các hạt, dẫn đến làm tăng cường hiệu ứng phân tán. Theo

cách này, bảo đảm được độ bền vật liệu tối thiểu và thông số tương tự mà được yêu cầu cho role cao áp DC.

Trong vật liệu tiếp điểm được áp dụng theo sáng chế, cỡ hạt trung bình của các ôxit được phân tán trong nền là $0,01\mu\text{m}$ hoặc lớn hơn và $0,4\mu\text{m}$ hoặc nhỏ hơn. Như đã được mô tả trên đây, hàm lượng của các ôxit được giảm xuống theo sáng chế. Do đó, khi cỡ hạt trung bình của các ôxit là thô và vượt quá $0,4\mu\text{m}$, thì khoảng cách giữa các hạt tăng lên, cho nên hiệu ứng phân tán bị ngăn chặn. Cỡ hạt trung bình của các ôxit tốt hơn là lớn hơn $0,3\mu\text{m}$ hoặc nhỏ hơn. Cỡ hạt trung bình của các ôxit tốt hơn là nhỏ hơn, nhưng rất khó để thiết lập tới mức nhỏ hơn $0,01\mu\text{m}$, và do đó giới hạn dưới là $0,01\mu\text{m}$. Theo sáng chế, cỡ hạt của hạt ôxit là đường kính hình tròn tương đương (đường kính hình tròn tương đương diện tích), là đường kính của hình tròn thực có diện tích tương đương với diện tích của hạt này.

Trong vật liệu tiếp điểm mà được áp dụng theo sáng chế, tốt hơn là các cỡ hạt của các hạt ôxit được phân tán là đồng đều. Tiêu chuẩn của yêu cầu này là cỡ hạt tương ứng với 90% tính theo số lượng lũy tích của các hạt (D_{90}) trong phân bố cỡ hạt được đo cho tất cả các hạt ôxit bằng cách quan sát mặt cắt tùy ý thì tốt hơn là bằng $0,8\mu\text{m}$ hoặc nhỏ hơn.

Hơn nữa, trong vật liệu tiếp điểm mà được áp dụng theo sáng chế, việc quan sát kết cấu vật liệu cho thấy rằng diện tích của các ôxit là tương đối nhỏ bởi vì hàm lượng của các ôxit được giảm xuống. Cụ thể là, việc quan sát mặt cắt tùy ý cho thấy rằng tỷ lệ diện tích của các ôxit trên mặt cắt này là 0,1% hoặc lớn hơn và 20% hoặc nhỏ hơn. Tỷ lệ diện tích này có thể được đo bằng cách cắt vật liệu tiếp điểm theo hướng tùy ý, và quan sát mặt cắt thu được theo cách này bằng kính hiển vi (tốt hơn là kính hiển vi điện tử) ở độ phóng đại từ 1000 tới 10000 lần. Tỷ lệ của tổng diện tích của các hạt ôxit trong thị trường trên diện tích của thị trường quan sát mà được xác định là tổng diện tích của vật liệu tiếp điểm có thể được tính toán. Cỡ hạt trung bình có thể được tính toán trong việc quan sát này. Hơn nữa, phần mềm xử lý hình ảnh có thể được sử dụng theo tùy chọn.

Độ bền vật liệu của vật liệu tiếp điểm được áp dụng theo sáng chế tốt hơn là bằng 40Hv hoặc lớn hơn và 300Hv hoặc nhỏ hơn tính theo độ cứng Vickers. Khi độ bền vật liệu nhỏ hơn 40Hv, thì việc chuyển mạch cấp tiếp điểm có thể gây ra mài mòn quá mức hoặc biến dạng bởi vì độ bền quá thấp. Hơn nữa, vật liệu cứng có độ bền lớn hơn 300Hv có thể làm tăng lên điện trở tiếp xúc. Độ cứng Vickers của vật liệu tiếp điểm tốt hơn là lớn hơn 50Hv hoặc lớn hơn và 200Hv hoặc nhỏ hơn.

B-3. Phương pháp để sản xuất vật liệu tiếp điểm được áp dụng theo sáng chế

Phương pháp để sản xuất vật liệu tiếp điểm dựa trên ôxit Ag mà được áp dụng cho role cao áp DC theo sáng chế sẽ được mô tả. Phương pháp và các điều kiện để sản xuất vật liệu tiếp điểm theo sáng chế về cơ bản không bị giới hạn, và vật liệu tiếp điểm có thể được sản xuất tốt hơn là bằng phương pháp oxi hóa nội, phương pháp luyện kim bột, hoặc sự kết hợp của phương pháp oxi hóa nội và phương pháp luyện kim bột.

B-3-1. Phương pháp oxi hóa nội

Trong phương pháp oxi hóa nội, hợp kim của Ag và kim loại M (hợp kim Ag-M) được tạo ra và trải qua xử lý oxi hóa nội để thu được vật liệu tiếp điểm. Các ví dụ cụ thể về hợp kim được tạo ra ở đây bao gồm không chỉ các hợp kim Ag-Zn mà còn, khi Sn hoặc tương tự được chứa dưới dạng kim loại M, các hợp kim Ag-Zn-Sn, các hợp kim Ag-Zn-In, các hợp kim Ag-Zn-Ni, các hợp kim Ag-Zn-Te, các hợp kim Ag-Zn-Bi, các hợp kim Ag-Zn-Cu và tương tự. Cần lưu ý rằng nồng độ tổng của kim loại M (Zn, Sn, In, Ti, Te, Bi, và Cu) là từ 0,2 tới 8% theo khối lượng, với phần còn lại là Ag. Các hợp kim này có thể được sản xuất bằng phương pháp nóng chảy và đúc đã biết. Hợp kim nóng chảy mà được điều chỉnh tới thành phần mong muốn được sản xuất, và chất tạo thành được đúc để thu được hợp kim.

Hợp kim của Ag và kim loại M được oxi hóa nội, cho nên kim loại M được biến thành ôxit để thu được vật liệu tiếp điểm. Các điều kiện để oxi hóa nội hợp

kim Ag-M là áp suất riêng phần của oxi tốt hơn là bằng hoặc cao hơn áp suất khí quyển và 0,9MPa hoặc nhỏ hơn, và nhiệt độ tốt hơn là bằng 300°C hoặc cao hơn và 900°C hoặc thấp hơn. Khi nhiệt độ thấp hơn 300°C, thì quá trình oxi hóa nội khó được thực hiện, và lo rằng các hạt ôxit có thể không được phân tán đầy đủ trong hợp kim. Mặt khác, khi áp suất riêng phần của oxi lớn hơn 0,9MPa, các ôxit có thể được phân tán quá mịn nên làm hỏng tính khả dụng của qui trình. Khi nhiệt độ cao hơn 900°C, thì một phần hoặc toàn bộ hợp kim có thể bị nóng chảy trước khi được oxi hóa nội tùy theo thành phần hợp kim. Hơn nữa, để tối ưu hóa cỡ hạt và trạng thái phân tán của các hạt ôxit, thì áp suất riêng phần của oxi và nhiệt độ nung nóng có thể được điều chỉnh một cách thích hợp bên trong các khoảng nêu trên khi tính đến kiểu và hàm lượng của kim loại M được bổ sung. Thời gian xử lý oxi hóa nội tốt hơn là bằng 24 giờ hoặc lớn hơn.

Trong quá trình sản xuất vật liệu tiếp điểm bằng phương pháp oxi hóa nội, thỏi hợp kim được đổ khuôn và xử lý một cách thích hợp, phải chịu xử lý oxi hóa nội, và được đổ khuôn và xử lý một cách thích hợp để thu được vật liệu tiếp điểm. Theo cách khác, thỏi hợp kim được tạo thành các miếng (các miếng hoặc các mảnh nhỏ) bằng cách nghiền, cắt hoặc tương tự, và các miếng này được trải qua xử lý oxi hóa nội trong các điều kiện nêu trên, được thu gom, và được đúc ép thành các phôi để xử lý. Các phôi được sản xuất có thể phải chịu quá trình xử lý thích hợp chẳng hạn xử lý đúc ép và xử lý kéo, và điều này cho phép tạo thành vật liệu tiếp điểm có hình dạng và kích thước định trước.

B-3-2. Phương pháp luyện kim bột

Trong phương pháp luyện kim bột, bột Ag và bột của các ôxit của kim loại M (bột ZnO, bột SnO₂ và tương tự) được trộn và được nén, và sau đó được thiêu kết để chế tạo vật liệu tiếp điểm. Tốt hơn là bột Ag và bột ôxit có cỡ hạt trung bình bằng 0,5μm hoặc lớn hơn và 100μm hoặc nhỏ hơn. Nhiệt độ để thiêu kết bột tốt hơn là bằng 700°C hoặc cao hơn và 850°C hoặc thấp hơn.

Trong quá trình sản xuất vật liệu tiếp điểm bằng phương pháp luyện kim bột, thì tốt hơn là, ở bước thiêu kết, ngăn chặn sự tăng kích thước của các ôxit mà

nếu khác đi sẽ bị gây nên bởi sự thiêu kết quá mức. Nhằm mục đích này, tốt hơn là không chỉ điều chỉnh nhiệt độ thiêu kết mà còn thực hiện quá trình thiêu kết nhiều lần trong khoảng thời gian tương đối ngắn (bằng 6 giờ hoặc nhỏ hơn) và thực hiện nén sau khi thiêu kết. Tốt hơn là thực hiện bước nén bằng phương pháp nén nguội. Tại thời điểm này, phương pháp nén nguội và nén nóng có thể được kết hợp. Ngoài ra, tải được sử dụng khi nén có thể được điều chỉnh trong mỗi lần thực hiện nén. Ví dụ, khi giả định rằng bước thiêu kết và nén nguội được thực hiện nhiều lần, thì tải được sử dụng trong nén nguội có thể được thiết lập vào khoảng gấp hai hoặc ba lần của tải được sử dụng trong nén nguội được thực hiện sau bước thiêu kết trước đó. Thông qua bước thiêu kết này, có thể thu được vật liệu tiếp điểm mà trong đó các ôxit có cỡ hạt phù hợp được phân tán.

Mặc dù vật liệu tiếp điểm được sử dụng theo sáng chế được sản xuất chủ yếu bằng phương pháp oxi hóa nội hoặc phương pháp luyện kim bột, nhưng phương pháp oxi hóa nội và phương pháp luyện kim bột có thể được kết hợp. Trong trường hợp này, bột bao gồm hợp kim của Ag và kim loại M (bột hợp kim Ag-M) được sản xuất, và bột hợp kim này được trải qua quá trình xử lý oxi hóa nội, và sau đó được nén và được thiêu kết để chế tạo vật liệu tiếp điểm. Trong phương pháp sản xuất này, bột hợp kim Ag-M dùng để chỉ bột bao gồm hợp kim Ag có cùng thành phần như đã được mô tả trên đây (hợp kim Ag-Zn, Ag-Zn-Sn hợp kim, hợp kim Ag-Zn-In, hợp kim Ag-Zn-Ni, hợp kim Ag-Zn-Te, hợp kim Ag-Zn-Bi, Ag-Zn-Cu hợp kim hoặc tương tự). Tốt hơn là bột hợp kim có cỡ hạt trung bình bằng 100 μ m hoặc lớn hơn và 3,0mm hoặc nhỏ hơn. Các điều kiện để oxi hóa nội bột hợp kim Ag tốt hơn là các điều kiện giống như đã được mô tả trên đây. Nhiệt độ để thiêu kết bột hợp kim Ag tốt hơn là 700°C hoặc cao hơn và 900°C hoặc thấp hơn.

Hiệu quả có lợi theo sáng chế

Như đã được mô tả trên đây, role cao áp DC theo sáng chế có thể thực hiện việc điều khiển đóng/ngắt một cách tin cậy trong khi gặp phải các vấn đề về

phóng điện hồ quang và phát nhiệt trong cặp tiếp điểm. Hiệu quả này đạt được là nhờ áp dụng vật liệu tiếp điểm dựa trên Ag-Zn có chứa Zn là kim loại thiết yếu được bổ sung (kim loại M) vào vật liệu tiếp điểm mà tạo thành tiếp điểm di động và/hoặc tiếp điểm cố định khi xét đến lực tiếp xúc và lực mở lớn được thiết lập trong role cao áp DC.

Trong vật liệu tiếp điểm dựa trên Ag-Zn được áp dụng cho role cao áp DC theo sáng chế, hàm lượng của các ôxit được phân tán trong đó được giảm đi một cách cố ý. Do đó, vấn đề phát nhiệt của role cao áp DC được giải quyết nhờ biểu lộ đặc tính điện trở tiếp xúc thấp ổn định với đặc tính phóng điện hồ quang tốt được hiện thực hóa. Theo sáng chế, cặp tiếp điểm, mà không gặp phải sự cố ngắt bị gây nên bởi hiện tượng hàn, được tạo thành bằng cách thiết lập lượng tối thiểu của các ôxit trong khi sử dụng lực tiếp xúc và lực mở của role cao áp DC.

Theo sáng chế, do vật liệu tiếp điểm biểu lộ đặc tính phóng điện hồ quang tuyệt vời được lắp, nên ngay cả nếu nam châm có từ lực yếu hơn nam châm thông thường được sử dụng, thì vẫn có thể đạt được hiệu năng dập hồ quang tương đương với hiệu năng mà thiết kế thông thường có thể kỳ vọng là đạt được. Cụ thể là, trong trường hợp nơi mà nam châm nguyên tố đất hiếm chẳng hạn nam châm neodim là cần thiết trong thiết kế thông thường, thì khả năng thay thế bằng nam châm ferit có từ lực yếu hơn được đề xuất. Các đặc tính của nam châm ferit là mặc dù từ lực yếu hơn từ lực của nam châm nguyên tố đất hiếm, nguyên tố đất hiếm không được chứa trong vật liệu thô nhưng ôxit sắt rền và sẵn có được chứa dưới dạng thành phần chính, và hơn nữa, tính chịu nhiệt là tuyệt vời so với nam châm nguyên tố đất hiếm. Do đó, khi nam châm nguyên tố đất hiếm được thay thế bằng nam châm ferit dựa trên sáng chế, các hiệu quả hết sức hữu ích có thể thu được trong việc giảm chi phí của role cao áp DC và tránh được nguy cơ trong cung ứng đất hiếm. Ngoài ra, theo sáng chế, có thể kỳ vọng là đạt được hiệu năng dập hồ quang tương đương với từ lực yếu hơn so với kỹ thuật thông thường, và ngay cả nếu kiểu của nam châm không thay đổi, thì kích thước có thể được

giảm. Kích thước của role có thể được giảm tương ứng với việc không cần thêm không gian cho nam châm.

