

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2023年10月5日(05.10.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/189183 A1

(51) 国際特許分類:

C22C 38/00 (2006.01) C21D 9/00 (2006.01)  
C22C 38/60 (2006.01) C21D 9/46 (2006.01)  
C21D 1/18 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/007869

(22) 国際出願日: 2023年3月2日(02.03.2023)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:  
特願 2022-060624 2022年3月31日(31.03.2022) JP

(71) 出願人: 日本製鉄株式会社 (NIPPON STEEL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 戸田 由梨 (TODA, Yuri); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 日本製鉄株式会社内 Tokyo (JP). 伊藤 一真 (ITO, Kazuma); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 日本製鉄株式会社内 Tokyo (JP). 浅田 祐馬 (ASADA, Yuma); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 日本製鉄株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 青木 篤, 外 (AOKI, Atsushi et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目23番1号 虎ノ門ヒルズ森タワー 青和特許法律事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP,

KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: HOT-STAMP-FORMED ARTICLE

(54) 発明の名称: ホットスタンプ成形体

(57) Abstract: Provided is a hot-stamp-formed article having a specific chemical composition, the hot-stamp-formed article containing, by area ratio, 90% or more in total of at least one of martensite, bainite, and tempered martensite, and having a microstructure in which the standard deviation in a grain size distribution of prior-austenite grains is 5.0 μm or less and the total segregation level of at least one of Mo, W, Ta, Re, Os, Ir, and Tc at the prior-austenite grain boundaries is 0.10 atom% or higher.

(57) 要約: 所定の化学組成を有し、面積率で、マルテンサイト、ベイナイト及び焼き戻しマルテンサイトの少なくとも1種: 合計で90%以上を含み、旧オーステナイト粒の粒径分布における標準偏差が5.0 μm以下であり、旧オーステナイト粒界におけるMo、W、Ta、Re、Os、Ir及びTcの少なくとも1種の合計偏析量が0.10原子%以上であるマイクロ組織を有するホットスタンプ成形体が提供される。



WO 2023/189183 A1

## 明 細 書

発明の名称：ホットスタンプ成形体

### 技術分野

[0001] 本発明は、ホットスタンプ成形体に関する。

### 背景技術

[0002] 近年、自動車業界では、燃費向上の観点から車体の軽量化が求められている。車体の軽量化と衝突安全性を両立するためには、使用する鋼板の高強度化が有効な方法の一つであり、このような背景から高強度鋼板の開発が進められている。

[0003] 鋼板を高強度化すると成形性が低下するため、鋼板において強度と成形性の両立を図ることは一般に困難である。高強度鋼板のような成形が困難な材料をプレス成形する技術としてホットスタンプ（熱間プレス）が知られている。ホットスタンプは、成形に供される材料を加熱してから成形する熱間成形技術である。この技術では、材料を加熱してから成形するため、成形時には鋼材が軟質で良好な成形性を有する。したがって、高強度の鋼材であっても複雑な形状に精度よく成形することが可能であり、また、プレス金型によって成形と同時に焼き入れを行うため、成形後の鋼材は十分な強度を有することが知られている。

[0004] これに関連して、特許文献1では、所定の成分組成を有し、ミクロ組織が、平均結晶粒径が $3\mu\text{m}$ 以下の旧オーステナイトを含み、さらに、下部ベイナイト、マルテンサイト、及び焼戻しマルテンサイトの少なくとも1種を、面積率が90%以上含み、 $Z = (\text{粒界におけるNb及びMoの1種又は2種の質量\%}) / (\text{溶解時のNb及びMoの1種又は2種の質量\%})$ で定義される粒界固溶比Zが0.3以上であることを特徴とするホットスタンプ成形体が記載されている。また、特許文献1では、上記のホットスタンプ成形体は引張強さが2000MPa以上であることが記載されている。

### 先行技術文献

## 特許文献

[0005] 特許文献1：国際公開第2019/186928号

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0006] 鋼材の強度が高くなると、一般的に、鋼材がその最大応力に到達する前に破断する現象（早期破断）が起こりやすくなる。このため、このような早期破断を抑制することが可能な鋼材に対する高いニーズがある。これに関連して、特許文献1では、上記の特徴を有するホットスタンプ成形体では、2000MPa以上の高い引張強さを有することに加えて、早期破断についても抑制されることが教示されている。一方で、自動車業界等では、鋼材のさらなる軽量化も求められており、このような軽量化を達成するためには、鋼材をこれまで以上に高強度化する必要が生じる。したがって、従来と同等又はそれ以上の高強度化を行った場合においても早期破断の課題を解決し得る鋼材、より具体的にはホットスタンプ成形体に対して依然として高いニーズがある。

[0007] そこで、本発明は、新規な構成により、高強度でかつ早期破断を抑制可能なホットスタンプ成形体を提供することを目的とする。

### 課題を解決するための手段

[0008] 本発明者らは、上記目的を達成するために、ホットスタンプ成形体のミクロ組織において、旧オーステナイト粒径のばらつきを低減することで破断の起点となる局所的な硬さの上昇を抑制することができること、加えて特定の元素を粒界に偏析させることで粒界を強化することができることを見出し、このような局所的な硬さの上昇抑制と粒界強化の組み合わせによってホットスタンプ成形体において高い引張強さを有するにもかかわらず、早期破断を十分に抑制することができることをさらに見出し、本発明を完成させた。

[0009] 上記目的を達成し得た本発明は下記のとおりである。

(1) 質量%で、

C : 0.40~0.70%、  
Si : 0.010~3.00%、  
Mn : 0.50~3.00%、  
P : 0.100%以下、  
S : 0.0100%以下、  
N : 0.0200%以下、  
O : 0.0200%以下、  
Al : 0.0010~0.500%、  
Nb : 0.0010~0.100%、  
Ti : 0.010~0.200%、  
Cr : 0.010~1.00%、  
Mo : 0.0010~1.000%、  
B : 0.0005~0.0200%、  
Co : 0~4.00%、  
Ni : 0~3.00%、  
Cu : 0~3.00%、  
V : 0~3.00%、  
Ca : 0~1.000%、  
Mg : 0~1.000%、  
REM : 0~1.000%、  
Sb : 0~1.00%、  
Sn : 0~1.00%、  
Zr : 0~1.00%、  
As : 0~0.100%、  
W、Ta、Re、Os、Ir及びTcの少なくとも1種 : 合計で0~1.00%、並びに  
残部 : Fe及び不純物からなる化学組成を有し、  
面積率で、マルテンサイト、ベイナイト及び焼き戻しマルテンサイトの少

なくとも1種：合計で90%以上を含み、

旧オーステナイト粒の粒径分布における標準偏差が $5.0\mu\text{m}$ 以下であり

、

旧オーステナイト粒界におけるMo、W、Ta、Re、Os、Ir及びTcの少なくとも1種の合計偏析量が0.10原子%以上であるマイクロ組織を有する、ホットスタンプ成形体。

(2) 前記旧オーステナイト粒界におけるMoの偏析量が0.10原子%以上である、上記(1)に記載のホットスタンプ成形体。

(3) 前記合計偏析量が0.15原子%以上である、上記(1)又は(2)に記載のホットスタンプ成形体。

### 発明の効果

[0010] 本発明によれば、高強度でかつ早期破断を抑制可能なホットスタンプ成形体を提供することができる。

### 発明を実施するための形態

[0011] <ホットスタンプ成形体>

本発明の実施形態に係るホットスタンプ成形体は、質量%で、

C : 0.40~0.70%、

Si : 0.010~3.00%、

Mn : 0.50~3.00%、

P : 0.100%以下、

S : 0.0100%以下、

N : 0.0200%以下、

O : 0.0200%以下、

Al : 0.0010~0.500%、

Nb : 0.0010~0.100%、

Ti : 0.010~0.200%、

Cr : 0.010~1.00%、

Mo : 0.0010~1.000%、

B : 0.0005~0.0200%、  
Co : 0~4.00%、  
Ni : 0~3.00%、  
Cu : 0~3.00%、  
V : 0~3.00%、  
Ca : 0~1.000%、  
Mg : 0~1.000%、  
REM : 0~1.000%、  
Sb : 0~1.00%、  
Sn : 0~1.00%、  
Zr : 0~1.00%、  
As : 0~0.100%、  
W、Ta、Re、Os、Ir及びTcの少なくとも1種：合計で0~1.00%、並びに  
残部：Fe及び不純物からなる化学組成を有し、  
面積率で、マルテンサイト、ベイナイト及び焼き戻しマルテンサイトの少なくとも1種：合計で90%以上を含み、  
旧オーステナイト粒の粒径分布における標準偏差が $5.0\mu\text{m}$ 以下であり、  
旧オーステナイト粒界におけるMo、W、Ta、Re、Os、Ir及びTcの少なくとも1種の合計偏析量が0.10原子%以上であるミクロ組織を有することを特徴としている。

[0012] 先に述べたとおり、鋼材の強度が高くなると、一般的に、鋼材がその最大応力に到達する前に破断する現象（早期破断）が起こりやすくなるという問題がある。そこで、本発明者らは、破断の起点となり得る硬質領域を低減するという観点と、破断を防止又は抑制するために粒界を強化するという観点の2つの観点に着目して検討を行った。より具体的には、本発明者らは、まず、ミクロ組織において旧オーステナイト粒径のばらつきが大きいと、旧オ

ーステナイト粒径がより小さい領域において硬度が高くなり、このような局所的な高強度領域が早期破断の起点となり得ることを見出した。これに対し、本発明者らは、旧オーステナイト粒の粒径分布における標準偏差を $5.0\ \mu\text{m}$ 以下に制御することで、このような局所的な硬さの上昇を確実に抑制することができることを見出した。

[0013] 何ら特定の理論に束縛されることを意図するものではないが、ホットスタンプ成形の際、オーステナイト粒の粒径に応じてマルテンサイト変態の開始温度が変化するものと考えられる。より詳しく説明すると、より大きな粒径を有するオーステナイト粒は、より小さな粒径を有するオーステナイト粒と比べてマルテンサイト変態の開始温度が高いために硬さが低くなると考えられる。より小さな粒径を有するオーステナイト粒は、大きな粒よりも低い温度でマルテンサイト変態するため硬さが上昇する。したがって、このような局所的な硬さの上昇を抑制又は低減するためには、マルテンサイト変態前のオーステナイト粒径におけるばらつきを低減することが重要となる。このような理由から、旧オーステナイト粒の粒径分布における標準偏差を $5.0\ \mu\text{m}$ 以下に制御して旧オーステナイト粒径のばらつきを低減することにより、マルテンサイト変態のタイミングの相違に基づく局所的な硬さの上昇を顕著に抑制することが可能になるものと考えられる。局所的に硬度が高い領域があると、このような領域が起点となって早期破断を引き起こす可能性が高いと考えられることから、旧オーステナイト粒径のばらつきを低減することは早期破断を抑制する上で非常に有効である。

[0014] これに関連して、ホットスタンプ成形体の製造方法について後で詳しく説明されるように、本発明者らは、熱延鋼板のマイクロ組織に着目し、当該マイクロ組織においてパーライトを均一に分散させることにより、ホットスタンプ成形体の最終的なマイクロ組織において旧オーステナイト粒の標準偏差を $5.0\ \mu\text{m}$ 以下に制御することができることを見出した。鋼材の高強度化に伴い、鋼材の焼入性を改善するために比較的多量のMnが添加される場合があるが、今回、本発明者らによる研究で、このような高Mn含有量（例えば0.

50質量%以上)では、パーライトが比較的生成しやすく、それゆえ低Mn含有量の場合と比較して熱延鋼板のミクロ組織において多く生成されるパーライトを均一に分散させることが非常に困難であることがわかった。しかしながら、本発明者らは、このような問題に対し、仕上げ圧延の最終段で比較的高い圧下を施すことにより熱延鋼板のミクロ組織においてパーライトの均一分散を可能とし、その結果としてホットスタンプ成形体の最終的なミクロ組織において旧オーステナイト粒径のばらつきを顕著に低減することができることを見出した。一方で、旧オーステナイト粒径のばらつきを低減して早期破断の起点となり得る領域を単に低減しただけでは、き裂が発生した場合にその進展を確実に抑制して早期破断を防ぐことができない可能性もある。

[0015] そこで、次に、本発明者らは、粒界に沿ったき裂の進展を抑制するという観点からさらに検討を行い、特定の元素、より具体的にはMo、W、Ta、Re、Os、Ir及びTcの少なくとも1種をそれらの合計の偏析量が0.10原子%以上となるような量で旧オーステナイト粒界に偏析させることにより、ホットスタンプ成形体のミクロ組織における旧オーステナイト粒界を強化することができることを見出した。その結果として、本発明者らは、上で説明した局所的な硬さの上昇抑制とこのような特定の粒界強化元素による旧オーステナイト粒界の強化との組み合わせによってホットスタンプ成形体において高い引張強さを有するにもかかわらず、早期破断を十分に抑制することができることを見出した。従来、例えば、焼入性向上などの観点から、これらの元素の一部をホットスタンプ用鋼板に添加することは知られているものの、Mo、W、Ta、Re、Os、Ir及びTcの少なくとも1種を所定の合計量とし、なおかつ熱処理条件を制御することによって旧オーステナイト粒界に偏析させることができ、0.40質量%以上の炭素を含む超高強度鋼材において当該旧オーステナイト粒界を強化し、それによって粒界に沿ったき裂の進展を抑制することができるという事実は、今回、本発明者らによって初めて明らかにされたことである。本発明の実施形態に係るホットスタンプ成形体では、局所的な硬さの上昇抑制とこのような特定元素の粒界偏

析による粒界強化とを組み合わせることで、早期破断の起点となり得る領域を低減するとともに、ホットスタンプ成形体においてき裂が発生した場合においても粒界に沿ったき裂の進展を確実に抑制することができる。このため、本発明の実施形態に係るホットスタンプ成形体によれば、高い引張強さ、例えば2200MPa以上の高い引張強さを有するにもかかわらず、早期破断を抑制することが可能となる。

[0016] 以下、本発明の実施形態に係るホットスタンプ成形体についてより詳しく説明する。以下の説明において、各元素の含有量の単位である「%」は、特に断りがない限り「質量%」を意味するものである。また、本明細書において、数値範囲を示す「～」とは、特に断りがない場合、その前後に記載される数値を下限値及び上限値として含む意味で使用される。

[0017] [C : 0.40～0.70%]

Cは、ホットスタンプ成形体の強度を向上させる元素である。C含有量が0.40%未満では、ホットスタンプ成形体において所望の強度を得ることができない。そのため、C含有量は0.40%以上とする。C含有量は、好ましくは0.42%以上、0.44%以上又は0.45%以上である。

一方、C含有量が0.70%超では、マルテンサイトの韌性が低すぎて優れた耐早期破断特性を得ることができない。そのため、C含有量は0.70%以下とする。好ましくは、C含有量は、0.67%以下、0.65%以下又は0.60%以下である。

[0018] [Si : 0.010～3.00%]

Siは、固溶強化により、ホットスタンプ成形体の強度を向上する元素である。Si含有量が0.010%未満では、所望の強度を得ることができない。そのため、Si含有量は0.010%以上とする。Si含有量は、好ましくは0.05%以上、0.10%以上、0.15%以上又は0.20%以上である。

一方、Si含有量が3.00%超では、フェライト量が増加し、所望の金属組織を得ることができない。そのため、Si含有量は3.00%以下とす

る。Si含有量は、好ましくは2.50%以下、2.00%以下、1.00%以下又は0.70%以下である。

[0019] [Mn : 0.50~3.00%]

Mnは、本実施形態に係るホットスタンプ成形体の製造過程で熱延鋼板においてオーステナイトからパーライトへの変態を促進させ、ホットスタンプ成形体の旧オーステナイト粒径分布の制御に寄与する元素である。旧オーステナイト粒の粒径分布における標準偏差を所望の範囲とするために、Mn含有量は0.50%以上とする。Mn含有量は、好ましくは0.70%以上、1.00%以上又は1.30%以上である。

一方、Mn含有量が3.00%超であると、熱延鋼板においてオーステナイトからパーライトへの変態が促進されすぎてしまい、ホットスタンプ成形体において旧オーステナイト粒の粒径分布における標準偏差を所望の範囲とすることができない。そのため、Mn含有量は3.00%以下とする。好ましくは、Mn含有量は2.70%以下、2.50%以下、2.30%以下又は2.00%以下である。

[0020] [P : 0.100%以下]

Pは、不純物元素であり、粒界に偏析することで破壊の起点となり耐早期破断特性を劣化させる。そのため、P含有量は0.100%以下とする。P含有量は、好ましくは0.050%以下又は0.010%以下である。

P含有量の下限は特に限定しないが、0.0001%未満に低減すると、脱Pコストが大幅に上昇し、経済的に好ましくない。そのため、P含有量は0.0001%以上としてもよい。

[0021] [S : 0.0100%以下]

Sは、不純物元素であり、鋼中に介在物を形成する。この介在物は破壊の起点となり耐早期破断特性を劣化させるため、S含有量は0.0100%以下とする。S含有量は、好ましくは0.0080%以下、0.0050%以下又は0.0030%以下である。

S含有量の下限は特に限定しないが、0.0001%未満に低減すると、

脱Sコストが大幅に上昇し、経済的に好ましくない。そのため、S含有量は0.0001%以上としてもよい。

[0022] [N : 0.0200%以下]

Nは、不純物元素であり、鋼中に窒化物を形成する。この窒化物は破壊の起点となり耐早期破断特性を劣化させるため、N含有量は0.0200%以下とする。N含有量は、好ましくは0.0150%以下、0.0100%以下、0.0060%以下又は0.0040%以下である。

N含有量の下限は特に限定しないが、0.0001%未満に低減すると、脱Nコストが大幅に上昇し、経済的に好ましくない。そのため、N含有量は0.0001%以上としてもよい。

[0023] [O : 0.0200%以下]

Oは、鋼中に多く含まれると破壊の起点となる粗大な酸化物を形成し、ホットスタンプ成形体の耐早期破断特性を劣化させる。そのため、O含有量は0.0200%以下とする。O含有量は、0.0100%以下、0.0070%以下又は0.0040%以下とすることが好ましい。

精錬コスト低減の観点から、O含有量は0.0001%以上としてもよい。溶鋼の脱酸時に微細な酸化物を多数分散させるために、O含有量は0.0005%以上としてもよい。

[0024] [Al : 0.0010~0.500%]

Alは、溶鋼を脱酸して鋼を健全化する作用を有する元素である。Al含有量が0.0010%未満では、脱酸が十分に行われず、粗大な酸化物が生成して耐早期破断特性を劣化させる。そのため、Al含有量は0.0010%以上とする。Al含有量は、好ましくは0.005%以上、0.010%以上又は0.030%以上である。

一方、Al含有量が0.500%超であると、鋼中に粗大な酸化物が生成し、ホットスタンプ成形体の耐早期破断特性が低下する。そのため、Al含有量は0.500%以下とする。Al含有量は、好ましくは0.400%以下、0.300%以下、0.200%以下又は0.100%以下である。

## [0025] [Nb : 0.0010~0.100%]

Nbは、鋼中に炭窒化物を形成して、析出強化によりホットスタンプ成形体の強度を向上する元素である。Nb含有量が0.0010%未満であると、所望の強度を得ることができない。そのため、Nb含有量は0.0010%以上とする。Nb含有量は、好ましくは0.005%以上、0.009%以上又は0.015%以上である。

一方、Nb含有量が0.100%超であると、鋼中に多量に炭窒化物が生成してホットスタンプ成形体の耐早期破断特性が劣化する。そのため、Nb含有量は0.100%以下とする。Nb含有量は、好ましくは0.080%以下、0.060%以下又は0.050%以下である。

## [0026] [Ti : 0.010~0.200%]

Tiは、鋼中に炭窒化物を形成して、析出強化によりホットスタンプ成形体の強度を向上する元素である。Ti含有量が0.010%未満であると、所望の強度を得ることができない。そのため、Ti含有量は0.010%以上とする。Ti含有量は、好ましくは0.015%以上、0.020%以上又は0.025%以上である。

一方、Ti含有量が0.200%超であると、鋼中に多量に炭窒化物が生成してホットスタンプ成形体の耐早期破断特性が劣化する。そのため、Ti含有量は0.200%以下とする。Ti含有量は、好ましくは0.150%以下、0.100%以下、0.080%以下、0.060%以下又は0.050%以下である。

## [0027] [Cr : 0.010~1.00%]

Crは、ホットスタンプ前の加熱時に旧オーステナイト粒に固溶することで、ホットスタンプ成形体の強度を高める元素である。Cr含有量が0.010%未満であると、所望の強度を得ることができない。そのため、Cr含有量は0.010%以上とする。Cr含有量は、好ましくは0.10%以上、0.15%以上又は0.20%以上である。

一方、Cr含有量が1.00%超であると、ホットスタンプ成形体におい

て粗大な金属間化合物が形成され、耐早期破断特性が劣化する。そのため、Cr含有量は1.00%以下とする。Cr含有量は、好ましくは0.80%以下、0.70%以下、0.50%以下又は0.40%以下である。

[0028] [Mo : 0.0010~1.000%]

Moは、ホットスタンプ成形工程における加熱時にオーステナイト粒界に偏析することで、旧オーステナイト粒界の強度を上昇させてホットスタンプ成形体において耐早期破断特性を高める元素である。Mo含有量が0.0010%未満であると、所望の耐早期破断特性を得ることができない。そのため、Mo含有量は0.0010%以上とする。Mo含有量は、好ましくは0.010%以上、0.050%以上又は0.100%以上である。

一方、Mo含有量が1.000%超であると、ホットスタンプ成形体において粗大な金属間化合物が形成され、耐早期破断特性が劣化する。そのため、Mo含有量は1.000%以下とする。Mo含有量は、好ましくは0.800%以下、0.600%以下又は0.400%以下である。

[0029] [B : 0.0005~0.0200%]

Bは、鋼の焼き入れ性を向上させる元素である。B含有量が0.0005%未満であると、所望の強度を得ることができない。そのため、B含有量は0.0005%以上とする。B含有量は、好ましくは0.0010%以上、0.0015%以上又は0.0020%以上である。

一方、B含有量が0.0200%超であると、ホットスタンプ成形体において粗大な金属間化合物が形成され、耐早期破断特性が劣化する。そのため、B含有量は0.0200%以下とする。B含有量は、好ましくは0.0150%以下、0.0100%以下、0.0080%以下、0.0060%以下又は0.0040%以下である。

[0030] 本発明の実施形態に係るホットスタンプ成形体の基本化学組成は上記のとおりである。さらに、当該ホットスタンプ成形体は、必要に応じて、残部のFeの一部に替えて以下の任意選択元素のうち少なくとも1種を含有してもよい。例えば、ホットスタンプ成形体は、Co : 0~4.00%、Ni : 0

～3.00%、Cu：0～3.00%及びV：0～3.00%からなる群より選択される少なくとも1種を含有してもよい。また、ホットスタンプ成形体は、Ca：0～1.000%、Mg：0～1.000%及びREM：0～1.000%からなる群より選択される少なくとも1種を含有してもよい。また、ホットスタンプ成形体は、Sb：0～1.00%、Sn：0～1.00%及びZr：0～1.00%からなる群より選択される少なくとも1種を含有してもよい。また、ホットスタンプ成形体は、As：0～0.100%を含有してもよい。また、ホットスタンプ成形体は、W、Ta、Re、Os、Ir及びTcの少なくとも1種：合計で0～1.00%を含有してもよい。以下、これらの任意選択元素について詳しく説明する。

[0031] [Co：0～4.00%]

Coは、固溶強化により、ホットスタンプ成形体の強度を向上させる元素である。Co含有量は0.001%以上であってもよいが、この効果を確実に得る場合、Co含有量は0.01%以上又は0.05%以上とすることが好ましい。

一方、多量に含有させても上記効果は飽和するため、Co含有量は4.00%以下とすることが好ましい。Co含有量は3.00%以下、2.50%以下、2.00%以下又は1.50%以下であってもよい。

[0032] [Ni：0～3.00%]

Niは、ホットスタンプ成形工程における加熱時にオーステナイト粒に固溶することで、ホットスタンプ成形体の強度を高める作用を有する。Ni含有量は0.001%以上であってもよいが、この効果を確実に得る場合、Ni含有量は0.01%以上とすることが好ましい。

