



(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)



1-0025992

(51)<sup>2018.01</sup> C22C 38/00; C23C 2/06; C22C 38/58; (13) B  
C21D 9/46; C22C 38/32

(21) 1-2015-00672

(22) 28/08/2013

(86) PCT/JP2013/072989 28/08/2013

(87) WO 2014/034714 A1 06/03/2014

(30) 2012-187959 28/08/2012 JP

(45) 26/10/2020 391

(43) 25/06/2015 327A

(73) NIPPON STEEL CORPORATION (JP)

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

(72) HIKIDA Kazuo (JP); TAMAKI Akari (JP); KOJIMA Nobusato (JP); TAKAHASHI Masaru (JP).

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

(54) TẤM THÉP

(57) Sáng chế đề cập đến tấm thép mà độ sạch của cấu trúc kim loại là 0,08% hoặc nhỏ hơn,  $\alpha$  mà là mức độ phân tách của Mn là 1,6 hoặc nhỏ hơn, và sự chênh lệch  $\Delta H_v$  giữa phần được tạo hình biến dạng thấp mà trải qua biến dạng dẻo 5% hoặc nhỏ hơn và phần được tạo hình biến dạng cao mà trải qua biến dạng dẻo 20% hoặc lớn hơn trong tạo hình nóng về độ cứng trung bình sau khi tạo hình nóng là 40 hoặc nhỏ hơn.

### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Sáng chế đề cập đến tấm thép (tấm thép dùng để tạo hình nóng) thích hợp để dùng cho các ứng dụng, mà trong đó việc tôi được thực hiện một cách đồng thời với việc tạo hình nóng hoặc ngay sau khi tạo hình nóng, chẳng hạn như dập nóng. Cụ thể hơn, sáng chế đề cập đến tấm thép dùng để tạo hình nóng mà trong đó, ví dụ, ngay cả trong trường hợp việc tạo hình nóng đi kèm với việc tạo hình biến dạng cao, mà là quy trình tạo hình mà bằng quy trình này phần được tạo hình nhận biến dạng dẻo 20% hoặc lớn hơn, được thực hiện, chuyển biến ferit gây ra bởi biến dạng trong phần được tạo hình bị kìm hãm, và vì vậy độ cứng sau khi tạo hình nóng là đồng đều, dẫn đến độ dai tuyệt vời và tính dị hướng về độ dai thấp sau khi tạo hình nóng.

Đơn này yêu cầu hưởng quyền ưu tiên của đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2012-187959, nộp ngày 28/08/2012, nội dung của nó được kết hợp ở đây bằng cách viện dẫn.

### **Tình trạng kỹ thuật của sáng chế**

Gần đây, trong lĩnh vực về các tấm thép dùng để chế tạo xe, để nâng cao hiệu quả sử dụng nhiên liệu hoặc khả năng chống va đập của xe, các ứng dụng của tấm thép có độ bền cao mà có độ bền kéo cao đang gia tăng. Nói chung, khi độ bền của tấm thép gia tăng, thì khả năng tạo hình bằng cách dập bị giảm đi. Vì vậy, tùy thuộc vào ứng dụng của tấm thép có độ bền cao, khó sản xuất sản phẩm có hình dạng phức tạp. Đặc biệt là, vì độ dẻo suy giảm khi độ bền của tấm thép gia tăng, nên hiện tượng gãy có thể xảy ra từ vùng mà được gia công rất lớn, hoặc mức độ bật trở lại hoặc thành tấm thép bị khum lên bị tăng khi độ bền của tấm thép gia tăng. Kết quả là, có vấn đề ở chỗ làm giảm đi độ chính xác về kích thước của chi tiết được gia công và yếu tố tương tự. Do đó, không dễ để sản xuất sản phẩm có hình dạng phức tạp bằng cách tạo hình dập sử dụng tấm thép có độ

bền cao, cụ thể là, có độ bền kéo cao từ 780 MPa trở lên.

Khi việc tạo hình bằng cách cán được thực hiện thay cho việc tạo hình bằng cách dập, thì tấm thép có độ bền cao có thể được gia công đến một mức độ nhất định. Tuy nhiên, việc tạo hình bằng cách cán có hạn chế ở chỗ nó chỉ có thể được áp dụng cho chi tiết có tiết diện ngang đồng đều theo chiều dọc, và vì vậy mức độ tự do của cấu hình của chi tiết là khá hạn chế.

Ở đây, như là kỹ thuật tạo hình bằng cách dập vật liệu khó tạo hình bằng cách dập chẳng hạn như tấm thép có độ bền cao, ví dụ, trong tài liệu sáng chế 1, kỹ thuật tạo hình nóng bằng cách thực hiện việc tạo hình sau khi nung nóng vật liệu cần được tạo hình (ví dụ, dập nóng) được bộc lộ. Kỹ thuật này là kỹ thuật thực hiện việc tôi một cách đồng thời hoặc ngay sau khi tạo hình tấm thép mà được làm mềm đi trước khi tạo hình để thu được chi tiết được tạo hình có độ bền cao thông qua việc tôi được thực hiện sau khi tạo hình trong khi khả năng tạo hình tốt được đảm bảo chắc chắn trong khi tạo hình. Theo kỹ thuật này, có thể thu được cấu trúc chủ yếu bao gồm mactenxit sau khi tôi, và vì vậy có thể thu được chi tiết được tạo hình có khả năng biến dạng cục bộ và độ dai tuyệt vời so với trường hợp sử dụng tấm thép có độ bền cao có cấu trúc hai pha.

Hiện nay, việc dập nóng như mô tả ở trên đang được áp dụng cho chi tiết có hình dạng tương đối đơn giản, và trong tương lai, ứng dụng này cho chi tiết mà khó tạo hình hơn chẳng hạn như thực hiện tạo viền mép lõ được mong đợi. Tuy nhiên, khi việc dập nóng được áp dụng cho chi tiết mà trên đó việc tạo hình khó hơn được thực hiện, thì có lo ngại rằng chuyển biến ferit gây ra bởi biến dạng có thể xuất hiện ở phần được tạo hình biến dạng cao và vì vậy độ cứng của chi tiết sau khi tạo hình nóng có thể bị giảm cục bộ.

Để kìm hãm sự chuyển biến ferit gây ra bởi biến dạng, việc tạo hình nóng có thể được thực hiện ở khoảng nhiệt độ cao hơn. Tuy nhiên, sự gia tăng về nhiệt độ tạo hình nóng gây giảm năng suất, tăng chi phí sản xuất, làm suy giảm đặc tính bề mặt, và tương tự và vì vậy không dễ để áp dụng cho công nghệ

sản xuất với lượng lớn. Ví dụ, trong tài liệu sáng chế 1, kỹ thuật thực hiện gia công dập ở 850°C hoặc lớn hơn được mô tả. Tuy nhiên, trong dập nóng thực tế, có thể có trường hợp mà nhiệt độ của tấm thép giảm xuống 850°C hoặc nhỏ hơn trong khi tấm thép mà được nung nóng đến khoảng khoảng 900°C trong lò nung được đưa ra khỏi lò nung và sau đó được vận chuyển đến và được đưa vào máy dập. Trong trường hợp này, khó tìm hãm sự chuyển biến ferit gây ra bởi biến dạng trong khi tạo hình.

Từ khía cạnh tăng năng suất dập nóng và tăng độ ổn định của vật liệu của chi tiết sau khi tạo hình, trong tài liệu sáng chế 2, phương pháp sản xuất chi tiết thép có độ bền cao được dập nóng có năng suất tuyệt vời, mà trong đó quy trình làm nguội vật liệu bằng cách tản nhiệt khuôn dập có thể được bỏ qua, được bộc lộ. Phương pháp được bộc lộ trong tài liệu sáng chế 2 là tuyệt vời; tuy nhiên, điều cần thiết là lượng lớn các nguyên tố có tác dụng cải thiện khả năng hóa cứng chẳng hạn như Mn, Cr, Cu, và Ni được chứa trong thép. Vì vậy, kỹ thuật được bộc lộ trong tài liệu sáng chế 2 có vấn đề ở chỗ làm tăng chi phí. Ngoài ra, với chi tiết được sản xuất bằng cách sử dụng kỹ thuật được bộc lộ trong tài liệu sáng chế 2, có lo ngại rằng sự suy giảm về độ dai do nhiều đám tạp chất có mặt và tính dị hướng về độ dai sinh ra do các đám tạp chất (chủ yếu là MnS) mà bị kéo căng theo hướng cán sẽ xuất hiện. Tính năng thực sự của chi tiết bị kim hãm bởi các đặc tính về mặt độ dai thấp, và vì vậy các đặc tính của kim loại gốc ban đầu không được thể hiện đủ khi có tính dị hướng về độ dai. Tính dị hướng về độ dai có thể được làm giảm bằng cách thực hiện việc kiểm soát hình thái học các đám tạp chất bị kéo căng với việc xử lý bằng Ca được mô tả, ví dụ, trong tài liệu sáng chế 3. Tuy nhiên, trong trường hợp này, trị số độ dai được nâng cao theo hướng mà trong đó độ dai là thấp nhất. Tuy nhiên, lượng của các đám tạp chất trong chi tiết được gia tăng và vì vậy có vấn đề ở chỗ các trị số độ dai theo các hướng khác bị giảm.

