



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

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

(11)



1-0048077

(51)^{2022.01} C21D 9/32; C23C 8/32; C22C 38/60;
C23C 8/26; C21D 1/06; C22C 38/00

(13) B

(21) 1-2022-08024

(22) 17/05/2021

(86) PCT/JP2021/018686 17/05/2021

(87) WO 2021/230383 18/11/2021

(30) 2020-086319 15/05/2020 JP; 2020-086318 15/05/2020 JP

(45) 25/06/2025 447

(43) 27/02/2023 419A

(73) JFE STEEL CORPORATION (JP)

2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 1000011, Japan

(72) IHARA Naoya (JP); IWAMOTO Takashi (JP); NISHIMURA Kimihiro (JP).

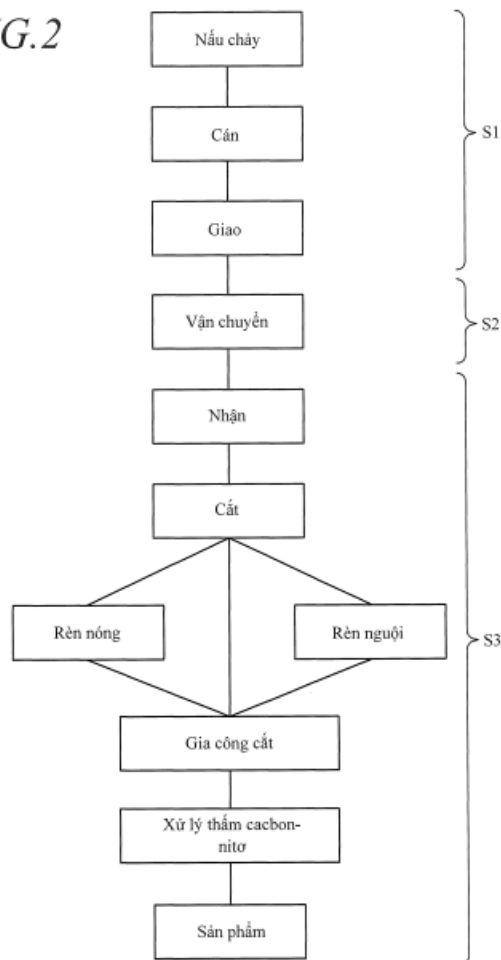
(74) Công ty Cổ phần Sở hữu công nghiệp INVESTIP (INVESTIP)

(54) THÉP VÀ BỘ PHẬN BẰNG THÉP

(21) 1-2022-08024

(57) Sáng chế đề cập đến thép để thấm cacbon-nitơ với độ bền mỗi bề mặt ưu việt. Thép có lớp hợp chất nitrua với độ dày từ 5,0 μm đến 30,0 μm và lớp được tăng cứng theo thứ tự từ bề mặt thép đến bên trong thép, trong đó độ dày của lớp lỗ xốp ở trên bề mặt ngoài cùng của lớp hợp chất là 3,0 μm hoặc nhỏ hơn và 40,0 % hoặc nhỏ hơn độ dày của lớp hợp chất, lớp được tăng cứng có độ cứng là HV600 hoặc lớn hơn, HV400 hoặc lớn hơn và HV250 hoặc lớn hơn lần lượt tại 50 μm hướng vào phía trong từ bề mặt thép, tại 400 μm tính từ bề mặt thép đến bên trong thép, và tại 600 μm tính từ bề mặt thép đến bên trong thép, phần không được tăng cứng không bao gồm hợp chất và các lớp được tăng cứng có hợp phần hóa học được xác định trước, và lớp được tăng cứng có hợp phần hóa học với hàm lượng N cao hơn so với phần không được tăng cứng.

FIG.2



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thép và bộ phận bằng thép, cụ thể là đề cập đến thép và bộ phận bằng thép thích hợp để sử dụng trong các bộ phận dùng cho ô tô và máy xây dựng, mà có lớp hợp chất mà đã được đưa vào quá trình xử lý thấm cacbon-nitơ trên lớp bề mặt, có khả năng chống mỏi ưu việt, và có mức độ khả năng gia công máy nhất định bằng cách cắt trước khi xử lý thấm cacbon-nitơ và khả năng gia công để được gia công thành các bộ phận.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các bộ phận kết cấu máy chẳng hạn như các bánh răng của ô tô cần phải có khả năng chống mỏi ưu việt, và do đó các bộ phận như vậy thường được đưa vào quá trình xử lý tăng cứng bề mặt. Các ví dụ về xử lý tăng cứng bề mặt đã biết bao gồm xử lý thấm cacbon, thấm tôi cảm ứng, và xử lý thấm nitơ.

Trong số đó, trong xử lý thấm cacbon, C được xâm nhập và được khuếch tán trong vùng austenit nhiệt độ cao và thu được độ sâu tăng cứng sâu. Do đó, xử lý thấm cacbon có hiệu quả trong việc cải thiện khả năng chống mỏi. Tuy nhiên, vì xử lý thấm cacbon gây ra biến dạng xử lý nhiệt, nên rất khó áp dụng quá trình xử lý này cho bộ phận mà yêu cầu độ chính xác kích thước nghiêm ngặt từ phương diện tiếng ồn hoặc tương tự.

Hơn nữa, trong thấm tôi cảm ứng, việc tôi được thực hiện trên lớp bề mặt bằng cách gia nhiệt cảm ứng cao tần, mà gây ra biến dạng xử lý nhiệt và dẫn đến các vấn đề về độ chính xác kích thước như trong trường hợp với xử lý thấm cacbon.

Mặt khác, trong xử lý thấm nitơ, độ cứng bề mặt được tăng lên bằng cách xâm nhập và khuếch tán nitơ trong phạm vi nhiệt độ tương đối thấp bằng hoặc thấp hơn nhiệt độ biến đổi Ac_1 , điều này ít gây ra biến dạng xử lý nhiệt như đã đề cập ở trên. Tuy nhiên, có các vấn đề là quá trình xử lý yêu cầu thời gian dài từ 50 giờ đến 100 giờ, và cần phải loại bỏ các lớp hợp chất giòn trên lớp bề mặt sau khi xử lý.

Do đó, xử lý thấm cacbon-nitơ mà trong đó quá trình xử lý được thực hiện tại nhiệt độ xử lý gần bằng với xử lý thấm nitơ nhiệt độ và trong thời gian xử lý ngắn hơn đã được phát triển và đã được sử dụng rộng rãi cho bộ phận kết cấu máy và tương tự trong những năm gần đây. Trong xử lý thấm cacbon-nitơ, N và C được xâm nhập đồng thời trong phạm vi nhiệt độ từ 500 °C đến

600 °C để tạo thành lớp nitrua với chất tan C được hòa tan ở trong lớp này, trong bề mặt ngoài cùng, và đồng thời, N được khuếch tán vào trong nền thép để tạo thành lớp được tăng cứng để tăng cứng bề mặt. Thời gian xử lý của xử lý thấm cacbon-nitơ có thể được giảm xuống một nửa hoặc ít hơn so với xử lý thấm nitơ thông thường.

Tuy nhiên, trong khi xử lý thấm cacbon cho phép tăng độ cứng lõi bằng cách thấm tôi, thì xử lý thấm cacbon-nitơ không làm tăng độ cứng lõi bởi vì quá trình này được thực hiện tại nhiệt độ bằng hoặc thấp hơn nhiệt độ biến đổi của thép. Do đó, vật liệu được thấm cacbon-nitơ kém hơn về khả năng chống mỏi so với vật liệu được thấm cacbon.

Việc tôi và ram thường được thực hiện trước khi xử lý thấm cacbon-nitơ để làm tăng độ cứng lõi, sao cho khả năng chống mỏi của vật liệu được thấm cacbon-nitơ có thể được cải thiện. Tuy nhiên, cách tiếp cận này không thể tạo ra đủ khả năng chống mỏi. Hơn nữa, cách tiếp cận này làm tăng chi phí sản xuất và làm suy giảm khả năng gia công cơ học.

Để giải quyết các vấn đề này, tài liệu JP H05-59488 A (Tài liệu sáng chế 1) đề xuất thép để thấm cacbon-nitơ mà có thể thể hiện khả năng chống mỏi uốn tốt sau khi đưa vào quá trình xử lý thấm cacbon-nitơ bằng cách bổ sung Ni, Cu, Al, Cr, Ti, và tương tự vào thép. Đối với thép này, bằng cách thực hiện xử lý thấm cacbon-nitơ, phần lõi được tăng cứng già bằng các hợp chất liên kim gốc Ni-Al hoặc gốc Ni-Ti hoặc các hợp chất Cu, trong khi ở lớp bề mặt, ví dụ, các nitrua hoặc cacbua của Cr, Al, Ti được kết tủa và được tăng cứng trong lớp nitrua, cải thiện khả năng chống mỏi uốn.

Tài liệu JP 2002-69572 A (Tài liệu sáng chế 2) đề xuất thép để thấm cacbon-nitơ mà có được khả năng chống mỏi uốn ưu việt sau khi đưa vào quá trình xử lý thấm cacbon-nitơ bằng cách đưa thép chứa từ 0,5 % đến 2 % Cu vào quá trình rèn kéo dài bằng cách rèn nóng, và sau đó làm mát thép trong không khí để có cấu trúc tế vi chủ yếu bao gồm ferit với chất tan Cu được hòa tan ở trong đó, và sau đó gây ra sự tăng cứng kết tủa của Cu trong quá trình xử lý thấm cacbon-nitơ tại 580 °C trong 120 phút và sự tăng cứng kết tủa của các cacbonitrua của Ti, V và Nb.

