



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

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

(11)



1-0034432

(51)⁸ **F16J 9/20; F16J 9/26; F02F 5/00; F16J 9/06** (13) **B**

(21) 1-2018-02125

(22) 24/07/2017

(86) PCT/JP2017/026699 24/07/2017

(87) WO2019008780 10/01/2019

(30) PCT/JP2017/024712 05/07/2017 JP

(45) 26/12/2022 417

(43) 27/04/2020 385ASC

(73) TPR Co., Ltd. (JP)

6-2, Marunouchi 1-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0005, Japan

(72) Seiji TAMAKI (JP); Kentaro KAWANO (JP).

(74) Văn phòng Luật sư Ân Nam (ANNAM IP & LAW)

(54) VÒNG GĂNG GẠT DẦU KẾT HỢP

(57) Sáng chế đề xuất vòng găng gạt dầu kết hợp có thể đạt được sự giảm tiêu thụ dầu và giảm ma sát tại thời điểm trượt vòng găng gạt dầu. Hình dạng của bề mặt biên bên ngoài của xéc măng phía trên của cặp xéc măng được bố trí trên phía buồng đốt của động cơ có hình dạng cong đối xứng, được tạo thành từ cặp hướng về phía phần đầu xa của bề mặt biên bên ngoài mà trượt với thành bên trong xi lanh tương ứng, kéo dài từ các điểm đầu tại các phần đầu phía biên bên ngoài của hai bề mặt tạo thành chiều rộng của xéc măng phía trên, và phần đầu xa bên ngoài biên có hình dạng không đối xứng theo hướng chiều rộng xéc của măng phía trên qua đỉnh của bề mặt biên bên ngoài. Hình dạng của bề mặt biên bên ngoài của xéc măng phía dưới được bố trí trên phía cách xa từ buồng đốt của động cơ là hình dạng cong đối xứng, được tạo thành từ cặp hướng về phía phần đầu xa của bề mặt biên bên ngoài trượt với thành bên trong xi lanh tương ứng, kéo dài từ các điểm đầu tại các phần đầu phía biên bên ngoài của hai bề mặt tạo thành chiều rộng của xéc măng phía dưới, và phần đầu xa bên ngoài biên có hình dạng đối xứng theo hướng chiều rộng của xéc măng phía dưới qua đỉnh của bề mặt biên bên ngoài.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến vòng găng gạt dầu kết hợp được gắn vào rãnh vòng găng gạt dầu của pittông.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Vòng găng pittông được gắn vào rãnh vòng găng pittông được tạo thành trên mặt bên ngoài của pittông của động cơ đốt trong. Vòng găng pittông sử dụng trong động cơ đốt trong xăng thông thường có kết cấu bao gồm hai vòng đệm ép (vòng đỉnh và vòng thứ hai) và vòng găng gạt dầu kết hợp. Vòng găng gạt dầu kết hợp có chức năng kiểm soát dầu và được tạo kết cấu để triệt giảm sự tiêu thụ của dầu động cơ.

Thông thường, với mục đích giảm mức tiêu thụ dầu trong vòng găng gạt dầu kết hợp chứa hai xéc măng (các vòng bên) và vòng đệm giãn cách (bộ dẫn vòng đệm), đã sử dụng phương pháp thông thường để tăng sức căng vòng găng gạt dầu, hoặc phương pháp để tăng sự sụt giảm (khoảng cách μm theo chiều trục) mà không làm tăng sức căng vòng găng gạt dầu, từ đỉnh SP của bề mặt biên bên ngoài S (sau đây gọi là “đỉnh biên bên ngoài”) theo độ dài chiều rộng đo nhất định để duy trì chiều rộng tiếp xúc hẹp giữa bề mặt biên trượt bên ngoài của xéc măng và pittông theo chiều trục theo hình dạng biên bên ngoài của xéc măng. Thông thường, hiệu quả kiểm soát dầu của vòng găng gạt dầu được chỉ ra bằng áp suất bề mặt (JIS B8032-13) được tính toán dựa trên sức căng vòng găng gạt dầu (sức căng tiếp tuyến) và chiều rộng h_1 của xéc măng. Tuy nhiên, chiều rộng của xéc măng ở đây được thay thế bằng chiều rộng tiếp xúc giữa bề mặt biên trượt

bên ngoài của xéc măng và pittông theo chiều trục và áp suất bề mặt ở đây được gọi là “áp suất bề mặt thực”. Áp suất bề mặt thực được xác định bằng phương trình (1) dưới đây, trong đó đường kính xi lanh được biểu diễn bằng d (mm), sức căng vòng găng gạt dầu được biểu diễn bằng F_t (N), chiều rộng tiếp xúc giữa bề mặt biên trượt bên ngoài của xéc măng và pittông theo chiều trục được biểu diễn bằng h_2 (mm) và áp suất bề mặt thực được biểu diễn bằng P (N/mm²).

$$P = F_t / (d \cdot h_2) \quad (1)$$

Khi chiều rộng tiếp xúc h_2 của xéc măng có pittông tại thời điểm trượt thực là nhỏ, thì áp suất bề mặt thực P tăng lên theo phương trình (1) được mô tả ở trên, nhờ đó có thể giảm mức tiêu thụ dầu. Ngoài ra, sự tăng sức căng vòng găng gạt dầu F_t gây ra sự tăng áp suất bề mặt thực P theo phương trình (1) được mô tả ở trên, do đó có thể giảm mức tiêu thụ dầu. Tuy nhiên, việc sử dụng các phương tiện làm giảm mức tiêu thụ dầu có thể dẫn đến làm tăng sự ma sát.

Đã biết đến trong các tài liệu của lĩnh vực kỹ thuật trước dưới đây đề cập đến vòng găng gạt dầu này. Theo tài liệu sáng chế 1, đã bộc lộ sáng chế về vòng bôi trơn dầu. Với hai đĩa (các vòng bên hoặc xéc măng) của vòng găng gạt dầu, hai đĩa là giống nhau và mỗi đĩa có bề mặt lăn (bề mặt biên bên ngoài đầu xa của xéc măng) có hình dạng lồi không đối xứng. Trong một trường hợp, các đường đỉnh của các bề mặt biên bên ngoài của hai đĩa được định hướng về phía tâm của rãnh vòng. Trong trường hợp khác, các đường đỉnh của các bề mặt biên bên ngoài của đĩa được định hướng về phía các bề mặt bên đối diện với đỉnh pittông của rãnh vòng. Ngoài ra, tiết diện của bề mặt

lần của đĩa có hình dạng không đối xứng của đa thức bậc hai biểu diễn bởi hàm số $h(x)=ax+bx^2$ trong tiết diện thứ nhất (I) và sau khi đi qua đỉnh chống đỡ (II) $h(x=0)$ được tạo kết cấu như là mép, hình dạng không đối xứng của hàm số $h(x)=cx^2$ trong tiết diện thứ ba (III), do đó cải thiện hoạt động bôi trơn dầu.

Theo tài liệu sáng chế 2, bộc lộ rằng bề mặt biên bên ngoài vòng bên của vòng găng gạt dầu về cơ bản có tiết diện hình chữ I, được tạo thành bằng việc khớp các vòng bên với nhau bằng đường gờ, có bề mặt chấn cong không đối xứng với đỉnh được tạo thành tại phần dưới theo chiều hướng tâm từ tâm chiều rộng theo chiều trục của vòng bên và giảm lực hao tổn do ma sát bằng thiết bị kiểm tra vận động xi lanh đơn.

Danh mục tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: JP 4800946 B1

Tài liệu sáng chế 2: JP 4322500 B1

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Trong những năm gần đây, để đạt được sự giảm tiêu thụ nhiên liệu của động cơ, đã có sự tiến bộ trong việc giảm sức căng của vòng găng pittông với mục đích giảm ma sát và tiến bộ trong công nghệ tạo lớp phủ-chịu mài mòn có sự ma sát thấp trên bề mặt biên bên ngoài. Sự giảm sức căng của vòng găng gạt dầu có thể làm gia tăng độ dày của màng dầu trong khoảng vật tốc cao với sự quay vận tốc cao của động cơ. Do đó, xuất hiện vấn đề về sự gia tăng tiêu thụ dầu. Theo chuẩn của sức căng vòng găng gạt dầu,

thông qua sự thay thế giá trị F_t/d (đơn vị: N/mm) thu được bằng cách chia cho sức căng vòng găng gạt dầu F_t (đơn vị: N) bằng đường kính xi lanh d (đơn vị: mm), tức là, sức căng vòng găng gạt dầu trên đường kính xi lanh, mức thông thường nằm trong khoảng từ 0,5 đến 0,6 (N/mm) và người ta cho rằng mức căng giảm bằng hoặc nhỏ hơn 0,35 (N/mm).

Do đó, trong điều kiện sức căng vòng găng gạt dầu thấp, đã có sáng chế về tổ hợp của hình dạng biên bên ngoài của xéc măng có mục đích kiểm soát độ dày của màng dầu mỏng hơn để triệt giảm sự gia tăng tiêu thụ dầu và hình dạng biên bên ngoài của xéc măng góp phần làm giảm ma sát và tiến hành thử nghiệm đo mức tiêu thụ dầu và thử nghiệm đo ma sát sử dụng thiết bị kiểm tra vận động xi lanh đơn dạng khuỷu (dạng ống lót di động).

Sáng chế đã được thực hiện theo các trường hợp được đề cập ở trên và mục tiêu của sáng chế là đề xuất vòng găng gạt dầu kết hợp có thể giảm mức tiêu thụ dầu trong khoảng vận tốc cao với sự quay vận tốc cao của động cơ trong điều kiện sức căng vòng găng gạt dầu thấp và cũng có thể giảm lực ma sát gây ra do việc trượt của vòng găng gạt dầu.

Giải quyết vấn đề

Để đạt được mục tiêu nêu trên, theo phương án thứ nhất, sáng chế đề xuất vòng găng gạt dầu kết hợp được gắn vào rãnh vòng găng gạt dầu của pittông cho động cơ đốt trong, vòng găng gạt dầu kết hợp bao gồm: một cặp xéc măng, trong đó mỗi xéc măng có bề mặt biên bên ngoài trượt trên thành bên trong xi lanh; và vòng đệm giãn cách được bố trí giữa cặp xéc măng và được tạo kết cấu để ép các bề mặt biên trượt bên ngoài của

cặp xéc măng vào thành bên trong xi lanh,

trong đó hình dạng của bề mặt biên bên ngoài của xéc măng phía trên của cặp xéc măng được bố trí trên phía buồng đốt của động cơ trong mặt cắt dọc bất kỳ có hình dạng cong, được tạo thành từ cặp bao gồm phía buồng đốt của động cơ và phía cách xa từ buồng đốt của động cơ theo hướng chiều rộng của xéc măng phía trên và đối xứng qua chiều hướng tâm kéo dài từ các điểm đầu tại các phần đầu phía biên bên ngoài của hai bề mặt tạo thành chiều rộng của xéc măng phía trên đến thành bên trong xi lanh tương ứng, và phía đỉnh biên bên ngoài của hình dạng của bề mặt biên bên ngoài được cho tiếp xúc với thành bên trong của xi lanh tại thời điểm chèn có hình dạng không đối xứng theo hướng chiều rộng của xéc măng phía trên bên trên đỉnh biên bên ngoài, và các phần mở rộng tại cả hai đầu của hình dạng không đối xứng có hình dạng kéo dài liên tục đến hình dạng cong có các phần đầu phía biên bên ngoài của hai bề mặt tạo thành chiều rộng của xéc măng phía trên như là các điểm đầu,

trong đó, hình dạng không đối xứng có đường giữa thứ nhất là đường đi qua tâm của chiều rộng xéc măng phía trên, và trong phần đầu xa bên ngoài biên của đường cong viền thu được bằng cách vẽ bề mặt biên bên ngoài của xéc măng phía trên trong mặt cắt dọc, khi vị trí trên phía buồng đốt của động cơ của hai vị trí trên đường cong viền tại vị trí cách xa bởi khoảng cách là $4,0\ \mu\text{m}$ từ đỉnh biên bên ngoài hướng về phía biên bên trong theo chiều hướng tâm của xéc măng phía trên là vị trí thứ nhất a1, vị trí trên phía cách xa từ buồng đốt của động cơ là vị trí thứ hai b1, chiều dài của đoạn thẳng giữa vị trí thứ nhất a1 và vị trí thứ hai b1 là L, và đường giữa của đoạn thẳng này có chiều dài L là đường giữa thứ hai, đường giữa thứ hai nằm trên phía cách xa từ buồng đốt của động cơ so với đường giữa thứ nhất và đỉnh biên bên ngoài của xéc măng phía trên nằm

trên nằm trên đường giữa thứ hai hoặc trên phía cách xa từ buồng đốt của động cơ so với đường giữa thứ hai,

trong đó, xéc măng phía trên được gắn vào trong rãnh vòng gặt dầu sao cho đỉnh biên bên ngoài được định vị trên phía cách xa từ buồng đốt của động cơ,

trong đó, hình dạng của bề mặt biên bên ngoài của xéc măng phía dưới của cặp xéc măng được bố trí trên phía cách xa từ buồng đốt của động cơ trong mặt cắt dọc bất kỳ có hình dạng cong, được tạo thành từ cặp bao gồm phía buồng đốt của động cơ và phía cách xa từ buồng đốt của động cơ theo hướng chiều rộng của xéc măng phía dưới và đối xứng phía qua chiều trục kéo dài từ các điểm đầu tại các phần đầu phía biên bên ngoài của hai bề mặt tạo thành chiều rộng của xéc măng phía dưới đến thành bên trong xi lanh tương ứng,

trong đó, phía đỉnh biên bên ngoài của hình dạng của bề mặt biên bên ngoài được cho tiếp xúc với thành bên trong của xi lanh tại thời điểm chèn có hình vòng cung đối xứng theo hướng chiều rộng của xéc măng phía dưới qua đỉnh biên bên ngoài,

trong đó, các phần mở rộng tại cả hai đầu của hình vòng cung có hình dạng kéo dài liên tục đến hình dạng cong có các phần đầu phía biên bên ngoài của hai bề mặt tạo thành chiều rộng xéc măng phía dưới như là các điểm đầu, và xéc măng phía dưới được gắn vào rãnh vòng gặt dầu,

trong đó, khi đường cong viền có hình dạng không đối xứng trong phần đầu xa bên ngoài biên của xéc măng phía trên được phân chia thành hai vùng chứa phần đường cong viền kéo dài hướng về phía biên bên trong theo chiều hướng tâm của xéc măng phía trên và được kẹp giữa đỉnh biên bên ngoài và vị trí cách xa từ đỉnh biên bên ngoài bằng khoảng cách 1,5 μm và phần đường cong viền kéo dài hướng về phía biên bên trong

theo chiều hướng tâm của xéc măng phía trên và được kẹp giữa bằng khoảng cách là $1,5\ \mu\text{m}$ và khoảng cách là $4,0\ \mu\text{m}$ từ đỉnh biên bên ngoài, đường cong viền có tiết diện viền thứ nhất, tiết diện viền thứ hai và tiết diện viền thứ ba theo thứ tự được đề cập từ phía buồng đốt của động cơ của xi lanh, và tiết diện viền thứ nhất được tạo thành tại phần dạng đường thẳng hoặc hình dạng đường cong bậc hai bắt đầu từ phần đầu thứ nhất trên phía buồng đốt của động cơ của tiết diện viền thứ hai, và tiết diện viền thứ hai được tạo thành là hình vòng cung và có đỉnh biên bên ngoài tại phần nửa đường của nó, và tiết diện viền thứ ba được tạo thành là một phần của hình dạng đường cong bậc hai bắt đầu từ phần đầu thứ hai của tiết diện viền thứ hai trên phía cách xa từ buồng đốt của động cơ,

trong đó, độ nhám bề mặt của phần hình dạng không đối xứng của bề mặt biên bên ngoài của xéc măng phía trên bằng hoặc nhỏ hơn $0,1\ \mu\text{mRa}$,

trong đó, trong phần đầu xa bên ngoài biên của đường cong viền, của hai vị trí trên đường cong viền tại vị trí cách xa đỉnh biên bên ngoài bằng khoảng cách $1,5\ \mu\text{m}$ hướng về phía biên bên trong theo chiều hướng tâm của xéc măng phía trên, vị trí trên phía buồng đốt của động cơ là vị trí thứ ba a2, vị trí cách xa buồng đốt là vị trí thứ tư b2, và chiều dài L của đoạn thẳng giữa vị trí thứ nhất a1 và vị trí thứ hai b1 nằm trong khoảng từ $0,05\ \text{mm} \leq L \leq 0,18\ \text{mm}$,

trong đó, khi góc (góc phía trên) được tạo thành giữa đường thẳng đi qua vị trí thứ nhất a1 và vị trí thứ ba a2 và chiều trục của xi lanh là θ_1 độ, và góc (góc phía dưới) được tạo thành giữa đường thẳng thứ hai đi qua vị trí thứ hai b1 và vị trí thứ tư b2 và chiều trục của xi lanh là θ_2 độ, thỏa mãn các điều kiện $3^\circ \leq \theta_1 \leq 9^\circ$ và $9^\circ \leq \theta_2$.

trong đó, vì bề mặt biên bên ngoài của xéc măng phía trên, độ nhám bề mặt của phần đối xứng kéo dài từ đỉnh biên bên ngoài ít nhất bằng khoảng cách là $10\ \mu\text{m}$ hướng về

phía biên bên trong theo chiều hướng tâm của xéc măng phía dưới bằng hoặc nhỏ hơn $0,1 \mu\text{mRa}$,

trong đó, trong phần đầu xa bên ngoài biên của đường cong viền thu được bằng cách vẽ bề mặt biên bên ngoài của xéc măng phía dưới trong mặt cắt dọc, vì hai vị trí trên đường cong viền tại vị trí cách xa bởi khoảng cách là $4,0 \mu\text{m}$ từ đỉnh biên bên ngoài hướng về phía biên bên trong theo chiều hướng tâm của xéc măng phía dưới, vị trí trên phía buồng đốt của động cơ là vị trí thứ năm $a1x$, và phía trên phía cách xa từ buồng đốt của động cơ là vị trí thứ sáu $b1x$, và vì hai vị trí trên đường cong viền tại vị trí cách xa bởi khoảng cách $1,5 \mu\text{m}$ từ đỉnh biên bên ngoài hướng về phía biên bên trong theo chiều hướng tâm của xéc măng phía dưới, vị trí trên phía buồng đốt của động cơ là vị trí thứ bảy $a2x$, và vị trí trên phía cách xa từ buồng đốt của động cơ là vị trí thứ tám $b2x$, và chiều dài của đoạn thẳng giữa vị trí thứ năm $a1x$ và vị trí thứ sáu $b1x$ là Lx , chiều dài Lx nằm trong khoảng từ $0,08 \text{ mm} \leq Lx \leq 0,20 \text{ mm}$, và

trong đó, khi góc (góc phía trên) được tạo thành giữa đường thẳng thứ nhất đi qua vị trí thứ năm $a1x$ và vị trí thứ bảy $a2x$ và chiều trục của xi lanh là $\theta1x$ độ, và góc (góc phía dưới) được tạo thành giữa đường thẳng thứ hai đi qua vị trí thứ sáu $b1x$ và vị trí thứ tám $b2x$ và chiều trục của xi lanh là $\theta2x$ độ, thỏa mãn các điều kiện $2^\circ \leq \theta1x \leq 9^\circ$, $2^\circ \leq \theta2x \leq 9^\circ$, và $|\theta1x - \theta2x| \leq 1,5^\circ$.

Theo khía cạnh thứ hai của sáng chế, tốt hơn là, tại phần đầu xa bên ngoài biên của đường cong viền thu được bằng cách vẽ bề mặt biên bên ngoài của xéc măng phía dưới trong mặt cắt dọc, chiều dài Lx nằm trong khoảng $0,08 \text{ mm} \leq Lx \leq 0,18 \text{ mm}$, và thỏa mãn các điều kiện $3^\circ \leq \theta1x \leq 9^\circ$, $3^\circ \leq \theta2x \leq 9^\circ$ và $|\theta1x - \theta2x| \leq 1,5^\circ$.

Theo khía cạnh thứ ba của sáng chế, tốt hơn là bề mặt biên bên ngoài của mỗi

cặp xéc măng chứa một lớp phủ bất kỳ là:

(1) lớp phủ được làm từ crom nitrit, lớp phủ có độ cứng bề mặt bằng hoặc lớn hơn 800 HV và độ dày bằng hoặc lớn hơn 10 μm ;

(2) lớp phủ DLC (cacbon vô định hình) được làm chỉ từ cacbon, lớp phủ DLC có độ cứng bề mặt bằng hoặc lớn hơn 1.500 HV và độ dày bằng hoặc lớn hơn 3 μm ; và

(3) lớp phủ có cấu trúc đa lớp bao gồm lớp phủ cứng (1) và lớp phủ DLC (2) phủ trên lớp phủ cứng, lớp phủ này là lớp phủ crom nitrit (lớp phủ PVD) có độ cứng bằng hoặc lớn hơn 5 μm , và lớp phủ này là lớp phủ DLC có độ dày bằng hoặc lớn hơn 0,5 μm .