Danh mục tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2002-102980

Tài liệu sáng chế 2: công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2006-213959

Tài liệu sáng chế 3: công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2009-242910

### **Bản chất kỹ thuật của sáng chế**

Vấn đề cần được giải quyết bởi sáng chế

Như mô tả ở trên, trong lĩnh vực kỹ thuật có liên quan, các ứng dụng dập nóng chỉ dừng lại ở các chi tiết có hình dạng tương đối đơn giản. Vì vậy, các vấn đề kỹ thuật về việc giảm cục bộ độ cứng, tính dị hướng về độ dai, và việc giảm trị số độ dai của chi tiết sau khi tạo hình nóng (tấm thép được tạo hình nóng) bị gây ra bởi chuyển biến ferit gây ra bởi biến dạng trong phần được tạo hình biến dạng cao, mà xuất hiện trong trường hợp chi tiết mà trên đó việc tạo hình phức tạp hơn chẳng hạn như tạo viền mép lỗ được thực hiện, chưa được khảo sát.

Mục đích của sáng chế là đề xuất tấm thép dùng để tạo hình nóng mà trong đó, ngay cả trong trường hợp có các vấn đề được mô tả ở trên, cụ thể là, ngay cả trong trường hợp việc tạo hình nóng đi kèm với việc tạo hình biến dạng cao được thực hiện, chuyển biến ferit gây ra bởi biến dạng trong phần được tạo hình bị kìm hãm, và vì vậy độ cứng sau khi tạo hình nóng là đồng đều (sự chênh lệch về độ cứng là nhỏ), dẫn đến độ dai tuyệt vời và tính dị hướng về độ dai thấp sau khi tạo hình nóng.

Cách thức giải quyết vấn đề

Các tác giả sáng chế đã tiến hành các nghiên cứu kỹ lưỡng để giải quyết các vấn đề được mô tả ở trên.

Kết quả là, đã phát hiện ra rằng, bằng cách kiểm soát thành phần hóa học của tấm thép, lượng của các đám tạp chất, và sự phân tách ở tâm, tấm thép dùng

để tạo hình nóng mà trong đó, ngay cả trong trường hợp việc tạo hình nóng đi kèm với việc tạo hình biến dạng cao được thực hiện, chuyển biến ferit gây ra bởi biến dạng bị kìm hãm, và vì vậy độ cứng sau khi tạo hình nóng là đồng đều, dẫn đến có thể thu được độ dai tuyệt vời và tính dị hướng về độ dai thấp sau khi tạo hình nóng. Ngoài ra, trong phần mô tả dưới đây, có thể có trường hợp mà độ cứng đồng đều được đề cập đến là phân bố độ cứng ổn định.

Sáng chế dựa trên các phát hiện mới được tóm tắt như sau.

(1) Tấm thép theo theo một khía cạnh của sáng chế có thành phần hóa học bao gồm, theo % khối lượng, các nguyên tố sau: C: từ 0,18% đến 0,275%; Si: từ 0,02% đến 0,15%; Mn: từ 1,85% đến 2,75%; sol.Al: từ 0,0002% đến 0,5%; Cr: từ 0,05% đến 1,00%; B: từ 0,0005% đến 0,01%; P: 0,1% hoặc nhỏ hơn; S: 0,0035% hoặc nhỏ hơn; N: 0,01% hoặc nhỏ hơn; Ni: từ 0% đến 0,15%; Cu: từ 0% đến 0,05%; Ti: từ 0% đến 0,1%; Nb: từ 0% đến 0,2%; và phần còn lại là Fe và các tạp chất, mà trong đó độ sạch của cấu trúc kim loại là 0,08% hoặc nhỏ hơn,  $\alpha$  mà là mức độ phân tách của Mn được biểu diễn bằng biểu thức sau là 1,6 hoặc nhỏ hơn, và trong khi tạo hình nóng, sự chênh lệch  $\Delta H_v$  về độ cứng trung bình sau khi tạo hình nóng giữa phần được tạo hình biến dạng thấp mà trải qua biến dạng dẻo 5% hoặc nhỏ hơn và phần được tạo hình biến dạng cao mà trải qua biến dạng dẻo 20% hoặc lớn hơn là 40 hoặc nhỏ hơn.

$\alpha = (\text{nồng độ Mn lớn nhất theo \% khối lượng trong phần tâm theo độ dày của tấm thép}) / (\text{nồng độ Mn trung bình theo \% khối lượng ở vị trí có độ sâu bằng } 1/4 \text{ chiều dày tấm tính từ bề mặt của tấm thép}).$

(2) Trong tấm thép được mô tả trong mục (1), thành phần hóa học có thể còn bao gồm, thay cho phần của Fe, theo % khối lượng, một hoặc hai nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm: Ni: từ 0,02% đến 0,15%, và Cu: từ 0,003% đến 0,05%.

(3) Trong tấm thép được nêu trong mục (1) hoặc (2), thành phần hóa học có thể còn bao gồm, thay cho phần của Fe, theo % khối lượng, một hoặc hai

nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm: Ti: từ 0,005% đến 0,1%, và Nb: từ 0,005% đến 0,2%.

(4) Trong tấm thép được nêu trong mục bất kỳ từ (1) đến (3), bề mặt của tấm thép có thể còn có thêm lớp phủ.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Theo khía cạnh này của sáng chế, ngay cả trong trường hợp việc tạo hình nóng đi kèm với việc tạo hình biến dạng cao chẳng hạn như tạo viền mép lõ được thực hiện, chuyển biến ferit gây ra bởi biến dạng trong phần được tạo hình bị kìm hãm, và vì vậy có thể thu được tấm thép có phân bố độ cứng ổn định sau khi tạo hình nóng, và độ dai tuyệt vời và tính dị hướng về độ dai thấp sau khi tạo hình nóng. Tấm thép là thích hợp, ví dụ, để làm vật liệu cho các chi tiết kết cấu cơ học bao gồm chi tiết kết cấu thân, chi tiết sàn xe, và tương tự của xe, và vì vậy sáng chế là rất hữu ích trong các ngành công nghiệp.

Ngoài ra, việc tạo hình nóng có thể được thực hiện theo phương pháp quen thuộc. Ví dụ, vật liệu tấm thép này có thể được nung nóng tới nhiệt độ  $A_{c3}$  hoặc lớn hơn (khoảng  $800^{\circ}\text{C}$ ) và nhiệt độ  $A_{c3} + 200^{\circ}\text{C}$  hoặc nhỏ hơn, có thể được giữ trong 0 giây hoặc lâu hơn và 600 giây hoặc ngắn hơn, có thể được vận chuyển tới máy dập và sau đó được tạo hình bằng cách dập, và có thể được giữ trong 5 giây hoặc lâu hơn ở điểm giữa đáy của máy dập. Ở thời điểm này, phương pháp nung nóng có thể được lựa chọn một cách thích hợp, và trong trường hợp nung nóng nhanh, việc nung nóng bằng dòng điện hoặc nung nóng bằng cao tần có thể được thực hiện. Ngoài ra, một cách nung nóng điển hình, lò nung nóng mà được đặt ở nhiệt độ nung nóng, hoặc tương tự có thể được sử dụng. Việc làm nguội bằng không khí được thực hiện trong khi vận chuyển thép đến máy dập, và vì vậy có khả năng rằng, khi thời gian vận chuyển bị kéo dài, thì sự chuyển pha ferit có thể xảy ra cho đến khi việc dập bắt đầu và việc hóa mềm có thể xảy ra. Vì vậy, thời gian vận chuyển tốt hơn nếu là 15 giây hoặc ngắn hơn. Để ngăn chặn sự gia tăng nhiệt độ khuôn, việc làm nguội khuôn có

thể được thực hiện. Trong trường hợp này, để làm phương pháp làm nguội, việc làm nguội thích hợp, chẳng hạn như phương pháp làm nguội mà lắp đặt các đường ống làm nguội trong khuôn và cấp môi chất lạnh để di chuyển trong các đường ống này, có thể được thực hiện.

### **Mô tả chi tiết sáng chế**

Dưới đây, tấm thép theo một phương án của sáng chế (trong một số trường hợp, được gọi là tấm thép theo phương án này) sẽ được mô tả một cách chi tiết. Trong phần mô tả dưới đây, % là để chỉ thành phần hóa học của tấm thép theo % khối lượng.

#### **1. Thành phần hóa học**

##### **(1) C: từ 0,18% đến 0,275%**

C là nguyên tố quan trọng để làm tăng khả năng hóa cứng của thép, xác định độ bền sau khi tôi, và kiểm soát hơn nữa độ dẻo cục bộ và độ dai sau khi tạo hình nóng. Ngoài ra, C là nguyên tố tạo ra pha austenit, và vì vậy có tác dụng kìm hãm chuyển biến ferit gây ra bởi biến dạng trong khi tạo hình biến dạng cao, nhờ đó tạo điều kiện thuận lợi để thu được phân bố độ cứng ổn định của chi tiết sau khi tạo hình nóng. Tuy nhiên, khi hàm lượng C thấp hơn 0,18%, thì khó đảm bảo độ bền kéo cao là 1100 MPa hoặc lớn hơn, mà là độ bền sau khi tôi được ưu tiên, và hiệu quả của việc thu được phân bố độ cứng ổn định bởi tác dụng trên không thể thu được. Mặt khác, khi hàm lượng C cao hơn 0,275%, thì độ dẻo và độ dai cục bộ bị giảm. Vì vậy, hàm lượng C là từ 0,18% đến 0,275%. Giới hạn trên được ưu tiên của hàm lượng C là 0,26%, và giới hạn trên được ưu tiên hơn của nó là 0,24%.