JP 2010-163671 A (Tài liệu sáng chế 3) đề xuất thép để thấm cacbon-nitơ thu được bằng cách phân tán Ti-Mo cacbua, và phân tán tiếp cacbua chứa một hoặc nhiều nguyên tố trong số Nb, V, và W.

Tài liệu JP 6388075 B (Tài liệu sáng chế 4) đề xuất cải thiện độ bền mỏi bề mặt bằng cách làm giảm tỷ lệ rỗng của lớp hợp chất bề mặt.

Danh sách tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: JP H05-59488 A

Tài liệu sáng chế 2: JP 2002-69572 A

Tài liệu sáng chế 3: JP 2010-163671 A

Tài liệu sáng chế 4: JP 6388075 B

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

(Vấn đề kỹ thuật)

Tuy nhiên, mặc dù thép được thấm cacbon-nitơ được mô tả trong các Tài liệu sáng chế từ 1 đến 3 có khả năng chống mỏi uốn ưu việt, nhưng chúng không xem xét đến khả năng chống mỏi bề mặt. Công nghệ được mô tả trong tài liệu sáng chế 4 cải thiện khả năng chống mỏi bề mặt bằng cách cải thiện lớp hợp chất của bề mặt ngoài cùng, nhưng nó không xem xét đến độ sâu của lớp được tăng cứng.

Có thể hữu ích khi tạo ra thép có khả năng chống mỏi bề mặt ưu việt bằng cách điều chỉnh lớp hợp chất và độ sâu của lớp được tăng cứng một cách thích hợp, cũng như bộ phận bằng thép mà sử dụng thép này.

(Giải quyết vấn đề)

Để giải quyết các vấn đề này, các tác giả sáng chế đã thực hiện các nghiên cứu chuyên sâu về lớp hợp chất tối ưu và độ sâu tối ưu của lớp được tăng cứng. Kết quả là, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng hiệu quả cải thiện khả năng chống mỏi bề mặt bằng cách đạt được cả sự gia tăng về độ sâu của lớp được tăng cứng và ngăn ngừa sự hóa giòn của lớp hợp chất.

Sáng chế được dựa trên các phát hiện này và các nghiên cứu sâu hơn. Các tác giả sáng chế đã đề xuất dưới đây.

1. Thép bao gồm lớp hợp chất nitrua với độ dày từ 5,0 μm đến 30,0 μm và lớp được tăng cứng theo thứ tự từ bề mặt thép đến bên trong thép, trong đó

độ dày của lớp lỗ xốp ở trên bề mặt ngoài cùng của lớp hợp chất nitrua là 3,0 μm hoặc nhỏ hơn và độ dày của lớp hợp chất nitrua là 40,0 % hoặc nhỏ hơn,

lớp được tăng cứng có độ cứng là HV600 hoặc lớn hơn tại vị trí 50 μm

hướng vào phía trong từ bề mặt thép, độ cứng là HV400 hoặc lớn hơn tại vị trí 400 μm tính từ bề mặt thép đến bên trong thép, và độ cứng là HV250 hoặc lớn hơn tại vị trí 600 μm tính từ bề mặt thép đến bên trong thép,

phần không được tăng cứng không bao gồm lớp hợp chất nitrua và lớp được tăng cứng bao gồm hợp phần hóa học chứa (bao gồm), theo % theo khối lượng,

C: 0,010 % hoặc lớn hơn và 0,200 % hoặc nhỏ hơn,

Si: 1,00 % hoặc nhỏ hơn,

Mn: 0,50 % hoặc lớn hơn và 3,00 % hoặc nhỏ hơn,

P: 0,020 % hoặc nhỏ hơn,

S: 0,020 % hoặc lớn hơn và 0,060 % hoặc nhỏ hơn, và

Cr: 0,30 % hoặc lớn hơn và 3,00 % hoặc nhỏ hơn,

với phần còn lại là Fe và các tạp chất không thể tránh được, và

lớp được tăng cứng bao gồm hợp phần hóa học với hàm lượng N cao so với phần không được tăng cứng.

2. Thép theo mục 1., trong đó hợp phần hóa học của phần không được tăng cứng còn chứa, theo % theo khối lượng, ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm

Mo: 0,400 % hoặc nhỏ hơn,

V: 0,50 % hoặc nhỏ hơn,

Nb: 0,150 % hoặc nhỏ hơn,

Al: 0,200 % hoặc nhỏ hơn,

W: 0,3 % hoặc nhỏ hơn,

Co: 0,3 % hoặc nhỏ hơn,

Hf: 0,2 % hoặc nhỏ hơn,

Zr: 0,2 % hoặc nhỏ hơn,

B: 0,0100 % hoặc nhỏ hơn,

Cu: 0,3 % hoặc nhỏ hơn,

Ni: 0,3 % hoặc nhỏ hơn,

Pb: 0,2 % hoặc nhỏ hơn,

Bi: 0,2 % hoặc nhỏ hơn,

Zn: 0,2 % hoặc nhỏ hơn,

Sn: 0,2 % hoặc nhỏ hơn,

Sb: 0,0200 % hoặc nhỏ hơn, và

N: 0,0200 % hoặc nhỏ hơn.

3. Bộ phận bằng thép được làm bằng thép theo mục 1. hoặc mục 2.

4. Bộ phận bằng thép theo mục 3., trong đó bộ phận bằng thép là bộ phận có răng và có lớp hợp chất ít nhất là ở lớp bề mặt của phần răng.

(Hiệu quả có lợi của sáng chế)

Theo sáng chế, có thể tạo ra thép và bộ phận bằng thép với hợp phần hóa học với chi phí thấp mà có khả năng gia công cơ học ưu việt trước khi xử lý thấm cacbon-nitơ và đạt được độ bền mỗi bề mặt được cải thiện nhờ xử lý thấm cacbon-nitơ. Do đó, thép của sáng chế cực kỳ hữu ích làm vật liệu cho bộ phận kết cấu cơ khí dùng cho ô tô và tương tự. Hơn nữa, bộ phận bằng thép của sáng chế là cực kỳ hữu ích khi được áp dụng cho bộ phận kết cấu cơ khí dùng cho ô tô và tương tự.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Trên các hình vẽ đính kèm:

Fig.1 minh họa mẫu thử nghiệm cắm con lăn; và

Fig.2 minh họa các quá trình sản xuất điển hình của bộ phận được thấm cacbon-nitơ.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phần sau đây sẽ mô tả chi tiết về sáng chế.

Thép của sáng chế có lớp hợp chất nitrua với độ dày từ 5,0 μm đến 30,0 μm và lớp được tăng cứng theo thứ tự từ bề mặt thép đến bên trong thép, trong đó độ dày của lớp lỗ xốp ở trên bề mặt ngoài cùng của lớp hợp chất nitrua là 3,0 μm hoặc nhỏ hơn và 40,0 % độ dày của lớp hợp chất nitrua hoặc nhỏ hơn, và lớp được tăng cứng có độ cứng là HV600 hoặc lớn hơn tại vị trí 50 μm hướng vào phía trong từ bề mặt thép, độ cứng là HV400 hoặc lớn hơn tại vị trí 400 μm tính từ bề mặt thép đến bên trong thép, và độ cứng là HV250 hoặc lớn hơn tại vị trí 600 μm tính từ bề mặt thép đến bên trong thép.

Thứ nhất, các nguyên nhân giới hạn độ dày của lớp hợp chất nitrua và lớp lỗ xốp và sự phân bố độ cứng của lớp được tăng cứng của thép theo sáng chế trong các phạm vi được mô tả ở trên sẽ được giải thích.

Độ dày của lớp hợp chất nitrua chứa hợp chất nitrua: 5,0 μm đến 30,0 μm

Lớp hợp chất nitrua (sau đây có thể được gọi là “lớp hợp chất”) có độ cứng cực cao và góp phần vào việc cải thiện khả năng chống mài mòn bề mặt của bộ phận bằng thép. Lớp hợp chất nitrua quá mỏng dẫn đến việc lộ ra nền thép của bộ phận bằng thép sớm do mài mòn, điều này làm giảm tác dụng cải thiện độ bền mỏi. Do đó, độ dày của lớp hợp chất nitrua được thiết lập đến 5,0 μm hoặc lớn hơn. Tốt hơn là 6,0 μm hoặc lớn hơn. Tốt hơn nữa là 10,0 μm hoặc lớn hơn.

Mặt khác, lớp hợp chất nitrua quá dày gây khó khăn cho việc ngăn ngừa sự hình thành của lớp lỗ xộp được mô tả ở dưới đây. Do đó, độ dày của lớp hợp chất nitrua được thiết lập đến 30,0 μm hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn là 25,0 μm hoặc nhỏ hơn.

