



(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



1-0048219

(51)^{2022.01} F02F 5/00; F16J 9/26; C23C 14/06 (13) B

(21) 1-2023-01719

(22) 30/09/2021

(86) PCT/JP2021/036226 30/09/2021

(87) WO 2023/053379 A1 06/04/2023

(45) 25/07/2025 448

(43) 25/08/2023 425A

(73) TPR CO., LTD. (JP)

6-2, Marunouchi 1-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 1000005 Japan

(72) SATO, Tomoyuki (JP); KITAZUME, Yutaka (JP); NANGO, Tetsuya (JP).

(74) Công ty Cổ phần Sở hữu công nghiệp INVESTIP (INVESTIP)

(54) CHI TIẾT TRƯỢT

(21) 1-2023-01719

(57) Sáng chế đề cập đến chi tiết trượt được phủ lớp phủ DLC (cacbon giống kim cương, diamond-like carbon) trong đó các đứt gãy vi mô trên bề mặt trượt của chúng do sự phát triển của các vết nứt ít có khả năng xảy ra, và trong đó sự gia tăng độ mài mòn có thể được giảm. Sáng chế đạt được mục tiêu được đề cập ở trên bằng chi tiết trượt có lớp phủ DLC trên bề mặt ngoại vi bên ngoài của chúng, trong đó dải S được dẫn xuất từ liên kết sp^3 được quan sát trong lớp phủ DLC ngoài dải G được dẫn xuất từ cấu trúc graphit và dải D được dẫn xuất từ các khuyết tật của cấu trúc graphit, và các dải này thỏa mãn các mối quan hệ cụ thể.

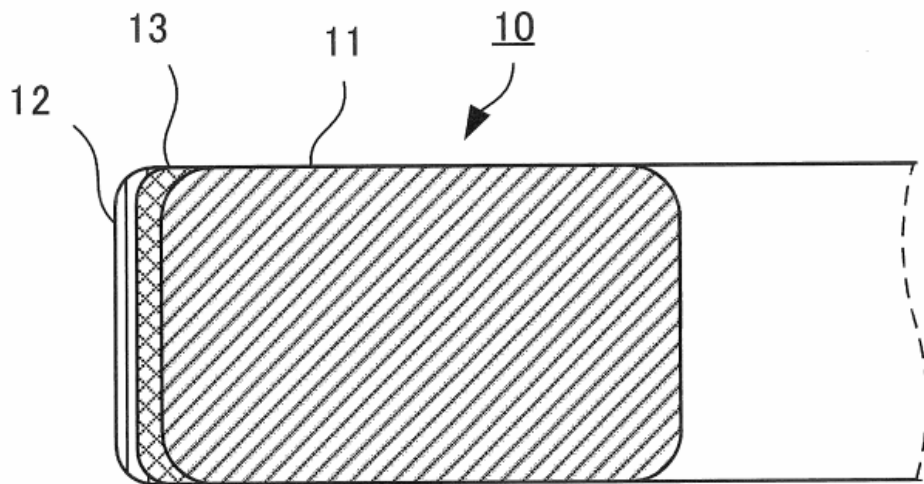


FIG. 1

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến chi tiết trượt chủ yếu được sử dụng trong động cơ đốt trong.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các lớp phủ DLC (cacbon giống kim cương, diamond-like carbon) là các lớp phủ có cấu trúc vô định hình (cấu trúc phi tinh thể) trong đó liên kết sp^2 của các nguyên tử cacbon tương ứng với cấu trúc graphit, và liên kết sp^3 của các nguyên tử cacbon tương ứng với cấu trúc kim cương cùng tồn tại. Các lớp phủ DLC có các đặc tính khác nhau có thể được tạo thành bằng cách điều chỉnh tỷ lệ của các thành phần liên kết.

Các lớp phủ DLC có các đặc tính chống mài mòn và trượt ưu việt đã được sử dụng cho các chi tiết trượt trong các động cơ đốt trong được sử dụng trong các môi trường trượt khắc nghiệt. Các ví dụ về chi tiết trượt sẽ được sử dụng trong động cơ đốt trong bao gồm các vòng găng pittông, các ống lót xi lanh và các trục cam.

Là các đặc tính của các lớp phủ DLC, các Tài liệu sáng chế 1 và 2 bộc lộ rằng lớp phủ DLC trong đó dải S được dẫn xuất từ liên kết sp^3 được quan sát ngoài dải G được dẫn xuất từ cấu trúc graphit và dải D được dẫn xuất từ các khuyết tật của cấu trúc graphit có khả năng chịu nhiệt được cải thiện và độ cứng cao.

Danh mục tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: JP 5713362 B

Tài liệu sáng chế 2: JP 6586578 B

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Trong khi các phát triển khác nhau đã được thực hiện trên các lớp phủ DLC, các tác giả sáng chế đã đi đến thực tế là bùn cacbon và tương tự được dẫn xuất từ dầu bôi trơn và các thành phần nhiên liệu được tạo thành do môi trường vận hành phức tạp của động cơ đốt trong, và sự hiện diện của bùn cacbon như vậy và tương tự có thể dẫn đến không đủ khả năng chống mài mòn của lớp phủ DLC của chi tiết trượt được xử lý bằng

DLC dễ gây ra hiện tượng mài mòn.

Nghĩa là, có vấn đề là chi tiết trượt có lớp phủ DLC được bọc lộ thông thường không có đủ khả năng chống mài mòn (khả năng chống mài mòn) khi chất lạ như bùn cacbon được trộn.

Các tác giả sáng chế giả định rằng, khi chi tiết trượt như vậy được trượt trong trạng thái mà có chất lạ như bùn cacbon, các vết nứt nhỏ có thể xuất hiện trên bề mặt trượt của lớp phủ DLC, và sự phát triển của các vết nứt như vậy gây ra hiện tượng các đứt gãy vi mô trên bề mặt trượt, dẫn đến tăng mài mòn.

Sáng chế đã được thực hiện dựa trên vấn đề được mô tả ở trên, và mục tiêu của sáng chế là cung cấp chi tiết trượt có khả năng chống mài mòn tốt (khả năng chống mài mòn) ngay cả trong môi trường mà có chất lạ như bùn cacbon.

Giải pháp kỹ thuật

Là kết quả của các nghiên cứu chuyên sâu để giải quyết vấn đề được mô tả ở trên, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng vấn đề được đề cập ở trên có thể được giải quyết bằng chi tiết trượt có lớp phủ DLC trên bề mặt trượt ngoại vi bên ngoài của chúng, trong đó dải S được dẫn xuất từ liên kết sp^3 được quan sát trong lớp phủ DLC ngoài dải G được dẫn xuất từ cấu trúc graphit và dải D được dẫn xuất từ các khuyết tật của cấu trúc graphit, và các dải này thỏa mãn các mối quan hệ cụ thể, do đó hoàn thiện sáng chế. Cụ thể, các tác giả sáng chế đã có phát hiện mới rằng sự hiện diện của dải S, trong số ba dải được mô tả ở trên có mặt trong phổ Raman, có tác động lớn đến khả năng chống mài mòn của lớp phủ DLC, và cũng phát hiện ra rằng khả năng chống mài mòn của lớp phủ DLC có thể được cải thiện bằng cách điều chỉnh các tỷ lệ cường độ đỉnh và các tỷ lệ diện tích của dải S, dải D và dải G trong các phạm vi cụ thể, ngoài việc có mặt dải S.