##### **(2) Si: từ 0,02% đến 0,15%**

Si là nguyên tố làm tăng khả năng hóa cứng và nâng cao độ bám dính vảy gỉ sau khi tạo hình nóng. Tuy nhiên, khi hàm lượng Si thấp hơn 0,02%, thì có thể có trường hợp không thể thu được đủ hiệu quả mô tả ở trên. Vì vậy, giới

hạn dưới của lượng Si là 0,02%. Giới hạn dưới được ưu tiên của nó là 0,03%. Mặt khác, khi lượng Si cao hơn 0,15%, thì nhiệt độ nung nóng cần thiết cho chuyển biến austenitic trong khi tạo hình nóng là cao đáng kể. Vì vậy, có thể có trường hợp mà chi phí cần cho việc xử lý nhiệt tăng hoặc việc tôi được thực hiện không đủ do việc nung nóng chưa đủ. Ngoài ra, Si là nguyên tố tạo ra ferit. Do đó, khi hàm lượng Si là quá cao, thì chuyển biến ferit gây ra bởi biến dạng có khả năng xuất hiện trong khi tạo hình biến dạng cao. Vì vậy, có thể có trường hợp mà độ cứng của chi tiết sau khi tạo hình nóng bị giảm cục bộ, và vì vậy không thu được phân bố độ cứng ổn định. Hơn thế nữa, có thể có trường hợp mà lượng lớn Si được chứa trong thép gây ra việc giảm về khả năng thấm ướt trong trường hợp thực hiện việc xử lý phủ nhúng nóng, dẫn đến các phần chưa được phủ. Vì vậy, giới hạn trên của hàm lượng Si là 0,15%.

(3) Mn: từ 1,85% đến 2,75%

Mn là nguyên tố có tác dụng trong việc tăng khả năng hóa cứng của thép và đảm bảo ổn định độ bền của thép sau khi tôi. Ngoài ra, Mn còn là nguyên tố tạo ra pha austenit, và vì vậy kìm hãm chuyển biến ferit gây ra bởi biến dạng trong khi tạo hình biến dạng cao, nhờ đó tạo điều kiện thuận lợi để thu được phân bố độ cứng ổn định của chi tiết sau khi tạo hình nóng. Tuy nhiên, khi hàm lượng Mn thấp hơn 1,85%, thì có thể có trường hợp mà không thể thu được đủ hiệu quả mô tả ở trên. Vì vậy, giới hạn dưới của lượng Mn là 1,85%. Mặt khác, khi hàm lượng Mn cao hơn 2,75%, thì hiệu quả mô tả ở trên bị bão hòa, và gây ra sự suy giảm về độ dai sau khi tôi. Do đó, giới hạn trên của hàm lượng Mn là 2,75%. Giới hạn trên được ưu tiên của hàm lượng Mn là 2,5%.

(4) sol.Al: từ 0,0002% đến 0,5%

Al là nguyên tố khử oxy cho thép nóng chảy và vì vậy cải thiện chất lượng của thép. Khi hàm lượng sol.Al thấp hơn 0,0002%, thì sự khử oxy được thực hiện không đạt yêu cầu. Do đó, giới hạn dưới của hàm lượng sol.Al là 0,0002%. Hơn thế nữa, Al cũng là nguyên tố có hiệu quả trong việc làm tăng

khả năng hóa cứng của tấm thép và đảm bảo ổn định độ bền sau khi tôi, và vì vậy có thể chủ động đưa Al vào thép. Tuy nhiên, ngày cả khi hàm lượng Al cao hơn 0,5%, tác dụng bị bão hòa, và làm tăng chi phí. Vì vậy, giới hạn trên của hàm lượng Al là 0,5%.

sol.Al là để chỉ Al hòa tan trong axit, và hàm lượng sol.Al không bao gồm lượng Al chứa trong  $\text{Al}_2\text{O}_3$  và tương tự mà không hòa tan trong axit.

(5) Cr: từ 0,05% đến 1,00%

Cr là nguyên tố làm tăng khả năng hóa cứng của thép. Ngoài ra, Cr cũng là nguyên tố tạo ra pha austenit, và vì vậy kìm hãm chuyển biến ferit gây ra bởi biến dạng trong khi tạo hình biến dạng cao, nhờ đó tạo điều kiện thuận lợi để thu được phân bố độ cứng ổn định của chi tiết sau khi tạo hình nóng. Tuy nhiên, khi hàm lượng Cr thấp hơn 0,05%, thì có thể có trường hợp mà không thể thu được đủ hiệu quả mô tả ở trên. Vì vậy, giới hạn dưới của hàm lượng Cr là 0,05%. Giới hạn dưới được ưu tiên của nó là 0,1%, và giới hạn dưới được ưu tiên hơn của nó là 0,2%. Mặt khác, khi hàm lượng Cr cao hơn 1,00%, thì Cr tập trung trong các carbua trong thép. Kết quả là, khi thép được đưa vào tạo hình nóng, thì việc hòa tan của các cacbua trong quá trình nung nóng bị làm trễ, và khả năng hóa cứng bị giảm. Do đó, giới hạn trên của hàm lượng Cr là 1,00%. Giới hạn trên được ưu tiên của hàm lượng Cr là 0,8%.

(6) B: từ 0,0005% đến 0,01%

B là nguyên tố có tác dụng trong việc tăng khả năng hóa cứng của thép và đảm bảo ổn định độ bền sau khi tôi. Khi hàm lượng B thấp hơn 0,0005%, thì có thể có trường hợp mà không thể thu được đủ hiệu quả mô tả ở trên. Do đó, giới hạn dưới của hàm lượng B là 0,0005%. Mặt khác, khi hàm lượng B cao hơn 0,01%, thì tác dụng bị bão hòa, và làm suy giảm độ dai của phần đã được tôi. Vì vậy, giới hạn trên của hàm lượng B là 0,01%. Giới hạn trên được ưu tiên của hàm lượng B là 0,005%.

(7) P: 0,1% hoặc nhỏ hơn

P là nguyên tố mà thường được chứa trong thép ở dạng tạp chất. Tuy nhiên, P có tác dụng tăng khả năng hóa cứng của thép và đảm bảo ổn định độ bền của thép sau khi tôi, và vì vậy có thể chủ động đưa P vào thép. Tuy nhiên, khi hàm lượng P cao hơn 0,1%, thì độ dai bị suy giảm đáng kể. Do đó, hàm lượng P được giới hạn là 0,1%. Giới hạn trên được ưu tiên của hàm lượng P là 0,05%. Giới hạn dưới của hàm lượng P không cần phải giới hạn cụ thể, nhưng việc làm giảm quá mức hàm lượng P làm tăng đáng kể chi phí. Vì vậy, giới hạn dưới của hàm lượng P có thể 0,0002%.

(8) S: 0,0035% hoặc nhỏ hơn

S là nguyên tố có trong thép ở dạng tạp chất. Ngoài ra, cụ thể là, S tạo ra MnS, và vì vậy là yếu tố chính trong việc làm giảm độ dai và tính dị hướng về độ dai. Khi hàm lượng S cao hơn 0,0035%, thì sự suy giảm về độ dai trở nên đáng kể, và vì vậy hàm lượng S được giới hạn là 0,0035%. Giới hạn dưới của hàm lượng S không cần phải quy định cụ thể, nhưng việc làm giảm quá mức hàm lượng S làm tăng đáng kể chi phí. Vì vậy, giới hạn dưới của hàm lượng S có thể 0,0002%.

(9) N: 0,01% hoặc nhỏ hơn

N là nguyên tố có trong thép ở dạng tạp chất. Khi hàm lượng N cao hơn 0,01%, thì các nitrua thô được tạo ra trong thép và sự biến dạng cục bộ và độ dai bị suy giảm đáng kể. Do đó, hàm lượng N được giới hạn là 0,01%. Giới hạn dưới của hàm lượng N không cần phải quy định cụ thể, nhưng việc làm giảm quá mức hàm lượng N làm tăng đáng kể chi phí. Vì vậy, giới hạn dưới của hàm lượng N có thể 0,0002%. Giới hạn dưới được ưu tiên của hàm lượng N là 0,0008% hoặc lớn hơn.

Ngoài các nguyên tố nêu trên, tấm thép theo phương án này tùy ý có thể chứa các nguyên tố được mô tả dưới đây. Các nguyên tố này không nhất thiết phải có trong thép. Vì vậy, các giới hạn dưới của các lượng của chúng không được giới hạn cụ thể, và các giới hạn dưới của chúng là 0%.

(10) Ni: 0,15% hoặc nhỏ hơn, Cu: 0,05% hoặc nhỏ hơn

Ni và Cu là các nguyên tố có tác dụng trong việc tăng khả năng hóa cứng của thép và đảm bảo ổn định độ bền sau khi tôi. Vì vậy, một hoặc hai trong số các nguyên tố này có thể có trong thép. Tuy nhiên, ngay cả khi lượng của nguyên tố bất kỳ trong số hai nguyên tố này cao hơn giới hạn trên chứa trong thép, thì hiệu quả mô tả ở trên bị bão hòa, mà không có lợi về mặt chi phí. Do đó, lượng của mỗi trong số các nguyên tố này được đặt như mô tả ở trên. Tốt hơn nếu, hàm lượng Ni là 0,10% hoặc nhỏ hơn, và hàm lượng Cu là 0,03% hoặc nhỏ hơn. Để thu được một cách ổn định hơn hiệu quả mô tả ở trên, tốt hơn nếu một hoặc hai nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm: Ni: 0,02% hoặc lớn hơn và Cu: 0,003% hoặc lớn hơn được chứa trong thép.