Ưu điểm của sáng chế

Theo sáng chế, sáng chế đã đề xuất vòng găng gạt dầu kết hợp có thể làm giảm mức tiêu thụ dầu trong khoảng vận tốc cao với sự quay vận tốc cao của động cơ ngay cả trong điều kiện sức căng vòng găng gạt dầu thấp, và cũng làm giảm lực ma sát gây ra bởi sự trượt của vòng găng gạt dầu.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

FIG.1 là hình chiếu mặt cắt dọc minh họa kết cấu của vòng găng gạt dầu kết hợp theo một phương án của sáng chế và là hình minh họa trạng thái trong đó pittông có vòng găng gạt dầu kết hợp gắn vào đó được chèn vào xi lanh.

FIG.2 là hình chiếu bằng minh họa hình dạng bên ngoài của các xéc măng.

FIG.3 là hình chiếu mặt cắt dọc minh họa xéc măng phía trên 11 được bố trí trên phía buồng đốt của động cơ mà cắt dọc theo đường A-A theo FIG.2.

FIG.4 là hình chiếu mặt cắt dọc minh họa xéc măng phía dưới 12 được bố trí trên phía cách xa từ buồng đốt của động cơ mà cắt dọc theo đường A-A theo FIG.2.

FIG.5 là hình phối cảnh minh họa kết cấu của vòng đệm giãn cách.

FIG.6 là hình minh họa một phần đường cong viền biểu diễn hình dạng của bề mặt biên bên ngoài của xéc măng phía trên 11 được bố trí trên phía buồng đốt của động cơ.

FIG.7 là hình phóng to minh họa một phần đường cong viền biểu diễn phần đầu xa của bề mặt biên bên ngoài của xéc măng phía trên 11 được minh họa trong FIG.6.

FIG.8 là hình minh họa một phần đường cong viền biểu diễn hình dạng của bề mặt biên bên ngoài của xéc măng phía dưới 12 được bố trí trên phía cách xa từ buồng đốt của động cơ.

FIG.9 là hình phóng to minh họa một phần đường cong viền biểu diễn phần đầu xa của bề mặt biên bên ngoài của xéc măng phía dưới 12 được minh họa trong FIG.8.

FIG.10 là hình minh họa đường cong viền được đưa ra khi đo bề mặt biên bên ngoài của xéc măng phía trên 11 minh họa trong FIG.6.

FIG.11 là hình phóng to minh họa đường cong viền biểu diễn phần đầu xa của bề mặt biên bên ngoài của xéc măng phía trên 11 được minh họa trong FIG.10.

FIG.12 là hình minh họa đường cong viền được đưa ra khi đo bề mặt biên bên ngoài của xéc măng phía dưới 12 minh họa trong FIG.8.

FIG.13 là hình phóng to minh họa đường cong viền biểu diễn phần đầu xa của bề mặt biên bên ngoài của xéc măng phía dưới 12 được minh họa trong FIG.12.

FIG.14 là hình minh họa thiết bị kiểm tra vận động xi lanh đơn dạng khuỷu (dạng ống lót xi lanh di động) sử dụng để đo lực ma sát.

FIG.15 là biểu đồ minh họa mối quan hệ giữa vận tốc quay của động cơ và tỉ số FMEP theo ví dụ 8 đến ví dụ 12, ví dụ so sánh 7 và ví dụ tham chiếu 3 dựa trên bảng 4, trong đó trục ngang biểu diễn vận tốc quay của động cơ và trục dọc biểu diễn tỉ số FMEP.

Mô tả chi tiết sáng chế

Bây giờ, với tham chiếu đến các hình vẽ, vòng găng gạt dầu kết hợp 10 theo các phương án của sáng chế sẽ được mô tả.

<1. Kết cấu vòng găng gạt dầu kết hợp 10>

FIG.1 là hình chiếu mặt cắt dọc minh họa kết cấu của vòng găng gạt dầu kết hợp 10 và là hình minh họa trạng thái trong đó pittông 2 có vòng găng gạt dầu kết hợp gắn vào đó được chèn vào xi lanh 1.

Theo FIG.1, pittông 2 có thể đảo ngược, được bố trí trong xi lanh 1 của động cơ, ví dụ, ô tô. Bề mặt biên bên ngoài của pittông 2 có hai hoặc ba rãnh hình khuyên (hình minh họa một hoặc hai rãnh trên phía buồng đốt của động cơ được bỏ qua). Trong số các rãnh được đề cập ở trên, rãnh vòng găng gạt dầu 4 được tạo thành trên phía trục khuỷu (không được minh họa) là cách xa buồng đốt của động cơ nhất. Vòng găng gạt dầu kết hợp 4 có lỗ dầu hồi 5 và vòng găng gạt dầu kết hợp 10 được gắn vào rãnh vòng găng gạt dầu 4. Vòng găng gạt dầu kết hợp 10 có chức năng kiểm soát dầu và được tạo kết cấu để tạo dầu động cơ trên thành bên trong của xi lanh 1 thành màng dầu có độ dày thích hợp.

Như được minh họa trong FIG.1, vòng găng gạt dầu kết hợp 10 là vòng găng gạt dầu kết hợp có dạng ba phần và được tạo thành từ thép làm thành phần chính. Vòng

găng gạt đầu kết hợp 10 bao gồm một cặp xéc măng (các vòng bên) 11 và 12 và vòng đệm giãn cách 13 bố trí ở giữa. Như được minh họa trong FIG.1, mỗi xéc măng của cặp xéc măng 11 và 12 có chiều rộng xéc măng định trước là h_1 . Chiều rộng xéc măng h_1 ở đây biểu diễn kích thước của mỗi xéc măng phía trên 11 và xéc măng phía dưới 12 theo chiều trục (hướng trục Y) của xi lanh 1 và thường bằng nhau. Ngoài ra, cặp xéc măng 11 và 12 được bố trí sao cho có chiều rộng kết hợp h_0 . Chiều rộng kết hợp h_0 ở đây biểu diễn khoảng cách giữa bề mặt phía trên của xéc măng phía trên 11 (bề mặt trên phía buồng đốt của động cơ) và bề mặt bên dưới của xéc măng phía dưới 12 (bề mặt phía cách xa từ buồng đốt của động cơ). Ngoài ra, xéc măng phía trên 11 được bố trí sao cho có khoảng cách bằng khoảng hở bên SC so với thành phía trên của rãnh vòng găng gạt đầu 4 trên phía buồng đốt của động cơ. Khoảng hở bên SC biểu diễn sự chênh lệch khoảng cách giữa chiều rộng rãnh vòng găng gạt đầu và chiều rộng kết hợp h_0 . Thông thường, khi đường kính xi lanh d của xi lanh nằm trong khoảng từ 50 mm đến 100 mm, thì có chiều rộng kết hợp h_0 nằm trong khoảng từ 1,5 mm đến 3,0 mm, chiều rộng xéc măng h_1 nằm trong khoảng từ 0,30 mm đến 0,5 mm và khoảng hở bên nằm trong khoảng từ 0,07 đến 0,15 mm.

FIG.2 là hình chiếu bằng minh họa hình dạng bên ngoài của các xéc măng 11 và 12. FIG.3 là hình chiếu mặt cắt dọc minh họa xéc măng phía trên 11 được bố trí trên phía buồng đốt của động cơ mà cắt dọc theo đường A-A theo FIG.2. FIG.4 là hình chiếu mặt cắt dọc minh họa xéc măng phía dưới 12 được bố trí trên phía cách xa từ buồng đốt của động cơ mà cắt dọc theo đường A-A theo FIG.2. Như được minh họa trong FIG.2, mỗi xéc măng 11 và 12 có dạng hình khuyên. Mỗi xéc măng 11 và 12 có các bề mặt đầu theo chiều đường tròn đối diện với nhau có khoảng cách nhỏ tại đầu mỗi. Ngoài ra, như

được minh họa trong FIG.3 và FIG.4, các xéc măng 11 và 12 có lớp phủ cứng 11a và 12a để cải thiện độ bền mài mòn và các đặc tính ma sát thấp trên phía bề mặt chu vi S tương ứng. Các hình dạng của các phần đầu xa SA của các bề mặt biên bên ngoài S của các xéc măng 11 và 12 được mô tả dưới đây. Ngoài ra, các vật liệu cụ thể của lớp phủ cứng 11a và 12a và các phương pháp tạo hình đối với lớp phủ cứng 11a và 12a cũng được mô tả dưới đây.

FIG.5 là hình phối cảnh minh họa kết cấu của vòng đệm giãn cách 13. Như được minh họa trong FIG.5, vòng đệm giãn cách 13 được tạo thành có hình dạng uốn gập sao cho vòng đệm giãn cách 13 này được hướng luôn phiên về phía xéc măng phía trên 11 hoặc xéc măng phía dưới 12 khi xử lý dọc theo chiều vòng tròn của vòng đệm giãn cách 13. Với vòng đệm giãn cách 13 có hình dạng uốn gập như vậy, tạo ra khoảng cách giữa xéc măng phía trên 11 và xéc măng phía dưới 12, nhờ đó đảm bảo đường dẫn cho dầu động cơ.

Vòng đệm giãn cách 13 có hình dạng bên ngoài hình khuyên và được gắn vào rãnh vòng găng gạt dầu 4 cùng với hai xéc măng ở trạng thái trong đó các bề mặt đầu của vòng đệm giãn cách 13 theo chiều vòng tròn được giữ trong đầu mỗi đối diện với nhau. Do đó, giảm chiều dài của chiều vòng tròn (chiều cao tự do) của vòng đệm giãn cách 13 sử dụng làm bộ lò xo nén trước khi được chèn vào xi lanh 1 trong trạng thái tự do bằng lượng tương ứng với độ uốn cong của bộ, nhờ đó tạo ra sức căng vòng găng gạt dầu Ft của vòng găng gạt dầu kết hợp 10.

Sau đây, các phần của vòng đệm giãn cách 13 định vị trên phía buồng đốt của động theo đường trục M của xi lanh 1 theo chiều trục được gọi là các phần lồi phía trên 14 và các phần định vị trên phía cách xa từ buồng đốt của động theo đường trục M được

gọi là các phần lồi phía dưới 15. Các phần lồi phía trên 14 và các phần lồi phía dưới 15 liên tục lặp lại theo phương thức chu kỳ theo chiều vòng tròn của vòng đệm giãn cách 13, do đó tạo ra nhiều phần uốn gập trong vòng đệm giãn cách 13.

Các phần lồi phía trên 14 và phần lồi phía dưới 15 được tạo thành có hình dạng uốn gập bằng cách thực hiện công việc tạo hình đối với vòng đệm giãn cách 13. Ngoài ra, mỗi phần lồi phía trên 14 có phần vùng 14a, phần tai 14b và phần đỡ biên bên ngoài 14c. Phần vùng phía trên 14a là phần tiếp xúc với xéc măng phía trên 11 và được tạo thành về cơ bản nằm ngang. Tuy nhiên, phần vùng phía trên 14a không bị giới hạn ở cấu hình này. Ví dụ, rãnh lõm có thể được tạo thành kéo dài từ vị trí giữa của phần đỡ biên bên ngoài 14c theo chiều vòng tròn về phía vị trí giữa của phần tai 14b theo chiều vòng tròn. Ngoài ra, không giới hạn hình dạng uốn gập trong đó các phần lồi phía trên và phía dưới được tạo thành luân phiên theo chiều trục của xi lanh 1, vòng đệm giãn cách 13 có thể có hình dạng dưới đây. Tức là, theo chiều hướng tâm của vòng đệm giãn cách 13, các phần tai được tạo thành trên phía biên bên trong và các phần đỡ cho các xéc măng được tạo thành trên phía biên bên ngoài. Các phần lồi phía trên và các phần lồi phía dưới được tạo thành đối xứng qua đường trục M. Các phần tai và phần đỡ cho các xéc măng được tạo thành luân phiên theo chiều vòng tròn.

Ngoài ra, các phần tai 14b được định vị trên phía biên bên trong theo phần vùng phía trên 14a và nhô hướng về phía buồng đốt của động cơ theo phần vùng phía trên 14a (theo hướng cách xa từ đường trục M). Trên phía biên bên ngoài của phần tai 14b, có tạo bề mặt nghiêng 14b1 được tạo nghiêng theo chiều trục của xi lanh 1 và bề mặt nghiêng 14b1 được tạo nghiêng mở rộng về phía biên bên ngoài khi tiến đến đường trục M từ phần đầu xa nhô ra. Một phần của xéc măng phía trên 11 trên phía biên bên trong được

đưa vào trong đầu mỗi sát với bề mặt nghiêng 14b1. Thông thường, góc nghiêng của bề mặt nghiêng 14b1 được thiết lập nằm trong khoảng từ 5 độ đến 30 độ so với mặt phẳng vuông góc với đường trục M, và có thể là 0 độ. Do vậy, một phần của xéc măng phía trên 11 trên phía biên bên trong tiếp xúc tại góc nghiêng của bề mặt nghiêng 14b1 được đưa vào trong đầu mỗi sát với bề mặt nghiêng 14b1.

Tại phần biên giữa phần tai 14b và phần vùng phía trên 14a, có tạo lỗ kết nối 14d cho phép dầu động cơ chảy qua đó. Tuy nhiên, cấu hình không có lỗ kết nối 14d cũng có thể được sử dụng.

Ngoài ra, phần đỡ biên bên ngoài 14c được định vị trên phía biên bên ngoài theo phần vùng phía trên 14a. Phần đỡ biên bên ngoài 14c được tạo thành nhô hướng về phía buồng đốt của động cơ (theo chiều cách xa đường trục M) so với phần vùng phía trên 14a. Phần đỡ biên bên ngoài 14c là phần được tạo kết cấu để đỡ, trên phía bề mặt phía trên của nó, xéc măng phía trên 11. Nhờ đó, phần đỡ biên bên ngoài 14c nhô ít hơn phần tai 14b, và bề mặt phía trên của nó được tạo thành về cơ bản nằm ngang.

Ngoài, theo FIG.1, phần lõi phía dưới 15 được tạo thành có hình dạng đối xứng với phần lõi phía trên 14 qua đường trục M nằm xen giữa và được tạo thành tiếp giáp với phần lõi phía trên 14 theo chiều vòng tròn. Nhờ đó, các phần lõi phía dưới 15 cũng có phần vùng phía dưới 15a có hình dạng đối xứng với phần vùng phía trên 14a, phần tai 15b có hình dạng đối xứng với phần tai 14b và phần đỡ biên bên ngoài 15c có hình dạng đối xứng với phần đỡ biên bên ngoài 14c. Ngoài ra, phần tai 15b có bề mặt nghiêng 15b1 sát với phần của xéc măng phía dưới 12 trên phía biên bên trong được đưa vào trong đầu mỗi, và bề mặt nghiêng 15b1 được tạo nghiêng mở rộng về phía biên bên ngoài khi tiến đến đường trục M. Một phần của xéc măng phía dưới 12 trên phía biên

bên trong được đưa vào trong đầu mối sát với bề mặt nghiêng 15b1. Thông thường, góc nghiêng của bề mặt nghiêng 15b1 được thiết lập nằm trong khoảng từ 5 độ đến 30 độ so với mặt phẳng vuông góc với đường trục M, và có thể là 0 độ. Do vậy, một phần của xéc măng phía dưới 12 trên phía biên bên trong tiếp xúc tại góc nghiêng của bề mặt nghiêng 15b1 được đưa vào trong đầu mối sát với bề mặt nghiêng 15b1.

Tại phần biên giữa phần tai 15b và phần vùng phía dưới 15a, có tạo lỗ kết nối 15d cho phép dầu động cơ chảy qua đó. Tuy nhiên, cấu hình không có lỗ kết nối 15d cũng có thể được sử dụng.

Tại phần đỡ biên bên ngoài 15c, xéc măng phía dưới 12 được đỡ trên phía bề mặt bên dưới của phần đỡ biên bên ngoài 15c (bề mặt trên phía trục khuỷu). Do đó, xéc măng phía trên 11 và xéc măng phía dưới 12 được đỡ trong trạng thái tách biệt với nhau theo chiều trục của xi lanh 1. Khi vòng găng gạt dầu kết hợp 10 được chèn vào xi lanh 1 trong trạng thái trong đó cặp xéc măng 11 và 12 và vòng đệm giãn cách 13 được bố trí giữa chúng được gắn vào rãnh vòng găng gạt dầu 4 của pittông 2, vòng đệm giãn cách 23 tạo ra áp lực nén ép trong trạng thái trong đó các bề mặt đầu của vòng đệm giãn cách 13 theo chiều vòng tròn được giữ trong đầu mối sát nhau, và do được sức căng vòng găng gạt dầu Ft. Ngoài ra, xéc măng phía trên 11 và xéc măng phía dưới 12 được nén ép bằng các bề mặt nghiêng 14b1 và các bề mặt nghiêng 15b1 tương ứng. Kết quả là, các phần đầu xa SA của các bề mặt biên bên ngoài của các xéc măng 11 và 12 được nén ép vào bề mặt biên bên trong của xi lanh 1. Với hoạt động này, có thể tạo thành màng dầu có độ dày thích hợp của dầu động cơ trên thành bên trong của xi lanh 1.

<2.Các hình dạng của các bề mặt biên bên ngoài S của xéc măng phía trên 11 và xéc

măng phía dưới 12>

Tiếp theo, các hình dạng của các bề mặt biên bên ngoài S của xéc măng 11 và 12 trong mặt cắt dọc được mô tả. Bề mặt biên bên ngoài S của xéc măng phía trên 11 được bố trí trên phía buồng đốt của động cơ có hình dạng như được minh họa trong FIG.3. Cụ thể, bề mặt biên bên ngoài S của xéc măng phía trên 11 có hình dạng cong là hình dạng đối xứng được tạo thành từ một cặp của phía buồng đốt của động cơ và phía cách xa từ buồng đốt của động cơ theo hướng chiều rộng xéc măng và đối xứng qua chiều hướng tâm kéo dài từ các điểm đầu tại các phần đầu phía biên bên ngoài của hai bề mặt đối diện tạo thành chiều rộng xéc măng đến thành bên trong xi lanh tương ứng. Bề mặt biên bên ngoài S của xéc măng phía trên 11 có hình dạng cong kéo dài liên tục trong đó phía đỉnh biên bên ngoài của hình dạng biên bên ngoài tiếp xúc với thành bên trong tại thời điểm chèn vào xi lanh có hình dạng không đối xứng theo hướng chiều rộng xéc măng trên đỉnh biên bên ngoài của xéc măng và bề mặt biên bên ngoài không nằm trên phía đỉnh biên bên ngoài là đối xứng.

Bề mặt biên bên ngoài S của xéc măng phía dưới 12 được bố trí trên phía cách xa từ buồng đốt của động cơ có hình dạng như được mô tả trong FIG.4. Cụ thể, bề mặt biên bên ngoài S của xéc măng phía dưới 12 có hình dạng cong là hình dạng đối xứng được tạo thành từ một cặp của phía buồng đốt của động cơ và phía cách xa từ buồng đốt của động cơ theo hướng chiều rộng xéc măng và đối xứng qua chiều hướng tâm kéo dài từ các điểm đầu tại các phần đầu phía biên bên ngoài của hai bề mặt tạo thành chiều rộng xéc măng đến thành bên trong xi lanh tương ứng. Bề mặt biên bên ngoài S của xéc măng phía dưới 12 có hình dạng vòng cung kéo dài liên tục trong hình dạng cong trong đó phía đỉnh biên bên ngoài của hình dạng biên bên ngoài tiếp xúc với thành bên trong

tại thời điểm chèn vào xi lanh có hình dạng đối xứng theo hướng chiều rộng xéc măng trên đỉnh biên bên ngoài, và bề mặt biên bên ngoài không nằm trên phía đỉnh biên bên ngoài là đối xứng. Tức là, bề mặt biên bên ngoài S đối xứng qua đường trục của chiều rộng xéc măng trong toàn bộ vùng này. Đường trục của chiều rộng xéc măng được vẽ sao cho đường cong viền của bề mặt biên bên ngoài trong mặt cắt dọc bất kỳ của xéc măng có một cặp hình dạng đối xứng được tạo thành tại các điểm đầu tại các phần đầu phía biên bên ngoài của hai bề mặt tạo thành chiều rộng xéc măng tại vị trí phía biên bên trong của xéc măng theo chiều trục, và trục đối xứng của cặp hình dạng đối xứng có thể được thiết lập là đường trục của chiều rộng xéc măng.

<2-1. Hình dạng của bề mặt biên bên ngoài S của xéc măng phía trên 11>

Đầu tiên, hình dạng không đối xứng của bề mặt biên bên ngoài của xéc măng phía trên 11 được mô tả. FIG.6 là hình minh họa một phần đường cong viền biểu diễn hình dạng của bề mặt biên bên ngoài S của xéc măng phía trên 11 trong mặt cắt dọc. FIG.6 là hình mẫu bao gồm phần đầu xa SA của bề mặt biên bên ngoài S. Tuy nhiên, đường cong viền được minh họa trong hình mẫu tương ứng với đường cong viền thu được bằng cách thiết lập sự phóng đại của độ dài đơn vị nhất định của xi lanh 1 theo chiều trục (hướng trục Y theo FIG.6) và sự phóng đại của độ dài đơn vị nhất định của xi lanh 1 theo chiều trục (hướng trục X theo FIG.6) từ 200 lần đến 2.000 lần tương ứng.