Giải pháp theo sáng chế có các hiệu quả nêu trên được dự báo là có ảnh hưởng rất lớn đến các ngành công nghiệp bao gồm công nghiệp ô tô. Ví dụ, thị trường thế giới của các xe HV, PHV và EV sử dụng các pin cao áp được dự báo là sẽ tăng theo hàm số mũ trong tương lai. Cụ thể là, tổng lượng bán ra hàng năm của các xe HV, PHV và EV là vào khoảng 3,24 triệu trong năm 2017, và theo báo cáo đã tăng rất nhiều đến mức vượt quá 27 triệu trong năm 2035. Sáng chế có các hiệu quả về giảm giá thành và giảm kích thước của các role cao áp DC được lắp trên các sản phẩm xe hơi tăng nhanh như vậy sẽ đóng góp vào sự phát triển của các ngành công nghiệp này.

Sáng chế còn hữu ích xét từ quan điểm loại trừ việc sử dụng các nguyên tố đất hiếm và bảo toàn tài nguyên. Các nguyên tố đất hiếm là không thể thiếu được đối với các sản phẩm công nghiệp của các ngành công nghiệp công nghệ cao hiện nay, ví dụ, sản xuất khoảng rộng các sản phẩm chẳng hạn các nam châm đất hiếm, các nền kính cho các đĩa cứng, bột mài cho các tấm hiển thị tinh thể lỏng, và các xúc tác dành cho xe ô tô. Cụ thể là, neodim được sử dụng trong nhiều ứng dụng chẳng hạn nam châm neodim (nam châm neodim chứa neodim với lượng lớn khoảng 28%), bộ xúc tác FCC, phụ gia kính, pin niken-hydro, và tụ điện gốm. Nhu cầu về các nguyên tố đất hiếm được coi là sẽ tăng liên tục trong tương lai, và sự cạn kiệt các nguyên tố đất hiếm là vấn đề toàn cầu.

Trữ lượng đất hiếm trong một nước cụ thể chiếm khoảng 36% trữ lượng đất hiếm trên thế giới. Hơn nữa, vào khoảng 80% (105.000 tấn) tổng số quặng trên thế giới (130.000 tấn vào năm 2017) được khai thác trong nước này. Trong nước này, nhu cầu nội địa đối với các nguyên tố đất hiếm đang tăng lên, và nhu cầu nội địa của nước này chiếm phần lớn trong toàn bộ lượng tiêu thụ trên thế giới kể từ năm 2004. Đã có báo cáo rằng nếu nước này tiếp tục sự phát triển các mỏ quặng ở tốc độ hiện nay, thì sự cạn kiệt tài nguyên có thể xảy ra trong vòng 15 đến 20 năm nữa.

Mặt khác, nhu cầu về các nguyên tố đất hiếm ở Nhật bản vào khoảng 18.000 tấn, và cụ thể là, các nhu cầu về đitđymi (hỗn hợp của neodim và praseodim) và neodim là 4.400 tấn do sự tăng trưởng của các nam châm dùng cho xe ô tô (2017). Trong các ngành công nghiệp nội địa, sự cung ứng các nguyên tố đất hiếm phần lớn dựa trên nhập khẩu, và vào khoảng 60% là nhập khẩu từ nước nêu trên. Trong những năm gần đây, nước này đã xiết chặt các quy định về các nguyên tố đất hiếm, và do đó nguồn cung đã bị giảm đi, nên đã gây nên sự tăng vọt giá quốc tế.

Hơn nữa, các vấn đề môi trường nghiêm trọng, chẳng hạn ô nhiễm nước và ô nhiễm đất bị gây nên bởi sự ô nhiễm axit mạnh (amonit sunfat) xảy ra trong quá trình khai khoáng và tinh luyện các nguyên tố đất hiếm, và sự rò rỉ các chất phóng xạ đi kèm các nguyên tố đất hiếm, đã phát sinh trong các khu vực sản xuất các nguyên tố đất hiếm.

Theo cách này, ngoài vấn đề cạn kiệt tài nguyên ra thì các vấn đề xung quanh các nguyên tố đất hiếm còn bao gồm sự tăng nguy cơ về số lượng và giá thành trong cung ứng các vật liệu thô đất hiếm trong các ngành công nghiệp nội địa, và các vấn đề môi trường xảy ra trong các khu vực sản xuất đất hiếm. Do đó, việc giảm sử dụng đất hiếm là nội dung cấp bách và quan trọng.

Trong hoàn cảnh này, nhiều công trình nghiên cứu khác nhau đã được thực hiện để giảm sử dụng đất hiếm trong các công ty tư nhân chẳng hạn các nhà sản xuất xe hơi và các nhà sản xuất vật liệu ở Nhật bản. Các ví dụ bao gồm nam châm dành cho động cơ dẫn động EV mà trong đó việc sử dụng neodim có thể được giảm đi nhiều nhất là 50%, và động cơ dẫn động EV sử dụng nam châm neodim không chứa các nguyên tố đất hiếm nặng chẳng hạn đitprozi. Một số công trình trong số này hướng tới mục tiêu được sử dụng thực tế trong 10 năm, và một số đã được đưa ra thị trường. Nhiều ngành công nghiệp nội địa đang thúc đẩy nghiên cứu khi coi việc giảm sử dụng đất hiếm là nội dung cấp bách và quan trọng, và sáng chế này là sáng chế quan trọng được kỳ vọng đóng góp vào việc giảm sử dụng đất hiếm tương tự như các nỗ lực nêu trên.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig. 1 là sơ đồ thể hiện ví dụ về cấu hình (kết cấu ngắt kép) của role cao áp DC kiểu lõi nam châm điện.

Fig. 2 là sơ đồ thể hiện ví dụ về cấu hình của role cao áp DC kiểu bản lề.

Fig. 3 là sơ đồ thể hiện mạch được sử dụng trong phép thử độ bền tải tụ điện theo phương án thứ ba của sáng chế.

Mô tả chi tiết các phương án của sáng chế

Sau đây, phương án theo sáng chế sẽ được mô tả. Theo phương án này, không chỉ các vật liệu tiếp điểm dựa trên Ag-ZnO, mà trong đó một mình Zn được bổ sung dưới dạng kim loại M, mà cả các vật liệu tiếp điểm dựa trên Ag-ZnO, mà trong đó Sn được bổ sung thêm vào Zn, đã được sản xuất, và việc quan sát kết cấu và đo độ cứng đã được thực hiện. Các vật liệu tiếp điểm dựa trên ôxit Ag được sản xuất này đã được kết hợp để làm các tiếp điểm trong role cao áp DC, và các đặc tính của các vật liệu tiếp điểm này đã được đánh giá. Các vật liệu tiếp điểm dựa trên ôxit Ag mà trong đó Sn và tương tự được bổ sung mà không chứa Zn cũng đã được sản xuất và được đánh giá như là các ví dụ so sánh.

Phương án thứ nhất: Theo phương án này, các vật liệu tiếp điểm dựa trên ôxit Ag khác nhau đã được sản xuất bằng phương pháp oxi hóa nội và phương pháp luyện kim bột, các đặc tính vật liệu đã được thẩm định, sau đó các role cao áp DC (lực tiếp xúc/lực mở: 75gf/125gf) được sản xuất để kiểm tra hoạt động (độ bền ngắt) và đo đặc tính phóng điện hồ quang và điện trở tiếp xúc.

Trong quá trình sản xuất vật liệu tiếp điểm bằng phương pháp oxi hóa nội, các thỏi hợp kim Ag có các thành phần khác nhau được đúc bằng quy trình đúc nóng chảy trong lò nấu chảy cao tần. Sau khi đúc nóng chảy, mỗi thỏi đã được tạo thành các miếng bằng 3mm hoặc nhỏ hơn, và các miếng này đã được oxi hóa nội. Trong quá trình oxi hóa nội, áp suất riêng phần của oxi và nhiệt độ nung nóng đã được điều chỉnh trong các khoảng lần lượt từ 0,2 tới 0,9MPa và từ 500°C tới

900°C. Tiếp theo, các miếng được oxi hóa nội đã được thu gom và được đúc ép để tạo thành phôi có đường kính bằng 50mm. Các phôi này phải chịu xử lý đúc ép nóng, và sau đó phải chịu xử lý kéo để thu được thanh dây có đường kính bằng 2,3mm, và vật liệu tiếp điểm kiểu rivê được sản xuất bằng máy chôn đầu.

Trong quá trình sản xuất vật liệu tiếp điểm bằng phương pháp luyện kim bột, bột Ag và bột ôxit (mỗi loại có cỡ hạt trung bình từ 0,5 tới 100µm) đã được trộn, và được đúc ép để tạo thành các phôi có đường kính bằng 50mm.

Phôi này được thiêu kết, và sau đó phải chịu xử lý nén nguội hai lần và xử lý thiêu kết hai lần, và sau đó xử lý nén nóng để thu được thanh được thiêu kết. Ở bước thiêu kết được thực hiện nhiều lần, nhiệt độ nung nóng đã được đặt từ 800°C tới 850°C để thực hiện nung nóng trong khoảng nhiệt độ này để thiêu kết. Ngoài ra, trong quá trình xử lý nén nguội được thực hiện sau khi thiêu kết, tải được sử dụng trong quá trình xử lý thứ hai đã được đặt bằng gấp đôi tải trong quá trình xử lý thứ nhất. Sau đó, thanh được thiêu kết đã trải qua xử lý đúc ép nóng, và sau đó phải chịu xử lý kéo để thu được thanh dây có đường kính bằng 2,3mm, và vật liệu tiếp điểm kiểu rivê được sản xuất từ đó bằng máy chôn đầu.

Theo phương án này, hai vật liệu tiếp điểm kiểu rivê, một loại dành cho tiếp điểm di động và loại kia dành cho tiếp điểm cố định, đã được sản xuất. Kích thước phần đầu của tiếp điểm di động đã được thiết lập có đường kính bằng 3,15mm và chiều cao bằng 0,75mm, và kích thước phần đầu của tiếp điểm cố định đã được thiết lập có đường kính bằng 3,3mm và chiều cao bằng 1,0mm.

[Đo độ cứng của vật liệu tiếp điểm]

Trong quá trình sản xuất các vật liệu tiếp điểm, mẫu dây đã được cắt khỏi thanh dây đã trải qua xử lý kéo và được ủ (nhiệt độ: 700°C), và độ cứng đã được đo. Để đo độ cứng, mẫu được nhúng trong nhựa, đánh bóng để làm lộ ra được thực hiện để làm lộ ra mặt cắt bên (mặt cắt theo hướng cạnh ngắn), và độ cứng được đo bằng máy đo độ cứng Vickers (máy HMV-G21ST được sản xuất bởi Shimadzu Corporation). Để đo các điều kiện, tải đã được đặt bằng 200gf, việc đo

đã được thực hiện ở năm vị trí, và trị số trung bình của các phép đo được xác định là trị số độ cứng.

Các Bảng 1 và 2 thể hiện các thành phần và các giá trị độ cứng của các vật liệu tiếp điểm của các ví dụ (các ví dụ từ 1 tới 49) và các ví dụ so sánh (các ví dụ so sánh từ 1 tới 23) được sản xuất theo phương án này. Theo phương án này, vật liệu tiếp điểm chứa Ag tinh khiết không chứa các hạt ôxit cũng đã được sản xuất và được đánh giá (ví dụ so sánh 23). Tiếp điểm Ag này được sản xuất bằng cách đúc ép nóng các phôi được nấu chảy và đúc và thực hiện xử lý v.v.. Độ cứng của tiếp điểm Ag được đo với mẫu được cắt ra sau khi thanh dây Ag đã được ủ (nhiệt độ: 700°C), và sau đó phải chịu xử lý kéo ở tỷ lệ xử lý bằng 4,2%.

[Quan sát kết cấu của vật liệu tiếp điểm]

Tiếp theo, các kết cấu của các vật liệu tiếp điểm đã được quan sát. Mặt cắt ngang của mẫu được nhúng trong nhựa như khi đo độ cứng đã được quan sát bằng kính hiển vi điện tử (SEM) (độ phóng đại 5000 lần). Hình ảnh SEM được tạo thành trải qua xử lý hình ảnh nhờ sử dụng phần mềm phân tích hạt. Trong khi xử lý hình ảnh, tổng diện tích (tỷ lệ diện tích trên diện tích thị trường), cỡ hạt trung bình và sự phân bố cỡ hạt của các ôxit đã được đo và được phân tích như là trạng thái phân tán của các ôxit trong vật liệu tiếp điểm. Để phân tích, hệ thống máy Particle Analysis System AZtecFeature được chế tạo bởi hãng Oxford Instruments đã được sử dụng. Cỡ hạt được xác định theo đường kính hình tròn tương đương (đường kính hình tròn tương đương diện tích). Dựa trên diện tích f của mỗi hạt ôxit, cỡ hạt của hạt ôxit được tính toán từ công thức tính đường kính hình tròn tương đương $((4f/\pi)^{1/2})$, và trị số trung bình và sai số tiêu chuẩn σ của các cỡ hạt đã được xác định.

Các Bảng 1 và 2 thể hiện các thành phần, các giá trị độ cứng và các kết quả đo các trạng thái phân tán của các hạt ôxit của các vật liệu tiếp điểm trong các ví dụ (các ví dụ từ 1 tới 49) và các ví dụ so sánh (các ví dụ so sánh từ 1 tới 23) được sản xuất theo phương án này. Từ các Bảng này, đã khẳng định rằng các hạt ôxit mịn được phân tán trong nền Ag trong vật liệu tiếp điểm trong mỗi ví dụ.

