



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0027911

(51)⁷ C22C 9/00; C22C 1/05; F16D 69/02;
B61H 5/00; C22C 32/00

(13) B

(21) 1-2013-03393

(22) 28/03/2012

(86) PCT/JP2012/058102 28/03/2012

(87) WO 2012/133513 A1 04/10/2012

(30) 2011-075343 30/03/2011 JP

(45) 25/04/2021 397

(43) 27/01/2014 310A

(73) NIPPON STEEL CORPORATION (JP)

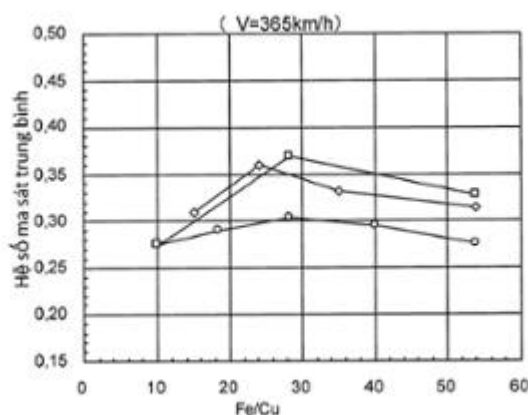
6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8071, Japan

(72) ISHIMOTO, Fumio (JP); KATSUKI, Futoshi (JP); ASABE, Kazutaka (JP);
KANDA, Osamu (JP).

(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) VẬT LIỆU MA SÁT THIÊU KẾT DÙNG CHO ĐƯỜNG SẮT CAO TỐC

(57) Sáng chế đề cập đến vật liệu ma sát thiêu kết dùng cho đường sắt cao tốc thể hiện lực hãm lớn, và có độ ổn định lực hãm tuyệt vời ở nhiệt độ cao. Vật liệu ma sát thiêu kết theo sáng chế bao gồm thành phần hóa học chứa (tính theo % khối lượng): Fe chiếm 7,5% hoặc lớn hơn, Cu chiếm từ 50% hoặc lớn hơn, graphit chiếm từ 5 đến 15%, molybden disulfua chiếm từ 0,3 đến 7%, và silic oxit chiếm từ 0,5 đến 10%, trong đó Fe/Cu nằm trong khoảng từ 0,15 đến 0,40.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến vật liệu ma sát thiêu kết hữu ích trong việc làm vật liệu lót phanh và vật liệu đệm phanh đĩa được sử dụng trong phương tiện đường sắt cao tốc.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Việc di chuyển với tốc độ cao hơn 300 km/giờ là phổ biến ở các đường sắt cao tốc trên thế giới, như ICE Đức và TGV Pháp. Ở Nhật Bản, mỗi công ty của tập đoàn đường sắt Nhật Bản đã có nhiều nỗ lực to lớn để nâng cao tốc độ di chuyển của Shinkansen. Để nâng cao tốc độ di chuyển, các phanh tàu có thể hãm phanh một cách chính xác ngay cả khi đoàn tàu đang di chuyển với tốc độ cao là không thể thiếu. Cụ thể là, Nhật Bản là nơi có các rủi ro cao về thiên tai như các trận động đất, cần thiết phải nâng cao hiệu quả và độ ổn định của các phanh tàu để dừng tàu một cách chính xác trong khoảng cách ngắn ngay cả khi hệ thống hãm tái sinh bị mất chức năng.

Các vật liệu thiêu kết khác nhau được bộc lộ là các vật liệu được sử dụng trong các vật liệu lót phanh, các vật liệu đệm phanh đĩa, v.v. (xem các tài liệu sáng chế từ 1 đến 8). Hầu hết các vật liệu thiêu kết thông thường bao gồm các vật liệu thiêu kết kim loại được sản xuất bằng cách bổ sung các hạt cứng (các loại gốm như silic oxit) để tạo ra tác động cơ học (tác động chà xát) và đảm bảo hệ số ma sát thích hợp (được gọi là COF, μ), nhưng một vài vật liệu lót phanh thông thường được sản xuất bằng cách bổ sung các thành phần như Fe vào các vật liệu lót phanh để nâng cao hệ số ma sát.

Ví dụ, tài liệu sáng chế 7 bộc lộ giải pháp liên quan trực tiếp đến vật liệu ma sát thiêu kết trên cơ sở đồng bao gồm từ 55% đến 80% trọng lượng kim loại nền và từ 20% đến 45% trọng lượng chất đệm, như chất bôi trơn và vật liệu điều chỉnh ma sát. Kim loại nền bao gồm từ 0,5% đến 15% trọng lượng bột thiếc, từ 0,1% đến 30% trọng lượng bột kẽm, từ 5% đến 25% trọng lượng bột niken, từ 5% đến 25% trọng lượng bột sắt, từ 0,1% đến 20% trọng lượng bột thép không gỉ, lượng còn lại bao gồm bột đồng. Trong đó:

(1) tổng lượng bột sắt và bột thép không gỉ nằm trong khoảng từ 8% đến 28% trọng lượng, và

(2) bột sắt là bột sắt điện phân có đường kính hạt nằm trong khoảng từ 40 μm đến 150 μm , và được trải qua xử lý nhiệt trong khoảng từ 600°C đến 1200°C trong môi trường khí hydro hoặc khí amoniac (khí AX)."

Sáng chế được bộc lộ trong tài liệu sáng chế 7 cho thấy rằng nếu bột sắt điện phân và bột thép không gỉ được sử dụng kết hợp, thì thành phần sắt hoạt động như thành phần làm cản trở sự thiêu kết, do đó gây ra các lỗ hổng ở gần thành phần sắt của pha nền. Các lỗ hổng tác động lại tương tự các lỗ rỗng trong vật liệu ma sát, hoặc vật liệu mài, và góp phần vào sự ổn định ma sát trong khi hãm phanh đột ngột.

