

(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
2020年9月24日(24.09.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/189767 A1

(51) 国際特許分類:

C21D 9/00 (2006.01) *C22C 38/58* (2006.01)
C21D 9/46 (2006.01) *C21D 1/18* (2006.01)
C22C 38/00 (2006.01)

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.

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/012395

(22) 国際出願日: 2020年3月19日(19.03.2020)

(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 2019-052103 2019年3月20日(20.03.2019) 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).

(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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(72) 発明者: 藤中 真吾 (FUJINAKA Shingo); 〒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). 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). 前田 大介 (MAEDA Daisuke); 〒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: 棚井 澄雄, 外 (TANAI Sumio et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,

(54) Title: HOT STAMP MOLDED BODY

(54) 発明の名称: ホットスタンプ成形体

(57) Abstract: This hot stamp molded body has a predetermined chemical composition, the average grain diameter of old austenite grains in a micro structure is 5.0 μm or less, and the average concentration of Mn in grain boundaries of the old austenite grains is 1.0 mass% or less. This hot stamp molded body may have a plating layer on the surface thereof and a softened area in a portion thereof.

(57) 要約: このホットスタンプ成形体は、所定の化学組成を有し、ミクロ組織中の旧オーステナイト粒の平均粒径が5.0 μm 以下であり、前記旧オーステナイト粒の粒界の平均Mn濃度が1.0質量%以下である。このホットスタンプ成形体は、表面にめっき層を備えていてもよく、一部に軟化領域を有していてもよい。



WO 2020/189767 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。

本願は、2019年3月20日に、日本に出願された特願2019-052103号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 近年、環境保護及び省資源化の観点から自動車車体の軽量化が求められており、自動車用部材への高強度鋼板の適用が加速している。鋼板の強度が高いほど、自動車用部材へのプレス成形時の荷重が増加する。また、高強度鋼板を用いると、複雑な形状の部材への成形性が課題となる。このような課題を解決するため、鋼板が軟質化するオーステナイト域まで加熱した後にプレス成形を実施するホットスタンプ技術の適用が進められている。

[0003] ホットスタンプは、プレス加工と同時に、金型内において焼入れ処理を実施することで、自動車用部材への成形と強度確保とを両立する技術として注目されている。ホットスタンプは、自動車の変形抑止部材および衝撃吸収部材の加工方法として採用されている。特に、変形抑止部材は衝突によってもほぼ変形しない部材が求められており、より高強度化することが要求される。

[0004] しかしながら、一般に、鋼板強度の上昇に伴い靱性は低下するため、衝突変形において割れが生じやすくなる。その結果、自動車用部材に要求される耐力や吸収エネルギーが得られない場合がある。

[0005] 特許文献1には、焼き入れ焼き戻し前に650～Ac₁+20℃の球状化焼鈍を行うことで、炭化物を球状化させ、焼き入れ焼き戻し熱処理時に未溶解炭化物を低減させることによって靱性を向上させることができる技術が提案されている。

[0006] 特許文献2には、焼き戻しマルテンサイトおよび下部ベイナイトを合計で

90%以上とし、均質なミクロ組織とすることによって高強度および低温靱性を両立させた熱延鋼板が提案されている。

[0007] 特許文献3には、ミクロ組織を焼き戻しマルテンサイト単相とし、伸びフランジ性を向上させた超高強度冷延鋼板が提案されている。

[0008] 特許文献4には、2回焼き入れによって高強度および靱性を両立させることができる成形体の製造方法が提案されている。この製造方法では、1回目の焼き入れ熱処理によって、鋼材のミクロ組織を微細な炭化物を多く含むマルテンサイトとする（炭化物の数密度は、好ましくは 0.50 個/ μm^2 以上であると記載されている）。その後、2回目の焼き入れ熱処理で急速加熱を行い、炭化物をオーステナイトへの逆変態の核生成サイトとすることでミクロ組織の微細化を図っている。

先行技術文献

特許文献

- [0009] 特許文献1：日本国特許第5030280号公報
特許文献2：日本国特許第6132017号公報
特許文献3：日本国特許第5402191号公報
特許文献4：国際公開第2018/134874号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] 特許文献1に記載の技術においては、炭化物の球状化を目的として、 Ac_3 点未満で加熱する焼鈍が実施される。そのため、 Mn が十分に拡散せず、焼鈍後の鋼材中に Mn 濃度が高い部分が存在し、鋼材の靱性が劣化する。また、球状化焼鈍によって鋼材のミクロ組織中に粗大な炭化物が生成する。このような炭化物は、 2000MPa 以上の高強度鋼材において破壊起点となりやすいため、鋼材の靱性が大幅に劣化する場合がある。