[Bảng 1]

	Thành phần (% khối lượng)*1									Trạng thái phân tán của các hạt ôxit				Độ cứng (Hv)	Phương pháp sản xuất
	Ag	Zn	Sn	In	Ni	Te	Bi	Cu	Mg	Hàm lượng của kim loại (% khối lượng)	Tỷ lệ diện tích (%)	Cỡ hạt trung bình (μm)	Sai lệch tiêu chuẩn của hạt δ (μm)		
Ví dụ 1		0,20	-	-	-	-	-	-	-	0,20	0,39	0,04	0,01	74	Oxi hóa nội
Ví dụ 2		1,00	-	-	-	-	-	-	-	1,00	2,26	0,05	0,02	94	Oxi hóa nội
Ví dụ 3		2,50	-	-	-	-	-	-	-	2,50	6,89	0,06	0,06	89	Oxi hóa nội
Ví dụ 4		5,00	-	-	-	-	-	-	-	5,00	11,98	0,08	0,11	77	Oxi hóa nội
Ví dụ 5		6,00	-	-	-	-	-	-	-	6,00	15,19	0,10	0,15	86	Oxi hóa nội
Ví dụ 6		6,50	-	-	-	-	-	-	-	6,50	14,90	0,29	0,27	86	Luyện kim bột
Ví dụ 7		8,00	-	-	-	-	-	-	-	8,00	19,48	0,11	0,13	90	Oxi hóa nội
Ví dụ 8		0,60	0,40	-	-	-	-	-	-	1,00	2,06	0,07	0,04	119	Oxi hóa nội
Ví dụ 9		2,40	1,60	-	-	-	-	-	-	4,00	8,75	0,05	0,02	138	Oxi hóa nội
Ví dụ 10		4,80	3,20	-	-	-	-	-	-	8,00	17,64	0,18	0,17	79	Luyện kim bột
Ví dụ 11		0,20	-	-	-	-	-	-	-	0,20	0,74	0,15	0,12	44	Luyện kim bột
Ví dụ 12		3,00	-	-	-	-	-	-	-	3,00	7,53	0,06	0,04	101	Oxi hóa nội
Ví dụ 13		0,33	0,67	-	-	-	-	-	-	1,00	1,15	0,05	0,02	109	Oxi hóa nội
Ví dụ 14		1,50	0,50	-	-	-	-	-	-	2,00	3,10	0,07	0,05	130	Oxi hóa nội
Ví dụ 15		1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	2,00	4,91	0,07	0,04	101	Oxi hóa nội
Ví dụ 16		0,30	1,70	-	-	-	-	-	-	2,00	2,02	0,05	0,03	117	Oxi hóa nội
Ví dụ 17		3,90	0,10	-	-	-	-	-	-	4,00	8,04	0,05	0,02	126	Oxi hóa nội
Ví dụ 18		3,00	1,00	-	-	-	-	-	-	4,00	9,19	0,05	0,02	144	Oxi hóa nội
Ví dụ 19		2,00	2,00	-	-	-	-	-	-	4,00	9,04	0,19	0,15	69	Luyện kim bột
Ví dụ 20		1,40	2,60	-	-	-	-	-	-	4,00	8,93	0,09	0,05	115	Oxi hóa nội
Ví dụ 21		0,60	3,40	-	-	-	-	-	-	4,00	8,51	0,07	0,04	110	Oxi hóa nội
Ví dụ 22		6,00	2,00	-	-	-	-	-	-	8,00	18,80	0,22	0,20	77	Luyện kim bột
Ví dụ 23		4,00	4,00	-	-	-	-	-	-	8,00	19,08	0,17	0,15	87	Luyện kim bột
Ví dụ 24		2,70	5,30	-	-	-	-	-	-	8,00	15,03	0,15	0,14	85	Luyện kim bột
Ví dụ 25	Phần còn lại	1,00	7,00	-	-	-	-	-	-	8,00	17,90	0,15	0,11	92	Luyện kim bột
Ví dụ 26		0,30	7,70	-	-	-	-	-	-	8,00	15,28	0,14	0,09	91	Luyện kim bột
Ví dụ 27		0,50	-	0,10	-	-	-	-	-	0,60	1,68	0,07	0,08	106	Oxi hóa nội
Ví dụ 28		1,50	-	0,50	-	-	-	-	-	2,00	4,11	0,07	0,06	134	Oxi hóa nội
Ví dụ 29		1,00	-	1,00	-	-	-	-	-	2,00	3,39	0,09	0,10	144	Oxi hóa nội
Ví dụ 30		3,90	-	0,10	-	-	-	-	-	4,00	11,14	0,06	0,03	120	Oxi hóa nội
Ví dụ 31		3,00	-	1,00	-	-	-	-	-	4,00	11,34	0,06	0,02	118	Oxi hóa nội
Ví dụ 32		2,00	-	2,00	-	-	-	-	-	4,00	8,99	0,05	0,02	144	Oxi hóa nội
Ví dụ 33		6,00	-	2,00	-	-	-	-	-	8,00	19,93	0,20	0,19	79	Luyện kim bột
Ví dụ 34		4,00	-	4,00	-	-	-	-	-	8,00	17,55	0,25	0,24	78	Luyện kim bột
Ví dụ 35		4,00	-	4,00	-	-	-	-	-	8,00	17,74	0,18	0,18	78	Luyện kim bột
Ví dụ 36		2,00	-	6,00	-	-	-	-	-	8,00	18,07	0,17	0,19	76	Luyện kim bột
Ví dụ 37		0,50	-	-	0,50	-	-	-	-	1,00	3,76	0,10	0,11	51	Luyện kim bột
Ví dụ 38		7,90	-	-	0,10	-	-	-	-	8,00	17,64	0,09	0,13	92	Oxi hóa nội
Ví dụ 39		6,80	-	-	1,20	-	-	-	-	8,00	17,11	0,23	0,21	74	Luyện kim bột
Ví dụ 40		0,50	-	-	-	0,50	-	-	-	1,00	0,99	0,04	0,03	60	Oxi hóa nội
Ví dụ 41		7,90	-	-	-	0,10	-	-	-	8,00	18,63	0,08	0,09	111	Oxi hóa nội
Ví dụ 42		0,50	-	-	-	-	0,50	-	-	1,00	1,73	0,07	0,05	53	Oxi hóa nội
Ví dụ 43		7,90	-	-	-	-	0,10	-	-	8,00	17,61	0,33	0,47	77	Oxi hóa nội
Ví dụ 44		5,70	0,10	0,10	0,10	-	-	-	-	6,00	6,82	0,14	0,08	40	Oxi hóa nội
Ví dụ 45		5,60	0,10	0,10	0,10	0,10	-	-	-	6,00	13,93	0,06	0,05	116	Oxi hóa nội
Ví dụ 46		5,80	0,10	-	-	-	0,10	-	-	6,00	13,70	0,07	0,06	96	Oxi hóa nội
Ví dụ 47		4,50	-	-	-	1,50	-	-	-	6,00	12,66	0,07	0,08	102	Oxi hóa nội
Ví dụ 48		3,40	-	-	-	-	-	3,40	-	6,80	14,17	0,09	0,14	96	Oxi hóa nội
Ví dụ 49		6,00	-	-	-	-	-	-	-	6,00	13,61	0,25	0,25	66	Luyện kim bột

*1: Nồng độ dựa trên tất cả các thành phần kim loại.

[Bảng 2]

	Thành phần (% khối lượng)*1									Hàm lượng của kim loại M (% khối lượng)	Trạng thái phân tán của các hạt ôxit			Độ cứng (Hv)	Phương pháp sản xuất
	Ag	Zn	Sn	In	Ni	Te	Bi	Cu	Mg		Tỷ lệ diện tích (%)	Cỡ hạt trung bình (μm)	Sai số tiêu chuẩn của cỡ hạt δ (μm)		
Ví dụ so sánh 1	Phân còn lại	-	3,60	1,30	0,10	-	-	-	-	5,00	6,49	0,04	0,04	106	Oxi hóa nội
Ví dụ so sánh 2		-	3,30	1,30	0,10	0,30	-	-	-	5,00	8,17	0,06	0,06	95	Oxi hóa nội
Ví dụ so sánh 3		-	5,90	1,90	0,20	-	-	-	-	8,00	14,52	0,16	0,10	110	Oxi hóa nội
Ví dụ so sánh 4		-	6,40	2,50	0,10	1,00	-	-	-	10,00	19,10	0,14	0,18	91	Oxi hóa nội
Ví dụ so sánh 5		10,80	-	-	-	-	-	-	-	10,80	23,78	0,16	0,21	86	Oxi hóa nội
Ví dụ so sánh 6		0,10	-	-	-	-	-	-	-	0,10	0,24	0,05	0,03	60	Oxi hóa nội
Ví dụ so sánh 7		0,10	-	-	-	-	-	-	-	0,10	0,50	0,15	0,13	43	Luyện kim bột
Ví dụ so sánh 8		11,00	-	-	-	-	-	-	-	11,00	22,41	0,32	0,27	80	Luyện kim bột
Ví dụ so sánh 9		0,30	9,00	-	-	-	-	-	-	9,30	17,25	0,14	0,09	100	Luyện kim bột
Ví dụ so sánh 10		0,50	-	-	-	1,50	-	-	-	2,00	13,93	1,27	2,27	107	Oxi hóa nội
Ví dụ so sánh 11		3,50	-	-	-	2,50	-	-	-	6,00	17,56	0,56	1,40	48	Luyện kim bột
Ví dụ so sánh 12		0,50	-	-	-	-	1,50	-	-	2,00	8,16	0,52	0,67	46	Luyện kim bột
Ví dụ so sánh 13		4,50	-	-	-	-	1,50	-	-	6,00	18,48	0,53	0,86	54	Oxi hóa nội
Ví dụ so sánh 14		3,50	-	-	-	-	2,50	-	-	6,00	17,84	0,62	0,86	51	Luyện kim bột
Ví dụ so sánh 15		-	0,20	-	-	-	-	-	-	0,20	0,09	0,04	0,07	81	Oxi hóa nội
Ví dụ so sánh 16		-	1,00	-	-	-	-	-	-	1,00	0,41	0,05	0,05	100	Oxi hóa nội
Ví dụ so sánh 17		-	3,00	-	-	-	-	-	-	3,00	7,54	0,07	0,03	108	Oxi hóa nội
Ví dụ so sánh 18		-	6,00	-	-	-	-	-	-	6,00	12,59	0,09	0,06	117	Oxi hóa nội
Ví dụ so sánh 19		-	5,00	1,00	-	-	-	-	-	6,00	14,27	0,09	0,09	114	Oxi hóa nội
Ví dụ so sánh 20		-	5,90	-	-	-	0,10	-	-	6,00	10,83	0,09	0,07	114	Oxi hóa nội
Ví dụ so sánh 21		-	8,00	-	-	-	-	-	-	8,00	15,54	0,17	0,14	100	Luyện kim bột
Ví dụ so sánh 22		6,00	-	-	-	-	-	-	-	6,00	19,06	0,44	0,53	64	Luyện kim bột
Ví dụ so sánh 23	100	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	-	-	-	50	Nóng chảy

*1: Nồng độ dựa trên tất cả các thành phần kim loại.

[Đánh giá độ bền ngắt của role cao áp DC]

Các role cao áp DC mà các vật liệu tiếp điểm trong các ví dụ và các ví dụ so sánh đã lần lượt được kết hợp vào trong đó đã được sản xuất, và độ bền ngắt của các role này đã được kiểm tra. Ở đây, các role của cùng kiểu như trên Fig. 1, mà có kết cấu ngắt kép, đã được chuẩn bị, và các tiếp điểm kiểu rive được tạo

thành từ các vật liệu tiếp điểm đã được hàn vào các đầu cực di động và các đầu cực cố định của các role (hai cặp tiếp điểm đã được tạo thành từ tổng số bốn tiếp điểm). Liên quan đến kích thước của tiếp điểm (kích thước của phần đầu của rive), thì tiếp điểm di động có đường kính bằng 3,15mm và chiều dày bằng 0,75mm (diện tích bề mặt tiếp xúc khi quan sát phần đầu từ mặt phẳng trên là $7,79 \text{ mm}^2$), và tiếp điểm cố định có đường kính bằng 3,3mm và chiều dày bằng 1,0mm (diện tích bề mặt tiếp xúc khi quan sát phần đầu từ mặt phẳng trên là $8,55 \text{ mm}^2$). Các nam châm đập hồ quang (hai nam châm neodim có mật độ từ thông bằng 200 mT và chứa neodim, vốn là nguyên tố đất hiếm) đã được bố trí trên đường biên của tiếp điểm di động và tiếp điểm cố định. Mật độ từ thông ở vị trí trung tâm trong khi tiếp xúc của các tiếp điểm là 26 mT như được đo bằng gauss kế.

Theo phương án này, các điều kiện hoạt động đối với role cao áp DC đã được thiết lập như sau: điện áp/dòng điện: DC 360V/400 A, và lực tiếp xúc/lực mở của tiếp điểm di động: 75gf/125gf. Việc thiết lập lực tiếp xúc đã được điều chỉnh bằng lực của lò xo áp lực tiếp xúc, và việc thiết lập lực mở đã được điều chỉnh bằng lực của lò xo phản hồi. Role cao áp DC được sử dụng cho phép kiểm tra đánh giá này có kết cấu ngắt kép, 1/2 của lực tác động lên mỗi cặp tiếp điểm bởi lò xo áp lực tiếp xúc và lò xo phản hồi đã được xác định là lực tiếp xúc và lực mở.

Khi đánh giá độ bền ngắt của role cao áp DC theo phương án này, hoạt động chuyển mạch của các tiếp điểm được thực hiện 10 lần, và đã khẳng định được việc liệu các tiếp điểm có bị hàn sau mỗi hoạt động chuyển mạch hay không. Role mà trong đó các tiếp điểm không bị hàn sau khi thực hiện hoạt động chuyển mạch 10 lần được đánh giá là chấp nhận được (o), và role mà trong đó các tiếp điểm đã bị hàn trước khi thực hiện hoạt động chuyển mạch được 10 lần bị đánh giá là không chấp nhận được (x).

[Đánh giá đặc tính phóng điện hồ quang trong role cao áp DC]

Tiếp theo, các role cao áp DC mà các vật liệu tiếp điểm trong các ví dụ và các ví dụ so sánh đã lần lượt được kết hợp vào trong đó đã được sản xuất, và phép

kiểm tra đánh giá đặc tính phóng điện hồ quang của các tiếp điểm đã được thực hiện. Các role có kết cấu ngắt kép tương tự như kết cấu được mô tả trên đây đã được chuẩn bị, và các tiếp điểm kiểu rive được tạo thành từ các vật liệu tiếp điểm đã được hàn vào các đầu cực di động và các đầu cực cố định của các role này. Kích thước của các tiếp điểm và mật độ từ thông của các nam châm đập hồ quang là giống như những gì đã được mô tả trên đây.