Sáng chế đề xuất chi tiết trượt có lớp phủ DLC trên bề mặt trượt ngoại vi bên ngoài của chúng,

trong đó lớp phủ DLC có dải S có đỉnh trong vùng lân cận 1150 cm^{-1} , dải D có đỉnh trong vùng lân cận 1400 cm^{-1} và dải G có đỉnh trong vùng lân cận 1580 cm^{-1} , trong phổ Raman; và

trong đó tỷ lệ (I_G/I_S) của cường độ đỉnh của dải G so với cường độ đỉnh của dải

S là 5,6 hoặc nhỏ hơn, và tỷ lệ (A_G/A_S) của diện tích cường độ đỉnh của dải G so với diện tích cường độ đỉnh của dải S là 4,7 hoặc nhỏ hơn.

Trong lớp phủ DLC, tỷ lệ (I_G/I_{S+D}) của cường độ đỉnh của dải G so với tổng cường độ đỉnh của dải S và cường độ đỉnh của dải D tốt hơn là 1,1 hoặc nhỏ hơn, và tỷ lệ (A_G/A_{S+D}) của diện tích cường độ đỉnh của dải G so với tổng diện tích cường độ đỉnh của dải S và diện tích cường độ đỉnh của dải D tốt hơn là 0,76 hoặc nhỏ hơn.

Hơn nữa, tỷ lệ (I_G/I_{S+D+G}) của cường độ đỉnh của dải G so với tổng cường độ đỉnh của dải S, cường độ đỉnh của dải D và cường độ đỉnh của dải G tốt hơn là 0,50 hoặc nhỏ hơn, và tỷ lệ (A_G/A_{S+D+G}) của diện tích cường độ đỉnh của dải G so với tổng diện tích cường độ đỉnh của dải S, diện tích cường độ đỉnh của dải D và diện tích cường độ đỉnh của dải G tốt hơn là 0,43 hoặc nhỏ hơn.

Tỷ lệ (I_D/I_{S+G}) của cường độ đỉnh của dải D so với tổng cường độ đỉnh của dải S và cường độ đỉnh của dải G tốt hơn là 0,68 hoặc lớn hơn, và tỷ lệ (A_D/A_{S+G}) của diện tích cường độ đỉnh của dải D so với tổng diện tích cường độ đỉnh của dải S và diện tích cường độ đỉnh của dải G tốt hơn là 0,9 hoặc lớn hơn.

Hơn nữa, tỷ lệ (I_D/I_{S+D+G}) của cường độ đỉnh của dải D so với tổng cường độ đỉnh của dải S, cường độ đỉnh của dải D và cường độ đỉnh của dải G tốt hơn là 0,41 hoặc lớn hơn, và tỷ lệ (A_D/A_{S+D+G}) của diện tích cường độ đỉnh của dải D so với tổng diện tích cường độ đỉnh của dải S, diện tích cường độ đỉnh của dải D và diện tích cường độ đỉnh của dải G tốt hơn là 0,48 hoặc lớn hơn.

Tỷ lệ (I_S/I_{D+G}) của cường độ đỉnh của dải S so với tổng cường độ đỉnh của dải D và cường độ đỉnh của dải G tốt hơn là 0,1 hoặc lớn hơn, và tỷ lệ (A_S/A_{D+G}) của diện tích cường độ đỉnh của dải S so với tổng diện tích cường độ đỉnh của dải D và diện tích cường độ đỉnh của dải G tốt hơn là 0,1 hoặc lớn hơn.

Hơn nữa, tỷ lệ (I_S/I_{S+D+G}) của cường độ đỉnh của dải S so với tổng cường độ đỉnh của dải S, cường độ đỉnh của dải D và cường độ đỉnh của dải G tốt hơn là 0,09 hoặc lớn hơn, và tỷ lệ (A_S/A_{S+D+G}) của diện tích cường độ đỉnh của dải S so với tổng diện tích cường độ đỉnh của dải S, diện tích cường độ đỉnh của dải D và diện tích cường độ đỉnh của dải G tốt hơn là 0,09 hoặc lớn hơn.

Hơn nữa, lớp phủ DLC tốt hơn là về cơ bản không chứa hydro, tốt hơn là có hàm lượng hydro là 0,5% hoặc nhỏ hơn, và chi tiết trượt tốt hơn là vòng găng pittông.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Sáng chế cho phép tạo ra chi tiết trượt được phủ lớp phủ DLC trong đó các đứt gãy vi mô trên bề mặt trượt của chúng do sự phát triển của các vết nứt ít có khả năng xảy ra, và trong đó sự gia tăng độ mài mòn có thể được giảm.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ dạng giản đồ mặt cắt ngang thể hiện vòng găng pittông trong đó lớp phủ DLC có lớp lót được tạo thành trên nền vòng găng pittông.

Fig.2 là sơ đồ dạng giản đồ thể hiện phác thảo của thử nghiệm ma sát chuyển động qua lại và mài mòn.

Fig.3 thể hiện các hình ảnh phóng to (các ảnh thay thế hình vẽ) của các vết nứt xuất hiện trên bề mặt của lớp phủ DLC.

Fig.4 thể hiện hình ảnh kính hiển vi la-de (các ảnh thay thế hình vẽ) minh họa các kết quả của thử nghiệm ấn lõm Rockwell trên lớp phủ DLC của Ví dụ 1.

Fig.5 thể hiện hình ảnh kính hiển vi la-de (các ảnh thay thế hình vẽ) minh họa các kết quả của thử nghiệm ấn lõm Rockwell trên lớp phủ DLC của Ví dụ so sánh 1.

Mô tả chi tiết sáng chế

Trong khi các phương án cụ thể sẽ được mô tả dưới đây, từng phương án được thể hiện như một ví dụ về sáng chế và không cần thiết chỉ rõ sáng chế theo bất kỳ điểm yêu cầu bảo hộ nào. Hơn nữa, không phải tất cả các đặc điểm được mô tả trong các phương án là thiết yếu cho phương tiện để đạt được mục tiêu của sáng chế.

Phương án theo sáng chế là chi tiết trượt có lớp phủ DLC trên bề mặt trượt ngoài vi bên ngoài của chúng. Chi tiết trượt có thể là chi tiết được sử dụng trong động cơ đốt trong, hoặc có thể là chi tiết được sử dụng cho các động cơ không phải động cơ đốt trong, nhưng có thể được sử dụng đặc biệt thích hợp làm chi tiết trượt được sử dụng trong động cơ đốt trong.

Các ví dụ về chi tiết trượt sẽ được sử dụng trong động cơ đốt trong bao gồm các vòng găng pittông, các ống lót xi lanh và các trục cam. Sau đây, vòng găng pittông như

là ví dụ điển hình về chi tiết trượt sẽ được mô tả.

Lớp phủ DLC được bao gồm trong chi tiết trượt có dải S có đỉnh trong vùng lân cận 1150 cm^{-1} , dải D có đỉnh trong vùng lân cận 1400 cm^{-1} và dải G có đỉnh trong vùng lân cận 1580 cm^{-1} , trong phổ Raman; và tỷ lệ (I_G/I_S) của cường độ đỉnh của dải G so với cường độ đỉnh của dải S là 5,6 hoặc nhỏ hơn, và tỷ lệ (A_G/A_S) của diện tích cường độ đỉnh của dải G so với diện tích cường độ đỉnh của dải S là 4,7 hoặc nhỏ hơn.