一方、多量に含有させても上記効果は飽和するため、Ni含有量は3.00%以下とすることが好ましい。Ni含有量は2.50%以下、2.00%以下、1.50%以下、1.00%以下又は0.80%以下であってもよい。

[0033] [Cu：0～3.00%]

Cuは、ホットスタンプ成形工程における加熱時にオーステナイト粒に固溶することで、ホットスタンプ成形体の強度を高める作用を有する。Cu含有量は0.001%以上であってもよいが、この効果を確実に得る場合、Cu含有量を0.01%以上又は0.05%以上とすることが好ましい。

一方、多量に含有させても上記効果は飽和するため、Cu含有量は3.00%以下とすることが好ましい。Cu含有量は2.50%以下、2.00%以下、1.50%以下、1.00%以下又は0.80%以下であってもよい。

[0034] [V : 0~3.00%]

Vは、鋼中に炭窒化物を形成して、析出強化によりホットスタンプ成形体の強度を向上する効果を有する。V含有量は0.001%以上であってもよいが、この効果を確実に得る場合、V含有量を0.01%以上又は0.05%以上とすることが好ましい。

一方、V含有量を3.00%超とした場合には、鋼中に多量に炭窒化物が生成してホットスタンプ成形体の耐早期破断特性が劣化する場合がある。そのため、V含有量は3.00%以下とすることが好ましい。V含有量は2.50%以下、2.00%以下、1.50%以下、1.00%以下又は0.80%以下であってもよい。

[0035] [Ca : 0~1.000%]

Caは、破壊の起点となる酸化物の生成を抑制する元素であり、耐早期破断特性の向上に寄与する。Ca含有量は0.0001%以上であってもよいが、この効果を確実に得る場合、Ca含有量を0.0005%以上又は0.001%以上とすることが好ましい。

一方、多量に含有させても上記効果は飽和するため、Ca含有量は1.000%以下とすることが好ましい。Ca含有量は0.100%以下、0.050%以下、0.010%以下、0.005%以下又は0.002%以下であってもよい。

[0036] [Mg : 0~1.000%]

Mgは、溶鋼中に酸化物や硫化物を形成して、粗大なMnSの形成を抑制し、微細な酸化物を多数分散させ、金属組織を微細化し、耐早期破断特性の向上に寄与する。Mg含有量は0.0001%以上であってもよいが、これらの効果を確実に得る場合、Mg含有量を0.0005%以上又は0.001%以上とすることが好ましい。

一方、多量に含有させても上記効果は飽和するため、Mg含有量は、1.000%以下とすることが好ましい。Mg含有量は0.100%以下、0.050%以下、0.010%以下、0.005%以下又は0.002%以下であってもよい。

[0037] [REM: 0~1.000%]

REMは、破壊の起点となる酸化物の生成を抑制し、耐早期破断特性の向上に寄与する。REM含有量は0.0001%以上であってもよいが、この効果を確実に得る場合、REM含有量を0.0005%以上又は0.001%以上とすることが好ましい。

一方、多量に含有させても上記効果は飽和するため、REM含有量は1.000%以下とすることが好ましい。REM含有量は0.100%以下、0.050%以下、0.010%以下、0.005%以下又は0.002%以下であってもよい。

なお、本実施形態においてREMとは、原子番号21番のスキャンジウム(Sc)、原子番号39番のイットリウム(Y)、及びランタノイドである原子番号57番のランタン(La)~原子番号71番のルテチウム(Lu)の17元素の総称であり、REM含有量はこれら元素の合計含有量である。

[0038] [Sb: 0~1.00%]

Sbは、破壊の起点となる酸化物の生成を抑制し、耐早期破断特性の向上に寄与する。この効果を確実に得る場合、Sb含有量は0.001%以上とすることが好ましい。

一方、多量に含有させても上記効果は飽和するため、Sb含有量は1.00%以下とすることが好ましい。Sb含有量は0.80%以下、0.50%

以下、0.20%以下又は0.10%以下であってもよい。

[0039] [Sn : 0~1.00%]

Snは、破壊の起点となる酸化物の生成を抑制し、耐早期破断特性の向上に寄与する。この効果を確実に得る場合、Sn含有量は0.001%以上とすることが好ましい。

一方、多量に含有させても上記効果は飽和するため、Sn含有量は1.00%以下とすることが好ましい。Sn含有量は0.80%以下、0.50%以下、0.20%以下又は0.10%以下であってもよい。

[0040] [Zr : 0~1.00%]

Zrは、破壊の起点となる酸化物の生成を抑制し、耐早期破断特性の向上に寄与する。この効果を確実に得る場合、Zr含有量を0.001%以上とすることが好ましい。

一方、多量に含有させても上記効果は飽和するため、Zr含有量は1.00%以下とすることが好ましい。Zr含有量は0.80%以下、0.50%以下、0.20%以下又は0.10%以下であってもよい。

[0041] [As : 0~0.100%]

Asは、オーステナイト単相化温度を低下させることにより、旧オーステナイト粒を細粒化させて、耐早期破断特性の向上に寄与する。この効果を確実に得る場合、As含有量を0.001%以上とすることが好ましい。

一方、多量に含有させても上記効果は飽和するため、As含有量は0.100%以下とすることが好ましい。As含有量は0.080%以下、0.050%以下、0.020%以下又は0.010%以下であってもよい。

[0042] [W、Ta、Re、Os、Ir及びTcの少なくとも1種：合計で0~1.00%]

W、Ta、Re、Os、Ir及びTcは、Moと同様に旧オーステナイト粒界に偏析して粒界の強度を上昇させる元素である。W、Ta、Re、Os、Ir及びTcの少なくとも1種の含有量の合計は0%であってもよいが、このような効果を得るためには0.001%以上であることが好ましい。W

、T a、R e、O s、I r及びT cの少なくとも1種の含有量の合計は好ましくは0.01%以上、より好ましくは0.10%以上、さらに好ましくは0.15%以上である。一方で、これらの元素を過度に含有しても効果が飽和し、それゆえこれらの元素を必要以上に鋼材中に含有させることは製造コストの上昇を招く虞がある。したがって、W、T a、R e、O s、I r及びT cの少なくとも1種の含有量の合計は1.00%以下であることが好ましく、0.80%以下、0.60%以下又は0.40%以下であってもよい。

[0043] 上述したホットスタンプ成形体の化学組成は、一般的な分析方法によって測定すればよい。例えば、ICP-AES (Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry) を用いて測定すればよい。なお、C及びSは燃焼-赤外線吸収法を用い、Nは不活性ガス融解-熱伝導度法を用い、Oは不活性ガス融解-非分散型赤外線吸収法を用いて測定すればよい。

ホットスタンプ成形体の表面にめっき層を備える場合は、機械研削によりめっき層を除去してから化学組成の分析を行えばよい。

[0044] 本発明の実施形態に係るホットスタンプ成形体において、上記の元素以外の残部は、F e及び不純物からなる。不純物とは、ホットスタンプ成形体を工業的に製造する際に、鉱石やスクラップ等のような原料を始めとして、製造工程の種々の要因によって混入する成分等である。

[0045] [マルテンサイト、ベイナイト及び焼き戻しマルテンサイトの少なくとも1種：合計で90%以上]

ホットスタンプ成形体のミクロ組織は、面積率で、マルテンサイト、ベイナイト及び焼き戻しマルテンサイトの少なくとも1種を合計で90%以上含む。残部組織は、特に限定されないが、10%以下のフェライト、残留オーステナイト及びパーライトの少なくとも1種からなってもよい。マルテンサイト、ベイナイト及び焼き戻しマルテンサイトは非常に硬質な組織であり、それゆえホットスタンプ成形体においてマルテンサイト、ベイナイト及び焼き戻しマルテンサイトの少なくとも1種を面積率で合計90%以上含む

ことで、高い引張強さ、具体的には2200MPa以上の引張強さを達成することが可能となる。マルテンサイト、ベイナイト及び焼き戻しマルテンサイトの少なくとも1種の面積率の合計は好ましくは94%以上、さらに好ましくは97%以上であってもよい。マルテンサイト、ベイナイト及び焼き戻しマルテンサイトの少なくとも1種の面積率の合計の上限は、特に限定されず100%であってもよい。

[0046] ホットスタンプ成形体におけるミクロ組織の同定及び面積率の算出は以下のようにして行われる。

ホットスタンプ成形体の端面から50mm以上離れた任意の位置（この位置からサンプルを採取できない場合は、端部を避けた位置）から表面に垂直な板厚断面が観察できるようにサンプルを切り出す。サンプルの大きさは、測定装置にもよるが、板厚方向と垂直な方向に10mm程度観察できる大きさとする。

[0047] 上記サンプルの断面を#600から#1500の炭化珪素ペーパーを使用して研磨した後、粒度1~6 $\mu$ mのダイヤモンドパウダーをアルコール等の希釈液や純水に分散させた液体を使用して鏡面に仕上げる。次に、電解研磨により観察面を仕上げる。サンプル断面の長手方向の任意の位置で板厚の1/4深さ位置において、長さ50 $\mu$ m、板厚方向に50 $\mu$ mの領域を、0.1 $\mu$ mの測定間隔で電子後方散乱回折法により測定して結晶方位情報を得る。測定には、サーマル電界放射型走査電子顕微鏡とEBSD検出器とで構成されるEBSD解析装置を用いればよく、例えばJEOL製JSM-7001FとTSL製DVC5型検出器とで構成されたEBSD解析装置を用いればよい。この際、EBSD解析装置内の真空度は $9.6 \times 10^{-5}$ Pa以下、加速電圧は15kV、照射電流レベルは13としてもよい。

[0048] 得られた結晶方位情報をEBSD解析装置に付属のソフトウェア「OIM Analysis（登録商標）」に搭載された「Phase Map」機能を用いて、結晶構造がfccであるものを残留オーステナイトと判断する。この残留オーステナイトの面積率を算出することで、残留オーステナイト

の面積率を得る。次に、結晶構造がbccである領域をベイナイト、焼き戻しマルテンサイト、マルテンサイト及びフェライトと判断する。これらの領域について、EBSD解析装置に付属のソフトウェア「OIM Analysis（登録商標）」に搭載された「Grain Average Misorientation」機能を用いて、 $5^{\circ}$  粒界を結晶粒界とみなす条件下で、「Grain Average Misorientation」が $0.5^{\circ}$  以下の領域をフェライトとして抽出する。抽出したフェライトの面積率を算出することで、フェライトの面積率を得る。

[0049] 続いて、残部領域（「Grain Average Misorientation」が $0.5^{\circ}$  超の領域）をマルテンサイト、焼き戻しマルテンサイト及びベイナイトの合計の面積率とする。パーライトの面積率は、100%から残留オーステナイトの面積率と、ベイナイト、焼き戻しマルテンサイト、マルテンサイト及びフェライトの面積率とを引き算することで算出される。

[0050] [旧オーステナイト粒の粒径分布における標準偏差： $5.0\mu\text{m}$ 以下]

本発明の実施形態においては、旧オーステナイト粒の粒径分布における標準偏差は $5.0\mu\text{m}$ 以下である。旧オーステナイト粒径のばらつきが大きいと、局所的な硬さの上昇を招いて早期破断を引き起こす場合がある。本発明の実施形態によれば、旧オーステナイト粒の粒径分布における標準偏差を $5.0\mu\text{m}$ 以下に制御して旧オーステナイト粒径のばらつきを低減することにより、早期破断の起点となる局所的な硬さの上昇を確実に抑制することが可能となる。好ましくは、当該標準偏差は $4.0\mu\text{m}$ 以下、 $3.0\mu\text{m}$ 以下又は $2.5\mu\text{m}$ 以下である。早期破断の起点となる局所的な硬さの上昇を抑制する観点からは、旧オーステナイト粒の粒径分布における標準偏差は小さいほど好ましく、それゆえその下限は特に限定する必要は無い。例えば、旧オーステナイト粒の粒径分布における標準偏差は $0.1\mu\text{m}$ 以上としてもよく、 $0.5\mu\text{m}$ 以上、 $1.0\mu\text{m}$ 以上、 $1.2\mu\text{m}$ 以上、 $1.5\mu\text{m}$ 以上又は $1.7\mu\text{m}$ 以上であってもよい。

本発明の実施形態においては、上記のとおり、旧オーステナイト粒の粒径分布における標準偏差を $5.0\mu\text{m}$ 以下に制御して旧オーステナイト粒径のばらつきを低減することが重要であり、それゆえ旧オーステナイト粒径自体を特定の範囲に制御する必要はない。したがって、旧オーステナイト粒径は特に限定されないが、例えば $10\mu\text{m}$ 以下であってもよい。旧オーステナイト粒径とは、以下で説明する標準偏差の測定において算出される旧オーステナイト粒の平均結晶粒径をいうものである。

[0051] 旧オーステナイト粒の粒径分布における標準偏差は、以下の方法により得る。

ホットスタンプ成形体の端面から $50\text{mm}$ 以上離れた任意の位置（この位置からサンプルを採取できない場合は、端部を避けた位置）から表面に垂直な板厚断面が観察できるようにサンプルを切り出す。サンプルの大きさは、測定装置にもよるが、板厚方向と垂直な方向に $10\text{mm}$ 程度観察できる大きさとする。

[0052] 上記サンプルの断面を#600から#1500の炭化珪素ペーパーを使用して研磨した後、粒度 $1\sim 6\mu\text{m}$ のダイヤモンドパウダーをアルコール等の希釈液や純水に分散させた液体を使用して鏡面に仕上げる。次に、電解研磨により観察面を仕上げる。サンプル断面の長手方向の任意の位置で板厚の $1/4$ 深さ位置において、長さ $50\mu\text{m}$ 、板厚方向に $50\mu\text{m}$ の領域を、 $0.1\mu\text{m}$ の測定間隔で電子後方散乱回折法により測定して結晶方位情報を得る。測定には、サーマル電界放射型走査電子顕微鏡とEBSD検出器とで構成されるEBSD解析装置を用いればよく、例えばJEOL製JSM-7001FとTSL製DVC5型検出器とで構成されたEBSD解析装置を用いればよい。この際、EBSD解析装置内の真空度は $9.6\times 10^{-5}\text{Pa}$ 以下、加速電圧は $15\text{kV}$ 、照射電流レベルは13としてもよい。

[0053] 得られた結晶方位情報を用いて、一般的な旧オーステナイト粒と変態後の体心構造を持つ結晶粒との結晶方位関係から、旧オーステナイト粒の結晶方位を計算し、これを用いて旧オーステナイト粒の平均結晶粒径を算出する。

[0054] 旧オーステナイト粒の結晶方位を計算する方法は、以下の方法が用いられる。まず、Acta Materialia、58(2010)、6393-6403に記載の方法で旧オーステナイト粒の結晶方位マップを作成する。観察視野に含まれる旧オーステナイト粒の1つについて、最も短い直径と最も長い直径との平均値を算出し、その平均値を当該旧オーステナイト粒の粒径とする。撮影視野の端部等、結晶粒の全体が撮影視野に含まれていない旧オーステナイト粒を除き、全ての旧オーステナイト粒について上記操作を行い、当該撮影視野における全ての旧オーステナイト粒の粒径を求める。得られた全旧オーステナイト粒の粒径から標準偏差を算出することで、旧オーステナイト粒の粒径分布における標準偏差を得る。

[0055] [旧オーステナイト粒界におけるMo、W、Ta、Re、Os、Ir及びTcの少なくとも1種の合計偏析量：0.10原子%以上]

本発明の実施形態においては、旧オーステナイト粒界におけるMo、W、Ta、Re、Os、Ir及びTcの少なくとも1種の合計偏析量は0.10原子%以上である。Mo、W、Ta、Re、Os、Ir及びTcの少なくとも1種を旧オーステナイト粒界に合計の偏析量が0.10原子%以上となるような量で偏析させることにより、ホットスタンプ成形体のマイクロ組織における旧オーステナイト粒界を強化することができる。旧オーステナイト粒径のばらつきを抑制して早期破断の起点となり得る領域を単に低減するだけでなく、き裂が発生した場合にその進展を抑制することにより早期破断を防ぐことが可能である。本発明の実施形態によれば、局所的な硬度の上昇抑制とこのような特定元素の粒界偏析による粒界強化とを組み合わせることで、早期破断の起点となり得る領域を低減するとともに、ホットスタンプ成形体においてき裂が発生した場合においても粒界に沿ったき裂の進展を抑制することができる。このため、高い引張強さ、例えば2200MPa以上の高い引張強さを有するにもかかわらず、早期破断を抑制することが可能となる。旧オーステナイト粒界におけるMo、W、Ta、Re、Os、Ir及びTcの少なくとも1種の合計偏析量は好ましくは0.13原子%以上、より好まし

くは0.15原子%以上、さらに好ましくは0.18原子%以上又は0.20原子%以上である。粒界強化の観点からは、旧オーステナイト粒界におけるMo、W、Ta、Re、Os、Ir及びTcの少なくとも1種の合計偏析量は高いほど好ましく、それゆえ上記合計含有量の上限は特に限定されないが、例えば、上記合計偏析量は3.00原子%以下であってもよく、2.00原子%以下、1.50原子%以下、1.00原子%以下、0.80原子%以下、0.60原子%以下、0.40原子%以下又は0.30原子%以下であってもよい。

[0056] 1つの実施形態では、旧オーステナイト粒界におけるMoの偏析量が0.10原子%以上、0.13原子%以上、0.15原子%以上、0.18原子%以上又は0.20原子%以上であってもよい。同様に、旧オーステナイト粒界におけるMoの偏析量が3.00原子%以下、2.00原子%以下、1.50原子%以下、1.00原子%以下、0.80原子%以下、0.60原子%以下、0.40原子%以下又は0.30原子%以下であってもよい。別の実施形態では、旧オーステナイト粒界におけるMoの偏析量と、旧オーステナイト粒界におけるW、Ta、Re、Os、Ir及びTcの少なくとも1種、例えばWの偏析量との合計偏析量が0.10原子%以上、0.13原子%以上、0.15原子%以上、0.18原子%以上若しくは0.20原子%以上であってもよく、及び／又は3.00原子%以下、2.00原子%以下、1.50原子%以下、1.00原子%以下、0.80原子%以下、0.60原子%以下、0.40原子%以下若しくは0.30原子%以下であってもよい。

[0057] 旧オーステナイト粒界におけるMo、W、Ta、Re、Os、Ir及びTcの少なくとも1種の合計偏析量は以下のようにして決定される。まず、ホットスタンプ成形体の端面から50mm以上離れた位置から、試験片を採取する。この際、試験片の表裏面を機械研削で仕上げる。また、鋼板表面にめっき層を有する場合はめっき層を除去し、鋼板の試験片の表裏面を機械研削で仕上げる。この際、板厚の1/4深さ位置が測定可能であれば、板厚は特

に指定されないが、板厚が1.2 mmとなるように、試験片の表裏面を同量ずつ機械研削によって除去しても良い。長さ20 mm、幅3.2 mmの試験片に加工し、長さ11.5 mmの位置に角度が45°のVノッチを挿入する。試験片を20%チオシアン酸アンモニウム溶液に浸漬させる。この際、浸漬させる時間は特に限定されず、オージェ電子発光分光分析装置内にセッティングして破壊した際に旧オーステナイト粒界が露出する条件であればよく、例えば48時間としても良い。浸漬完了後10分以内に試験片の表裏面に亜鉛めっきを施す。めっき後は速やかに試験片をオージェ電子発光分光分析に供して、破壊する。この際、めっき後から試験片を破壊するまでの時間は、1.5時間以内であることが好ましく、より好ましくは0.5時間以内とする。試験片をオージェ電子発光分光分析装置内にセッティングし、試験片のノッチ部分から破壊して、旧オーステナイト粒界を露出させる。この際、装置は電界放出形オージェ電子分光分析器であればよく機種は特に限定されないが、ULVAC-PHI社製のPHI680を用いても良く、測定条件として加速電圧を10 keV、照射電流を10 nAとしても良い。露出した旧オーステナイト粒界に1~30 kVの加速電圧で電子線を照射し、当該粒界における特定元素（具体的にはMo、W、Ta、Re、Os、Ir及びTcの少なくとも1種）の原子%を測定する。表面から板厚の1/4深さの位置における10箇所の旧オーステナイト粒界において測定を実施する。粒界の汚染を防ぐため、破壊後は迅速に測定を完了させることが好ましく、30分以内に測定を完了させてもよい。得られた特定元素の原子%の平均値を算出し、Mo、W、Ta、Re、Os、Ir及びTcの少なくとも1種の合計偏析量として決定する。

[0058] [めっき]

本実施形態に係るホットスタンプ成形体は、表面にめっき層を有していてもよい。表面にめっき層を有することで、ホットスタンプ後において、耐食性を向上することができる。めっき層としては、アルミめっき層、アルミ-亜鉛めっき層、アルミ-珪素めっき層、溶融亜鉛めっき層、電気亜鉛めっき

層、合金化溶融亜鉛めっき層、亜鉛－ニッケルめっき層、アルミーマグネシウム－亜鉛系めっき層などが例示される。

[0059] [機械特性]

本発明の実施形態に係るホットスタンプ成形体によれば、優れた機械特性、例えば2200MPa以上の引張強さを達成することができる。引張強さは、好ましくは2300MPa以上であり、より好ましくは2400MPa以上であり、最も好ましくは2500MPa以上ある。上限は特に限定されないが、例えば、引張強さは3500MPa以下、3300MPa以下又は3000MPa以下であってもよい。ホットスタンプ成形体の引張強さはJIS Z 2241:2011に準拠して、5号試験片を作製し、引張試験を行うことで測定される。この際、試験片表面の凹凸を除去する目的で、機械加工や化学研磨により表裏面の表層部を除去しても良い。

[0060] 本発明の実施形態に係るホットスタンプ成形体は、上記のように、例えば2200MPa以上の高い引張強さを有するにもかかわらず、早期破断を確実に抑制することができるため、例えば自動車の骨格部材や、バンパー、その他、強度が必要な他の構造部材及び補強部材としての使用に非常に有用である。

[0061] <ホットスタンプ成形体の製造方法>

次に、本発明の実施形態に係るホットスタンプ成形体の好ましい製造方法について説明する。以下の説明は、本発明の実施形態に係るホットスタンプ成形体を製造するための特徴的な方法の例示を意図するものであって、当該ホットスタンプ成形体を以下に説明するような製造方法によって製造されるものに限定することを意図するものではない。

[0062] 本発明の実施形態に係るホットスタンプ成形体の製造方法は、特に、仕上げ圧延条件及び予備加熱条件を制御することが効果的である。具体的には、本発明の実施形態に係るホットスタンプ成形体の製造方法は、

ホットスタンプ成形体に関連して上で説明した化学組成を有するスラブを熱間圧延する工程であって、前記スラブを加熱し、次いで仕上げ圧延するこ

とを含み、前記仕上げ圧延における最終段の圧下率が40%以上である工程（熱間圧延工程）、

得られた鋼板を750℃以下の温度で巻き取る工程（巻取工程）、

前記鋼板を1200℃超の温度に予備加熱し、次いで10℃/秒以上の平均冷却速度で350℃未満まで冷却する工程（予備加熱工程）、及び

前記鋼板をホットスタンプ成形する工程であって、前記鋼板を800～1000℃の温度域に加熱し、次いで60～600秒間保持することを含む工程（ホットスタンプ成形工程）

を含むことを特徴としている。以下、各工程について詳しく説明する。

[0063] [熱間圧延工程]

[スラブの加熱]

まず、ホットスタンプ成形体に関連して上で説明した化学組成を有するスラブが加熱される。溶鋼の鑄造方法は特に限定されず、連続鑄造法、造塊法又は薄スラブ鑄造法によって製造してもよい。熱間圧延前の加熱は特に限定されないが、使用されるスラブは、高強度鋼板を得るために合金元素を比較的多く含有しているため、スラブを熱間圧延に供する前に加熱して合金元素をスラブ中に固溶させる目的で加熱温度は1100℃以上であってもよい。

[0064] [粗圧延]