Trong phép kiểm tra đánh giá đặc tính phóng điện hồ quang của role cao áp DC được thực hiện theo phương án này, hoạt động chuyển mạch của các tiếp điểm được thực hiện trong các điều kiện: điện áp/dòng điện: DC 360V/400 A, và lực tiếp xúc/lực mở của tiếp điểm di động: 75gf/125gf, và đặc tính phóng điện hồ quang được tạo ra khi mở tiếp điểm đã được đo. Khi đo đặc tính phóng điện hồ quang, dạng sóng dòng điện hồ quang và dạng sóng điện áp hồ quang khi mở tiếp điểm đã được đo bằng dao động kế (WAVE SURFER 454VL, được sản xuất bởi Teledyne LeCroy, Inc.). Sau đó, dạng sóng công suất hồ quang đã được tạo ra dựa trên tích số của dạng sóng dòng điện hồ quang và dạng sóng điện áp hồ quang, thời gian khi phóng điện hồ quang tiếp diễn được xác định là thời khoảng hồ quang (msec), và giá trị tích hợp của dạng sóng công suất hồ quang trong thời khoảng hồ quang được tính toán là năng lượng hồ quang (J). Đặc tính phóng điện hồ quang được đánh giá dựa trên độ dài của thời khoảng hồ quang và độ lớn của năng lượng hồ quang. Theo cách đánh giá đặc tính phóng điện hồ quang này, trị số trung bình thu được với số lượng phép đo $n = 1$ tới 15 được xác định là giá trị đặc tính.

[Đo điện trở tiếp xúc và phát nhiệt trong role cao áp DC]

Tiếp theo, các tiếp điểm lần lượt được tạo thành từ các vật liệu tiếp điểm trong các ví dụ và các ví dụ so sánh đã được đo điện trở tiếp xúc. Đối với điện trở tiếp xúc, mỗi vật liệu trong số các vật liệu tiếp điểm đã được kết hợp trong role tương tự với role được sử dụng trong phép kiểm tra đánh giá đặc tính phóng điện hồ quang được mô tả trên đây, và giá trị thu được trong trạng thái sau khi thực hiện hoạt động chuyển mạch một lần theo cùng các điều kiện đã được đo. Việc đo

điện trở tiếp xúc đã được thực hiện sau hoạt động chuyển mạch bằng role cao áp DC được kết nối tới mạch đo điện trở (DC 5V, 30A) được chuẩn bị riêng rẽ khỏi mạch ngắt. Khi đo điện trở tiếp xúc bằng mạch đo điện trở, độ sụt điện áp giữa các đầu cực được đo ở thời điểm khi dòng điện (30A) được cấp liên tục tới mạch trong vòng 30 phút. Giá trị thu được bằng cách chia giá trị độ sụt điện áp đo được (mV) cho dòng điện được cấp (30A) được xác định là điện trở tiếp xúc ($m\Omega$).

Hơn nữa, sự tăng nhiệt độ được gây nên bởi sự phát nhiệt ở tiếp điểm đã được đo trong khi đo điện trở tiếp xúc. Sự phát nhiệt được đo theo sự tăng nhiệt độ ở phần đầu cực để kết nối role chứa vật liệu tiếp điểm tới mạch đo điện trở. Trong phép đo này, các nhiệt độ của hai đầu cực được sử dụng làm đầu cực phía anốt và đầu cực phía catốt đã được đo ở thời điểm kết thúc của 30 phút sau khi bắt đầu liên tục cấp dòng điện để đo điện trở tiếp xúc được mô tả trên đây, trị số trung bình của các chênh lệch nhiệt độ giữa nhiệt độ đo được và nhiệt độ phòng được xác định là sự tăng nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$). Việc đo và đánh giá điện trở tiếp xúc trong role cao áp DC đã được thực hiện với số lượng phép đo $n = 1$.

Các Bảng 3 và 4 thể hiện các kết quả đánh giá độ bền ngắt, đặc tính phóng điện hồ quang, và việc đo điện trở tiếp xúc/sự phát nhiệt trong các role cao áp DC theo phương án này.

[Bảng 3]

	Thành phần (% khối lượng)*1									Hàm lượng của kim loại M (% khối lượng)	Đánh giá trong role cao áp DC						
	Ag	Zn	Sn	In	Ni	Te	Bi	Cu	Mg		Lực tiếp xúc (gf)	Lực mở (gf)	Đánh giá độ bền ngắt	Thời khoảng hồ quang (msec.)	Năng lượng hồ quang (J)	Điện trở tiếp xúc (mΩ)	Sự phát nhiệt (°C)
Ví dụ 1	Phần còn lại	0,20	-	-	-	-	-	-	-	0,20	75	125	○	4,24	75,63	1,10	19,13
Ví dụ 2		1,00	-	-	-	-	-	-	-	1,00			○	4,48	75,16	1,37	20,80
Ví dụ 3		2,50	-	-	-	-	-	-	-	2,50			○	5,12	77,47	2,22	20,72
Ví dụ 4		5,00	-	-	-	-	-	-	-	5,00			○	5,59	84,47	2,40	28,15
Ví dụ 5		6,00	-	-	-	-	-	-	-	6,00			○	5,81	88,28	2,35	27,89
Ví dụ 6		6,50	-	-	-	-	-	-	-	6,50			○	5,59	89,59	2,28	27,30
Ví dụ 7		8,00	-	-	-	-	-	-	-	8,00			○	5,97	93,00	2,41	27,29
Ví dụ 8		0,60	0,40	-	-	-	-	-	-	1,00			○	5,19	78,61	1,99	25,83
Ví dụ 9		2,40	1,60	-	-	-	-	-	-	4,00			○	5,51	78,22	2,49	28,65
Ví dụ 10		4,80	3,20	-	-	-	-	-	-	8,00			○	5,79	86,78	2,41	27,82
Ví dụ 11		0,20	-	-	-	-	-	-	-	0,20			○	4,65	75,05	0,97	19,51
Ví dụ 12		3,00	-	-	-	-	-	-	-	3,00			○	5,49	82,03	1,23	21,62
Ví dụ 13		0,33	0,67	-	-	-	-	-	-	1,00			○	5,24	85,26	2,38	28,45
Ví dụ 14		1,50	0,50	-	-	-	-	-	-	2,00			○	5,14	82,97	1,51	22,36
Ví dụ 15		1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	2,00			○	5,15	86,57	2,53	29,48
Ví dụ 16		0,30	1,70	-	-	-	-	-	-	2,00			○	5,68	86,10	1,77	24,67
Ví dụ 17		3,90	0,10	-	-	-	-	-	-	4,00			○	5,25	85,74	2,07	27,24
Ví dụ 18		3,00	1,00	-	-	-	-	-	-	4,00			○	5,50	87,87	1,92	25,31
Ví dụ 19		2,00	2,00	-	-	-	-	-	-	4,00			○	5,43	85,05	2,05	27,54
Ví dụ 20		1,40	2,60	-	-	-	-	-	-	4,00			○	5,57	94,14	2,42	28,59
Ví dụ 21		0,60	3,40	-	-	-	-	-	-	4,00			○	5,64	93,37	2,12	27,18
Ví dụ 22		6,00	2,00	-	-	-	-	-	-	8,00			○	5,65	89,03	2,66	29,76
Ví dụ 23		4,00	4,00	-	-	-	-	-	-	8,00			○	5,67	94,47	1,79	24,44
Ví dụ 24		2,70	5,30	-	-	-	-	-	-	8,00			○	5,92	93,09	2,36	28,85
Ví dụ 25		1,00	7,00	-	-	-	-	-	-	8,00			○	5,81	99,54	2,44	29,46
Ví dụ 26		0,30	7,70	-	-	-	-	-	-	8,00			○	5,62	96,74	2,18	27,37
Ví dụ 27		0,50	-	0,10	-	-	-	-	-	0,60			○	4,49	75,68	1,48	23,85
Ví dụ 28		1,50	-	0,50	-	-	-	-	-	2,00			○	5,38	86,56	2,13	27,39
Ví dụ 29		1,00	-	1,00	-	-	-	-	-	2,00			○	5,34	86,90	1,71	23,73
Ví dụ 30		3,90	-	0,10	-	-	-	-	-	4,00			○	5,15	86,33	1,34	21,84
Ví dụ 31		3,00	-	1,00	-	-	-	-	-	4,00			○	5,47	89,35	1,35	21,35
Ví dụ 32		2,00	-	2,00	-	-	-	-	-	4,00			○	4,92	84,75	1,98	27,48
Ví dụ 33		6,00	-	2,00	-	-	-	-	-	8,00			○	5,56	90,55	1,33	21,49
Ví dụ 34		4,00	-	4,00	-	-	-	-	-	8,00			○	5,36	94,46	2,39	28,76
Ví dụ 35		4,00	-	4,00	-	-	-	-	-	8,00			○	5,57	84,07	1,54	22,36
Ví dụ 36		2,00	-	6,00	-	-	-	-	-	8,00			○	5,52	88,62	0,94	19,06
Ví dụ 37		0,50	-	-	0,50	-	-	-	-	1,00			○	5,36	85,48	2,30	28,24

Ví dụ 38	7,90	-	-	0,10	-	-	-	-	8,00			○	5,40	83,33	1,47	22,26
Ví dụ 39	6,80	-	-	1,20	-	-	-	-	8,00			○	5,52	81,71	1,55	23,94
Ví dụ 40	0,50	-	-	-	0,50	-	-	-	1,00			○	5,32	88,45	2,48	29,67
Ví dụ 41	4,50	-	-	-	1,50	-	-	-	6,00			○	5,73	91,55	2,46	29,68
Ví dụ 42	7,90	-	-	-	0,10	-	-	-	8,00			○	5,95	97,62	1,91	26,23
Ví dụ 43	0,50	-	-	-	-	0,50	-	-	1,00			○	5,26	89,76	2,23	27,95
Ví dụ 44	7,90	-	-	-	-	0,10	-	-	8,00			○	5,26	93,26	1,78	25,48
Ví dụ 45	5,70	0,10	0,10	0,10	-	-	-	-	6,00			○	5,37	83,26	1,65	25,29
Ví dụ 46	5,60	0,10	0,10	0,10	0,10	-	-	-	6,00			○	5,48	97,27	1,61	24,32
Ví dụ 47	5,80	0,10	-	-	-	0,10	-	-	6,00			○	5,59	91,61	2,14	27,62
Ví dụ 48	3,40	-	-	-	-	-	3,40	-	6,80			○	5,26	83,21	1,87	25,79
Ví dụ 49	6,00	-	-	-	-	-	-	-	6,00			○	5,32	83,28	1,99	27,96

*1: Nồng độ dựa trên tất cả các thành phần kim loại.

[Bảng 4]

	Thành phần (% khối lượng)* ¹									Hàm lượng của kim loại M (% khối lượng)	Đánh giá trong role cao áp DC						
	Ag	Zn	Sn	In	Ni	Te	Bi	Cu	Mg		Lực tiếp xúc (gf)	Lực mờ (gf)	Đánh giá độ bền ngắt	Thời khoảng hồ quang (msec.)	Năng lượng hồ quang (J)	Điện trở tiếp xúc (mΩ)	Phát nhiệt (°C)
Ví dụ so sánh 1	Phần còn lại	-	3,60	1,30	0,10	-	-	-	-	5,00	75	125	○	6,18	100,17	3,03	31,27
Ví dụ so sánh 2		-	3,30	1,30	0,10	0,30	-	-	-	5,00			○	6,05	100,08	3,20	32,86
Ví dụ so sánh 3		-	5,90	1,90	0,20	-	-	-	-	8,00			○	6,94	102,68	5,97	49,52
Ví dụ so sánh 4		-	6,40	2,50	0,10	1,00	-	-	-	10,00			○	7,04	107,78	7,56	59,92
Ví dụ so sánh 5		10,80	-	-	-	-	-	-	-	10,80			○	6,60	103,12	4,45	43,44
Ví dụ so sánh 6		0,10	-	-	-	-	-	-	-	0,10			×	4,18	78,36	1,11	19,61
Ví dụ so sánh 7		0,10	-	-	-	-	-	-	-	0,10			×	4,24	79,93	1,34	21,57
Ví dụ so sánh 8		11,00	-	-	-	-	-	-	-	11,00			○	6,25	105,23	7,91	64,68
Ví dụ so sánh 9		0,30	9,00	-	-	-	-	-	-	9,30			○	6,76	103,59	3,13	34,98
Ví dụ so sánh 10		0,50	-	-	-	1,50	-	-	-	2,00			×	5,53	91,14	1,68	25,26
Ví dụ so sánh 11		3,50	-	-	-	2,50	-	-	-	6,00			×	5,23	96,73	5,04	45,45
Ví dụ so sánh 12		0,50	-	-	-	-	1,50	-	-	2,00			×	5,35	90,35	1,89	26,75
Ví dụ so sánh 13		4,50	-	-	-	-	1,50	-	-	6,00			×	5,82	94,45	2,29	28,93
Ví dụ so sánh 14		3,50	-	-	-	-	2,50	-	-	6,00			×	5,83	97,84	2,34	29,60
Ví dụ so sánh 15		-	0,20	-	-	-	-	-	-	0,20			○	6,25	101,43	1,54	24,23
Ví dụ so sánh 16		-	1,00	-	-	-	-	-	-	1,00			○	6,34	100,85	2,47	29,43
Ví dụ so sánh 17		-	3,00	-	-	-	-	-	-	3,00			○	6,37	104,18	3,16	34,44
Ví dụ so sánh 18		-	6,00	-	-	-	-	-	-	6,00			○	6,39	102,06	3,21	35,99
Ví dụ so sánh 19		-	5,00	1,00	-	-	-	-	-	6,00			○	6,75	110,68	3,13	33,80
Ví dụ so sánh 20		-	5,90	-	-	-	0,10	-	-	6,00			○	6,87	109,23	3,73	37,08
Ví dụ so sánh 21		-	8,00	-	-	-	-	-	-	8,00			○	6,45	105,84	4,56	43,03
Ví dụ so sánh 22		6,00	-	-	-	-	-	-	-	6,00			×	5,56	82,09	3,01	34,89
Ví dụ so sánh 23	100	-	-	-	-	-	-	-	0,00	×			4,09	77,94	0,96	17,57	

*1: Nồng độ dựa trên tất cả các thành phần kim loại.

Từ các kết quả đánh giá được thể hiện trong Bảng 4, mà lần đầu tiên xác định được rằng Ag tinh khiết không phù hợp để làm vật liệu tiếp điểm cho role cao áp DC. Trong role cao áp DC mà trong đó Ag tinh khiết đã được áp dụng cho các tiếp điểm (Ví dụ so sánh 23), hiện tượng hàn đã xảy ra khi số lần ngắt nhỏ hơn 10. Phép kiểm tra ngắt role đã được thực hiện theo phương án này trong các điều

kiện tương đối khắc nghiệt, nhưng không tốt nếu hiện tượng hàn xảy ra khi hoạt động chuyển mạch được thực hiện nhỏ hơn 10 lần.