Tài liệu sáng chế 8 mô tả giải pháp liên quan trực tiếp đến "vật liệu ma sát thiêu kết có nền kim loại, vật liệu mài, và chất bôi trơn. Chất nền bao gồm từ 25% đến 50% thể tích gang, và từ 1% đến 7% thể tích đồng". Trong giải pháp được mô tả trong tài liệu sáng chế 8, vật liệu thiêu kết trên cơ sở Fe được sử dụng thay cho vật liệu thiêu kết trên cơ sở Cu thông thường, do đó nâng cao khả năng ma sát trong khi hãm phanh ở nhiệt độ cao.

Danh mục tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế 1: JP60-106932A

Tài liệu sáng chế 2: JP63-109131A

Tài liệu sáng chế 3: JP2-10857A

Tài liệu sáng chế 4: JP3-68091A

Tài liệu sáng chế 5: JP6-45837A

Tài liệu sáng chế 6: JP7-65132A

Tài liệu sáng chế 7: JP2006-16680A

Tài liệu sáng chế 8: JP2007-126738A

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Các vấn đề cần được giải quyết bởi sáng chế

Bất kỳ thành phần và cấu trúc nào của vật liệu lót phanh không được thiết kế dựa vào sự hiểu biết về cơ chế trượt giữa đĩa phanh và lớp lót thì không có

trong các hình vẽ nêu trên, trong đó việc thiết kế được hoàn thành nhờ kinh nghiệm. Cơ chế gây ra lực hãm do hoạt động chà xát của các hạt cứng không nhìn thấy được để ứng dụng thiết kế vật liệu ma sát cho các đường sắt cao tốc chạy từ 350 km/giờ trở lên, mà gây ra các vấn đề về an toàn. Ngoài ra, nó được giả định rằng để thu được lực hãm lớn hơn do hoạt động chà xát của các hạt cứng thì cần số lượng các hạt cứng lớn hơn, và kết quả là chi phí sản xuất tăng lên đáng kể.

Theo giải pháp mô tả trong tài liệu sáng chế 7, như được thể hiện trong Bảng 1 trong ví dụ, hàm lượng Cu không được quá mức 41% khối lượng trong toàn bộ vật liệu thiêu kết, và do đó tính dẫn nhiệt thích hợp có thể không được đảm bảo. Theo giải pháp bộc lộ trong tài liệu sáng chế 8, vật liệu thiêu kết trên cơ sở Fe chứa Fe lớn hơn Cu được sử dụng, và vật liệu này tương tự vật liệu của chi tiết đệm, như đĩa phanh; do đó độ mài mòn do lực hãm trở nên rất lớn.

Mục đích của sáng chế là đề xuất vật liệu ma sát thiêu kết dùng cho đường sắt cao tốc có COF cao, và độ bền mài mòn tuyệt vời dựa trên vật liệu thép của chi tiết đệm (ví dụ như đĩa phanh).

Phương tiện giải quyết vấn đề

Các tác giả sáng chế đã nghiên cứu cụ thể trên vật liệu ma sát thiêu kết có trong lớp lót được sử dụng cho đĩa làm từ thép đã luyện hoặc phôi thép. Các tác giả sáng chế xác nhận rằng trong trường hợp lớp lót có bột Fe, trong lớp lót và đĩa đối diện gắn vào nhau thông qua phản ứng của Fe trong cả hai vật liệu ma sát. Điều này giúp thu được COF cao. Tác động làm tăng độ kết dính giữa các kim loại thành phần tương tự, hoặc giữa các kim loại eutecti trong khi hãm phanh được biết đến là “hiệu quả tiếp xúc kim loại thành phần tương đồng” trong lĩnh vực ma sát học, và được xem là bất lợi đối với các sản phẩm cơ khí do hiện tượng kẹt. Mặt khác, thấy rằng việc bổ sung Fe vào vật liệu kim loại làm tăng COF. Độ ma sát lớn như vậy làm tăng nhiệt độ trong khi hãm phanh và làm giảm độ bền mài mòn.

Các tác giả sáng chế đã tiến hành nhiều nghiên cứu để giải quyết các vấn đề thông thường nêu trên, và do đó đã tìm ra rằng việc bổ sung một lượng Fe thích hợp vào vật liệu ma sát thực sự làm tăng COF và việc chấp nhận Cu ở pha kim loại gốc ngăn ngừa việc tăng nhiệt độ quá mức gây ra do việc bổ sung Fe do tính

dẫn nhiệt cao. Điều đó dẫn đến việc nâng cao tính ổn định của lực hãm ở nhiệt độ cao.

Các hình vẽ 1, 2, và 3 được bộc lộ trong ví dụ 1 thể hiện mối quan hệ giữa COF trung bình và giá trị Fe/Cu trong điều kiện thử nghiệm hãm phanh ở lần lượt các tốc độ 160 km/giờ, 325 km/giờ, và 360 km/giờ. Trong các hình vẽ, các biểu tượng "O", "◇" và "□" thể hiện dữ liệu của các vật liệu được thiêu kết lần lượt ở các nhiệt độ 950, 1030 và 1030°C. Thành phần hóa học của các vật liệu được thể hiện trong Bảng 1 của ví dụ được mô tả dưới đây.

Như được thể hiện trên Fig.1, trong trường hợp thử nghiệm ở tốc độ 160 km/giờ, COF trung bình tăng lên cùng với sự gia tăng giá trị Fe/Cu. Như được thể hiện trên Fig.2, tuy nhiên, trong trường hợp thử nghiệm ở tốc độ 325 km/giờ, COF trung bình có xu hướng nhỏ hơn khi giá trị Fe/Cu lớn hơn. Như được thể hiện trên Fig.3, trong trường hợp thử nghiệm ở tốc độ 365 km/giờ, COF trung bình nhỏ đi đáng kể trong khoảng giá trị Fe/Cu. Như được thể hiện trên các hình vẽ, có thể hiểu rằng với việc tăng giá trị Fe/Cu thì COF trung bình tăng ở tốc độ 160 km/giờ. Nhưng việc tăng giá trị Fe/Cu thì COF trung bình giảm xuống ở tốc độ 350 km/giờ mà là vận tốc tối đa được mong đợi ở các đường sắt cao tốc tương lai. Do đó giá trị Fe/Cu quá lớn phần nào làm giảm COF trung bình và dẫn đến lực hãm nhỏ hơn.