Độ dày của lớp lỗ xộp: 40,0 % độ dày của lớp hợp chất nitrua hoặc nhỏ hơn và 3,0 μm hoặc nhỏ hơn

Lớp lỗ xộp là tập hợp các lỗ xộp cực nhỏ chắc chắn được hình thành ở bề mặt ngoài cùng của lớp hợp chất bằng cách thấm cacbon-nitơ. Vì sự hiện diện của lớp lỗ xộp ảnh hưởng xấu đến độ bền mỏi, nên tốt hơn là làm cho nó càng mỏng càng tốt. Khi độ dày của lớp lỗ xộp vượt quá 3,0 μm hoặc vượt quá 40,0 % độ dày của lớp hợp chất nitrua, thì sẽ không thể đạt được đủ sự cải thiện được mong đợi về khả năng chống mỏi do sự hình thành của lớp hợp chất nitrua. Do đó, độ dày của lớp lỗ xộp cần phải là 40,0 % độ dày của lớp hợp chất nitrua hoặc nhỏ hơn và 3,0 μm hoặc nhỏ hơn. Thậm chí nó có thể là 0.

Độ dày của lớp lỗ xộp theo sáng chế được đo bằng phương pháp được mô tả trong phần ví dụ thực hiện sáng chế ở dưới đây.

Độ sâu của lớp được tăng cứng: độ cứng là HV600 hoặc lớn hơn tại vị trí 50 μm hướng vào phía trong từ bề mặt thép, độ cứng là HV400 hoặc lớn hơn tại vị trí 400 μm tính từ bề mặt thép đến bên trong thép, và độ cứng là HV250 hoặc lớn hơn tại vị trí 600 μm tính từ bề mặt thép đến bên trong thép

Điều đã được biết đến là có mối tương quan giữa độ cứng và độ bền mỏi của vật liệu (ví dụ, xem tài liệu “MatNavi, JIS Steel for Machine Structural Use, Mechanical Properties and Fatigue Properties of Chromium Steel and Chromium Molybdenum Steel”). Nói cách khác, có thể thu được độ bền mỏi mong muốn có thể nếu có đủ độ cứng, bất kể hợp phần thép.

Khi bộ phận bằng thép có sự tiếp xúc trượt, hai loại lực được tác dụng

vào bộ phận bằng thép. Một là ứng suất cắt do các lực tiếp tuyến, lực này là cực đại tại bề mặt. Lực còn lại là ứng suất cắt do phản lực vuông góc, lực này là cực đại tại các vị trí sâu hơn. Sự phân bố độ cứng được thiết lập để thể hiện khả năng chống mỏi ưu việt chống lại hai loại lực này.

Cụ thể, ứng suất cắt do phản lực vuông góc có xu hướng là vấn đề đối với thép được thấm cacbon-nitơ với lớp được tăng cứng mỏng. Sự phân bố ứng suất cắt do phản lực vuông góc khi răng, trụ, và mặt cầu của bánh răng được tiếp xúc với nhau có thể được biểu thị bằng phương trình sau. Như được sử dụng ở trong bản mô tả này, z là độ sâu, $P(z)$ là ứng suất cắt tại độ sâu z , P_{max} là ứng suất tiếp xúc cực đại, và b là độ dài trục nhỏ của elip mật tiếp.

$$P(z) = P_{max} \times \left(\frac{z}{b} - \frac{z^2}{b \times \sqrt{b^2 + z^2}} \right)$$

Mặc dù nó phụ thuộc vào hình dạng của bộ phận bằng thép và tải trọng được tác dụng lên nó, nhưng ứng suất cắt có giá trị cực đại tại độ sâu 400 μm trong nhiều trường hợp, mà có thể đóng vai trò là điểm bắt đầu đứt gãy. Do đó, sự phân bố độ cứng được thiết lập như được mô tả ở trên.

Mặc dù lớp hợp chất nitrua được hình thành sau khi đưa thép vào xử lý thấm cacbon-nitơ, N khuếch tán vào trong lớp hợp chất do xử lý thấm cacbon-nitơ. Kết quả là, lớp khuếch tán N này trở thành lớp được tăng cứng. Bằng cách điều chỉnh nồng độ N bởi sự khuếch tán, độ cứng của lớp được tăng cứng có thể được điều chỉnh như được mô tả ở trên.

Độ dày của lớp hợp chất và lớp lõi xốp và sự phân bố độ cứng của lớp được tăng cứng đã được mô tả ở trên. Theo sáng chế, phần không được tăng cứng, mà là phần khác với lớp hợp chất và lớp được tăng cứng được mô tả ở trên, có hợp phần hóa học chứa, theo % theo khối lượng, C: 0,010 % hoặc lớn hơn và 0,200 % hoặc nhỏ hơn, Si: 1,00 % hoặc nhỏ hơn, Mn: 0,50 % hoặc lớn hơn và 3,00 % hoặc nhỏ hơn, P: 0,020 % hoặc nhỏ hơn, S: 0,020 % hoặc lớn hơn và 0,060 % hoặc nhỏ hơn, và Cr: 0,30 % hoặc lớn hơn và 3,00 % hoặc nhỏ hơn, với phần còn lại là Fe và các tạp chất không thể tránh được, hoặc hợp phần hóa học còn chứa, như thành phần tùy chọn, ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Mo: 0,400 % hoặc nhỏ hơn, V: 0,50 % hoặc nhỏ hơn, Nb: 0,150 % hoặc nhỏ hơn, Al: 0,200 % hoặc nhỏ hơn, W: 0,3 % hoặc nhỏ hơn, Co: 0,3 % hoặc nhỏ hơn, Hf: 0,2 % hoặc nhỏ hơn, Zr: 0,2 % hoặc nhỏ hơn, B: 0,0100 % hoặc nhỏ hơn, Cu: 0,3 % hoặc nhỏ hơn, Ni: 0,3 % hoặc nhỏ hơn, Pb: 0,2 % hoặc nhỏ hơn, Bi: 0,2 % hoặc nhỏ hơn, Zn: 0,2 % hoặc nhỏ hơn, Sn: 0,2

% hoặc nhỏ hơn, Sb: 0,0200 % hoặc nhỏ hơn, và N: 0,0200 % hoặc nhỏ hơn.

Phần dưới đây mô tả các lý do để giới hạn hợp phần hóa học của phần không được tăng cứng ở các phạm vi được mô tả ở trên theo sáng chế. % trình bày ở dưới đây biểu thị hợp phần hóa học dạng % theo khối lượng trừ khi có tuyên bố khác.

C: 0,010 % hoặc lớn hơn và 0,200 % hoặc nhỏ hơn

C là cần thiết để đảm bảo độ bền của phần không được tăng cứng và lớp được tăng cứng. Khi hàm lượng C nhỏ hơn 0,010 %, độ bền của phần không được tăng cứng và độ cứng của lớp được tăng cứng bị hạ thấp xuống. Lớp tăng cứng có thể được hình thành bằng cách thực hiện xử lý thấm cacbon-nitơ như được mô tả ở dưới đây, và lớp được tăng cứng được hình thành bằng cách làm tăng nồng độ N theo hợp phần hóa học của vật liệu trước khi xử lý thấm cacbon-nitơ. Phần không được tăng cứng, mà là phần khác với lớp được tăng cứng, duy trì hợp phần hóa học của vật liệu trước khi thấm cacbon-nitơ ngoại trừ N. Do đó, hàm lượng C được thiết lập đến 0,010 % hoặc lớn hơn để nhằm mục đích bền hóa phần không được tăng cứng và lớp được tăng cứng. Hàm lượng C tốt hơn nữa là 0,050 % hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi hàm lượng C vượt quá 0,200 %, khả năng gia công cơ học suy giảm. Do đó, hàm lượng C được thiết lập đến phạm vi 0,200 % hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng C tốt hơn nữa là trong phạm vi 0,100 % hoặc nhỏ hơn.

Si: 1,00 % hoặc nhỏ hơn

Si có hiệu quả đảm bảo độ bền. Tuy nhiên, khi hàm lượng Si vượt quá 1,00 %, khả năng gia công cơ học bị suy giảm bằng cách bền hóa dung dịch rắn. Do đó, hàm lượng Si được thiết lập đến 1,00 % hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Si tốt hơn nữa là 0,50 % hoặc nhỏ hơn. Từ quan điểm đảm bảo độ bền của thép, hàm lượng Si tốt hơn là 0,005 % hoặc lớn hơn.

Mn: 0,50 % hoặc lớn hơn và 3,00 % hoặc nhỏ hơn

Mn tăng cường khả năng gia công máy bằng cách cắt bằng cách tạo thành MnS với S. Khi hàm lượng Mn nhỏ hơn 0,50 %, lượng MnS được tạo ra là không đủ, điều này làm suy giảm khả năng gia công máy bằng cách cắt. Do đó, hàm lượng Mn được thiết lập đến 0,50 % hoặc lớn hơn. Tốt hơn là 1,50 % hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi hàm lượng Mn vượt quá 3,00 %, độ cứng được tăng lên, và khả năng gia công cơ học bị suy giảm. Do đó, hàm lượng Mn được thiết lập đến 3,00 % hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn là 2,50 % hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn nữa là trong phạm vi 2,00 % hoặc nhỏ hơn.

P: 0,020 % hoặc nhỏ hơn

P là nguyên tố bị lẫn trong thép dưới dạng tạp chất, và nó được biết đến là nguyên tố gây ra các vết nứt bề mặt trong thép đúc. Do đó, hàm lượng P tốt hơn là được giữ càng thấp càng tốt, nhưng hàm lượng lên đến 0,020 % là có thể chấp nhận được. Lưu ý rằng việc thiết lập hàm lượng P nhỏ hơn 0,001 % yêu cầu chi phí cao. Do đó, trong điều kiện công nghiệp, chỉ cần giảm hàm lượng P xuống 0,001 % là đủ.