[0011] 特許文献2に記載の技術においては、ミクロ組織は全体としては均一ではあるものの、旧オーステナイト粒内に Mn が偏析している場合がある。 Mn

の偏析を減少させれば、Mn濃度の高い部分が破壊起点になるようなことはなく、さらに靱性の向上が期待できる。しかし、特許文献2において、その手法については明らかになっていない。

[0012] 特許文献3に記載の技術においては、旧オーステナイト粒を粗大化させないため900℃以下の焼鈍を行うが、Mnが十分に拡散しておらず、ミクロ組織内にMnが偏析している場合がある。このように、局所的にMn濃度が高い部分は、2000MPa以上の高強度鋼材において破壊起点となりやすいため、鋼材の靱性が劣化する場合がある。また、この技術では、ミクロ組織をマルテンサイトとした後に250℃での焼戻しを行うことが必須であり、プロセス増加に伴う製造コストの増加を引き起こす。

[0013] 特許文献4に記載の技術においては、1回目熱処理時に極力多くの炭化物を生成させた鋼材に2回目熱処理を行い、この炭化物を核生成サイトとしてオーステナイトへの逆変態を生じさせる。このため、1回目熱処理時には残留オーステナイトが少なく、また、2回目熱処理時には、オーステナイトの粒成長が進みやすいため、さらなる結晶粒微細化手法が求められる。

[0014] 本発明は、従来技術の課題を解決するためになされたものであり、優れた強度および靱性を有する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

[0015] 本発明者らは上記課題を解決する方法について鋭意検討した結果、以下の知見を得た。

[0016] 従来は、2000MPa以上の引張強さを確保するためには、焼き入れ性の確保が必要であり、Mnを含有させることが有効であるとされていた。しかし、Mnを含有させることによって結晶粒界のMn偏析が助長され、ホットスタンプ成形体の靱性が劣位となる。そこで本発明者らは、鋭意研究を行った結果、Mnを含有させた材料であっても、従来よりも優れた靱性を有するホットスタンプ成形体が見出された。

[0017] 本発明者らは、ホットスタンプ成形体のミクロ組織として、旧オーステナ

イト粒の平均粒径を $5.0\mu\text{m}$ 以下に制御し、旧オーステナイト粒の粒界（以下、旧オーステナイト粒界と記載する場合がある）の平均Mn濃度を $1.0\text{質量}\%$ 以下とすることで、亀裂発生を抑制することができることを見出した。また、本発明者らの鋭意検討の結果、以下の方法により上記のミクロ組織が得られることを知見した。

[0018] まず、ホットスタンプ工程の前に前熱処理（以下、「一回目熱処理」と示す。）を行う。一回目熱処理は、 A_{c_3} 点以上、 A_{c_3} 点 $+200^\circ\text{C}$ 以下の加熱温度 T_1 まで加熱する加熱工程と、この加熱温度 T_1 で保持する保持工程と、 $10^\circ\text{C}/\text{s}$ 以上、 $500^\circ\text{C}/\text{s}$ 以下の平均冷却速度で、加熱温度 T_1 から「 250°C 以上、 400°C 以下」の冷却停止温度まで冷却する冷却工程と、を含む熱処理である。一回目熱処理の加熱工程および保持工程には、一回目熱処理前に形成していた粗大な炭化物を再固溶する役割、および旧オーステナイト粒界にMnを濃化させる役割がある。また、一回目熱処理の冷却工程により、マルテンサイト、焼戻しマルテンサイト、ベイナイトおよび焼戻しベイナイトを含むミクロ組織に制御されるため、旧オーステナイト粒内には多量の大傾角粒界が形成される。

[0019] 次に、ホットスタンプ工程の加工熱処理（以下、「二回目熱処理」と示す。）を行う。二回目熱処理は、 $10^\circ\text{C}/\text{s}$ 以上、 $500^\circ\text{C}/\text{s}$ 以下の平均加熱速度で、 A_{c_3}' 点以上、（ A_{c_3}' 点 $+100^\circ\text{C}$ ）以下の加熱温度 T_2 まで急速加熱を行う加熱工程、および、この加熱温度 T_2 で 10 秒超、 60 秒以下保持する保持工程を含む熱処理である。ここで、一回目熱処理時の冷却停止温度と、二回目熱処理時の加熱温度 T_2 との差（ $T_2 - \text{冷却停止温度}$ ）は 600°C 未満である。