Dựa vào các kết quả nêu trên, sáng chế đã được thực hiện. Bản chất của sáng chế được mô tả bởi vật liệu ma sát thiêu kết theo các mục từ (A) đến (E) dưới đây.

(A) Vật liệu ma sát thiêu kết dùng cho đường sắt cao tốc chứa, tính theo % khối lượng, Fe chiếm 7,5% hoặc lớn hơn, Cu chiếm 50% hoặc lớn hơn, graphit chiếm từ 5% đến 15%, molybden disulfua chiếm từ 0,3% đến 7%, và silic oxit chiếm từ 0,5% đến 10%, trong đó Fe/Cu nằm trong khoảng từ 0,15 đến 0,40.

(B) Vật liệu ma sát thiêu kết dùng cho đường sắt cao tốc có thành phần hóa học được mô tả trong mục (A) nêu trên, trong đó mối quan hệ giữa lượng mài mòn trung bình (được ký hiệu là "M") và COF trung bình (được ký hiệu là "F") của vật liệu ma sát thiêu kết thỏa mãn công thức sau:

$$M \leq 38,2 \times F + 0,345$$

Công thức này thu được từ thử nghiệm độ mài mòn gồm các bước sau:

chuẩn bị bốn cặp lớp lót, mỗi tấm có chiều dài là 55 mm, chiều rộng là 38 mm, và độ dày là 15 mm;

đặt bốn cặp lớp lót trên đĩa phanh làm từ thép đã luyện có đường kính ngoài là 400 mm, và độ dày là 20 mm, ở đó bốn cặp lớp lót được đặt ở các vị trí bán kính 170 mm kéo dài theo hướng kính của đĩa phanh với các khoảng cách không đổi theo hướng trục quay của đĩa phanh; và

ép bốn cặp lớp lót trên cả hai mặt của đĩa phanh với lực ép là 2,24 kN để hãm tốc độ quay ban đầu của bánh xe ở tốc độ 365 km/giờ.

(C) Vật liệu ma sát thiêu kết dùng cho đường sắt cao tốc theo mục (A) hoặc (B), trong đó bột gỉ sắt mài được sử dụng làm bột Fe.

(D) Vật liệu ma sát thiêu kết dùng cho đường sắt cao tốc theo mục bất kỳ trong số các mục từ (A) đến (C), trong đó vật liệu ma sát thiêu kết có trọng lượng riêng là 4,6 hoặc lớn hơn.

(E) Vật liệu ma sát thiêu kết dùng cho đường sắt cao tốc theo mục bất kỳ trong số các mục từ (A) đến (D), trong đó nhiệt độ thiêu kết bằng hoặc cao hơn 1000°C.

Hiệu quả của sáng chế

Vật liệu ma sát thiêu kết dùng cho đường sắt cao tốc theo sáng chế thể hiện lực hãm lớn và tính ổn định tuyệt vời của lực hãm ở nhiệt độ cao. Do đó, vật liệu ma sát thiêu kết dùng cho đường sắt cao tốc theo sáng chế phù hợp cho lớp lót hãm phanh đường sắt cao tốc mà lực hãm lớn nhất được yêu cầu trong số các phương tiện giao thông chẳng hạn.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 thể hiện mối quan hệ giữa hệ số ma sát trung bình và giá trị Fe/Cu trong thử nghiệm ở tốc độ 160 km/giờ.

Fig.2 thể hiện mối quan hệ giữa hệ số ma sát trung bình và giá trị Fe/Cu trong thử nghiệm ở tốc độ 325 km/giờ.

Fig.3 thể hiện mối quan hệ giữa hệ số ma sát trung bình và giá trị Fe/Cu trong thử nghiệm ở tốc độ 365 km/giờ.

Fig.4 thể hiện mối quan hệ giữa lượng mài mòn trung bình và giá trị Fe/Cu trong thử nghiệm ở tốc độ 160 km/giờ.

Fig.5 thể hiện mối quan hệ giữa lượng mài mòn trung bình và giá trị Fe/Cu trong thử nghiệm ở tốc độ 325 km/giờ.

Fig.6 thể hiện mối quan hệ giữa lượng mài mòn trung bình và giá trị Fe/Cu trong thử nghiệm ở tốc độ 365 km/giờ.

Fig.7 thể hiện mối quan hệ giữa lượng mài mòn trung bình và hệ số ma sát trung bình trong thử nghiệm ở tốc độ 365 km/giờ.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây, phần mô tả sẽ thể hiện phương án của sáng chế bằng cách sử dụng ví dụ trong đó vật liệu ma sát thiêu kết của sáng chế được ứng dụng cho lớp lót hãm phanh. Mỗi thành phần chứa trong vật liệu ma sát thiêu kết đều liên quan đến nhau, và ảnh hưởng lẫn nhau về đặc tính ma sát của nó; do đó, không phải lúc nào cũng thích hợp để thảo luận riêng lý do giới hạn mỗi thành phần, nhưng lý do thông thường cho sự giới hạn như vậy sẽ được đề cập dưới đây. Kí hiệu phần trăm "%" dùng cho mỗi thành phần chỉ báo "% theo khối lượng" trong phần mô tả sau.

1. Vật liệu kim loại

Cu: 50% hoặc lớn hơn

Cu là thành phần có tính dẫn nhiệt cao, và dùng làm kim loại gốc của vật liệu ma sát thiêu kết trong sáng chế. Để thu được vật thiêu kết trên cơ sở Cu, hàm lượng Cu nên chiếm 50% hoặc lớn hơn. Giới hạn trên của hàm lượng Cu có thể được xác định liên quan đến các thành phần bổ sung, và nó không bị giới hạn ở một con số cụ thể, nhưng tốt hơn là 67% hoặc nhỏ hơn.