Dải S trong phổ Raman là dải được dẫn xuất từ liên kết sp^3 . Dải G là dải được dẫn xuất từ cấu trúc graphit, và dải D là dải được dẫn xuất từ các khuyết tật của cấu trúc graphit.

Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng, khi ba dải này có mặt trong phổ Raman, và khi tỷ lệ (I_G/I_S) của cường độ đỉnh của dải G so với cường độ đỉnh của dải S là 5,6 hoặc nhỏ hơn, và tỷ lệ (A_G/A_S) của diện tích cường độ đỉnh của dải G so với diện tích cường độ đỉnh của dải S là 4,7 hoặc nhỏ hơn, các đứt gãy vi mô trên bề mặt trượt do sự phát triển của các vết nứt ít có khả năng xảy ra trong lớp phủ DLC, và sự gia tăng độ mài mòn của chúng có thể được giảm.

Khi dải S vắng mặt, lớp phủ DLC có không đủ khả năng chống mài mòn. Trong các trường hợp mà tỷ lệ (I_G/I_S) lớn hơn 5,6, các vết nứt nhiều khả năng xảy ra trong lớp phủ DLC, và không thể thu được đủ khả năng chống mài mòn. Trong các trường hợp mà tỷ lệ (A_G/A_S) của diện tích cường độ đỉnh của dải G so với diện tích cường độ đỉnh của dải S lớn hơn 4,7, đồng thời, các vết nứt nhiều khả năng xảy ra trong lớp phủ DLC, và không thể thu được đủ khả năng chống mài mòn. Tỷ lệ cường độ đỉnh (I_G/I_S) tốt hơn là 5,0 hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 4,0 hoặc nhỏ hơn. Giới hạn dưới của tỷ lệ (I_G/I_S) có thể là 2,5 hoặc lớn hơn, nhưng không bị giới hạn cụ thể ở đó. Hơn nữa, tỷ lệ diện tích cường độ đỉnh (A_G/A_S) tốt hơn là 4,1 hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 3,0 hoặc nhỏ hơn. Giới hạn dưới của tỷ lệ (A_G/A_S) có thể là 1,6 hoặc lớn hơn, nhưng không bị giới hạn cụ thể ở đó.

Tỷ lệ (I_G/I_{S+D}) của cường độ đỉnh của dải G so với tổng cường độ đỉnh của dải S và cường độ đỉnh của dải D tốt hơn là 1,1 hoặc nhỏ hơn, và tỷ lệ (A_G/A_{S+D}) của diện tích cường độ đỉnh của dải G so với tổng diện tích cường độ đỉnh của dải S và diện tích

cường độ đỉnh của dải D tốt hơn là 0,76 hoặc nhỏ hơn. Giới hạn dưới của tỷ lệ (I_G/I_{S+D}) có thể là 0,4 hoặc lớn hơn, nhưng không bị giới hạn cụ thể ở đó; và giới hạn dưới của tỷ lệ (A_G/A_{S+D}) có thể là 0,2 hoặc lớn hơn, nhưng không bị giới hạn cụ thể ở đó.

Hơn nữa, tỷ lệ (I_G/I_{S+D+G}) của cường độ đỉnh của dải G so với tổng cường độ đỉnh của dải S, cường độ đỉnh của dải D và cường độ đỉnh của dải G tốt hơn là 0,50 hoặc nhỏ hơn, và tỷ lệ (A_G/A_{S+D+G}) của diện tích cường độ đỉnh của dải G so với tổng diện tích cường độ đỉnh của dải S, diện tích cường độ đỉnh của dải D và diện tích cường độ đỉnh của dải G tốt hơn là 0,43 hoặc nhỏ hơn. Giới hạn dưới của tỷ lệ (I_G/I_{S+D+G}) có thể là 0,3 hoặc lớn hơn, nhưng không bị giới hạn cụ thể ở đó; và giới hạn dưới của tỷ lệ (A_G/A_{S+D+G}) có thể là 0,19 hoặc lớn hơn, nhưng không bị giới hạn cụ thể ở đó.

Khi các phạm vi được mô tả ở trên được thỏa mãn, các đứt gãy vi mô trên bề mặt trượt do sự phát triển của các vết nứt ít có khả năng xảy ra trong lớp phủ DLC, và sự gia tăng độ mài mòn của chúng có thể được giảm, điều này được ưu tiên.

Tỷ lệ (I_D/I_{S+G}) của cường độ đỉnh của dải D so với tổng cường độ đỉnh của dải S và cường độ đỉnh của dải G tốt hơn là 0,68 hoặc lớn hơn, và tỷ lệ (A_D/A_{S+G}) của diện tích cường độ đỉnh của dải D so với tổng diện tích cường độ đỉnh của dải S và diện tích cường độ đỉnh của dải G tốt hơn là 0,9 hoặc lớn hơn. Giới hạn trên của tỷ lệ (I_D/I_{S+G}) có thể là 1,4 hoặc nhỏ hơn, nhưng không bị giới hạn cụ thể ở đó; và giới hạn trên của tỷ lệ (A_D/A_{S+G}) có thể là 2,3 hoặc nhỏ hơn, nhưng không bị giới hạn cụ thể ở đó.

Hơn nữa, tỷ lệ (I_D/I_{S+D+G}) của cường độ đỉnh của dải D so với tổng cường độ đỉnh của dải S, cường độ đỉnh của dải D và cường độ đỉnh của dải G tốt hơn là 0,41 hoặc lớn hơn, và tỷ lệ (A_D/A_{S+D+G}) của diện tích cường độ đỉnh của dải D so với tổng diện tích cường độ đỉnh của dải S, diện tích cường độ đỉnh của dải D và diện tích cường độ đỉnh của dải G tốt hơn là 0,48 hoặc lớn hơn. Giới hạn trên của tỷ lệ (I_D/I_{S+D+G}) có thể là 0,6 hoặc nhỏ hơn, nhưng không bị giới hạn cụ thể ở đó; và giới hạn trên của tỷ lệ (A_D/A_{S+D+G}) có thể là 0,7 hoặc nhỏ hơn, nhưng không bị giới hạn cụ thể ở đó.

Khi các phạm vi được mô tả ở trên được thỏa mãn, các đứt gãy vi mô trên bề mặt trượt do sự phát triển của các vết nứt ít có khả năng xảy ra trong lớp phủ DLC, và sự gia tăng độ mài mòn của chúng có thể được giảm, điều này được ưu tiên.

Tỷ lệ (I_S/I_{D+G}) của cường độ đỉnh của dải S so với tổng cường độ đỉnh của dải D và cường độ đỉnh của dải G tốt hơn là 0,1 hoặc lớn hơn, và tỷ lệ (A_S/A_{D+G}) của diện tích cường độ đỉnh của dải S so với tổng diện tích cường độ đỉnh của dải D và diện tích cường độ đỉnh của dải G tốt hơn là 0,1 hoặc lớn hơn. Giới hạn trên của tỷ lệ (I_S/I_{D+G}) có thể là 0,15 hoặc nhỏ hơn, nhưng không bị giới hạn cụ thể ở đó; và giới hạn trên của tỷ lệ (A_S/A_{D+G}) có thể là 0,14 hoặc nhỏ hơn, nhưng không bị giới hạn cụ thể ở đó.