Như được minh họa trong FIG.6, trong đường cong viền thu được bằng cách đo bề mặt biên bên ngoài S của xéc măng phía trên 11, nằm trong khoảng được vẽ, bề mặt biên bên ngoài S của xéc măng phía trên 11 theo phương án này về cơ bản có hình dạng lồi, trong đó hai vùng đối xứng R1 được biểu diễn theo chiều trục của xi lanh 1 và vùng

không đối xứng R2 chứa phần đầu xa SA được tạo thành giữa hai vùng đối xứng R1. Đường cong viền được gọi là đường cong tiết diện theo phương pháp đo độ nhám bề mặt.

Theo phương án này, bề mặt biên bên ngoài S của xéc măng phía trên 11 có vùng đối xứng R1, vùng không đối xứng R2 và vùng đối xứng R1 theo thứ tự được đề cập từ phía buồng đốt của động cơ dọc theo chiều trục (hướng trục Y) của xi lanh 1.

Ngoài ra, vùng không đối xứng R2 nằm nửa hai vùng đối xứng R1. Đường cong viền của vùng không đối xứng R2 có hình dạng không đối xứng theo trục tâm của sự đối xứng đường của đường cong viền, trục tâm được xác định từ hai vùng đối xứng R1. Trục tâm của sự đối xứng đường được gọi là đường giữa thứ nhất W1.

Theo FIG.6, xác định được độ lớn độ lệch tâm. Cụ thể, đường thẳng đi qua đỉnh biên bên ngoài SP và kéo dài dọc theo chiều trục (hướng trục X theo FIG.6) của xéc măng được gọi là đường W2, và đường đi qua đỉnh biên bên ngoài SP và vuông góc với đường W2 (tức là, kéo dài dọc theo chiều trục (hướng trục Y) của xi lanh 1) được gọi là đường W3. Xác định được độ lớn độ lệch tâm thứ nhất P1 là khoảng cách giữa đường giữa thứ nhất W1 và đường W2 (chiều dài đoạn thẳng theo chiều W3) được đưa ra trong trường hợp này. Đỉnh biên bên ngoài SP là một phần trên phía bên ngoài hướng tâm nhất theo chiều hướng tâm (hướng trục X) của xéc măng.

Ngoài ra, theo FIG.6, đường giữa thứ hai V1 được tạo ra ngoài đường giữa thứ nhất W1 và đường W2. Đường giữa thứ hai V1 được xác định như sau. Trong vùng không đối xứng R2, trong các vị trí của bề mặt biên bên ngoài cắt đường W4 vuông góc với đường giữa thứ nhất W1, các vị trí ngoài đỉnh biên bên ngoài SP bằng khoảng cách 4,0 micromet hướng về phía chiều bên trong hướng tâm (hướng trục X), vị trí trên phía

buồng đốt của động cơ được gọi là vị trí thứ nhất a_1 , và vị trí trên phía cách xa từ buồng đốt của động cơ được gọi là vị trí thứ hai b_1 . Chiều dài của đoạn thẳng giữa vị trí thứ nhất a_1 và vị trí thứ hai b_1 được gọi là chiều dài L , và đường giữa của đoạn thẳng này có chiều dài L được gọi là đường giữa thứ hai V_1 . Trong trường hợp này, xác định được độ lớn độ lệch tâm thứ hai P_2 là khoảng cách giữa đường giữa thứ hai V_1 và đường W_2 (chiều dài của đoạn thẳng theo chiều W_3).

Như được minh họa trong FIG.6, đường giữa thứ hai V_1 được định vị trên phía cách xa từ buồng đốt của động cơ so với đường giữa thứ nhất W_1 . Ngoài ra, đỉnh biên bên ngoài SP có được định vị trên phía cách xa từ phía buồng đốt của động cơ so với đường giữa thứ hai V_1 bằng độ lớn độ lệch tâm thứ hai P_2 , hoặc có thể được định vị trên đường giữa thứ hai V_1 .

Tốt hơn là, độ lớn độ lệch tâm thứ nhất P_1 của xéc măng phía trên 11 được đặt trên phía cách xa từ buồng đốt của động cơ nằm trong khoảng bằng hoặc lớn hơn 0,02 mm và bằng hoặc nhỏ hơn 0,10 mm ($0,02 \text{ mm} \leq P_1 \leq 0,10 \text{ mm}$).

Chỉ báo để chỉ ra chiều của phía buồng đốt của động cơ được áp dụng với xéc măng phía trên 11 có hình dạng không đối xứng định trước. Sau đó, đỉnh biên bên ngoài SP của xéc măng phía trên 11 được gắn vào rãnh vòng găng gạt dầu 4 được định vị trên phía cách xa từ buồng đốt của động cơ.

<2-2> Hình dạng của bề mặt biên bên ngoài S của xéc măng phía dưới 12>

Tiếp theo, hình dạng đối xứng của bề mặt biên bên ngoài S của xéc măng phía dưới 12 được mô tả. FIG.8 là hình minh họa một phần đường cong viền biểu diễn hình dạng của bề mặt biên bên ngoài S của xéc măng phía dưới 12 trong mặt cắt dọc. FIG.8

là hình mẫu bao gồm phần đầu xa SA của bề mặt bên ngoài S. Tuy nhiên, đường cong viền được minh họa trong hình mẫu tương ứng với đường cong viền thu được bằng cách thiết lập sự phóng đại của độ dài đơn vị nhất định của xi lanh 1 theo chiều trục (hướng trục Y theo FIG.8) và sự phóng đại của độ dài đơn vị nhất định của xi lanh 1 theo chiều trục (hướng trục X theo FIG.8) từ 200 lần đến 2.000 lần tương ứng.

Như được minh họa trong FIG.8, đường cong viền thu được bằng cách đo bề mặt bên ngoài S của xéc măng phía dưới 12 trong khoảng được vẽ, bề mặt bên ngoài S của xéc măng phía dưới 12 theo phương án này có hình vòng cung, và đường cong viền được vẽ đối xứng theo chiều trục của xi lanh 1. Trục tâm của đường cong viền đối xứng đường cong viền, trục tâm được xác định từ vùng đối xứng, được gọi là đường giữa thứ nhất W1.

Theo FIG.8, với đường giữa thứ nhất W1 của đường cong viền, xác định được độ lớn độ lệch tâm. Cụ thể, đường thẳng đi qua đỉnh bên ngoài SP và kéo dài dọc theo chiều trục (hướng trục X theo FIG.8) của xéc măng được gọi là đường W2, và đường đi qua đỉnh bên ngoài SP và vuông góc với đường W2 (tức là, kéo dài dọc theo chiều trục (hướng trục Y) của xi lanh 1) được gọi là đường W3. Xác định được độ lớn độ lệch tâm thứ nhất P1 là khoảng cách giữa đường giữa thứ nhất W1 và đường W2 (chiều dài đoạn thẳng theo chiều W3) được đưa ra trong trường hợp này. Đỉnh bên ngoài SP là một phần trên phía bên ngoài hướng tâm nhất theo chiều trục (hướng trục X) của xéc măng.

Với độ lớn độ lệch tâm thứ nhất P1 của xéc măng thứ nhất 12, khi người ta xác định rằng độ lớn độ lệch tâm đưa ra trong trường hợp trong đó đỉnh bên ngoài của xéc măng theo FIG.8 nằm trên phía buồng đốt của động cơ từ đường giữa thứ nhất W1

là âm, và chính độ lớn độ lệch tâm đưa ra trong trường hợp trong đó đỉnh biên bên ngoài nằm trên phía cách xa với buồng đốt của động cơ từ đường giữa thứ nhất W1 là dương, tốt hơn là, độ lớn độ lệch tâm thứ nhất P1 của xéc măng phía dưới 12 lớn hơn $-0,02$ mm và nhỏ hơn $0,02$ mm ($-0,02$ mm $< P1 < 0,02$ mm). Ví dụ, độ lớn độ lệch tâm thứ nhất P1 là $-0,02$ mm tương ứng với trường hợp trong đó đỉnh biên bên ngoài SP của xéc măng phía dưới 12 theo FIG.8 tại vị trí $0,02$ mm trên phía buồng đốt của động cơ từ đường giữa thứ nhất W1.

<3. Hình dạng của phần đầu xa SA của bề mặt biên bên ngoài S của xéc măng phía trên 11>

Tiếp theo, hình dạng của phần đầu xa SA của bề mặt biên bên ngoài S của xéc măng phía trên 11 được mô tả.

FIG.7 là hình minh họa một phần đường cong viền biểu diễn phần đầu xa SA của bề mặt biên bên ngoài S của xéc măng phía trên 11 ở trạng thái phóng to. FIG.7 là hình mẫu của phần đầu xa SA của bề mặt biên bên ngoài S. Tuy nhiên, đường cong viền được minh họa trong hình mẫu tương ứng với đường cong viền thu được bằng cách thiết lập sự phóng đại của độ dài đơn vị nhất định của xi lanh 1 theo chiều trục (hướng trục Y theo FIG.7) và sự phóng đại của độ dài đơn vị nhất định của xi lanh 1 theo chiều trục (hướng trục X theo FIG.7) từ 1.000 lần đến 2.000 lần tương ứng. FIG.7 là hình minh họa thu được bằng cách thiết lập hình dạng của bề mặt biên bên ngoài S của xéc măng phía trên 11 có sự phóng đại kích thước theo hướng trục Y là 5 lần của FIG.6.

Phần đầu xa SA của bề mặt biên bên ngoài S của xéc măng phía trên 11 theo phương án này tương ứng với đường cong viền kéo dài từ đỉnh SP của xéc măng phía

trên 11 hướng về phía biên bên trong theo chiều trục (hướng trục X) bằng khoảng cách là 4,0 μm . Phần đầu xa SA của bề mặt biên bên ngoài S của xéc măng phía trên 11 được tạo thành mở rộng qua đỉnh biên bên ngoài SP và có hình dạng lồi và không đối xứng theo chiều trục (hướng trục Y) của xi lanh 1 tại phần đầu xa SA. Cụ thể, thứ nhất, đường cong viền trong mặt cắt tại phần đầu xa SA của bề mặt biên bên ngoài S kéo dài liên tục, bắt đầu từ đỉnh biên bên ngoài SP của phần đầu xa SA đến phần có khoảng cách lên đến 4,0 μm hướng về phía biên bên trong theo chiều trục (hướng trục X), được chia thành ba tiết diện bao gồm tiết diện viền thứ nhất S1, tiết diện viền thứ hai S2 và tiết diện viền thứ ba S3, được bố trí theo thứ tự được đề cập ở trên từ phía buồng đốt của động cơ.

<4. Tiết diện viền thứ nhất S1, tiết diện viền thứ hai S2 và tiết diện viền thứ ba S3 của xéc măng phía trên 11>

Như được minh họa trong FIG.7, tiết diện viền thứ nhất S1 là phần đường viền được tạo thành kéo dài hướng về phía buồng đốt của động cơ từ phần đầu của phía buồng đốt của động cơ của tiết diện viền thứ hai S2 là điểm bắt đầu. Tiết diện viền thứ nhất S1 có hình dạng cong tương tự với hình dạng đường cong bậc hai và có thể có dạng đường thẳng.

Ngoài ra, đỉnh biên bên ngoài SP là tại phần nửa đường của tiết diện viền thứ hai S2. Phần đầu của tiết diện viền thứ hai S2 trên phía buồng đốt của động cơ liên tục đến tiết diện viền thứ nhất S1. Phần đầu của tiết diện viền thứ hai S2 trên phía cách xa từ buồng đốt của động cơ liên tục đến tiết diện viền thứ ba S3. Tiết diện viền thứ hai S2 có hình vòng cung. Hình vòng cung bao gồm hình vòng cung gần với đường cong bậc hai. Ngoài ra, tiết diện viền thứ ba S3 tại phía cách xa từ buồng đốt của động cơ theo đỉnh

biên bên ngoài SP. Tiết diện viên thứ ba S3 được tạo thành là một phần của đường cong bậc hai có điểm bắt đầu tại phần đầu của tiết diện viên thứ hai S2 trên phía cách xa từ buồng đốt của động cơ.

Độ nhám bề mặt trong mỗi tiết diện viên thứ nhất S1, tiết diện viên thứ hai S2 và tiết diện viên thứ ba S3 được đo bằng bộ hướng đo lường đến chiều hướng tâm và bằng hoặc nhỏ hơn $0,1 \mu mRa$. Ra là loại thông số độ nhám, và là độ nhám trung bình số học được xác định theo ISO4287:1997 (JIS B0601:2001).

Các hình dạng định trước của tiết diện viên thứ nhất S1 của bề mặt biên bên ngoài S, vùng không đối xứng được tạo thành trên phía buồng đốt của động cơ từ tiết diện viên thứ nhất S1 và tiết diện viên thứ hai S2 có thể được tạo thành bằng cách kết hợp hoặc trong hình dạng gần với vật liệu đường đoạn là vật liệu nền của xéc măng phía trên 11. Tiết diện viên thứ ba S3 được tạo thành có hình dạng gần với vật liệu nền cho xéc măng phía trên 11 và được hoàn thành bằng việc đánh bóng có thể duy trì hình dạng của vật liệu nền.

Ngoài ra, trong đường cong viên được tạo thành từ tiết diện viên thứ nhất S1, tiết diện viên thứ hai S2 và tiết diện viên thứ ba S3 của phần đầu xa bên ngoài biên trong mặt cắt dọc của xéc măng phía trên, hai vị trí trên đường cong viên tại vị trí cách xa bởi khoảng cách là $4,0 \mu m$ từ đỉnh biên bên ngoài hướng về phía biên bên trong theo chiều trục của xéc măng được xác định như là vị trí thứ nhất và vị trí thứ hai, được biểu diễn bằng ký hiệu tham chiếu là a1 và b1 tương ứng. Hai vị trí trên đường cong viên tại vị trí cách xa bởi khoảng cách $1,5 \mu m$ từ đỉnh biên bên ngoài hướng về phía biên bên trong theo chiều trục của xéc măng được xác định là vị trí thứ ba và vị trí thứ tư được biểu diễn bằng ký hiệu tham chiếu là a2 và b2 tương ứng.

Ngoài ra, đường thẳng đi qua vị trí thứ nhất a1 và vị trí thứ ba a2 được gọi là đường thẳng N1. Góc (góc phía trên) được tạo thành giữa đường thẳng N1 và đường W3 đi qua đỉnh biên bên ngoài SP và kéo dài theo chiều trục (hướng trục Y) của xi lanh 1 (tức là, vuông góc với chiều hướng tâm (hướng trục X) được giả sử là θ_1 độ. Ngoài ra, đường thẳng đi qua vị trí thứ hai b1 và vị trí thứ tư b2 được gọi là đường thẳng N2. Góc (góc phía dưới) được tạo thành giữa đường thẳng N2 và đường W3 được giả sử là θ_2 độ.

Các giá trị góc θ_1 (góc phía trên) và góc θ_2 (góc phía dưới) của xéc măng phía trên 11 được minh họa trong bảng 1 với các giá trị đo thông qua việc đo mức tiêu thụ dầu và đo ma sát.

Mỗi giá trị đo thực là giá trị trung bình của các giá trị tại ba điểm bao gồm vị trí 90 độ từ đầu mỗi, vị trí 180 độ từ đầu mỗi và vị trí 270 độ từ đầu mỗi, đầu mỗi được minh họa trong FIG.2.

FIG.10 và FIG.11 là các hình minh họa đường cong viền của các bề mặt biên bên ngoài S được đưa ra khi xéc măng phía trên 11 được minh họa trong FIG.7 được đo thực tế (ví dụ). FIG.10 là hình minh họa đường cong viền được đưa ra khi bề mặt biên bên ngoài S được đo thực tế. FIG.11 là đường cong viền là hình phóng to của phần đầu xa SA của bề mặt biên bên ngoài S được đo trong FIG.10. Sự phóng to kích thước trong FIG.10 là 2.000 lần theo chiều trục (hướng trục X) và 200 lần theo chiều trục (hướng trục Y) của xi lanh 1. Ngoài ra, sự phóng to kích thước trong FIG.11 là 2.000 lần theo chiều trục (hướng trục X) và 1.000 lần theo chiều trục (hướng trục Y) của xi lanh 1. Trong quá trình đo đường cong viền, thực hiện đo theo ISO 4287:1997 (JIS B0601:2001) (điều này áp dụng tương tự cho quá trình đo của các đường cong viền khác).

<5. Hình dạng của phần đầu xa SA của bề mặt biên bên ngoài S của xéc măng phía dưới 12>

Tiếp theo, hình dạng của phần đầu xa SA của bề mặt biên bên ngoài S của xéc măng phía dưới 12 được mô tả.

FIG.9 là hình minh họa một phần đường cong viền biểu diễn phần đầu xa SA của bề mặt biên bên ngoài S của xéc măng phía dưới 12 ở trạng thái phóng to. FIG.9 là hình mẫu của phần đầu xa SA của bề mặt biên bên ngoài S. Tuy nhiên, đường cong viền được minh họa trong hình mẫu tương ứng với đường cong viền thu được bằng cách thiết lập sự phóng đại của độ dài đơn vị nhất định của xi lanh 1 theo chiều trục (hướng trục Y theo FIG.9) và sự phóng đại của độ dài đơn vị nhất định của xi lanh 1 theo chiều trục (hướng trục X theo FIG.9) từ 1.000 lần đến 2.000 lần tương ứng. FIG.9 là hình minh họa thu được bằng cách thiết lập hình dạng của bề mặt biên bên ngoài S của xéc măng phía dưới 12 có sự phóng đại kích thước theo hướng trục Y là 5 lần của FIG.8.

Phần đầu xa SA của bề mặt biên bên ngoài S của xéc măng phía dưới 12 theo phương án này tương ứng với đường cong viền kéo dài từ đỉnh SP của xéc măng phía dưới 12 hướng về phía biên bên trong theo chiều hướng tâm (hướng trục X) bằng khoảng cách là 4,0 μm . Phần đầu xa SA của bề mặt biên bên ngoài S của xéc măng phía dưới 12 được tạo thành kéo dài qua đỉnh SP và có hình vòng cung và đối xứng theo chiều trục (hướng trục Y) của xi lanh 1 tại phần đầu xa SA.

Do được độ nhám bề mặt trong các phần đối xứng của bề mặt biên bên ngoài của xéc măng phía dưới 12, kéo dài hướng về phía biên bên trong theo chiều trục của xéc măng từ đỉnh biên bên ngoài ít nhất bởi khoảng cách là 10 μm , bằng bộ hướng đo lường

theo chiều trục, và bằng hoặc nhỏ hơn $0,1 \mu\text{mRa}$. Ra là loại thông số độ nhám, và là độ nhám trung bình số học được xác định theo ISO4287:1997 (JIS B0601:2001).

Phần đầu xa SA của bề mặt bên ngoài S được tạo thành có hình dạng gần với vật liệu đường đoạn là vật liệu nền cho xéc măng phía dưới 12 và được hoàn thành bằng cách đánh bóng có thể duy trì hình dạng của vật liệu nền.

Ngoài ra, trong phần đầu xa SA tại biên bên ngoài của mặt cắt dọc của xéc măng phía dưới, hai vị trí trên đường cong viền tại vị trí cách xa bởi khoảng cách là $4,0 \mu\text{m}$ từ đỉnh biên bên ngoài hướng về phía biên bên trong theo chiều hướng tâm của xéc măng được xác định là vị trí thứ năm và vị trí thứ sáu, được biểu diễn bằng ký hiệu tham chiếu là a1x và b1x tương ứng. Hai vị trí trên đường cong viền tại vị trí cách xa bởi khoảng cách $1,5 \mu\text{m}$ từ đỉnh biên bên ngoài hướng về phía biên bên trong theo chiều hướng tâm của xéc măng được xác định là vị trí thứ bảy và vị trí thứ tám từ được biểu diễn bằng ký hiệu tham chiếu là a2x và b2x tương ứng.

Ngoài ra, đường thẳng đi qua vị trí thứ hai a1x và vị trí thứ bảy a2x được gọi là đường thẳng N1. Góc (góc phía trên) được tạo thành giữa đường thẳng N1 và đường W3 đi qua đỉnh SP và kéo dài theo chiều trục (hướng trục Y) của xi lanh 1 (tức là, vuông góc với chiều hướng tâm (hướng trục X) được giả sử là $\theta 1x$ độ. Ngoài ra, đường thẳng đi qua vị trí thứ sáu b1x và vị trí thứ tám b2x được gọi là đường thẳng N2. Góc (góc phía dưới) được tạo thành giữa đường thẳng N2 và đường W3 được giả sử là $\theta 2x$ độ.

Các giá trị góc $\theta 1x$ (góc phía trên) và góc $\theta 2x$ (góc phía dưới) của xéc măng phía dưới 12 được minh họa trong bảng 2 với các giá trị đo thông qua việc đo mức tiêu thụ dầu và đo ma sát. Mỗi giá trị đo thực là giá trị trung bình của các giá trị tại ba điểm bao gồm vị trí 90 độ từ đầu mỗi, vị trí 180 độ từ đầu mỗi và vị trí 270 độ từ đầu mỗi, đầu

mỗi được minh họa trong FIG.2.