Mặt khác, đã thấy rằng các role cao áp DC lần lượt sử dụng các vật liệu tiếp điểm chủ yếu chứa Zn làm kim loại M (các ví dụ từ 1 tới 49) có độ bền ngắt. Trong các ví dụ này, được hiểu rằng thời khoảng hồ quang được rút ngắn, năng lượng hồ quang được giảm xuống, và do đó đặc tính phóng điện hồ quang là tuyệt vời.

Theo phương án này, các role cao áp DC lần lượt sử dụng, làm vật liệu tiếp điểm chung cho role, vật liệu tiếp điểm mà trong đó không chứa Zn và hàm lượng của kim loại M bao gồm Sn, In và tương tự vào khoảng 10% theo khối lượng (Ví dụ so sánh 4), và các vật liệu tiếp điểm mà trong đó không chứa Zn và hàm lượng của Sn, In và tương tự là tương đối nhỏ (các ví dụ so sánh từ 1 tới 3, và từ 15 tới 21) cũng đã được đánh giá, và đã khẳng định rằng tất cả các vật liệu này đều có đặc tính phóng điện hồ quang kém hơn các ví dụ. Kết quả này dường như chỉ báo rằng đặc tính phóng điện hồ quang được cải thiện nhờ sử dụng Zn làm nguyên tố thành phần thiết yếu của vật liệu tiếp điểm. Tuy nhiên, khi hàm lượng của Zn lớn hơn 8% theo khối lượng, thì đặc tính phóng điện hồ quang là tương đương với đặc tính này của vật liệu tiếp điểm thông thường (các ví dụ so sánh 5 và 8). Do đó, giới hạn trên của hàm lượng kim loại M bao gồm Zn cần phải vào khoảng 8% theo khối lượng. Liên quan đến cỡ hạt trung bình của các hạt ôxit trong vật liệu tiếp điểm, thì do các ví dụ so sánh từ 10 tới 14 có độ bền ngắt kém, nên được hiểu rằng cỡ hạt trung bình của các hạt ôxit cần phải bằng 0,4 μ m hoặc nhỏ hơn.

Ngoài ra, liên quan đến các vấn đề về điện trở tiếp xúc và phát nhiệt, thì các kết quả của phép đo được thực hiện với các vật liệu tiếp điểm được kết hợp trên thực tế trong các role thể hiện sự ưu việt của các vật liệu tiếp điểm trong các ví dụ từ 1 tới 49. Các vật liệu tiếp điểm trong các ví dụ có giá trị tăng nhiệt độ thấp hơn so với các giá trị trong các ví dụ so sánh. Lượng phát nhiệt tại các tiếp điểm tỷ lệ với bình phương của dòng điện và giá trị điện trở tiếp xúc. Trong phép đo kiểm tra theo phương án này, dòng điện tương đối thấp bằng 30A được cấp, nhưng khi

dòng điện được cấp tăng lên với vật liệu tiếp điểm được áp dụng cho role cao áp DC thực tế, thì sự tăng nhiệt độ tiếp tục tăng lên.

Kim loại M của vật liệu tiếp điểm được áp dụng theo sáng chế chủ yếu chứa Zn, và còn có thể chứa các kim loại khác với Zn (Sn). Thông qua so sánh với các ví dụ so sánh, đặc tính phóng điện hồ quang và điện trở tiếp xúc là tuyệt vời ngay cả khi kim loại khác được bổ sung thêm vào Zn (các ví dụ từ 8 tới 10, và từ 13 tới 48). Trong vật liệu tiếp điểm dựa trên ôxit Ag, ôxit Sn (SnO_2) và tương tự có tác dụng cải thiện tính kháng hàn. Do đó, khi vật liệu tiếp điểm dựa trên ôxit Ag mà chứa Sn bổ sung thêm vào Zn được sử dụng, thì cả đặc tính phóng điện hồ quang lẫn tính kháng hàn đều có thể được điều chỉnh. Kim loại khác mà được bổ sung thêm vào Zn không có tác dụng có lợi lên đặc tính phóng điện hồ quang, và do đó sự bổ sung này không thiết yếu.

Phương án thứ hai: Theo phương án này, các role cao áp DC tương tự với các role theo phương án thứ nhất mà trong đó từ lực của nam châm đập hồ quang đã được thiết lập là thấp đã được sản xuất, và các đặc tính phóng điện hồ quang thu được khi các vật liệu tiếp điểm trong các ví dụ và các ví dụ so sánh lần lượt được kết hợp trong đó đã được đánh giá.

Theo phương án này, các role cao áp DC có kết cấu ngắt kép tương tự với các role theo phương án thứ nhất đã được chuẩn bị, và các tiếp điểm kiểu rive được tạo thành từ các vật liệu tiếp điểm đã được hàn vào các đầu cực di động và các đầu cực cố định của các role. Kích thước của các tiếp điểm là giống như kích thước này theo phương án thứ nhất. Một nam châm neodim có mật độ từ thông bằng 200 mT được bố trí làm nam châm đập hồ quang trên đường biên của tiếp điểm di động và tiếp điểm cố định, và như vậy, việc sử dụng neodim, vốn là nguyên tố đất hiếm, đã được giảm so với theo phương án thứ nhất. Mật độ từ thông ở vị trí trung tâm trong khi tiếp xúc của các tiếp điểm là 13 mT như được đo bằng gauss kế.

Phép kiểm tra đánh giá đối với đặc tính phóng điện hồ quang của các role cao áp DC được thực hiện theo phương án này là giống như phép kiểm tra này

được thực hiện theo phương án thứ nhất, và hoạt động chuyển mạch của các tiếp điểm đã được thực hiện trong các điều kiện: điện áp/dòng điện: DC 360V/400 A, và lực tiếp xúc/lực mở của tiếp điểm di động: 75gf/125gf, và đặc tính phóng điện hồ quang thu được trong mỗi hoạt động được đánh giá. Sau đó, đặc tính phóng điện hồ quang được đo làm chỉ số theo cùng cách thức như theo phương án thứ nhất. Trong sự đánh giá đặc tính phóng điện hồ quang này, trị số trung bình thu được với số lượng phép đo $n = 1$ tới 15 đã được chấp nhận. Các Bảng 5 và 6 thể hiện các kết quả đo.

[Bảng 5]

	Thành phần (% khối lượng)*1									Hàm lượng của kim loại M (% khối lượng)	Đánh giá cao áp (13 mT)				
	Ag	Zn	Sn	In	Ni	Te	Bi	Cu	Mg		Lực tiếp xúc (gf)	Lực mở (gf)	Đánh giá độ bền ngắt	Thời khoảng hồ quang (msec.)	Năng lượng hồ quang (J)
Ví dụ 1		0,20	-	-	-	-	-	-	-	0,20			○	6,00	100,67
Ví dụ 2		1,00	-	-	-	-	-	-	-	1,00			○	6,41	101,43
Ví dụ 3		2,50	-	-	-	-	-	-	-	2,50			○	6,84	103,01
Ví dụ 4		5,00	-	-	-	-	-	-	-	5,00			○	6,71	101,13
Ví dụ 5		6,00	-	-	-	-	-	-	-	6,00			○	7,06	105,79
Ví dụ 6		6,50	-	-	-	-	-	-	-	6,50			○	7,03	107,09
Ví dụ 7		8,00	-	-	-	-	-	-	-	8,00			○	7,46	109,56
Ví dụ 8		0,60	0,40	-	-	-	-	-	-	1,00			○	6,45	105,42
Ví dụ 9		2,40	1,60	-	-	-	-	-	-	4,00			○	7,57	103,92
Ví dụ 10		4,80	3,20	-	-	-	-	-	-	8,00			○	7,81	108,10
Ví dụ 11		0,20	-	-	-	-	-	-	-	0,20			○	5,98	102,88
Ví dụ 12		3,00	-	-	-	-	-	-	-	3,00			○	6,28	104,07
Ví dụ 13		0,33	0,67	-	-	-	-	-	-	1,00			○	6,66	108,88
Ví dụ 14		1,50	0,50	-	-	-	-	-	-	2,00			○	6,46	101,78
Ví dụ 15		1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	2,00			○	6,46	104,07
Ví dụ 16		0,30	1,70	-	-	-	-	-	-	2,00			○	6,85	104,83
Ví dụ 17		3,90	0,10	-	-	-	-	-	-	4,00			○	6,83	102,45
Ví dụ 18		3,00	1,00	-	-	-	-	-	-	4,00			○	6,84	102,26
Ví dụ 19		2,00	2,00	-	-	-	-	-	-	4,00			○	6,98	104,17
Ví dụ 20		1,40	2,60	-	-	-	-	-	-	4,00			○	6,78	104,32
Ví dụ 21		0,60	3,40	-	-	-	-	-	-	4,00			○	7,16	108,27
Ví dụ 22		6,00	2,00	-	-	-	-	-	-	8,00			○	7,44	107,89
Ví dụ 23		4,00	4,00	-	-	-	-	-	-	8,00			○	6,68	108,01
Ví dụ 24		2,70	5,30	-	-	-	-	-	-	8,00			○	7,80	109,03
Ví dụ 25	Phần còn lại	1,00	7,00	-	-	-	-	-	-	8,00	75	125	○	7,57	111,16
Ví dụ 26		0,30	7,70	-	-	-	-	-	-	8,00			○	7,19	107,24
Ví dụ 27		0,50	-	0,10	-	-	-	-	-	0,60			○	6,33	102,47
Ví dụ 28		1,50	-	0,50	-	-	-	-	-	2,00			○	6,58	103,38
Ví dụ 29		1,00	-	1,00	-	-	-	-	-	2,00			○	6,76	104,74
Ví dụ 30		3,90	-	0,10	-	-	-	-	-	4,00			○	6,57	102,67
Ví dụ 31		3,00	-	1,00	-	-	-	-	-	4,00			○	6,76	103,34
Ví dụ 32		2,00	-	2,00	-	-	-	-	-	4,00			○	6,73	104,45
Ví dụ 33		6,00	-	2,00	-	-	-	-	-	8,00			○	7,46	106,85
Ví dụ 34		4,00	-	4,00	-	-	-	-	-	8,00			○	7,48	107,60
Ví dụ 35		4,00	-	4,00	-	-	-	-	-	8,00			○	7,08	103,84
Ví dụ 36		2,00	-	6,00	-	-	-	-	-	8,00			○	6,73	106,74
Ví dụ 37		0,50	-	-	0,50	-	-	-	-	1,00			○	6,50	108,33
Ví dụ 38		7,90	-	-	0,10	-	-	-	-	8,00			○	7,08	109,68
Ví dụ 39		6,80	-	-	1,20	-	-	-	-	8,00			○	7,02	103,86
Ví dụ 40		0,50	-	-	-	0,50	-	-	-	1,00			○	6,76	109,92
Ví dụ 41		4,50	-	-	-	1,50	-	-	-	6,00			○	7,08	104,81
Ví dụ 42		7,90	-	-	-	0,10	-	-	-	8,00			○	7,05	104,94
Ví dụ 43		0,50	-	-	-	-	0,50	-	-	1,00			○	6,72	110,67
Ví dụ 44		7,90	-	-	-	-	0,10	-	-	8,00			○	7,17	108,10
Ví dụ 45		5,70	0,10	0,10	0,10	-	-	-	-	6,00			○	6,28	103,15
Ví dụ 46		5,60	0,10	0,10	0,10	0,10	-	-	-	6,00			○	6,52	108,14
Ví dụ 47		5,80	0,10	-	-	-	0,10	-	-	6,00			○	6,46	107,14
Ví dụ 48		3,40	-	-	-	-	-	3,40	-	6,80			○	6,79	107,58
Ví dụ 49		6,00	-	-	-	-	-	-	-	6,00			○	7,31	103,03

*1: Nồng độ dựa trên tất cả các thành phần kim loại.

[Bảng 6]

	Thành phần (% khối lượng)*1									Hàm lượng của kim loại M (% khối lượng)	Đánh giá cao áp (13 mT)				
	Ag	Zn	Sn	In	Ni	Te	Bi	Cu	Mg		Lực tiếp xúc (gf)	Lực mở (gf)	Đánh giá độ bền ngắt	Thời khoảng hồ quang (msec.)	Năng lượng hồ quang (J)
Ví dụ so sánh 1	Phần còn lại	-	3,60	1,30	0,10	-	-	-	-	5,00	75	125	○	8,30	117,14
Ví dụ so sánh 2		-	3,30	1,30	0,10	0,30	-	-	-	5,00			○	8,07	115,34
Ví dụ so sánh 3		-	5,90	1,90	0,20	-	-	-	-	8,00			○	8,86	125,05
Ví dụ so sánh 4		-	6,40	2,50	0,10	1,00	-	-	-	10,00			○	9,10	134,10
Ví dụ so sánh 5		10,80	-	-	-	-	-	-	-	10,80			○	8,08	115,72
Ví dụ so sánh 6		0,10	-	-	-	-	-	-	-	0,10			×	5,88	99,84
Ví dụ so sánh 7		0,10	-	-	-	-	-	-	-	0,10			×	5,80	99,15
Ví dụ so sánh 8		11,00	-	-	-	-	-	-	-	11,00			○	8,35	132,78
Ví dụ so sánh 9		0,30	9,00	-	-	-	-	-	-	9,30			○	8,25	135,46
Ví dụ so sánh 15		-	0,20	-	-	-	-	-	-	0,20			○	8,63	118,92
Ví dụ so sánh 16		-	1,00	-	-	-	-	-	-	1,00			○	8,05	118,03
Ví dụ so sánh 17		-	3,00	-	-	-	-	-	-	3,00			○	8,24	116,34
Ví dụ so sánh 18		-	6,00	-	-	-	-	-	-	6,00			○	8,58	116,71
Ví dụ so sánh 19		-	5,00	1,00	-	-	-	-	-	6,00			○	8,67	114,61
Ví dụ so sánh 20		-	5,90	-	-	-	0,10	-	-	6,00			○	8,18	117,61
Ví dụ so sánh 21		-	8,00	-	-	-	-	-	-	8,00			○	8,07	125,38
Ví dụ so sánh 23	100	-	-	-	-	-	-	-	0,00	×	5,32	79,80			

*1: Nồng độ dựa trên tất cả các thành phần kim loại.

Trong các role cao áp DC theo phương án này, từ lực của nam châm dập hồ quang đã được đặt bằng bằng một nửa của từ lực này theo phương án thứ nhất. Sự giảm từ lực do giảm nguyên tố đất hiếm làm tăng thời khoảng hồ quang và năng lượng hồ quang. Cũng trong hoàn cảnh này, thời khoảng hồ quang và năng lượng hồ quang của vật liệu tiếp điểm trong mỗi ví dụ chứa Zn bị ngăn chặn. Kết quả theo phương án này có vẻ hỗ trợ cho việc giảm sử dụng nguyên tố đất hiếm bằng cách giảm từ lực của nam châm dập hồ quang của role cao áp DC.