Hơn nữa, tỷ lệ (I_S/I_{S+D+G}) của cường độ đỉnh của dải S so với tổng cường độ đỉnh của dải S, cường độ đỉnh của dải D và cường độ đỉnh của dải G tốt hơn là 0,09 hoặc lớn hơn, và tỷ lệ (A_S/A_{S+D+G}) của diện tích cường độ đỉnh của dải S so với tổng diện tích cường độ đỉnh của dải S, diện tích cường độ đỉnh của dải D và diện tích cường độ đỉnh của dải G tốt hơn là 0,09 hoặc lớn hơn. Giới hạn trên của tỷ lệ (I_S/I_{S+D+G}) có thể là 0,13 hoặc nhỏ hơn, nhưng không bị giới hạn cụ thể ở đó; và giới hạn trên của tỷ lệ (A_S/A_{S+D+G}) có thể là 0,13 hoặc nhỏ hơn, nhưng không bị giới hạn cụ thể ở đó.

Khi các phạm vi được mô tả ở trên được thỏa mãn, các đứt gãy vi mô trên bề mặt trượt do sự phát triển của các vết nứt ít có khả năng xảy ra trong lớp phủ DLC, và sự gia tăng độ mài mòn của chúng có thể được giảm, điều này được ưu tiên.

Các cường độ đỉnh và các diện tích cường độ đỉnh được mô tả ở trên của dải S, dải D và của dải G trong phổ Raman có thể được điều chỉnh đến các giá trị mong muốn bằng cách điều chỉnh phương pháp sản xuất lớp phủ DLC. Cụ thể hơn, trong các trường hợp mà lớp phủ DLC được tạo thành sử dụng kỹ thuật hồ quang chân không catốt được lọc (filtered cathodic vacuum arc, FCVA), điện áp phân cực xung sẽ được áp dụng có thể được điều chỉnh, ví dụ, trong phạm vi từ -500 V đến -2500 V, và tốt hơn là từ -700 V đến -2500 V. Ngoài ra, các cường độ đỉnh và các diện tích cường độ đỉnh có thể được điều chỉnh đến các giá trị mong muốn bằng cách điều chỉnh nhiệt độ nền, áp suất buồng (mức độ chân không), dòng điện hồ quang, độ tinh khiết của mục tiêu và tương tự khi tạo thành lớp phủ DLC.

Các phương án cụ thể của sáng chế sẽ được mô tả dưới đây, có tham chiếu đến trường hợp mà chi tiết trượt là vòng găng pittông, làm ví dụ.

Vòng găng pittông 10 được thể hiện trên Fig.1 được khớp với rãnh vòng găng

pittông (không được thể hiện) được tạo thành trong pittông, và di chuyển qua lại do chuyển động qua lại của pittông trong khi trượt trên bề mặt ngoại vi bên trong của lỗ xi lanh (không được thể hiện).

Vòng găng pittông 10 có thể được sử dụng như vòng găng pittông bất kỳ, cụ thể, vòng trên cùng, vòng thứ hai và vòng dầu. Trong trường hợp được sử dụng làm vòng dầu, vòng găng pittông 10 có thể được sử dụng hoặc làm thân vòng dầu của vòng dầu có cấu hình hai mảnh gồm có thân vòng dầu và bộ mở rộng cuộn dây, hoặc làm phân đoạn của vòng dầu có cấu hình ba mảnh gồm có hai phân đoạn (còn được gọi là đường ray bên) và miếng đệm mở rộng. Trong một phương án, vòng găng pittông được gắn vào pittông làm bằng hợp kim nhôm, và được sử dụng làm vòng găng pittông dựa vào lỗ xi lanh làm bằng gang. Tuy nhiên, các vật liệu của pittông và xi lanh không bị giới hạn ở đó.

Vật liệu của nền vòng găng pittông 11 không bị giới hạn cụ thể, miễn là nó là vật liệu thông thường được sử dụng làm nền vòng găng pittông. Ví dụ, vật liệu thép không gỉ, vật liệu thép lò xo hoặc tương tự có thể được sử dụng thích hợp. Cụ thể, thép không gỉ gốc mactensit, thép silic-crom hoặc tương tự có thể được sử dụng thích hợp.

Vòng găng pittông 10 được thể hiện trên Fig.1 bao gồm: lớp lót 13 được tạo thành trên bề mặt ngoại vi bên ngoài của nền vòng găng pittông 11 đã trải qua làm nhẵn, và chứa Cr, Ti, Si hoặc tương tự; và lớp phủ DLC 12 được tạo thành trên lớp lót 13. Độ bám dính giữa lớp phủ DLC 12 và nền vòng găng pittông 11 có thể được cải thiện bằng cách cung cấp lớp lót 13 ở giữa.

Lớp lót 13 tốt hơn là có độ dày màng là 0,2 μm hoặc lớn hơn và 2,0 μm hoặc nhỏ hơn. Khi lớp lót 13 có độ dày màng như vậy, độ bám dính giữa lớp phủ DLC 12 và nền vòng găng pittông 11 có thể được cải thiện hơn nữa. Ở đây lưu ý rằng lớp phủ DLC 12 có thể được tạo thành trực tiếp trên bề mặt ngoại vi bên ngoài của nền vòng găng pittông 11 đã trải qua làm nhẵn, mà không cung cấp lớp lót 13.

Phương pháp đưa bề mặt ngoại vi bên ngoài của nền vòng găng pittông 11 đi làm nhẵn trước khi tạo thành lớp phủ DLC 12 không bị giới hạn cụ thể, nhưng tốt hơn là thực hiện mài, đánh bóng hoặc tương tự, để điều chỉnh độ nhám bề mặt. Trong các

trường hợp mà bề mặt ngoại vi bên ngoài của nền vòng găng pittông 11 có độ nhám bề mặt thấp, việc làm nhẵn không nhất thiết phải được thực hiện.

Lớp phủ DLC 12 tốt hơn là được chọn từ a-C và ta-C có hàm lượng hydro là 0,5% hoặc nhỏ hơn (về cơ bản không chứa hydro).

Lớp phủ DLC 12 tốt hơn là có độ dày màng là 1 μm hoặc lớn hơn, không bao gồm lớp lót. Giới hạn trên của độ dày màng không bị giới hạn cụ thể, nhưng tốt hơn là 30 μm hoặc nhỏ hơn và tốt hơn nữa là 20 μm hoặc nhỏ hơn, vì độ dày màng quá lớn có thể dẫn đến rủi ro giảm năng suất và tăng chi phí.

Các đặc tính vật lý được ưu tiên làm lớp phủ của lớp phủ DLC 12, ngoài thỏa mãn các tham số được mô tả ở trên của dải S, dải D và dải G trong phổ Raman, sẽ được mô tả dưới đây.