二回目熱処理の保持工程後の鋼材には、ホットスタンプ、および、冷却が実施される。

なお、 A_{c_3}' 点は、実験によって求められる温度である。詳細は後述する。

[0020] 二回目熱処理の加熱工程では、旧オーステナイト粒界から、一回目熱処理

で形成した大傾角粒界へMnの拡散が起こる。これにより、大傾角粒界（ブロック間）に存在する微細な残留オーステナイトへMnが濃化する。残留オーステナイトにMnが濃化することで、残留オーステナイトの安定性が高まり、 A_{c3} 点が低下する。この低下した A_{c3} 点を、便宜上、「 A_{c3}' 点」と呼称する。

[0021] A_{c3}' 点を超える温度域ではオーステナイト化が進む。ただし、この段階におけるオーステナイト化は低温で進むため、オーステナイトの粒成長は抑制される。また、微細なオーステナイトが維持されるため、旧オーステナイト粒界から大傾角粒界へのMn濃化が引き続き進む。

[0022] 二回目熱処理後の鋼材は、ホットスタンプされ、室温まで冷却される。これにより、ホットスタンプ成形体を得られる。これらの工程により、ホットスタンプ成形体の旧オーステナイト粒の平均粒径を $5.0\mu\text{m}$ 以下の細粒組織とし、かつ旧オーステナイト粒の粒界の平均Mn濃度を 1.0% 以下に低下させることができる。その結果、旧オーステナイト粒界の高Mn濃度領域の低減により衝突時の破壊（亀裂発生）が抑制され、且つ、旧オーステナイト粒の粒径が微細なため、亀裂進展も抑制される。結果として、優れた靱性を有するホットスタンプ成形体を得ることが可能となる。

[0023] 上記知見に基づいてなされた本発明の要旨は以下のとおりである。

[1] 本発明の一態様に係るホットスタンプ成形体は、質量%で、

C : 0.40% 以上、 0.70% 以下、

Si : 0.010% 以上、 1.30% 以下、

Mn : 0.40% 以上、 3.00% 以下、

sol. Al : 0.0010% 以上、 0.500% 以下、

Ti : 0.010% 以上、 0.100% 以下、

Cr : 0.010% 以上、 0.80% 以下、

B : 0.0005% 以上、 0.0100% 以下、

P : 0.100% 以下、

S : 0.0100% 以下、

N : 0.0100%以下、

Nb : 0%以上、0.100%以下、

Mo : 0%以上、1.00%以下、

V : 0%以上、0.100%以下、

Ni : 0%以上、0.50%以下、

REM : 0%以上、0.0100%以下、

Mg : 0%以上、0.0100%以下、

Ca : 0%以上、0.0100%以下、

Co : 0%以上、4.00%以下、並びに

残部がFe及び不純物である化学組成を有し、

ミクロ組織中の旧オーステナイト粒の平均粒径が $5.0\mu\text{m}$ 以下であり、

前記旧オーステナイト粒の粒界の平均Mn濃度が1.0質量%以下である

。

[2] 上記[1]に記載のホットスタンプ成形体は、質量%で、

Nb : 0.010%以上、0.100%以下、

Mo : 0.01%以上、1.00%以下、

V : 0.001%以上、0.100%以下、

Ni : 0.001%以上、0.50%以下、

REM : 0.0010%以上、0.0100%以下、

Mg : 0.0010%以上、0.0100%以下、

Ca : 0.0010%以上、0.0100%以下、および

Co : 0.10%以上、4.00%以下

から選択される1種または2種以上の元素を含有してもよい。

[3] 上記[1]または[2]に記載のホットスタンプ成形体は、表面にめっき層を備えてもよい。

[4] 上記[1]～[3]のいずれか1項に記載のホットスタンプ成形体は、一部に軟化領域を有してもよい。

発明の効果

[0024] 本発明によれば、優れた強度および靱性を有するホットスタンプ成形体を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]旧オーステナイト粒の粒界の平均Mn濃度の測定に用いる試験片の形状を示す図である。