[0024]

Fe: 7,5% hoặc lớn hơn

Fe là thành phần thể hiện "hiệu quả tiếp xúc kim loại thành phần tương đồng" liên quan đến đĩa thép. Để tạo nên hiệu quả này, hàm lượng Fe nên chiếm 7,5% hoặc lớn hơn. Hàm lượng Fe không có giới hạn trên cụ thể, nhưng hàm lượng Fe quá mức có thể làm giảm độ bền mài mòn trong trường hợp nhiệt độ thiêu kết không thích hợp. Do đó, tốt hơn là thiết đặt hàm lượng Fe là 63% hoặc

nhỏ hơn.

Hàm lượng Fe không đủ so với hàm lượng Cu có thể dẫn đến COF không thích hợp, hoặc làm giảm độ bền mài mòn. Do đó, tỉ lệ khối lượng giữa Fe và Cu (Fe/Cu) nên là 0,15 hoặc lớn hơn. Mặt khác, Fe/Cu quá mức dễ làm mất các hạt Fe, mà nó phần nào làm giảm COF. Do đó, Fe/Cu được thiết đặt là 0,40 hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn là thiết đặt Fe/Cu từ 0,36 hoặc nhỏ hơn.

Để đạt được độ thiêu kết thích hợp hơn, hoặc phân tán Fe đồng đều để thắng lực ma sát, tốt hơn là sử dụng bột Fe có đường kính hạt là 45 μm hoặc nhỏ hơn làm vật liệu thô của vật liệu ma sát thiêu kết. Bột Fe có đường kính hạt quá nhỏ làm tăng diện tích bề mặt của nó trên đơn vị thể tích, vì vậy các hạt có thể bị kết tụ, làm giảm cả tính thiêu kết và sự phân tán đồng đều; do đó tốt hơn là thiết đặt đường kính hạt là 5 μm hoặc lớn hơn.

Theo giải pháp được mô tả trong tài liệu sáng chế 7, bột Fe trước đó được trải qua xử lý nhiệt trong môi trường khí hydro hoặc khí amoniac (khí AX) được sử dụng, và bột Fe được xử lý theo cách thức này ngăn ngừa sự thiêu kết, như được mô tả trong tài liệu sáng chế 7. Do đó, tốt nhất là sử dụng bột gỉ sắt mài như bột Fe có thể được bổ sung làm nguyên liệu thô của vật liệu ma sát thiêu kết, thay vì bột Fe được xử lý theo cách thức này.

Thành phần bất kỳ nào cũng có thể được dùng trong nền kim loại bao gồm trong vật liệu ma sát thiêu kết đến mức mà thành phần chứa lượng Fe và Cu định trước. Ví dụ, các thành phần khác với Fe và Cu, như Cr và Mo, có thể được bổ sung vào cùng Fe và Cu để tăng cường độ bền.

2. Các chất bổ sung khác

Graphit: từ 5% đến 15%

Graphit trở nên hữu ích trong việc ngăn ngừa sự bám dính giữa đĩa và lớp lót, và tăng cường độ ổn định của COF và độ bền mài mòn nếu graphit được bố trí giữa đĩa và lớp lót. Hàm lượng graphit nên lớn hơn 5% để đạt được hiệu quả này. Mặt khác, hàm lượng của nó lớn hơn 15% làm giảm độ bền vật liệu của vật thiêu kết.

Molypden disulfua: từ 0,3% đến 7%

Molypden disulfua (MoS_2) hữu ích đối với tính ổn định của COF và tăng cường độ bền mài mòn, tương tự graphit, và có tác dụng ngăn ngừa cái gọi là "tiếng ồn của phanh", và cũng có hiệu quả tạo ra tính chất trượt trong trường hợp tải cao. Các hiệu quả này không thể có được nếu hàm lượng MoS_2 nhỏ hơn 0,3%. Hàm lượng MoS_2 lớn hơn 7% làm giảm đáng kể độ bền vật liệu của vật thiêu kết, và cản trở độ bền mài mòn.

Silic oxit: từ 0,5% đến 10%

Silic oxit (SiO_2) có tác dụng loại bỏ lớp màng oxit tạo ra trên bề mặt của đĩa của chi tiết đệm được gọi là "hiệu quả chà xát", và tạo ra sự bám dính ổn định của Fe giữa đĩa và lớp lót, do đó đảm bảo lực ma sát. Hàm lượng SiO_2 nhỏ hơn 0,5% không đạt được hiệu quả bám dính, và hàm lượng lớn hơn 10% có thể có hại và làm nhám bề mặt đĩa.

Vật liệu ma sát thiêu kết có thể bao gồm các thành phần trên. Các thành phần khác nêu trên thường được bổ sung vào vật liệu ma sát thiêu kết cũng có thể chứa trong đó. Ví dụ, thành phần chất bôi trơn như vonfram disulfua, bismut, và antimon, và hợp chất như alumin, mulit, silic nitrat, và cát ziricon có thể chứa trong đó. Vật liệu ma sát thiêu kết của sáng chế tốt hơn là có khối lượng riêng là 4,6 hoặc lớn hơn để đạt được độ bền thích hợp.

3. Phương pháp sản xuất vật liệu ma sát thiêu kết

Vật liệu ma sát thiêu kết của sáng chế có thể được sản xuất bởi phương pháp sản xuất thông thường, ví dụ, trộn bột Fe và các chất khác với bột Cu, và nén chặt và thiêu kết chúng. Thay vì trộn lẫn bột Cu và bột Fe, bột hợp kim Fe-Cu được sản xuất bằng cách tán nhỏ hoặc tương tự có thể được sử dụng.

Việc bổ sung bột Fe vào bột Cu cho phép pha Fe có nguy cơ tăng nhiệt độ trong khi hãm phanh liên quan đến pha Cu thể hiện tính dẫn nhiệt cao, vì vậy có thể tăng cường tính ổn định hãm phanh ở nhiệt độ cao, và củng cố pha Cu trong cùng thời gian, do đó tăng cường độ bền mài mòn.