Phương án thứ ba: Theo các phương án thứ nhất và thứ hai, các role cao áp DC có kết cấu ngắt kép chứa các vật liệu tiếp điểm khác nhau (Fig. 1) đã được sản xuất, và các phép thử độ bền ngắt đã được tiến hành mà trong đó các hoạt động ngắt ở thời điểm bất thường đã được mô phỏng. Theo phương án này, role cao áp

DC đã được lắp làm role chính của hệ thống dành cho xe lai hoặc tương tự, và các hoạt động chuyển mạch trong khi hoạt động bình thường đã được mô phỏng để đánh giá độ bền và điện trở tiếp xúc. Sử dụng bình thường dùng để chỉ các điều kiện sử dụng với các tải từ các hoạt động đóng/ngắt nguồn điện trong các mạch thông thường.

Các điều kiện sử dụng bình thường của role cao áp DC mà được dự kiến theo sáng chế sẽ được mô tả chi tiết. Trong các mạch DC dành cho các xe lai và tương tự, role tiên nạp thích hợp với dòng điện khởi động được lắp đặt để ngăn ngừa sự hư hỏng của các tiếp điểm của role chính của hệ thống bởi dòng điện khởi động cao ở thời điểm khi nguồn điện được bật lên. Sau khi role tiên nạp hấp thụ dòng điện khởi động cao, thì nguồn điện của role chính của hệ thống được bật lên.

Theo phương án này, phép thử độ bền tải tụ điện đã được tiến hành mà trong đó role cao áp DC có cùng kết cấu như role theo phương án thứ nhất mà trong đó vật liệu tiếp điểm trong mỗi ví dụ đã được kết hợp trong mạch kiểm tra như được thể hiện trên Fig. 3, và các hoạt động chuyển mạch của các tiếp điểm với dòng điện khởi động được giảm đi theo cách được mô tả trên đây đã được mô phỏng để đánh giá độ bền. Các điều kiện thử đối với phép thử độ bền tải tụ điện theo phương án này đã được thiết lập như sau: điện áp: DC 20V, tải dòng điện: 80A (ở thời điểm dòng khởi động)/1A (ở thời điểm ngắt) và chu kỳ chuyển mạch: 1 giây (đóng)/9 giây (ngắt). Lực tiếp xúc/lực mở của tiếp điểm di động đã được đặt bằng 75gf/125gf. Trong phép thử độ bền tải tụ điện này, số lượng các hoạt động bằng 10.000 lần đã được thiết lập làm tiêu chuẩn chấp nhận về tuổi thọ, và role mà trong đó các tiếp điểm không bị hàn trong khoảng số lần hoạt động bằng 10.000 lần được đánh giá là chấp nhận được (o), và role mà trong đó hoạt động khiếm khuyết chẳng hạn hàn tại các tiếp điểm đã xảy ra trong khoảng số lần hoạt động bằng 10.000 lần được đánh giá là không chấp nhận được (x).

Hơn nữa, theo phương án này, điện trở tiếp xúc và sự tăng nhiệt độ (lượng nhiệt phát ra) đã được đo như theo phương án thứ nhất. Sau phép thử độ bền tải tụ

điện, điện trở tiếp xúc được đo với sự thay đổi được thực hiện trong cách kết nối role tới mạch đo điện trở (DC5V30A) mà khác với mạch thử độ bền tải tụ điện. Phương pháp đo là giống như theo phương án thứ nhất. Hơn nữa, sự tăng nhiệt độ được gây nên bởi sự phát nhiệt ở tiếp điểm đã được đo trong khi đo điện trở tiếp xúc.

Trong việc đo và đánh giá trong phép thử độ bền tải tụ điện được thực hiện theo phương án này, trị số trung bình thu được với số lượng phép đo $n = 1$ tới 3 đã được chấp nhận. Bảng 7 thể hiện các kết quả đánh giá độ bền và các kết quả đo điện trở tiếp xúc và sự tăng nhiệt độ thu được theo phương án này.

[Bảng 7]

	Thành phần (% khối lượng)*1									Hàm lượng của kim loại M (% khối lượng)	Phép thử độ bền tải tụ điện				
	Ag	Zn	Sn	In	Ni	Te	Bi	Cu	Mg		Lực tiếp xúc (gf)	Lực mở (gf)	Đánh giá độ bền ngắt	Điện trở tiếp xúc (mΩ)	Phát nhiệt (°C)
Ví dụ 1		0,20	-	-	-	-	-	-	-	0,20			○	0,90	17,58
Ví dụ 2		1,00	-	-	-	-	-	-	-	1,00			○	0,86	17,24
Ví dụ 3		2,50	-	-	-	-	-	-	-	2,50			○	1,19	20,40
Ví dụ 4		5,00	-	-	-	-	-	-	-	5,00			○	1,45	21,37
Ví dụ 5		6,00	-	-	-	-	-	-	-	6,00			○	1,05	18,93
Ví dụ 6		6,50	-	-	-	-	-	-	-	6,50			○	1,22	19,65
Ví dụ 7		8,00	-	-	-	-	-	-	-	8,00			○	1,39	19,81
Ví dụ 8		0,60	0,40	-	-	-	-	-	-	1,00			○	1,09	19,49
Ví dụ 9		2,40	1,60	-	-	-	-	-	-	4,00			○	1,67	23,93
Ví dụ 10		4,80	3,20	-	-	-	-	-	-	8,00			○	1,87	24,09
Ví dụ 11		0,20	-	-	-	-	-	-	-	0,20			○	1,15	20,69
Ví dụ 12		3,00	-	-	-	-	-	-	-	3,00			○	1,50	24,01
Ví dụ 13		0,33	0,67	-	-	-	-	-	-	1,00			○	1,08	19,25
Ví dụ 14		1,50	0,50	-	-	-	-	-	-	2,00			○	1,23	20,43
Ví dụ 15		1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	2,00			○	1,17	20,28
Ví dụ 16		0,30	1,70	-	-	-	-	-	-	2,00			○	1,31	21,93
Ví dụ 17		3,90	0,10	-	-	-	-	-	-	4,00			○	1,58	23,52
Ví dụ 18		3,00	1,00	-	-	-	-	-	-	4,00			○	1,40	21,26
Ví dụ 19		2,00	2,00	-	-	-	-	-	-	4,00			○	1,67	23,64
Ví dụ 20		1,40	2,60	-	-	-	-	-	-	4,00			○	1,48	22,00
Ví dụ 21		0,60	3,40	-	-	-	-	-	-	4,00			○	1,49	22,48
Ví dụ 22		6,00	2,00	-	-	-	-	-	-	8,00			○	1,31	21,70
Ví dụ 23		4,00	4,00	-	-	-	-	-	-	8,00			○	1,41	21,47
Ví dụ 24		2,70	5,30	-	-	-	-	-	-	8,00			○	1,25	22,05
Ví dụ 25	Phần còn lại	1,00	7,00	-	-	-	-	-	-	8,00	75	125	○	1,99	26,98
Ví dụ 26		0,30	7,70	-	-	-	-	-	-	8,00			○	1,74	24,89
Ví dụ 27		0,50	-	0,10	-	-	-	-	-	0,60			○	1,24	22,48
Ví dụ 28		1,50	-	0,50	-	-	-	-	-	2,00			○	1,55	22,92
Ví dụ 29		1,00	-	1,00	-	-	-	-	-	2,00			○	1,34	21,06
Ví dụ 30		3,90	-	0,10	-	-	-	-	-	4,00			○	1,45	23,48
Ví dụ 31		3,00	-	1,00	-	-	-	-	-	4,00			○	1,24	21,46
Ví dụ 32		2,00	-	2,00	-	-	-	-	-	4,00			○	1,77	23,70
Ví dụ 33		6,00	-	2,00	-	-	-	-	-	8,00			○	1,85	26,05
Ví dụ 34		4,00	-	4,00	-	-	-	-	-	8,00			○	1,64	21,36
Ví dụ 35		4,00	-	4,00	-	-	-	-	-	8,00			○	1,69	23,54
Ví dụ 36		2,00	-	6,00	-	-	-	-	-	8,00			○	1,65	23,54
Ví dụ 37		0,50	-	-	0,50	-	-	-	-	1,00			○	1,02	18,78
Ví dụ 38		7,90	-	-	0,10	-	-	-	-	8,00			○	1,59	23,74
Ví dụ 39		6,80	-	-	1,20	-	-	-	-	8,00			○	1,27	22,45
Ví dụ 40		0,50	-	-	-	0,50	-	-	-	1,00			○	1,47	22,22
Ví dụ 41		4,50	-	-	-	1,50	-	-	-	6,00			○	1,63	23,94
Ví dụ 42		7,90	-	-	-	0,10	-	-	-	8,00			○	1,92	26,53
Ví dụ 43		0,50	-	-	-	-	0,50	-	-	1,00			○	1,69	23,29
Ví dụ 44		7,90	-	-	-	-	0,10	-	-	8,00			○	1,20	21,60
Ví dụ 45		5,70	0,10	0,10	0,10	-	-	-	-	6,00			○	1,55	24,48
Ví dụ 46		5,60	0,10	0,10	0,10	0,10	-	-	-	6,00			○	1,39	22,99
Ví dụ 47		5,80	0,10	-	-	-	0,10	-	-	6,00			○	1,32	22,58
Ví dụ 48		3,40	-	-	-	-	-	3,40	-	6,80			○	1,42	22,93
Ví dụ 49		6,00	-	-	-	-	-	-	-	6,00			○	1,10	21,67

*1: Nồng độ dựa trên tất cả các thành phần kim loại.

Bảng 7 cho thấy rằng các role cao áp DC trong các ví dụ đã được chấp nhận đối với phép thử độ bền theo tải trong khi sử dụng bình thường (số lượng

hoạt động: 10.000 lần). Hơn nữa, cả điện trở tiếp xúc lẫn sự phát nhiệt đều có các giá trị thấp theo cùng cách thức như trong các ví dụ về các phương án khác. Từ các kết quả đánh giá theo phương án này, đã khẳng định rằng các role cao áp DC trong các ví dụ, mà trong đó đã áp dụng các vật liệu tiếp điểm chứa Zn làm kim loại thiết yếu và với lượng các ôxit được giảm đi, có thể hoạt động một cách hữu ích ngay cả khi xét đến các điều kiện sử dụng thực tế trong xe lai và tương tự.

Từ các kết quả của các phương án từ thứ nhất tới thứ ba nêu trên, đã khẳng định rằng role cao áp DC theo sáng chế hoạt động một cách thích hợp dưới dạng role cao áp DC nhờ tối ưu hóa các cấu hình của các vật liệu tiếp điểm của tiếp điểm di động và tiếp điểm cố định. Role cao áp DC theo sáng chế có thể hoạt động một cách hiệu quả đối với hoạt động ngắt khi có các hoạt động bất thường trong mạch, và hoạt động một cách ổn định trong khi sử dụng bình thường.

Phương án thứ tư: Theo phương án này, các role cao áp DC mà trong đó từ lực của nam châm đập hồ quang đã được đặt bằng trung gian giữa từ lực theo phương án thứ nhất (26mT) và từ lực theo phương án thứ hai (13mT) đã được sản xuất, và các đặc tính phóng điện hồ quang thu được khi các vật liệu tiếp điểm trong các ví dụ và các ví dụ so sánh đã lần lượt được kết hợp trong đó, đã được đánh giá. Các role cao áp DC có kết cấu ngắt kép tương tự với các role theo phương án thứ nhất đã được chuẩn bị, và một nam châm neodim có mật độ từ thông bằng 200mT và một nam châm ferit có mật độ từ thông bằng 54mT đã được bố trí làm các nam châm đập hồ quang trên đường biên của tiếp điểm di động và tiếp điểm cố định. Do đó, việc sử dụng nguyên tố đất hiếm đã được giảm xuống nhờ sử dụng nam châm ferit không chứa neodim, vốn là nguyên tố đất hiếm, với cùng số lượng của các nam châm được sử dụng như theo phương án thứ nhất. Mật độ từ thông ở vị trí trung tâm trong khi tiếp xúc của các tiếp điểm là 18mT như được đo bằng gauss kế.

Sau đó, theo cùng cách thức như trong các phương án thứ nhất và thứ hai, hoạt động chuyển mạch của các tiếp điểm được thực hiện trong các điều kiện: điện áp/dòng điện: DC 360V/400 A, và lực tiếp xúc/lực mở của tiếp điểm di động:

75gf/125gf, và đặc tính phóng điện hồ quang thu được trong mỗi hoạt động được đánh giá. trị số trung bình thu được với số lượng phép đo $n = 1$ tới 15 đã được chấp nhận. Bảng 8 thể hiện các kết quả đo. Theo phương án này, các vật liệu tiếp điểm của các ví dụ 1, 2, 5, 7, 12, 25, 35, 38, 42, 44 tới 46, và 48 và các ví dụ so sánh 2, 3, 5, 9, 15 tới 18, 20, 21 và 23 đã được sử dụng.