本方法では、例えば、加熱されたスラブに対し、板厚調整等のために、仕上げ圧延の前に粗圧延を施してもよい。粗圧延は、所望のシートバー寸法が確保できればよく、その条件は特に限定されない。

[0065] [仕上げ圧延]

加熱されたスラブ又はそれに加えて必要に応じて粗圧延されたスラブは、次に仕上げ圧延を施される。本方法では、仕上げ圧延における最終段の圧下率を40%以上とすることが重要である。仕上げ圧延における最終段の圧下率を40%以上とすることで、圧延後の熱延鋼板においてパーライトが均一に分散する。このパーライトは、後で詳しく説明する予備加熱工程における加熱時にオーステナイトの起点となる。そのため、パーライトが均一に分散

すると、ホットスタンプ成形体において旧オーステナイト粒の粒径分布における標準偏差が小さくなる。その結果、ホットスタンプ成形体の耐早期破断特性を向上することができる。より好ましくは、仕上げ圧延における最終段の圧下率は43%以上又は50%以上である。

[0066] ホットスタンプ成形体では、高い焼入性を確保する目的でMnの添加量が高める傾向があり、例えば0.50%以上のMnが添加されている。これに関連して、今回、本発明者らによる研究で、このような高Mn含有量では、熱延鋼板においてパーライトが比較的連結して配置する傾向があり、それゆえ低Mn含有量の場合と比較して熱延鋼板のミクロ組織においてパーライトを均一に分散させることが非常に困難であることがわかった。したがって、このような高Mn含有量の鋼材を40%未満の比較的低い圧下率で仕上げ圧延した場合には、ミクロ組織においてパーライトが連結した部分の存在が特に顕著なものになると考えられる。

[0067] しかしながら、仕上げ圧延における最終段の圧下率を40%以上とすることで、0.50%以上の高Mn含有量にもかかわらず、熱間圧延工程及び巻取工程後の熱延鋼板のミクロ組織においてパーライトを十分に分散して配置することが可能となる。したがって、このような圧下を行った熱延鋼板のミクロ組織では、パーライトが連結して存在する部分がないか又は十分に低減されているために、予備加熱工程及びホットスタンプ成形工程後の組織において旧オーステナイト粒径のばらつきを低減することが可能となる。仕上げ圧延における最終段の圧下率の上限は特に限定されない。このように高Mn含有量を有する鋼材であっても、特に仕上げ圧延における最終段の圧下率を適切に制御することにより、熱延鋼板のミクロ組織においてパーライトを十分に分散して配置することができ、ひいては旧オーステナイト粒径のばらつきを低減して局所的な硬度の上昇を抑制することができる。

[0068] このようなミクロ組織の形態は、仕上げ圧延における最終段の圧下率と予備加熱工程における加熱が支配的な因子であり、例えば、予備加熱工程後のホットスタンプ成形工程の加熱や、予備加熱工程前の任意選択の冷間圧延や

その後の焼鈍等によっても特に大きな影響は受けない。というのも、仕上げ圧延における最終段の圧下率を40%以上として熱延鋼板を形成していれば、仮に当該熱延鋼板が冷間圧延され、次いで比較的高温下で焼鈍されたとしても、冷却後にはオーステナイトの起点となる炭化物、粒界、残留オーステナイトが分散して配置されたミクロ組織が生成する傾向が高いためである。一般的には、仕上げ圧延における最終段の圧下率を高くしすぎると、圧延時における鋼板の割れが懸念される。また、後で詳しく説明する予備加熱工程はホットスタンプ成形工程に比べて非常に高い温度、より具体的には1200℃超の温度下で実施されるため、一般的にコスト増大の要因となり得る。したがって、とりわけ仕上げ圧延における最終段の圧下率を40%以上とし、さらにそれにホットスタンプ成形工程前における1200℃超の予備加熱を組み合わせることで、旧オーステナイト粒径のばらつきを低減して局所的な硬度の上昇を抑制するという技術思想はこれまでにないものであり、今回、本発明者らによって初めて見出されたものである。

[0069] [巻取工程]

次に、仕上げ圧延された熱延鋼板は、750℃以下の温度で巻き取られる。巻取温度を750℃以下とすることにより、圧延後の熱延鋼板においてフェライトが連結して配置することを抑制することができ、パーライトが均一に分散する。このパーライトは、予備加熱工程における加熱時にオーステナイトの起点となる。そのため、パーライトが均一に分散すると、ホットスタンプ成形体において旧オーステナイト粒の粒径分布における標準偏差が小さくなる。その結果、ホットスタンプ成形体の耐早期破断特性を向上することができる。

また、熱延鋼板の軟質化を目的として、巻取後のコイルに軟質化熱処理を施してもよい。軟質化熱処理の方法は特に限定されず、一般的な条件とすればよい。

[0070] [酸洗工程]

巻取工程後、任意選択の冷間圧延工程前に、熱延鋼板の表面に形成された

酸化スケールを除去するために酸洗を実施してもよい。酸洗は、酸化スケールを除去するのに適切な条件下で実施すればよく、一回でもよいし、又は酸化スケールを確実に取り除くために複数回に分けて実施してもよい。

[0071] [冷間圧延工程]

巻取工程後、任意選択で冷間圧延を実施してもよい。冷間圧延は特に限定されず、任意の適切な条件下で実施すればよい。例えば、冷間圧延の圧下率は30～80%であってよい。圧延パスの回数及びパス毎の圧下率は特に限定されず、冷間圧延全体の圧下率が上記範囲となるように適宜設定すればよい。

[0072] [焼鈍工程]

例えば、冷間圧延工程後に、ミクロ組織及び／又は特性を調整するために任意選択で焼鈍を実施してもよい。焼鈍工程の加熱温度は特に限定されないが、例えば800℃以下であってよい。

[0073] [めっき工程]

耐食性の向上等を目的として、熱延鋼板又は冷延鋼板の表面にめっき処理を施してもよい。めっき処理は、溶融めっき、合金化溶融めっき、電気めっき等の処理であってよい。例えば、めっき処理として鋼板に溶融亜鉛めっき処理を行ってもよく、溶融亜鉛めっき処理後に合金化処理を行ってもよい。めっき層としては、アルミめっき層、アルミ-亜鉛めっき層、アルミ-珪素めっき層、溶融亜鉛めっき層、電気亜鉛めっき層、合金化溶融亜鉛めっき層、亜鉛-ニッケルめっき層、アルミ-マグネシウム-亜鉛系めっき層などが例示される。めっき処理及び合金化処理の具体的な条件は特に限定されず、当業者に公知の任意の適切な条件であってよい。

[0074] [調質圧延工程]

鋼板の形状矯正や表面粗さの調整等を目的として、例えば焼鈍工程後又はめっき工程後の鋼板に調質圧延を施してもよい。

[0075] [予備加熱工程]

本方法では、得られた熱延鋼板又は冷延鋼板は、ホットスタンプ成形工程

前に1200℃超の温度に予備加熱され、次いで10℃/秒以上の平均冷却速度で350℃未満まで冷却される。本発明の実施形態に係るホットスタンプ成形体では、特定の粒界強化元素、より具体的にはMo、W、Ta、Re、Os、Ir及びTcの少なくとも1種を旧オーステナイト粒界に所定の量で偏析させることが極めて重要である。しかしながら、熱間圧延工程後の熱延鋼板又は任意選択の冷間圧延工程若しくは焼鈍工程後の冷延鋼板においては、これらの粒界強化元素は炭化物及び/又は金属間化合物として存在している。したがって、このような鋼板を予備加熱工程なしでホットスタンプ成形工程に提供して通常の加熱及び成形操作を行っても、これらの粒界強化元素を旧オーステナイト粒界に十分に偏析させることはできない。この場合には、これらの元素の粒界偏析に基づく粒界強化作用を十分に発揮させることができなくなる。このため、本方法では、鋼板をホットスタンプ成形工程前に1200℃超の比較的高温下で予備加熱することにより、粒界強化元素の炭化物及び/又は金属間化合物を十分に溶解させて当該粒界強化元素を鋼板中に固溶させることが極めて重要となる。予備加熱の加熱温度の上限は特に限定されないが、当該加熱温度は、例えば1400℃以下であってよい。また、加熱後は、10℃/秒以上の平均冷却速度で350℃未満まで冷却する。10℃/秒以上の平均冷却速度で350℃未満まで冷却することにより、鋼板中に固溶させた当該粒界強化元素が化合物として析出することを抑制することができる。平均冷却速度の上限は特に限定されないが、例えば、平均冷却速度は3000℃/秒以下、1500℃/秒以下又は1200℃/秒以下であってよい。冷却速度の上限は特性に限定されない。冷却方法も特に限定されず、金型冷却、水冷、油冷、ガス冷却であってもよい。特に、非常に高い平均冷却速度であっても、金型冷却や水冷された金型冷却を利用することで比較的容易に実現可能である。

[0076] [ホットスタンプ成形工程]

最後に、予備加熱工程後の鋼板は、ホットスタンプ成形工程においてホットスタンプ成形されて所望の化学組成及びマイクロ組織を有するホットスタンプ

プ成形体が製造される。とりわけ、先の予備加熱工程において鋼板中に固溶された粒界強化元素が、ホットスタンプ成形工程における加熱時にオーステナイト粒界へと拡散して偏析する。このため、以降の成形及び冷却操作によってマルテンサイト変態した後の旧オーステナイト粒界において所望の粒界強化元素の合計偏析量を達成することができる。粒界強化元素のこのような拡散及び偏析は、ホットスタンプ成形工程における通常の加熱、成形及び冷却操作によって達成することができる。したがって、粒界強化元素の拡散及び偏析の観点では、これらの操作は当業者に公知の適切な条件下で実施すればよい。しかしながら、とりわけ所望の硬質組織の面積率及び旧オーステナイト粒径分布を得る観点からは、ホットスタンプ用鋼板を800℃～1000℃の温度域に加熱し、この温度域にて60～600秒間保持することが好ましい。加熱温度が800℃未満ではオーステナイト化が不十分となり、所望の硬質組織（マルテンサイト、ベイナイト及び焼き戻しマルテンサイトの少なくとも1種）の面積率及び旧オーステナイト粒径分布を得ることができず、引張強さ及び耐早期破断特性が劣化する場合がある。一方、加熱温度が1000℃を超えると、オーステナイトが過度に粒成長してしまい、所望の旧オーステナイト粒径分布を得ることができず、耐早期破断特性が劣化する場合がある。保持時間が60秒未満では、オーステナイト化が不十分となり、所望の旧オーステナイト粒径分布を得ることができず、耐早期破断特性が劣化する場合がある。保持時間が600秒を超えると、オーステナイトが過度に粒成長してしまい、所望の旧オーステナイト粒径分布を得ることができず、耐早期破断特性が劣化する場合がある。

[0077] なお、加熱雰囲気は特に限定されず、通常の場合で良く、例えば、大気中や、空気と燃料の比率を制御したガス燃焼雰囲気や、窒素雰囲気であればよく、これらガスにおいて露点を制御しても良い。

800℃～1000℃の温度域で保持してから、ホットスタンプ成形する。ホットスタンプ成形後には、250℃以下の温度域まで、20℃/秒以上の平均冷却速度で冷却すればよい。

[0078] ホットスタンプ前の加熱方法としては、例えば、電気炉やガス炉等による炉加熱、火炎加熱、通電加熱、高周波加熱、誘導加熱等が挙げられる。

[0079] 以上の方法により、本実施形態に係るホットスタンプ成形体を得る。なお、ホットスタンプ成形後に130～600℃で焼き戻し処理や塗装後の焼き付け硬化処理を行ってもよい。また、ホットスタンプ成形体の一部をレーザー照射等により焼き戻しして部分的に軟化領域を設けても良い。

[0080] 以下、実施例によって本発明をより詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例に何ら限定されるものではない。

### 実施例

[0081] 以下の実施例では、本発明の実施形態に係るホットスタンプ成形体を種々の条件下で製造し、得られたホットスタンプ成形体の引張強さ及び耐早期破断特性について調べた。

[0082] まず、表1に示す化学組成を有する溶鋼を連続鋳造法にて鋳造し、スラブを作製した。表1に示す成分以外の残部はFe及び不純物である。これらのスラブを1100℃以上の温度に加熱して所定の条件下で粗圧延し、次いで表2に示す条件で仕上げ圧延及び巻き取りを実施した。巻き取り後、一部の熱延鋼板には所定の軟質化熱処理を施した。次いで、得られた熱延鋼板を酸洗して酸化スケールを除去し、30～80%の所定の圧下率にて冷間圧延を行った（発明例337は冷間圧延を行わなかった）。次に、一部の鋼板については所定の条件下で焼鈍、めっき又は調質圧延を施した。次に、得られた鋼板を表2に示す条件で予備加熱して次いで冷却し、最後に同様に表2に示す条件でホットスタンプ成形を行った。ホットスタンプ成形工程における加熱雰囲気及び加熱方法は特段の明示のあるものを除いてガス燃焼雰囲気（空燃比0.85）及び炉加熱であった。ホットスタンプ成形後、一部のホットスタンプ成形体に焼き戻し処理又は部分軟化処理を行った。

[0083]

[表1-1]

表1-1

鋼	化学組成(質量%) 残部:Fe及び不純物														
	C	Si	Mn	P	S	N	O	Al	Nb	Ti	Cr	Mo	B	Co	Ni
A1	0.37	0.44	1.32	0.007	0.0006	0.0024	0.0032	0.042	0.042	0.046	0.27	0.220	0.0019		
A2	0.41	0.44	1.23	0.008	0.0007	0.0023	0.0014	0.041	0.040	0.027	0.33	0.149	0.0028		
A3	0.43	0.45	1.32	0.006	0.0005	0.0032	0.0033	0.042	0.040	0.027	0.27	0.227	0.0023		
A4	0.44	0.41	1.22	0.006	0.0016	0.0019	0.0033	0.039	0.034	0.040	0.25	0.217	0.0028		
A5	0.45	0.44	1.34	0.009	0.0015	0.0027	0.0034	0.040	0.026	0.045	0.30	0.190	0.0024		
A6	0.46	0.42	1.22	0.005	0.0009	0.0025	0.0022	0.049	0.031	0.031	0.23	0.174	0.0020		
A7	0.47	0.44	1.24	0.007	0.0018	0.0030	0.0017	0.046	0.027	0.035	0.27	0.187	0.0028		
A8	0.48	0.45	1.22	0.008	0.0015	0.0034	0.0035	0.040	0.024	0.025	0.31	0.150	0.0028		
A9	0.53	0.44	1.21	0.006	0.0003	0.0024	0.0022	0.044	0.042	0.030	0.29	0.174	0.0031		
A10	0.57	0.44	1.35	0.008	0.0008	0.0032	0.0021	0.039	0.018	0.040	0.31	0.196	0.0029		
A11	0.58	0.41	1.29	0.005	0.0015	0.0021	0.0023	0.049	0.036	0.034	0.30	0.172	0.0019		
A12	0.62	0.44	1.23	0.005	0.0012	0.0022	0.0025	0.043	0.028	0.041	0.27	0.178	0.0027		
A13	0.67	0.40	1.34	0.007	0.0007	0.0029	0.0028	0.044	0.032	0.044	0.30	0.168	0.0025		
A14	0.73	0.41	1.28	0.007	0.0019	0.0028	0.0018	0.044	0.020	0.038	0.25	0.181	0.0018		
B1	0.47	0.006	1.30	0.005	0.0019	0.0032	0.0027	0.045	0.034	0.032	0.27	0.223	0.0025		
B2	0.46	0.012	1.24	0.005	0.0019	0.0030	0.0025	0.041	0.035	0.045	0.28	0.214	0.0032		
B3	0.45	0.04	1.31	0.009	0.0019	0.0023	0.0026	0.045	0.040	0.027	0.31	0.144	0.0018		
B4	0.45	0.07	1.28	0.007	0.0018	0.0034	0.0024	0.046	0.028	0.042	0.31	0.177	0.0028		
B5	0.47	0.12	1.26	0.004	0.0021	0.0024	0.0015	0.041	0.036	0.031	0.34	0.198	0.0018		
B6	0.46	0.22	1.24	0.004	0.0016	0.0021	0.0023	0.040	0.023	0.044	0.24	0.199	0.0023		
B7	0.47	0.26	1.33	0.008	0.0007	0.0022	0.0032	0.041	0.026	0.031	0.26	0.140	0.0032		
B8	0.45	0.34	1.26	0.007	0.0016	0.0021	0.0025	0.045	0.029	0.033	0.28	0.179	0.0030		
B9	0.46	0.41	1.35	0.009	0.0003	0.0019	0.0035	0.046	0.018	0.046	0.23	0.172	0.0025		
B10	0.46	0.64	1.34	0.005	0.0017	0.0030	0.0018	0.049	0.032	0.034	0.32	0.179	0.0024		
B11	0.46	0.83	1.25	0.004	0.0011	0.0032	0.0030	0.039	0.024	0.040	0.24	0.160	0.0019		
B12	0.45	1.72	1.32	0.006	0.0020	0.0031	0.0019	0.040	0.019	0.034	0.28	0.149	0.0020		
B13	0.46	2.37	1.22	0.005	0.0016	0.0023	0.0033	0.040	0.023	0.045	0.27	0.188	0.0028		
B14	0.47	2.81	1.25	0.007	0.0006	0.0024	0.0026	0.042	0.031	0.036	0.25	0.145	0.0026		
B15	0.45	3.20	1.24	0.009	0.0018	0.0033	0.0028	0.044	0.030	0.044	0.24	0.131	0.0033		
C1	0.45	0.42	0.45	0.008	0.0017	0.0033	0.0026	0.045	0.024	0.046	0.33	0.162	0.0020		
C2	0.45	0.40	0.52	0.005	0.0019	0.0030	0.0021	0.042	0.031	0.040	0.30	0.210	0.0033		
C3	0.46	0.44	0.64	0.009	0.0003	0.0024	0.0016	0.044	0.034	0.031	0.25	0.224	0.0024		
C4	0.46	0.41	0.81	0.007	0.0008	0.0029	0.0018	0.050	0.031	0.045	0.31	0.149	0.0030		
C5	0.47	0.43	1.21	0.004	0.0008	0.0028	0.0018	0.050	0.019	0.044	0.25	0.176	0.0030		
C6	0.47	0.40	1.32	0.006	0.0016	0.0023	0.0033	0.045	0.039	0.044	0.27	0.167	0.0032		
C7	0.45	0.45	1.59	0.005	0.0016	0.0023	0.0016	0.049	0.018	0.031	0.26	0.204	0.0018		
C8	0.47	0.40	1.82	0.009	0.0018	0.0024	0.0022	0.040	0.018	0.026	0.26	0.161	0.0033		
C9	0.47	0.45	2.1	0.008	0.0022	0.0027	0.0027	0.043	0.028	0.044	0.31	0.210	0.0020		
C10	0.47	0.45	2.29	0.008	0.0022	0.0027	0.0023	0.047	0.030	0.029	0.31	0.145	0.0032		
C11	0.45	0.44	2.42	0.007	0.0017	0.0019	0.0019	0.047	0.030	0.032	0.33	0.198	0.0028		
C12	0.45	0.44	2.67	0.007	0.0011	0.0019	0.0017	0.041	0.026	0.030	0.33	0.213	0.0028		
C13	0.47	0.45	2.91	0.006	0.0017	0.0026	0.0035	0.050	0.040	0.043	0.29	0.173	0.0018		
C14	0.45	0.43	3.12	0.004	0.0004	0.0022	0.0019	0.046	0.030	0.035	0.25	0.186	0.0029		
D1	0.47	0.42	1.23	0.0006	0.0008	0.0034	0.0034	0.050	0.026	0.036	0.30	0.194	0.0022		
D2	0.47	0.42	1.25	0.004	0.0013	0.0029	0.0022	0.050	0.036	0.030	0.33	0.134	0.0020		
D3	0.46	0.45	1.25	0.006	0.0020	0.0027	0.0016	0.050	0.026	0.044	0.30	0.229	0.0021		
D4	0.46	0.45	1.35	0.008	0.0005	0.0031	0.0014	0.046	0.036	0.031	0.24	0.130	0.0033		
D5	0.45	0.41	1.23	0.011	0.0003	0.0026	0.0031	0.050	0.018	0.032	0.25	0.173	0.0018		
D6	0.46	0.39	1.27	0.042	0.0009	0.0026	0.0017	0.042	0.030	0.046	0.25	0.165	0.0020		
D7	0.46	0.41	1.29	0.069	0.0013	0.0028	0.0021	0.044	0.041	0.027	0.25	0.144	0.0030		
D8	0.45	0.39	1.22	0.087	0.0008	0.0024	0.0030	0.046	0.040	0.038	0.31	0.228	0.0030		
D9	0.47	0.45	1.35	0.120	0.0016	0.0031	0.0028	0.047	0.032	0.045	0.27	0.193	0.0020		
E1	0.45	0.42	1.25	0.007	0.0001	0.0034	0.0017	0.045	0.038	0.031	0.27	0.226	0.0020		
E2	0.45	0.40	1.24	0.009	0.0003	0.0032	0.0026	0.043	0.038	0.042	0.31	0.133	0.0026		
E3	0.47	0.45	1.25	0.009	0.0008	0.0020	0.0014	0.050	0.018	0.032	0.23	0.175	0.0020		
E4	0.47	0.42	1.29	0.007	0.0011	0.0030	0.0030	0.047	0.028	0.033	0.29	0.203	0.0019		
E5	0.46	0.42	1.33	0.005	0.0021	0.0032	0.0024	0.041	0.038	0.035	0.34	0.137	0.0028		
E6	0.47	0.42	1.21	0.009	0.0045	0.0033	0.0027	0.048	0.034	0.033	0.25	0.201	0.0022		
E7	0.47	0.45	1.34	0.006	0.0065	0.0020	0.0024	0.040	0.023	0.045	0.30	0.215	0.0031		
E8	0.46	0.43	1.31	0.004	0.0091	0.0033	0.0019	0.044	0.037	0.031	0.28	0.161	0.0030		
E9	0.46	0.44	1.35	0.008	0.0151	0.0019	0.0034	0.039	0.038	0.045	0.24	0.224	0.0022		
F1	0.45	0.42	1.27	0.007	0.0006	0.0002	0.0025	0.039	0.028	0.036	0.29	0.175	0.0019		
F2	0.47	0.41	1.31	0.005	0.0015	0.0008	0.0022	0.049	0.035	0.027	0.32	0.199	0.0021		
F3	0.45	0.45	1.32	0.004	0.0004	0.0018	0.0035	0.045	0.030	0.028	0.23	0.139	0.0021		
F4	0.46	0.42	1.33	0.005	0.0021	0.0031	0.0035	0.045	0.040	0.044	0.28	0.153	0.0022		
F5	0.47	0.41	1.33	0.005	0.0003	0.0047	0.0021	0.046	0.021	0.033	0.33	0.168	0.0028		
F6	0.45	0.39	1.28	0.004	0.0008	0.0067	0.0024	0.041	0.041	0.042	0.31	0.147	0.0021		
F7	0.45	0.41	1.31	0.009	0.0004	0.0102	0.0028	0.043	0.038	0.042	0.30	0.177	0.0029		
F8	0.47	0.45	1.35	0.004	0.0016	0.0179	0.0021	0.045	0.026	0.038	0.23	0.173	0.0031		
F9	0.47	0.40	1.25	0.007	0.0003	0.0211	0.0033	0.044	0.040	0.033	0.26	0.197	0.0023		
G1	0.47	0.42	1.30	0.004	0.0015	0.0030	0.0006	0.043	0.036	0.026	0.29	0.207	0.0020		
G2	0.46	0.42	1.32	0.007	0.0008	0.0023	0.0013	0.050	0.038	0.043	0.23	0.180	0.0020		

下線は本発明の範囲外であることを示す。

[0084] [表1-2]