(11) Ti: 0,1% hoặc nhỏ hơn, Nb: 0,2 hoặc nhỏ hơn

Ti và Nb là các nguyên tố mà kim hãm sự kết tinh lại và còn kim hãm sự phát triển của hạt tinh thể nhờ tạo ra các carbua nhỏ mịn, nhờ đó tạo ra các hạt austenit nhỏ mịn khi tấm thép được nung nóng tới nhiệt độ  $A_{c3}$  hoặc lớn hơn và được đề xuất dùng để tạo hình nóng. Khi các hạt austenit nhỏ mịn được tạo ra, thì độ dai của chi tiết được tạo hình nóng được cải thiện đáng kể. Ngoài ra, Ti chủ yếu liên kết với N trong thép để sinh ra TiN, và do đó sự tiêu thụ B do kết tủa của BN bị kim hãm. Kết quả là, bằng cách chứa Ti, khả năng hóa cứng thông qua B có thể được gia tăng. Để thu được hiệu quả mô tả ở trên, một hoặc hai nguyên tố này có thể có trong thép. Khi lượng của nguyên tố bất kỳ trong số các nguyên tố này lớn hơn giới hạn trên, thì lượng kết tủa của TiC hoặc NbC gia tăng và vì vậy C bị tiêu thụ, vì vậy, có thể có trường hợp mà độ bền sau khi tôi bị giảm. Do đó, lượng của từng nguyên tố trong số các nguyên tố này được thiết đặt như mô tả ở trên. Tốt hơn nếu, giới hạn trên của hàm lượng Ti là 0,08%, và giới hạn trên của hàm lượng Nb là 0,15%. Ngoài ra, để thu được một cách ổn định hơn hiệu quả mô tả ở trên, tốt hơn nếu một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm: Ti: 0,005% hoặc lớn hơn và Nb: 0,005% hoặc lớn hơn được chứa trong thép.

Phần còn lại không tính các thành phần nêu trên là Fe và tạp chất. Tạp chất là để chỉ nguyên liệu thô chẳng hạn như quặng hoặc thép phế liệu, hoặc nguyên liệu được đưa vào từ môi trường sản xuất.

Tấm thép theo sáng chế có thể là bất kỳ trong số tấm thép cán nóng và tấm thép cán nguội, và có thể là tấm thép cán nóng được ủ hoặc tấm thép cán nguội được ủ mà thu được bằng cách thực hiện việc ủ tấm thép cán nóng hoặc tấm thép cán nguội.

## 2. Cấu trúc kim loại

### (1) Độ sạch: 0,08% hoặc nhỏ hơn

Độ sạch trong phương án này được xác định là tổng của các lượng của các đám tạp chất loại A, loại B, và loại C có trong tấm thép, mà thu được bằng cách tính theo thuật toán được quy định trong tiêu chuẩn JIS G 0555. Khi các lượng của các đám tạp chất gia tăng, thì sự lan truyền của vết nứt dễ xuất hiện, dẫn đến sự suy giảm về độ dai và gia tăng mức độ không đẳng hướng về độ dai. Vì vậy, giới hạn trên của độ sạch là 0,08%. Giới hạn trên được ưu tiên là 0,04%. Trong tấm thép theo phương án này, MnS mà là đám tạp chất loại A là yếu tố chính làm suy giảm mức độ không đẳng hướng về độ dai. Vì vậy, cụ thể là, lượng của đám tạp chất loại A tốt hơn nếu là 0,06% hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn nữa nếu, lượng của đám tạp chất loại A là 0,03% hoặc nhỏ hơn.

Ngoài ra, độ sạch tốt hơn nếu thấp nhất có thể. Tuy nhiên, từ khía cạnh chi phí, giới hạn dưới này có thể là 0,003% hoặc 0,005%.

### (2) Mức độ phân tách của Mn $\alpha$ : là 1,6 hoặc nhỏ hơn

Mn có khả năng phân tách ở vùng lân cận của phần tâm theo độ dày của tấm thép trong khi đúc. Trong trường hợp mà sự phân tách ở tâm xuất hiện đáng kể, các đám tạp chất như MnS được tập trung ở phần bị phân tách, dẫn đến làm giảm về độ dai và tăng mức độ không đẳng hướng về độ dai. Hơn thế nữa, mactensit sinh ra trong phần bị phân tách trong khi tôi là cứng, và vì vậy độ dai bị suy giảm. Ngoài ra, do tương tác giữa Mn và P, phân tách P cũng gia tăng

trong phần Mn bị phân tách, mà cũng làm suy giảm độ dai. Vì vậy, mức độ phân tách của Mn  $\alpha$  được biểu diễn bằng biểu thức 1 dưới đây là 1,6 hoặc nhỏ hơn. Mức độ phân tách của Mn  $\alpha$  tốt hơn nếu khoảng 1,0 (nghĩa là, phân tách không xảy ra). Tuy nhiên, từ khía cạnh chi phí, giới hạn dưới này có thể là 1,03 hoặc 1,05.

$\alpha$  = (nồng độ Mn lớn nhất (% khối lượng) trong phần tâm theo độ dày) / (nồng độ Mn trung bình (% khối lượng) ở vị trí có độ sâu bằng 1/4 chiều dày tấm tính từ bề mặt) ... (biểu thức 1)

### 3. Lớp phủ

Lớp phủ có thể được tạo ra trên bề mặt của tấm thép dùng để tạo hình nóng theo sáng chế nhằm mục đích nâng cao khả năng chống ăn mòn và tương tự, và thu được tấm thép được xử lý bề mặt. Ngay cả khi lớp phủ được tạo ra, tác dụng của phương án này không bị giảm. Lớp phủ có thể lớp phủ mạ điện, hoặc có thể lớp phủ nhúng nóng. Để làm lớp phủ mạ điện, lớp phủ điện phân kẽm, lớp phủ điện phân hợp kim Zn-Ni, và tương tự có thể được lấy làm ví dụ. Để làm lớp phủ nhúng nóng, lớp phủ kẽm nhúng nóng, lớp phủ kẽm được hợp kim hóa, lớp phủ nhôm nhúng nóng, lớp phủ hợp kim Al-Zn nhúng nóng, lớp phủ hợp kim Zn-Al-Mg nhúng nóng, lớp phủ hợp kim Zn-Al-Mg-Si nhúng nóng, và tương tự có thể được lấy làm ví dụ. Lượng phủ không bị giới hạn cụ thể, và có thể nằm trong khoảng thông thường.

### 4. Phương pháp sản xuất

Tiếp theo, phương pháp sản xuất tấm thép dùng để tạo hình nóng tiêu biểu theo sáng chế sẽ được mô tả. Bằng cách sử dụng phương pháp sản xuất bao gồm các quy trình sau, có thể dễ dàng thu được tấm thép theo phương án này.

#### (1) Quy trình đúc liên tục (S1)

Thép nóng chảy có thành phần hóa học được mô tả ở trên được đúc thành phôi dẹt bằng phương pháp đúc liên tục. Trong quy trình đúc liên tục này, tốt hơn nếu thép nóng chảy có nhiệt độ cao hơn nhiệt độ chất lỏng là 5°C hoặc

lớn hơn, lượng của thép nóng chảy được rót mỗi phút là 6 tấn/phút hoặc nhỏ hơn, và việc xử lý làm giảm phân tách ở tâm được thực hiện trước khi vật đúc hoàn toàn hóa rắn.

Khi lượng thép nóng chảy được rót trên mỗi đơn vị thời gian (tốc độ rót) của thép nóng chảy trong khi đúc liên tục lớn hơn 6 tấn/phút, thì thép nóng chảy trong khuôn chảy nhanh, và vì vậy các đám tạp chất dễ bị giữ lại và lượng của các đám tạp chất trong phôi dẹt gia tăng. Khi nhiệt độ thép nóng chảy cao hơn nhiệt độ chất lỏng với lượng thấp hơn 5°C, thì độ nhót gia tăng, và vì vậy các đám tạp chất khó nổi hơn. Vì vậy, lượng của các đám tạp chất trong thép gia tăng, và độ sạch bị suy giảm (trị số của nó gia tăng). Khi thép nóng chảy được đúc liên tục, thì tốt hơn nữa nếu nhiệt độ của thép nóng chảy cao hơn nhiệt độ chất lỏng 8°C hoặc lớn hơn, và lượng rót là 5 tấn/phút hoặc nhỏ hơn.

Đối với biện pháp xử lý làm giảm phân tách ở tâm, ví dụ, bằng cách thực hiện khuấy điện từ hoặc việc làm giảm lớp không được hóa rắn trên lớp không được hóa rắn trước khi vật đúc hóa rắn hoàn toàn, việc làm giảm hoặc lấy ra phần tập trung có thể được thực hiện.

## (2) Quy trình xử lý làm đồng nhất phôi dẹt (S2)

Đối với biện pháp xử lý làm giảm phân tách sau khi phôi dẹt hóa rắn hoàn toàn, việc xử lý làm đồng nhất phôi dẹt bao gồm việc nung nóng phôi dẹt đến nhiệt độ từ 1150°C đến 1350°C và giữ sản phẩm ở nhiệt độ này trong 10 giờ đến 50 giờ có thể được thực hiện tiếp. Bằng cách thực hiện việc xử lý làm đồng nhất phôi dẹt trong các điều kiện trên, mức độ phân tách có thể được giảm thêm nữa. Ngoài ra, giới hạn trên được ưu tiên của nhiệt độ nung nóng là 1300°C, và giới hạn trên được ưu tiên của thời gian giữ là 30 giờ.

## (3) Quy trình cán nóng (S3), quy trình làm nguội (S4), và quy trình cuộn (S5)

Phôi dẹt thu được bằng cách thực hiện quy trình đúc liên tục và quy trình xử lý làm đồng nhất phôi dẹt được mô tả ở trên, nếu cần, được nung nóng đến nhiệt độ từ 1050°C đến 1350°C và sau đó được cán nóng thành tấm thép. Tấm

thép cán nóng này được giữ ở nhiệt độ trong khoảng nêu trên trong từ 5 giây đến 20 giây. Sau khi được giữ như vậy, tấm thép được làm nguội xuống khoảng nhiệt độ từ 400°C đến 700°C bằng cách làm nguội bằng nước làm nguội. Sau đó, tấm thép được làm nguội được cuộn.