FIG.12 và FIG.13 là các hình minh họa đường cong viền của các bề mặt bên ngoài S được đưa ra khi xéc măng phía dưới 12 được minh họa trong FIG.9 được đo thực tế (ví dụ). FIG.12 là hình minh họa đường cong viền được đưa ra khi bề mặt bên ngoài S được đo. FIG.13 là đường cong viền là hình phóng to của phần đầu xa SA của bề mặt bên ngoài S được đo trong FIG.12. Sự phóng to kích thước theo FIG.12 là 2.000 lần theo chiều hướng tâm (hướng trục X) và 200 lần theo chiều trục (hướng trục Y) của xi lanh 1. Ngoài ra, sự phóng to kích thước theo FIG.13 là 2.000 lần theo chiều hướng tâm (hướng trục X) và 1.000 lần theo chiều trục (hướng trục Y) của xi lanh 1. Trong quá trình đo đường cong viền, thực hiện đo theo ISO 4287:1997 (JIS B0601:2001) (điều này áp dụng tương tự cho quá trình đo của các đường cong viền khác).

<6. Phương pháp tạo hình của bề mặt bên ngoài S của xéc măng phía trên 11>

Tiếp theo, phương pháp tạo bề mặt bên ngoài S của xéc măng phía trên 11 được mô tả. Thanh dây thép thẳng làm xéc măng có hình dạng tiết diện tương đương với hình dạng tiết diện của sản phẩm cuối cùng được tạo hình thành dạng hình khuyên và bề mặt bên ngoài của thanh dây hình khuyên của xéc măng chịu xử lý bề mặt. Sau đó, ví dụ, bằng việc sử dụng thiết bị mài đai, thanh dây thép hình khuyên được kẹp giữa bởi đai quay theo hướng chiều rộng của xéc măng và được cố định bằng bộ phận đàn hồi được tạo thành trên phía đối diện với xéc măng, đai quay có các hạt mài được nén ép vào bề mặt bên ngoài S, bề mặt bên ngoài S được tạo thành hình dạng không đối xứng định trước. Hình dạng không đối xứng có thể được tạo thành trong trạng thái của thanh dây thẳng làm xéc măng là vật liệu nền làm xéc măng phía trên 11 hoặc

có thể được tạo thành sau khi thanh dây thẳng làm xéc măng được tạo hình thành hình khuyên, và có thể sử dụng phương pháp bất kỳ.

<7. Phương pháp tạo hình của bề mặt biên bên ngoài S của xéc măng phía dưới 12>

Tiếp theo, phương pháp tạo bề mặt biên bên ngoài S của xéc măng phía dưới 12 được mô tả. Thanh dây thép thẳng làm xéc măng có hình dạng tiết diện tương đương với hình dạng tiết diện của sản phẩm cuối cùng được tạo hình thành dạng hình khuyên và bề mặt biên bên ngoài của thanh dây hình khuyên làm xéc măng chịu xử lý bề mặt. Sau đó, ví dụ, bằng việc sử dụng thiết bị mài bóng, bề mặt biên bên ngoài S của xéc măng được tạo hình thành hình dạng đối xứng trong điều kiện mài định trước.

<8. Phương pháp tạo các lớp phủ cứng 11a và 12b trên các bề mặt biên bên ngoài S của xéc măng phía trên 11 và xéc măng phía dưới 12>

Sau đây, phương pháp tạo các lớp phủ cứng 11a và 12a trên các bề mặt của các bề mặt biên bên ngoài S của các xéc măng 11 và 12 sẽ được mô tả. Thông thường, lớp phủ cứng giống nhau được sử dụng cho mỗi cặp xéc măng. Tuy nhiên, các lớp phủ cứng khác nhau có thể được áp dụng cho các xéc măng và tốt hơn là áp dụng lớp phủ ưu độ bền mài mòn tốt hơn cho xéc măng phía trên 11 so với xéc măng phía dưới 12. Lớp phủ có thể có cấu trúc lớp.

Lớp phủ cứng 11a và 12a được tạo thành bằng các phương pháp được lựa chọn dưới đây.

(8-1) Phương pháp tạo lớp phủ crom nitrit (lớp phủ PVD)

Đầu tiên, phương pháp tạo lớp phủ crom nitrit là các lớp phủ cứng 11a và 12a cho các bề mặt biên bên ngoài S của các xéc măng 11 và 12 được mô tả. Như là phương pháp tạo lớp phủ, đã biết đến phương pháp tạo lớp phủ sử dụng thiết bị mạ ion hồ quang để thực hiện phương pháp mạ ion hồ quang là kiểu phương pháp bốc hơi lắng đọng vật lý (PVD: physical vapor deposition). Khi thực hiện phủ lớp phủ nitrit bằng phương pháp mạ ion hồ quang, sử dụng đích kim loại là Cr, các vật liệu nền làm các xéc măng 11 và 12 được thiết lập trong thiết bị mạ ion hồ quang. Sau đó, trong trạng thái trong đó các bề mặt biên bên ngoài S của các vật liệu nền làm các xéc măng 11 và 12 được quay để tạo lớp phủ trên toàn bộ phần biên của các bề mặt biên bên ngoài S của vật liệu nền theo chiều vòng tròn, giảm áp suất bên trong thiết bị mạ ion hồ quang bằng sự rút khí và các vật liệu nền được gia nhiệt.

Sau đó, điện áp phân cực được áp dụng cho vật liệu nền để thực hiện sự bắn phá bằng ion sử dụng đích kim loại. Điện áp phân cực được sử dụng có thể được thiết lập, ví dụ, nằm trong khoảng từ -500 V to -1,000 V. Tiếp theo, các điện áp phân cực khác được sử dụng để dẫn khí xử lý vào trong thiết bị mạ ion hồ quang, nhờ đó tạo thành các lớp phủ 11a và 12a, mỗi lớp phủ có độ dày định trước trên các bề mặt trượt biên bên ngoài của các xéc măng 11 và 12. Như điện áp phân cực khác, điện áp phân cực có thể được thiết lập nằm trong khoảng từ 0 V đến -200 V. Như là khí xử lý, khí N₂ có thể được sử dụng một mình, hoặc có thể bổ sung khí O₂ hoặc CH₄.

Tốt hơn là độ cứng bề mặt của lớp phủ được thiết lập đến 800 HV hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là đến 1.000 HV hoặc lớn hơn. Tốt hơn là độ dày của lớp phủ được thiết lập đến 10 μ m hoặc lớn hơn. Thông qua sự thiết lập của độ cứng của lớp phủ crom nitrit (màng PVD) đến 10 μ m hoặc lớn hơn, có thể dễ dàng đạt được độ bền mài mòn.

(8-2) Phương pháp tạo lớp phủ cacbon vô định hình (lớp phủ DLC)

Tiếp theo, phương pháp tạo các lớp phủ cacbon vô định hình (các lớp phủ cacbon tương tự kim cương (DLC)) là các lớp phủ cứng 11a và 12a trên các bề mặt biên bên ngoài S của các xéc măng 11 và 12 được mô tả. Như là phương pháp tạo lớp phủ DLC, đã biết đến phương pháp sử dụng thiết bị mạ ion hồ quang để thực hiện phương pháp mạ ion hồ quang. Các vật liệu nền làm các xéc măng 11 và 12 được thiết lập trong thiết bị mạ ion hồ quang. Sau đó, trong trạng thái trong đó các bề mặt biên bên ngoài S của các vật liệu nền làm các xéc măng 11 và 12 được quay để tạo lớp phủ trên toàn bộ chu vi theo chiều vòng tròn, giảm áp suất bên trong thiết bị mạ ion hồ quang bằng sự rút khí, và các vật liệu nền được gia nhiệt. Sau đó, điện áp phân cực được sử dụng cho các vật liệu nền của xéc măng thực hiện sự bắn phá bằng ion sử dụng ion argon. Điện áp phân cực được sử dụng có thể được thiết lập, ví dụ, nằm trong khoảng từ -50 V to -300 V.

Sau đó, sau khi điện áp phân cực định trước được sử dụng, tạo thành lớp phủ Ti sử dụng như là lớp kết dính. Điện áp phân cực định trước có thể được thiết lập, ví dụ, nằm trong khoảng từ -50V đến -300V. Tiếp theo, lớp phủ DLC (lớp a-C) có cấu trúc cacbon vô định hình được tạo thành trên lớp phủ Ti bằng sự phún xạ sử dụng argon. Tại thời điểm này, điện áp phân cực được thiết lập, ví dụ, nằm trong khoảng từ -50V đến -300V. Ngoài ra, lớp phủ DLC (lớp ta-C) có cấu trúc cacbon dạng tứ diện được tạo thành trên lớp a-C bằng việc mạ ion hồ quang được lọc. Tại thời điểm này, điện áp phân cực được thiết lập, ví dụ, nằm trong khoảng từ -100 V đến -300V. Hai lớp này được tạo lớp liên tục và luân phiên tạo thành lớp phủ cứng 11a và 12a, mỗi lớp có độ dày định trước trên các bề mặt biên bên ngoài của vật liệu nền của xéc măng. Đồng thời, lớp a-C có thể

được bỏ qua.

Tốt hơn là độ cứng bề mặt của lớp phủ là 1.500 HV hoặc lớn hơn và độ dày của lớp phủ là 3 μm hoặc lớn hơn. Thông qua sự thiết lập độ dày của lớp phủ cacbon vô định hình đến 3 μm hoặc lớn hơn, có thể dễ dàng đạt được độ bền mài mòn.

(8-3) Lớp phủ có cấu trúc lớp phức hợp

Với mục đích cải thiện độ bền mài mòn và đặc tính ma sát giảm của các xéc măng, các lớp phủ DLC của phần (8-2) có độ dày lớp phủ mỏng có thể bao phủ phía trên (phía biên bên ngoài của xéc măng) của các bề mặt lớp phủ crom nitrit (lớp phủ PVD), nhờ đó tạo thành các lớp phủ cứng 11a và 12a như là các lớp phủ có cấu trúc lớp phức hợp.

Độ dày của lớp phủ là lớp phủ crom nitrit (lớp phủ PVD) có thể được thiết lập thích hợp đến 5 μm hoặc lớn hơn, và độ dày của lớp phủ là lớp phủ DLC có thể được thiết lập thích hợp đến 0,5 μm hoặc lớn hơn. Ngoài ra, lớp kết dính giữa lớp phủ crom nitrit và lớp phủ DLC có thể được bỏ qua.

<9. Phương pháp thử nghiệm đo mức tiêu thụ dầu>

Tiếp theo, thử nghiệm đo mức tiêu thụ dầu được thực hiện sử dụng vòng găng gạt dầu kết hợp 10 theo phương án được mô tả. Trong thử nghiệm đo mức tiêu thụ dầu, sử dụng động cơ có thể tích xi lanh loại 2 lit và đường kính xi lanh loại 80 milimet. Sau khi vận hành chạy trong động cơ, trong điều kiện nạp của van tiết lưu mở rộng (WOT: nạp đầy), nhiệt độ nước làm lạnh được thiết lập là 100°C, và nhiệt độ của dầu động cơ được thiết lập đến 125°C. Như là dầu động cơ, sử dụng GF-5, 0W-20 (loại: chuẩn ILSAC, lớp độ nhớt: SAE J300).

Với vận tốc pittông trung bình của động cơ được xác định là V , mức tiêu thụ dầu (mức tiêu thụ dầu bôi trơn (LOC: lubrication oil consumption) được ước lượng bằng các điều kiện vùng vận tốc cao trong đó V là 20.2 m/s. Vận tốc pittông trung bình là vận tốc trung bình của pittông 2 được xác định dựa trên vận tốc quay và khoảng chạy của động cơ. Trong quá trình đo mức tiêu thụ dầu, mức tiêu thụ dầu được đo bằng phương pháp mức dầu cố định sử dụng đồng hồ đo mức tiêu thụ.

Do vòng găng pittông được sử dụng trong thử nghiệm, vòng đỉnh có chiều rộng (kích thước theo chiều trục của xi lanh 1) là 1,2 mm, bề mặt biên bên ngoài có hình dạng ống, và lớp phủ DLC được sử dụng cho bề mặt biên bên ngoài bằng phương pháp mạ ion hồ quang và chỉ chứa cacbon. Độ nhám bề mặt là 0,03 μmRa . Tỷ lệ đường kính xi lanh của sức căng vòng đỉnh là 0,07 (N/mm). Ngoài ra, vòng thứ hai có chiều rộng (kích thước theo chiều trục của xi lanh 1) là 1,2 mm, bề mặt biên bên ngoài có hình chóp nhọn, và bề mặt biên bên ngoài có lớp mạ Cr cứng được sử dụng. Độ nhám bề mặt là 0,03 μmRa . Tỷ lệ đường kính xi lanh của sức căng vòng thứ hai là 0,07 (N/mm). Vòng găng gạt dầu kết hợp 10 có chiều rộng kết hợp h_0 là 2,0 mm, chiều rộng xéc măng h_1 là 0,4 mm đối với mỗi xéc măng 11 và 12, và lớp phủ DLC được sử dụng cho bề mặt biên bên ngoài bằng phương pháp mạ ion hồ quang và chỉ chứa cacbon. Độ nhám bề mặt của bề mặt biên bên ngoài là 0,03 μmRa . Sức căng vòng găng gạt dầu được thiết lập là 0,25 (N/mm) theo tỷ lệ đường kính xi lanh.

Trong thử nghiệm này, khoảng hở bên SC giữa vòng găng gạt dầu kết hợp 10 và rãnh vòng găng gạt dầu 4 của pittông 2 được thiết lập là 0,11 mm.

Vật liệu tương ứng với JIS SUS440B được sử dụng cho vật liệu nền của các xéc măng 11 và 12 và lớp phủ DLC (có độ dày lớp phủ là 5 μm và độ cứng bề mặt là 1.600

HV theo độ cứng Veckers) được sử dụng cho các bề mặt biên bên ngoài của các xéc măng 11 và 12.

Theo quá trình đo độ cứng được mô tả ở trên, sau khi mẫu đo được đánh bóng phản chiếu, quá trình đo được thực hiện theo “thử nghiệm độ cứng Veckers - phương pháp thử nghiệm” của JIS Z 2244 có đồng hồ đo độ cứng Veckers trong các điều kiện bao gồm các lực thử nghiệm là 0,9807 N và khoảng thời gian là 15 giây để duy trì lực thử nghiệm (điều này áp dụng tương tự cho độ cứng Veckers khác).

Với các hình dạng như vậy của các bề mặt biên bên ngoài S của các xéc măng 11 và 12, trong trạng thái trong đó mỗi xéc măng 11 và 12 có sự phóng đại theo chiều hướng tâm (hướng trục X) và sự phóng đại theo chiều trục (hướng trục Y) của xi lanh 1 được thiết lập tương ứng lên đến 2.000 lần và 200 lần, đo được đường cong viền kéo dài từ đỉnh biên bên ngoài SP của bề mặt biên bên ngoài S hướng về phía bên trong hướng tâm theo chiều hướng tâm (hướng trục X) bằng khoảng cách là 0,025 mm. Ngoài ra, các vị trí đo được thiết lập đến ba vị trí bao gồm 90 độ, 180 độ và 270 độ từ đầu mỗi của mỗi xéc măng 11 và 12 theo chiều vòng tròn, và các giá trị đo được minh họa trong bảng 1 tương ứng với các giá trị trung bình của ba vị trí.

Ngoài ra, đối với quá trình đo các hình dạng biên bên ngoài của các bề mặt biên bên ngoài S của các xéc măng 11 và 12, sử dụng thiết bị đo độ nhám bề mặt dạng kim tiếp xúc được sản xuất bởi Kosaka Laboratory Ltd. (Surfcorder SE-30C), và PU-DJ2S (đường kính bề mặt biên đầu xa là 2 μ m và góc đỉnh hình chóp là 60 độ) được sử dụng như là bộ dò. Ngoài ra, tốc độ dẫn tiến theo độ phóng đại ngang được thiết lập đến 0,1 mm/s khi sự phóng đại theo chiều trục (hướng trục Y) của xi lanh 1 được thiết lập là 200 lần. Tốc độ dẫn tiến theo độ phóng đại ngang được thiết lập đến 0,05 mm/s khi sự phóng

đại theo chiều trục (hướng trục Y) của xi lanh 1 được thiết lập là 1000 lần. Tuy nhiên, tốc độ có thể thấp hơn các tốc độ được đề cập ở trên.

Trong các điều kiện được mô tả ở trên, các kích thước của hình dạng biên bên ngoài của xéc măng chịu thử nghiệm đo mức tiêu thụ dầu và thử nghiệm đo ma sát sử dụng thiết bị kiểm tra vận động được mô tả như được minh họa theo bảng 1 và bảng 2.

Theo bảng 1, minh họa góc phía trên $\theta 1$, góc phía dưới $\theta 2$, chiều dài L của đoạn thẳng giữa vị trí thứ nhất $a1$ và vị trí thứ hai $b1$, độ lớn độ lệch tâm thứ nhất P1, và độ lớn độ lệch tâm thứ hai P2 của hình dạng của bề mặt biên bên ngoài S của xéc măng phía trên 11.

Theo bảng 2, minh họa góc $\theta 1x$ là góc phía trên, góc $\theta 2x$ là góc phía dưới, chiều dài Lx của đoạn thẳng giữa vị trí thứ năm $a1x$ và vị trí thứ sáu $b1x$, và độ lớn độ lệch tâm thứ nhất P1 của hình dạng của bề mặt biên bên ngoài S của xéc măng phía dưới 12. Độ lớn độ lệch tâm thứ nhất P1 được chỉ ra là âm khi đỉnh biên bên ngoài của xéc măng định vị trên phía buồng đốt của động cơ so với đường giữa thứ nhất. Ngoài ra, sự chênh lệch giữa góc phía trên $\theta 1x$ và góc phía dưới $\theta 2x$, chỉ ra tính đối xứng của hình dạng của bề mặt biên bên ngoài S của xéc măng phía dưới 12, được biểu diễn bằng giá trị tuyệt đối $|\theta 1x - \theta 2x|$. Để tham khảo, sự giảm (khoảng cách (μm) theo chiều hướng tâm) từ đỉnh biên bên ngoài theo chiều rộng đo theo chiều trượt bởi phương pháp đánh giá của lĩnh vực kỹ thuật trước đã được minh họa trong các cột lưu ý.

Bảng 1

Ký hiệu	Góc phía trên $\theta 1$	Góc phía dưới $\theta 2$	L	P1: Độ lớn độ lệch tâm thứ nhất	P2: Độ lớn độ lệch tâm thứ hai
	[Độ]	[Độ]	[mm]	[mm]	[mm]
US1	2,0	9,0	0,180	0,080	0,040
US2	3,0	8,0	0,180	0,090	0,050
US3	3,0	9,0	0,180	0,100	0,060

US4	6,0	13,0	0,115	0,065	0,030
US5	9,0	19,0	0,050	0,020	0,000
US6	10,0	9,0	0,045	0,025	0,010

Bảng 2

Ký hiệu	Góc phía trên $\theta 1x$	Góc phía dưới $\theta 2x$	$ \theta 1x - \theta 2x $	Lx	P1: Độ lớn độ lệch tâm thứ nhất	Nhận xét: Sự giảm từ đỉnh SP của bề mặt bên ngoài S theo chiều rộng đo (mm)
	[Độ]	[Độ]	[Độ]	[mm]	[mm]	[μm /Kích thước chiều rộng (mm)]
LS1	2,0	2,0	0,0	0,240	0,000	-
LS2	2,0	2,0	0,0	0,200	0,005	-
LS3	3,0	3,0	0,0	0,180	0,000	2/0,15
LS4	6,5	5,5	1,0	0,110	0,010	7/0,15
LS5	7,5	9,0	1,5	0,090	-0,015	14/0,15
LS6	9,0	9,0	0,0	0,080	0,005	16/0,15
LS7	11,0	9,0	2,0	0,070	0,020	20/0,15

Các hình dạng bên ngoài của các xéc măng 11 và 12 được đo trong bảng 3 như dưới đây.

Theo các ví dụ 1 đến ví dụ 7 và các ví dụ so sánh 1 đến ví dụ so sánh 5, xéc măng phía trên 11 trong đó phần đầu xa bên ngoài biên của bề mặt bên ngoài S có hình dạng không đối xứng như được minh họa trong FIG.6 (một trong các ký hiệu bắt kỳ từ US1 đến US6 trong bảng 1) được sử dụng, và xéc măng phía dưới 12 trong đó phần đầu xa bên ngoài biên của bề mặt bên ngoài S có hình dạng đối xứng như được minh họa trong FIG.8 (một trong các ký hiệu bắt kỳ từ LS1 đến LS7) được sử dụng.

Theo ví dụ tham chiếu 1, ký hiệu US2 trong bảng 1 và ký hiệu US1 trong bảng 1 trong đó phần đầu xa bên ngoài biên có hình dạng không đối xứng như được minh họa trong FIG.6 được sử dụng cho xéc măng phía trên 11 và xéc măng phía dưới 12.

Theo ví dụ tham chiếu 2, ký hiệu LS7 trong bảng 2 trong đó phần đầu xa bên ngoài biên có hình dạng đối xứng như được minh họa trong FIG.8 được sử dụng cho xéc măng phía trên 11 và xéc măng phía dưới 12.

Theo ví dụ tham chiếu 3, ký hiệu US6 trong bảng 1 trong đó phần đầu xa bên ngoài biên có hình dạng không đối xứng như được minh họa trong FIG.6 được sử dụng cho xéc măng phía trên 11 và xéc măng phía dưới 12.