S: 0,020 % hoặc lớn hơn và 0,060 % hoặc nhỏ hơn

S là nguyên tố bị lẫn trong thép dưới dạng tạp chất, nhưng mặt khác, nó góp phần vào việc tăng cường khả năng gia công máy. Tức là, khi hàm lượng S nhỏ hơn 0,020 %, lượng MnS được tạo ra trong thép giảm xuống, dẫn đến suy giảm khả năng gia công máy. Mặt khác, khi hàm lượng S vượt quá 0,060 %, không những tác dụng bị bão hòa, mà lượng chất tan Mn cũng bị giảm đi do lượng kết tủa quá mức dưới dạng MnS. Do đó, hàm lượng S được giới hạn đến 0,060 % hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn là 0,040 % hoặc nhỏ hơn.

Cr: 0,30 % hoặc lớn hơn và 3,00 % hoặc nhỏ hơn

Cr tạo thành CrN với N được khuếch tán từ bề mặt trong quá trình thấm nitơ, nhờ đó bền hóa lớp được tăng cứng bởi sự kết tủa. Lớp tăng cứng có thể được hình thành bằng cách thực hiện xử lý thấm cacbon-nitơ như được mô tả ở dưới đây, và lớp được tăng cứng được hình thành bằng cách làm tăng nồng độ N theo hợp phần hóa học của vật liệu trước khi xử lý thấm cacbon-nitơ. Phần không được tăng cứng, mà là phần khác với lớp được tăng cứng, duy trì hợp phần hóa học của vật liệu trước khi thấm cacbon-nitơ ngoại trừ N. Do đó, mặc dù mục đích là để bền hóa lớp được tăng cứng bởi sự kết tủa, hàm lượng Cr được thiết lập đến 0,30 % hoặc lớn hơn cho phần không được tăng cứng. Khi hàm lượng Cr nhỏ hơn 0,30 %, lượng CrN mà kết tủa trong lớp được tăng cứng trong quá trình xử lý thấm nitơ là không đủ, gây khó khăn cho việc đảm bảo độ bền. Do đó, hàm lượng Cr được thiết lập đến 0,30 % hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi hàm lượng Cr vượt quá 3,00 %, độ cứng bị tăng lên, và khả năng gia công máy bằng cách cắt bị suy giảm. Do đó, hàm lượng Cr được thiết lập đến 3,00 % hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn là 0,50 % hoặc lớn hơn. Tốt hơn là 1,50 % hoặc nhỏ hơn.

Ngoài các nguyên tố được mô tả ở trên, ít nhất một trong số các nguyên tố sau có thể được chứa tùy chọn. Các nguyên tố mà có thể được chứa tùy chọn và các giới hạn trên về hàm lượng của chúng được mô tả ở dưới đây.

Mo: 0,400 % hoặc nhỏ hơn

Mo tạo thành các nitrua với nitơ được khuếch tán từ lớp bề mặt trong quá trình thấm cacbon-nitơ và góp phần làm tăng độ cứng của lớp bề mặt. Mo cũng tạo thành bainit và góp phần làm tăng khả năng gia công máy bằng cách cắt và độ cứng lõi. Mặt khác, bởi vì Mo là nguyên tố đắt tiền, nên việc bổ sung Mo quá nhiều sẽ dẫn đến việc làm tăng chi phí sản xuất bộ phận. Do đó, hàm lượng Mo được thiết lập đến 0,400 % hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn là 0,150 % hoặc nhỏ hơn.

V: 0,50 % hoặc nhỏ hơn

V tạo thành các nitrua với nitơ được khuếch tán từ lớp bề mặt trong quá trình thấm cacbon-nitơ và góp phần làm tăng độ cứng của lớp bề mặt. Hơn nữa, V tạo thành các kết tủa mịn do nhiệt độ nâng lên trong quá trình thấm cacbon-nitơ và làm tăng độ cứng lõi. Mặt khác, việc bổ sung quá mức dẫn đến làm thô các kết tủa và bão hòa tác dụng cải thiện độ bền. Hơn nữa, độ cứng sau khi rèn nóng bị tăng lên, và khả năng gia công máy bị suy giảm. Do đó, hàm lượng V được thiết lập đến 0,50 % hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn là 0,40 % hoặc nhỏ hơn.

Nb: 0,150 % hoặc nhỏ hơn

Nb tạo thành các nitrua với nitơ được khuếch tán từ lớp bề mặt trong quá trình thấm cacbon-nitơ và góp phần làm tăng độ cứng của lớp bề mặt. Hơn nữa, Nb tạo thành các kết tủa mịn do nhiệt độ nâng lên trong quá trình thấm cacbon-nitơ và làm tăng độ cứng lõi. Mặt khác, việc bổ sung quá mức dẫn đến làm thô các kết tủa và bão hòa tác dụng cải thiện độ bền. Hơn nữa, độ cứng sau khi rèn nóng bị tăng lên, và khả năng gia công máy bị suy giảm. Do đó, hàm lượng Nb được thiết lập đến 0,150 % hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn là 0,120 % hoặc nhỏ hơn.

Al: 0,200 % hoặc nhỏ hơn

Al là nguyên tố hữu ích để cải thiện độ cứng lớp bề mặt sau khi xử lý thấm cacbon-nitơ. Mặt khác, khi hàm lượng Al vượt quá 0,200 %, độ sâu của lớp được tăng cứng giảm xuống. Do đó, hàm lượng Al được thiết lập đến 0,200 % hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn là 0,100 % hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn nữa là 0,040 % hoặc nhỏ hơn.

W: 0,3 % hoặc nhỏ hơn

W là nguyên tố có hiệu quả trong việc cải thiện hơn nữa độ bền của thép. Tuy nhiên, khi hàm lượng W vượt quá 0,3 %, độ dai của thép suy giảm. Do đó, khi W được bổ sung, hàm lượng W được thiết lập đến 0,3 % hoặc nhỏ

hơn. Tốt hơn là 0,25 % hoặc nhỏ hơn. Mặt khác, mặc dù giới hạn dưới của hàm lượng W không được giới hạn cụ thể, nhưng hàm lượng W tốt hơn là 0,01 % hoặc lớn hơn.

Co: 0,3 % hoặc nhỏ hơn

Co là nguyên tố có hiệu quả trong việc cải thiện hơn nữa độ bền của thép. Tuy nhiên, khi hàm lượng Co vượt quá 0,3 %, độ dai của thép suy giảm. Do đó, khi Co được bổ sung, hàm lượng Co được thiết lập đến 0,3 % hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn là 0,25 % hoặc nhỏ hơn. Mặt khác, mặc dù giới hạn dưới của hàm lượng Co không được giới hạn cụ thể, nhưng hàm lượng Co tốt hơn là 0,01 % hoặc lớn hơn.

Hf: 0,2 % hoặc nhỏ hơn

Hf là nguyên tố có hiệu quả trong việc cải thiện hơn nữa độ bền của thép. Tuy nhiên, khi hàm lượng Hf vượt quá 0,2 %, độ dai của thép suy giảm. Do đó, khi Hf được bổ sung, hàm lượng Hf được thiết lập đến 0,2 % hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn là 0,15 % hoặc nhỏ hơn. Mặt khác, mặc dù giới hạn dưới của hàm lượng Hf không được giới hạn cụ thể, nhưng hàm lượng Hf tốt hơn là 0,01 % hoặc lớn hơn.

Zr: 0,2 % hoặc nhỏ hơn

Zr là nguyên tố có hiệu quả trong việc cải thiện hơn nữa độ bền của thép. Tuy nhiên, khi hàm lượng Zr vượt quá 0,2 %, độ dai của thép suy giảm. Do đó, khi Zr được bổ sung, hàm lượng Zr được thiết lập đến 0,2 % hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn là 0,15 % hoặc nhỏ hơn. Mặt khác, mặc dù giới hạn dưới của hàm lượng Zr không được giới hạn cụ thể, nhưng hàm lượng Zr tốt hơn là 0,01 % hoặc lớn hơn.

B: 0,0100 % hoặc nhỏ hơn

B có tác dụng cải thiện khả năng tăng cứng và thúc đẩy sự hình thành của cấu trúc tế vi bainit. Tuy nhiên, khi hàm lượng B vượt quá 0,0100 %, thì B kết tủa dưới dạng BN, điều này không những làm bão hòa tác dụng cải thiện khả năng tăng cứng mà còn làm tăng các chi phí sản xuất bộ phận. Do đó, khi B được bổ sung, hàm lượng B được thiết lập đến 0,0100 % hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn nữa là 0,0080% hoặc nhỏ hơn. Mặt khác, mặc dù giới hạn dưới của hàm lượng B không được giới hạn cụ thể, nhưng hàm lượng B tốt hơn là 0,0003 % hoặc lớn hơn. Tốt hơn nữa là 0,0005 % hoặc lớn hơn.