Trong lớp lót cho đường sắt cao tốc, bề mặt của nó nóng chảy do nhiệt ma sát trong khi hãm phanh. Điều này có nghĩa rằng lớp lót bị đốt nóng ở nhiệt độ xấp xỉ điểm nóng chảy của Cu, Cu có điểm nóng chảy thấp nhất (1083°C) trong các hạt cấu tạo lớp lót trong khi hãm phanh. Các đặc tính mài mòn của vật thiêu

kết bị ảnh hưởng do độ bền ngồng trục của vật thiêu kết, và nếu sự khác nhau trong sự giãn nở nhiệt giữa các hạt liên kết lớn, thì vật thiêu kết có thể bị nứt do sự biến dạng gây ra do sự giãn nở nhiệt không đồng đều. Trong sáng chế, các hạt Fe và các hạt Cu có sự khác biệt lớn về độ giãn nở nhiệt (hệ số giãn nở nhiệt ở điều kiện phòng là $11,7 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ đối với Fe, và $16,5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ đối với Cu) được sử dụng. Do đó, sẽ hữu hiệu khi thiết đặt nhiệt độ thiêu kết gần với điểm nóng chảy của Cu nhất có thể, và tốt hơn là thiết đặt nhiệt độ này ở 1000°C hoặc cao hơn. Kết cấu này cho phép cấu trúc của vật thiêu kết chống lại sự biến dạng gây ra do sự giãn nở nhiệt trong khi hãm phanh, do đó nâng cao độ bền mài mòn. Trong khi đó, việc thiêu kết ở nhiệt độ quá cao không thu được hiệu quả tương xứng với chi phí. Do đó, tốt hơn là thiết đặt giới hạn trên của nhiệt độ thiêu kết ở 1083°C không vượt quá điểm nóng chảy của Cu.

Vật thiêu kết được sản xuất được cắt theo kích thước định trước bằng máy phóng điện thông thường, và được lắp vào hệ thống phanh để sử dụng làm lớp lót phanh.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Ví dụ 1

Sau khi trộn các loại bột vật liệu thô được thể hiện trong Bảng 1, các loại vật liệu được thiêu kết theo quy trình được thể hiện trong Bảng 1. Độ bền, độ cứng, và khối lượng riêng của mỗi loại vật liệu ma sát thiêu kết được sản xuất được xác định theo phương pháp sau. Kết quả của nó cũng được mô tả trong Bảng 2. Bột vật liệu thô, CE-15 của Fukuda Metal Foil & Powder Co., LTD (bột Cu điện phân, đường kính hạt lớn nhất là $75\text{ }\mu\text{m}$) được sử dụng làm Cu, ASC300 của Höganäs AB (bột gỉ sắt mài, được tận dụng, đường kính hạt lớn nhất là $45\text{ }\mu\text{m}$) được sử dụng làm Fe, CRE03PB của Japan Pure Chemical Co., Ltd. (đường kính hạt lớn nhất là $63\text{ }\mu\text{m}$) được sử dụng làm Cr, MOE02PB của Japan Pure Chemical Co., Ltd. (đường kính hạt lớn nhất là $63\text{ }\mu\text{m}$) được sử dụng làm Mo, SGP-100 của SEC Carbon Ltd. (graphit nhân tạo phẳng, đường kính hạt trung bình là $120\text{ }\mu\text{m}$) được sử dụng làm graphit, 010-51125 của Kishida Chemical Co., Ltd. được sử dụng làm MoS_2 , và SIO08PB của Japan Pure Chemical Co., Ltd. (đường kính hạt trung bình là $4\text{ }\mu\text{m}$) được sử dụng làm SiO_2 một cách tương ứng.

Độ bền

Phù hợp với JIS R1601:2008, các mẫu thử đã điều chế được thể hiện trên Fig.2 của phần "5.1 Hình dạng và kích thước của mẫu thử" của phần "5. Mẫu thử", và độ bền được xác định bằng cách sử dụng dụng cụ dùng cho thử nghiệm uốn cong ba điểm quay được thể hiện trên Fig.1a của phần "4.2 Dụng cụ thử nghiệm" của phần "4. Thiết bị và công cụ".

Độ cứng

Độ cứng Micro Vickers (trọng tải là 50g, MHv là 50) được xác định cho độ cứng. Không có phương pháp xác định độ cứng nào được tiến hành theo các mẫu thử số 2 và số 4.

Khối lượng riêng

Phương pháp xác định khối lượng riêng được tiến hành theo phương pháp Acsimet.

Các kết quả xác định được thể hiện trên Bảng 2.

Bảng 1

STT	Thành phần hóa học (% khối lượng)							Fe/Cu	Nhiệt độ thiêu kết (°C)	Ghi chú
	Cu	Fe	Cr	Mo	Graph it	MoS ₂	SiO ₂			
1	50,0	27,0	7,5	1,0	12,5	1,5	0,5	0,540	950	Ví dụ so sánh
2	55,0	22,0	7,5	1,0	12,5	1,5	0,5	0,400	950	Ví dụ theo sáng chế
3	60,0	17,0	7,5	1,0	12,5	1,5	0,5	0,280	950	Ví dụ theo sáng chế
4	65,0	12,0	7,5	1,0	12,5	1,5	0,5	0,185	950	Ví dụ theo sáng chế
5	70,0	7,0	7,5	1,0	12,5	1,5	0,5	0,100	950	Ví dụ so sánh
6	50,0	27,0	7,5	1,0	12,5	1,5	0,5	0,540	1,000	Ví dụ so sánh
7	57,0	20,0	7,5	1,0	12,5	1,5	0,5	0,351	1,000	Ví dụ theo sáng chế
8	62,0	15,0	7,5	1,0	12,5	1,5	0,5	0,242	1,000	Ví dụ theo sáng chế
9	67,0	10,0	7,5	1,0	12,5	1,5	0,5	0,149	1,000	Ví dụ so sánh
10	50,0	27,0	7,5	1,0	12,5	1,5	0,5	0,540	1,030	Ví dụ so sánh
11	60,0	17,0	7,5	1,0	12,5	1,5	0,5	0,283	1,030	Ví dụ theo sáng chế
12	70,0	7,0	7,5	1,0	12,5	1,5	0,5	0,100	1,030	Ví dụ so sánh