Có thể có trường hợp mà phôi dẹt chứa các đám tạp chất phi kim loại mà gây ra sự suy giảm của độ dai và sự biến dạng cục bộ của chi tiết sau khi tôi được thực hiện trên tấm thép. Vì vậy, khi phôi dẹt được cho cán nóng, thì tốt hơn nếu các đám tạp chất phi kim như vậy được hoàn tan ở mức đạt yêu cầu. Về phôi dẹt có thành phần hóa học được mô tả ở trên, bằng cách nung nóng phôi dẹt đến 1050°C hoặc lớn hơn để đưa vào cán nóng, việc hòa tan các đám tạp chất phi kim loại này được tăng tốc. Do đó, tốt hơn nếu nhiệt độ của phôi dẹt được đưa vào cán nóng là 1050°C hoặc lớn hơn. Ngoài ra, nhiệt độ của phôi dẹt được đưa vào cán nóng có thể 1050°C hoặc lớn hơn, và phôi dẹt có nhiệt độ thấp hơn 1050°C có thể được nung nóng đến 1050°C hoặc lớn hơn.

Trong trường hợp mà chuyển pha từ austenit được gia công được cho phép sau khi cán hoàn thiện, cấu trúc định hướng do cán còn lại, mà gây ra tính dị hướng trong sản phẩm cuối. Vì vậy, để cho phép sự chuyển pha từ austenit kết tinh lại xảy ra, thì tốt hơn nếu tấm thép sau khi được cán được giữ trong 5 giây hoặc lâu hơn ở khoảng nhiệt độ trên. Để giữ tấm thép trong 5 giây hoặc lâu hơn trong dây chuyền sản xuất, ví dụ, tấm thép có thể được vận chuyển mà không được làm nguội bằng nước trong khu vực làm nguội sau khi cán hoàn thiện.

Bằng cách thiết đặt nhiệt độ cuộn là 400°C hoặc lớn hơn, tỷ lệ diện tích ferit trong cấu trúc kim loại có thể được gia tăng. Khi tỷ lệ diện tích ferit là cao, thì độ bền của tấm thép cán nóng bị giảm, và vì vậy việc kiểm soát tải, kiểm soát việc làm phẳng tấm thép, và kiểm soát độ dày tấm thép được tạo thuận lợi trong khi cán nguội trong quy trình xử lý về sau, dẫn đến làm tăng hiệu quả sản xuất. Vì vậy, nhiệt độ cuộn tốt hơn nếu là 400°C hoặc lớn hơn.

Mặt khác, bằng cách đặt nhiệt độ cuộn là 700°C hoặc nhỏ hơn, sự phát

triển của vảy gỉ sau khi cuộn bị kìm hãm, và vì vậy việc sinh ra khuyết tật do gỉ bị kìm hãm. Ngoài ra, sự biến dạng của cuộn do trọng lượng của nó sau khi cuộn bị kìm hãm, và việc sinh ra các vết xước trên bề mặt cuộn do sự biến dạng có thể được kìm hãm. Vì vậy, nhiệt độ cuộn tốt hơn nếu là  $700^{\circ}\text{C}$  hoặc nhỏ hơn. Sự biến dạng gây ra bởi sự giãn nở về thể tích do sự chuyển pha ferit và sự co lại do nhiệt về sau, và sự biến mất của ứng suất cuộn trong trường hợp mà austenit còn lại không bị chuyển pha sau khi cuộn và austenit không bị chuyển pha thành ferit sau khi cuộn.

#### (4) Quy trình tẩy gỉ (S6)

Việc tẩy gỉ có thể được thực hiện trên tấm thép sau khi cuộn. Việc tẩy gỉ có thể được thực hiện theo phương pháp quen thuộc. Trước khi tẩy gỉ hoặc sau khi tẩy gỉ, để đẩy mạnh việc hiệu chuẩn độ phẳng hoặc làm bong vảy gỉ, cán là có thể được thực hiện, và việc này không ảnh hưởng đến hiệu quả của phương án này. Tỷ lệ giãn dài trong trường hợp thực hiện cán là không cần phải quy định cụ thể, và ví dụ, có thể 0,3% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 3,0%.

#### (5) Quy trình cán nguội (S7)

Việc cán nguội có thể được thực hiện trên tấm thép đã được tẩy gỉ thu được từ quy trình tẩy gỉ, nếu cần. Phương pháp cán nguội có thể được thực hiện theo phương pháp quen thuộc. Tỷ lệ thu nhỏ khi cán trong cán nguội có thể nằm trong khoảng thông thường, và nói chung là từ 30% đến 80%.

#### (6) Quy trình ủ (S8)

Việc ủ ở  $700^{\circ}\text{C}$  đến  $950^{\circ}\text{C}$  có thể được thực hiện đối với tấm thép cán nóng thu được từ quy trình cuộn (S5) hoặc tấm thép cán nguội thu được từ quy trình cán nguội (S7), nếu cần.

Bằng cách thực hiện việc ủ bằng cách giữ tấm thép cán nóng và tấm thép cán nguội trong khoảng nhiệt độ là  $700^{\circ}\text{C}$  hoặc lớn hơn, tác động của các điều kiện cán nóng có thể được làm giảm, và vì vậy có thể thực hiện được việc làm ổn định hơn nữa các tính chất sau khi tôi. Ngoài ra, đối với tấm thép cán nguội,

tấm thép có thể được làm mềm đi thông qua sự kết tinh lại, và vì vậy khả năng gia công trước khi tạo hình nóng có thể được cải thiện. Vì vậy, trong trường hợp thực hiện việc ủ đối với tấm thép cán nóng hoặc tấm thép cán nguội, tốt hơn nếu tấm thép này được giữ trong khoảng nhiệt độ là  $700^{\circ}\text{C}$  hoặc lớn hơn.

Mặt khác, bằng cách đặt nhiệt độ ủ là  $950^{\circ}\text{C}$  hoặc nhỏ hơn, chi phí cần cho ủ có thể được giảm thiểu, và năng suất cao có thể được đảm bảo. Ngoài ra, vì việc làm thô cấu trúc có thể được giảm thiểu, nên có thể đảm bảo độ dai sau khi tôi tốt hơn. Vì vậy, trong trường hợp thực hiện việc ủ tấm thép cán nóng hoặc tấm thép cán nguội, tốt hơn nếu tấm thép này được giữ ở khoảng nhiệt độ là  $950^{\circ}\text{C}$  hoặc nhỏ hơn.

Việc làm nguội xuống  $550^{\circ}\text{C}$  sau khi ủ trong trường hợp thực hiện việc ủ tốt hơn nếu được thực hiện với tốc độ làm nguội trung bình là  $3^{\circ}\text{C}/\text{giây}$  đến  $20^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ . Bằng cách đặt tốc độ làm nguội trung bình là  $3^{\circ}\text{C}/\text{giây}$  hoặc lớn hơn, việc tạo ra peclit thô hoặc xementit thô có thể được giảm thiểu, và vì vậy các đặc tính sau khi tôi có thể được cải thiện. Ngoài ra, bằng cách thiết đặt tốc độ làm nguội trung bình là  $20^{\circ}\text{C}/\text{giây}$  hoặc nhỏ hơn, có thể dễ dàng thực hiện được việc làm ổn định vật liệu.

#### (7) Quy trình phủ (S9)

Trong trường hợp mà lớp phủ được tạo ra trên bề mặt của tấm thép để thu được tấm thép được phủ, việc phủ bằng điện hoặc phủ nhúng nóng có thể được thực hiện theo phương pháp quen thuộc. Trong trường hợp mạ kẽm nhúng nóng, thiết bị mạ kẽm nhúng nóng liên tục có thể được sử dụng và quy trình ủ và việc xử lý sau phủ có thể được thực hiện trên các thiết bị. Theo cách khác, việc xử lý lớp phủ có thể được thực hiện độc lập với quy trình ủ. Việc xử lý hợp kim hóa còn có thể được thực hiện thêm vào việc mạ kẽm nhúng nóng để mạ kẽm và hợp kim hóa lớp mạ. Trong trường hợp thực hiện việc xử lý hợp kim hóa, nhiệt độ xử lý hợp kim hóa tốt hơn nếu là từ  $480^{\circ}\text{C}$  đến  $600^{\circ}\text{C}$ . Bằng cách thiết đặt nhiệt độ xử lý hợp kim hóa là  $480^{\circ}\text{C}$  hoặc lớn hơn, sự không đều trong việc xử

lý hợp kim hóa có thể được kìm hãm. Bằng cách thiết đặt nhiệt độ xử lý hợp kim hóa là  $600^{\circ}\text{C}$  hoặc nhỏ hơn, chi phí sản xuất có thể được kìm hãm, và có thể đảm bảo được năng suất cao. Sau khi mạ kẽm nhúng nóng, cán là có thể được thực hiện để hiệu chuẩn độ phẳng của tấm thép nếu cần. Tỷ lệ kéo dài của cán là có thể là theo phương pháp quen thuộc.

Lượng của các đám tạp chất và mức độ phân tách trong tấm thép chủ yếu được xác định bởi quy trình cán nóng và không thay đổi đáng kể trước và sau khi tạo hình nóng. Vì vậy, khi thành phần hóa học, lượng của các đám tạp chất (độ sạch), và mức độ phân tách của tấm thép trước khi tạo hình nóng thỏa mãn các khoảng của phương án này, chi tiết được dập nóng sản xuất được bằng cách dập nóng được thực hiện dưới đây cũng thỏa mãn các khoảng của phương án này.