[Độ cứng vết lõm nano]

Lớp phủ DLC 12 có thể có độ cứng vết lõm nano là 15,0 GPa hoặc lớn hơn và 30,0 GPa hoặc nhỏ hơn, 28,0 GPa hoặc nhỏ hơn, hoặc 26,0 GPa hoặc nhỏ hơn, nhưng không bị giới hạn cụ thể ở đó. Theo quan điểm về khả năng chống mài mòn, lớp phủ có độ cứng cao hơn thường được ưu tiên. Theo phương án hiện tại, tuy nhiên, lớp phủ DLC 12 tốt hơn là có độ cứng vết lõm nano trong phạm vi được mô tả ở trên, không phải là cao quá mức. Điều này là do, nếu độ cứng của lớp phủ quá cao, sự xâm lấn vào bề mặt trượt lỗ xi lanh có xu hướng tăng lên, và ngoài ra, sự phá hủy lớp phủ xảy ra khi vận hành lắp ráp vòng găng pittông vào pittông, và tương tự, đi kèm với biến dạng, vì lớp phủ DLC là lớp phủ được tạo thành trên bề mặt ngoại vi bên ngoài của vòng găng pittông.

[Môđun Young]

Lớp phủ DLC 12 tốt hơn là có môđun Young là 335 GPa hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 310 GPa hoặc nhỏ hơn. Nếu lớp phủ DLC có môđun Young lớn hơn 335 GPa, các đứt gãy giòn xuất hiện trên lớp bề mặt ngoài cùng của lớp phủ DLC dẫn đến tăng mài mòn, khi các chất lạ như bùn cacbon v.v., hoặc các mảnh vụn mài mòn, bụi và tương tự được tạo ra do trượt, đi qua bề mặt của lớp phủ DLC. Mặt khác, giới hạn dưới của môđun Young không bị giới hạn cụ thể. Tuy nhiên, hiện tượng tách lớp bên trong

màng ít có khả năng xảy ra khi lớp phủ DLC có môđun Young là 120 GPa hoặc lớn hơn.

Độ cứng vết lõm nano và môđun Young đã được đo sử dụng thiết bị đo vết lõm nano, Model HM-2000, sản xuất bởi Fischer Instruments K. K. và sử dụng thiết bị tạo vết lõm Vickers, dưới các điều kiện tải trọng lõm là 100 mN và khoảng thời gian cho đến khi tải trọng lõm tối đa là 30s (giây). Môđun Young được xác định từ đường cong độ sâu tải-lõm kết quả. Phép đo đã được thực hiện ở tổng cộng ba vị trí theo hướng chu vi của một vòng găng pittông, cụ thể, ở vị trí đối diện từ chỗ tiếp giáp của vòng găng pittông và các vị trí 90° trên cả hai phía từ chỗ tiếp giáp. Bốn điểm ở mỗi trong số ba vị trí, 12 điểm tổng cộng, đã được đo, và giá trị trung bình của các phép đo này đã được lấy làm giá trị đo.

Phương pháp sản xuất lớp phủ DLC theo phương án hiện tại không bị giới hạn cụ thể. Một ví dụ của nó có thể là, ví dụ, phương pháp tạo thành lớp phủ sử dụng kỹ thuật hồ quang chân không catốt được lọc (FCVA). Trong trường hợp sử dụng kỹ thuật FCVA, lớp phủ DLC có thể được tạo thành trong một điều kiện duy nhất, hoặc cách khác, lớp phủ DLC có thể được tạo thành bằng cách thực hiện việc tạo thành màng nhiều lần trong khi thay đổi điện áp phân cực xung sẽ được áp dụng hoặc không thay đổi điện áp phân cực xung. Trong trường hợp sản xuất lớp phủ DLC sử dụng kỹ thuật FCVA, điện áp phân cực xung sẽ được áp dụng được thiết lập tới giá trị cao hơn bình thường, ví dụ, tới giá trị từ -500 V đến -2500 V, tốt hơn là từ -700 V đến -2500 V, và tốt hơn nữa là từ -1000 V đến -2500 V.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Tiếp theo, sáng chế sẽ được mô tả chi tiết hơn, có tham chiếu đến các Ví dụ và các Ví dụ so sánh. Tuy nhiên, sáng chế không bị giới hạn ở các Ví dụ sau.

(Các Ví dụ và các Ví dụ so sánh)

Trong mỗi Ví dụ và Ví dụ so sánh, nền vòng găng pittông đã được đặt trong thiết bị, áp suất trong thiết bị đã được giảm bằng cách hút chân không phía bên trong của thiết bị đến chân không ở trạng thái đó, và sau đó nền được làm nóng. Sau đó, mỗi nền đã trải qua kỹ thuật FCVA, thay đổi điện áp phân cực xung, nhiệt độ nền, áp suất buồng (mức độ chân không), dòng điện hồ quang, độ tinh khiết của mục tiêu và tương tự, khi

thích hợp, để thu được vòng găng pittông có lớp phủ DLC của mỗi trong số các Ví dụ 1 đến 6 và các Ví dụ so sánh 1 đến 4.

Phổ Raman của lớp phủ DLC của mỗi vòng găng pittông kết quả đã được đo trong các điều kiện sau. Phép đo đã được thực hiện ở tổng cộng năm vị trí theo hướng chu vi của một vòng găng pittông, cụ thể, ở các hai phía (0° , 360°) của chỗ tiếp giáp của vòng găng pittông, vị trí đối diện từ chỗ tiếp giáp và các vị trí 90° trên cả hai phía từ chỗ tiếp giáp, và giá trị trung bình của các phép đo này đã được lấy làm giá trị đo.

Tên thiết bị: XploRA PLUS, sản xuất bởi HORIBA, Ltd.

Nguồn sáng la-de: 532 nm

Cường độ la-de: 1 mW

Đường kính vết: 1 μm

Cách tử nhiễu xạ: 1200 dòng/mm

Dạng sóng của từng phổ Raman đã được phân tích, và các kết quả phân tích được tổng hợp trong Bảng 1.

Bảng 1

	Tỷ lệ cường độ đỉnh							Tỷ lệ diện tích cường độ đỉnh						
	G/S	G/(S+D)	G/(S+D+G)	D/(S+G)	D/(S+D+G)	S/(D+G)	S/(S+D+G)	G/S	G/(S+D)	G/(S+D+G)	D/(S+G)	D/(S+D+G)	S/(D+G)	S/(S+D+G)
Ví dụ 1	2.59	0.44	0.31	1.33	0.57	0.14	0.12	1.66	0.24	0.19	2.24	0.69	0.13	0.12
Ví dụ 2	2.74	0.51	0.34	1.17	0.54	0.14	0.12	1.90	0.30	0.23	1.85	0.65	0.14	0.12
Ví dụ 3	3.34	0.64	0.39	0.98	0.49	0.13	0.12	2.56	0.42	0.30	1.43	0.59	0.13	0.12
Ví dụ 4	3.56	0.72	0.42	0.87	0.46	0.13	0.12	2.87	0.51	0.34	1.18	0.54	0.13	0.12
Ví dụ 5	4.87	0.91	0.48	0.75	0.43	0.11	0.10	4.02	0.67	0.40	1.00	0.50	0.11	0.10
Ví dụ 6	5.56	1.07	0.50	0.68	0.41	0.10	0.09	4.62	0.76	0.43	0.90	0.48	0.10	0.09
Ví dụ so sánh 1	6.55	1.17	0.54	0.61	0.38	0.09	0.08	5.63	0.90	0.47	0.80	0.44	0.09	0.08
Ví dụ so sánh 2	6.67	1.19	0.54	0.60	0.38	0.09	0.08	5.70	0.91	0.48	0.79	0.44	0.09	0.08
Ví dụ so sánh 3	6.46	1.20	0.54	0.59	0.37	0.09	0.08	5.68	0.92	0.48	0.78	0.44	0.09	0.08
Ví dụ so sánh 4	7.78	1.38	0.58	0.53	0.35	0.08	0.07	7.32	1.10	0.52	0.68	0.40	0.08	0.07

Tiếp theo, lớp phủ DLC của mỗi trong số Ví dụ 1, các Ví dụ 3 đến 6 và Ví dụ so sánh 1 đã được đánh giá. Trước tiên, thử nghiệm để đo lượng mài mòn sử dụng máy thử ma sát chuyên động qua lại và mài mòn đã được thực hiện như sau.