[Bảng 8]

	Thành phần (% khối lượng)* ¹									Hàm lượng của kim loại M (% khối lượng)	Đánh giá trong role cao áp DC(18 mT)				
	Ag	Zn	Sn	In	Ni	Te	Bi	Cu	Mg		Lực tiếp xúc (gf)	Lực mở (gf)	Đánh giá độ bền ngắt	Thời khoảng hồ quang (msec.)	Năng lượng hồ quang (J)
Ví dụ 1	Phần còn lại	0,20	-	-	-	-	-	-	-	0,20	75	125	○	4,79	90,98
Ví dụ 2		1,00	-	-	-	-	-	-	-	1,00			○	5,08	92,20
Ví dụ 5		6,00	-	-	-	-	-	-	-	6,00			○	5,93	100,70
Ví dụ 7		8,00	-	-	-	-	-	-	-	8,00			○	6,13	101,48
Ví dụ 12		3,00	-	-	-	-	-	-	-	3,00			○	5,78	94,13
Ví dụ 25		1,00	7,00	-	-	-	-	-	-	8,00			○	5,71	97,95
Ví dụ 35		4,00	-	4,00	-	-	-	-	-	8,00			○	5,51	93,09
Ví dụ 38		7,90	-	-	0,10	-	-	-	-	8,00			○	5,96	95,20
Ví dụ 42		7,90	-	-	-	0,10	-	-	-	8,00			○	5,52	89,73
Ví dụ 44		7,90	-	-	-	-	0,10	-	-	8,00			○	5,81	92,55
Ví dụ 45		5,70	0,10	0,10	0,10	-	-	-	-	6,00			○	5,48	92,14
Ví dụ 46		5,60	0,10	0,10	0,10	0,10	-	-	-	6,00			○	5,92	97,12
Ví dụ 48		3,40	-	-	-	-	-	3,40	-	6,80			○	5,67	90,80
Ví dụ so sánh 2		-	3,30	1,30	0,10	0,30	-	-	-	5,00			○	6,31	104,25
Ví dụ so sánh 3		-	5,90	1,90	0,20	-	-	-	-	8,00			○	6,97	108,14
Ví dụ so sánh 5		10,80	-	-	-	-	-	-	-	10,80			○	6,60	104,96
Ví dụ so sánh 9		0,30	9,00	-	-	-	-	-	-	9,30			○	6,38	106,04
Ví dụ so sánh 15		-	0,20	-	-	-	-	-	-	0,20			○	6,25	104,43
Ví dụ so sánh 16		-	1,00	-	-	-	-	-	-	1,00			○	6,34	106,54
Ví dụ so sánh 17		-	3,00	-	-	-	-	-	-	3,00			○	6,32	104,89
Ví dụ so sánh 18		-	6,00	-	-	-	-	-	-	6,00			○	6,28	104,48
Ví dụ so sánh 20	-	5,90	-	-	-	0,10	-	-	6,00	○	6,27	104,48			
Ví dụ so sánh 21	-	8,00	-	-	-	-	-	-	8,00	○	6,68	106,82			
Ví dụ so sánh 23	100	-	-	-	-	-	-	-	0,00	×	4,14	79,77			

*1: Nồng độ dựa trên tất cả các thành phần kim loại.

Bảng 8 cho thấy rằng thời khoảng hồ quang và năng lượng hồ quang bị ngăn chặn trong các role cao áp DC sử dụng các vật liệu tiếp điểm của các ví dụ chứa Zn. Về mặt này, phương án này là giống như phương án thứ hai. Theo phương án này, khả năng áp dụng nam châm khác với nam châm đất hiếm (nam châm neodim) vào nam châm dập hồ quang được lắp trên role cao áp DC có thể

được khẳng định. Các hàm lượng theo phương án này dường như cũng hỗ trợ cho việc giảm sử dụng nguyên tố đất hiếm.

Phương án thứ năm: Theo phương án này, các role cao áp DC mà trong đó lực tiếp xúc được tăng lên với lực mở được giảm đi so với các lực này của các role cao áp DC theo các phương án từ thứ nhất tới thứ tư đã được sản xuất. Theo phương án này, các đặc tính phóng điện hồ quang của các role cao áp DC có kết cấu ngắt kép và có lực tiếp xúc/lực mở bằng 100gf/90gf đã được đánh giá. Các điều kiện đánh giá khác giống như các điều kiện theo phương án thứ nhất. Theo phương án này, các vật liệu tiếp điểm của các ví dụ 1, 2, 5, 7, 12, 25, 35, 38, 42, 44 tới 46 và 48 và các ví dụ so sánh 2, 3, 5, 9, 15 tới 18, 20 và 21 đã được sử dụng.

Ngoài ra, theo phương án này, role cao áp DC mà trong đó cả lực tiếp xúc và lực mở đều nhỏ hơn 100gf cũng đã được đánh giá để làm ví dụ tham khảo. Các vật liệu tiếp điểm của các ví dụ 1 và 2 đã được sử dụng để chế tạo các role cao áp DC có kết cấu ngắt kép mà trong đó lực của lò xo áp lực tiếp xúc và lò xo phản hồi thấp hơn lực này theo các phương án từ thứ nhất tới thứ tư (các ví dụ tham khảo 1 và 2). Sau đó, hoạt động chuyển mạch của các tiếp điểm đã được thực hiện một cách tương tự để đánh giá đặc tính phóng điện hồ quang trong mỗi hoạt động. Bảng 9 thể hiện các kết quả.

[Bảng 9]

	Thành phần (% khối lượng)*1									Hàm lượng của kim loại M (% khối lượng)	Đánh giá trong role cao áp DC				
	Ag	Zn	Sn	In	Ni	Te	Bi	Cu	Mg		Lực tiếp xúc (gf)	Lực mở (gf)	Đánh giá độ bền ngắt	Thời khoảng hồ quang (msec.)	Năng lượng hồ quang (J)
Ví dụ 1	Phần còn lại	0,20	-	-	-	-	-	-	-	0,20	100	90	○	4,35	77,32
Ví dụ 2		1,00	-	-	-	-	-	-	-	1,00			○	4,35	79,24
Ví dụ 5		6,00	-	-	-	-	-	-	-	6,00			○	5,91	89,92
Ví dụ 7		8,00	-	-	-	-	-	-	-	8,00			○	6,10	96,18
Ví dụ 12		3,00	-	-	-	-	-	-	-	3,00			○	5,39	89,22
Ví dụ 25		1,00	7,00	-	-	-	-	-	-	8,00			○	5,53	92,68
Ví dụ 35		4,00	-	4,00	-	-	-	-	-	8,00			○	5,71	86,76
Ví dụ 38		7,90	-	-	0,10	-	-	-	-	8,00			○	5,78	87,13
Ví dụ 42		7,90	-	-	-	0,10	-	-	-	8,00			○	5,74	88,16
Ví dụ 44		7,90	-	-	-	-	0,10	-	-	8,00			○	5,92	90,12
Ví dụ 45		5,70	0,10	0,10	0,10	-	-	-	-	6,00			○	5,31	88,86
Ví dụ 46		5,60	0,10	0,10	0,10	0,10	-	-	-	6,00			○	5,52	89,32
Ví dụ 48		3,40	-	-	-	-	-	3,40	-	6,80			○	5,86	89,12
Ví dụ so sánh 2		-	3,30	1,30	0,10	0,30	-	-	-	5,00			○	6,85	106,13
Ví dụ so sánh 3		-	5,90	1,90	0,20	-	-	-	-	8,00			○	6,70	106,19
Ví dụ so sánh 5		10,80	-	-	-	-	-	-	-	10,80			○	6,43	101,71
Ví dụ so sánh 9		0,30	9,00	-	-	-	-	-	-	9,30			○	6,65	101,92
Ví dụ so sánh 15		-	0,20	-	-	-	-	-	-	0,20			○	6,40	100,97
Ví dụ so sánh 16		-	1,00	-	-	-	-	-	-	1,00			○	6,58	101,87
Ví dụ so sánh 17		-	3,00	-	-	-	-	-	-	3,00			○	6,72	101,70
Ví dụ so sánh 18		-	6,00	-	-	-	-	-	-	6,00			○	6,80	105,54
Ví dụ so sánh 20		-	5,90	-	-	-	0,10	-	-	6,00			○	6,34	100,32
Ví dụ so sánh 21		-	8,00	-	-	-	-	-	-	8,00			○	6,38	101,02
Ví dụ tham khảo 1	Phần còn lại	0,20	-	-	-	-	-	-	-	0,20	75	50	×	4,57	75,44
Ví dụ tham khảo 2		1,00	-	-	-	-	-	-	-	1,00			×	4,78	74,06

*1: Nồng độ dựa trên tất cả các thành phần kim loại.

Bảng 9 cho thấy rằng cũng liên quan đến role cao áp DC mà trong đó lực tiếp xúc được tăng lên với lực mở được giảm so với các role theo phương án thứ nhất và tương tự, các role cao áp DC sử dụng các vật liệu tiếp điểm của các ví dụ có độ bền ngắt tốt, và thời khoảng hồ quang và năng lượng hồ quang bị ngăn chặn. Tham khảo các kết quả của các ví dụ tham khảo 1 và 2, khi lực tiếp xúc và lực mở của role cao áp DC là nhỏ hơn 100gf, thì độ bền ngắt là kém hơn ngay cả khi các vật liệu tiếp điểm của các ví dụ 1 và 2 được áp dụng. Mặc dù hàm lượng của kim loại M có thể là nguyên nhân, điều này hầu như chắc chắn là do lực tiếp xúc hoặc lực mở đã quá thấp (nhỏ hơn 100gf).

Phương án thứ sáu: Theo phương án này, các role cao áp DC có cùng kết cấu như role theo phương án thứ nhất mà trong đó điện áp/dòng điện đã được đặt bằng DC 200V/200A đã được sản xuất. Ngoài ra, các role cao áp DC mà trong đó lực tiếp xúc và lực mở đã được đặt cao hơn lực này theo các phương án từ thứ nhất tới thứ năm đã được sản xuất, và các đặc tính phóng điện hồ quang thu được khi các vật liệu tiếp điểm của các ví dụ và các ví dụ so sánh đã được kết hợp trong đó đã được đánh giá. Để điều chỉnh lực tiếp xúc và lực mở, các role cao áp DC có kết cấu ngắt kép tương tự với role theo phương án thứ nhất đã được chuẩn bị, và các role có lực của các lò xo áp lực tiếp xúc và các lò xo phản hồi lớn hơn đã được sử dụng. Theo phương án này, hai role cao áp DC, mà một trong số đó có lực tiếp xúc/lực mở bằng 250gf/600gf và role kia có lực tiếp xúc/lực mở bằng 500gf/1250gf, đã được sản xuất, và hoạt động chuyển mạch của các tiếp điểm đã được thực hiện trong mỗi role trong số các role này để đánh giá đặc tính phóng điện hồ quang trong mỗi hoạt động. Các điều kiện đánh giá khác giống như các điều kiện theo phương án thứ nhất. Theo phương án này, các vật liệu tiếp điểm của các ví dụ 1, 2, 5, 7, 12, 25, 35, 38, 42, 44 tới 46 và 48 và các ví dụ so sánh 2, 3, 5, 9, 15 tới 18, 20 và 21 đã được sử dụng. Các Bảng 10 và 11 thể hiện các kết quả đánh giá này.

[Bảng 10]

	Thành phần (% khối lượng)*1									Hàm lượng của kim loại M (% khối lượng)	Đánh giá trong role cao áp DC				
	Ag	Zn	Sn	In	Ni	Te	Bi	Cu	Mg		Lực tiếp xúc (gf)	Lực mở (gf)	Đánh giá độ bền ngắt	Thời khoảng hồ quang (msec.)	Năng lượng hồ quang (J)
Ví dụ 1	Phần còn lại	0,20	-	-	-	-	-	-	-	0,20	250	600	○	2,04	19,69
Ví dụ 2		1,00	-	-	-	-	-	-	-	1,00			○	2,03	19,41
Ví dụ 5		6,00	-	-	-	-	-	-	-	6,00			○	2,09	19,79
Ví dụ 7		8,00	-	-	-	-	-	-	-	8,00			○	2,07	19,86
Ví dụ 12		3,00	-	-	-	-	-	-	-	3,00			○	2,00	19,67
Ví dụ 25		1,00	7,00	-	-	-	-	-	-	8,00			○	2,14	19,62
Ví dụ 35		4,00	-	4,00	-	-	-	-	-	8,00			○	2,15	19,75
Ví dụ 38		7,90	-	-	0,10	-	-	-	-	8,00			○	2,12	19,16
Ví dụ 42		7,90	-	-	-	0,10	-	-	-	8,00			○	2,18	19,67
Ví dụ 44		7,90	-	-	-	-	0,10	-	-	8,00			○	2,16	18,53
Ví dụ 45		5,70	0,10	0,10	0,10	-	-	-	-	6,00			○	2,06	19,54
Ví dụ 46		5,60	0,10	0,10	0,10	0,10	-	-	-	6,00			○	2,01	19,85
Ví dụ 48		3,40	-	-	-	-	-	3,40	-	6,80			○	2,12	19,11
Ví dụ so sánh 2		-	3,30	1,30	0,10	0,30	-	-	-	5,00			○	2,54	20,53
Ví dụ so sánh 3		-	5,90	1,90	0,20	-	-	-	-	8,00			○	2,38	20,22
Ví dụ so sánh 5		10,80	-	-	-	-	-	-	-	10,80			○	2,48	20,81
Ví dụ so sánh 9		0,30	9,00	-	-	-	-	-	-	9,30			○	2,39	21,00
Ví dụ so sánh 15		-	0,20	-	-	-	-	-	-	0,20			○	2,31	20,20
Ví dụ so sánh 16		-	1,00	-	-	-	-	-	-	1,00			○	2,35	20,23
Ví dụ so sánh 17		-	3,00	-	-	-	-	-	-	3,00			○	2,30	20,40
Ví dụ so sánh 18		-	6,00	-	-	-	-	-	-	6,00			○	2,45	21,39
Ví dụ so sánh 20		-	5,90	-	-	-	0,10	-	-	6,00			○	2,33	20,16
Ví dụ so sánh 21		-	8,00	-	-	-	-	-	-	8,00			○	2,50	20,31

*1: Nồng độ dựa trên tất cả các thành phần kim loại.

[Bảng 11]

	Thành phần (% khối lượng) ^{*1}									Hàm lượng của kim loại M (% khối lượng)	Đánh giá trong role cao áp DC				
	Ag	Zn	Sn	In	Ni	Te	Bi	Cu	Mg		Lực tiếp xúc (gf)	Lực mở (gf)	Đánh giá độ bền ngắt	Thời khoảng hồ quang (msec.)	Năng lượng hồ quang (J)
Ví dụ 1		0,20	-	-	-	-	-	-	-	0,20			○	1,94	18,53
Ví dụ 2		1,00	-	-	-	-	-	-	-	1,00			○	2,01	19,76
Ví dụ 5		6,00	-	-	-	-	-	-	-	6,00			○	2,08	19,69
Ví dụ 7		8,00	-	-	-	-	-	-	-	8,00			○	2,09	19,40
Ví dụ 12		3,00	-	-	-	-	-	-	-	3,00			○	2,08	18,19
Ví dụ 25		1,00	7,00	-	-	-	-	-	-	8,00			○	2,11	19,71
Ví dụ 35		4,00	-	4,00	-	-	-	-	-	8,00			○	2,10	20,08
Ví dụ 38		7,90	-	-	0,10	-	-	-	-	8,00			○	2,06	18,89
Ví dụ 42		7,90	-	-	-	0,10	-	-	-	8,00			○	2,18	19,28
Ví dụ 44		7,90	-	-	-	-	0,10	-	-	8,00			○	2,11	18,66
Ví dụ 45		5,70	0,10	0,10	0,10	-	-	-	-	6,00			○	2,04	19,36
Ví dụ 46		5,60	0,10	0,10	0,10	0,10	-	-	-	6,00			○	2,03	18,54
Ví dụ 48		3,40	-	-	-	-	-	3,40	-	6,80			○	2,14	18,22
Ví dụ so sánh 2	Phần còn lại	-	3,30	1,30	0,10	0,30	-	-	-	5,00	500	1250	○	2,40	20,51
Ví dụ so sánh 3		-	5,90	1,90	0,20	-	-	-	-	8,00			○	2,56	21,08
Ví dụ so sánh 5		10,80	-	-	-	-	-	-	-	10,80			○	2,45	20,45
Ví dụ so sánh 9		0,30	9,00	-	-	-	-	-	-	9,30			○	2,36	23,12
Ví dụ so sánh 15		-	0,20	-	-	-	-	-	-	0,20			○	2,33	20,55
Ví dụ so sánh 16		-	1,00	-	-	-	-	-	-	1,00			○	2,34	20,47
Ví dụ so sánh 17		-	3,00	-	-	-	-	-	-	3,00			○	2,33	20,51
Ví dụ so sánh 18		-	6,00	-	-	-	-	-	-	6,00			○	2,43	20,53
Ví dụ so sánh 20		-	5,90	-	-	-	0,10	-	-	6,00			○	2,39	20,79
Ví dụ so sánh 21		-	8,00	-	-	-	-	-	-	8,00			○	2,46	20,81

*1: Nồng độ dựa trên tất cả các thành phần kim loại.