### **Ví dụ thực hiện sáng chế**

Các thép có các thành phần hóa học được thể hiện trong bảng 1 được làm nóng chảy trong lò thổi để thử nghiệm, và việc đúc liên tục được thực hiện trên máy đúc liên tục để thử nghiệm. Như được thể hiện trong bảng 2, trong quy trình đúc liên tục, tốc độ rót và chênh lệch giữa nhiệt độ nung nóng và nhiệt độ nóng chảy (nhiệt độ thép nóng chảy – nhiệt độ chất lỏng) thay đổi nhiều trong khi đúc. Ngoài ra, trong công đoạn hóa rắn phôi dẹt, việc khuấy bằng điện từ được thực hiện. Hơn thế nữa, trong phần phôi dẹt đã hóa rắn cuối cùng, việc loại bỏ phần bị phân tách ở giữa được thực hiện bằng cách làm giảm lớp không được hóa rắn (ép dùn) mà trong đó khoảng cách giữa cặp trục cán ở trên và ở dưới trong máy đúc liên tục được làm hẹp lại. Để so sánh, các phôi dẹt mà được khuấy bằng điện từ và/hoặc ép dùn (việc xử lý làm giảm phân tách ở tâm) không được thực hiện được sản xuất một phần. Sau đó, việc xử lý làm đồng nhất phôi dẹt được thực hiện ở  $1300^{\circ}\text{C}$  trong 20 giờ. Việc xử lý làm đồng nhất phôi dẹt được bỏ qua đối với một số phôi dẹt. Bằng cách sử dụng các phôi dẹt được sản xuất như mô tả ở trên, việc cán nóng được thực hiện, và sau đó các sản phẩm

được làm nguội và được cuộn để thu được các tấm thép cán nóng có độ dày tấm thép là 5,0 mm hoặc 2,9 mm. Đối với các điều kiện cán trong thời gian này, nhiệt độ nung nóng của các phôi dẹt là 1250°C, nhiệt độ bắt đầu cán là 1150°C, nhiệt độ kết thúc cán là 900°C, và nhiệt độ cuộn là 650°C. Việc cán nóng được thực hiện bằng cách cán nhiều lần, và việc giữ trong 10 giây được thực hiện sau khi kết thúc cán. Việc làm nguội sau khi cán nóng được thực hiện bằng cách làm nguội bằng nước. Để so sánh, các phần của nó không được giữ sau khi kết thúc cán.

Ngoài ra, đối với các tốc độ rót, kích thước của thiết bị sản xuất thực tế là khác với máy đúc liên tục dùng cho thử nghiệm trong ví dụ này. Vì vậy, trong bảng 2, khi tính đến các yếu tố kích thước, trị số mà được chuyển đổi thành tốc độ rót trong thiết bị sản xuất thực tế được mô tả. Ngoài ra, chênh lệch giữa nhiệt độ nung nóng và nhiệt độ nóng chảy trong bảng 2 là trị số thu được bằng cách lấy nhiệt độ thép nóng chảy trừ đi nhiệt độ chất lỏng.

Các tấm thép cán nóng thu được được xử lý tẩy gỉ theo phương pháp quen thuộc để thu được các tấm thép được tẩy gỉ. Các tấm thép được tẩy gỉ có độ dày tấm thép là 5,0 mm được cán nguội để thu được các tấm thép cán nguội có độ dày tấm thép là 2,9 mm. Các phần của các tấm thép cán nóng này được mạ điện. Các phần của các tấm thép cán nguội này được ủ kết tinh lại (ở nhiệt độ ủ là 800°C trong thời gian ủ là 60 giây) trong thiết bị ủ liên tục, và sau đó các phần của các phần nêu trên được mạ điện kẽm. Hơn thế nữa, các phần của các tấm thép cán nóng này và các tấm thép cán nguội được ủ (ở nhiệt độ ủ là 800°C trong thời gian ủ là 60 giây) và mạ kẽm nhúng nóng trong thiết bị mạ kẽm nhúng nóng liên tục. Nhiệt độ của bể mạ kẽm nhúng nóng là 460°C, và các phần của chúng được xử lý hợp kim hóa ở 540°C trong 20 giây, nhờ đó thu được các tấm thép mạ kẽm nhúng nóng và các tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa lớp mạ.

Bảng 1

(% khối lượng)

| Loại thép | C     | Si   | Mn   | P     | S      | sol.Al | N      | B      | Cr   | Ni   | Cu   | Ti   | Nb   | Nhiệt độ<br>chất lỏng<br>(°C) |
|-----------|-------|------|------|-------|--------|--------|--------|--------|------|------|------|------|------|-------------------------------|
| A         | 0,190 | 0,10 | 2,45 | 0,007 | 0,0015 | 0,040  | 0,0050 | 0,0030 | 0,47 | -    | -    | 0,06 | -    | 1508                          |
| B         | 0,220 | 0,12 | 2,20 | 0,010 | 0,0025 | 0,040  | 0,0030 | 0,0008 | 0,21 | -    | -    | 0,09 | 0,02 | 1508                          |
| C         | 0,260 | 0,09 | 2,14 | 0,015 | 0,0020 | 0,008  | 0,0040 | 0,0050 | 0,40 | 0,05 | -    | -    | -    | 1505                          |
| D         | 0,210 | 0,09 | 2,20 | 0,011 | 0,0018 | 0,026  | 0,0062 | 0,0022 | 0,20 | -    | -    | 0,03 | -    | 1509                          |
| E         | 0,250 | 0,10 | 1,88 | 0,010 | 0,0020 | 0,020  | 0,0030 | 0,0011 | 0,30 | 0,01 | -    | 0,01 | 0,02 | 1507                          |
| F         | 0,255 | 0,12 | 2,00 | 0,010 | 0,0080 | 0,030  | 0,0040 | 0,0022 | 0,25 | -    | -    | -    | -    | 1506                          |
| G         | 0,190 | 0,03 | 2,00 | 0,010 | 0,0020 | 0,010  | 0,0030 | 0,0030 | 0,80 | -    | 0,04 | -    | -    | 1511                          |
| H         | 0,230 | 0,05 | 2,68 | 0,020 | 0,0020 | 0,020  | 0,0035 | 0,0025 | 0,85 | -    | -    | -    | -    | 1504                          |
| I         | 0,220 | 0,05 | 2,20 | 0,010 | 0,0023 | 0,100  | 0,0030 | 0,0010 | 0,50 | -    | -    | 0,02 | -    | 1508                          |
| J         | 0,210 | 0,20 | 1,30 | 0,011 | 0,0026 | 0,026  | 0,0062 | 0,0022 | 0,20 | -    | -    | 0,03 | -    | 1514                          |
| K         | 0,200 | 0,90 | 2,00 | 0,012 | 0,0020 | 0,042  | 0,0039 | 0,0010 | 0,28 | -    | -    | -    | -    | 1500                          |
| L         | 0,160 | 0,13 | 1,93 | 0,010 | 0,0050 | 0,038  | 0,0048 | 0,0015 | 0,02 | -    | -    | -    | -    | 1515                          |
| M         | 0,210 | 0,10 | 1,60 | 0,010 | 0,0020 | 0,038  | 0,0038 | 0,0010 | 0,22 | -    | -    | 0,03 | -    | 1512                          |
| N         | 0,320 | 0,10 | 2,00 | 0,010 | 0,0028 | 0,025  | 0,0039 | 0,0015 | 0,22 | -    | -    | 0,02 | -    | 1502                          |
| O         | 0,120 | 0,13 | 2,10 | 0,012 | 0,0026 | 0,040  | 0,0045 | 0,0020 | 0,25 | -    | -    | 0,04 | -    | 1516                          |
| P         | 0,190 | 0,10 | 1,90 | 0,009 | 0,0023 | 0,035  | 0,0038 | 0,0018 | 0,02 | -    | -    | 0,03 | -    | 1513                          |
| Q         | 0,210 | 0,14 | 5,00 | 0,020 | 0,0030 | 0,025  | 0,0030 | 0,0025 | 0,20 | -    | -    | 0,02 | -    | 1492                          |
| R         | 0,220 | 0,12 | 2,10 | 0,015 | 0,0028 | 0,038  | 0,0042 | 0,0150 | 0,30 | -    | -    | 0,05 | -    | 1508                          |

Bảng 2

(1/2)

| Thứ<br>nghiệm<br>số | Loại<br>thép | Chênh lệch<br>nhiệt độ nung<br>nóng thép<br>nóng chảy<br>(°C) | Tốc độ rót<br>(tấn/phút) | Khuấy bằng<br>điện từ | Ép đùn   | Xử lý làm<br>đồng nhất<br>phôi dẹt | Giữ sau<br>khi kết<br>thúc | Độ sạch<br>(%) | Mức độ<br>phân<br>tách của<br>Mn $\alpha$ | Ghi chú                |
|---------------------|--------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------|----------|------------------------------------|----------------------------|----------------|-------------------------------------------|------------------------|
| 1                   | A            | 32                                                            | 4,2                      | Có                    | Có       | Có                                 | Có                         | 0,02           | 1,2                                       | Ví dụ theo<br>sáng chế |
| 2                   | A            | 32                                                            | 4,2                      | Có                    | Có       | Có                                 | Không có                   | 0,02           | 1,2                                       | Ví dụ theo<br>sáng chế |
| 3                   | B            | 32                                                            | 5,5                      | Có                    | Có       | Có                                 | Có                         | 0,03           | 1,2                                       | Ví dụ theo<br>sáng chế |
| 4                   | B            | 32                                                            | 7,0                      | Có                    | Có       | Có                                 | Có                         | <u>0,16</u>    | 1,3                                       | Ví dụ<br>so sánh       |
| 5                   | C            | 35                                                            | 2,3                      | Có                    | Có       | Không có                           | Có                         | 0,01           | 1,3                                       | Ví dụ theo<br>sáng chế |
| 6                   | C            | 35                                                            | 2,3                      | Có                    | Có       | Có                                 | Có                         | 0,01           | 1,1                                       | Ví dụ theo<br>sáng chế |
| 7                   | D            | 31                                                            | 3,3                      | Có                    | Có       | Có                                 | Có                         | 0,02           | 1,3                                       | Ví dụ theo<br>sáng chế |
| 8                   | D            | 31                                                            | 3,3                      | Không có              | Có       | Có                                 | Có                         | 0,02           | <u>1,8</u>                                | Ví dụ<br>so sánh       |
| 9                   | E            | 33                                                            | 2,5                      | Có                    | Có       | Có                                 | Có                         | 0,01           | 1,2                                       | Ví dụ theo<br>sáng chế |
| 10                  | F            | 34                                                            | 6,0                      | Có                    | Có       | Có                                 | Có                         | <u>0,12</u>    | 1,3                                       | Ví dụ<br>so sánh       |
| 11                  | G            | 30                                                            | 3,0                      | Có                    | Có       | Có                                 | Có                         | 0,02           | 1,3                                       | Ví dụ theo<br>sáng chế |
| 12                  | H            | 36                                                            | 2,8                      | Không có              | Không có | Không có                           | Có                         | 0,02           | <u>2,0</u>                                | Ví dụ<br>so sánh       |