Fig.2 thể hiện phác thảo của thử nghiệm ma sát chuyên động qua lại và mài mòn kiểu ghim trên tấm. Trước tiên, thép không gỉ góc mactensit đã được tạo thành các nền vòng găng pittông mỗi nền có đường kính danh nghĩa là 86 mm và chiều rộng theo hướng trượt là 1,2 mm. Trên bề mặt ngoài vi bên ngoài của mỗi nền kết quả, lớp phủ DLC của từng Ví dụ và Ví dụ so sánh được mô tả ở trên đã được tạo thành, để chuẩn bị vòng găng pittông có bề mặt trượt ngoài vi bên ngoài đã được xử lý. Chi tiết vòng găng pittông có chiều dài chu vi 20 mm đã được cắt bỏ từ mỗi trong số ba vị trí, cụ thể, vị trí đối diện từ chỗ tiếp giáp và các vị trí 90° trên cả hai phía từ chỗ tiếp giáp, của mỗi vòng găng pittông kết quả, và trải qua thử nghiệm. Chi tiết vòng găng pittông bị cắt bỏ do đó đã trải qua hoàn thiện lần cuối sao cho mỗi chi tiết vòng găng pittông sau khi hoàn thiện lần cuối có độ nhám bề mặt, như chiều cao tối đa Rz, là 1,0 μm và đường cong độ nhám của bề mặt của chúng có hình dạng cao nguyên. Mỗi chi tiết vòng găng pittông kết quả đã được sử dụng làm mẫu thử trên 100.

Là mẫu thử dưới 110, tấm có chiều rộng 17 mm, chiều dài 70 mm và độ dày 14 mm, để đại diện cho lõi xi lanh làm bằng gang graphit tấm mỏng là vật liệu tương đương với JIS FC250 và có độ cứng HRB 100 và kết tủa cacbua 3%, đã được chuẩn bị. Sau đó, hoàn thiện bề mặt lần cuối đã được thực hiện sử dụng giấy nhám #600, và mẫu thử dưới 110 kết quả có độ nhám bề mặt, như chiều cao tối đa Rz, là 1,2 μm .

Các điều kiện cho thử nghiệm đo lượng mài mòn được thể hiện dưới đây. Trên các bề mặt trượt của mỗi mẫu thử trên 100 và mẫu thử dưới 110, 150 μL dầu bôi trơn động cơ 0W-20 đã được sử dụng trong vận hành động cơ thực tế sao cho bùn cacbon và tương tự do đó được tạo ra đã được cô đặc, đã được cung cấp trong khoảng thời gian thử nghiệm một giờ.

< Các điều kiện thử nghiệm >

- Hành trình: 50 mm
- Tải trọng: 50 N

- Tốc độ: 300 chu kỳ/phút
- Nhiệt độ của mẫu thử dưới: 80°C (bộ phận làm nóng 122 để làm nóng mẫu thử dưới, được cung cấp trong khối di chuyển được 120 đã được sử dụng)
- Thời gian thử nghiệm: 60 phút

Các kết quả đo được về lượng mài mòn (giá trị trung bình, $n = 3$) được thể hiện trong Bảng 2. Các giá trị của lượng mài mòn được thể hiện trong Bảng 2 là các giá trị tương đối so với giá trị trong Ví dụ so sánh 1 được lấy là 1.

Bảng 2

	Lượng mài mòn (giá trị tương đối)
Ví dụ 1	0,05
Ví dụ 3	0,11
Ví dụ 4	0,15
Ví dụ 5	0,32
Ví dụ 6	0,67
Ví dụ so sánh 1	1,00

Tiếp theo, lớp phủ DLC của mỗi trong số Ví dụ 1, các Ví dụ 3 đến 6 và Ví dụ so sánh 1 đã được tạo thành trên tấm làm bằng vật liệu SKD 11, và trải qua thử nghiệm ấn lõm Rockwell và thử nghiệm trầy xước như sau. Các kết quả được thể hiện trong Bảng 3. Bằng cách thực hiện thử nghiệm ấn lõm Rockwell và thử nghiệm trầy xước, và đánh giá tình trạng (chiều dài, số lần xuất hiện và tương tự) của hiện tượng nứt, đã có thể xác nhận thực tế là số lượng vết nứt càng lớn và chiều dài của các vết nứt càng dài, thì lượng mài mòn càng cao.

Hơn nữa, Fig.3 thể hiện hình ảnh kính hiển vi điện tử thể hiện các vết nứt được tạo thành trên bề mặt của lớp phủ DLC trong vận hành động cơ thực tế. Fig.4 và Fig.5 thể hiện hình ảnh kính hiển vi la-de minh họa các kết quả của các thử nghiệm ấn lõm Rockwell trên các lớp phủ DLC của Ví dụ 1 và Ví dụ so sánh 1, tương ứng.

< Thử nghiệm ấn lõm Rockwell >

Phù hợp với ISO 26443, thiết bị tạo vết lõm kim cương có bán kính đầu là 0,2 mm đã được ép vào từng lớp phủ DLC với tải trọng 150 kgf, và bề mặt của lớp phủ DLC đã được quan sát bằng kính hiển vi la-de. Bốn trường quan sát bên trên, bên dưới, bên phải và bên trái của vết lõm đã được phóng to (độ phóng đại ống kính: 50 lần), và giá trị trung bình của các chiều dài của ba vết nứt dài nhất (theo thứ tự từ vết nứt dài nhất) trong mỗi trường quan sát đã được tính toán. Phép đo đã được thực hiện ba lần cho mỗi mẫu, và giá trị trung bình của chúng ($n = 12$) đã được sử dụng để đánh giá. Các kết quả được thể hiện trong Bảng 3.

< Thử nghiệm trầy xước >

Sử dụng máy thử trầy xước sản xuất bởi Anton Paar Ltd., mỗi mẫu đã được di chuyển 2 mm theo chiều ngang ở tốc độ 10 mm/phút, trong khi duy trì tải trọng không đổi ở 1 N. Các kết quả của thử nghiệm trầy xước đã được quan sát bằng kính hiển vi điện tử, và hiện tượng nứt đã được đánh giá ($n = 3$). Mỗi mẫu đã được đánh giá theo các tiêu chí sau, và các kết quả đánh giá được thể hiện trong Bảng 3.

A: Hiện tượng nứt đã không được quan sát trên bề mặt của lớp phủ DLC sau thử nghiệm trầy xước.