Tham khảo các Bảng 10 và 11, khi lực tiếp xúc và lực mở được tăng lên, thì thu được role cao áp DC có đặc tính hồ quang tốt, và thời khoảng hồ quang và năng lượng hồ quang có xu hướng giảm. Xu hướng này được thấy không chỉ khi sử dụng các vật liệu tiếp điểm của các ví dụ mà còn khi sử dụng các vật liệu tiếp điểm không chứa Zn (các ví dụ so sánh 2, 3, 15 tới 18, 20 và 21) và các vật liệu tiếp điểm có nồng độ của kim loại M cao (các ví dụ so sánh 5 và 9). Tuy nhiên, khi so sánh giữa ví dụ và ví dụ so sánh có hàm lượng của kim loại M (lượng của các ôxit) tương đương (ví dụ, Ví dụ 5 và Ví dụ so sánh 18), thì được hiểu rằng đã đạt được hiệu quả ngăn ngừa thời khoảng hồ quang bằng 10% hoặc lớn hơn và năng lượng hồ quang bằng 5% hoặc lớn hơn trong role cao áp DC mà trong đó vật liệu tiếp điểm chứa Zn được áp dụng.

Ngoài ra, liên quan đến role cao áp DC mà trong đó vật liệu tiếp điểm có hàm lượng của kim loại M cao được áp dụng, thì thời khoảng hồ quang và năng lượng hồ quang là lớn hơn các giá trị này trong các ví dụ. Mặc dù đặc tính hồ quang có thể được cải thiện bằng cách tăng lực tiếp xúc và lực mở trong role cao áp DC mà trong đó vật liệu tiếp điểm có hàm lượng của kim loại M cao được áp dụng, vấn đề phát nhiệt được gây nên bởi điện trở tiếp xúc của vật liệu tiếp điểm vẫn không được giải quyết.

Khả năng áp dụng công nghiệp

Vật liệu tiếp điểm dựa trên ôxit Ag mà được áp dụng trong role cao áp DC theo sáng chế thể hiện đặc tính phóng điện hồ quang tuyệt vời, có điện trở tiếp xúc thấp, và sinh ra lượng nhiệt nhỏ. Role cao áp DC theo sáng chế không gặp phải các vấn đề về phóng điện hồ quang và phát nhiệt ở cặp tiếp điểm, và có thể thực hiện điều khiển đóng/ngắt một cách tin cậy. Giải pháp theo sáng chế được áp dụng một cách phù hợp vào các role chính của hệ thống trong các mạch nguồn điện của các pin cao áp trong các xe lai và tương tự, các bộ điều hòa công suất trong các hệ thống cấp điện chẳng hạn thiết bị phát năng lượng mặt trời, và tương tự.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Role cao áp DC bao gồm ít nhất một cặp tiếp điểm bao gồm tiếp điểm di động và tiếp điểm cố định, role cao áp DC có điện áp định mức bằng 48V hoặc lớn hơn và còn bao gồm:

phần dẫn động mà tạo ra và truyền lực dẫn động để di chuyển tiếp điểm di động; và

phần tiếp xúc mà thực hiện việc chuyển mạch của mạch cao áp DC, trong đó

phần dẫn động bao gồm nam châm điện hoặc cuộn dây mà tạo ra lực dẫn động; khối truyền mà truyền lực dẫn động tới phần tiếp xúc; và khối định thiên mà định thiên khối truyền để đóng hoặc mở cặp tiếp điểm,

phần tiếp xúc bao gồm ít nhất một cặp tiếp điểm bao gồm tiếp điểm cố định và tiếp điểm di động mà được di chuyển bởi khối truyền của phần dẫn động; và ít nhất một đầu cực di động được hàn vào tiếp điểm di động và ít nhất một đầu cực cố định được hàn vào tiếp điểm cố định,

lực tiếp xúc và lực mở của cặp tiếp điểm, được điều chỉnh bằng thể tích và kích thước của nam châm điện hoặc cuộn dây của phần dẫn động và thể tích và kích thước của khối định thiên, bằng 100gf hoặc lớn hơn,

ít nhất một trong số tiếp điểm di động và tiếp điểm cố định chứa vật liệu tiếp điểm dựa trên ôxit Ag,

các thành phần kim loại trong vật liệu tiếp điểm bao gồm ít nhất một kim loại M chủ yếu chứa Zn, và phần còn lại là Ag và các kim loại tạp không tránh được,

vật liệu tiếp điểm có hàm lượng của kim loại M bằng 0,2% theo khối lượng hoặc lớn hơn và 8% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn tính trên tổng khối lượng của tất cả các thành phần kim loại của vật liệu tiếp điểm,

vật liệu tiếp điểm có kết cấu vật liệu mà trong đó một hoặc nhiều loại ôxit của kim loại M được phân tán trong nền bao gồm Ag hoặc hợp kim Ag, và

các ôxit có cỡ hạt trung bình bằng $0,01\mu\text{m}$ hoặc lớn hơn và $0,4\mu\text{m}$ hoặc nhỏ hơn.

2. Role cao áp DC theo điểm 1, trong đó:

vật liệu tiếp điểm còn chứa ít nhất một trong số Sn, In, Ni, Te, Bi và Cu là kim loại M, và

hàm lượng của kim loại M là 0,2% theo khối lượng hoặc lớn hơn và 8,0% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn tính trên tổng khối lượng của tất cả các thành phần kim loại của vật liệu tiếp điểm.

3. Role cao áp DC theo điểm 1 hoặc 2, trong đó các ôxit trên mặt cắt tùy ý của vật liệu tiếp điểm có tỷ lệ diện tích bằng 0,1% hoặc lớn hơn và 20% hoặc nhỏ hơn.

4. Vật liệu tiếp điểm dành cho role cao áp DC, vật liệu tiếp điểm này là vật liệu tiếp điểm dựa trên ôxit Ag để tạo thành ít nhất bề mặt của ít nhất một trong số tiếp điểm di động và tiếp điểm cố định của role cao áp DC, role cao áp DC này có điện áp định mức bằng 48V hoặc lớn hơn, trong đó:

role cao áp DC bao gồm phần dẫn động mà tạo ra và truyền lực dẫn động để di chuyển tiếp điểm di động; và

phần tiếp xúc mà thực hiện việc chuyển mạch của mạch cao áp DC, trong đó trong role cao áp DC,

phần dẫn động bao gồm nam châm điện hoặc cuộn dây mà tạo ra lực dẫn động; khối truyền mà truyền lực dẫn động tới phần tiếp xúc; và khối định thiên mà định thiên khối truyền để đóng hoặc mở cặp tiếp điểm,

phần tiếp xúc bao gồm ít nhất một cặp tiếp điểm bao gồm tiếp điểm cố định và tiếp điểm di động mà được di chuyển bởi khối truyền của phần dẫn động; và ít nhất một đầu cực di động được hàn vào tiếp điểm di động và ít nhất một đầu cực cố định được hàn vào tiếp điểm cố định,

ít nhất một trong số lực tiếp xúc và lực mở của cặp tiếp điểm, được điều chỉnh bằng thể tích và kích thước của nam châm điện hoặc cuộn dây của phần dẫn động và thể tích và kích thước của khối định thiên, bằng 100gf hoặc lớn hơn, trong đó

các thành phần kim loại trong vật liệu tiếp điểm bao gồm ít nhất một kim loại M chủ yếu chứa Zn, và phần còn lại là Ag và các kim loại tạp không tránh được,

vật liệu tiếp điểm có hàm lượng của kim loại M là 0,2% theo khối lượng hoặc lớn hơn và 8% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn tính trên tổng khối lượng của tất cả các thành phần kim loại của vật liệu tiếp điểm,

vật liệu tiếp điểm có kết cấu vật liệu mà trong đó một hoặc nhiều loại ôxit của kim loại M được phân tán trong nền bao gồm Ag hoặc hợp kim Ag, và

các ôxit có cỡ hạt trung bình bằng 0,01 μ m hoặc lớn hơn và 0,4 μ m hoặc nhỏ hơn.

5. Vật liệu tiếp điểm dành cho role cao áp DC theo điểm 4, trong đó:

ít nhất một trong số Sn, In, Ni, Te, Bi và Cu còn được chứa dưới dạng kim loại M, và

hàm lượng của kim loại M bằng 0,2% theo khối lượng hoặc lớn hơn và 8% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn tính trên tổng khối lượng của tất cả các thành phần kim loại của vật liệu tiếp điểm.

6. Vật liệu tiếp điểm dành cho role cao áp DC theo điểm 4 hoặc 5, trong đó tỷ lệ diện tích của các ôxit trên mặt cắt tùy ý bằng 0,1% hoặc lớn hơn và 20% hoặc nhỏ hơn.

Fig. 1

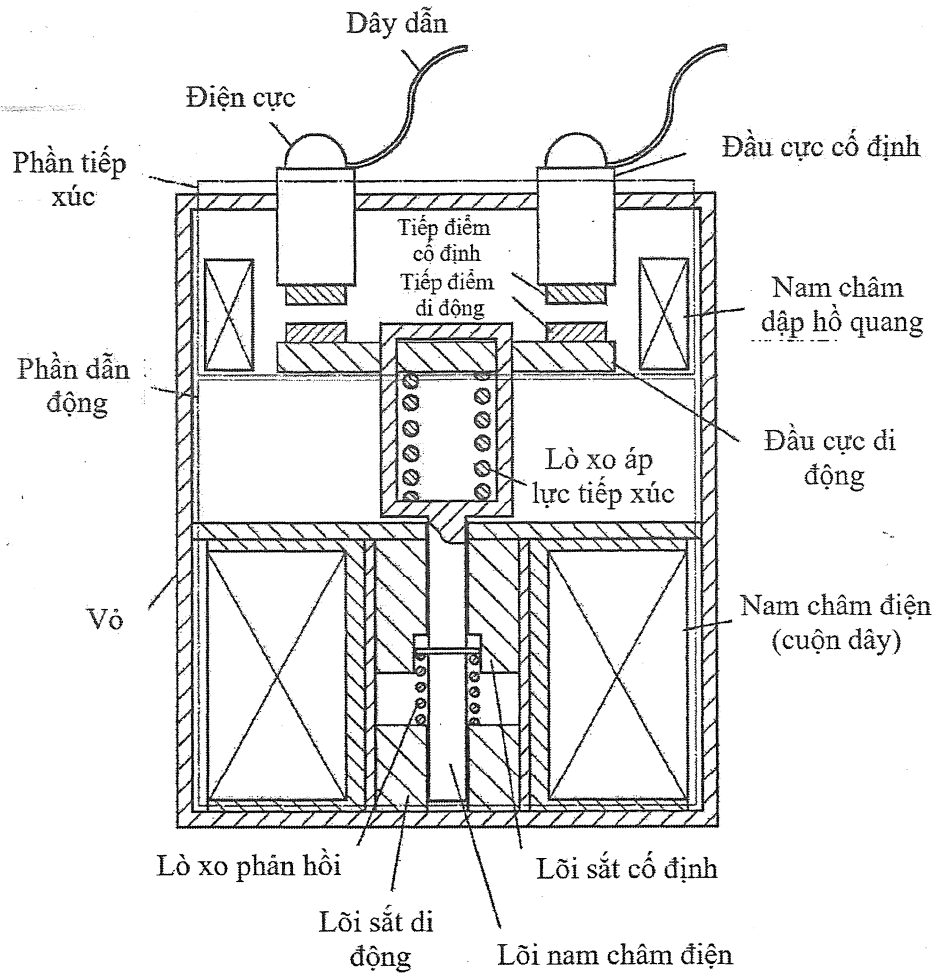
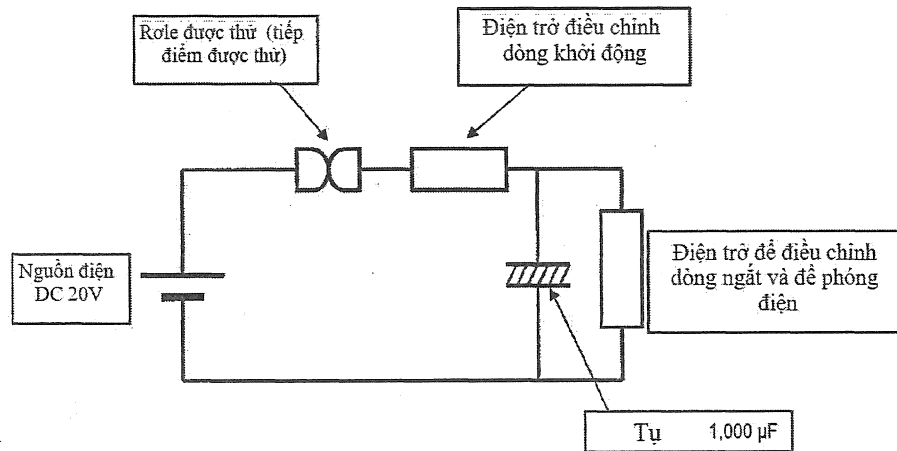


Fig. 3



Điện áp	Dòng điện tải	Số lần hoạt động	Chu kỳ chuyển mạch
DC20V	Khởi động 80A/Ngắt 1A	10.000 lần	1sON/9sOFF