Theo ví dụ tham chiếu 4, ký hiệu US4 trong bảng 1 trong đó phần đầu xa bên ngoài biên có hình dạng không đối xứng như được minh họa trong FIG.6 được sử dụng cho xéc măng phía trên 11 và xéc măng phía dưới 12.

Theo ví dụ tham chiếu 5, ký hiệu LS4 trong bảng 2 trong đó phần đầu xa bên ngoài biên có hình dạng đối xứng như được minh họa trong FIG.8 được sử dụng cho xéc măng phía trên 11 và xéc măng phía dưới 12.

<10. Các kết quả của thử nghiệm đo mức tiêu thụ dầu>

Các kết quả đo mức tiêu thụ dầu được minh họa trong bảng 3. Tỷ lệ tiêu thụ dầu theo bảng 3 được minh họa sao cho mức tiêu thụ dầu được minh họa theo tỷ lệ với mức tiêu thụ dầu theo ví dụ so sánh 1 là 100 với vận tốc pittông trung bình V là $V=20,2$ m/s.

Tiêu chuẩn đánh giá cho các kết quả đo mức tiêu thụ dầu như sau.

A: tỷ lệ tiêu thụ dầu nhỏ hơn 85

B: tỷ lệ tiêu thụ dầu bằng hoặc lớn hơn 85 và nhỏ hơn 100

C: tỷ lệ tiêu thụ dầu bằng hoặc nhỏ hơn 100

Bảng 3

	Hình dạng biên bên	Tỷ lệ tiêu thụ dầu	Đánh giá
--	--------------------	--------------------	----------

	ngoài của xéc măng		Vận tốc pittông trung bình V (m/s)		
	Xéc măng phía trên	Xéc măng phía dưới	18,9	20,2	
Ví dụ 1	US3	LS2	58	82	A
Ví dụ 2	US3	LS6	56	80	A
Ví dụ 3	US4	LS3	55	78	A
Ví dụ 4	US4	LS4	53	74	A
Ví dụ 5	US4	LS5	56	77	A
Ví dụ 6	US5	LS2	60	82	A
Ví dụ 7	US5	LS6	58	80	A
Ví dụ so sánh 1	US1	LS2	74	100	C
Ví dụ so sánh 2	US2	LS2	58	90	B
Ví dụ so sánh 3	US3	LS1	60	87	B
Ví dụ so sánh 4	US6	LS6	60	86	B
Ví dụ so sánh 5	US5	LS7	65	97	B
Ví dụ tham chiếu 1	US2	US1	60	87	B
Ví dụ tham chiếu 2	LS7	LS7	78	122	C
Ví dụ tham chiếu 3	US6	US6	62	90	B
Ví dụ tham chiếu 4	US4	US4	43	63	A
Ví dụ tham chiếu 5	LS4	LS4	60	85	B

Đánh giá

Theo sáng chế, thử nghiệm đo mức tiêu thụ dầu từ ví dụ tham chiếu 1 đến ví dụ tham chiếu 5 được thực hiện và thử nghiệm đo sự ma sát tiếp tục được thực hiện, nhờ đó giải quyết các vấn đề và đạt được mục tiêu của sáng chế.

Khi vận tốc pittông trung bình V là $V=20,2$ m/s, ví dụ 1 đến ví dụ 7 có tỉ lệ tiêu thụ dầu từ 74 đến 82 so với ví dụ so sánh 1 và là các mức ưu tiên. Trong khi đó, ví dụ so sánh 1 đến ví dụ so sánh 5 có tỉ lệ tiêu thụ dầu bằng hoặc lớn hơn 86 và không phải

là các mức ưu tiên. Theo bảng 3, từ ví dụ so sánh 4 (tổ hợp của US4 và LS4), ví dụ tham chiếu 4 (tổ hợp của US4 và US4) và ví dụ tham chiếu 5 (tổ hợp của LS4 và LS4), xét về phương diện giảm mức tiêu thụ dầu, ví dụ tham chiếu 4 cho kết quả có lợi nhất, trong đó cả xéc măng phía trên 11 và xéc măng phía dưới 12 có hình dạng không đối xứng tại phần đầu xa bên ngoài biên của xéc măng trong đó đỉnh biên bên ngoài được nằm trên phía cách xa từ buồng đốt của động cơ. Tuy nhiên, trong trường hợp của tổ hợp trong đó xéc măng phía trên 11 và xéc măng phía dưới 12 có hình dạng không đối xứng tại phần đầu xa bên ngoài biên của xéc măng, khi sức căng vòng găng gạt dầu F_t được thiết lập đến sức căng thấp dựa trên mức bằng hoặc hoặc lớn hơn 0,25, là giá trị F_t/d thu được bằng cách chia cho sức căng F_t bằng đường kính xi lanh d (đơn vị: mm), có các vấn đề về gia tăng ma sát.

Ví dụ 4 là tổ hợp của US4 là xéc măng phía trên 11 trong đó hình dạng biên bên ngoài của xéc măng của phần đầu xa được thiết lập là hình dạng không đối xứng và LS4 là xéc măng phía dưới 12 trong đó hình dạng biên bên ngoài của xéc măng của phần đầu xa được thiết lập là hình dạng đối xứng. Ví dụ tham chiếu 5 là tổ hợp của LS4 là xéc măng phía trên 11 trong đó hình dạng biên bên ngoài của xéc măng của phần đầu xa được thiết lập là hình dạng đối xứng và LS4 là xéc măng phía dưới 12 trong đó hình dạng biên bên ngoài của xéc măng của phần đầu xa được thiết lập là hình dạng đối xứng. Từ sự so sánh ở trên, tốt hơn là để giảm mức tiêu thụ dầu, sử dụng xéc măng phía trên 11 trong đó phần đầu xa bên ngoài biên của xéc măng có hình dạng không đối xứng. Theo ví dụ 4, như được so sánh với ví dụ tham chiếu 5, có thể thấy sự giảm 13% khi vận tốc pittông trung bình $V=20,2$ m/s được đưa ra.

Ví dụ tham chiếu 4 là tổ hợp của US4 là xéc măng phía trên 11 trong đó hình

dạng biên bên ngoài của xéc măng của phần đầu xa được thiết lập là hình dạng không đối xứng và US4 là xéc măng phía dưới 12 trong đó hình dạng biên bên ngoài của xéc măng giống nhau của phần đầu xa được thiết lập là hình dạng không đối xứng. Ví dụ 4 là tổ hợp của US4 là xéc măng phía trên 11 trong đó hình dạng biên bên ngoài của xéc măng của phần đầu xa được thiết lập là hình dạng không đối xứng và LS4 là xéc măng phía dưới 12 trong đó hình dạng biên bên ngoài của xéc măng của phần đầu xa được thiết lập là hình dạng đối xứng. Từ sự so sánh ở trên, tốt hơn là để giảm mức tiêu thụ dầu, sử dụng xéc măng phía trên 11 trong đó phần đầu xa bên ngoài biên của xéc măng có hình dạng không đối xứng. Theo ví dụ tham chiếu 4, như được so sánh với ví dụ 4, có thể thấy giảm 15% khi cho vận tốc pittông trung bình $V=20,2$ m/s. Theo ví dụ tham chiếu 4, như được so sánh với ví dụ tham chiếu 5, có thể thấy giảm 26%.

Người ta đã xem xét mức tiêu thụ dầu của dầu động cơ được tăng lên bởi sự tự loại bỏ gây ra do quá trình đốt của dầu động cơ tự trên thành bên trong của xi lanh 1 tại thời điểm đốt của động cơ và bởi sự loại bỏ dầu động cơ trong khoảng chạy xả động cơ. Trong vùng vận tốc cao với sự quay vận tốc cao của động cơ về nguyên lý, tăng độ dày của màng dầu, và tăng mức tiêu thụ dầu. Tuy nhiên, sự giảm tiêu thụ dầu thông qua việc sử dụng xéc măng trong đó phần đầu xa bên ngoài biên của xéc măng có hình dạng không đối xứng như được minh họa trong FIG.6 được xem xét có hiệu quả cạo dầu động cơ xuống và triệt giảm sự tăng độ dày màng dầu. Ngoài ra, người ta cũng xem xét rằng sự gia tăng tiêu thụ dầu do hoạt động cạo lên của dầu động cơ của xéc măng cũng được triệt giảm. Khi độ dày màng dầu giảm trong khoảng chạy giảm của vòng găng gạt dầu, lượng dầu động cơ được cạo lên bởi xéc măng cũng giảm trong khoảng chạy gia tăng. Người ta cũng đã báo cáo rằng sự tăng tiêu thụ dầu trong vùng vận tốc cao với sự quay

vận tốc cao của động cơ được gây ra bởi sự tăng lên lượng dầu được nâng lên từ bề mặt sau của vòng găng pittông đến buồng đốt của động cơ. Đường dẫn của dầu động cơ thông qua dầu động cơ được nâng lên đến buồng đốt của động cơ bao gồm khoảng đầu mối của vòng găng pittông khác với các đường dẫn này.

Theo các ví dụ, trong hình dạng của bề mặt biên bên ngoài S trong đó phần đầu xa bên ngoài biên của xéc măng phía trên 11 có hình dạng không đối xứng, góc θ_1 của góc phía trên bằng hoặc nhỏ hơn 3 độ và bằng hoặc nhỏ hơn 9 độ, độ lớn độ lệch tâm P1 nằm trong khoảng từ 0,02 mm đến 0,10 mm, độ lớn độ lệch tâm P2 bằng hoặc lớn hơn 0 mm. Trong trường hợp này, người ta xem xét rằng, như là một nhân tố, khoảng cách giữa các phần đầu xa bên ngoài biên của xéc măng phía trên 11 và thành bên trong của xi lanh 1 lớn hơn trên phía buồng đốt của động cơ, và sự tăng áp suất dầu của dầu động cơ do hiệu ứng màng nệm giữa hai bề mặt của xi lanh và xéc măng phía trên 11 trong khoảng chạy nâng vòng găng gạt dầu là nhỏ, với kết quả này dầu động cơ có thể chảy ra ngoài đến phía thấp hơn của xéc măng phía trên. Dầu động cơ được cạo xuống bằng xéc măng hoặc chảy ra ngoài đến phía thấp hơn đi qua lỗ dầu hồi 5 được tạo thành trên phía biên bên trong của rãnh vòng găng gạt dầu 4 và được thu trong bể dầu (không được minh họa) cho dầu động cơ.

Từ ví dụ so sánh 1, khi góc θ_1 là góc phía trên nhỏ hơn 3 độ, áp suất dầu của dầu động cơ do hiệu ứng màng nệm giữa hai bề mặt của xi lanh 1 và xéc măng phía trên 11 tăng lên tại thời điểm tăng vòng găng gạt dầu, với kết quả này động cơ ít có khả năng chảy trong phía buồng đốt của động cơ của bề mặt biên bên ngoài S của xéc măng phía trên 11. Người ta đã xem xét rằng, với hoạt động như vậy, dầu động cơ đọng trong khoảng cách được tạo ra giữa thành bên trong của xi lanh 1 và bề mặt biên bên ngoài S

của xéc măng phía trên 11 trên phía buồng đốt của động cơ, và dầu động cơ được chuyển đến đầu phía trên của xéc măng phía trên 11. Do đó, sự giảm tiêu thụ dầu có thể không như mong đợi.

Từ ví dụ so sánh 4, khi góc θ_1 là góc phía trên bằng hoặc lớn hơn 10 độ, chiều dài từ đỉnh biên bên ngoài đến vị trí cách xa bởi khoảng cách là 4,0 μm nhỏ hơn 0,05 mm, và có thể cho không có đủ chiều dài tiếp xúc giữa thành bên trong của xi lanh 1 và phần đầu xa bên ngoài biên của xéc măng 11 theo chiều trục (hướng trục Y) của xi lanh 1. Do đó, có thể được xem là hoạt động cạo dầu động cơ xuống, tạo thành màng dầu trên bề mặt thành bên trong của xi lanh, trở nên không hiệu quả trong suốt khoảng chạy làm giảm vòng găng gặt dầu với kết quả là có thể xảy ra sự gia tăng tiêu thụ dầu.

Từ ví dụ so sánh 2, người ta xem xét rằng, khi góc θ_2 là góc phía dưới nhỏ hơn 9 độ, hiệu ứng mép của việc cạo dầu động cơ xuống, tạo ra màng dầu trên bề mặt bên trong của xi lanh 1, trở nên không hiệu quả trong suốt khoảng chạy làm giảm vòng găng gặt dầu. Người ta cho rằng, khi góc θ_2 là góc phía dưới bằng hoặc lớn hơn 9 độ, hiệu ứng mép của việc cạo dầu động cơ xuống là có hiệu quả.

Trong phần đầu xa bên ngoài biên của xéc măng phía dưới 12 được minh họa trong FIG.8, khi góc θ_{1x} là góc phía trên trong hình dạng của bề mặt biên bên ngoài S có hình dạng đối xứng bằng hoặc lớn hơn 2 độ và bằng hoặc nhỏ hơn 9 độ, và góc θ_{2x} là góc phía dưới bằng hoặc lớn hơn hai độ và bằng hoặc nhỏ hơn 9 độ, trong sự kết hợp với xéc măng phía trên 11 trong đó bề mặt biên bên ngoài S tại phần đầu xa bên ngoài biên như được minh họa trong FIG.6 có hình dạng không đối xứng, tỉ lệ tiêu thụ dầu từ ví dụ 1 đến ví dụ 7 bằng hoặc nhỏ hơn 82 so với mức trong ví dụ so sánh 1, là kết quả ưu tiên.

Từ ví dụ so sánh 3, khi hình dạng biên bên ngoài của xéc măng phía dưới 12 là LS2 theo bảng 2, góc θ_{1x} là góc phía trên là 2 độ, góc θ_{2x} là góc phía dưới là 2 độ, và chiều dài L_x từ đỉnh biên bên ngoài đến vị trí cách xa bởi khoảng cách là 4,0 μm vượt quá 0,20 mm, áp suất bề mặt thực P (N/mm^2) có phương trình (1) trở nên nhỏ hơn, với kết quả này thì xảy ra sự tăng tiêu thụ dầu.

Từ ví dụ so sánh 5, khi hình dạng biên bên ngoài của xéc măng phía dưới 12 là LS7 theo bảng 2, góc θ_{1x} là góc phía trên vượt quá 9 độ, góc θ_{2x} là góc phía dưới tại 9 độ, sự chênh lệch góc $|\theta_{1x}-\theta_{2x}|$ vượt quá 1,5 độ, và chiều dài L_x từ đỉnh biên bên ngoài đến vị trí cách xa bởi khoảng cách là 4,0 μm nhỏ hơn 0,08 mm, chiều dài tiếp xúc giữa thành bên trong của xi lanh 1 và phần đầu xa bên ngoài biên của xéc măng 11 theo chiều trục (hướng trục Y) của xi lanh 1 trở nên không đủ, với kết quả này hoạt động cào dầu xuống trở nên không hiệu quả trong khoảng chạy giảm vòng găng gạt dầu, và xảy ra sự tăng tiêu thụ dầu.

Mỗi ví dụ tham chiếu 1 và ví dụ tham chiếu 3 là tổ hợp của các xéc măng trong đó các bề mặt biên bên ngoài của các phần đầu xa bên ngoài biên của xéc măng phía trên 11 và xéc măng phía dưới 12 có hình dạng không đối xứng. Theo ví dụ tham chiếu 1, góc θ_1 là góc phía trên nhỏ hơn 3 độ, và góc θ_2 là góc phía dưới nhỏ hơn 9 độ. Theo ví dụ tham chiếu 3, góc θ_1 là góc phía trên vượt quá 9 độ, và góc θ_2 là góc phía dưới là 9 độ. Với mức này, tỉ lệ tiêu thụ dầu giảm ít so với mức trong các ví dụ. Ngoài ra, ví dụ tham chiếu 2 là tổ hợp của các xéc măng trong đó các bề mặt biên bên ngoài S tại các phần đầu xa bên ngoài biên của xéc măng phía trên 11 và xéc măng phía dưới 12 có hình dạng đối xứng. Góc θ_1 là góc phía trên vượt quá 9 độ, và góc θ_2 là góc phía dưới vượt quá 9 độ. Ngoài ra, hiệu số $|\theta_{1X}-\theta_{2X}|$ vượt quá 1,5 độ, và chiều dài L_x nhỏ hơn 0,08

mm. Với mức này, tỉ lệ tiêu thụ dầu kém nhất trong tất cả các thử nghiệm.

Theo phương án của sáng chế, sự tập trung được thực hiện vào phần đầu xa của bề mặt biên bên ngoài S có hình dạng được xác định chính xác nằm trong khoảng độ dày màng dầu của dầu động cơ, tức là, khoảng từ 4,0 μm đến đỉnh biên bên ngoài xa nhất SP trong phần đầu xa bên ngoài biên của xéc măng 11 và 12.

Ngoài ra, trong các bề mặt biên bên ngoài S của xéc măng 11 và 12, khi độ nhám bề mặt vượt quá 0,1 μmRa , có thể gây ra sự phá hỏng bề mặt thành bên trong của xi lanh 1 và ăn mòn xi lanh 1, mà không được ưu tiên.

<11. Phương pháp thử nghiệm đo ma sát bằng thiết bị kiểm tra vận động>

Thử nghiệm đo ma sát được thực hiện sử dụng vòng găng gạt dầu kết hợp 10 theo phương án này được mô tả. Trong thử nghiệm đo ma sát, thiết bị kiểm tra vận động xi lanh đơn dạng khuỷu (dạng ống lót di động) 20 có đường kính xi lanh là 86 mm và sử dụng khoảng chạy 86 mm. FIG.14 là mặt cắt minh họa thiết bị kiểm tra vận động xi lanh đơn dạng khuỷu 20. Ống lót xi lanh 21 được điều tiết bằng thành phần chặn 23 trong khi di chuyển theo chiều trục, và chỉ có thể di chuyển theo chiều trục. Lực ma sát trượt theo chiều trục áp dụng cho ống lót xi lanh 21 được phát hiện bằng bộ cảm biến 25 gắn trên ống lót xi lanh 21. Thực hiện đánh giá sử dụng áp suất hiệu quả ma sát trung bình (FMEP: friction mean effective pressure) thu được bằng cách chia mômen ma sát của lực ma sát trượt trên chu kỳ bằng thể tích xi lanh.

Ống lót xi lanh bằng gang được sử dụng làm chi tiết nối tiếp trượt bằng vòng găng pittông được tính toán, bề mặt trượt biên bên trong của ống lót xi lanh 21 được thiết lập có độ nhám trung bình số học (Ra) là 0,15 μm . Như là các điều kiện thử nghiệm,

hiệt độ nước lạnh được thiết lập đến 80°C , và nhiệt độ dầu động cơ được thiết lập đến 80°C . Như là dầu động cơ, sử dụng GF-5, 0W-20 (loại: chuẩn ILSAC, lớp độ nhớt: SAE J300) và vận tốc quay tính toán được thiết lập nằm trong khoảng từ 600 rpm và 2.000 rpm. Phương bôi trơn là phương pháp phun. Nhiệt xi lanh không được gắn, và buồng đốt mở thoáng khí.

Như được mô tả ở trên, với vòng găng pittông được sử dụng trong thử nghiệm, lớp phủ DLC chỉ chứa cacbon được áp dụng cho bề mặt biên bên ngoài của vòng thứ hai bằng phương pháp mạ ion hồ quang, và độ nhám bề mặt là $0,03\ \mu\text{mRa}$. Trong thử nghiệm này, để ngăn ảnh hưởng của FMEP do sự thay đổi trong hình dạng của bề mặt biên trượt bên ngoài gây ra bởi sự ăn mòn trong quá trình thực hiện thử nghiệm, lớp phủ DLC (cacbon vô định hình) là vượt trội về độ bền mài mòn và có hệ số ma sát nhỏ được áp dụng cho các bề mặt biên trượt bên ngoài của vòng đỉnh và vòng thứ hai và các vòng giống nhau được sử dụng cho tất cả các thử nghiệm. Với vòng găng gạt dầu kết hợp 10, xử lý cứng đối với các bề mặt biên bên ngoài của xéc măng 11 và 12 và tỉ lệ đường kính xi lanh có sức căng vòng găng gạt dầu được minh họa trong bảng 4. Lớp phủ crom nitrit (CrN) có độ dày màng là $20\ \mu\text{m}$ và độ cứng Veckers là 1.100 HV khi sử dụng độ cứng bề mặt cho các bề mặt biên bên ngoài của các xéc măng 11 và 12. Như là sự thấm nito dạng khí cho các bề mặt biên bên ngoài của xéc măng 11 và 12, sử dụng độ cứng bề mặt có độ cứng Veckers là 1.000 HV. Độ nhám bề mặt của bề mặt biên bên ngoài là $0,03\ \mu\text{mRa}$. Tỉ lệ đường kính xi lanh của sức căng vòng găng gạt dầu trên một xi lanh được thiết lập nằm trong khoảng từ 0,10 đến 0,35 (N/mm). Tỉ lệ đường kính xi lanh của tổng sức căng trên một xi lanh của vòng găng pittông được thiết lập nằm trong khoảng từ 0,24 đến 0,49 (N/mm).

Các hình dạng biên bên ngoài của các xéc măng 11 và 12 được thử nghiệm trong bảng 4 như dưới đây.