表1-2

鋼	化学組成(質量%) 残部:Fe及び不純物														
	C	Si	Mn	P	S	N	O	Al	Nb	Ti	Cr	Mo	B	Co	Ni
G3	0.46	0.43	1.25	0.007	0.0012	0.0020	0.0022	0.045	0.039	0.039	0.32	0.196	0.0022		
G4	0.45	0.42	1.27	0.005	0.0021	0.0026	0.0034	0.049	0.024	0.026	0.32	0.203	0.0032		
G5	0.45	0.45	1.28	0.007	0.0013	0.0019	0.0051	0.044	0.022	0.029	0.27	0.156	0.0026		
G6	0.45	0.45	1.34	0.008	0.0013	0.0028	0.0083	0.049	0.036	0.043	0.28	0.171	0.0020		
G7	0.47	0.43	1.26	0.004	0.0003	0.0020	0.0197	0.045	0.032	0.041	0.26	0.149	0.0022		
G8	0.46	0.40	1.23	0.009	0.0012	0.0023	0.0237	0.039	0.038	0.041	0.26	0.147	0.0029		
H1	0.46	0.43	1.24	0.004	0.0004	0.0024	0.0034	0.0007	0.037	0.028	0.32	0.198	0.0030		
H2	0.46	0.44	1.35	0.005	0.0016	0.0024	0.0034	0.001	0.026	0.035	0.26	0.177	0.0024		
H3	0.46	0.43	1.26	0.006	0.0007	0.0021	0.0030	0.005	0.030	0.046	0.32	0.151	0.0019		
H4	0.46	0.39	1.23	0.009	0.0012	0.0024	0.0015	0.016	0.042	0.041	0.32	0.220	0.0028		
H5	0.46	0.43	1.30	0.006	0.0020	0.0021	0.0025	0.025	0.032	0.041	0.25	0.143	0.0030		
H6	0.45	0.41	1.25	0.008	0.0011	0.0022	0.0031	0.039	0.037	0.032	0.29	0.210	0.0020		
H7	0.46	0.43	1.35	0.009	0.0005	0.0026	0.0018	0.049	0.029	0.037	0.31	0.197	0.0020		
H8	0.45	0.39	1.27	0.006	0.0015	0.0027	0.0024	0.068	0.027	0.046	0.28	0.139	0.0028		
H9	0.47	0.44	1.32	0.006	0.0004	0.0027	0.0015	0.082	0.019	0.038	0.34	0.144	0.0032		
H10	0.47	0.39	1.27	0.006	0.0007	0.0021	0.0021	0.126	0.024	0.045	0.28	0.178	0.0032		
H11	0.46	0.43	1.33	0.008	0.0018	0.0019	0.0020	0.264	0.034	0.040	0.33	0.190	0.0032		
H12	0.47	0.44	1.24	0.009	0.0006	0.0019	0.0033	0.369	0.026	0.033	0.29	0.218	0.0022		
H13	0.46	0.39	1.23	0.007	0.0005	0.0024	0.0033	0.491	0.035	0.031	0.32	0.153	0.0023		
H14	0.45	0.45	1.30	0.006	0.0013	0.0029	0.0029	0.511	0.032	0.039	0.31	0.149	0.0028		
I1	0.46	0.40	1.22	0.009	0.0007	0.0024	0.0018	0.050	0.0006	0.036	0.33	0.133	0.0018		
I2	0.45	0.43	1.34	0.008	0.0015	0.0034	0.0031	0.045	0.0012	0.037	0.24	0.225	0.0019		
I3	0.46	0.43	1.30	0.005	0.0017	0.0025	0.0032	0.049	0.004	0.029	0.25	0.228	0.0020		
I4	0.47	0.45	1.34	0.005	0.0015	0.0028	0.0016	0.044	0.007	0.043	0.31	0.211	0.0030		
I5	0.45	0.40	1.31	0.005	0.0008	0.0034	0.0016	0.045	0.012	0.041	0.27	0.218	0.0029		
I6	0.47	0.39	1.30	0.008	0.0010	0.0025	0.0034	0.040	0.018	0.034	0.30	0.143	0.0030		
I7	0.46	0.40	1.25	0.005	0.0012	0.0021	0.0022	0.046	0.025	0.036	0.33	0.136	0.0029		
I8	0.47	0.43	1.26	0.004	0.0010	0.0029	0.0019	0.043	0.037	0.037	0.27	0.183	0.0018		
I9	0.45	0.41	1.30	0.004	0.0017	0.0028	0.0023	0.041	0.041	0.029	0.29	0.140	0.0027		
I10	0.45	0.44	1.22	0.004	0.0006	0.0020	0.0029	0.050	0.056	0.025	0.26	0.158	0.0032		
I11	0.47	0.42	1.34	0.009	0.0021	0.0024	0.0027	0.043	0.065	0.042	0.28	0.228	0.0024		
I12	0.47	0.40	1.24	0.004	0.0021	0.0019	0.0014	0.047	0.081	0.045	0.31	0.199	0.0023		
I13	0.47	0.39	1.32	0.004	0.0009	0.0019	0.0030	0.040	0.091	0.033	0.31	0.146	0.0019		
I14	0.47	0.44	1.28	0.004	0.0010	0.0034	0.0028	0.049	0.126	0.037	0.29	0.156	0.0024		
J1	0.46	0.40	1.26	0.006	0.0016	0.0022	0.0027	0.049	0.042	0.007	0.29	0.206	0.0032		
J2	0.46	0.42	1.26	0.005	0.0013	0.0022	0.0026	0.048	0.032	0.011	0.31	0.189	0.0026		
J3	0.45	0.41	1.25	0.005	0.0017	0.0030	0.0022	0.047	0.042	0.017	0.27	0.194	0.0026		
J4	0.45	0.42	1.27	0.005	0.0014	0.0019	0.0019	0.049	0.021	0.023	0.31	0.210	0.0030		
J5	0.47	0.39	1.34	0.008	0.0008	0.0032	0.0029	0.042	0.023	0.027	0.25	0.134	0.0025		
J6	0.46	0.43	1.33	0.004	0.0022	0.0030	0.0017	0.047	0.030	0.031	0.25	0.170	0.0027		
J7	0.46	0.39	1.21	0.008	0.0003	0.0029	0.0014	0.047	0.028	0.048	0.34	0.136	0.0019		
J8	0.46	0.43	1.21	0.008	0.0019	0.0027	0.0033	0.048	0.034	0.055	0.27	0.194	0.0020		
J9	0.46	0.45	1.34	0.008	0.0014	0.0028	0.0025	0.049	0.041	0.077	0.23	0.140	0.0024		
J10	0.47	0.43	1.23	0.005	0.0014	0.0023	0.0020	0.045	0.023	0.111	0.28	0.224	0.0027		
J11	0.45	0.44	1.23	0.008	0.0013	0.0019	0.0026	0.050	0.041	0.181	0.30	0.132	0.0023		
J12	0.45	0.40	1.28	0.008	0.0009	0.0021	0.0018	0.041	0.024	0.211	0.29	0.175	0.0027		
K1	0.47	0.43	1.29	0.004	0.0007	0.0032	0.0020	0.041	0.038	0.045	0.008	0.188	0.0021		
K2	0.47	0.41	1.27	0.004	0.0006	0.0027	0.0023	0.039	0.024	0.030	0.012	0.211	0.0024		
K3	0.46	0.40	1.34	0.004	0.0006	0.0021	0.0022	0.039	0.039	0.037	0.049	0.229	0.0019		
K4	0.45	0.41	1.30	0.009	0.0012	0.0027	0.0019	0.039	0.026	0.035	0.081	0.133	0.0033		
K5	0.45	0.40	1.31	0.007	0.0015	0.0019	0.0016	0.050	0.031	0.032	0.13	0.229	0.0018		
K6	0.46	0.40	1.35	0.004	0.0015	0.0021	0.0017	0.043	0.039	0.037	0.19	0.183	0.0024		
K7	0.47	0.45	1.24	0.008	0.0018	0.0031	0.0034	0.045	0.022	0.034	0.21	0.186	0.0025		
K8	0.45	0.42	1.35	0.008	0.0022	0.0019	0.0024	0.044	0.038	0.030	0.27	0.181	0.0025		
K9	0.45	0.43	1.34	0.004	0.0010	0.0027	0.0021	0.049	0.038	0.039	0.33	0.215	0.0026		
K10	0.45	0.40	1.31	0.006	0.0003	0.0032	0.0019	0.050	0.022	0.043	0.42	0.221	0.0019		
K11	0.46	0.43	1.31	0.007	0.0005	0.0030	0.0029	0.039	0.031	0.033	0.61	0.170	0.0031		
K12	0.45	0.40	1.25	0.006	0.0004	0.0023	0.0029	0.050	0.041	0.034	0.78	0.204	0.0029		
K13	0.47	0.43	1.30	0.006	0.0011	0.0027	0.0022	0.043	0.028	0.038	0.92	0.132	0.0020		
K14	0.45	0.45	1.32	0.006	0.0012	0.0032	0.0033	0.049	0.039	0.036	1.12	0.204	0.0022		
L1	0.47	0.41	1.22	0.009	0.0003	0.0025	0.0035	0.039	0.019	0.036	0.33	0.0009	0.0018		
L2	0.45	0.43	1.28	0.004	0.0014	0.0026	0.0028	0.050	0.029	0.035	0.26	0.0012	0.0032		
L3	0.46	0.43	1.29	0.004	0.0015	0.0022	0.0025	0.050	0.036	0.039	0.32	0.0051	0.0027		
L4	0.47	0.44	1.31	0.004	0.0008	0.0033	0.0035	0.039	0.019	0.041	0.25	0.023	0.0025		
L5	0.46	0.41	1.34	0.005	0.0008	0.0021	0.0023	0.039	0.030	0.028	0.31	0.072	0.0031		
L6	0.45	0.41	1.22	0.009	0.0015	0.0022	0.0034	0.041	0.025	0.029	0.29	0.137	0.0024		
L7	0.45	0.44	1.35	0.007	0.0008	0.0028	0.0023	0.046	0.036	0.029	0.31	0.193	0.0026		
L8	0.45	0.39	1.21	0.004	0.0022	0.0024	0.0028	0.040	0.038	0.026	0.23	0.231	0.0029		
L9	0.47	0.43	1.34	0.007	0.0009	0.0025	0.0017	0.050	0.020	0.041	0.28	0.351	0.0024		
L10	0.45	0.44	1.23	0.008	0.0020	0.0030	0.0035	0.044	0.040	0.040	0.28	0.496	0.0018		
L11	0.47	0.39	1.29	0.005	0.0019	0.0033	0.0016	0.042	0.032	0.031	0.26	0.673	0.0019		
L12	0.45	0.41	1.32	0.009	0.0010	0.0028	0.0022	0.050	0.037	0.028	0.28	0.877	0.0030		

下線は本発明の範囲外であることを示す。

[0085] [表1-3]

表1-3

鋼	化学組成(質量%) 残部:Fe及び不純物														
	C	Si	Mn	P	S	N	O	Al	Nb	Ti	Cr	Mo	B	Co	Ni
L13	0.46	0.40	1.28	0.006	0.0022	0.0032	0.0033	0.046	0.028	0.025	0.25	1.236	0.0019		
M1	0.47	0.42	1.26	0.007	0.0018	0.0032	0.0031	0.047	0.019	0.028	0.34	0.130	0.0002		
M2	0.46	0.40	1.24	0.007	0.0016	0.0020	0.0022	0.050	0.036	0.025	0.32	0.180	0.0006		
M3	0.46	0.42	1.21	0.008	0.0018	0.0024	0.0034	0.041	0.023	0.033	0.27	0.188	0.0011		
M4	0.47	0.40	1.24	0.004	0.0013	0.0027	0.0033	0.049	0.034	0.033	0.25	0.213	0.0017		
M5	0.47	0.42	1.25	0.006	0.0020	0.0020	0.0034	0.044	0.031	0.044	0.34	0.174	0.0022		
M6	0.46	0.45	1.21	0.005	0.0012	0.0020	0.0023	0.050	0.025	0.044	0.32	0.149	0.0031		
M7	0.45	0.39	1.29	0.004	0.0009	0.0024	0.0032	0.043	0.024	0.025	0.32	0.134	0.0045		
M8	0.45	0.45	1.35	0.007	0.0022	0.0021	0.0018	0.044	0.032	0.043	0.24	0.192	0.0072		
M9	0.45	0.42	1.21	0.008	0.0009	0.0034	0.0034	0.040	0.034	0.040	0.31	0.136	0.0119		
M10	0.45	0.45	1.33	0.007	0.0009	0.0023	0.0034	0.041	0.041	0.034	0.25	0.135	0.0178		
M11	0.45	0.44	1.30	0.009	0.0015	0.0030	0.0031	0.049	0.021	0.044	0.27	0.180	0.0221		
N1	0.45	0.44	1.27	0.007	0.0006	0.0029	0.0019	0.043	0.019	0.037	0.29	0.132	0.0033	0.05	
N2	0.45	0.45	1.27	0.004	0.0006	0.0024	0.0023	0.050	0.039	0.029	0.28	0.172	0.0018	0.12	
N3	0.46	0.40	1.29	0.005	0.0021	0.0031	0.0015	0.049	0.018	0.030	0.28	0.155	0.0032	0.22	
N4	0.47	0.39	1.34	0.005	0.0020	0.0032	0.0014	0.049	0.036	0.027	0.32	0.131	0.0033	0.42	
N5	0.46	0.42	1.21	0.007	0.0019	0.0032	0.0016	0.043	0.029	0.038	0.25	0.167	0.0023	0.61	
N6	0.45	0.41	1.21	0.006	0.0008	0.0027	0.0023	0.050	0.041	0.038	0.31	0.198	0.0024	0.85	
N7	0.47	0.45	1.27	0.007	0.0018	0.0029	0.0021	0.040	0.037	0.029	0.28	0.221	0.0025	1.11	
N8	0.46	0.40	1.35	0.006	0.0013	0.0033	0.0019	0.049	0.033	0.032	0.27	0.131	0.0020	1.35	
N9	0.46	0.45	1.35	0.005	0.0004	0.0031	0.0018	0.050	0.037	0.042	0.28	0.211	0.0031	1.57	
N10	0.47	0.44	1.27	0.004	0.0008	0.0031	0.0026	0.046	0.025	0.041	0.24	0.152	0.0019	1.72	
N11	0.47	0.40	1.31	0.007	0.0006	0.0027	0.0025	0.050	0.038	0.027	0.28	0.210	0.0022	1.91	
N12	0.47	0.40	1.35	0.004	0.0015	0.0022	0.0028	0.045	0.028	0.034	0.32	0.191	0.0029	2.56	
N13	0.47	0.44	1.23	0.008	0.0018	0.0020	0.0027	0.040	0.026	0.028	0.25	0.181	0.0027	3.55	
O1	0.46	0.43	1.22	0.006	0.0015	0.0030	0.0030	0.043	0.019	0.029	0.28	0.153	0.0026		0.02
O2	0.46	0.41	1.26	0.006	0.0015	0.0026	0.0032	0.047	0.035	0.041	0.31	0.130	0.0027		0.13
O3	0.46	0.39	1.27	0.004	0.0013	0.0030	0.0021	0.049	0.022	0.038	0.32	0.155	0.0021		0.23
O4	0.45	0.42	1.34	0.006	0.0017	0.0019	0.0026	0.048	0.026	0.043	0.26	0.150	0.0022		0.41
O5	0.46	0.45	1.25	0.004	0.0019	0.0033	0.0031	0.049	0.041	0.029	0.25	0.151	0.0027		0.84
O6	0.47	0.41	1.35	0.008	0.0022	0.0024	0.0025	0.043	0.019	0.045	0.27	0.200	0.0030		1.21
O7	0.46	0.44	1.21	0.005	0.0017	0.0021	0.0014	0.044	0.031	0.026	0.32	0.162	0.0028		1.62
O8	0.45	0.40	1.35	0.004	0.0011	0.0024	0.0028	0.045	0.041	0.035	0.30	0.168	0.0025		1.92
O9	0.45	0.40	1.30	0.009	0.0005	0.0023	0.0018	0.049	0.030	0.033	0.28	0.176	0.0030		2.11
O10	0.45	0.44	1.23	0.009	0.0018	0.0019	0.0024	0.039	0.020	0.036	0.32	0.164	0.0028		2.56
O11	0.47	0.39	1.35	0.008	0.0010	0.0025	0.0017	0.040	0.029	0.027	0.33	0.154	0.0030		2.79
O12	0.47	0.43	1.25	0.006	0.0018	0.0027	0.0033	0.047	0.022	0.026	0.33	0.220	0.0028		2.91
P1	0.47	0.42	1.26	0.005	0.0015	0.0032	0.0025	0.040	0.022	0.041	0.28	0.135	0.0032		
P2	0.45	0.40	1.33	0.005	0.0020	0.0029	0.0021	0.040	0.025	0.027	0.23	0.163	0.0026		
P3	0.45	0.45	1.27	0.006	0.0008	0.0028	0.0020	0.042	0.018	0.034	0.34	0.153	0.0021		
P4	0.46	0.39	1.35	0.004	0.0006	0.0033	0.0017	0.050	0.024	0.030	0.31	0.136	0.0025		
P5	0.45	0.45	1.33	0.007	0.0016	0.0024	0.0016	0.047	0.026	0.040	0.26	0.176	0.0021		
P6	0.45	0.39	1.24	0.008	0.0013	0.0027	0.0022	0.043	0.022	0.030	0.31	0.164	0.0024		
P7	0.45	0.43	1.25	0.006	0.0009	0.0029	0.0019	0.044	0.022	0.041	0.23	0.229	0.0027		
P8	0.45	0.45	1.26	0.007	0.0008	0.0019	0.0029	0.047	0.023	0.031	0.33	0.221	0.0022		
P9	0.45	0.44	1.28	0.008	0.0016	0.0033	0.0023	0.047	0.034	0.039	0.24	0.188	0.0032		
P10	0.46	0.45	1.22	0.008	0.0012	0.0022	0.0030	0.044	0.026	0.028	0.25	0.188	0.0022		
P11	0.46	0.44	1.22	0.004	0.0013	0.0034	0.0035	0.044	0.037	0.032	0.23	0.181	0.0019		
P12	0.45	0.42	1.27	0.009	0.0003	0.0025	0.0019	0.049	0.021	0.031	0.28	0.132	0.0023		
Q1	0.47	0.45	1.34	0.006	0.0017	0.0026	0.0026	0.040	0.027	0.040	0.34	0.182	0.0027		
Q2	0.45	0.45	1.35	0.008	0.0003	0.0033	0.0028	0.045	0.020	0.027	0.30	0.136	0.0022		
Q3	0.47	0.39	1.24	0.009	0.0013	0.0019	0.0032	0.045	0.029	0.046	0.27	0.215	0.0020		
Q4	0.45	0.39	1.32	0.005	0.0012	0.0025	0.0017	0.048	0.019	0.032	0.23	0.230	0.0029		
Q5	0.46	0.43	1.32	0.007	0.0015	0.0021	0.0024	0.041	0.023	0.041	0.28	0.191	0.0032		
Q6	0.47	0.42	1.31	0.005	0.0022	0.0027	0.0025	0.048	0.034	0.026	0.26	0.203	0.0024		
Q7	0.47	0.43	1.32	0.005	0.0016	0.0029	0.0030	0.039	0.022	0.033	0.32	0.215	0.0027		
Q8	0.47	0.45	1.27	0.006	0.0007	0.0019	0.0031	0.049	0.021	0.035	0.29	0.141	0.0020		
Q9	0.47	0.41	1.29	0.004	0.0007	0.0034	0.0020	0.045	0.041	0.034	0.24	0.154	0.0030		
Q10	0.46	0.43	1.23	0.008	0.0010	0.0030	0.0015	0.042	0.028	0.026	0.26	0.154	0.0019		
Q11	0.45	0.44	1.26	0.006	0.0017	0.0019	0.0023	0.039	0.025	0.031	0.34	0.152	0.0029		
Q12	0.46	0.41	1.30	0.004	0.0007	0.0021	0.0023	0.045	0.035	0.042	0.27	0.148	0.0029		
R1	0.46	0.39	1.31	0.004	0.0008	0.0028	0.0026	0.047	0.030	0.030	0.34	0.165	0.0031		
R2	0.45	0.42	1.30	0.008	0.0009	0.0033	0.0025	0.044	0.026	0.042	0.26	0.140	0.0031		
R3	0.45	0.41	1.26	0.008	0.0005	0.0028	0.0020	0.040	0.037	0.028	0.30	0.178	0.0027		
R4	0.47	0.45	1.26	0.006	0.0009	0.0031	0.0032	0.044	0.038	0.036	0.27	0.218	0.0018		
R5	0.47	0.40	1.26	0.006	0.0022	0.0021	0.0022	0.048	0.026	0.033	0.29	0.161	0.0033		
R6	0.47	0.40	1.21	0.008	0.0018	0.0020	0.0021	0.042	0.042	0.035	0.30	0.152	0.0021		
R7	0.46	0.42	1.32	0.008	0.0008	0.0031	0.0016	0.043	0.034	0.028	0.30	0.162	0.0031		
R8	0.45	0.43	1.30	0.008	0.0019	0.0033	0.0033	0.039	0.036	0.044	0.30	0.219	0.0031		
S1	0.45	0.45	1.22	0.007	0.0003	0.0028	0.0017	0.046	0.025	0.040	0.32	0.161	0.0021		
S2	0.47	0.43	1.30	0.009	0.0014	0.0024	0.0029	0.039	0.028	0.031	0.25	0.173	0.0026		
S3	0.45	0.40	1.35	0.004	0.0013	0.0030	0.0032	0.042	0.029	0.043	0.24	0.180	0.0023		

下線は本発明の範囲外であることを示す。

[0086] [表1-4]