* Nghĩa là không đáp ứng phạm vi yêu cầu

Bảng 2

STT	Độ bền uốn cong	Độ cứng	Khối lượng riêng	Ghi chú
	(MPa)	(MHv50)	(g/cm ³)	
1	59,6	89,2	4,9	Ví dụ so sánh
2	68,3	-	4,9	Ví dụ theo sáng chế
3	66,6	87,8	4,8	Ví dụ theo sáng chế
4	65,4	-	4,9	Ví dụ theo sáng chế
5	74,0	87,6	4,9	Ví dụ so sánh
6	55,3	87,5	4,9	Ví dụ so sánh
7	62,4	85,5	4,9	Ví dụ theo sáng chế
8	67,5	86,9	5,0	Ví dụ theo sáng chế
9	77,0	85,6	5,1	Ví dụ so sánh
10	37,1	86,3	4,9	Ví dụ so sánh
11	47,9	85,6	5,0	Ví dụ theo sáng chế
12	55,7	85,2	5,1	Ví dụ so sánh

Hệ số ma sát và số lượng chịu mài mòn được xác định trên mỗi vật liệu ma sát thiêu kết tương ứng với phương pháp sau.

Hệ số ma sát

Thiết bị kiểm tra độ uốn cong với đĩa phanh (đường kính ngoài là 400 mm, độ dày là 20 mm, làm từ thép đã luyện) có nửa kích thước của vật thể thực tế (Shinkansen) đã được sử dụng. Thử nghiệm được tiến hành trên mỗi loại vật liệu ma sát thiêu kết ba lần ở các tốc độ ban đầu là 160, 325, và 365 km/giờ. Bốn lớp lót của vật liệu thiêu kết (38 mm × 55 mm × 15 mm) được cắt ra từ mỗi vật liệu ma sát thiêu kết được lắp cố định (cấu trúc không đồng đều) trên bề mặt của mỗi má cặp, nghĩa là, tổng số tám tấm vật liệu thiêu kết được lắp trên cả hai mặt của các thước kẹp, và các tấm vật liệu thiêu kết này được ép bằng lực có độ lớn 2,24 kN (không đổi) ở cả hai mặt của đĩa ở vị trí bán kính 170 mm kéo dài theo hướng kính đĩa, và trong tình trạng này, mômen quay được xác định để tính COF (μ) cho từng vật liệu ma sát thiêu kết; và mỗi giá trị trung bình của ba phép thử trên của thử nghiệm được thể hiện trong Bảng 3. Lượng mài mòn (g/mỗi bề mặt) đối với mỗi loại vật liệu ma sát thiêu kết được xác định dựa vào sự khác nhau về khối

lượng của vật liệu tiêu kết trước và sau thử nghiệm, và mỗi giá trị trung bình của ba phép thử của thử nghiệm cũng được thể hiện trong Bảng 3. Mỗi quan hệ giữa lượng mài mòn trung bình và COF trung bình trong thử nghiệm ở tốc độ 365 km/giờ đã được đánh giá. Kết quả của nó được thể hiện trong Bảng 3. Mỗi quan hệ giữa các kết quả trên và giá trị Fe/Cu được thể hiện trong các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.7.

Giá trị mong muốn đối với COF trung bình trong thử nghiệm ở tốc độ ban đầu 365 km/giờ là 0,28 hoặc lớn hơn. Liên quan đến COF trung bình, mục tiêu về lượng mài mòn trung bình trong cùng thử nghiệm được yêu cầu phải thỏa mãn quan hệ: $M \leq 38,2 \times F + 0,345$ (trong đó “M” là ký hiệu lượng mài mòn trung bình, và “F” là ký hiệu COF trung bình). Trường hợp thỏa mãn quan hệ này được ký hiệu bằng biểu tượng “O”, và trường hợp không thỏa mãn quan hệ này được ký hiệu bằng biểu tượng “x”. Giá trị mục tiêu nêu trên cho lượng mài mòn trung bình được xác định dựa theo yếu tố sau: nếu lượng mài mòn trung bình nhỏ, lực ép (lực nén) có thể được tăng ngay cả với COF trung bình nhỏ, do đó đảm bảo lực hãm thích hợp; và nếu COF trung bình cao mặc dù lượng mài mòn lớn, lực hãm thích hợp có thể được đảm bảo bằng lực ép nhỏ (lực nén).

Bảng 3

STT	Hệ số ma sát trung bình μ			Tổng số hao mòn trung bình (g/mỗi bề mặt)			Đánh giá	Ghi chú
	160 km/giờ	325 km/giờ	365 km/giờ	160 km/giờ	325 km/giờ	365 km/giờ		
1	0,351	0,289	0,276	0,78	8,00	14,30	x	Ví dụ so sánh
2	0,349	0,298	0,294	0,85	7,38	9,72	o	Ví dụ theo sáng chế
3	0,351	0,301	0,303	1,40	7,50	11,92	o	Ví dụ theo sáng chế
4	0,334	0,278	0,290	1,50	9,10	11,43	o	Ví dụ theo sáng chế
5	0,307	0,266	0,276	1,65	12,42	16,77	x	Ví dụ so sánh
6	0,411	0,320	0,315	0,79	6,22	13,65	x	Ví dụ so sánh
7	0,382	0,335	0,332	0,80	7,20	12,00	o	Ví dụ theo sáng chế
8	0,368	0,323	0,359	1,50	8,30	10,50	o	Ví dụ theo sáng chế
9	0,364	0,271	0,310	0,70	13,50	16,20	x	Ví dụ so sánh
10	0,447	0,360	0,327	0,95	9,48	19,37	x	Ví dụ so sánh
11	0,392	0,371	0,369	1,53	8,05	14,45	o	Ví dụ theo sáng chế
12	0,317	0,287	0,275	1,65	18,45	26,75	x	Ví dụ so sánh

Như được thể hiện trong Bảng 3, và các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.7, trong ví dụ theo sáng chế của sáng chế này (từ số 2 đến số 4, số 7, 8, và 11), COF trung bình cao có thể đạt được ngay cả ở tốc độ 365 km/giờ trong mỗi trường hợp, và lượng mài mòn trung bình nhỏ thích đáng cũng có thể đạt được liên quan đến COF trung bình; do đó đặc tính như vậy không thể thu được. Tốt hơn là, thích hợp cho việc sử dụng vật liệu ma sát thiêu kết dùng cho đường sắt cao tốc. Ngược lại, ví dụ so sánh (số 1, 5, 6, 9, 10, và 12) không thể được sử dụng làm vật liệu ma sát thiêu kết dùng cho đường sắt cao tốc vì các COF trung bình quá nhỏ (số 1, 5, và 12), hoặc các lượng mài mòn trung bình quá lớn (số 6, 9, và 10).