Theo ví dụ 8 đến ví dụ 12 và ví dụ so sánh 7 đến ví dụ so sánh 9, xéc măng phía trên 11 trong đó bề mặt biên bên ngoài S của phần đầu xa bên ngoài biên có hình dạng không đối xứng như được minh họa trong FIG.6 (một trong các ký hiệu bất kỳ từ US5 đến US6 theo bảng 1) được sử dụng làm xéc măng phía trên 11, và xéc măng phía dưới 12 trong đó bề mặt biên bên ngoài S của phần đầu xa bên ngoài biên có hình dạng lồi đối xứng như được minh họa trong FIG.8 (một trong các ký hiệu bất kỳ từ LS5 đến LS7 theo bảng 2) được sử dụng làm xéc măng phía dưới 12. Khi xử lý độ cứng đối với các bề mặt biên bên ngoài của xéc măng 11 và 12, việc thấm nitơ dạng khí được áp dụng cho ví dụ so sánh 7, lớp phủ crom nitrit (CrN) được áp dụng cho ví dụ 12, ví dụ tham chiếu 4 và ví dụ tham chiếu 6, và lớp phủ DLC được áp dụng cho các trường hợp khác. Người ta đã biết rằng hệ số ma sát trở nên nhỏ hơn theo thứ tự sự thấm nitơ dạng khí, màng crom nitrit (CrN) và lớp phủ DLC (cacbon vô định hình).

Theo ví dụ tham chiếu 3, ví dụ tham chiếu 4 và ví dụ tham chiếu 7, ký hiệu US5 trong đó phần đầu xa bên ngoài biên của xéc măng có hình dạng không đối xứng được sử dụng cho cả xéc măng phía trên 11 và xéc măng phía dưới 12. Theo ví dụ tham chiếu 5, ví dụ tham chiếu 6 và ví dụ tham chiếu 8, ký hiệu LS6 trong đó phần đầu xa bên ngoài biên của xéc măng có hình đối xứng được sử dụng cho cả xéc măng phía trên 11 và xéc măng phía dưới 12.

<12. Các kết quả của thử nghiệm đo ma sát>

Các kết quả của thử nghiệm đo ma sát được minh họa trong bảng 4. Theo các tí

số FMEP minh họa trong bảng 4, trong điều kiện trong đó FMEP của ví dụ so sánh 7 có vận tốc qua động cơ là 2.000 rpm được xác định là 100, các FMEP khác được minh họa bằng tỉ số. FIG.15 là biểu đồ minh họa mối quan hệ giữa vận tốc quay của động cơ và tỉ số FMEP theo ví dụ 8 đến ví dụ 12, ví dụ so sánh 7 và ví dụ tham chiếu 3 dựa trên bảng 4. Theo FIG.15, trục hoành biểu diễn vận tốc quay của động cơ và trục tung biểu diễn tỉ số FMEP.

Bảng 4

	Hình dạng biên bên ngoài của xéc măng		Xử lý cứng đối với bề mặt biên bên ngoài của xéc măng	Sức căng vòng găng gạt dầu (Ft)/Đường kính xi lanh (d) (N/mm)	Tỉ số FMEP			
					Vận tốc quay của động cơ (rpm)			
	Xéc măng phía trên	Xéc măng phía dưới			600	1.000	1.500	2.000
Ví dụ 8	US5	LS6	Lớp phủ DLC	0,35	63	69	75	87
Ví dụ 9	US5	LS6	Lớp phủ DLC	0,25	56	60	65	75
Ví dụ 10	US5	LS6	Lớp phủ DLC	0,18	49	53	58	65
Ví dụ 11	US5	LS6	Lớp phủ DLC	0,10	41	45	50	55
Ví dụ 12	US5	LS6	Lớp phủ CrN	0,35	67	73	79	93
Ví dụ so sánh 7	US5	LS6	Thẩm nitơ dạng khí	0,35	71	77	85	100
Ví dụ so sánh 8	US6	LS6	Lớp phủ DLC	0,35	65	70	77	88
Ví dụ so sánh 9	US5	LS7	Lớp phủ DLC	0,35	64	70	76	88
Ví dụ tham chiếu 3	US5	US5	Lớp phủ DLC	0,35	64	70	77	90
Ví dụ tham chiếu 4	US5	US5	Lớp phủ CrN	0,35	68	74	82	95
Ví dụ tham chiếu 5	LS6	LS6	Lớp phủ DLC	0,35	63	68	74	85
Ví dụ tham chiếu 6	LS6	LS6	Lớp phủ CrN	0,35	67	72	79	90

Ví dụ tham chiếu 7	US5	US5	Lớp phủ DLC	0,25	56	61	67	77
Ví dụ tham chiếu 8	LS6	LS6	Lớp phủ DLC	0,25	56	60	66	73

Sự giảm sức căng của vòng găng gạt dầu có hiệu quả nhất để giảm ma sát. Tuy nhiên, có nguy cơ làm tăng mức tiêu thụ dầu. Theo sáng chế, các nghiên cứu đã được thực hiện với việc xử lý cứng đối với các bề mặt biên bên ngoài của xéc măng 11 và 12 và các hình dạng của đầu xa bề mặt biên bên ngoài, có thể giảm ma sát thậm chí với cùng sức căng vòng găng gạt dầu.

Với vận tốc quay của động cơ là 2.000 rpm, trong thử nghiệm trong đó tỉ lệ đường kính xi lanh $Ft/d=0,35$ của sức căng vòng găng gạt dầu Ft và tổ hợp của xéc măng phía trên 11 và xéc măng phía dưới 12 (xéc măng phía trên là US5 và xéc măng phía dưới là LS6) là giống nhau, với việc xử lý cứng cho bề mặt biên bên ngoài, FMEP giảm theo thứ tự là sự thấm nitơ dạng khí theo ví dụ so sánh 7, lớp phủ CrN theo ví dụ 12 và lớp phủ DLC theo ví dụ 8 và hiệu quả làm giảm ma sát. Với tỉ lệ FMEP, thấm nitơ dạng khí theo ví dụ 7 là 100, lớp phủ CrN theo ví dụ 12 là 93, và lớp phủ DLC theo ví dụ 8 là 87.

Với vận tốc quay của động cơ là 2.000 rpm, trong thử nghiệm này trong đó tỉ lệ đường kính xi lanh $Ft/d=0,35$ của sức căng vòng găng gạt dầu và lớp phủ DLC xử lý rắn đối với các bề mặt biên bên ngoài của hai xéc măng bao gồm xéc măng phía trên 11 và xéc măng phía dưới 12 là giống nhau, với tổ hợp của các hình biên bên ngoài của các xéc măng 11 và 12, giảm được FMEP theo thứ tự tổ hợp của US5 đối với xéc măng phía trên 11 và US5 đối với xéc măng phía dưới 12 theo ví dụ tham chiếu 3, tổ hợp của US5 đối với xéc măng phía trên 11 và LS6 đối với xéc măng phía dưới 12 theo ví dụ 8, và tổ hợp của LS6 đối với xéc măng phía trên 11 và LS6 đối với xéc măng phía dưới 12 theo

ví dụ tham chiếu 5, và có hiệu quả làm giảm ma sát. Theo tỉ lệ FMEP, với việc thẩm nito dạng khí theo ví dụ so sánh 7 là 100, trong lớp phủ DLC, ví dụ tham chiếu 3 là 90, ví dụ 8 là 87 và ví dụ tham chiếu 5 là 85.

Với vận tốc quay của động cơ là 2.000 rpm, trong thử nghiệm này trong đó tỉ lệ đường kính xi lanh $Ft/d=0,25$ của sức căng vòng găng gạt dầu và lớp phủ DLC xử lý rắn đối với các bề mặt biên bên ngoài của hai xéc măng bao gồm xéc măng phía trên 11 và xéc măng phía dưới 12 là giống nhau, với tổ hợp của các hình biên bên ngoài của các xéc măng 11 và 12, giảm được FMEP theo thứ tự tổ hợp của US5 đối với xéc măng phía trên 11 và US5 đối với xéc măng phía dưới 12 theo ví dụ tham chiếu 7, tổ hợp của US5 đối với xéc măng phía trên 11 và LS6 đối với xéc măng phía dưới 12 theo ví dụ 9, và tổ hợp của LS6 đối với xéc măng phía trên 11 và LS6 đối với xéc măng phía dưới 12 theo ví dụ tham chiếu 8, và có hiệu quả làm giảm ma sát. Theo tỉ lệ FMEP, với việc thẩm nito dạng khí theo ví dụ so sánh 7 là 100, trong lớp phủ DLC, ví dụ tham chiếu 7 là 77, ví dụ 9 là 75 và ví dụ tham chiếu 8 là 73.

Với vận tốc quay của động cơ là 2.000 rpm, trong thử nghiệm này trong đó tỉ lệ đường kính xi lanh $Ft/d=0,35$ của sức căng vòng găng gạt dầu và lớp phủ CrM xử lý rắn đối với các bề mặt biên bên ngoài của hai xéc măng bao gồm xéc măng phía trên 11 và xéc măng phía dưới 12 là giống nhau, với tổ hợp của các hình biên bên ngoài của các xéc măng 11 và 12, giảm được FMEP theo thứ tự tổ hợp của US5 đối với xéc măng phía trên 11 và US5 đối với xéc măng phía dưới 12 theo ví dụ tham chiếu 4, tổ hợp của US5 đối với xéc măng phía trên 11 và LS6 đối với xéc măng phía dưới 12 theo ví dụ 12, và tổ hợp của LS6 đối với xéc măng phía trên 11 và LS6 đối với xéc măng phía dưới 12 theo ví dụ tham chiếu 6, và có hiệu quả làm giảm ma sát. Theo tỉ lệ FMEP, với việc thẩm

nitor dạng khí theo ví dụ so sánh 7 là 100, trong lớp phủ CrN, ví dụ tham chiếu 4 là 95, ví dụ 12 là 93 và ví dụ tham chiếu 6 là 90.

Với vận tốc quay của động cơ là 2.000 rpm, trong thử nghiệm trong đó việc xử lý cứng đối với hai bề mặt biên bên ngoài của xéc măng của xéc măng phía trên 11 và xéc măng phía dưới 12 là cùng lớp phủ DLC, và trong đó tổ hợp của các hình dạng của hai xéc măng bao gồm xéc măng phía trên 11 và xéc măng phía dưới 12 (US5 đối với xéc măng phía trên 11 và LS6 đối với xéc măng phía dưới 12) là giống nhau, FMEP được giảm tương tự theo thứ tự từ ví dụ 8 đến ví dụ 11 trong đó tỉ lệ đường kính xi lanh Ft/d của sức căng vòng găng gạt dầu Ft được giảm theo thứ tự là 0,35, 0,25, 0,18 và 0,10 và có hiệu quả làm giảm ma sát. Theo tỉ lệ FMEP, với việc thấm nitor dạng khí theo ví dụ so sánh 7 là 100, trong lớp phủ DLC, ví dụ 8 là 87, ví dụ 10 là 65 và ví dụ tham chiếu 11 là 55.

Với mức tiêu thụ nhiên liệu của động cơ, đánh giá được FMEP tại vận tốc quay của động cơ lên đến 2.000 rpm.

<13. Xem xét về các hình dạng của các bề mặt biên bên ngoài S, thử nghiệm đo mức tiêu thụ dầu và thử nghiệm đo ma sát>

Xét về mặt tiêu thụ dầu và sự ma sát, các hình dạng biên bên ngoài tối ưu của các xéc măng nằm trong khoảng dưới đây. Theo ví dụ 1 đến ví dụ 12, tốt hơn là hình dạng biên bên ngoài của xéc măng phía trên 11 được tạo thành hình dạng không đối xứng cso chiều dài L nằm trong khoảng từ $0,05 \text{ mm} \leq L \leq 0,18 \text{ mm}$, góc phía trên θ_1 bằng hoặc lớn hơn 3 độ và bằng hoặc lớn hơn 9 độ, và góc phía dưới θ_2 bằng hoặc lớn hơn 9 độ. Ngoài ra, tốt hơn là hình dạng biên bên ngoài của xéc măng phía dưới 12 được tạo thành dạng

đối xứng có chiều dài L_x nằm trong khoảng từ $0,08 \text{ mm} \leq L_x \leq 0,20 \text{ mm}$ và các giá trị của góc phía trên θ_{1x} và góc phía dưới θ_{2x} là bằng hoặc lớn hơn 2 độ và bằng hoặc nhỏ hơn 9 độ. Ngoài ra, tốt hơn là góc θ_{1x} và góc θ_{2x} của bề mặt biên bên ngoài của xéc măng phía dưới 12 là $|\theta_{1x} - \theta_{2x}| \leq 1,5$ độ.

Ngoài ra, tốt hơn là hình dạng biên bên ngoài của xéc măng phía dưới 12 được tạo thành dạng đối xứng có chiều dài L_x nằm trong khoảng từ $0,08 \text{ mm} \leq L_x \leq 0,18 \text{ mm}$ và các giá trị của góc phía trên θ_{1x} và góc phía dưới θ_{2x} là bằng hoặc lớn hơn 3 độ và bằng hoặc nhỏ hơn 9 độ. Ngoài ra, $|\theta_{1x} - \theta_{2x}| \leq 1.5$ độ được cho.

<14. Sức căng vòng găng gạt dầu và sự quan sát thử nghiệm đo mức tiêu thụ dầu và thử nghiệm đo ma sát>

Sức căng vòng găng gạt dầu của vòng găng gạt dầu kết hợp được thiết lập để thỏa mãn hai đặc tính trái ngược về hiệu quả tiêu thụ dầu và hiệu quả ma sát. Theo chuẩn của sức căng vòng găng gạt dầu, thông qua sự thay thế giá trị F_t/d (đơn vị: N/mm) thu được bằng cách chia cho sức căng vòng găng gạt dầu F_t (đơn vị: N) bằng đường kính xi lanh d (đơn vị: mm), tức là, sự chuyển đổi sức căng vòng găng gạt dầu trên đường kính xi lanh, tiêu chuẩn thông thường nằm trong khoảng từ 0,5 đến 0,6 (N/mm), và đã được xem xét là tiêu chuẩn của sự giảm sức căng giảm bằng hoặc nhỏ hơn 0,35 (N/mm).

Để cải thiện sự tiêu thụ nhiên liệu của động cơ, phải giảm sức căng vòng găng gạt dầu. Ngoài ra, tùy thuộc vào điều kiện đốt của động cơ hoặc môi trường trượt giữa vòng găng pittông hoặc pittông 2 và thành bên trong của xi lanh 1, sự cào trầy (mắc kẹt) hoặc lượng lớn các vết xước nhỏ do trượt xảy ra tại một trong các bề mặt trượt bất kỳ giữa vòng găng pittông hoặc pittông 2 và thành bên trong của xi lanh 1, cần phải xử lý

các trường hợp không mong muốn bằng cách đảm bảo độ dày màng bằng hoặc lớn hơn lượng nhất định. Vì mục đích này, người ta xem xét ưu tiên giảm sức căng vòng găng gặt dầu và, ngoài ra, sử dụng màng cứng (ví dụ, màng crom nitrit hoặc màng DLC) là vượt trội về độ bền mài mòn và có hệ số ma sát nhỏ. Trong trường hợp như vậy, đối với các xéc măng phía trên và phía dưới trong đó hình dạng biên bên ngoài của xéc măng của phần đầu xa là hình dạng đối xứng, thông qua việc áp dụng sáng chế, sự cải thiện hiệu quả tiêu thụ dầu hoặc độ bền mài mòn (sự chống mắc kẹt) bằng cách giảm sáng chế có thể được mong đợi.

Theo vòng găng gặt dầu kết hợp, các phần đầu xa bên ngoài biên của xéc măng phía trên 11 và xéc măng phía dưới 12 được đưa vào trong sự tiếp xúc bề mặt với thành bên trong của xi lanh 1 trong toàn bộ đường tròn theo chiều vòng tròn trong tất cả khoảng chạy của động cơ, nhờ đó đạt được hiệu quả tiêu thụ dầu định trước. Tuy nhiên, xi lanh 1 được chèn vào trong khối xi lanh (không được minh họa) của động cơ bị biến dạng do nhiệt bởi quá trình đốt động cơ, với kết quả này thành bên trong của xi lanh 1 được tạo hình thành dạng tròn hoàn hảo của chu vi bên trong từ sự biến dạng thứ hai đến sự biến dạng thứ tư. Sự biến dạng nhiệt còn làm tăng vùng vận tốc cao bao gồm sự quay vận tốc cao của động cơ. Mặc dù do sự biến dạng nhiệt này, để đưa các phần đầu xa bên ngoài biên của xéc măng phía trên 11 và xéc măng phía dưới 12 vào trong sự tiếp xúc bề mặt với thành bên trong của xi lanh 11, ưu tiên tăng sức căng vòng găng gặt dầu. Tuy nhiên, sự tiêu hao ma sát của động cơ tăng lên trên một phía và do đó hạn chế sự gia tăng sức căng vòng găng gặt dầu. Trong trường hợp này, do xéc măng phía trên và xéc măng trong đó hình dạng biên bên ngoài của xéc măng của phần đầu xa là hình dạng đối xứng, thông qua sự áp dụng theo sáng chế, nên sự cải thiện hiệu quả tiêu thụ dầu với sự

triệt tiêu sự gia tăng ma sát sử dụng sức căng vòng găng gạt dầu có thể được mong đợi.

Chính sự biến dạng pittông có thể có tác động bất lợi đến ma sát của động cơ do việc trượt giữa vòng găng pittông hoặc pittông 2 và thành bên trong của xi lanh 1 ở một mức nào đó.

Danh sách các ký hiệu chỉ dẫn

- 1 xi lanh
- 2 pittông
- 3 bề mặt biên bên ngoài của pittông
- 4 rãnh vòng găng gạt dầu
- 5 lỗ dầu hồi
- 10 vòng găng gạt dầu kết hợp
- 11 xéc măng phía trên
- 12 xéc măng phía dưới
- 11a, 12a lớp phủ cứng
- 13 vòng đệm giãn cách
- M đường tâm của vòng đệm giãn cách theo chiều trục
- 14 phần lõi phía trên
- 14a phần vùng phía trên
- 14b, 15b phần tai
- 14b1, 15b1 bề mặt nghiêng
- 14c, 15c phần đỡ biên bên ngoài
- 14d, 15d lỗ kết nối
- 15 phần lõi phía dưới
- 15a phần vùng phía dưới
- a1 vị trí thứ nhất
- b1 vị trí thứ hai
- a2 vị trí thứ ba

b2	vị trí thứ tư
a1x	vị trí thứ năm
b1x	vị trí thứ sáu
a2x	vị trí thứ bảy
b2x	vị trí thứ 8
S	bề mặt biên bên ngoài
S1	tiết diện viên thứ nhất
S2	tiết diện viên thứ hai
S3	tiết diện viên thứ ba
SP	đỉnh biên bên ngoài
20	thiết bị kiểm tra vận động xi lanh đơn dạng khuỷu
21	ống lót xi lanh
23	thành phần chặn
25	bộ cảm biến (để phát hiện lực ma sát trượt theo chiều trục)