表1-4

鋼	化学組成(質量%) 残部:Fe及び不純物														
	C	Si	Mn	P	S	N	O	Al	Nb	Ti	Cr	Mo	B	Co	Ni
S4	0.46	0.44	1.25	0.008	0.0020	0.0029	0.0014	0.049	0.036	0.046	0.30	0.148	0.0025		
S5	0.47	0.44	1.22	0.004	0.0003	0.0021	0.0017	0.043	0.041	0.046	0.32	0.148	0.0026		
S6	0.45	0.41	1.25	0.005	0.0012	0.0024	0.0029	0.044	0.026	0.046	0.30	0.209	0.0029		
S7	0.46	0.45	1.32	0.009	0.0021	0.0032	0.0032	0.040	0.039	0.033	0.28	0.145	0.0025		
S8	0.45	0.43	1.25	0.004	0.0017	0.0030	0.0014	0.049	0.036	0.029	0.27	0.161	0.0027		
T1	0.46	0.45	1.27	0.004	0.0021	0.0026	0.0021	0.042	0.030	0.025	0.32	0.204	0.0024		
T2	0.46	0.42	1.34	0.009	0.0004	0.0021	0.0035	0.040	0.021	0.034	0.26	0.217	0.0020		
T3	0.46	0.39	1.21	0.007	0.0022	0.0023	0.0032	0.044	0.031	0.038	0.27	0.177	0.0025		
T4	0.45	0.41	1.29	0.007	0.0009	0.0023	0.0034	0.039	0.018	0.033	0.24	0.181	0.0033		
T5	0.47	0.42	1.30	0.004	0.0006	0.0027	0.0016	0.048	0.028	0.038	0.26	0.206	0.0019		
T6	0.45	0.45	1.24	0.005	0.0019	0.0032	0.0014	0.045	0.031	0.043	0.23	0.227	0.0020		
T7	0.47	0.41	1.29	0.009	0.0003	0.0030	0.0029	0.050	0.034	0.031	0.34	0.159	0.0032		
T8	0.45	0.42	1.25	0.008	0.0009	0.0025	0.0027	0.040	0.034	0.040	0.31	0.138	0.0022		
U1	0.46	0.45	1.23	0.008	0.0014	0.0029	0.0021	0.045	0.024	0.034	0.34	0.203	0.0022		
U2	0.47	0.42	1.33	0.004	0.0017	0.0020	0.0035	0.042	0.024	0.039	0.27	0.193	0.0032		
U3	0.47	0.39	1.32	0.009	0.0015	0.0029	0.0014	0.043	0.029	0.032	0.28	0.172	0.0024		
U4	0.45	0.40	1.28	0.006	0.0014	0.0028	0.0025	0.041	0.037	0.033	0.34	0.181	0.0029		
U5	0.46	0.45	1.32	0.005	0.0021	0.0030	0.0021	0.039	0.036	0.036	0.27	0.158	0.0023		
U6	0.46	0.40	1.31	0.006	0.0020	0.0023	0.0034	0.041	0.021	0.041	0.26	0.165	0.0030		
U7	0.45	0.43	1.28	0.005	0.0008	0.0032	0.0028	0.043	0.031	0.041	0.23	0.209	0.0022		
U8	0.46	0.43	1.32	0.004	0.0007	0.0021	0.0025	0.050	0.039	0.035	0.26	0.149	0.0023		
V1	0.45	0.45	1.35	0.006	0.0017	0.0032	0.0014	0.047	0.021	0.032	0.31	0.150	0.0021		
V2	0.47	0.41	1.32	0.007	0.0004	0.0022	0.0022	0.046	0.020	0.043	0.31	0.203	0.0028		
V3	0.45	0.44	1.34	0.009	0.0016	0.0032	0.0031	0.047	0.035	0.046	0.28	0.210	0.0025		
V4	0.46	0.45	1.35	0.009	0.0017	0.0025	0.0033	0.040	0.039	0.042	0.27	0.228	0.0023		
V5	0.47	0.42	1.31	0.007	0.0010	0.0028	0.0032	0.049	0.023	0.029	0.33	0.159	0.0021		
V6	0.46	0.43	1.33	0.005	0.0021	0.0028	0.0022	0.044	0.028	0.033	0.33	0.203	0.0025		
V7	0.46	0.45	1.25	0.009	0.0006	0.0026	0.0018	0.047	0.035	0.039	0.33	0.189	0.0024		
V8	0.46	0.40	1.22	0.004	0.0006	0.0025	0.0028	0.047	0.041	0.044	0.27	0.230	0.0031		
W1	0.46	0.45	1.35	0.008	0.0006	0.0025	0.0021	0.046	0.034	0.034	0.32	0.175	0.0028		
W2	0.46	0.41	1.23	0.007	0.0009	0.0032	0.0032	0.049	0.031	0.030	0.30	0.152	0.0023		
W3	0.46	0.41	1.30	0.005	0.0007	0.0026	0.0033	0.047	0.024	0.037	0.32	0.174	0.0023		
W4	0.46	0.41	1.34	0.007	0.0020	0.0032	0.0023	0.050	0.018	0.032	0.34	0.230	0.0033		
W5	0.45	0.42	1.24	0.005	0.0003	0.0023	0.0025	0.044	0.038	0.030	0.30	0.148	0.0024		
W6	0.47	0.45	1.24	0.009	0.0017	0.0024	0.0014	0.047	0.024	0.026	0.30	0.203	0.0028		
W7	0.46	0.40	1.32	0.005	0.0004	0.0025	0.0014	0.050	0.023	0.040	0.30	0.228	0.0019		
W8	0.46	0.44	1.31	0.006	0.0009	0.0030	0.0022	0.048	0.019	0.042	0.29	0.178	0.0018		
X1	0.45	0.40	1.21	0.006	0.0016	0.0030	0.0025	0.046	0.027	0.025	0.34	0.207	0.0021		
X2	0.46	0.39	1.22	0.008	0.0010	0.0028	0.0018	0.048	0.031	0.037	0.30	0.132	0.0024		
X3	0.46	0.45	1.24	0.006	0.0020	0.0022	0.0031	0.043	0.022	0.039	0.32	0.212	0.0033		
Y1	0.47	0.40	1.24	0.009	0.0007	0.0019	0.0019	0.040	0.038	0.026	0.33	0.202	0.0029		
Y2	0.46	0.44	1.21	0.007	0.0008	0.0026	0.0030	0.049	0.035	0.031	0.31	0.142	0.0018		
Y3	0.45	0.39	1.28	0.009	0.0013	0.0032	0.0024	0.043	0.039	0.041	0.29	0.161	0.0029		
Y4	0.46	0.39	1.32	0.008	0.0004	0.0019	0.0028	0.041	0.021	0.039	0.29	0.147	0.0021		
Y5	0.46	0.43	1.31	0.005	0.0013	0.0022	0.0020	0.041	0.042	0.027	0.33	0.174	0.0028		
Y6	0.46	0.41	1.35	0.004	0.0020	0.0031	0.0021	0.046	0.025	0.036	0.31	0.216	0.0033		
Y7	0.45	0.40	1.22	0.004	0.0005	0.0023	0.0020	0.045	0.039	0.037	0.31	0.173	0.0032		
Y8	0.47	0.42	1.31	0.006	0.0015	0.0031	0.0026	0.049	0.036	0.027	0.31	0.142	0.0025		
Y9	0.46	0.45	1.28	0.004	0.0017	0.0033	0.0018	0.045	0.029	0.030	0.24	0.170	0.0031		
Y10	0.45	0.42	1.34	0.004	0.0018	0.0022	0.0014	0.050	0.019	0.035	0.33	0.180	0.0029		
Z1	0.46	0.45	1.28	0.006	0.0020	0.0025	0.0020	0.039	0.021	0.037	0.24	0.147	0.0022		
Z2	0.45	0.40	1.35	0.005	0.0015	0.0019	0.0035	0.043	0.026	0.032	0.27	0.223	0.0026		
Z3	0.46	0.39	1.25	0.004	0.0019	0.0023	0.0031	0.042	0.035	0.041	0.32	0.206	0.0018		
Z4	0.47	0.43	1.24	0.005	0.0006	0.0019	0.0017	0.050	0.026	0.044	0.26	0.195	0.0032		
Z5	0.47	0.45	1.21	0.005	0.0008	0.0030	0.0033	0.048	0.030	0.026	0.32	0.138	0.0032		
Z6	0.46	0.44	1.23	0.007	0.0014	0.0032	0.0015	0.045	0.038	0.025	0.25	0.145	0.0026		
Z7	0.47	0.41	1.33	0.009	0.0016	0.0022	0.0015	0.044	0.026	0.036	0.33	0.224	0.0018		
Z8	0.46	0.42	1.26	0.006	0.0009	0.0029	0.0024	0.050	0.034	0.036	0.32	0.145	0.0031		
Z9	0.45	0.39	1.26	0.004	0.0006	0.0031	0.0017	0.046	0.034	0.037	0.24	0.208	0.0023		
Z10	0.46	0.44	1.35	0.006	0.0005	0.0029	0.0024	0.043	0.027	0.032	0.29	0.171	0.0031		
AA1	0.46	0.44	1.28	0.005	0.0020	0.0020	0.0030	0.048	0.018	0.026	0.25	0.181	0.0022		
AA2	0.47	0.43	1.23	0.004	0.0015	0.0027	0.0029	0.045	0.028	0.043	0.27	0.212	0.0022		
AA3	0.46	0.44	1.35	0.008	0.0015	0.0033	0.0019	0.043	0.023	0.030	0.23	0.148	0.0022		
AA4	0.47	0.45	1.26	0.004	0.0007	0.0028	0.0027	0.043	0.040	0.042	0.30	0.173	0.0019		
AA5	0.46	0.44	1.24	0.005	0.0009	0.0020	0.0020	0.046	0.031	0.040	0.34	0.174	0.0022		
AA6	0.47	0.45	1.24	0.005	0.0015	0.0027	0.0020	0.042	0.019	0.044	0.24	0.203	0.0020		
AA7	0.45	0.44	1.31	0.005	0.0004	0.0023	0.0025	0.044	0.029	0.029	0.25	0.191	0.0033		
AA8	0.47	0.41	1.24	0.006	0.0005	0.0028	0.0023	0.040	0.030	0.044	0.24	0.163	0.0025		
AA9	0.46	0.44	1.27	0.004	0.0013	0.0022	0.0018	0.039	0.028	0.032	0.27	0.182	0.0019		
AA10	0.47	0.42	1.34	0.009	0.0013	0.0022	0.0023	0.042	0.034	0.032	0.28	0.191	0.0023		
BB1	0.46	0.44	1.33	0.007	0.0009	0.0030	0.0032	0.041	0.019	0.034	0.26	0.145	0.0032		
BB2	0.47	0.43	1.24	0.008	0.0007	0.0029	0.0023	0.041	0.028	0.041	0.31	0.151	0.0022		

下線は本発明の範囲外であることを示す。

[0087] [表1-5]

表1-5

鋼	化学組成(質量%) 残部:Fe及び不純物														
	C	Si	Mn	P	S	N	O	Al	Nb	Ti	Cr	Mo	B	Co	Ni
BB3	0.46	0.39	1.30	0.004	0.0014	0.0020	0.0030	0.048	0.025	0.040	0.31	0.171	0.0024		
BB4	0.45	0.40	1.24	0.008	0.0014	0.0019	0.0024	0.044	0.029	0.035	0.29	0.184	0.0019		
BB5	0.47	0.39	1.21	0.008	0.0018	0.0027	0.0017	0.044	0.039	0.031	0.34	0.219	0.0033		
BB6	0.46	0.42	1.31	0.006	0.0015	0.0030	0.0033	0.042	0.029	0.033	0.25	0.196	0.0032		
BB7	0.47	0.43	1.33	0.009	0.0017	0.0019	0.0023	0.039	0.035	0.045	0.30	0.225	0.0028		
BB8	0.47	0.44	1.27	0.006	0.0014	0.0019	0.0031	0.040	0.027	0.025	0.27	0.227	0.0024		
BB9	0.46	0.41	1.22	0.007	0.0009	0.0024	0.0031	0.050	0.029	0.043	0.34	0.162	0.0018		
BB10	0.45	0.45	1.34	0.008	0.0007	0.0027	0.0034	0.044	0.042	0.043	0.25	0.141	0.0022		
CC1	0.46	0.44	1.21	0.005	0.0013	0.0026	0.0015	0.047	0.020	0.043	0.34	0.140	0.0033		
CC2	0.45	0.40	1.24	0.009	0.0019	0.0025	0.0027	0.049	0.025	0.035	0.33	0.173	0.0031		
CC3	0.46	0.42	1.30	0.005	0.0006	0.0021	0.0031	0.039	0.025	0.046	0.25	0.230	0.0024		
CC4	0.47	0.41	1.31	0.007	0.0022	0.0021	0.0024	0.044	0.026	0.032	0.28	0.167	0.0021		
CC5	0.46	0.45	1.24	0.007	0.0022	0.0024	0.0034	0.048	0.040	0.025	0.25	0.148	0.0032		
CC6	0.47	0.39	1.22	0.006	0.0013	0.0027	0.0026	0.042	0.026	0.027	0.23	0.171	0.0033		
CC7	0.46	0.39	1.29	0.008	0.0021	0.0022	0.0030	0.043	0.026	0.040	0.27	0.200	0.0022		
CC8	0.46	0.39	1.22	0.008	0.0009	0.0020	0.0030	0.044	0.032	0.029	0.29	0.203	0.0018		
CC9	0.45	0.40	1.22	0.004	0.0005	0.0029	0.0028	0.044	0.030	0.038	0.25	0.148	0.0033		
CC10	0.47	0.43	1.28	0.009	0.0008	0.0031	0.0029	0.041	0.032	0.037	0.25	0.160	0.0020		
DD1	0.46	0.41	1.25	0.006	0.0011	0.0025	0.0029	0.048	0.025	0.025	0.23	0.192	0.0033		
DD2	0.46	0.42	1.26	0.007	0.0006	0.0033	0.0026	0.044	0.027	0.038	0.34	0.148	0.0027		
DD3	0.46	0.39	1.24	0.004	0.0017	0.0033	0.0023	0.047	0.018	0.026	0.32	0.141	0.0027		
DD4	0.45	0.45	1.22	0.007	0.0013	0.0026	0.0015	0.049	0.031	0.026	0.30	0.131	0.0022		
DD5	0.47	0.43	1.25	0.009	0.0012	0.0023	0.0019	0.045	0.019	0.035	0.24	0.230	0.0022		
DD6	0.46	0.41	1.26	0.006	0.0022	0.0023	0.0024	0.043	0.034	0.030	0.27	0.147	0.0027		
DD7	0.46	0.39	1.30	0.007	0.0014	0.0022	0.0026	0.044	0.028	0.040	0.24	0.168	0.0024		
DD8	0.45	0.44	1.35	0.008	0.0017	0.0021	0.0035	0.047	0.018	0.037	0.25	0.181	0.0020		
DD9	0.47	0.42	1.24	0.004	0.0014	0.0032	0.0032	0.050	0.032	0.041	0.29	0.194	0.0020		
DD10	0.46	0.39	1.26	0.008	0.0016	0.0024	0.0015	0.050	0.027	0.034	0.31	0.209	0.0020		
EE1	0.46	0.40	1.22	0.007	0.0022	0.0030	0.0028	0.054	0.021	0.036	0.32	0.157	0.0028		0.08
EE2	0.48	0.41	1.21	0.004	0.0024	0.0019	0.0023	0.046	0.032	0.045	0.35	0.136	0.0026		
EE3	0.47	0.41	1.29	0.003	0.0008	0.0032	0.0020	0.057	0.033	0.042	0.33	0.222	0.0020	1.02	
EE4	0.45	0.45	1.30	0.009	0.0021	0.0023	0.0019	0.053	0.030	0.034	0.35	0.204	0.0035		0.05
EE5	0.46	0.45	0.81	0.007	0.0011	0.0020	0.0017	0.045	0.032	0.042	0.24	0.213	0.0033		
EE6	0.47	0.45	1.30	0.006	0.0005	0.0029	0.0015	0.048	0.020	0.029	0.27	0.190	0.0021		
EE7	0.45	0.43	2.05	0.003	0.0011	0.0022	0.0027	0.046	0.040	0.031	0.27	0.159	0.0027		
EE8	0.46	0.44	2.24	0.004	0.0005	0.0032	0.0035	0.040	0.023	0.029	0.32	0.210	0.0026		

下線は本発明の範囲外であることを示す。

[0088]

[表1-6]

表1-6

鋼	化学組成(質量%) 残部:Fe及び不純物															備考
	Cu	V	Ca	Mg	REM	Sb	Zr	Sn	As	W	Ta	Re	Os	Ir	Tc	
A1																比較鋼
A2																発明鋼
A3																発明鋼
A4																発明鋼
A5																発明鋼
A6																発明鋼
A7																発明鋼
A8																発明鋼
A9																発明鋼
A10																発明鋼
A11																発明鋼
A12																発明鋼
A13																発明鋼
A14																比較鋼
B1																比較鋼
B2																発明鋼
B3																発明鋼
B4																発明鋼
B5																発明鋼
B6																発明鋼
B7																発明鋼
B8																発明鋼
B9																発明鋼
B10																発明鋼
B11																発明鋼
B12																発明鋼
B13																発明鋼
B14																発明鋼
B15																比較鋼
C1																比較鋼
C2																発明鋼
C3																発明鋼
C4																発明鋼
C5																発明鋼
C6																発明鋼
C7																発明鋼
C8																発明鋼
C9																発明鋼
C10																発明鋼
C11																発明鋼
C12																発明鋼
C13																発明鋼
C14																比較鋼
D1																発明鋼
D2																発明鋼
D3																発明鋼
D4																発明鋼
D5																発明鋼
D6																発明鋼
D7																発明鋼
D8																発明鋼
D9																比較鋼
E1																発明鋼
E2																発明鋼
E3																発明鋼
E4																発明鋼
E5																発明鋼
E6																発明鋼
E7																発明鋼
E8																発明鋼
E9																比較鋼
F1																発明鋼
F2																発明鋼
F3																発明鋼
F4																発明鋼
F5																発明鋼
F6																発明鋼
F7																発明鋼
F8																発明鋼
F9																比較鋼
G1																発明鋼
G2																発明鋼

下線は本発明の範囲外であることを示す。

[0089] [表1-7]

表1-7

鋼	化学組成(質量%) 残部:Fe及び不純物															備考
	Cu	V	Ca	Mg	REM	Sb	Zr	Sn	As	W	Ta	Re	Os	Ir	Tc	
G3																発明鋼
G4																発明鋼
G5																発明鋼
G6																発明鋼
G7																発明鋼
G8																比較鋼
H1																比較鋼
H2																発明鋼
H3																発明鋼
H4																発明鋼
H5																発明鋼
H6																発明鋼
H7																発明鋼
H8																発明鋼
H9																発明鋼
H10																発明鋼
H11																発明鋼
H12																発明鋼
H13																発明鋼
H14																比較鋼
I1																比較鋼
I2																発明鋼
I3																発明鋼
I4																発明鋼
I5																発明鋼
I6																発明鋼
I7																発明鋼
I8																発明鋼
I9																発明鋼
I10																発明鋼
I11																発明鋼
I12																発明鋼
I13																発明鋼
I14																比較鋼
J1																比較鋼
J2																発明鋼
J3																発明鋼
J4																発明鋼
J5																発明鋼
J6																発明鋼
J7																発明鋼
J8																発明鋼
J9																発明鋼
J10																発明鋼
J11																発明鋼
J12																比較鋼
K1																比較鋼
K2																発明鋼
K3																発明鋼
K4																発明鋼
K5																発明鋼
K6																発明鋼
K7																発明鋼
K8																発明鋼
K9																発明鋼
K10																発明鋼
K11																発明鋼
K12																発明鋼
K13																発明鋼
K14																比較鋼
L1																比較鋼
L2																発明鋼
L3																発明鋼
L4																発明鋼
L5																発明鋼
L6																発明鋼
L7																発明鋼
L8																発明鋼
L9																発明鋼
L10																発明鋼
L11																発明鋼
L12																発明鋼

下線は本発明の範囲外であることを示す。

[0090] [表1-8]

表1-8

鋼	化学組成(質量%) 残部:Fe及び不純物															備考
	Cu	V	Ca	Mg	REM	Sb	Zr	Sn	As	W	Ta	Re	Os	Ir	Tc	
L13																比較鋼
M1																比較鋼
M2																発明鋼
M3																発明鋼
M4																発明鋼
M5																発明鋼
M6																発明鋼
M7																発明鋼
M8																発明鋼
M9																発明鋼
M10																発明鋼
M11																比較鋼
N1																発明鋼
N2																発明鋼
N3																発明鋼
N4																発明鋼
N5																発明鋼
N6																発明鋼
N7																発明鋼
N8																発明鋼
N9																発明鋼
N10																発明鋼
N11																発明鋼
N12																発明鋼
N13																発明鋼
O1																発明鋼
O2																発明鋼
O3																発明鋼
O4																発明鋼
O5																発明鋼
O6																発明鋼
O7																発明鋼
O8																発明鋼
O9																発明鋼
O10																発明鋼
O11																発明鋼
O12																発明鋼
P1	0.05															発明鋼
P2	0.11															発明鋼
P3	0.23															発明鋼
P4	0.42															発明鋼
P5	0.83															発明鋼
P6	1.32															発明鋼
P7	1.63															発明鋼
P8	1.84															発明鋼
P9	2.21															発明鋼
P10	2.45															発明鋼
P11	2.74															発明鋼
P12	2.91															発明鋼
Q1		0.05														発明鋼
Q2		0.11														発明鋼
Q3		0.21														発明鋼
Q4		0.47														発明鋼
Q5		0.84														発明鋼
Q6		1.29														発明鋼
Q7		1.55														発明鋼
Q8		1.81														発明鋼
Q9		2.21														発明鋼
Q10		2.46														発明鋼
Q11		2.63														発明鋼
Q12		2.88														発明鋼
R1			0.001													発明鋼
R2			0.01													発明鋼
R3			0.13													発明鋼
R4			0.27													発明鋼
R5			0.41													発明鋼
R6			0.65													発明鋼
R7			0.75													発明鋼
R8			0.91													発明鋼
S1				0.003												発明鋼
S2				0.02												発明鋼
S3				0.12												発明鋼

下線は本発明の範囲外であることを示す。

[0091] [表1-9]

表1-9

鋼	化学組成(質量%) 残部:Fe及び不純物															備考
	Cu	V	Ca	Mg	REM	Sb	Zr	Sn	As	W	Ta	Re	Os	Ir	Tc	
S4				0.25												発明鋼
S5				0.47												発明鋼
S6				0.63												発明鋼
S7				0.74												発明鋼
S8				0.96												発明鋼
T1					0.001											発明鋼
T2					0.04											発明鋼
T3					0.12											発明鋼
T4					0.25											発明鋼
T5					0.39											発明鋼
T6					0.63											発明鋼
T7					0.75											発明鋼
T8					0.91											発明鋼
U1						0.002										発明鋼
U2						0.03										発明鋼
U3						0.13										発明鋼
U4						0.25										発明鋼
U5						0.41										発明鋼
U6						0.64										発明鋼
U7						0.71										発明鋼
U8						0.92										発明鋼
V1							0.002									発明鋼
V2							0.04									発明鋼
V3							0.14									発明鋼
V4							0.25									発明鋼
V5							0.39									発明鋼
V6							0.57									発明鋼
V7							0.76									発明鋼
V8							0.93									発明鋼
W1								0.002								発明鋼
W2								0.03								発明鋼
W3								0.12								発明鋼
W4								0.27								発明鋼
W5								0.44								発明鋼
W6								0.64								発明鋼
W7								0.75								発明鋼
W8								0.92								発明鋼
X1									0.004							発明鋼
X2									0.021							発明鋼
X3									0.077							発明鋼
Y1										0.002						発明鋼
Y2										0.008						発明鋼
Y3										0.02						発明鋼
Y4										0.06						発明鋼
Y5										0.12						発明鋼
Y6										0.17						発明鋼
Y7										0.28						発明鋼
Y8										0.51						発明鋼
Y9										0.71						発明鋼
Y10										0.88						発明鋼
Z1											0.002					発明鋼
Z2											0.007					発明鋼
Z3											0.03					発明鋼
Z4											0.06					発明鋼
Z5											0.14					発明鋼
Z6											0.18					発明鋼
Z7											0.28					発明鋼
Z8											0.52					発明鋼
Z9											0.69					発明鋼
Z10											0.87					発明鋼
AA1												0.002				発明鋼
AA2												0.006				発明鋼
AA3												0.04				発明鋼
AA4												0.07				発明鋼
AA5												0.12				発明鋼
AA6												0.19				発明鋼
AA7												0.25				発明鋼
AA8												0.51				発明鋼
AA9												0.65				発明鋼
AA10												0.84				発明鋼
BB1													0.003			発明鋼
BB2													0.006			発明鋼

下線は本発明の範囲外であることを示す。

[0092] [表1-10]

表1-10

鋼	化学組成(質量%) 残部:Fe及び不純物															備考
	Cu	V	Ca	Mg	REM	Sb	Zr	Sn	As	W	Ta	Re	Os	Ir	Tc	
BB3													0.05			発明鋼
BB4													0.07			発明鋼
BB5													0.15			発明鋼
BB6													0.18			発明鋼
BB7													0.25			発明鋼
BB8													0.49			発明鋼
BB9													0.63			発明鋼
BB10													0.88			発明鋼
CC1														0.002		発明鋼
CC2														0.005		発明鋼
CC3														0.04		発明鋼
CC4														0.08		発明鋼
CC5														0.15		発明鋼
CC6														0.17		発明鋼
CC7														0.21		発明鋼
CC8														0.46		発明鋼
CC9														0.66		発明鋼
CC10														0.91		発明鋼
DD1															0.002	発明鋼
DD2															0.007	発明鋼
DD3															0.03	発明鋼
DD4															0.08	発明鋼
DD5															0.11	発明鋼
DD6															0.17	発明鋼
DD7															0.23	発明鋼
DD8															0.49	発明鋼
DD9															0.61	発明鋼
DD10															0.92	発明鋼
EE1	0.24															発明鋼
EE2																発明鋼
EE3																発明鋼
EE4	0.27							0.122								発明鋼
EE5																発明鋼
EE6																発明鋼
EE7																発明鋼
EE8																発明鋼

下線は本発明の範囲外であることを示す。

[0093]

[表2-1]