B: Hiện tượng nứt đã được quan sát trên bề mặt của lớp phủ DLC sau thử nghiệm trầy xước, nhưng số lượng vết nứt tương đối nhỏ.

C: Hiện tượng số lượng vết nứt nhất định đã được quan sát trên bề mặt của lớp phủ DLC sau thử nghiệm trầy xước.

D: Hiện tượng số lượng vết nứt lớn đáng kể đã được quan sát trên bề mặt của lớp phủ DLC sau thử nghiệm trầy xước.

Bảng 3

	Chiều dài vết nứt sau thử nghiệm ấn lõm Rockwell (μm)	Đánh giá hiện tượng nứt sau thử nghiệm trầy xước
Ví dụ 1	61,4	A
Ví dụ 3	59,2	B
Ví dụ 4	66,7	B
Ví dụ 5	96,0	C
Ví dụ 6	145,0	C
Ví dụ so sánh 1	164,9	D

Danh sách số chỉ dẫn

- 10 vòng găng pittông
- 11 nền vòng găng pittông
- 12 lớp phủ DLC
- 13 lớp lót
- 100 mẫu thử trên
- 110 mẫu thử dưới
- 120 khối di chuyển được
- 122 bộ phận làm nóng để làm nóng mẫu thử dưới

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Chi tiết trượt bao gồm lớp phủ DLC (cacbon giống kim cương, diamond-like carbon) trên bề mặt trượt ngoại vi bên ngoài của chúng,

trong đó lớp phủ DLC có dải S có đỉnh trong vùng lân cận 1150 cm^{-1} , dải D có đỉnh trong vùng lân cận 1400 cm^{-1} , và dải G có đỉnh trong vùng lân cận 1580 cm^{-1} , trong phổ Raman; và

trong đó tỷ lệ (I_G/I_S) của cường độ đỉnh của dải G so với cường độ đỉnh của dải S là 5,6 hoặc nhỏ hơn, tỷ lệ (A_G/A_S) của diện tích cường độ đỉnh của dải G so với diện tích cường độ đỉnh của dải S là 4,7 hoặc nhỏ hơn, tỷ lệ (I_G/I_{S+D}) của cường độ đỉnh của dải G so với tổng cường độ đỉnh của dải S và cường độ đỉnh của dải D là 1,1 hoặc nhỏ hơn, và tỷ lệ (A_G/A_{S+D}) của diện tích cường độ đỉnh của dải G so với tổng diện tích cường độ đỉnh của dải S và diện tích cường độ đỉnh của dải D là 0,76 hoặc nhỏ hơn.

2. Chi tiết trượt theo điểm 1, trong đó tỷ lệ (I_G/I_{S+D+G}) của cường độ đỉnh của dải G so với tổng cường độ đỉnh của dải S, cường độ đỉnh của dải D và cường độ đỉnh của dải G là 0,50 hoặc nhỏ hơn, và tỷ lệ (A_G/A_{S+D+G}) của diện tích cường độ đỉnh của dải G so với tổng diện tích cường độ đỉnh của dải S, diện tích cường độ đỉnh của dải D và diện tích cường độ đỉnh của dải G là 0,43 hoặc nhỏ hơn.

3. Chi tiết trượt theo điểm 1, trong đó, trong lớp phủ DLC, tỷ lệ (I_D/I_{S+G}) của cường độ đỉnh của dải D so với tổng cường độ đỉnh của dải S và cường độ đỉnh của dải G là 0,68 hoặc lớn hơn, và tỷ lệ (A_D/A_{S+G}) của diện tích cường độ đỉnh của dải D so với tổng diện tích cường độ đỉnh của dải S và diện tích cường độ đỉnh của dải G là 0,9 hoặc lớn hơn.

4. Chi tiết trượt theo điểm 1, trong đó, trong lớp phủ DLC, tỷ lệ (I_D/I_{S+D+G}) của cường độ đỉnh của dải D so với tổng cường độ đỉnh của dải S, cường độ đỉnh của dải D và cường độ đỉnh của dải G là 0,41 hoặc lớn hơn, và tỷ lệ (A_D/A_{S+D+G}) của diện tích cường độ đỉnh của dải D so với tổng diện tích cường độ đỉnh của dải S, diện tích cường độ đỉnh của dải D và diện tích cường độ đỉnh của dải G là 0,48 hoặc lớn hơn.

5. Chi tiết trượt theo điểm 1, trong đó, trong lớp phủ DLC, tỷ lệ (I_S/I_{D+G}) của cường độ đỉnh của dải S so với tổng cường độ đỉnh của dải D và cường độ đỉnh của dải G là 0,1

hoặc lớn hơn, và tỷ lệ (A_S/A_{D+G}) của diện tích cường độ đỉnh của dải S so với tổng diện tích cường độ đỉnh của dải D và diện tích cường độ đỉnh của dải G là 0,1 hoặc lớn hơn.

6. Chi tiết trượt theo điểm 1, trong đó, trong lớp phủ DLC, tỷ lệ (I_S/I_{S+D+G}) của cường độ đỉnh của dải S so với tổng cường độ đỉnh của dải S, cường độ đỉnh của dải D và cường độ đỉnh của dải G là 0,09 hoặc lớn hơn, và tỷ lệ (A_S/A_{S+D+G}) của diện tích cường độ đỉnh của dải S so với tổng diện tích cường độ đỉnh của dải S, diện tích cường độ đỉnh của dải D và diện tích cường độ đỉnh của dải G là 0,09 hoặc lớn hơn.

7. Chi tiết trượt theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó lớp phủ DLC có hàm lượng hydro là 0,5% hoặc nhỏ hơn.