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Vòng găng gạt dầu kết hợp được gắn vào rãnh vòng găng gạt dầu của pittông cho động cơ đốt trong, vòng găng gạt dầu kết hợp bao gồm:

một cặp xéc măng, trong đó mỗi xéc măng có bề mặt biên bên ngoài trượt trên thành bên trong xi lanh; và

vòng đệm giãn cách, được bố trí giữa cặp xéc măng, và được tạo kết cấu để ép các bề mặt biên bên ngoài của cặp xéc măng sát vào thành bên trong xi lanh,

trong đó, hình dạng của bề mặt biên bên ngoài của xéc măng phía trên của cặp xéc măng được bố trí trên phía buồng đốt của động cơ trong mặt cắt dọc bất kỳ có hình dạng cong, được tạo thành từ cặp bao gồm phía buồng đốt của động cơ và phía cách xa từ buồng đốt của động cơ theo hướng chiều rộng xéc măng phía trên và đối xứng qua chiều hướng tâm kéo dài từ các điểm đầu tại các phần đầu phía biên bên ngoài của hai bề mặt tạo thành chiều rộng xéc măng phía trên đến thành bên trong xi lanh tương ứng, và phía đỉnh biên bên ngoài của hình dạng của bề mặt biên bên ngoài được cho tiếp xúc với thành bên trong của xi lanh tại thời điểm chèn có hình dạng không đối xứng theo hướng chiều rộng xéc măng phía trên qua đỉnh biên bên ngoài, và các phần mở rộng tại cả hai đầu của hình dạng không đối xứng có hình dạng kéo dài liên tục đến hình dạng cong có các phần đầu phía biên bên ngoài của hai bề mặt tạo thành chiều rộng xéc măng phía trên như là các điểm đầu,

trong đó, hình dạng không đối xứng có đường giữa thứ nhất là đường đi qua tâm của chiều rộng xéc măng phía trên, và trong phần đầu xa bên ngoài biên của đường cong viền thu được bằng cách vẽ bề mặt biên bên ngoài của xéc măng phía trên trong mặt cắt

dọc, khi vị trí trên phía buồng đốt của động cơ của hai vị trí trên đường cong viên tại vị trí cách xa bởi khoảng cách là $4,0 \mu\text{m}$ từ đỉnh biên bên ngoài hướng về phía biên bên trong theo chiều hướng tâm của xéc măng phía trên là vị trí thứ nhất (a1), vị trí trên phía cách xa từ buồng đốt của động cơ là vị trí thứ hai (b1), chiều dài của đoạn thẳng giữa vị trí thứ nhất (a1) và vị trí thứ hai (b1) là L , và đường giữa của đoạn thẳng này có chiều dài L là đường giữa thứ hai, đường giữa thứ hai nằm trên phía cách xa từ buồng đốt của động cơ so với đường giữa thứ nhất, và đỉnh biên bên ngoài của xéc măng phía trên nằm trên đường giữa thứ hai hoặc trên phía cách xa từ buồng đốt của động cơ so với đường giữa thứ hai,

trong đó, xéc măng phía trên được gắn vào trong rãnh vòng găng gạt dầu sao cho đỉnh biên bên ngoài được định vị trên phía cách xa từ buồng đốt của động cơ,

trong đó, hình dạng của bề mặt biên bên ngoài của xéc măng phía dưới của cặp xéc măng được bố trí trên phía cách xa từ buồng đốt của động cơ trong mặt cắt dọc bất kỳ có hình dạng cong, được tạo thành từ cặp bao gồm phía buồng đốt của động cơ và phía cách xa từ buồng đốt của động cơ theo hướng chiều rộng của xéc măng phía dưới và đối xứng qua chiều hướng tâm kéo dài từ các điểm đầu tại các phần đầu phía biên bên ngoài của hai bề mặt tạo thành chiều rộng của xéc măng phía dưới đến thành bên trong xi lanh tương ứng,

trong đó, phía đỉnh biên bên ngoài của hình dạng của bề mặt biên bên ngoài được cho tiếp xúc với thành bên trong của xi lanh tại thời điểm chèn có hình vòng cung đối xứng theo hướng chiều rộng của xéc măng phía dưới qua đỉnh biên bên ngoài,

trong đó, các phần mở rộng tại cả hai đầu của hình vòng cung có hình dạng kéo dài liên tục đến hình dạng cong có các phần đầu phía biên bên ngoài của hai bề mặt tạo

thành chiều rộng xéc măng phía dưới như là các điểm đầu, và xéc măng phía dưới được gắn vào rãnh vòng găng gạt dầu,

trong đó, khi đường cong viền có hình dạng không đối xứng trong phần đầu xa bên ngoài biên của xéc măng phía trên được phân chia thành hai vùng chứa phần đường cong viền kéo dài hướng về phía biên bên trong theo chiều hướng tâm của xéc măng phía trên và được kẹp giữa đỉnh biên bên ngoài và vị trí cách xa từ đỉnh biên bên ngoài bằng khoảng cách 1,5 μm và phần đường cong viền kéo dài hướng về phía biên bên trong theo chiều hướng tâm của xéc măng phía trên và được kẹp giữa bằng khoảng cách là 1,5 μm và khoảng cách là 4,0 μm từ đỉnh biên bên ngoài, đường cong viền có tiết diện viền thứ nhất, tiết diện viền thứ hai và tiết diện viền thứ ba theo thứ tự được đề cập từ phía buồng đốt của động cơ của xi lanh, và tiết diện viền thứ nhất được tạo thành tại phần dạng đường thẳng hoặc hình dạng đường cong bậc hai bắt đầu từ phần đầu thứ nhất trên phía buồng đốt của động cơ của tiết diện viền thứ hai, và tiết diện viền thứ hai được tạo thành là hình vòng cung và có đỉnh biên bên ngoài tại phần nửa đường của nó, và tiết diện viền thứ ba được tạo thành là một phần của hình dạng đường cong bậc hai bắt đầu từ phần đầu thứ hai của tiết diện viền thứ hai trên phía cách xa từ buồng đốt của động cơ,

trong đó, độ nhám bề mặt của phần hình dạng không đối xứng của bề mặt biên bên ngoài của xéc măng phía trên bằng hoặc nhỏ hơn 0,1 μmRa ,

trong đó, trong phần đầu xa bên ngoài biên của đường cong viền, của hai vị trí trên đường cong viền tại vị trí cách xa đỉnh biên bên ngoài bằng khoảng cách 1,5 μm hướng về phía biên bên trong theo chiều hướng tâm của xéc măng phía trên, vị trí trên phía buồng đốt của động cơ là vị trí thứ ba (a2), vị trí trên phía cách xa từ buồng đốt của

động cơ là vị trí thứ tư (b2) và chiều dài L của đoạn thẳng giữa vị trí thứ nhất (a1) và vị trí thứ hai (b1) nằm trong khoảng từ $0,05 \text{ mm} \leq L \leq 0,18 \text{ mm}$,

trong đó, khi góc (góc phía trên) được tạo thành giữa đường thẳng đi qua vị trí thứ nhất (a1) và vị trí thứ ba (a2) và chiều trục của xi lanh là θ_1 độ, và góc (góc phía dưới) được tạo thành giữa đường thẳng thứ hai đi qua vị trí thứ hai (b1) và vị trí thứ tư (b2) và chiều trục của xi lanh là θ_2 độ, thỏa mãn các điều kiện $3^\circ \leq \theta_1 \leq 9^\circ$ và $9^\circ \leq \theta_2$.

trong đó, vì bề mặt biên bên ngoài của xéc măng phía trên, độ nhám bề mặt của phần đối xứng kéo dài từ đỉnh biên bên ngoài ít nhất bằng khoảng cách là $10 \text{ }\mu\text{m}$ hướng về phía biên bên trong theo chiều hướng tâm của xéc măng phía dưới bằng hoặc nhỏ hơn $0,1 \text{ }\mu\text{mRa}$,

trong đó, trong phần đầu xa bên ngoài biên của đường cong viền thu được bằng cách vẽ bề mặt biên bên ngoài của xéc măng phía dưới trong mặt cắt dọc, vì hai vị trí trên đường cong viền tại vị trí cách xa bởi khoảng cách là $4,0 \text{ }\mu\text{m}$ từ đỉnh biên bên ngoài hướng về phía biên bên trong theo chiều hướng tâm của xéc măng phía dưới, vị trí trên phía buồng đốt của động cơ là vị trí thứ năm (a1x), và phía trên phía cách xa từ buồng đốt của động cơ là vị trí thứ sáu (b1x), và vì hai vị trí trên đường cong viền tại vị trí cách xa bởi khoảng cách $1,5 \text{ }\mu\text{m}$ từ đỉnh biên bên ngoài hướng về phía biên bên trong theo chiều hướng tâm của xéc măng phía dưới, vị trí trên phía buồng đốt của động cơ là vị trí thứ bảy (a2x), và vị trí trên phía cách xa từ buồng đốt của động cơ là vị trí thứ tám (b2x), và chiều dài của đoạn thẳng giữa vị trí thứ năm (a1x) và vị trí thứ sáu (b1x) là L_x , chiều dài L_x nằm trong khoảng từ $0,08 \text{ mm} \leq L_x \leq 0,20 \text{ mm}$, và

trong đó, khi góc (góc phía trên) được tạo thành giữa đường thẳng thứ nhất đi qua vị trí thứ năm (a1x) và vị trí thứ bảy (a2x) và chiều trục của xi lanh là θ_{1x} độ, và

góc (góc phía dưới) được tạo thành giữa đường thẳng thứ hai đi qua vị trí thứ sáu (b1x) và vị trí thứ tám (b2x) và chiều trục của xi lanh là $\theta 2x$ độ, thỏa mãn các điều kiện $2^\circ \leq \theta 1x \leq 9^\circ$, $2^\circ \leq \theta 2x \leq 9^\circ$, và $|\theta 1x - \theta 2x| \leq 1,5^\circ$.

2. Vòng găng gạt dầu kết hợp theo điểm 1, trong đó, tại phần đầu xa bên ngoài biên của đường cong viền thu được bằng cách vẽ bề mặt biên bên ngoài của xéc măng phía dưới trong mặt cắt dọc, chiều dài Lx nằm trong khoảng $0,08 \text{ mm} \leq Lx \leq 0,18 \text{ mm}$, và thỏa mãn các điều kiện $3^\circ \leq \theta 1x \leq 9^\circ$, $3^\circ \leq \theta 2x \leq 9^\circ$ và $|\theta 1x - \theta 2x| \leq 1,5^\circ$.

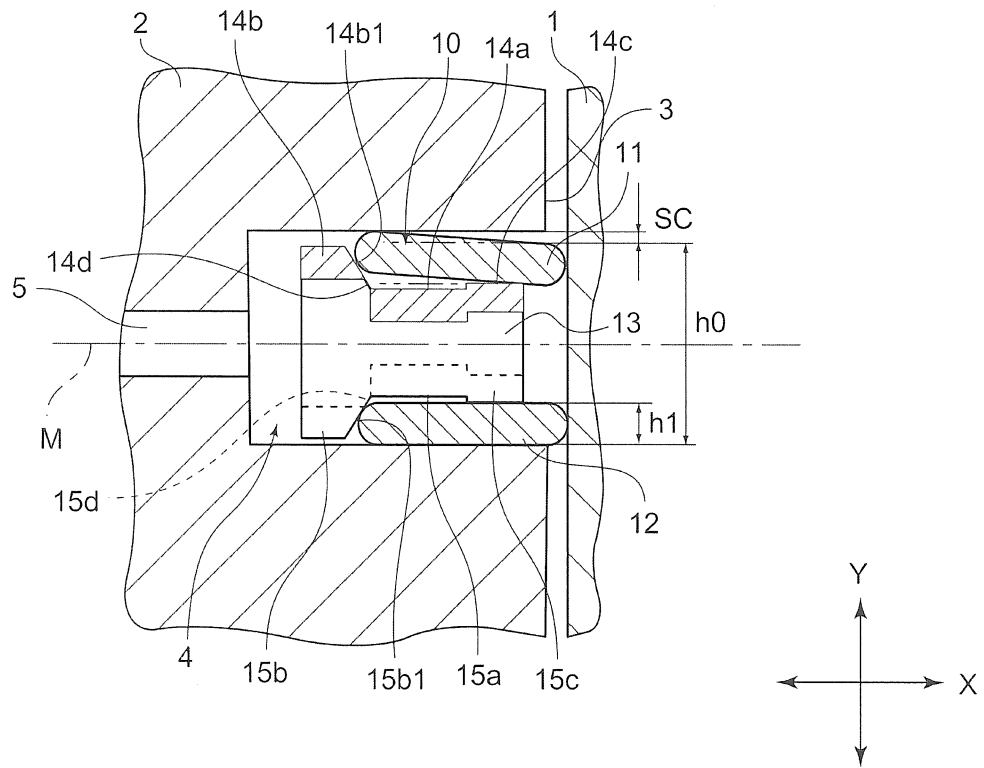
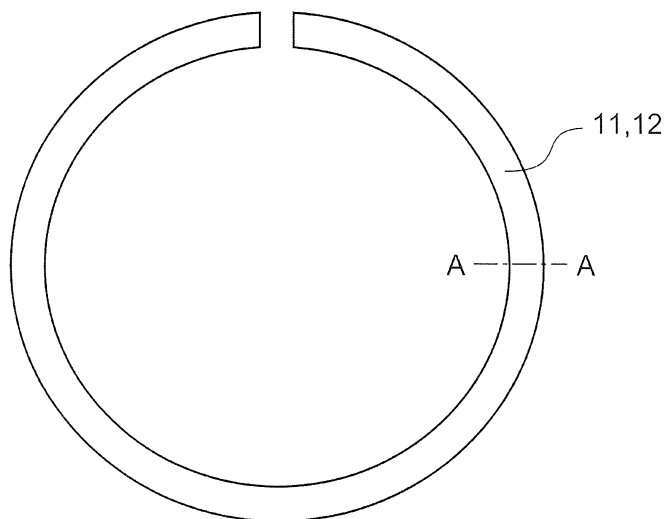
3. Vòng găng gạt dầu kết hợp theo điểm bất kỳ trong số các điểm 1 và 2,

trong đó, bề mặt biên bên ngoài của mỗi cặp xéc măng bao gồm một lớp phủ bất kỳ là:

(1) lớp phủ được làm từ crom nitrit, lớp phủ có độ cứng bề mặt bằng hoặc lớn hơn 800 HV và độ dày bằng hoặc lớn hơn $10 \mu\text{m}$;

(2) lớp phủ DLC (cacbon vô định hình) được làm chỉ từ cacbon, lớp phủ DLC có độ cứng bề mặt bằng hoặc lớn hơn 1.500 HV và độ dày bằng hoặc lớn hơn $3 \mu\text{m}$; và

(3) lớp phủ có cấu trúc đa lớp bao gồm lớp phủ cứng (1) và lớp phủ DLC (2) phủ trên lớp phủ cứng, lớp phủ là lớp phủ crom nitrit (lớp phủ PVD) có độ cứng bằng hoặc lớn hơn $5 \mu\text{m}$, và lớp phủ là lớp phủ DLC có độ dày bằng hoặc lớn hơn $0,5 \mu\text{m}$.

**FIG. 1****FIG. 2**

2/10

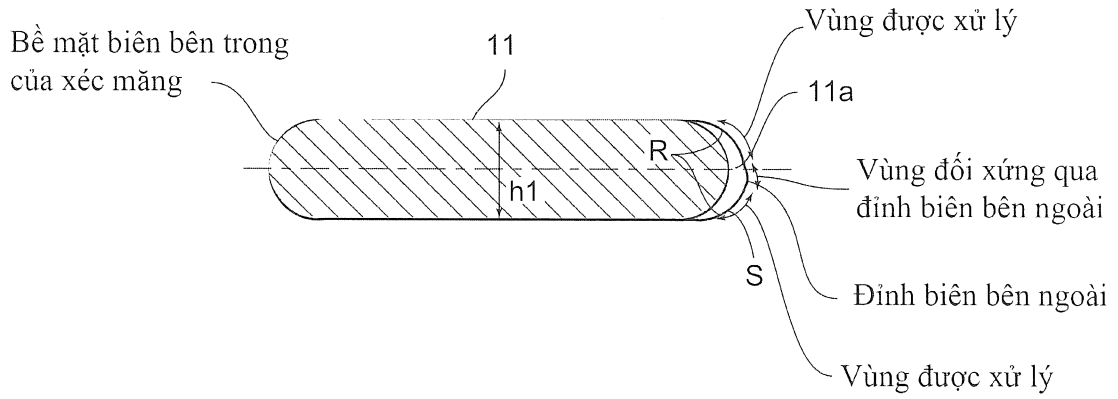


FIG. 3

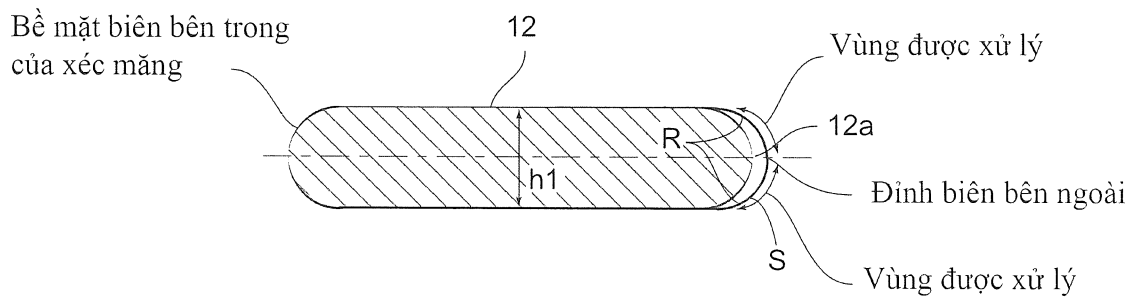


FIG. 4

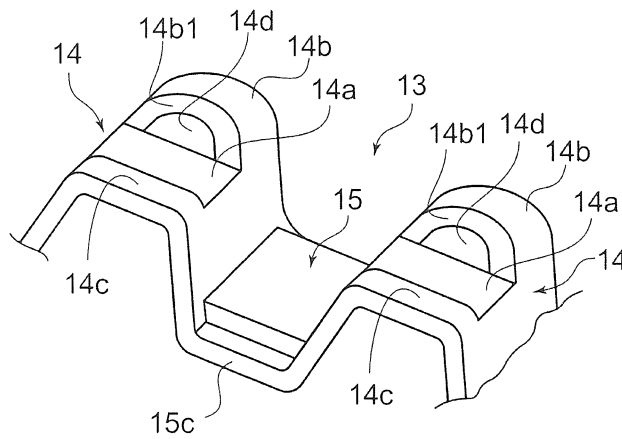


FIG. 5

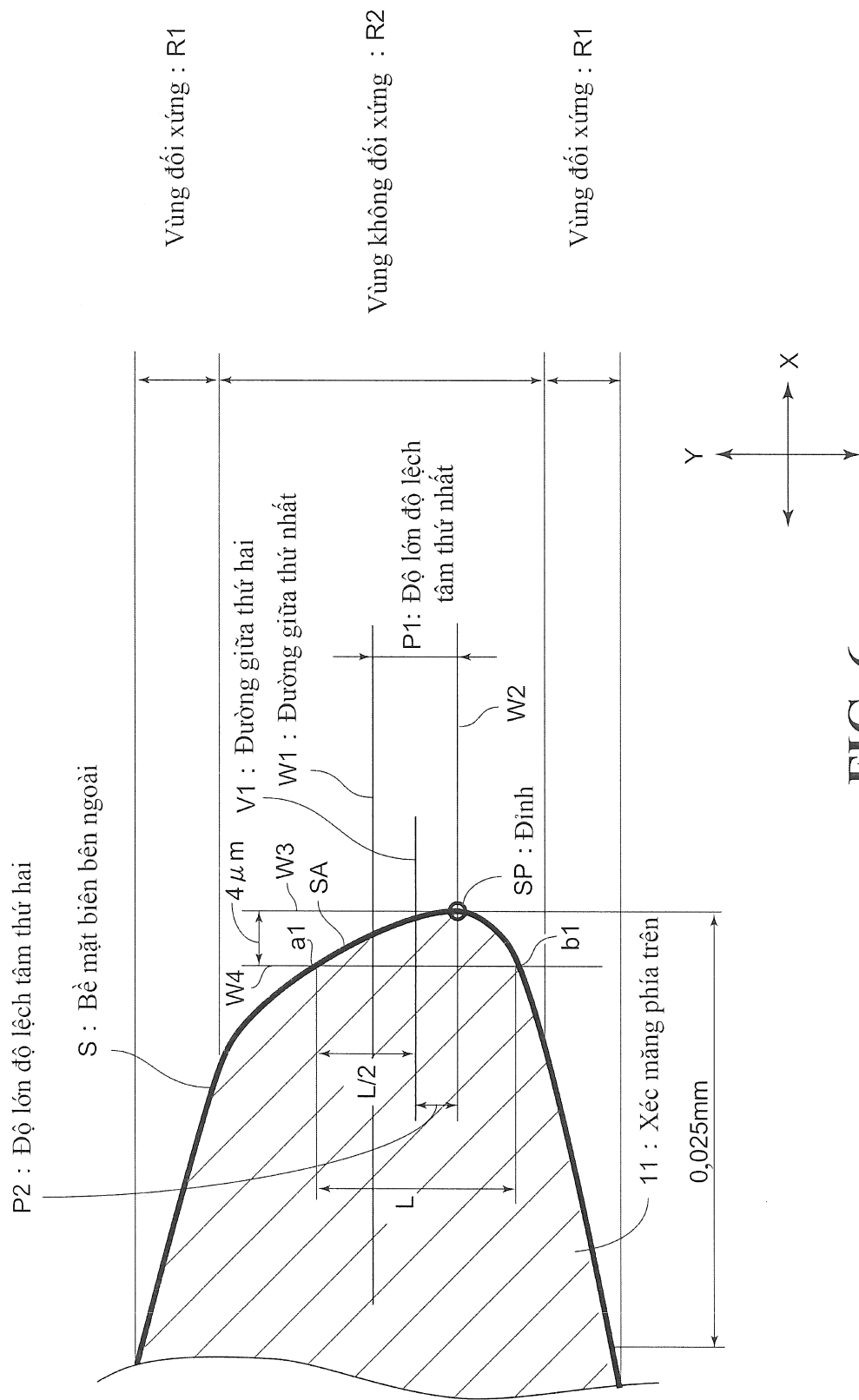


FIG. 6

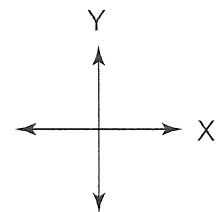
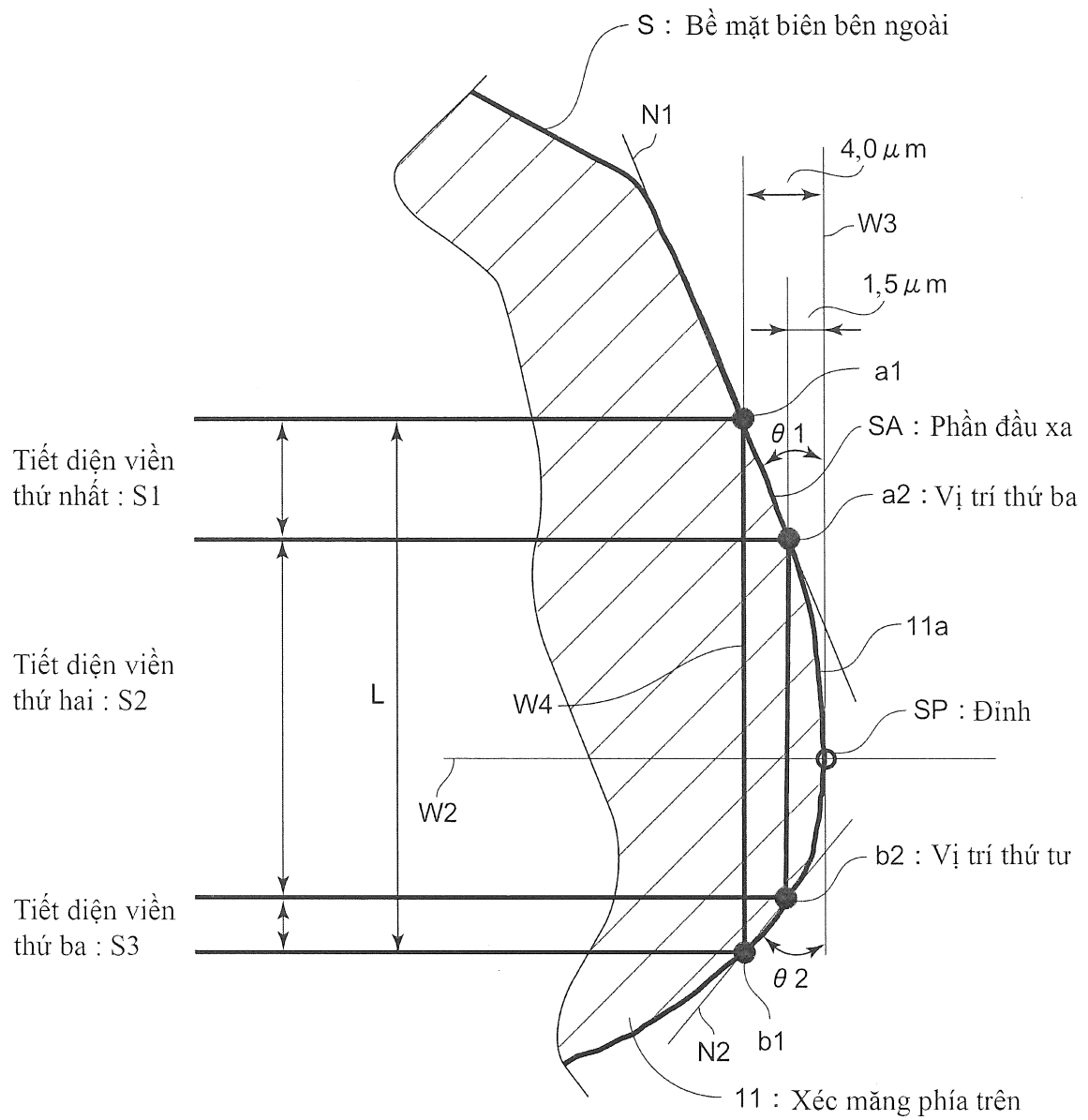