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Vật liệu ma sát thiêu kết theo sáng chế thể hiện lực hãm lớn, và tính ổn định tuyệt vời của lực hãm ở nhiệt độ cao. Do đó, vật liệu ma sát thiêu kết theo sáng chế phù hợp với lớp lót phanh của đường sắt cao tốc mà yêu cầu lực hãm lớn nhất trong số các phương tiện giao thông chẳng hạn.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Vật liệu ma sát thiêu kết dùng cho đường sắt cao tốc chứa, tính theo % khối lượng, Fe chiếm 7,5% hoặc lớn hơn, Cr chiếm 7,5% hoặc nhỏ hơn và ngoại trừ 0%, Mo chiếm 1,0% hoặc nhỏ hơn và ngoại trừ 0%, graphit chiếm từ 5% đến 15%, molybden disulfua chiếm từ 0,3% đến 7%, silic oxit chiếm từ 0,5% đến 10%, và phần còn lại là Cu chiếm 50% hoặc lớn hơn, trong đó tỷ lệ Fe/Cu nằm trong khoảng từ 0,15 đến 0,40 tính theo tỷ lệ khối lượng.

2. Vật liệu ma sát thiêu kết dùng cho đường sắt cao tốc theo điểm 1, trong đó mối quan hệ giữa lượng mài mòn trung bình M (g/mỗi bề mặt) và hệ số ma sát trung bình F của vật liệu ma sát thiêu kết thỏa mãn công thức: $M \leq 38,2 \times F + 0,345$, công thức này thu được bằng cách thử nghiệm độ mài mòn qua các bước sau:

chuẩn bị bốn cặp lớp lót, mỗi cặp có độ dài là 55 mm, độ rộng là 38 mm, và độ dày là 15 mm;

đặt bốn cặp lớp lót trên đĩa phanh làm bằng thép đã luyện có đường kính ngoài là 400 mm, và độ dày là 20 mm, ở đó bốn cặp lớp lót được đặt ở các vị trí 170 mm kéo dài theo hướng kính từ tâm của đĩa phanh với các khoảng cách không đổi theo hướng trục quay của đĩa phanh; và

ép bốn cặp lớp lót lên cả hai mặt của đĩa phanh với lực ép là 2,24 kN để hãm bánh xe quay ở tốc độ ban đầu là 365 km/giờ.

3. Vật liệu ma sát thiêu kết dùng cho đường sắt cao tốc theo điểm 1 hoặc điểm 2, trong đó bột gỉ sắt mài được sử dụng làm bột Fe.

4. Vật liệu ma sát thiêu kết dùng cho đường sắt cao tốc theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó vật liệu ma sát thiêu kết có khối lượng riêng là 4,6 hoặc lớn hơn (g/cm^3).

5. Vật liệu ma sát thiêu kết dùng cho đường sắt cao tốc theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó vật liệu ma sát thiêu kết được thiêu kết ở nhiệt độ 1000°C hoặc cao hơn.

6. Vật liệu ma sát thiêu kết dùng cho đường sắt cao tốc bao gồm, tính theo % khối lượng, Fe chiếm 7,5% hoặc lớn hơn, Cr chiếm 7,5% hoặc nhỏ hơn và ngoại

trừ 0%, Mo chiếm 1,0% hoặc nhỏ hơn và ngoại trừ 0%, graphit chiếm từ 5 đến 15%, molypden đisulfua chiếm từ 0,3 đến 7%, và silic oxit chiếm từ 0,5 đến 10%, các chất bổ sung tùy chọn như vonfram đisulfua, bismut, antimon, alumin, mulit, silic nitrat, và cát ziricon, và phần còn lại là Cu chiếm 50% hoặc lớn hơn, trong đó Fe/Cu nằm trong khoảng từ 0,15 đến 0,40 tính theo tỷ lệ khối lượng.