(2/2)

| Thử nghiệm số | Loại thép | Chênh lệch nhiệt độ nung nóng thép nóng chảy (°C) | Tốc độ rót (tấn/phút) | Khuấy bằng điện từ | Ép đùn | Xử lý làm đồng nhất phối dẹt | Giữ sau khi kết thúc | Độ sạch (%) | Mức độ phân tách của Mn $\alpha$ | Ghi chú             |
|---------------|-----------|---------------------------------------------------|-----------------------|--------------------|--------|------------------------------|----------------------|-------------|----------------------------------|---------------------|
| 13            | H         | 36                                                | 2,8                   | Có                 | Có     | Có                           | Có                   | 0,02        | 1,2                              | Ví dụ theo sáng chế |
| 14            | I         | 32                                                | 5,7                   | Có                 | Có     | Có                           | Có                   | 0,04        | 1,1                              | Ví dụ theo sáng chế |
| 15            | I         | 2                                                 | 5,7                   | Có                 | Có     | Có                           | Có                   | <u>0,17</u> | 1,3                              | Ví dụ so sánh       |
| 16            | J         | 26                                                | 3,4                   | Có                 | Có     | Có                           | Có                   | 0,02        | 1,2                              | Ví dụ so sánh       |
| 17            | K         | 40                                                | 4,8                   | Có                 | Có     | Có                           | Có                   | 0,03        | 1,3                              | Ví dụ so sánh       |
| 18            | L         | 25                                                | 5,5                   | Có                 | Có     | Có                           | Có                   | <u>0,09</u> | 1,3                              | Ví dụ so sánh       |
| 19            | M         | 28                                                | 2,5                   | Có                 | Có     | Có                           | Có                   | 0,01        | 1,1                              | Ví dụ so sánh       |
| 20            | N         | 38                                                | 3,0                   | Có                 | Có     | Có                           | Có                   | 0,02        | 1,2                              | Ví dụ so sánh       |
| 21            | O         | 24                                                | 5,5                   | Có                 | Có     | Có                           | Có                   | 0,03        | 1,1                              | Ví dụ so sánh       |
| 22            | P         | 27                                                | 3,0                   | Có                 | Có     | Có                           | Có                   | 0,02        | 1,2                              | Ví dụ so sánh       |
| 23            | Q         | 48                                                | 2,2                   | Có                 | Có     | Có                           | Có                   | 0,01        | 1,5                              | Ví dụ so sánh       |
| 24            | R         | 32                                                | 5,2                   | Có                 | Có     | Có                           | Có                   | 0,03        | 1,2                              | Ví dụ so sánh       |

Việc tạo hình bằng cách dập nóng được thực hiện đối với các tấm thép sản xuất được dùng làm mẫu thử nghiệm, bằng cách sử dụng thiết bị thử nghiệm dập nóng. Các tấm thép mà được đột lỗ với kích thước lỗ là 150 mm vuông và đột lỗ với đường kính lỗ là 36 mm (khe hở là 10%) được nung nóng trong lò nung cho đến khi nhiệt độ bề mặt của tấm thép đạt đến 900°C, được giữ ở nhiệt độ này trong 4 phút, và được lấy ra khỏi lò nung. Sau đó, các tấm thép này được làm nguội xuống 750°C bằng cách làm nguội bằng không khí, được tạo viên mép lỗ nóng khi nhiệt độ đạt đến 750°C, và được giữ trong 1 phút ở tâm đáy của máy dập. Các điều kiện tạo viên mép lỗ nóng như sau.

Hình dạng đột lỗ: nón,

Đường kính lỗ đột: 60 mm,

Tốc độ dập: 40 mm/giây,

Việc làm nguội sau khi tạo hình được thực hiện bằng cách làm nguội khuôn, sao cho tấm thép được giữ trong 1 phút ở tâm đáy.

Trên tiết diện ngang của tấm thép được dập nóng mà song song với hướng cán, độ cứng của phần được tạo viên mép lỗ (phần được tạo hình biến dạng cao mà trải qua biến dạng dẻo 20% hoặc lớn hơn) và phần mép (phần được tạo hình biến dạng thấp mà trải qua biến dạng dẻo với lượng 5% hoặc nhỏ hơn) ở vị trí có độ sâu bằng 1/4 chiều dày tấm trên tiết diện ngang được đo bằng máy đo độ cứng Vicker. Tải trọng đo là 98 kN. Phương pháp đo dựa vào tiêu chuẩn JIS Z 2244. Việc đo độ cứng được thực hiện tổng cộng năm lần trong khi di chuyển với bước di chuyển là 200  $\mu\text{m}$  ở vị trí có cùng độ sâu. Trị số trung bình của năm độ cứng Vicker thu được từ mỗi chi tiết được xác định là độ cứng trung bình ( $H_v$ ). Thu được sự chênh lệch giữa độ cứng trung bình của phần được tạo viên mép lỗ và độ cứng trung bình của phần mép ( $\Delta H_v = (\text{phần mép } H_v) - (\text{phần được tạo viên mép lỗ } H_v)$ ), và trường hợp mà  $\Delta H_v$  là 40 hoặc nhỏ hơn được xác định là chấp nhận được. Các kết quả khảo sát độ cứng được thể hiện trong bảng 3.

Ngoài ra, lượng biến dạng thu được bằng cách đo độ dày tấm thép ở mỗi vị trí của tấm thép đã được gia công và tính lượng giảm độ dày tấm thép sau khi gia công từ độ dày tấm thép trước khi gia công.

Ngoài ra, đối với các tấm thép sản xuất được dùng làm mẫu thử nghiệm, việc khảo sát trị số độ dai (trị số tuyệt đối của độ dai) và tính dị hướng về độ dai được tiến hành.

Việc khảo sát được tiến hành theo cách sau. Trước tiên, tấm thép có độ dày tấm thép là 2,9 mm được nung nóng cho đến khi nhiệt độ bề mặt tấm thép đạt đến 900°C trong lò nung, được giữ trong 4 phút ở nhiệt độ này, và sau đó được lấy ra khỏi lò nung. Tiếp theo, tấm thép này được làm nguội xuống 750°C bằng cách làm nguội bằng không khí, được đặt giữa các tấm phẳng của khuôn khi nhiệt độ đạt đến 750°C và được giữ trong 1 phút. Sau đó, mặt trước và cạnh của mẫu thử này được tạo rãnh đến độ dày 2,5 mm. Các thử nghiệm va đập Charpy được lựa chọn để các hướng theo chiều dọc của các mẫu là hướng cán và hướng vuông góc với hướng cán. Ở thời điểm này, rãnh khía có dạng chữ V có độ sâu là 2 mm. Thử nghiệm va đập được thực hiện trên cơ sở tiêu chuẩn JIS Z 2242 ở nhiệt độ phòng là nhiệt độ thử nghiệm. Tỷ lệ giữa trị số va đập theo hướng cán (năng lượng hấp thụ / diện tích tiết diện ngang) và trị số va đập theo hướng vuông góc với hướng cán được sử dụng làm chỉ số của tính dị hướng.

Các kết quả được thể hiện trong bảng 3. Kết quả của thử nghiệm là, khi trị số va đập dọc theo hướng cán là 70 J/cm<sup>2</sup> hoặc lớn hơn và tỷ số trị số va đập là 0,65 hoặc lớn hơn, thì các đặc tính tốt được xác định.

Độ sạch của tấm thép được khảo sát trên cơ sở tiêu chuẩn JIS G 0555. Các mẫu được cắt từ tấm thép của từng thử nghiệm số ở năm điểm, và độ sạch của từng vị trí 1/8, 1/4, 1/2, 3/4, và 7/8 độ dày tấm được khảo sát bằng phương pháp đếm điểm. Trong số các kết quả tại từng vị trí độ dày của tấm thép, trị số có độ sạch cao nhất được xác định là độ sạch của mẫu. Độ sạch là tổng của các đám tạp chất loại A, loại B, và loại C.

Thu được mức độ phân tách của Mn bằng cách thực hiện phân tích thành phần bề mặt của Mn bằng cách sử dụng EPMA. Các mẫu được cắt từ tấm thép của từng thử nghiệm số tại năm điểm, 10 trường quan sát được xác định tại từng vị trí  $1/4$  và  $1/2$  độ dày tấm với mức độ khuếch đại là 500 lần, và trị số trung bình của mức độ phân tách của Mn của từng điểm của các trường quan sát được sử dụng.