Cu: 0,3% hoặc nhỏ hơn

Cu có tác dụng tạo thành hợp chất liên kim với Fe và Ni trong quá trình

xử lý thấm cacbon-nitơ và làm tăng độ bền của vật liệu được thấm cacbon-nitơ bằng cách tăng cứng kết tủa. Cu cũng góp phần vào sự hình thành của bainit. Tuy nhiên, khi hàm lượng Cu vượt quá 0,3 %, khả năng gia công nóng suy giảm. Do đó, khi Cu được bổ sung, hàm lượng Cu được thiết lập đến 0,3 % hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn là 0,25 % hoặc nhỏ hơn. Mặt khác, mặc dù giới hạn dưới của hàm lượng Cu không được giới hạn cụ thể, nhưng hàm lượng Cu tốt hơn là 0,05 % hoặc lớn hơn.

Ni: 0,3 % hoặc nhỏ hơn

Ni có tác dụng làm tăng khả năng tăng cứng và ngăn ngừa sự hóa giòn ở nhiệt độ thấp. Tuy nhiên, khi hàm lượng Ni vượt quá 0,3 %, độ cứng tăng lên, điều này không những ảnh hưởng xấu đến khả năng gia công máy bằng cách cắt mà còn bất lợi về mặt chi phí. Do đó, khi Ni được bổ sung, hàm lượng Ni được thiết lập đến 0,3 % hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn là 0,25 % hoặc nhỏ hơn. Mặt khác, mặc dù giới hạn dưới của hàm lượng Ni không được giới hạn cụ thể, nhưng hàm lượng Ni tốt hơn là 0,05 % hoặc lớn hơn.

Pb: 0,2 % hoặc nhỏ hơn

Pb có tác dụng cải thiện khả năng gia công máy bằng cách cắt của thép. Tuy nhiên, khi hàm lượng Pb vượt quá 0,2 %, độ dai suy giảm. Do đó, Pb được bổ sung, hàm lượng Pb được thiết lập đến 0,2 % hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn là 0,1 % hoặc nhỏ hơn. Mặt khác, mặc dù giới hạn dưới của hàm lượng Pb không được giới hạn cụ thể, nhưng hàm lượng Pb tốt hơn là 0,02 % hoặc lớn hơn.

Bi: 0,2 % hoặc nhỏ hơn

Bi có tác dụng cải thiện khả năng gia công máy bằng cách cắt của thép. Tuy nhiên, khi hàm lượng Bi vượt quá 0,2 %, độ dai suy giảm. Do đó, khi Bi được bổ sung, hàm lượng Bi được thiết lập đến 0,2 % hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn là 0,1 % hoặc nhỏ hơn. Mặt khác, mặc dù giới hạn dưới của hàm lượng Bi không được giới hạn cụ thể, nhưng hàm lượng Bi tốt hơn là 0,02 % hoặc lớn hơn.

Zn: 0,2 % hoặc nhỏ hơn

Zn có tác dụng cải thiện khả năng gia công máy bằng cách cắt của thép. Tuy nhiên, khi hàm lượng Zn vượt quá 0,2 %, độ dai suy giảm. Do đó, khi Zn được bổ sung, hàm lượng Zn được thiết lập đến 0,2 % hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn là 0,1 % hoặc nhỏ hơn. Mặt khác, mặc dù giới hạn dưới của hàm lượng Zn không được giới hạn cụ thể, nhưng hàm lượng Zn tốt hơn là 0,02 % hoặc lớn hơn.

Sn: 0,2 % hoặc nhỏ hơn

Sn có tác dụng cải thiện khả năng gia công máy bằng cách cắt của thép. Tuy nhiên, khi hàm lượng Sn vượt quá 0,2 %, độ dai suy giảm. Do đó, khi Sn được bổ sung, hàm lượng Sn được thiết lập đến 0,2 % hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn là 0,1 % hoặc nhỏ hơn. Mặt khác, mặc dù giới hạn dưới của hàm lượng Sn không được giới hạn cụ thể, nhưng hàm lượng Sn tốt hơn là 0,02 % hoặc lớn hơn.

Sb: 0,0200 % hoặc nhỏ hơn

Sb có tác dụng thúc đẩy sự hình thành của bainit và làm tăng độ cứng. Để thu được tác dụng này, hàm lượng Sb tốt hơn là 0,0005 % hoặc lớn hơn. Tốt hơn nữa là 0,0010 % hoặc lớn hơn. Tuy nhiên, khi hàm lượng Sb vượt quá 0,0200 %, tác dụng này bị bão hòa, các chi phí sản xuất bộ phận bị tăng lên, và độ dai của kim loại nền bị suy giảm do sự phân tách. Do đó, Sb được bổ sung, hàm lượng Sb được thiết lập đến 0,0200 % hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn là 0,0100 % hoặc nhỏ hơn.

N: 0,0200 % hoặc nhỏ hơn

N có tác dụng tạo thành các cacbonitrua trong thép và làm tăng độ bền. Tuy nhiên, khi hàm lượng N vượt quá 0,0200 %, độ cứng sau khi rèn nóng tăng lên, và khả năng gia công máy bằng cách cắt suy giảm. Do đó, hàm lượng N được thiết lập đến 0,0200 % hoặc nhỏ hơn. Mặt khác, mặc dù giới hạn dưới của hàm lượng N không được giới hạn cụ thể, nhưng hàm lượng N tốt hơn là 0,0020 % hoặc lớn hơn từ quan điểm làm tăng độ bền.

Fe và các tạp chất không thể tránh được là phần còn lại khác với các nguyên tố được mô tả ở trên trong hợp phần hóa học của phần không được tăng cứng của thép của sáng chế. Phần dưới đây mô tả hợp phần hóa học của lớp được tăng cứng của thép của sáng chế.

Lớp tăng cứng được hình thành trong quá trình xử lý thấm cacbon-nitơ và được hình thành bởi sự khuếch tán của nitơ trong khí quyển thấm cacbon-nitơ vào trong thép. Trên bề mặt ngoài cùng của thép, Fe, mà là thành phần chính của thép sẽ được đưa vào quá trình xử lý thấm cacbon-nitơ, và các thành phần khác sẽ tổ hợp với nitơ để tạo thành các nitrua, nhờ đó hình thành lớp hợp chất được mô tả ở trên bao gồm các nitrua. C trong khí quyển thấm cacbon-nitơ cũng khuếch tán vào trong lớp hợp chất. Lớp tăng cứng là lớp mà trong đó nitơ khuếch tán vào trong thép để thu được nồng độ nitơ cao hơn so với trước khi xử lý thấm cacbon-nitơ, và lớp được tăng cứng được hình thành liền kề bên trong của lớp hợp chất. Phần không được tăng cứng là phần mà ở đó sự

khuếch tán nitơ đã không xảy ra, và do đó hợp phần hóa học của phần không được tăng cứng là như được mô tả ở trên. Mặt khác, lớp được tăng cứng có hợp phần hóa học với hàm lượng N cao so với hợp phần hóa học của phần không được tăng cứng.

Thép của sáng chế đã được mô tả. Bộ phận bằng thép của sáng chế được hướng đến bộ phận mà trong đó thép của sáng chế được tạo hình thành nhiều bộ phận khác nhau, tốt hơn là được tạo hình thành bộ phận được sử dụng cho các kết cấu máy. Tốt hơn nữa là bộ phận bằng thép của sáng chế là bộ phận có răng chẳng hạn như bánh răng, mà trong đó lớp hợp chất được mô tả tốt hơn là được hình thành ít nhất là trong lớp bề mặt của phần răng. Phần răng của bộ phận có răng chẳng hạn như bánh răng là phần mà có sự tiếp xúc trượt và yêu cầu độ bền mỗi bề mặt ưu việt. Khi lớp hợp chất nitrua và lớp được tăng cứng được hình thành trong phần răng, thì độ bền của bộ phận có răng có thể được đảm bảo.

Không chỉ đối với bộ phận có răng mà còn đối với các bộ phận bằng thép với phần mà có sự tiếp xúc trượt, độ mỗi bề mặt của phần này là quan trọng để đảm bảo độ bền của bộ phận. Do đó, bằng cách hình thành lớp hợp chất nitrua và pha tăng cứng ở trong phần như vậy, có thể thu được tác dụng cải thiện độ bền. Vì lý do này, bộ phận bằng thép của sáng chế không bị giới hạn ở bộ phận có răng.

Phần dưới đây mô tả phương pháp sản xuất thép và bộ phận bằng thép của sáng chế.

Fig.2 minh họa các quá trình sản xuất điển hình để sản xuất bộ phận được thấm cacbon-nitơ bằng cách sử dụng thép để thấm cacbon-nitơ (thanh thép). Trên hình vẽ, S1 là quá trình sản xuất thanh thép (thép để thấm cacbon-nitơ) mà là nguyên liệu thô, S2 là quá trình vận chuyển thanh thép, và S3 là quá trình sản xuất bộ phận (mà là bộ phận được thấm cacbon-nitơ bằng và bao gồm thép được thấm cacbon-nitơ).

Trước tiên, trong quá trình sản xuất thanh thép (S1), phôi thép được đưa vào cán nóng và/hoặc rèn nóng để thu được thanh thép, và sau khi kiểm tra chất lượng, thanh thép được xuất xưởng. Sau khi được vận chuyển (S2), thanh thép được cắt thành các kích thước được xác định trước, được đưa vào rèn nóng hoặc rèn nguội, được tạo hình thành hình dạng mong muốn (chẳng hạn như hình dạng sản phẩm bánh răng hoặc sản phẩm trục) bằng cách gia công cắt chẳng hạn khoan doa hoặc tiện, và sau đó được đưa vào quá trình xử lý thấm cacbon-nitơ để thu được sản phẩm trong quá trình hoàn thiện bộ phận

được thấm cacbon-nitơ (S3).