表2-1

試験 No.	鋼	熱間圧延工程	巻取工程	予備加熱工程		ホットスタンプ成形工程		その他	備考
		仕上げ圧延最終段圧下率 %	巻取温度 °C	加熱温度 °C	350°C未満までの平均冷却速度 °C/秒	加熱温度 °C	保持時間 秒		
1	A1	54	583	1288	473	912	366		比較例
2	A2	55	655	1279	591	910	348		発明例
3	A3	51	679	1266	525	903	368		発明例
4	A4	55	643	1275	518	913	373		発明例
5	A5	54	646	1265	444	912	358		発明例
6	A6	52	669	1253	561	922	350		発明例
7	A7	54	645	1246	411	924	366		発明例
8	A8	51	648	1248	539	922	368		発明例
9	A9	54	683	1276	507	908	357		発明例
10	A10	51	651	1288	539	897	374		発明例
11	A11	51	616	1263	666	901	370		発明例
12	A12	54	606	1262	648	911	371		発明例
13	A13	52	655	1259	625	915	366		発明例
14	A14	51	694	1276	629	910	351		比較例
15	B1	51	568	1279	445	912	358		比較例
16	B2	54	619	1283	421	919	350		発明例
17	B3	51	610	1256	504	912	366		発明例
18	B4	55	658	1272	560	915	355		発明例
19	B5	54	665	1265	507	920	355		発明例
20	B6	54	677	1261	610	899	375		発明例
21	B7	51	604	1249	532	897	373		発明例
22	B8	55	643	1249	434	910	373		発明例
23	B9	51	641	1281	575	897	372		発明例
24	B10	55	624	1288	618	910	364		発明例
25	B11	53	717	1252	680	912	345		発明例
26	B12	53	577	1261	422	897	360		発明例
27	B13	53	593	1280	685	902	365		発明例
28	B14	51	662	1255	697	920	353		発明例
29	B15	55	705	1251	411	915	361		比較例
30	C1	51	684	1254	491	915	346		比較例
31	C2	55	699	1251	645	898	375		発明例
32	C3	53	717	1286	679	902	368		発明例
33	C4	51	717	1249	474	913	369		発明例
34	C5	55	562	1250	502	918	365		発明例
35	C6	53	725	1244	502	905	354		発明例
36	C7	51	688	1270	595	909	366		発明例
37	C8	55	713	1261	697	898	371		発明例
38	C9	54	693	1271	670	911	364		発明例
39	C10	55	612	1283	499	898	370		発明例
40	C11	55	712	1270	462	923	369		発明例
41	C12	55	568	1259	527	901	349		発明例
42	C13	55	687	1290	677	901	346		発明例
43	C14	51	554	1244	688	895	372		比較例
44	D1	54	643	1243	458	910	368		発明例
45	D2	51	626	1268	686	919	374		発明例
46	D3	54	707	1274	611	925	368		発明例
47	D4	55	605	1271	618	925	372		発明例
48	D5	53	719	1247	421	916	357		発明例
49	D6	51	677	1256	655	901	372		発明例
50	D7	52	551	1286	623	925	362		発明例
51	D8	55	575	1246	406	900	361		発明例

下線は製造条件が好ましくないことを示す。

[0094]

[表2-2]

表2-2

試験 No.	鋼	熱間圧延工程	巻取工程	予備加熱工程		ホットスラブ成形工程		その他	備考
		仕上げ圧延 最終段 圧下率 %	巻取 温度 ℃	加熱 温度 ℃	350℃未満 までの平均 冷却速度 ℃/秒	加熱 温度 ℃	保持 時間 秒		
52	D9	55	703	1271	481	905	355		比較例
53	E1	52	585	1242	684	921	355		発明例
54	E2	51	653	1249	438	918	375		発明例
55	E3	54	591	1289	539	911	348		発明例
56	E4	54	589	1250	496	916	357		発明例
57	E5	55	580	1245	640	918	374		発明例
58	E6	53	619	1253	402	915	373		発明例
59	E7	52	585	1253	538	907	361		発明例
60	E8	52	630	1281	467	897	358		発明例
61	E9	54	627	1273	515	904	346		比較例
62	F1	54	571	1287	680	922	348		発明例
63	F2	55	710	1254	424	904	367		発明例
64	F3	53	566	1258	570	905	357		発明例
65	F4	52	627	1275	599	900	369		発明例
66	F5	55	721	1279	609	914	353		発明例
67	F6	51	675	1271	593	911	362		発明例
68	F7	53	602	1274	586	902	361		発明例
69	F8	51	679	1287	406	906	359		発明例
70	F9	55	580	1278	499	920	354		比較例
71	G1	55	619	1244	646	916	348		発明例
72	G2	52	650	1264	485	921	359		発明例
73	G3	52	675	1279	699	913	354		発明例
74	G4	51	696	1265	608	910	354		発明例
75	G5	52	587	1265	415	916	364		発明例
76	G6	54	590	1290	582	915	355		発明例
77	G7	54	595	1269	438	902	348		発明例
78	G8	55	623	1268	649	901	364		比較例
79	H1	51	586	1287	641	914	346		比較例
80	H2	52	674	1281	457	925	366		発明例
81	H3	54	690	1278	687	905	359		発明例
82	H4	55	701	1270	416	904	362		発明例
83	H5	54	603	1270	443	916	347		発明例
84	H6	51	607	1269	622	901	345		発明例
85	H7	51	591	1271	680	916	345		発明例
86	H8	53	701	1262	636	914	345		発明例
87	H9	51	552	1252	651	899	345		発明例
88	H10	55	672	1283	483	909	367		発明例
89	H11	54	612	1259	490	920	350		発明例
90	H12	51	648	1253	645	903	372		発明例
91	H13	53	558	1281	466	925	362		発明例
92	H14	51	585	1266	559	920	372		比較例
93	I1	53	717	1266	526	924	355		比較例
94	I2	51	702	1264	556	897	367		発明例
95	I3	51	611	1269	527	901	366		発明例
96	I4	52	721	1274	556	895	374		発明例
97	I5	55	708	1282	698	897	346		発明例
98	I6	53	559	1272	491	896	363		発明例
99	I7	51	715	1254	576	907	363		発明例
100	I8	51	653	1262	579	903	374		発明例
101	I9	52	662	1263	466	911	361		発明例
102	I10	53	714	1269	678	923	375		発明例

下線は製造条件が好ましくないことを示す。

[0095]

[表2-3]

表2-3

試験 No.	鋼	熱間圧延工程	巻取工程	予備加熱工程		ホットスタンプ成形工程		その他	備考
		仕上げ圧延最終段圧下率 %	巻取温度 °C	加熱温度 °C	350°C未満までの平均冷却速度 °C/秒	加熱温度 °C	保持時間 秒		
103	I11	54	671	1248	471	921	368		発明例
104	I12	52	566	1241	430	911	346		発明例
105	I13	55	629	1281	593	898	347		発明例
106	I14	52	637	1252	687	903	351		比較例
107	J1	51	650	1284	613	914	348		比較例
108	J2	51	714	1267	651	910	375		発明例
109	J3	53	726	1255	665	923	369		発明例
110	J4	51	557	1277	418	903	354		発明例
111	J5	53	601	1282	571	920	349		発明例
112	J6	55	695	1255	553	923	365		発明例
113	J7	51	673	1267	575	910	355		発明例
114	J8	55	691	1280	474	922	357		発明例
115	J9	55	682	1264	510	925	356		発明例
116	J10	51	671	1265	541	924	346		発明例
117	J11	54	638	1285	631	910	368		発明例
118	J12	54	724	1244	503	904	375		比較例
119	K1	51	652	1272	569	906	347		比較例
120	K2	53	642	1249	637	917	363		発明例
121	K3	52	724	1284	471	897	353		発明例
122	K4	52	660	1240	689	921	360		発明例
123	K5	51	652	1280	417	902	350		発明例
124	K6	55	696	1247	671	919	348		発明例
125	K7	55	551	1259	566	921	372		発明例
126	K8	55	588	1256	596	912	372		発明例
127	K9	54	694	1242	664	915	368		発明例
128	K10	53	658	1284	529	899	362		発明例
129	K11	53	674	1263	696	925	352		発明例
130	K12	53	593	1289	493	897	374		発明例
131	K13	51	720	1258	636	896	359		発明例
132	K14	51	689	1268	501	895	359		比較例
133	L1	53	645	1254	410	913	355		比較例
134	L2	51	627	1260	628	925	353		発明例
135	L3	55	691	1282	679	905	352		発明例
136	L4	52	572	1257	559	913	365		発明例
137	L5	52	714	1259	562	917	358		発明例
138	L6	54	657	1264	443	917	367		発明例
139	L7	52	653	1281	433	917	368		発明例
140	L8	52	559	1273	454	897	354		発明例
141	L9	55	722	1265	565	912	362		発明例
142	L10	55	669	1250	476	919	349		発明例
143	L11	51	676	1286	541	915	365		発明例
144	L12	53	708	1243	676	904	363		発明例
145	L13	53	606	1259	556	898	356		比較例
146	M1	52	720	1289	414	896	372		比較例
147	M2	53	608	1272	514	918	347		発明例
148	M3	54	627	1267	464	914	348		発明例
149	M4	55	586	1275	589	921	361		発明例
150	M5	51	575	1266	571	899	350		発明例
151	M6	51	670	1259	427	921	353		発明例
152	M7	54	624	1267	433	919	358		発明例
153	M8	51	595	1276	462	915	359		発明例

下線は製造条件が好ましくないことを示す。

[0096]

[表2-4]

表2-4

試験 No.	鋼	熱間圧延工程	巻取工程	予備加熱工程		ホットスタンプ成形工程		その他	備考
		仕上げ圧延 最終段 圧下率 %	巻取 温度 ℃	加熱 温度 ℃	350℃未満 までの平均 冷却速度 ℃/秒	加熱 温度 ℃	保持 時間 秒		
154	M9	55	652	1277	630	909	358		発明例
155	M10	52	643	1256	662	912	357		発明例
156	M11	53	667	1251	516	896	372		比較例
157	N1	52	642	1256	552	915	354		発明例
158	N2	51	652	1276	439	908	364		発明例
159	N3	54	722	1278	663	898	370		発明例
160	N4	55	687	1288	469	909	368		発明例
161	N5	54	561	1265	504	918	374		発明例
162	N6	55	583	1279	492	895	366		発明例
163	N7	54	618	1284	668	909	364		発明例
164	N8	55	567	1270	490	912	357		発明例
165	N9	53	719	1269	685	920	360		発明例
166	N10	55	635	1262	578	906	366		発明例
167	N11	52	616	1273	466	921	357		発明例
168	N12	54	673	1272	521	921	359		発明例
169	N13	54	629	1282	442	909	366		発明例
170	O1	54	694	1290	434	919	356		発明例
171	O2	54	581	1263	648	905	357		発明例
172	O3	52	612	1279	495	923	348		発明例
173	O4	52	609	1278	563	896	364		発明例
174	O5	51	599	1266	466	920	371		発明例
175	O6	52	654	1249	695	913	365		発明例
176	O7	52	658	1256	544	899	375		発明例
177	O8	53	601	1248	587	924	369		発明例
178	O9	51	601	1274	403	908	345		発明例
179	O10	54	716	1268	424	912	371		発明例
180	O11	55	581	1251	476	898	351		発明例
181	O12	53	633	1271	642	901	372		発明例
182	P1	54	672	1289	434	901	347		発明例
183	P2	52	728	1249	420	899	357		発明例
184	P3	51	668	1281	525	904	370		発明例
185	P4	51	584	1283	690	913	370		発明例
186	P5	54	587	1275	420	910	356		発明例
187	P6	55	570	1286	524	896	348		発明例
188	P7	51	649	1267	485	924	369		発明例
189	P8	52	710	1240	611	909	356		発明例
190	P9	54	554	1276	697	916	360		発明例
191	P10	51	715	1273	586	924	350		発明例
192	P11	51	617	1280	677	906	371		発明例
193	P12	51	612	1266	636	896	347		発明例
194	Q1	52	567	1287	672	896	351		発明例
195	Q2	53	625	1258	596	905	358		発明例
196	Q3	53	713	1288	615	914	348		発明例
197	Q4	54	667	1270	410	897	354		発明例
198	Q5	53	642	1288	565	899	349		発明例
199	Q6	54	689	1288	693	922	361		発明例
200	Q7	53	647	1268	463	922	366		発明例
201	Q8	51	616	1284	503	906	362		発明例
202	Q9	54	612	1280	472	922	352		発明例
203	Q10	52	716	1289	415	897	347		発明例
204	Q11	51	681	1259	471	912	345		発明例

下線は製造条件が好ましくないことを示す。

[0097]

[表2-5]

表2-5

試験 No.	鋼	熱間圧延工程	巻取工程	予備加熱工程		ホットスタンブ成形工程		その他	備考
		仕上げ圧延 最終段 圧下率 %	巻取 温度 ℃	加熱 温度 ℃	350℃未満 までの平均 冷却速度 ℃/秒	加熱 温度 ℃	保持 時間 秒		
205	Q12	51	662	1249	696	906	345		発明例
206	R1	52	720	1260	492	897	359		発明例
207	R2	53	612	1261	550	914	370		発明例
208	R3	51	619	1261	584	912	348		発明例
209	R4	53	594	1254	487	898	346		発明例
210	R5	51	611	1259	698	900	355		発明例
211	R6	54	574	1255	601	901	368		発明例
212	R7	52	632	1267	503	917	372		発明例
213	R8	51	613	1244	531	910	349		発明例
214	S1	55	584	1261	602	916	351		発明例
215	S2	51	564	1244	554	910	361		発明例
216	S3	53	677	1249	439	904	372		発明例
217	S4	55	588	1261	447	911	372		発明例
218	S5	52	583	1247	519	901	357		発明例
219	S6	52	664	1275	699	911	350		発明例
220	S7	52	550	1264	692	916	355		発明例
221	S8	54	707	1240	466	904	374		発明例
222	T1	55	728	1256	525	898	374		発明例
223	T2	54	558	1277	680	906	345		発明例
224	T3	55	680	1247	490	906	365		発明例
225	T4	54	574	1271	548	911	345		発明例
226	T5	55	694	1252	467	922	372		発明例
227	T6	54	677	1273	621	921	371		発明例
228	T7	51	588	1253	490	913	352		発明例
229	T8	51	650	1247	469	912	369		発明例
230	U1	51	590	1253	448	909	369		発明例
231	U2	52	556	1284	547	919	373		発明例
232	U3	55	587	1263	424	919	375		発明例
233	U4	53	586	1276	581	903	346		発明例
234	U5	54	646	1282	620	906	352		発明例
235	U6	51	693	1269	517	915	349		発明例
236	U7	54	556	1241	650	912	355		発明例
237	U8	54	645	1277	520	909	364		発明例
238	V1	52	666	1285	652	911	370		発明例
239	V2	55	634	1273	574	900	365		発明例
240	V3	51	568	1252	545	910	354		発明例
241	V4	54	556	1288	442	897	347		発明例
242	V5	55	689	1250	404	911	353		発明例
243	V6	55	571	1288	474	922	359		発明例
244	V7	51	729	1276	676	897	373		発明例
245	V8	54	669	1250	569	897	353		発明例
246	W1	54	696	1274	619	904	346		発明例
247	W2	53	606	1257	517	914	345		発明例
248	W3	51	676	1289	456	903	357		発明例
249	W4	53	642	1253	653	907	354		発明例
250	W5	51	671	1256	510	913	373		発明例
251	W6	54	660	1287	692	897	357		発明例
252	W7	55	610	1270	694	909	374		発明例
253	W8	54	555	1269	698	896	358		発明例
254	X1	54	663	1246	629	903	368		発明例
255	X2	54	628	1240	473	918	375		発明例

下線は製造条件が好ましくないことを示す。

[0098]

[表2-6]

表2-6

試験 No.	鋼	熱間圧延工程	巻取工程	予備加熱工程		ホットスタンプ成形工程		その他	備考
		仕上げ圧延 最終段 圧下率 %	巻取 温度 ℃	加熱 温度 ℃	350℃未満 までの平均 冷却速度 ℃/秒	加熱 温度 ℃	保持 時間 秒		
256	X3	52	624	1282	508	895	356		発明例
257	Y1	55	657	1249	546	907	361		発明例
258	Y2	55	672	1277	480	919	358		発明例
259	Y3	53	667	1250	596	899	370		発明例
260	Y4	52	685	1243	650	910	349		発明例
261	Y5	53	555	1248	509	901	358		発明例
262	Y6	55	639	1288	466	914	350		発明例
263	Y7	54	644	1255	539	919	356		発明例
264	Y8	53	631	1266	690	911	366		発明例
265	Y9	54	653	1264	436	915	349		発明例
266	Y10	55	639	1265	553	914	364		発明例
267	Z1	51	653	1280	690	900	367		発明例
268	Z2	54	603	1253	697	912	369		発明例
269	Z3	54	620	1273	592	920	366		発明例
270	Z4	55	700	1277	505	910	373		発明例
271	Z5	53	601	1275	548	906	351		発明例
272	Z6	54	615	1242	421	902	365		発明例
273	Z7	52	650	1264	517	903	356		発明例
274	Z8	55	645	1256	678	919	374		発明例
275	Z9	53	568	1283	436	923	358		発明例
276	Z10	51	698	1245	688	925	371		発明例
277	AA1	51	656	1260	412	897	375		発明例
278	AA2	54	724	1261	557	896	375		発明例
279	AA3	53	627	1262	449	898	373		発明例
280	AA4	52	565	1263	547	920	355		発明例
281	AA5	55	612	1261	593	925	354		発明例
282	AA6	53	727	1284	693	910	373		発明例
283	AA7	55	682	1286	445	917	347		発明例
284	AA8	51	579	1257	670	922	361		発明例
285	AA9	51	648	1270	522	897	364		発明例
286	AA10	52	704	1242	532	923	346		発明例
287	BB1	53	581	1243	430	897	356		発明例
288	BB2	52	710	1257	475	923	356		発明例
289	BB3	54	622	1288	663	900	359		発明例
290	BB4	52	564	1245	518	914	349		発明例
291	BB5	52	724	1286	557	911	371		発明例
292	BB6	54	606	1267	696	898	367		発明例
293	BB7	52	639	1277	501	914	348		発明例
294	BB8	53	707	1248	588	925	365		発明例
295	BB9	54	553	1277	476	901	370		発明例
296	BB10	54	632	1284	437	908	359		発明例
297	CC1	55	676	1251	560	908	354		発明例
298	CC2	54	627	1241	504	915	371		発明例
299	CC3	51	668	1264	486	914	364		発明例
300	CC4	52	672	1272	552	898	361		発明例
301	CC5	53	608	1266	464	919	354		発明例
302	CC6	55	607	1252	681	922	351		発明例
303	CC7	52	607	1253	584	909	349		発明例
304	CC8	54	647	1279	458	916	358		発明例
305	CC9	54	727	1256	634	901	371		発明例
306	CC10	54	668	1258	536	915	361		発明例

下線は製造条件が好ましくないことを示す。

[0099]

[表2-7]

表2-7

試験 No.	鋼	熱間圧延工程	巻取工程	予備加熱工程		ホットスタンプ成形工程		その他	備考
		仕上げ圧延最終段圧下率 %	巻取温度 °C	加熱温度 °C	350°C未満までの平均冷却速度 °C/秒	加熱温度 °C	保持時間 秒		
307	DD1	55	723	1275	692	920	371		発明例
308	DD2	51	656	1284	616	916	373		発明例
309	DD3	53	568	1246	681	901	345		発明例
310	DD4	52	696	1244	687	917	353		発明例
311	DD5	55	628	1273	503	917	370		発明例
312	DD6	55	584	1284	584	925	359		発明例
313	DD7	54	595	1260	680	895	365		発明例
314	DD8	52	647	1278	433	910	363		発明例
315	DD9	52	565	1252	413	896	348		発明例
316	DD10	55	680	1256	442	901	364		発明例
317	EE1	53	657	1261	687	925	345		発明例
318	EE2	51	612	1241	419	909	361		発明例
319	EE3	54	565	1241	656	911	359		発明例
320	EE4	51	596	1289	550	922	356		発明例
321	EE5	53	567	1279	688	895	366		発明例
322	EE6	51	719	1246	619	924	354		発明例
323	EE7	51	578	1256	508	898	373		発明例
324	EE8	51	704	1278	444	904	364		発明例
325	EE6	16	609	1254	682	915	370		比較例
326	EE6	43	573	1244	470	914	346		発明例
327	EE6	50	575	1246	640	914	375		発明例
328	EE6	54	547	1270	662	920	364		発明例
329	EE6	55	612	1284	465	918	356		発明例
330	EE6	52	666	1243	561	902	364		発明例
331	EE6	55	712	1274	571	922	375		発明例
332	EE6	51	728	1241	696	901	350		発明例
333	EE6	54	769	1267	422	919	372		比較例
334	EE6	52	28	1249	419	915	362	軟質化熱処理あり	発明例
335	EE6	51	261	1290	567	909	349	軟質化熱処理あり	発明例
336	EE6	54	421	1290	486	896	363	軟質化熱処理あり	発明例
337	EE6	55	714	1278	568	916	349	冷間圧延なし	発明例
338	EE6	55	703	1289	550	902	357	焼鈍あり	発明例
339	EE6	51	612	1268	524	918	366	アルめっき	発明例
340	EE6	55	723	1270	584	905	369	アルミ-亜鉛めっき	発明例
341	EE6	51	582	1245	689	908	368	アルミ-珪素めっき	発明例
342	EE6	54	575	1240	552	924	349	溶融亜鉛めっき	発明例
343	EE6	51	576	1290	485	908	358	電気亜鉛めっき	発明例
344	EE6	54	720	1257	529	906	349	合金化溶融亜鉛めっき	発明例
345	EE6	51	582	1275	677	916	345	亜鉛-ニッケルめっき	発明例
346	EE6	54	702	1262	669	915	368	アルミ-マグネシウム-亜鉛系めっき	発明例
347	EE6	55	619	1281	455	905	352	調質圧延あり	発明例
348	EE6	54	596	1160	617	906	351		比較例
349	EE6	51	593	1220	657	914	374		発明例
350	EE6	51	579	1250	665	922	374		発明例
351	EE6	55	614	1280	639	919	345		発明例
352	EE6	55	561	1320	418	904	361		発明例
353	EE6	53	619	1390	686	897	353		発明例
354	EE6	51	665	1287	6	914	366		比較例
355	EE6	53	679	1271	12	925	375		発明例
356	EE6	53	720	1248	53	915	361		発明例
357	EE6	51	681	1271	110	898	359		発明例

下線は製造条件が好ましくないことを示す。

[0100]

[表2-8]

表2-8

試験 No.	鋼	熱間圧延工程		予備加熱工程		ホットスタンプ成形工程		その他	備考
		仕上げ圧延最終段圧下率 %	巻取温度 °C	加熱温度 °C	350°C未満までの平均冷却速度 °C/秒	加熱温度 °C	保持時間 秒		
358	EE6	52	641	1276	230	906	354		発明例
359	EE6	55	615	1266	509	920	370		発明例
360	EE6	55	655	1241	1021	901	355		発明例
361	EE6	55	599	1275	530	752	370		比較例
362	EE6	53	579	1279	676	804	353		発明例
363	EE6	54	583	1266	402	824	374		発明例
364	EE6	53	617	1272	524	840	371		発明例
365	EE6	52	713	1279	660	854	362		発明例
366	EE6	55	577	1280	513	868	347		発明例
367	EE6	52	593	1290	612	879	358		発明例
368	EE6	54	633	1274	496	888	359		発明例
369	EE6	54	690	1269	611	904	359		発明例
370	EE6	54	619	1269	511	922	350		発明例
371	EE6	55	728	1251	542	936	364		発明例
372	EE6	53	607	1277	474	953	347		発明例
373	EE6	54	602	1290	573	971	370		発明例
374	EE6	53	616	1245	428	986	357		発明例
375	EE6	53	629	1275	678	1021	356		比較例
376	EE6	53	573	1279	468	925	48		比較例
377	EE6	53	571	1246	493	915	65		発明例
378	EE6	52	676	1247	679	925	87		発明例
379	EE6	53	683	1281	685	910	102		発明例
380	EE6	51	589	1284	430	903	143		発明例
381	EE6	51	633	1263	625	897	199		発明例
382	EE6	55	566	1287	508	909	241		発明例
383	EE6	52	643	1267	669	917	297		発明例
384	EE6	54	605	1276	607	902	337		発明例
385	EE6	55	602	1264	430	920	371		発明例
386	EE6	54	641	1248	405	897	396		発明例
387	EE6	53	718	1269	566	921	444		発明例
388	EE6	53	595	1244	488	918	487		発明例
389	EE6	51	568	1262	672	909	533		発明例
390	EE6	51	559	1258	545	896	571		発明例
391	EE6	53	716	1289	444	920	589		発明例
392	EE6	52	554	1252	461	922	631		比較例
393	EE6	54	578	1264	491	907	352	ガス燃焼雰囲気(空燃比0.80)	発明例
394	EE6	53	600	1255	699	924	369	ガス燃焼雰囲気(空燃比0.85)	発明例
395	EE6	51	639	1260	432	908	370	ガス燃焼雰囲気(空燃比1.1)	発明例
396	EE6	54	689	1252	491	909	348	大気	発明例
397	EE6	51	722	1256	628	897	364	窒素ガス(露点-30°C)	発明例
398	EE6	53	570	1256	577	914	374	窒素ガス(露点0°C)	発明例
399	EE6	55	617	1253	582	910	358	窒素ガス(露点+10°C)	発明例
400	EE6	52	553	1246	532	911	361	通電加熱	発明例
401	EE6	51	671	1248	530	901	347	焼き戻し温度152°C	発明例
402	EE6	53	645	1259	685	901	347	焼き戻し温度170°C	発明例
403	EE6	54	591	1240	642	907	348	焼き戻し温度201°C	発明例
404	EE6	51	606	1273	467	920	353	焼き戻し温度341°C	発明例
405	EE6	51	565	1269	572	906	374	焼き戻し温度433°C	発明例
406	EE6	53	567	1258	607	913	366	焼き戻し温度521°C	発明例
407	EE6	52	568	1252	601	919	375	焼き戻し温度591°C	発明例
408	EE6	55	585	1244	698	901	355	部分軟化処理あり	発明例