Bảng 3

(1/2)

| Thứ<br>nhịệm<br>số | Loại<br>thép | Quy trình         | Kiểu phủ             | Độ cứng  |                              |              | Tỷ lệ trị<br>số va đập | Ghi chú             |
|--------------------|--------------|-------------------|----------------------|----------|------------------------------|--------------|------------------------|---------------------|
|                    |              |                   |                      | Phân mếp | Phân được tạo<br>viên mếp lỗ | $\Delta H_v$ |                        |                     |
| 1                  | A            | Cán nóng          | -                    | 436      | 440                          | -4           | 0,785                  | Ví dụ theo sáng chế |
| 2                  | A            | Cán nóng          | -                    | 440      | 438                          | 2            | 0,727                  | Ví dụ theo sáng chế |
| 3                  | B            | Cán nguội<br>và ủ | Mạ kẽm<br>nhúng nóng | 468      | 455                          | 13           | 0,681                  | Ví dụ theo sáng chế |
| 4                  | B            | Cán nguội<br>và ủ | Mạ kẽm<br>nhúng nóng | 467      | 450                          | 17           | <u>0,466</u>           | Ví dụ so sánh       |
| 5                  | C            | Cán nóng          | Mạ điện              | 509      | 489                          | 20           | 0,729                  | Ví dụ theo sáng chế |
| 6                  | C            | Cán nóng          | Mạ điện              | 507      | 483                          | 24           | 0,769                  | Ví dụ theo sáng chế |
| 7                  | D            | Cán nóng          | Mạ kẽm<br>nhúng nóng | 459      | 438                          | 21           | 0,725                  | Ví dụ theo sáng chế |
| 8                  | D            | Cán nóng          | Mạ kẽm<br>nhúng nóng | 456      | 440                          | 16           | <u>0,625</u>           | Ví dụ so sánh       |
| 9                  | E            | Cán nguội         | -                    | 496      | 480                          | 16           | 0,749                  | Ví dụ theo sáng chế |
| 10                 | F            | Cán nguội         | -                    | 503      | 470                          | 33           | <u>0,407</u>           | Ví dụ so sánh       |
| 11                 | G            | Cán nguội<br>và ủ | Mạ điện              | 438      | 428                          | 10           | 0,714                  | Ví dụ theo sáng chế |
| 12                 | H            | Cán nguội<br>và ủ | Mạ kẽm<br>nhúng nóng | 476      | 473                          | 3            | <u>0,574</u>           | Ví dụ so sánh       |

(2/2)

| Thử nghiệm số | Loại thép | Quy trình      | Kiểu phủ          | Độ cứng |     |           | Trị số va đập theo hướng cán ( $J/cm^2$ ) | Tỷ lệ trị số va đập | Ghi chú             |
|---------------|-----------|----------------|-------------------|---------|-----|-----------|-------------------------------------------|---------------------|---------------------|
| 13            | H         | Cán nguội và ủ | Mạ kẽm nhúng nóng | 481     | 480 | 1         | 88,9                                      | 0,734               | Ví dụ theo sáng chế |
| 14            | I         | Cán nguội và ủ | -                 | 470     | 471 | -1        | 85,9                                      | 0,701               | Ví dụ theo sáng chế |
| 15            | I         | Cán nguội và ủ | -                 | 467     | 462 | 5         | <u>55,4</u>                               | <u>0,466</u>        | Ví dụ so sánh       |
| 16            | J         | Cán nóng       | -                 | 456     | 395 | <u>61</u> | 99,0                                      | 0,688               | Ví dụ so sánh       |
| 17            | K         | Cán nóng       | Mạ kẽm nhúng nóng | 447     | 392 | <u>55</u> | 99,6                                      | 0,699               | Ví dụ so sánh       |
| 18            | L         | Cán nguội      |                   | 409     | 310 | <u>99</u> | 111,3                                     | <u>0,511</u>        | Ví dụ so sánh       |
| 19            | M         | Cán nguội và ủ | Mạ kẽm nhúng nóng | 458     | 417 | <u>41</u> | 101,0                                     | 0,769               | Ví dụ so sánh       |
| 20            | N         | Cán nguội và ủ | Mạ kẽm nhúng nóng | 567     | 557 | 10        | <u>37,9</u>                               | 0,674               | Ví dụ so sánh       |
| 21            | O         | Cán nguội và ủ | -                 | 366     | 322 | <u>44</u> | 136,0                                     | 0,693               | Ví dụ so sánh       |
| 22            | P         | Cán nguội và ủ | -                 | 435     | 372 | <u>63</u> | 109,1                                     | 0,711               | Ví dụ so sánh       |
| 23            | Q         | Cán nguội và ủ | -                 | 519     | 517 | 2         | <u>62,0</u>                               | <u>0,615</u>        | Ví dụ so sánh       |
| 24            | R         | Cán nguội và ủ | -                 | 463     | 432 | 31        | <u>61,9</u>                               | 0,659               | Ví dụ so sánh       |

Trong tất cả các thử nghiệm số 16 đến 19, 21, và 22, độ cứng trung bình của phần được tạo viền mép lõ mà là phần được biến dạng với biến dạng cao bị giảm đáng kể so với độ cứng trung bình của phần mép mà là phần được tạo hình biến dạng thấp, và các trị số  $\Delta H_v$  gia tăng từ 41 đến 99. Sở dĩ như vậy là vì phần được tạo viền mép lõ được làm mềm đi bởi chuyển biến ferit gây ra bởi biến dạng do việc gia công tạo viền mép lõ. Trong trường hợp này, trong sản phẩm được tạo hình nóng sản xuất được, độ cứng khác nhau cục bộ, và vì vậy độ bền của sản phẩm được tạo ra không đồng đều mà giảm một phần. Vì vậy, sự tin cậy của sản phẩm bị giảm.

Ngoài ra, trong các thử nghiệm số 4, 8, 10, 12, 15, 18, 20, 23, và 24, các thành phần hóa học, độ sạch hoặc mức độ phân tách nằm ngoài khoảng của sáng chế, và vì vậy trị số va đập theo hướng cán và/hoặc tỷ lệ trị số va đập là không đạt yêu cầu.

Ngược lại với điều này, trong tất cả các tấm thép có thành phần hóa học của sáng chế, bất kể có hoặc không có quy trình cán nguội, có hoặc không có quy trình ủ, hoặc kiểu phủ,  $\Delta H_v$  là -4 đến 24, sự chênh lệch giữa độ cứng trung bình của phần mép và độ cứng trung bình của phần được tạo viền mép lõ là nhỏ, và tính ổn định của độ cứng và độ bền trong khi tạo hình biến dạng cao là tuyệt vời.

Ngoài ra, độ dai sau khi cán nóng và tính dị hướng về độ dai được thể hiện với các trị số đạt yêu cầu.

#### Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Trong tấm thép được đề xuất bởi sáng chế, ngay cả trong trường hợp việc tạo hình nóng đi kèm với việc tạo hình biến dạng cao như tạo viền mép lõ được thực hiện, chuyển biến ferit gây ra bởi biến dạng trong phần được tạo hình bị kìm hãm. Vì vậy có thể thu được tấm thép có phân bố độ cứng ổn định sau khi tạo hình nóng, độ dai tuyệt vời và tính dị hướng về độ dai thấp sau khi tạo hình nóng. Tấm thép này thích hợp để, ví dụ, làm vật liệu chế tạo các chi tiết kết cấu cơ học bao gồm chi tiết kết cấu làm thân xe, chi tiết sàn xe, và chi tiết tương

tự của xe, và vì vậy sáng chế rất hữu ích trong các lĩnh vực công nghiệp.

## YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Tấm thép có thành phần hóa học bao gồm, theo % khối lượng, các nguyên tố sau đây:

C: từ 0,18% đến 0,275%;

Si: từ 0,02% đến 0,15%;

Mn: từ 1,85% đến 2,75%;

sol.Al: từ 0,0002% đến 0,5%;

Cr: từ 0,05% đến 1,00%;

B: từ 0,0005% đến 0,01%;

P: 0,1% hoặc nhỏ hơn;

S: 0,0035% hoặc nhỏ hơn;

N: 0,01% hoặc nhỏ hơn;

Ni: từ 0% đến 0,15%;

Cu: từ 0% đến 0,05%;

Ti: từ 0% đến 0,1%;

Nb: từ 0% đến 0,2%; và

phần còn lại là Fe và các tạp chất,

trong đó độ sạch của cấu trúc kim loại là 0,08% hoặc nhỏ hơn,

$\alpha$  mà là mức độ phân tách của Mn được biểu diễn bằng biểu thức 1 dưới đây là 1,6 hoặc nhỏ hơn, và

trong tạo hình nóng, sự chênh lệch  $\Delta H_v$  về độ cứng trung bình sau khi tạo hình nóng giữa phần được tạo hình biến dạng thấp mà trải qua biến dạng dẻo 5% hoặc nhỏ hơn và phần được tạo hình biến dạng cao mà trải qua biến dạng dẻo 20% hoặc lớn hơn là 40 hoặc nhỏ hơn,

$\alpha = (\text{nồng độ Mn lớn nhất, theo \% khối lượng, trong phần tâm theo độ dày của tấm thép}) / (\text{nồng độ Mn trung bình, theo \% khối lượng, ở vị trí có độ sâu bằng } 1/4 \text{ chiều dày tấm tính từ bề mặt của tấm thép}) \dots \text{biểu thức 1.}$

2. Tấm thép theo điểm 1, trong đó thành phần hóa học còn bao gồm: thay cho

phần của Fe, theo % khối lượng, một hoặc hai nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm: Ni: từ 0,02% đến 0,15%, và Cu: từ 0,003% đến 0,05%.

3. Tấm thép theo điểm 1 hoặc 2, trong đó thành phần hóa học còn bao gồm: thay cho phần của Fe, theo % khối lượng, một hoặc hai nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm: Ti: từ 0,005% đến 0,1%, và Nb: từ 0,005% đến 0,2%.

4. Tấm thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó bề mặt của tấm thép còn có lớp phủ.