Ngoài ra, vật liệu được cán nóng có thể được đưa trực tiếp vào gia công cắt chẳng hạn như tiện hoặc khoan doa để thu được hình dạng mong muốn và sau đó được đưa vào quá trình xử lý thấm cacbon-nitơ để thu được sản phẩm. Trong trường hợp rèn nóng, có những trường hợp mà việc nắn nguội được thực hiện sau khi rèn nóng. Ngoài ra, sản phẩm có thể được đưa vào quá trình xử lý phủ chẳng hạn như sơn hoặc mạ.

Tiếp theo, vật liệu được cán hoặc vật liệu được rèn thu được được đưa vào gia công cắt để thu được hình dạng của bộ phận, và sau đó được đưa vào quá trình xử lý thấm cacbon-nitơ. Quá trình xử lý thấm cacbon-nitơ này tạo ra lớp hợp chất chứa hợp chất được tạo thành bởi sự tổ hợp của nitơ trong khí quyển và các nguyên tố thành phần của thép trên lớp bề mặt, và tạo ra lớp được tăng cứng chứa lớp khuếch tán nitơ (N) ở bên trong lớp hợp chất.

Trong chuỗi quá trình sản xuất này, để thu được thép hoặc bộ phận bằng thép của sáng chế, thép với hợp phần hóa học cho phần không được tăng cứng được mô tả ở trên được sử dụng làm thép sẽ được sử dụng làm nguyên liệu thô để cán nóng và/hoặc rèn nóng trong quá trình sản xuất thanh thép của S1. Đối với lớp được tăng cứng, để thu được độ sâu nêu trên ở trong lớp được tăng cứng, cần phải thiết lập nhiệt độ thấm cacbon-nitơ đến phạm vi từ 550 °C đến 590 °C và thời gian thấm cacbon-nitơ đến ít nhất là 10 giờ trong quá trình thực hiện xử lý thấm cacbon-nitơ. Mặt khác, khi thời gian thấm cacbon-nitơ dài như vậy, cần phải ngăn chặn sự phát triển quá mức của lớp hợp chất và lớp lỗ xóp và sự suy giảm của độ bền mỏi. Khi thể thấm nitơ của khí quyển trong quá trình thấm cacbon-nitơ giảm xuống, độ dày của lớp lỗ xóp giảm xuống. Do đó, cần phải biết được trước mối quan hệ giữa thể thấm nitơ và độ dày lớp lỗ xóp đối với từng tiêu chuẩn hoặc bộ phận của thép được sử dụng làm nguyên liệu thô và để thông qua thể thấm nitơ giúp có thể đạt được độ dày lớp lỗ xóp được quy định theo sáng chế.

Trong xử lý thấm cacbon-nitơ, N và C được xâm nhập đồng thời vào trong thép để tạo thành lớp hợp chất nitrua với chất tan C được hòa tan ở trong đó, và N được khuếch tán vào trong nền thép. Do đó, xử lý thấm cacbon-nitơ có thể được thực hiện trong khí quyển hỗn hợp gồm khí của nitơ chẳng hạn NH_3 và N_2 và khí thấm cacbon chẳng hạn như CO_2 và CO, chẳng hạn như khí quyển NH_3 : N_2 : CO_2 = 50: 45: 5.

Có thể thu được thép của sáng chế hoặc bộ phận bằng thép được làm bằng thép này với các quá trình sản xuất nêu trên.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Phần dưới đây mô tả chi tiết các ví dụ của sáng chế.

Thép có thành phần được liệt kê trong các bảng 1-1 và 1-2 được tạo thành thép đúc với mặt cắt ngang là 300 mm × 400 mm bằng cách sử dụng máy đúc liên tục. Thép đúc được đưa vào ngâm ở 1250 °C trong 30 phút và sau đó được cán nóng thành phôi dạng thanh có mặt cắt ngang hình chữ nhật với cạnh là 140 mm. Hơn nữa, phôi dạng thanh được đưa vào cán nóng để thu được thanh thép 80 mmφ (nguyên liệu thô được cán nóng). Thanh thép được giữ tại 1200 °C trong một giờ và sau đó được đưa vào rèn nóng để thu được thanh thép nhỏ hơn có kích cỡ 35 mmφ.

Bảng 1-1

(% theo khối lượng)

Số mẫu thép	C	Si	Mn	P	S	Cr	Các nguyên tố khác	Phân loại
1	0,135	0,20	1,75	0,014	0,031	0,63	-	Ví dụ hợp quy
2	0,121	0,30	1,45	0,012	0,050	1,37	-	Ví dụ hợp quy
3	0,195	0,25	2,42	0,012	0,040	1,98	-	Ví dụ hợp quy
4	0,061	0,35	1,65	0,015	0,042	1,99	-	Ví dụ hợp quy
5	0,079	0,61	1,75	0,010	0,059	1,39	-	Ví dụ hợp quy
6	0,134	0,37	1,76	0,012	0,043	1,70	N:0,0125	Ví dụ hợp quy
7	0,162	0,59	1,55	0,008	0,060	1,22	Mo:0,100	Ví dụ hợp quy
8	0,091	0,29	1,76	0,012	0,043	0,59	V:0,20	Ví dụ hợp quy
9	0,143	0,24	1,64	0,008	0,049	1,11	Nb:0,12	Ví dụ hợp quy
10	0,186	0,31	1,82	0,010	0,059	1,39	Al:0,053	Ví dụ hợp quy
11	0,110	0,24	1,77	0,012	0,034	0,45	B:0,0005	Ví dụ hợp quy
12	0,060	0,39	1,69	0,008	0,049	0,44	Cu:0,1	Ví dụ hợp quy
13	0,073	0,36	2,26	0,015	0,043	0,37	Cu:0,1, Ni:0,15	Ví dụ hợp quy
14	0,068	0,31	1,69	0,018	0,041	1,99	W:0,2	Ví dụ hợp quy
15	0,090	0,17	1,85	0,012	0,034	2,31	Co:0,3	Ví dụ hợp quy
16	0,121	0,16	1,51	0,010	0,044	2,27	Hf:0,2, Zr:0,2	Ví dụ hợp quy
17	0,133	0,20	1,98	0,015	0,046	0,54	Pb:0,1	Ví dụ hợp quy
18	0,088	0,30	1,86	0,013	0,058	0,49	Bi:0,2	Ví dụ hợp quy
19	0,197	0,60	1,75	0,010	0,059	0,63	Zn:0,2	Ví dụ hợp quy
20	0,192	0,37	1,54	0,012	0,054	0,69	Sn:0,2	Ví dụ hợp quy
21	0,073	0,19	2,98	0,009	0,045	0,65	Sb:0,0121	Ví dụ hợp quy

Bảng 1-2

(% theo khối lượng)

Số mẫu thép	C	Si	Mn	P	S	Cr	Các nguyên tố khác	Phân loại
22	0,009	0,16	2,12	0,013	0,023	0,49	-	Vĩ dụ so sánh
23	0,213	0,17	1,65	0,014	0,060	0,66	-	Vĩ dụ so sánh
24	0,051	1,03	1,65	0,012	0,060	0,55	-	Vĩ dụ so sánh
25	0,053	0,25	0,48	0,013	0,033	0,45	-	Vĩ dụ so sánh
26	0,061	0,17	3,24	0,018	0,025	0,36	-	Vĩ dụ so sánh
27	0,134	0,15	2,00	0,017	0,019	0,61	-	Vĩ dụ so sánh
28	0,139	0,31	1,61	0,018	0,060	0,25	-	Vĩ dụ so sánh
29	0,090	0,23	1,61	0,018	0,043	3,05	-	Vĩ dụ so sánh
30	0,206	0,33	0,81	0,014	0,021	1,15	-	Vĩ dụ sáng chế

*1 Trị số được gạch chân biểu thị trị số nằm ngoài phạm vi của sáng chế

Khả năng gia công máy bằng cách cắt (tuổi thọ dụng cụ) của vật liệu đã được rèn nóng thu được do đó được đánh giá bằng thử nghiệm tiện ngoại vi bên ngoài. Vật liệu thô đã được cán nóng hoặc vật liệu đã được rèn nóng được cắt thành chiều dài 200 mm được sử dụng làm vật liệu thử nghiệm. Đối với các công cụ cắt, CSBNR 2020 được sản xuất bởi Mitsubishi Materials Corporation được sử dụng làm dụng cụ kẹp, và thép công cụ tốc độ cao SNGN 120408 UTi20 được sản xuất bởi Mitsubishi Materials Corporation được sử dụng cho đầu cắt. Các điều kiện của thử nghiệm tiện bề ngoài là như sau: độ sâu cắt 1,0 mm, tốc độ cấp 0,25 mm/vòng quay, tốc độ cắt 200 m/phút, và YUSHIROKEN được sử dụng làm chất bôi trơn. Đối với hạng mục đánh giá, tuổi thọ dụng cụ được định nghĩa là thời gian cho đến khi độ mòn của dụng cụ (độ mòn sườn) đạt 0,2 mm.