FIG. 7

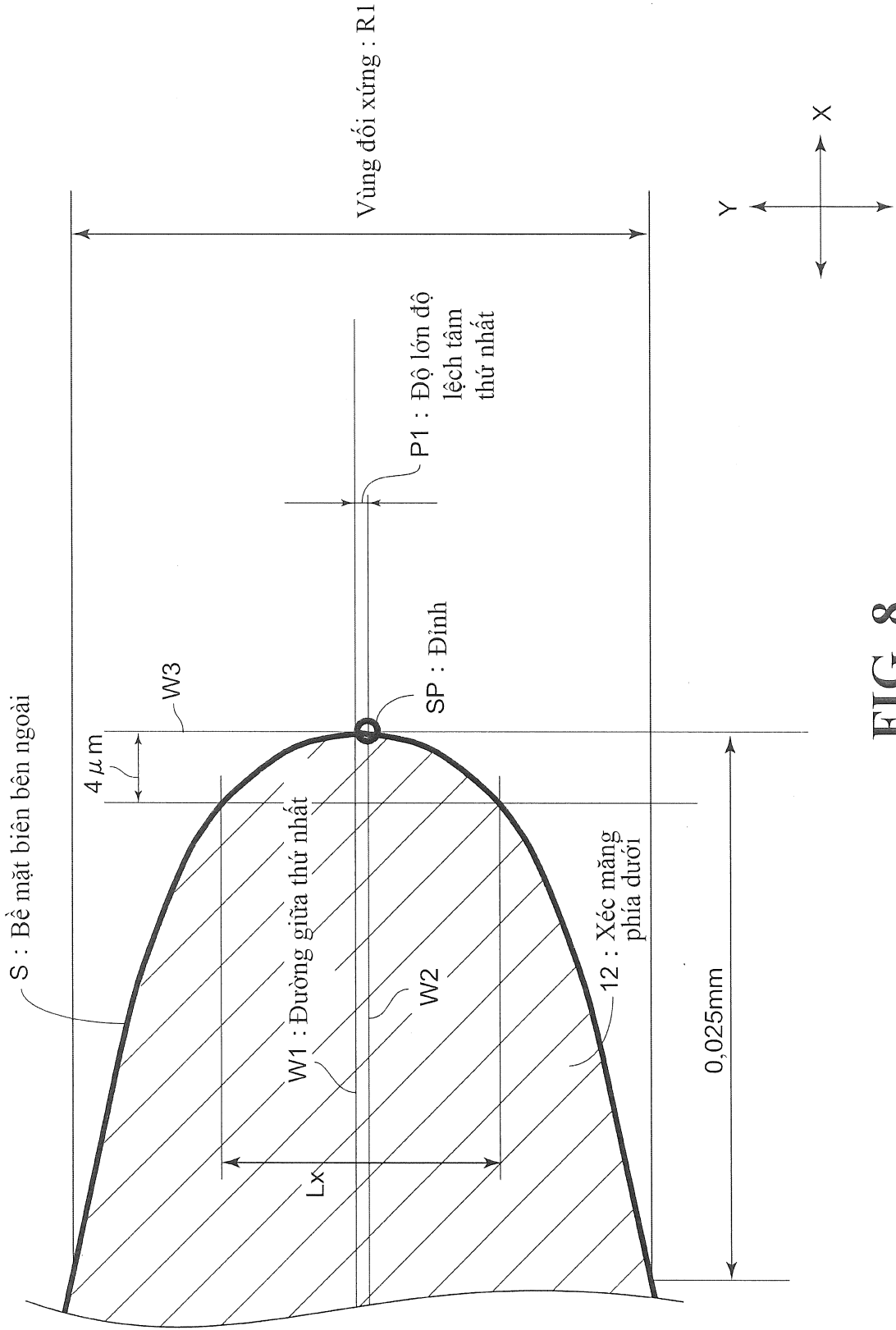


FIG. 8

6/10

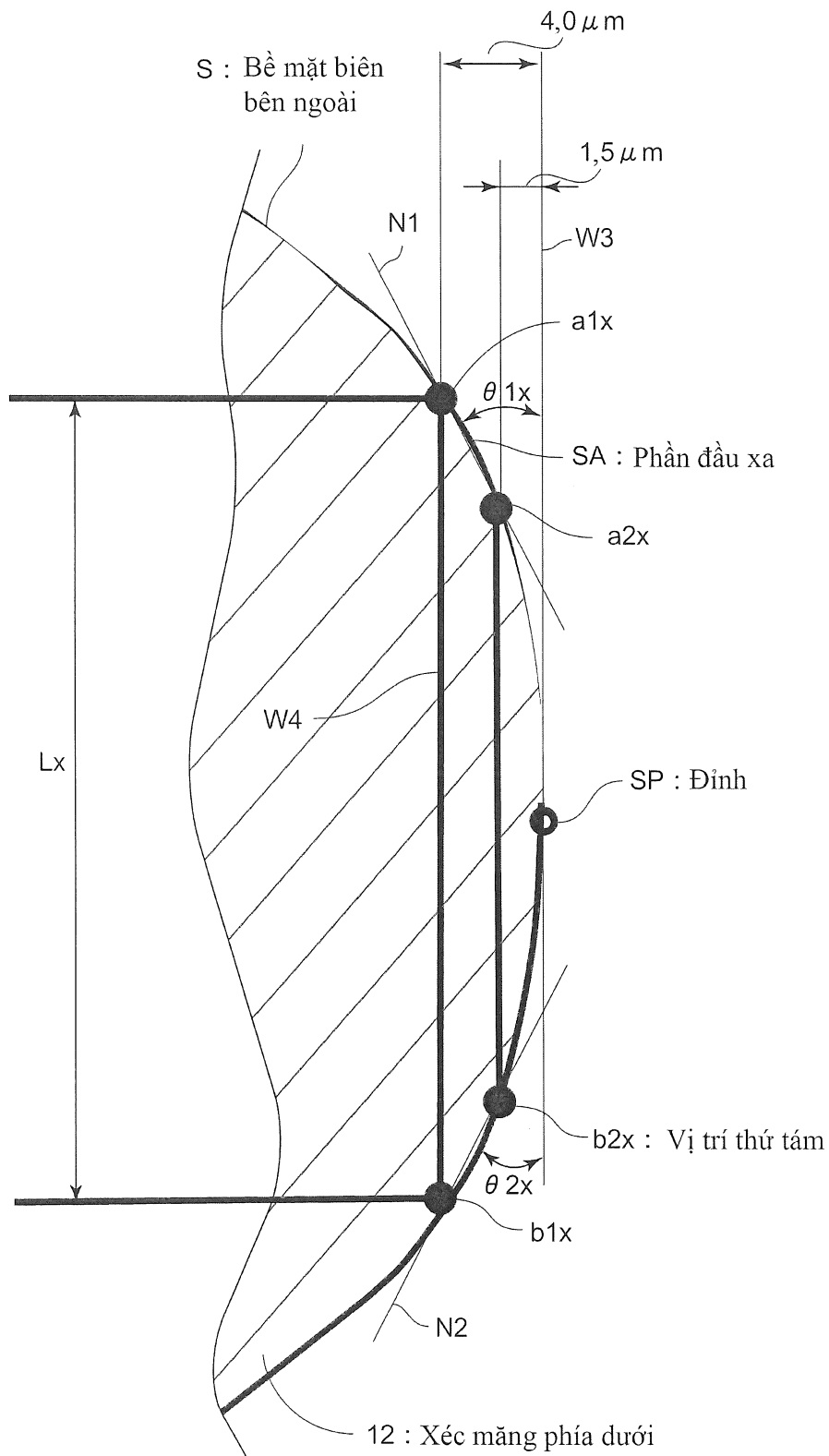


FIG. 9

7/10

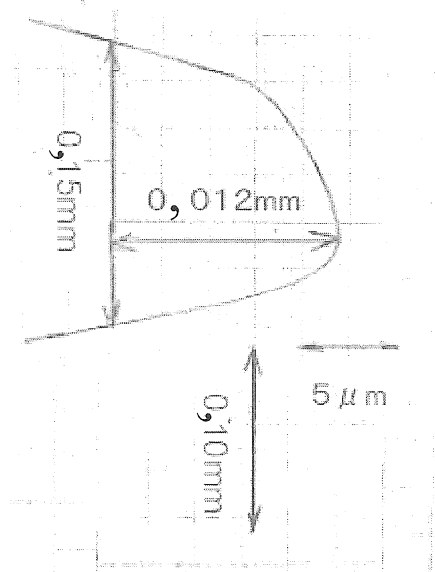


FIG. 10

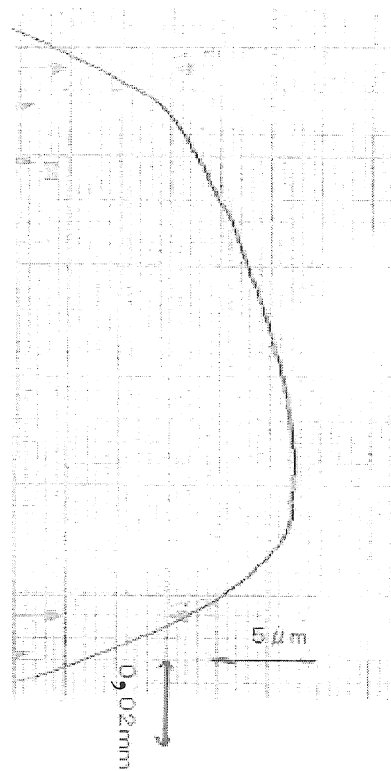
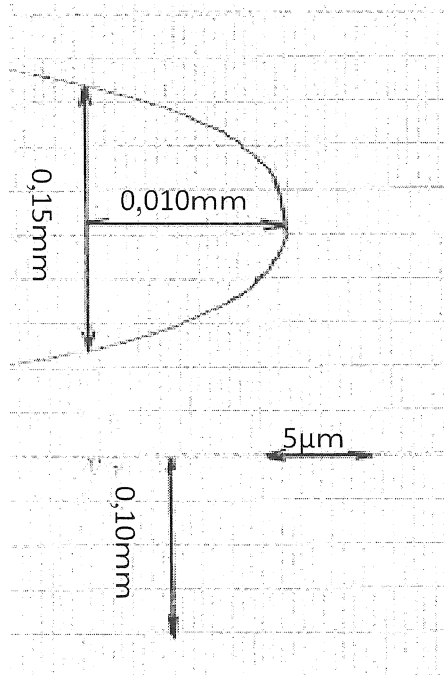
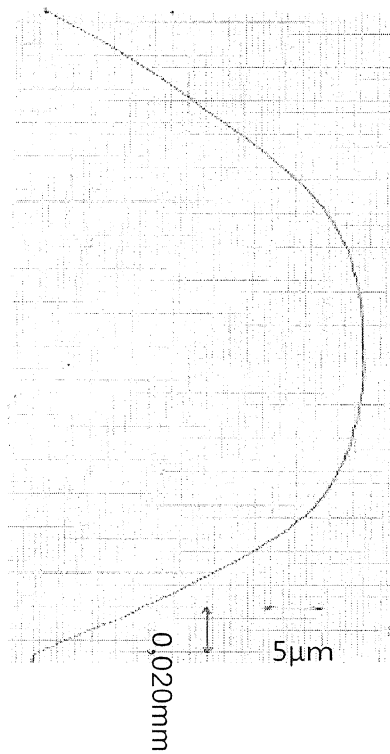


FIG. 11

8/10

**FIG. 12****FIG. 13**

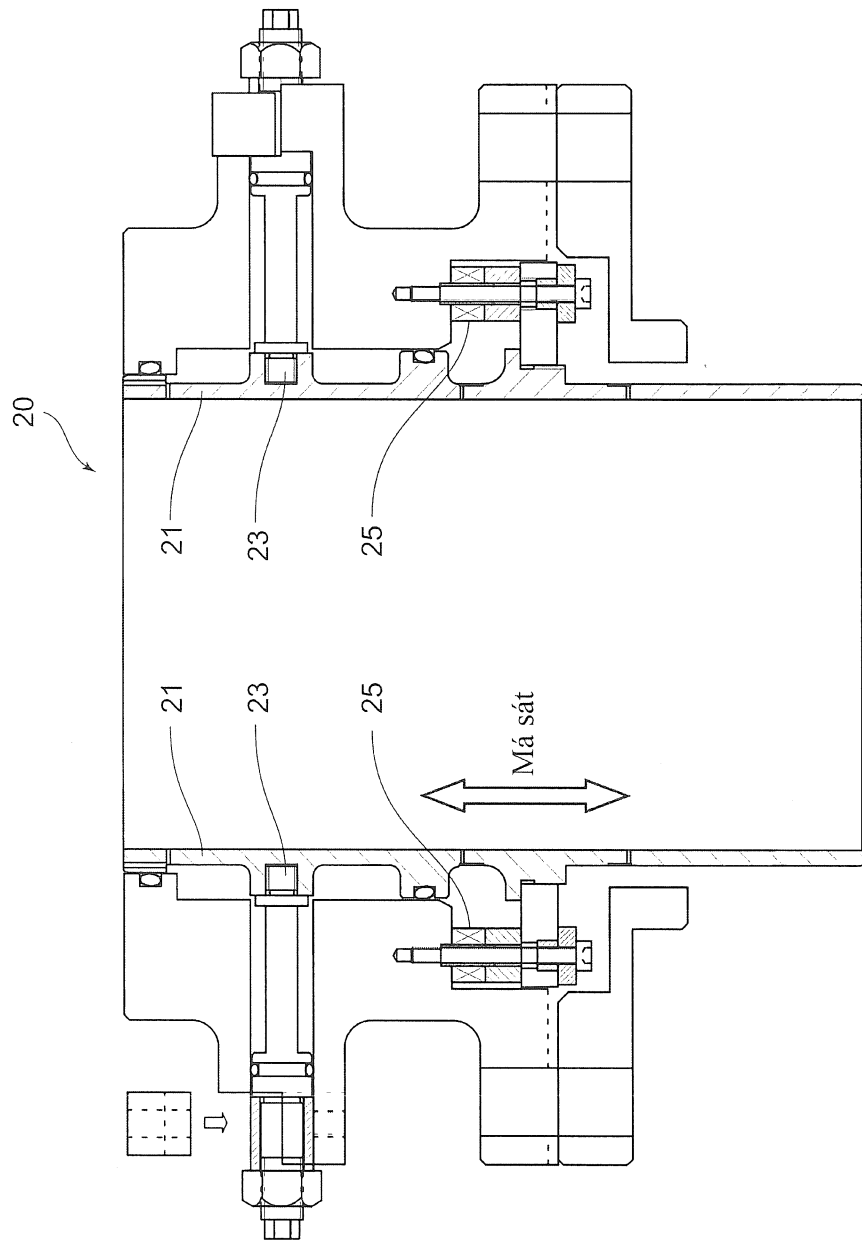


FIG. 14

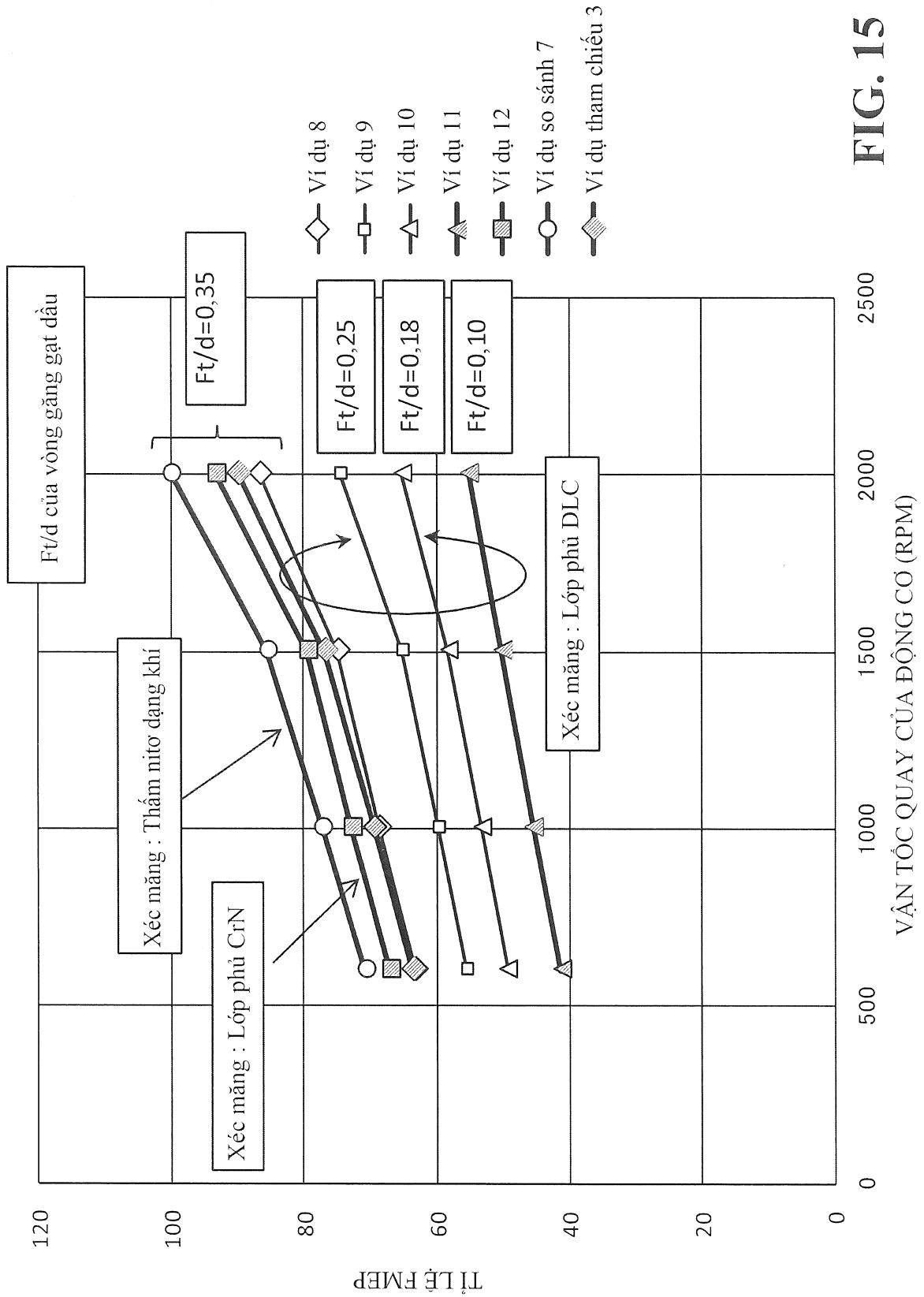


FIG. 15