8. Chi tiết trượt theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó chi tiết trượt là vòng găng pittông.

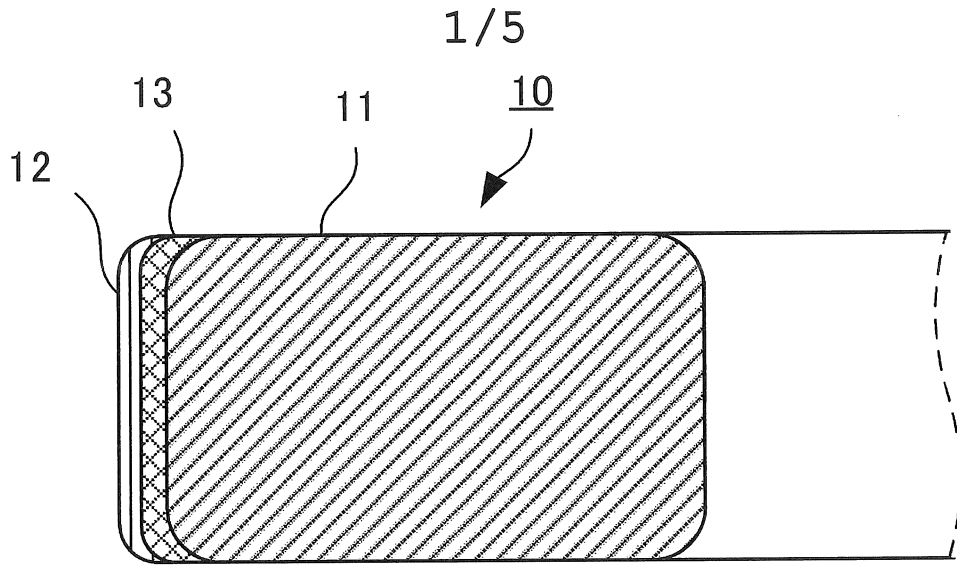


FIG. 1

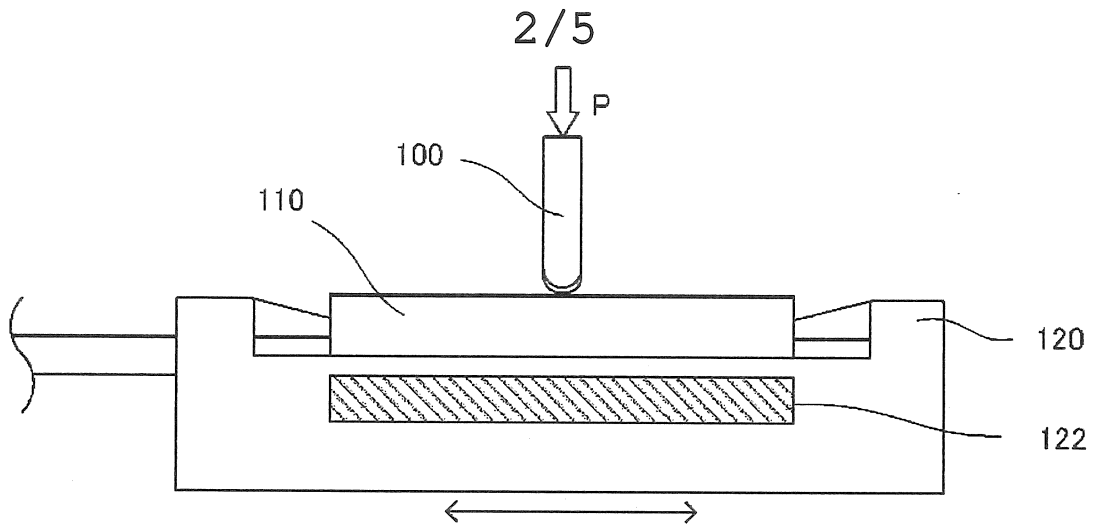


FIG. 2

3/5

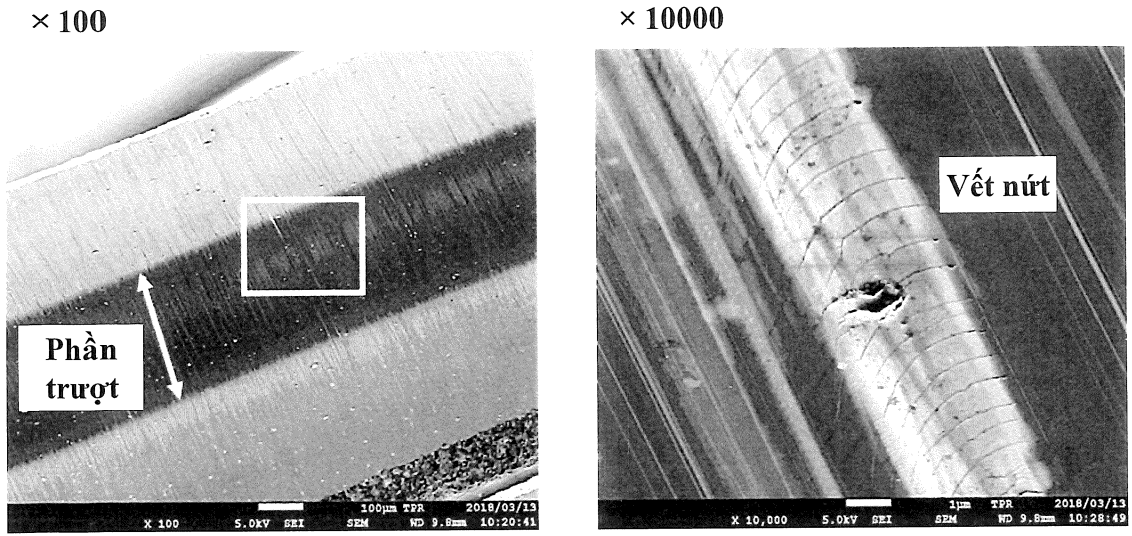
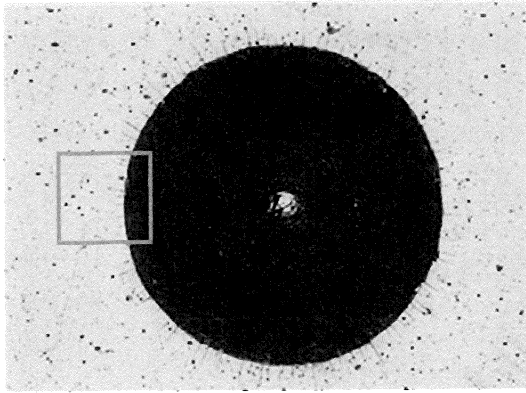


FIG. 3

4/5

Độ phóng đại: 10 lần



Độ phóng đại: 50 lần

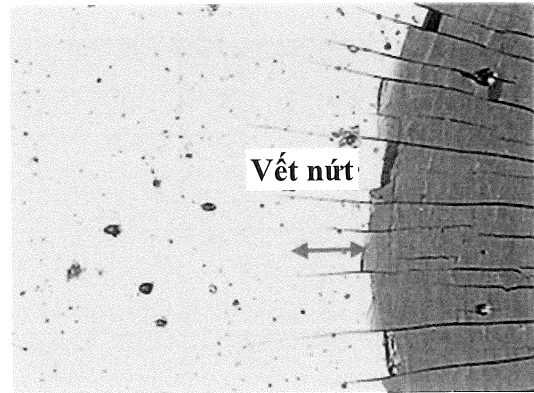
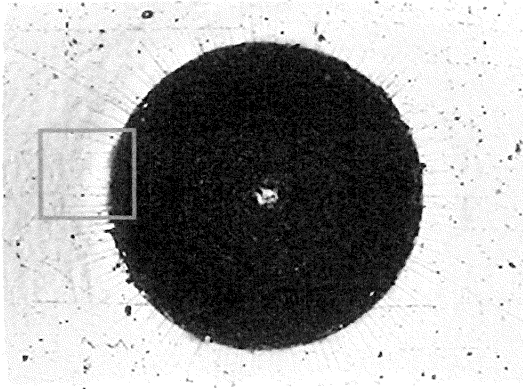


FIG. 4

5/5

Độ phóng đại: 10 lần



Độ phóng đại: 50 lần

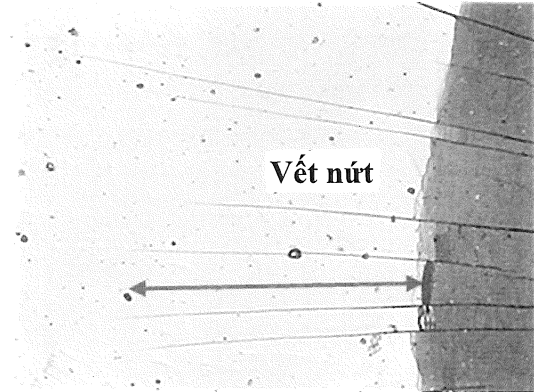


FIG. 5