Vật liệu thô đã được cán nóng hoặc vật liệu đã được rèn nóng được đo độ cứng. Mẫu thử nghiệm dùng để đánh giá được thu thập từ trung tâm (lõi) của vật liệu thô đã được cán nóng hoặc vật liệu đã được rèn nóng. Trong phép đo độ cứng, độ cứng tại vị trí 1/4 bán kính được đo với tải trọng thử nghiệm là 2,94 N (300 gf) tại năm điểm theo tiêu chuẩn JIS Z 2244 bằng cách sử dụng máy đo độ cứng Vickers, và giá trị trung bình của năm điểm được xác định là độ cứng HV.

Các kết quả đo được liệt kê trong bảng 2.

Bảng 2

Số mẫu thép	Các tính chất của thép (trước khi xử lý thấm cacbon-nitơ)		Ghi chú
	Độ cứng lõi HV	Tuổi thọ công cụ (giờ)	
1	249	1362	Ví dụ
2	276	1545	Ví dụ
3	264	2260	Ví dụ
4	280	2279	Ví dụ
5	275	2023	Ví dụ
6	283	1743	Ví dụ
7	278	1946	Ví dụ
8	275	1638	Ví dụ
9	244	2267	Ví dụ
10	286	1438	Ví dụ
11	276	1492	Ví dụ
12	268	2160	Ví dụ
13	283	2310	Ví dụ
14	274	2159	Ví dụ
15	294	2221	Ví dụ
16	265	2295	Ví dụ
17	247	2047	Ví dụ
18	270	1415	Ví dụ
19	267	1429	Ví dụ
20	246	1840	Ví dụ
21	258	2152	Ví dụ
<u>22</u>	179	1653	Ví dụ so sánh
<u>23</u>	310	535	Ví dụ so sánh
<u>24</u>	310	915	Ví dụ so sánh
<u>25</u>	254	737	Ví dụ so sánh
<u>26</u>	308	1023	Ví dụ so sánh
<u>27</u>	243	734	Ví dụ so sánh
<u>28</u>	278	1291	Ví dụ so sánh
<u>29</u>	310	910	Ví dụ so sánh
30	220	1261	Ví dụ sáng chế

*1 Trị số được gạch chân biểu thị trị số nằm ngoài phạm vi của sáng chế

Hơn nữa, mẫu thử nghiệm cắm con lăn như được minh họa trên Fig.1 được thu từ vật liệu được rèn nóng song song với hướng chiều dọc, và mẫu thử nghiệm được đưa vào quá trình xử lý thấm cacbon-nitơ. Để thu được lớp hợp chất và sự phân bố độ cứng mong muốn, nhiệt độ thấm cacbon-nitơ, thời gian, và thể thấm nitơ được điều chỉnh một cách thích hợp. Để so sánh, vật liệu đã được rèn nóng của mẫu thép số 30 được thấm cacbon tại 930 °C trong 3 giờ, được giữ tại 850 °C trong 40 phút, sau đó được đưa vào quá trình tôi trong dầu, và được ram tiếp tại 170 °C trong 1 giờ cho quá trình thấm cacbon-tôi-ram (Số 47).

Do đó, các vật liệu đã thu được nhờ được đưa vào quá trình xử lý thấm cacbon-nitơ hoặc thấm cacbon-tôi và ram được tiếp tục đo độ cứng, đo độ dày của lớp hợp chất/lớp lỗ xốp, và đánh giá khả năng chống mỏi. Các kết quả đo và các kết quả được liệt kê trong Bảng 3 (Bảng 3-1 và Bảng 3-2).

Độ cứng được đo tại mỗi vị trí là 50 μm , 400 μm , và 1250 μm từ bề mặt của mặt cắt ngang của vật liệu sau khi xử lý thấm cacbon-nitơ hoặc thấm cacbon-tôi và ram. Độ cứng được đo bằng cách sử dụng máy đo độ cứng Vickers tại sáu điểm với tải trọng thử nghiệm là 2,94 N (300 gf) theo tiêu chuẩn JIS Z2244, và giá trị trung bình của các kết quả được xác định.

Độ dày của lớp hợp chất và độ dày của lớp lỗ xốp được đo trên mặt cắt ngang của vật liệu được thấm cacbon-nitơ. Thép được ăn mòn với dung dịch nital 3 %, và lớp bề mặt được quan sát bằng cách sử dụng kính hiển vi quang học cho ba trường quan sát tại độ phóng đại 1000 để xác định lớp hợp chất không bị ăn mòn. Giá trị của độ dày lớp hợp chất cực đại trong ba trường quan sát được đo như độ dày của lớp hợp chất. Đối với lớp lỗ xốp, độ dày của vị trí dày nhất của tập hợp các lỗ xốp cực nhỏ tồn tại liên tục từ bề mặt theo hướng chiều sâu được đo trong mỗi trường quan sát trong số ba trường quan sát, và giá trị lớn nhất trong số các kết quả được lấy làm độ dày của lớp lỗ xốp.

Việc đánh giá khả năng chống mỏi được thực hiện bằng cách sử dụng mẫu thử nghiệm cắm con lăn (xem Fig.1) mà đã được đưa vào quá trình xử lý thấm cacbon-nitơ hoặc thấm cacbon-tôi và ram nhưng chưa được đưa vào bất kỳ quá trình nào trong số các quá trình gồm quan sát cấu trúc tế vi, đo độ cứng và quan sát kết tủa, và độ bền giới hạn mỏi của mẫu thử nghiệm cắm con lăn được xác định bằng cách tạo ra biểu đồ S-N nhờ sử dụng thiết bị RPT-201 được sản xuất bởi Nikko Create. Độ bền giới hạn mỏi được xác định là ứng suất cực đại mà tại đó thử nghiệm được tiếp tục trên 10^7 lần với $N = 2$ hoặc lớn hơn.

Trong thử nghiệm cắm con lăn, tỷ lệ trượt là 40 %, dầu hộp số tự động (Mitsubishi ATF SP-III) được sử dụng làm dầu bôi trơn, và nhiệt độ dầu là 80 °C. Tốc độ quay trong quá trình thử nghiệm là 2000 vòng/phút. SCM420H được thấm cacbon và được tôi với R cong là 300 mm được sử dụng làm con lăn lớn tiếp xúc với bề mặt vận chuyển.

Bảng 3-1

Số thứ tự	Số mẫu thép	Các tính chất (sau khi xử lý thấm cacbon-nitơ)							Ghi chú
		Độ dày lớp hợp chất (μm)	Độ dày lớp lỗ xốp (μm)	Tỷ lệ của độ dày lớp lỗ xốp trên độ dày lớp hợp chất (%)	Độ cứng HV tại 50 μm	Độ cứng HV tại 400 μm	Độ cứng HV tại 600 μm	Độ bền giới hạn môi (MPa)	
1	1	5,3	1,1	20,8	716	705	253	2450	Ví dụ
2	2	5,9	1,8	30,5	713	622	285	2550	Ví dụ
3	3	6,4	1,3	20,3	726	674	267	2600	Ví dụ
4	4	5,5	1,1	20,0	730	663	280	2600	Ví dụ
5	5	10,3	2,8	27,2	775	620	264	2600	Ví dụ
6	6	7,6	1,9	25,0	715	693	285	2650	Ví dụ
7	7	6,2	1,5	24,2	703	430	255	2500	Ví dụ
8	8	6,5	0,9	13,8	717	617	284	2550	Ví dụ
9	9	5,2	1,2	23,1	720	681	252	2450	Ví dụ
10	10	7,7	1,2	15,6	723	655	291	2550	Ví dụ
11	11	9,2	1,3	14,1	743	740	281	2550	Ví dụ
12	12	6,5	1,5	23,1	726	707	277	2500	Ví dụ
13	13	5,4	1,1	20,4	721	640	290	2700	Ví dụ
14	14	6,6	1,0	15,2	712	664	275	2650	Ví dụ
15	15	5,6	1,3	23,2	734	707	296	2450	Ví dụ
16	16	12,3	1,5	12,2	715	700	273	2500	Ví dụ
17	17	13,5	2,2	16,3	680	532	260	2500	Ví dụ
18	18	13,2	1,9	14,4	675	522	253	2450	Ví dụ
19	19	10,3	2,2	21,4	632	501	253	2450	Ví dụ
20	20	7,8	1,4	17,9	725	691	256	2500	Ví dụ
21	21	5,8	1,6	27,6	721	693	265	2500	Ví dụ
22	1	25,4	2,6	10,2	723	634	286	2500	Ví dụ
23	1	28,2	2,7	9,6	719	631	256	2700	Ví dụ
24	1	12,1	2,8	23,1	613	576	252	2450	Ví dụ
25	1	8,2	2,7	32,9	723	666	266	2450	Ví dụ