下線は製造条件が好ましくないことを示す。

[0101] 得られたホットスタンプ成形体の特性は以下の方法によって測定及び評価した。

[0102] [引張強さ]

ホットスタンプ成形体の引張強さは、ホットスタンプ成形体の任意の位置から J I S Z 2 2 4 1 : 2 0 1 1 に準拠して、5号試験片を作製し、試験片の表裏面の表層部を機械研削によって除去し、引張試験を行うことで得た。なお、クロスヘッド速度は  $1 \text{ mm} / \text{min}$  とした。引張試験の際に早期破断した場合、すなわち最大応力に到達する前に破断した場合には、ホットスタンプ成形体の引張強さは破断時の応力とした。

[0103] [耐早期破断特性]

耐早期破断特性は、上記方法により得たホットスタンプ成形体の引張強さを、下記方法により得たビッカース硬さに  $3.3$  を乗じた値で除した数値（引張強さ / (ビッカース硬さ  $\times 3.3$ )）により評価した。この数値が  $0.80$  以上である場合を耐早期破断特性に優れるとして合格と判定し、 $0.80$  未満である場合を不合格と判定した。ビッカース硬さに  $3.3$  を乗じた値は、硬さから推定される引張強さであり、引張強さの実測値が推定引張強さの  $0.80$  倍以上であれば、耐早期破断特性に優れると判断することができる。

[0104] 耐早期破断特性の評価に用いるビッカース硬さは、以下の方法により得た。まず、ホットスタンプ成形体の端面から  $50 \text{ mm}$  以上離れた任意の位置から表面に垂直な断面（板厚断面）が観察できるようにサンプルを切り出した。サンプルは、測定装置にもよるが、板厚方向と垂直な方向に  $10 \text{ mm}$  観察できる大きさとした。サンプルの断面を #  $600$  から #  $1500$  の炭化珪素ペーパーを使用して研磨した後、粒度  $1 \sim 6 \mu \text{m}$  のダイヤモンドパウダーをアルコール等の希釈液及び純水に分散させた液体を使用して鏡面に仕上げた。鏡面に仕上げた断面に対し、表面から板厚の  $1/4$  深さ位置において、マイクロビッカース硬さ試験機を用いて、板面と平行な方向に、荷重  $1 \text{ kgf}$  で、圧痕の  $3$  倍以上の間隔で硬さを測定した。合計で  $20$  点測定し、その平均値を算出することで、ビッカース硬さを得た。

[0105] 引張強さが  $2200 \text{ MPa}$  以上でかつ耐早期破断特性に関する上記数値が  $0.80$  以上である場合を、高強度でかつ早期破断を抑制可能なホットスタ

ンプ成形体として評価した。その結果を表3に示す。表3中の硬質組織の面積率は、マルテンサイト、ベイナイト及び焼き戻しマルテンサイトの面積率の合計を意味する。また、当該硬質組織以外の残部組織は、フェライト、残留オーステナイト及び／又はパーライトであった。表3には示していないが、旧オーステナイト粒の粒径分布における標準偏差を測定した際、表3中の発明例におけるホットスタンプ成形体の旧オーステナイト粒径はすべて10  $\mu\text{m}$ 以下であった。

[0106]

[表3-1]

表3-1

試験 No.	鋼	硬質組織 の面積率 %	旧 $\gamma$ 粒の 粒径分布の 標準偏差 $\mu\text{m}$	旧 $\gamma$ 粒界の偏析量		引張強さ MPa	耐早期破断 特性評価	備考
				Mo偏析量 原子%	合計偏析量 原子%			
1	A1	100	2.2	0.13	0.13	<u>2173</u>	0.93	比較例
2	A2	100	1.9	0.14	0.14	2251	0.92	発明例
3	A3	97	2.5	0.14	0.14	2347	0.92	発明例
4	A4	99	2.1	0.14	0.14	2423	0.94	発明例
5	A5	97	2.5	0.13	0.13	2472	0.92	発明例
6	A6	99	1.9	0.13	0.13	2497	0.93	発明例
7	A7	100	2.1	0.14	0.14	2517	0.94	発明例
8	A8	97	2.3	0.14	0.14	2600	0.88	発明例
9	A9	99	2.1	0.14	0.14	2697	0.87	発明例
10	A10	100	2.1	0.13	0.13	2802	0.88	発明例
11	A11	99	1.9	0.13	0.13	3001	0.88	発明例
12	A12	99	2.1	0.13	0.13	3097	0.81	発明例
13	A13	100	2.0	0.14	0.14	3203	0.80	発明例
14	A14	100	2.1	0.14	0.14	2517	<u>0.48</u>	比較例
15	B1	99	1.9	0.13	0.13	<u>2170</u>	0.91	比較例
16	B2	100	2.1	0.14	0.14	2252	0.94	発明例
17	B3	97	2.0	0.13	0.13	2289	0.93	発明例
18	B4	100	2.0	0.14	0.14	2347	0.94	発明例
19	B5	98	2.0	0.14	0.14	2388	0.91	発明例
20	B6	100	1.9	0.14	0.14	2417	0.93	発明例
21	B7	100	2.1	0.13	0.13	2468	0.93	発明例
22	B8	98	2.2	0.13	0.13	2498	0.90	発明例
23	B9	99	1.9	0.14	0.14	2518	0.91	発明例
24	B10	99	2.3	0.14	0.14	2541	0.92	発明例
25	B11	96	1.9	0.14	0.14	2351	0.87	発明例
26	B12	93	1.9	0.14	0.14	2290	0.80	発明例
27	B13	91	2.5	0.13	0.13	2248	0.80	発明例
28	B14	93	1.9	0.14	0.14	2212	0.85	発明例
29	B15	<u>74</u>	2.3	0.13	0.13	<u>2172</u>	0.80	比較例
30	C1	97	<u>6.1</u>	0.14	0.14	2420	<u>0.73</u>	比較例
31	C2	99	4.4	0.14	0.14	2412	0.81	発明例
32	C3	99	3.8	0.13	0.13	2464	0.87	発明例
33	C4	98	3.4	0.13	0.13	2447	0.87	発明例
34	C5	100	2.1	0.13	0.13	2401	0.92	発明例
35	C6	99	2.4	0.13	0.13	2528	0.90	発明例
36	C7	98	2.0	0.14	0.14	2536	0.94	発明例
37	C8	100	1.9	0.13	0.13	2518	0.90	発明例
38	C9	98	2.1	0.14	0.14	2524	0.90	発明例
39	C10	97	2.0	0.14	0.14	2410	0.92	発明例
40	C11	100	2.8	0.14	0.14	2534	0.87	発明例
41	C12	99	2.9	0.13	0.13	2522	0.88	発明例
42	C13	98	4.7	0.13	0.13	2476	0.80	発明例
43	C14	97	<u>5.8</u>	0.13	0.13	2500	<u>0.51</u>	比較例
44	D1	99	2.3	0.14	0.14	2472	0.93	発明例
45	D2	97	2.2	0.13	0.13	2438	0.94	発明例
46	D3	98	2.0	0.14	0.14	2527	0.93	発明例
47	D4	100	1.9	0.14	0.14	2502	0.91	発明例
48	D5	97	2.4	0.14	0.14	2422	0.89	発明例
49	D6	99	2.4	0.14	0.14	2534	0.86	発明例
50	D7	97	1.9	0.13	0.13	2464	0.88	発明例
51	D8	97	2.4	0.14	0.14	2439	0.85	発明例

下線は本発明の範囲外であること、特性値が好ましくないことを示す。

[0107] [表3-2]

表3-2

試験 No.	鋼	硬質組織 の面積率 %	旧 $\gamma$ 粒の 粒径分布の 標準偏差 $\mu\text{m}$	旧 $\gamma$ 粒界の偏析量		引張強さ MPa	耐早期破断 特性評価	備考
				Mo偏析量 原子%	合計偏析量 原子%			
52	D9	100	2.2	0.13	0.13	2510	0.76	比較例
53	E1	100	2.0	0.14	0.14	2492	0.90	発明例
54	E2	99	2.1	0.14	0.14	2469	0.94	発明例
55	E3	97	2.5	0.13	0.13	2515	0.90	発明例
56	E4	99	2.5	0.13	0.13	2475	0.93	発明例
57	E5	98	1.9	0.13	0.13	2467	0.93	発明例
58	E6	100	2.0	0.14	0.14	2410	0.89	発明例
59	E7	98	2.1	0.13	0.13	2485	0.87	発明例
60	E8	100	1.9	0.13	0.13	2522	0.80	発明例
61	E9	97	2.0	0.14	0.14	2489	0.43	比較例
62	F1	100	2.5	0.14	0.14	2448	0.93	発明例
63	F2	97	2.1	0.14	0.14	2457	0.91	発明例
64	F3	100	2.2	0.14	0.14	2424	0.91	発明例
65	F4	100	2.1	0.13	0.13	2507	0.94	発明例
66	F5	97	2.5	0.13	0.13	2474	0.89	発明例
67	F6	98	2.4	0.13	0.13	2406	0.88	発明例
68	F7	99	1.9	0.14	0.14	2473	0.80	発明例
69	F8	97	2.3	0.13	0.13	2417	0.82	発明例
70	F9	100	2.3	0.14	0.14	2486	0.42	比較例
71	G1	100	2.1	0.14	0.14	2539	0.91	発明例
72	G2	97	1.9	0.13	0.13	2459	0.94	発明例
73	G3	99	2.4	0.13	0.13	2432	0.91	発明例
74	G4	98	2.3	0.13	0.13	2490	0.93	発明例
75	G5	99	2.4	0.14	0.14	2452	0.86	発明例
76	G6	98	2.2	0.14	0.14	2451	0.86	発明例
77	G7	98	2.4	0.13	0.13	2442	0.85	発明例
78	G8	98	2.4	0.14	0.14	2540	0.51	比較例
79	H1	100	2.0	0.14	0.14	2420	0.66	比較例
80	H2	97	2.4	0.13	0.13	2483	0.85	発明例
81	H3	98	2.5	0.14	0.14	2540	0.87	発明例
82	H4	97	2.0	0.13	0.13	2510	0.88	発明例
83	H5	97	2.5	0.14	0.14	2496	0.88	発明例
84	H6	97	2.1	0.14	0.14	2405	0.93	発明例
85	H7	97	1.9	0.14	0.14	2425	0.92	発明例
86	H8	100	2.2	0.13	0.13	2427	0.90	発明例
87	H9	97	2.3	0.14	0.14	2500	0.90	発明例
88	H10	98	2.2	0.13	0.13	2478	0.86	発明例
89	H11	97	2.5	0.14	0.14	2539	0.88	発明例
90	H12	98	2.3	0.13	0.13	2452	0.87	発明例
91	H13	100	2.3	0.13	0.13	2413	0.80	発明例
92	H14	100	1.9	0.14	0.14	2471	0.50	比較例
93	I1	98	1.9	0.13	0.13	2093	0.90	比較例
94	I2	99	2.4	0.13	0.13	2218	0.94	発明例
95	I3	100	2.0	0.14	0.14	2400	0.94	発明例
96	I4	98	2.4	0.14	0.14	2318	0.90	発明例
97	I5	100	2.1	0.14	0.14	2398	0.92	発明例
98	I6	97	2.3	0.13	0.13	2466	0.94	発明例
99	I7	97	2.5	0.13	0.13	2488	0.93	発明例
100	I8	99	2.2	0.13	0.13	2412	0.91	発明例
101	I9	97	2.1	0.13	0.13	2496	0.90	発明例
102	I10	99	2.0	0.13	0.13	2434	0.94	発明例

下線は本発明の範囲外であること、特性値が好ましくないことを示す。

[0108] [表3-3]

表3-3

試験 No.	鋼	硬質組織 の面積率 %	旧 $\gamma$ 粒の 粒径分布の 標準偏差 $\mu\text{m}$	旧 $\gamma$ 粒界の偏析量		引張強さ MPa	耐早期破断 特性評価	備考
				Mo偏析量 原子%	合計偏析量 原子%			
103	I11	99	2.4	0.13	0.13	2446	0.88	発明例
104	I12	97	2.3	0.14	0.14	2466	0.89	発明例
105	I13	97	2.0	0.14	0.14	2480	0.81	発明例
106	I14	100	2.1	0.14	0.14	2460	0.54	比較例
107	J1	100	2.5	0.13	0.13	2005	0.92	比較例
108	J2	98	2.0	0.13	0.13	2230	0.94	発明例
109	J3	99	2.0	0.13	0.13	2303	0.92	発明例
110	J4	100	2.1	0.14	0.14	2308	0.91	発明例
111	J5	98	2.0	0.13	0.13	2535	0.91	発明例
112	J6	100	2.4	0.13	0.13	2406	0.94	発明例
113	J7	100	2.3	0.14	0.14	2515	0.92	発明例
114	J8	98	1.9	0.13	0.13	2413	0.87	発明例
115	J9	97	2.2	0.14	0.14	2546	0.89	発明例
116	J10	98	1.9	0.13	0.13	2521	0.82	発明例
117	J11	98	2.4	0.13	0.13	2537	0.80	発明例
118	J12	97	2.0	0.13	0.13	2523	0.51	比較例
119	K1	98	2.4	0.14	0.14	2008	0.90	比較例
120	K2	97	2.3	0.13	0.13	2295	0.92	発明例
121	K3	100	2.4	0.14	0.14	2337	0.93	発明例
122	K4	99	1.9	0.13	0.13	2364	0.94	発明例
123	K5	98	2.0	0.13	0.13	2351	0.92	発明例
124	K6	100	2.5	0.14	0.14	2321	0.94	発明例
125	K7	99	2.0	0.14	0.14	2522	0.93	発明例
126	K8	100	2.1	0.13	0.13	2534	0.90	発明例
127	K9	100	2.4	0.13	0.13	2407	0.93	発明例
128	K10	100	1.9	0.13	0.13	2525	0.86	発明例
129	K11	99	2.2	0.13	0.13	2434	0.86	発明例
130	K12	98	2.4	0.14	0.14	2450	0.87	発明例
131	K13	100	1.9	0.14	0.14	2484	0.81	発明例
132	K14	97	2.3	0.14	0.14	2518	0.52	比較例
133	L1	100	2.1	0.05	0.05	2522	0.50	比較例
134	L2	98	2.2	0.11	0.11	2498	0.84	発明例
135	L3	98	2.3	0.14	0.14	2510	0.87	発明例
136	L4	99	2.1	0.14	0.14	2452	0.89	発明例
137	L5	97	2.3	0.14	0.14	2429	0.89	発明例
138	L6	99	1.9	0.16	0.16	2528	0.94	発明例
139	L7	99	2.4	0.19	0.19	2467	0.94	発明例
140	L8	100	2.4	0.15	0.15	2407	0.90	発明例
141	L9	97	2.5	0.21	0.21	2493	0.88	発明例
142	L10	98	2.5	0.13	0.13	2521	0.88	発明例
143	L11	98	2.1	0.13	0.13	2426	0.89	発明例
144	L12	98	2.3	0.11	0.11	2436	0.84	発明例
145	L13	97	2.2	0.03	0.03	2446	0.73	比較例
146	M1	100	2.4	0.14	0.14	2098	0.92	比較例
147	M2	99	2.4	0.13	0.13	2260	0.94	発明例
148	M3	99	1.9	0.14	0.14	2395	0.94	発明例
149	M4	99	1.9	0.13	0.13	2499	0.91	発明例
150	M5	99	2.3	0.14	0.14	2423	0.92	発明例
151	M6	97	2.3	0.13	0.13	2474	0.92	発明例
152	M7	98	2.1	0.13	0.13	2482	0.86	発明例
153	M8	100	2.4	0.14	0.14	2448	0.89	発明例

下線は本発明の範囲外であること、特性値が好ましくないことを示す。

[0109] [表3-4]

表3-4

試験 No.	鋼	硬質組織 の面積率 %	旧 $\gamma$ 粒の 粒径分布の 標準偏差 $\mu\text{m}$	旧 $\gamma$ 粒界の偏析量		引張強さ MPa	耐早期破断 特性評価	備考
				Mo偏析量 原子%	合計偏析量 原子%			
154	M9	98	2.1	0.14	0.14	2436	0.85	発明例
155	M10	97	2.1	0.13	0.13	2505	0.84	発明例
156	M11	97	2.5	0.14	0.14	2464	0.66	比較例
157	N1	97	2.5	0.13	0.13	2726	0.93	発明例
158	N2	98	2.5	0.13	0.13	2979	0.93	発明例
159	N3	100	2.1	0.14	0.14	2769	0.93	発明例
160	N4	99	2.1	0.13	0.13	2796	0.91	発明例
161	N5	98	1.9	0.14	0.14	2652	0.90	発明例
162	N6	98	2.2	0.14	0.14	2789	0.90	発明例
163	N7	100	2.2	0.14	0.14	2965	0.91	発明例
164	N8	99	2.2	0.14	0.14	2580	0.93	発明例
165	N9	97	2.0	0.13	0.13	2936	0.91	発明例
166	N10	99	2.0	0.13	0.13	2910	0.91	発明例
167	N11	100	2.4	0.14	0.14	2626	0.92	発明例
168	N12	100	2.2	0.13	0.13	2922	0.93	発明例
169	N13	100	1.9	0.13	0.13	2708	0.90	発明例
170	O1	97	2.1	0.14	0.14	2936	0.93	発明例
171	O2	98	2.2	0.14	0.14	2909	0.93	発明例
172	O3	99	2.4	0.13	0.13	2822	0.92	発明例
173	O4	98	2.3	0.13	0.13	2850	0.92	発明例
174	O5	100	2.5	0.14	0.14	2892	0.90	発明例
175	O6	98	2.1	0.14	0.14	2648	0.93	発明例
176	O7	99	2.2	0.13	0.13	2810	0.91	発明例
177	O8	99	2.0	0.13	0.13	2570	0.90	発明例
178	O9	99	2.2	0.13	0.13	2682	0.92	発明例
179	O10	100	2.2	0.13	0.13	2735	0.92	発明例
180	O11	97	2.5	0.14	0.14	2953	0.91	発明例
181	O12	98	2.1	0.14	0.14	2770	0.91	発明例
182	P1	98	2.4	0.13	0.13	2764	0.91	発明例
183	P2	98	2.1	0.13	0.13	2869	0.93	発明例
184	P3	100	2.4	0.13	0.13	2739	0.90	発明例
185	P4	97	1.9	0.14	0.14	2623	0.90	発明例
186	P5	97	2.5	0.14	0.14	2581	0.92	発明例
187	P6	100	1.9	0.13	0.13	2880	0.93	発明例
188	P7	100	2.0	0.14	0.14	2603	0.91	発明例
189	P8	99	2.4	0.14	0.14	2557	0.94	発明例
190	P9	100	2.4	0.14	0.14	2789	0.93	発明例
191	P10	99	2.3	0.14	0.14	2885	0.93	発明例
192	P11	98	2.0	0.14	0.14	2608	0.91	発明例
193	P12	98	2.5	0.13	0.13	2562	0.94	発明例
194	Q1	100	2.1	0.14	0.14	2842	0.92	発明例
195	Q2	100	2.3	0.14	0.14	2972	0.94	発明例
196	Q3	97	1.9	0.14	0.14	2593	0.93	発明例
197	Q4	99	2.5	0.13	0.13	2909	0.91	発明例
198	Q5	97	2.0	0.14	0.14	2621	0.91	発明例
199	Q6	98	2.4	0.14	0.14	2875	0.93	発明例
200	Q7	98	2.4	0.14	0.14	2561	0.91	発明例
201	Q8	97	2.3	0.13	0.13	2707	0.94	発明例
202	Q9	97	2.0	0.13	0.13	2946	0.90	発明例
203	Q10	99	2.3	0.13	0.13	2782	0.94	発明例
204	Q11	100	2.1	0.13	0.13	2997	0.94	発明例

下線は本発明の範囲外であること、特性値が好ましくないことを示す。

## [0110] [表3-5]

表3-5

試験 No.	鋼	硬質組織 の面積率 %	旧 $\gamma$ 粒の 粒径分布の 標準偏差 $\mu\text{m}$	旧 $\gamma$ 粒界の偏析量		引張強さ MPa	耐早期破断 特性評価	備考
				Mo偏析量 原子%	合計偏析量 原子%			
205	Q12	99	1.9	0.13	0.13	2677	0.92	発明例
206	R1	98	2.5	0.14	0.14	2404	0.90	発明例
207	R2	100	1.9	0.14	0.14	2528	0.92	発明例
208	R3	99	2.2	0.14	0.14	2465	0.92	発明例
209	R4	97	1.9	0.13	0.13	2504	0.90	発明例
210	R5	99	1.9	0.13	0.13	2509	0.90	発明例
211	R6	99	1.9	0.14	0.14	2433	0.94	発明例
212	R7	98	2.2	0.14	0.14	2512	0.92	発明例
213	R8	98	2.4	0.13	0.13	2524	0.93	発明例
214	S1	98	2.1	0.13	0.13	2491	0.91	発明例
215	S2	100	2.3	0.14	0.14	2462	0.94	発明例
216	S3	98	2.4	0.14	0.14	2427	0.90	発明例
217	S4	98	2.5	0.13	0.13	2513	0.93	発明例
218	S5	98	2.5	0.13	0.13	2472	0.94	発明例
219	S6	100	2.5	0.14	0.14	2420	0.92	発明例
220	S7	98	2.3	0.14	0.14	2490	0.91	発明例
221	S8	100	2.4	0.13	0.13	2534	0.90	発明例
222	T1	97	2.1	0.13	0.13	2407	0.92	発明例
223	T2	100	2.4	0.13	0.13	2411	0.91	発明例
224	T3	98	2.4	0.14	0.14	2406	0.91	発明例
225	T4	98	2.5	0.14	0.14	2526	0.93	発明例
226	T5	100	1.9	0.14	0.14	2481	0.90	発明例
227	T6	97	2.2	0.13	0.13	2509	0.92	発明例
228	T7	99	2.0	0.13	0.13	2540	0.92	発明例
229	T8	98	2.4	0.14	0.14	2413	0.92	発明例
230	U1	99	2.0	0.14	0.14	2538	0.92	発明例
231	U2	98	2.3	0.13	0.13	2446	0.92	発明例
232	U3	97	2.0	0.13	0.13	2541	0.90	発明例
233	U4	98	1.9	0.13	0.13	2510	0.93	発明例
234	U5	98	1.9	0.14	0.14	2406	0.94	発明例
235	U6	98	1.9	0.13	0.13	2407	0.93	発明例
236	U7	97	2.3	0.14	0.14	2444	0.92	発明例
237	U8	100	2.0	0.13	0.13	2422	0.91	発明例
238	V1	98	1.9	0.13	0.13	2413	0.92	発明例
239	V2	99	2.3	0.14	0.14	2493	0.92	発明例
240	V3	97	2.1	0.14	0.14	2511	0.90	発明例
241	V4	99	2.5	0.14	0.14	2488	0.92	発明例
242	V5	99	2.0	0.13	0.13	2496	0.90	発明例
243	V6	98	2.1	0.14	0.14	2474	0.93	発明例
244	V7	97	2.0	0.14	0.14	2548	0.92	発明例
245	V8	99	2.2	0.14	0.14	2435	0.90	発明例
246	W1	98	2.3	0.14	0.14	2471	0.90	発明例
247	W2	99	2.1	0.14	0.14	2446	0.94	発明例
248	W3	98	2.3	0.13	0.13	2530	0.92	発明例
249	W4	97	2.0	0.14	0.14	2550	0.92	発明例
250	W5	99	2.2	0.13	0.13	2537	0.93	発明例
251	W6	100	2.4	0.13	0.13	2439	0.92	発明例
252	W7	99	2.5	0.14	0.14	2412	0.92	発明例
253	W8	97	2.3	0.13	0.13	2470	0.94	発明例
254	X1	100	2.0	0.13	0.13	2430	0.91	発明例
255	X2	99	2.1	0.13	0.13	2476	0.93	発明例