FIG.1

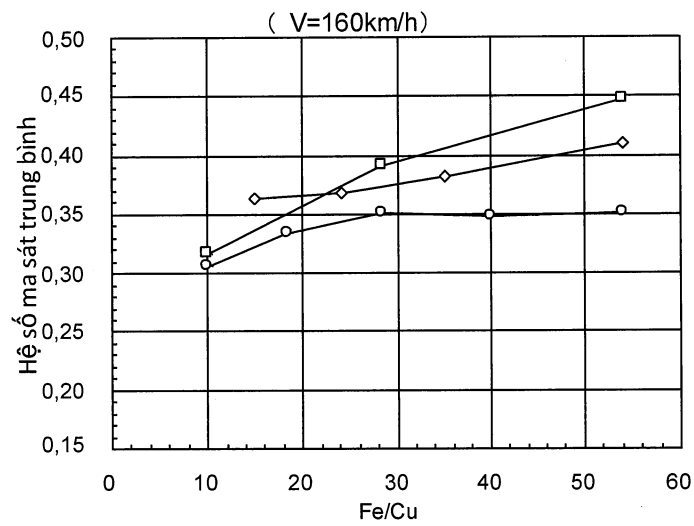


FIG.2

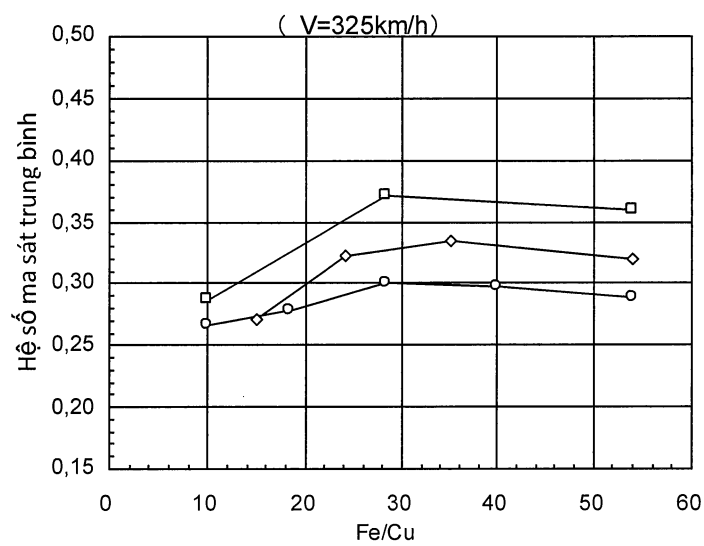


FIG.3

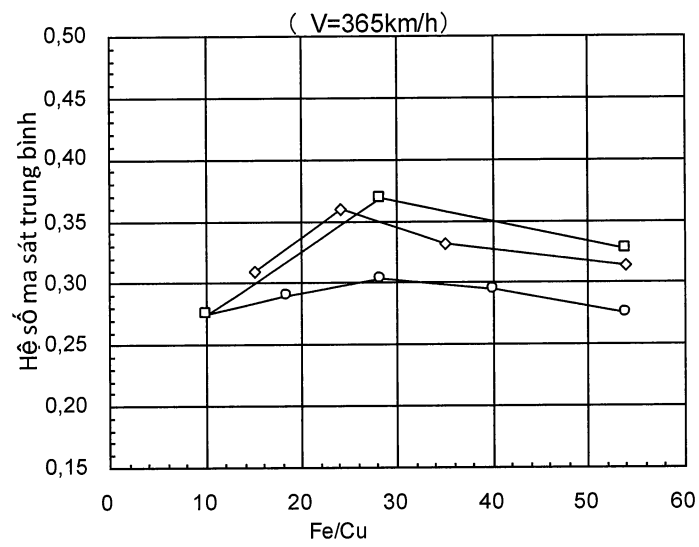


FIG.4

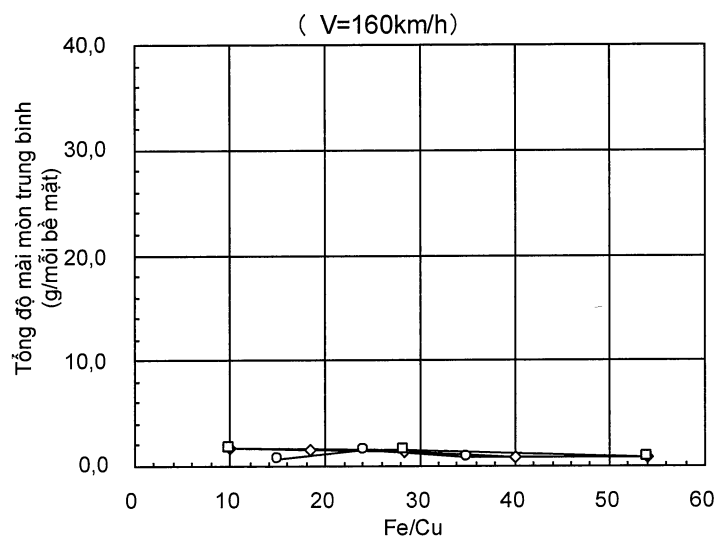


FIG.5

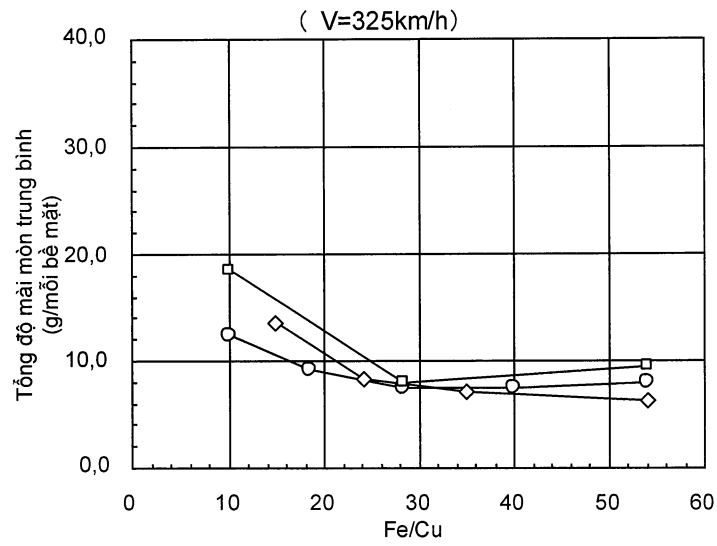


FIG.6

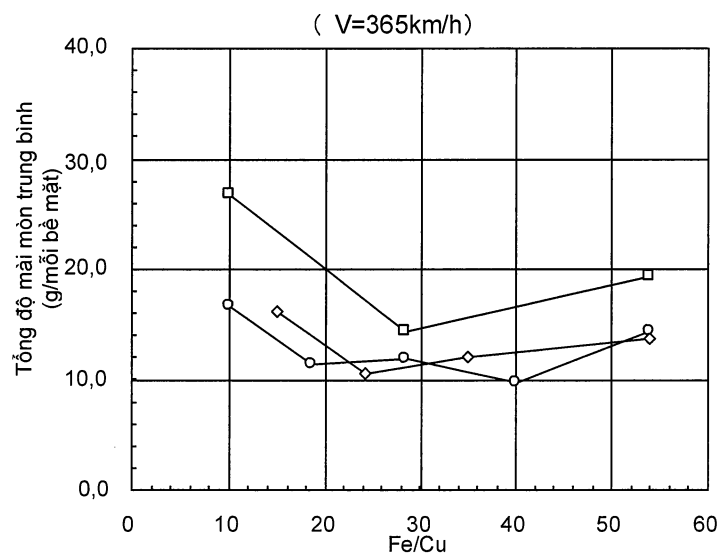


FIG.7