Bảng 3-2

Số thứ tự	Số mẫu thép	Các tính chất (sau khi xử lý thấm cacbon-nitơ)							Ghi chú
		Độ dày lớp hợp chất (μm)	Độ dày lớp lỗ xốp (μm)	Tỷ lệ của độ dày lớp lỗ xốp trên độ dày lớp hợp chất (%)	Độ cứng HV tại 50 μm	Độ cứng HV tại 400 μm	Độ cứng HV tại 600 μm	Độ bền giới hạn môi (MPa)	
26	1	0,9	0,2	22,2	735	664	265	2000	Vĩ dụ so sánh
27	1	<u>1,2</u>	0,2	16,7	732	651	266	2200	Vĩ dụ so sánh
28	1	<u>4,6</u>	2,2	<u>47,8</u>	731	685	275	2200	Vĩ dụ so sánh
29	4	3,7	1,0	27,0	731	649	282	2300	Vĩ dụ so sánh
30	5	<u>3,9</u>	1,3	33,3	723	693	280	2300	Vĩ dụ so sánh
31	7	<u>4,9</u>	1,8	36,7	719	667	279	2300	Vĩ dụ so sánh
32	17	<u>4,3</u>	1,2	27,9	712	659	255	2250	Vĩ dụ so sánh
33	18	<u>4,1</u>	1,1	26,8	700	639	280	2200	Vĩ dụ so sánh
34	19	<u>4,7</u>	1,3	27,7	711	644	269	2250	Vĩ dụ so sánh
35	1	13,5	<u>3,2</u>	23,7	723	551	265	2288	Vĩ dụ so sánh
36	1	27,3	<u>3,3</u>	12,1	733	553	273	2400	Vĩ dụ so sánh
37	1	18,9	<u>3,3</u>	17,5	791	727	262	2350	Vĩ dụ so sánh
38	1	5,3	2,2	<u>41,5</u>	713	665	273	2300	Vĩ dụ so sánh
39	<u>22</u>	5,6	1,3	23,2	722	713	<u>187</u>	2400	Vĩ dụ so sánh
40	<u>23</u>	5,3	1,5	28,3	742	706	317	2350	Vĩ dụ so sánh
41	<u>24</u>	6,4	1,3	20,3	733	639	315	2350	Vĩ dụ so sánh
42	25	5,7	1,1	19,3	775	687	255	2450	Vĩ dụ so sánh
43	<u>26</u>	5,6	1,0	17,9	715	677	313	2550	Vĩ dụ so sánh
44	<u>27</u>	5,6	1,1	19,6	737	724	253	2600	Vĩ dụ so sánh
45	28	5,2	1,3	25,0	569	396	291	2200	Vĩ dụ so sánh
46	<u>29</u>	5,6	1,1	19,6	756	661	312	2450	Vĩ dụ so sánh
47*2	30	-	-	-	765	-	220	2400	Vĩ dụ sáng chế

*1 Trị số được gạch chân biểu thị trị số nằm ngoài phạm vi của sáng chế

*2 Xử lý thấm cacbon được thực hiện

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thép bao gồm lớp hợp chất nitrua với độ dày từ 5,0 μm đến 30,0 μm và lớp được tăng cứng theo thứ tự từ bề mặt thép đến bên trong thép, trong đó

độ dày của lớp lỗ xốp ở trên bề mặt ngoài cùng của lớp hợp chất nitrua là 0,9 μm hoặc lớn hơn và 3,0 μm hoặc nhỏ hơn và 40,0 % hoặc nhỏ hơn độ dày của lớp hợp chất nitrua,

lớp được tăng cứng có độ cứng là HV600 hoặc lớn hơn tại vị trí 50 μm hướng vào phía trong từ bề mặt thép, độ cứng là HV400 hoặc lớn hơn tại vị trí 400 μm tính từ bề mặt thép đến bên trong thép, và độ cứng là HV250 hoặc lớn hơn tại vị trí 600 μm tính từ bề mặt thép đến bên trong thép,

phần không được tăng cứng không bao gồm lớp hợp chất nitrua và lớp được tăng cứng bao gồm hợp phần hóa học chứa, theo % theo khối lượng,

C: 0,010 % hoặc lớn hơn và 0,200 % hoặc nhỏ hơn,

Si: 1,00 % hoặc nhỏ hơn,

Mn: 0,50 % hoặc lớn hơn và 3,00 % hoặc nhỏ hơn,

P: 0,020 % hoặc nhỏ hơn,

S: 0,020 % hoặc lớn hơn và 0,060 % hoặc nhỏ hơn, và

Cr: 0,30 % hoặc lớn hơn và 3,00 % hoặc nhỏ hơn,

với phần còn lại là Fe và các tạp chất không thể tránh được, và

lớp được tăng cứng bao gồm hợp phần hóa học với hàm lượng N cao so với phần không được tăng cứng.

2. Thép theo điểm 1, trong đó hợp phần hóa học của phần không được tăng cứng còn chứa, theo % theo khối lượng, ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm

Mo: 0,400 % hoặc nhỏ hơn,

V: 0,50 % hoặc nhỏ hơn,

Nb: 0,150 % hoặc nhỏ hơn,

Al: 0,200 % hoặc nhỏ hơn,

W: 0,3 % hoặc nhỏ hơn,

Co: 0,3 % hoặc nhỏ hơn,

Hf: 0,2 % hoặc nhỏ hơn,

Zr: 0,2 % hoặc nhỏ hơn,

B: 0,0100 % hoặc nhỏ hơn,

Cu: 0,3 % hoặc nhỏ hơn,

Ni: 0,3 % hoặc nhỏ hơn,

Pb: 0,2 % hoặc nhỏ hơn,

Bi: 0,2 % hoặc nhỏ hơn,

Zn: 0,2 % hoặc nhỏ hơn,

Sn: 0,2 % hoặc nhỏ hơn,

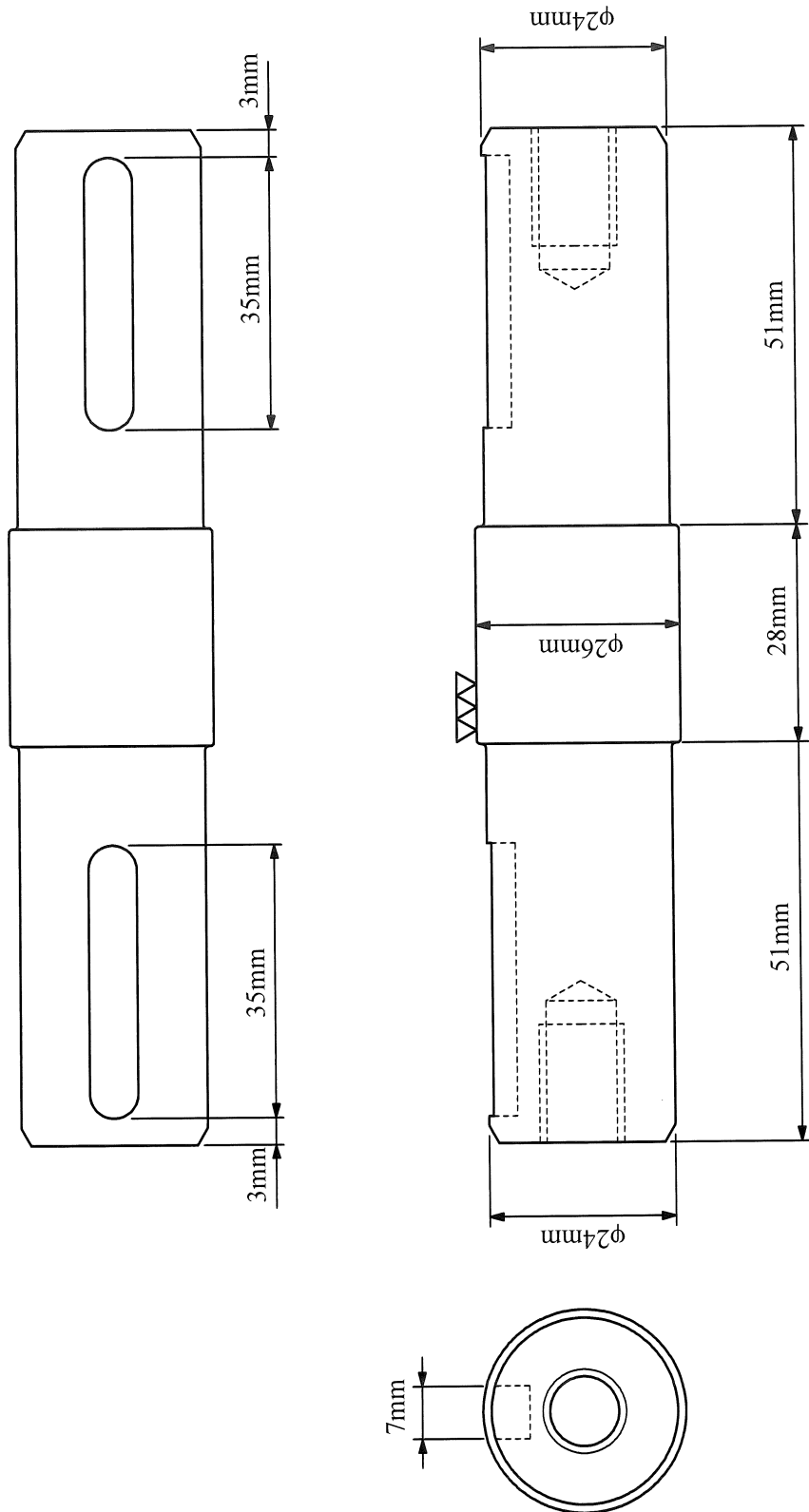
Sb: 0,0200 % hoặc nhỏ hơn, và

N: 0,0200 % hoặc nhỏ hơn.

3. Bộ phận bằng thép được làm bằng thép theo điểm 1 hoặc điểm 2.
4. Bộ phận bằng thép theo điểm 3, trong đó bộ phận bằng thép là bộ phận có răng và có lớp hợp chất ít nhất là ở lớp bề mặt của phần răng.

1/2

FIG.1



2/2

FIG.2