下線は本発明の範囲外であること、特性値が好ましくないことを示す。

[0111] [表3-6]

表3-6

試験 No.	鋼	硬質組織 の面積率 %	旧 $\gamma$ 粒の 粒径分布の 標準偏差 $\mu\text{m}$	旧 $\gamma$ 粒界の偏析量		引張強さ MPa	耐早期破断 特性評価	備考
				Mo偏析量 原子%	合計偏析量 原子%			
256	X3	97	2.1	0.13	0.13	2522	0.90	発明例
257	Y1	100	2.0	0.13	0.16	2413	0.98	発明例
258	Y2	97	2.2	0.14	0.23	2474	0.95	発明例
259	Y3	99	2.2	0.14	0.19	2537	0.98	発明例
260	Y4	97	2.4	0.13	0.21	2479	0.96	発明例
261	Y5	97	2.0	0.13	0.21	2506	0.95	発明例
262	Y6	99	2.4	0.13	0.17	2501	0.96	発明例
263	Y7	97	2.2	0.13	0.24	2404	0.99	発明例
264	Y8	100	2.0	0.14	0.24	2476	0.96	発明例
265	Y9	98	2.1	0.14	0.23	2416	0.99	発明例
266	Y10	100	2.5	0.13	0.15	2485	0.96	発明例
267	Z1	99	2.1	0.14	0.23	2437	0.97	発明例
268	Z2	98	2.1	0.13	0.22	2543	0.95	発明例
269	Z3	100	2.3	0.13	0.24	2538	0.98	発明例
270	Z4	98	2.1	0.13	0.15	2526	0.96	発明例
271	Z5	99	2.3	0.13	0.21	2427	0.98	発明例
272	Z6	100	1.9	0.14	0.25	2483	0.96	発明例
273	Z7	100	2.0	0.14	0.19	2491	0.99	発明例
274	Z8	100	2.5	0.14	0.25	2497	0.95	発明例
275	Z9	99	2.1	0.14	0.21	2468	0.97	発明例
276	Z10	99	2.4	0.14	0.15	2425	0.98	発明例
277	AA1	98	2.0	0.13	0.25	2463	0.98	発明例
278	AA2	100	2.0	0.14	0.24	2414	0.97	発明例
279	AA3	98	2.3	0.14	0.19	2513	0.97	発明例
280	AA4	99	2.5	0.13	0.23	2477	0.99	発明例
281	AA5	100	2.5	0.13	0.23	2408	0.98	発明例
282	AA6	100	2.3	0.13	0.15	2469	0.99	発明例
283	AA7	98	2.2	0.14	0.16	2496	0.95	発明例
284	AA8	99	2.2	0.13	0.15	2404	0.98	発明例
285	AA9	97	2.0	0.14	0.18	2432	0.97	発明例
286	AA10	99	2.0	0.14	0.21	2432	0.95	発明例
287	BB1	98	2.1	0.13	0.19	2480	0.97	発明例
288	BB2	98	2.4	0.13	0.18	2436	0.96	発明例
289	BB3	100	2.2	0.13	0.20	2471	0.96	発明例
290	BB4	100	2.4	0.14	0.15	2464	0.95	発明例
291	BB5	100	2.2	0.14	0.15	2525	0.95	発明例
292	BB6	100	2.3	0.13	0.17	2531	0.98	発明例
293	BB7	98	2.0	0.14	0.23	2461	0.99	発明例
294	BB8	99	2.2	0.14	0.24	2425	0.95	発明例
295	BB9	97	2.1	0.14	0.17	2528	0.95	発明例
296	BB10	98	1.9	0.14	0.20	2453	0.99	発明例
297	CC1	98	2.3	0.14	0.20	2510	0.95	発明例
298	CC2	98	2.4	0.13	0.16	2425	0.97	発明例
299	CC3	97	2.0	0.13	0.19	2482	0.99	発明例
300	CC4	99	2.5	0.14	0.25	2448	0.96	発明例
301	CC5	98	2.1	0.13	0.18	2538	0.95	発明例
302	CC6	97	2.0	0.14	0.23	2550	0.95	発明例
303	CC7	98	2.0	0.13	0.16	2453	0.96	発明例
304	CC8	98	1.9	0.13	0.21	2410	0.96	発明例
305	CC9	98	2.1	0.13	0.18	2514	0.95	発明例
306	CC10	99	2.5	0.14	0.22	2499	0.99	発明例

下線は本発明の範囲外であること、特性値が好ましくないことを示す。

[0112] [表3-7]

表3-7

試験 No.	鋼	硬質組織 の面積率 %	旧 $\gamma$ 粒の 粒径分布の 標準偏差 $\mu\text{m}$	旧 $\gamma$ 粒界の偏析量		引張強さ MPa	耐早期破断 特性評価	備考
				Mo偏析量 原子%	合計偏析量 原子%			
307	DD1	97	2.0	0.14	0.16	2503	0.96	発明例
308	DD2	100	2.0	0.13	0.20	2427	0.97	発明例
309	DD3	100	2.4	0.14	0.18	2539	0.98	発明例
310	DD4	100	2.1	0.13	0.15	2538	0.99	発明例
311	DD5	98	2.1	0.14	0.20	2449	0.97	発明例
312	DD6	97	2.3	0.14	0.16	2461	0.99	発明例
313	DD7	97	2.2	0.14	0.23	2419	0.97	発明例
314	DD8	100	2.4	0.14	0.21	2540	0.98	発明例
315	DD9	100	2.5	0.14	0.23	2467	0.98	発明例
316	DD10	100	2.4	0.14	0.22	2468	0.96	発明例
317	EE1	97	2.3	0.13	0.13	2546	0.91	発明例
318	EE2	97	2.1	0.14	0.14	2427	0.96	発明例
319	EE3	97	1.9	0.13	0.13	2516	0.92	発明例
320	EE4	97	2.1	0.14	0.14	2541	0.94	発明例
321	EE5	98	3.7	0.14	0.14	2440	0.87	発明例
322	EE6	99	1.9	0.14	0.14	2419	0.92	発明例
323	EE7	97	2.3	0.13	0.13	2451	0.91	発明例
324	EE8	99	2.1	0.13	0.13	2508	0.92	発明例
325	EE6	99	<u>5.7</u>	0.13	0.13	2417	<u>0.50</u>	比較例
326	EE6	97	2.8	0.13	0.13	2474	0.88	発明例
327	EE6	98	2.1	0.14	0.14	2413	0.93	発明例
328	EE6	100	1.9	0.14	0.14	2477	0.90	発明例
329	EE6	98	2.4	0.14	0.14	2453	0.90	発明例
330	EE6	98	2.8	0.14	0.14	2431	0.88	発明例
331	EE6	97	3.4	0.14	0.14	2495	0.88	発明例
332	EE6	100	4.7	0.14	0.14	2417	0.82	発明例
333	EE6	99	<u>6.4</u>	0.13	0.13	2495	<u>0.65</u>	比較例
334	EE6	100	2.0	0.13	0.13	2532	0.94	発明例
335	EE6	99	2.3	0.13	0.13	2467	0.91	発明例
336	EE6	97	2.3	0.13	0.13	2536	0.94	発明例
337	EE6	99	2.3	0.13	0.13	2485	0.94	発明例
338	EE6	99	2.4	0.13	0.13	2480	0.94	発明例
339	EE6	99	2.0	0.13	0.13	2491	0.91	発明例
340	EE6	100	2.2	0.13	0.13	2542	0.94	発明例
341	EE6	97	2.5	0.13	0.13	2543	0.91	発明例
342	EE6	99	2.1	0.14	0.14	2548	0.90	発明例
343	EE6	99	2.2	0.14	0.14	2471	0.94	発明例
344	EE6	100	1.9	0.14	0.14	2413	0.92	発明例
345	EE6	100	2.2	0.13	0.13	2424	0.90	発明例
346	EE6	97	2.0	0.14	0.14	2527	0.90	発明例
347	EE6	100	2.4	0.14	0.14	2460	0.90	発明例
348	EE6	99	2.3	0.04	<u>0.04</u>	2457	<u>0.74</u>	比較例
349	EE6	99	2.2	0.12	0.12	2502	0.84	発明例
350	EE6	97	2.3	0.13	0.13	2415	0.86	発明例
351	EE6	100	2.2	0.13	0.13	2454	0.86	発明例
352	EE6	100	2.5	0.15	0.15	2548	0.98	発明例
353	EE6	99	2.1	0.25	0.25	2441	0.95	発明例
354	EE6	100	2.3	0.08	<u>0.08</u>	2493	<u>0.65</u>	比較例
355	EE6	97	2.2	0.11	0.11	2506	0.83	発明例
356	EE6	98	1.9	0.14	0.14	2407	0.88	発明例
357	EE6	99	2.0	0.13	0.13	2507	0.88	発明例

下線は本発明の範囲外であること、特性値が好ましくないことを示す。

[0113] [表3-8]

表3-8

試験 No.	鋼	硬質組織 の面積率 %	旧γ粒の 粒径分布の 標準偏差 μm	旧γ粒界の偏析量		引張強さ MPa	耐早期破断 特性評価	備考
				Mo偏析量 原子%	合計偏析量 原子%			
358	EE6	97	2.4	0.14	0.14	2477	0.86	発明例
359	EE6	98	2.0	0.21	0.21	2530	0.98	発明例
360	EE6	100	2.1	0.25	0.25	2458	0.96	発明例
361	EE6	<u>77</u>	<u>5.2</u>	0.13	0.13	<u>2078</u>	<u>0.42</u>	比較例
362	EE6	91	1.9	0.13	0.13	2271	0.93	発明例
363	EE6	94	2.1	0.13	0.13	2396	0.93	発明例
364	EE6	99	2.5	0.14	0.14	2449	0.94	発明例
365	EE6	100	2.5	0.13	0.13	2403	0.91	発明例
366	EE6	98	2.4	0.14	0.14	2435	0.91	発明例
367	EE6	99	2.2	0.13	0.13	2496	0.91	発明例
368	EE6	100	2.0	0.13	0.13	2531	0.92	発明例
369	EE6	97	2.2	0.13	0.13	2519	0.90	発明例
370	EE6	97	2.2	0.14	0.14	2536	0.94	発明例
371	EE6	99	3.6	0.13	0.13	2522	0.88	発明例
372	EE6	100	2.7	0.14	0.14	2459	0.87	発明例
373	EE6	100	2.8	0.13	0.13	2523	0.87	発明例
374	EE6	99	4.1	0.13	0.13	2529	0.85	発明例
375	EE6	98	<u>5.6</u>	0.13	0.13	2402	<u>0.41</u>	比較例
376	EE6	100	<u>6.2</u>	0.14	0.14	2488	<u>0.59</u>	比較例
377	EE6	98	4.9	0.14	0.14	2433	0.83	発明例
378	EE6	98	3.0	0.14	0.14	2535	0.87	発明例
379	EE6	97	2.8	0.14	0.14	2418	0.88	発明例
380	EE6	99	2.2	0.13	0.13	2529	0.92	発明例
381	EE6	98	2.1	0.13	0.13	2425	0.92	発明例
382	EE6	99	2.1	0.13	0.13	2426	0.91	発明例
383	EE6	97	2.3	0.14	0.14	2457	0.92	発明例
384	EE6	97	2.2	0.14	0.14	2536	0.93	発明例
385	EE6	97	2.4	0.13	0.13	2425	0.93	発明例
386	EE6	99	1.9	0.13	0.13	2456	0.91	発明例
387	EE6	99	2.5	0.14	0.14	2457	0.93	発明例
388	EE6	97	1.9	0.14	0.14	2503	0.90	発明例
389	EE6	98	2.7	0.13	0.13	2474	0.87	発明例
390	EE6	100	3.7	0.13	0.13	2493	0.88	発明例
391	EE6	99	4.8	0.14	0.14	2497	0.80	発明例
392	EE6	99	<u>5.6</u>	0.14	0.14	2466	<u>0.48</u>	比較例
393	EE6	98	2.5	0.13	0.13	2458	0.91	発明例
394	EE6	98	2.2	0.13	0.13	2547	0.92	発明例
395	EE6	97	2.1	0.13	0.13	2506	0.91	発明例
396	EE6	97	2.5	0.14	0.14	2499	0.90	発明例
397	EE6	100	2.1	0.13	0.13	2495	0.93	発明例
398	EE6	97	2.4	0.13	0.13	2444	0.93	発明例
399	EE6	99	2.2	0.13	0.13	2522	0.94	発明例
400	EE6	99	2.0	0.14	0.14	2550	0.92	発明例
401	EE6	98	2.5	0.14	0.14	2419	0.93	発明例
402	EE6	97	2.5	0.14	0.14	2418	0.93	発明例
403	EE6	97	2.4	0.13	0.13	2351	0.90	発明例
404	EE6	99	2.0	0.13	0.13	2349	0.90	発明例
405	EE6	100	1.9	0.14	0.14	2247	0.94	発明例
406	EE6	99	2.0	0.13	0.13	2250	0.92	発明例
407	EE6	98	2.2	0.14	0.14	2253	0.94	発明例
408	EE6	97	2.3	0.13	0.13	2423	0.93	発明例

下線は本発明の範囲外であること、特性値が好ましくないことを示す。

[0114] 表3を参照すると、比較例1では、C含有量が低かったために引張強さが低下した。比較例14では、C含有量が高かったために靱性が低下し、耐早期破断特性が低下した。比較例15では、Si含有量が低かったために引張強さが低下した。比較例29では、Si含有量が高かったためにフェライト量が増加し、所望の金属組織が得られなかった。その結果として同様に引張強さが低下した。比較例30では、Mn含有量が低かったために旧オーステナイト粒の粒径分布における標準偏差が大きくなり、耐早期破断特性が低下した。比較例43では、Mn含有量が高かったために熱延鋼板においてオーステナイトからパーライトへの変態が促進されすぎてしまったと考えられる。その結果としてホットスタンプ成形体において旧オーステナイト粒の粒径分布における標準偏差を所望の範囲内とすることができず、耐早期破断特性が低下した。比較例52、61、70、78、79及び92はP、S、N、O又はAl含有量が適切でなかったために耐早期破断特性が低下した。比較例93、107及び119では、それぞれNb、Ti及びCr含有量が低かったために析出強化又は固溶強化により強度を十分に向上させることができず、引張強さが低下した。比較例106、118及び132では、それぞれNb、Ti及びCr含有量が高かったために鋼中に多量に炭窒化物が生成し又は粗大な金属間化合物が生成したと考えられ、結果として耐早期破断特性が低下した。比較例133では、Mo含有量が低かったために、旧オーステナイト粒界における粒界強化元素の合計偏析量が低くなり、耐早期破断特性が低下した。比較例145及び156では、それぞれMo及びB含有量が高かったために、ホットスタンプ成形体において粗大な金属間化合物が生成したと考えられ、結果として耐早期破断特性が低下した。比較例146では、B含有量が低かったために引張強さが低下した。

[0115] 比較例325では、熱間圧延工程の仕上げ圧延における最終段の圧下率が低かったために圧延後の熱延鋼板においてパーライトを均一に分散させることができなかったと考えられる。その結果としてホットスタンプ成形体において旧オーステナイト粒の粒径分布における標準偏差が大きくなり、耐早期

破断特性が低下した。比較例 333 では、巻取温度が高かったためにフェライトが連結して配置し、パーライトを均一に分散させることができなかつたと考えられる。その結果としてホットスタンプ成形体において旧オーステナイト粒の粒径分布における標準偏差が大きくなり、耐早期破断特性が低下した。比較例 348 では、予備加熱工程における加熱温度が低かったために、粒界強化元素を鋼板中に十分に固溶させることができなかつたと考えられる。その結果として旧オーステナイト粒界における粒界強化元素の合計偏析量が低くなり、耐早期破断特性が低下した。比較例 354 では、予備加熱工程における平均冷却速度が遅かったために、予備加熱により鋼板中に固溶させた粒界強化元素が化合物として析出してしまったと考えられる。その結果として旧オーステナイト粒界における粒界強化元素の合計偏析量が低くなり、耐早期破断特性が低下した。比較例 361 では、ホットスタンプ成形工程における加熱温度が低かったために、オーステナイト化が不十分となり、硬質組織の面積率及び旧オーステナイト粒の粒径分布における標準偏差を所望の範囲内に制御することができず、引張強さ及び耐早期破断特性が低下した。比較例 375 では、ホットスタンプ成形工程における加熱温度が高かったために、オーステナイトが過度に粒成長してしまい、旧オーステナイト粒の粒径分布における標準偏差を所望の範囲内に制御することができず、耐早期破断特性が低下した。比較例 376 では、ホットスタンプ成形工程における保持時間が短かったために、オーステナイト化が不十分となり、旧オーステナイト粒の粒径分布における標準偏差を所望の範囲内に制御することができず、耐早期破断特性が低下した。比較例 392 では、ホットスタンプ成形工程における保持時間が長かったために、オーステナイトが過度に粒成長してしまい、旧オーステナイト粒の粒径分布における標準偏差を所望の範囲内に制御することができず、耐早期破断特性が低下した。

[0116] これとは対照的に、全ての発明例に係るホットスタンプ成形体において、所定の化学組成及び金属組織を有し、旧オーステナイト粒の粒径分布における標準偏差が  $5.0 \mu\text{m}$  以下となるよう制御し、加えて旧オーステナイト粒

界における粒界強化元素すなわちMo、W、Ta、Re、Os、Ir及びTcの少なくとも1種の合計偏析量が0.10原子%以上となるよう制御することで、2200MPa以上の高い引張強さを有するにもかかわらず、早期破断を確実に抑制することができた。

## 請求の範囲

[請求項1]

質量%で、

C : 0.40~0.70%、

Si : 0.010~3.00%、

Mn : 0.50~3.00%、

P : 0.100%以下、

S : 0.0100%以下、

N : 0.0200%以下、

O : 0.0200%以下、

Al : 0.0010~0.500%、

Nb : 0.0010~0.100%、

Ti : 0.010~0.200%、

Cr : 0.010~1.00%、

Mo : 0.0010~1.000%、

B : 0.0005~0.0200%、

Co : 0~4.00%、

Ni : 0~3.00%、

Cu : 0~3.00%、

V : 0~3.00%、

Ca : 0~1.000%、

Mg : 0~1.000%、

REM : 0~1.000%、

Sb : 0~1.00%、

Sn : 0~1.00%、

Zr : 0~1.00%、

As : 0~0.100%、

W、Ta、Re、Os、Ir及びTcの少なくとも1種：合計で0  
~1.00%、並びに

残部：F e 及び不純物からなる化学組成を有し、  
面積率で、マルテンサイト、ベイナイト及び焼き戻しマルテンサイトの少なくとも1種：合計で90%以上を含み、  
旧オーステナイト粒の粒径分布における標準偏差が5.0  $\mu\text{m}$  以下であり、  
旧オーステナイト粒界におけるM o、W、T a、R e、O s、I r 及びT cの少なくとも1種の合計偏析量が0.10原子%以上であるミクロ組織を有する、ホットスタンプ成形体。

[請求項2] 前記旧オーステナイト粒界におけるM oの偏析量が0.10原子%以上である、請求項1に記載のホットスタンプ成形体。

[請求項3] 前記合計偏析量が0.15原子%以上である、請求項1又は2に記載のホットスタンプ成形体。

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/JP2023/007869**

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>C22C 38/00</i> (2006.01)i; <i>C22C 38/60</i> (2006.01)i; <i>C21D 1/18</i> (2006.01)n; <i>C21D 9/00</i> (2006.01)n; <i>C21D 9/46</i> (2006.01)n FI: C22C38/00 301Z; C22C38/00 301S; C22C38/60; C21D1/18 C; C21D9/00 A; C21D9/46 G		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) C22C38/00-38/60; C21D1/18; C21D9/00; C21D8/02; C21D9/46		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2019/186928 A1 (NIPPON STEEL CORP) 03 October 2019 (2019-10-03) claims, paragraphs [0011], [0083], [0087]	1-3
A	WO 2020/189767 A1 (NIPPON STEEL CORP) 24 September 2020 (2020-09-24) claims	1-3
A	JP 2021-181616 A (JFE STEEL CORP) 25 November 2021 (2021-11-25) claims, paragraphs [0044]-[0048]	1-3
P, A	WO 2022/239731 A1 (NIPPON STEEL CORP) 17 November 2022 (2022-11-17) claims	1-3
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search <b>10 May 2023</b>		Date of mailing of the international search report <b>23 May 2023</b>
Name and mailing address of the ISA/JP <b>Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan</b>		Authorized officer  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No. <b>PCT/JP2023/007869</b>
---

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2019/186928	A1	03 October 2019	EP 3778954 A1 claims, paragraphs [0011], [0075], [0079]	
				US 2021/0102270 A1	
				CN 111448328 A	
<hr/>					
WO	2020/189767	A1	24 September 2020	EP 3943623 A1 claims	
				US 2022/0119929 A1	
				CN 113597474 A	
<hr/>					
JP	2021-181616	A	25 November 2021	(Family: none)	
<hr/>					
WO	2022/239731	A1	17 November 2022	(Family: none)	
<hr/>					

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） C22C 38/00(2006.01)i; C22C 38/60(2006.01)i; C21D 1/18(2006.01)n; C21D 9/00(2006.01)n; C21D 9/46(2006.01)n FI: C22C38/00 301Z; C22C38/00 301S; C22C38/60; C21D1/18 C; C21D9/00 A; C21D9/46 G		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） C22C38/00-38/60; C21D1/18; C21D9/00; C21D8/02; C21D9/46 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922 - 1996年 日本国公開実用新案公報 1971 - 2023年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2023年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2023年 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2019/186928 A1（日本製鉄株式会社）03.10.2019（2019 - 10 - 03） 請求の範囲, [0011], [0083], [0087]	1-3
A	WO 2020/189767 A1（日本製鉄株式会社）24.09.2020（2020 - 09 - 24） 請求の範囲	1-3
A	JP 2021-181616 A（JFEスチール株式会社）25.11.2021（2021 - 11 - 25） 特許請求の範囲, [0044] - [0048]	1-3
P, A	WO 2022/239731 A1（日本製鉄株式会社）17.11.2022（2022 - 11 - 17） 請求の範囲	1-3
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日	10.05.2023	国際調査報告の発送日 23.05.2023
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官）  鈴木 毅 4K 9154  電話番号 03-3581-1101 内線 3435	

国際調査報告  
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/007869

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2019/186928	A1	03.10.2019	EP	3778954	A1	
				Claims, [0011], [0075], [0079]			
				US	2021/0102270	A1	
				CN	111448328	A	
WO	2020/189767	A1	24.09.2020	EP	3943623	A1	
				Claims			
				US	2022/0119929	A1	
				CN	113597474	A	
JP	2021-181616	A	25.11.2021	(ファミリーなし)			
WO	2022/239731	A1	17.11.2022	(ファミリーなし)			