[図2]T₂－冷却停止温度と、旧オーステナイト粒の粒界の平均Mn濃度との関係を示す図である。

[図3]T₂－冷却停止温度と、旧オーステナイト粒の平均粒径との関係を示す図である。

[図4]加熱温度T₂での保持時間と、旧オーステナイト粒の粒界の平均Mn濃度との関係を示す図である。

[図5]加熱温度T₂での保持時間と、旧オーステナイト粒の平均粒径との関係を示す図である。

発明を実施するための形態

[0026] 以下、本実施形態に係るホットスタンプ成形体およびその製造方法について詳細に説明する。ただし、本発明は本実施形態に開示の構成のみに制限されることなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能である。

[0027] <ホットスタンプ成形体の化学組成>

まず、本実施形態に係るホットスタンプ成形体の化学組成の限定理由について説明する。以下、化学組成についての％は全て質量％を意味する。「以上」または「以下」と示す数値には、その値が数値範囲に含まれる。「未満」または「超」と示す数値には、その値が数値範囲に含まれない。

[0028] 本実施形態に係るホットスタンプ成形体は、質量％で、C：0.40％以上、0.70％以下、Si：0.010％以上、1.30％以下、Mn：0.40％以上、3.00％以下、sol. Al：0.0010％以上、0.500％以下、Ti：0.010％以上、0.100％以下、Cr：0.010％以上、0.80％以下、B：0.0005％以上、0.0100％以下、P：0.100％以下、S：0.0100％以下、N：0.0100％

以下、並びに、残部がFe及び不純物である化学組成を有する。以下、各元素について詳細に説明する。

[0029] 「C：0.40%以上、0.70%以下」

Cは、ホットスタンプ成形体において2000MPa以上の引張強さを得るために重要な元素である。C含有量が0.40%未満では、マルテンサイトが軟質となり、2000MPa以上の引張強さを得ることが困難である。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0.43%以上、0.45%以上である。一方、C含有量が0.70%超では、粗大な炭化物が生成して破壊が生じやすくなり、ホットスタンプ成形体の靱性が低下する。そのため、C含有量は0.70%以下とする。C含有量は、好ましくは0.60%以下、0.55%以下である。

[0030] 「Si：0.010%以上、1.30%以下」

Siは、粗大なセメンタイトの形成を抑制する効果があり、ホットスタンプ成形体の靱性を確保するために重要な元素である。また、Siは、焼戻し軟化抵抗を有しており、ホットスタンプ焼入れ時の自己焼戻しによる強度低下を抑える作用がある。Si含有量が0.010%未満では上記効果が得られず、ホットスタンプ成形体の靱性が劣化する場合がある。そのため、Si含有量は0.010%以上とする。好ましくは、0.02%以上、0.03%以上である。一方、1.30%超のSiを含有する場合、オーステナイトの安定度が低下し、二回目熱処理時に大傾角粒界へのMnの拡散が十分に進まないことから、ホットスタンプ成形体の靱性が劣化する。そのため、Si含有量は1.30%以下とする。好ましくは、1.20%以下、1.00%以下である。

[0031] 「Mn：0.40%以上、3.00%以下」

Mnは、固溶強化によりホットスタンプ成形体の強度の向上に寄与する元素である。Mn含有量が0.40%未満では、固溶強化能が乏しくマルテンサイトが軟質となり、ホットスタンプ成形体において2000MPa以上の引張強さを得ることは困難である。そのため、Mn含有量は0.40%以上

とする。Mn含有量は、好ましくは0.50%以上、0.60%以上である。一方、Mn含有量を3.00%超とすると、鋼中に粗大な介在物が生成して破壊が生じやすくなり、ホットスタンプ成形体の靱性が低下する。そのため、Mn含有量は3.00%以下とする。好ましくは、2.50%以下、2.00%以下、1.50%以下である。

[0032] 「sol. Al : 0.0010%以上、0.500%以下」

Alは、溶鋼を脱酸して鋼を健全化する（鋼にブローホールなどの欠陥が生じることを抑制する）作用を有する元素である。sol. Al含有量が0.0010%未満では、脱酸が十分に行われない。そのため、sol. Al含有量は0.0010%以上とする。sol. Al含有量は、好ましくは0.010%以上、0.020%以上、である。一方、sol. Al含有量が0.500%を超えると、鋼中に粗大な酸化物が生成し、ホットスタンプ成形体の靱性が低下する。そのため、sol. Al含有量は0.500%以下とする。好ましくは、0.400%以下、0.350%以下である。

なお、sol. Alとは酸可溶性Alを意味し、固溶状態で鋼中に存在する固溶Alのことを示す。

[0033] 「Ti : 0.010%以上、0.100%以下」

Tiは、炭窒化物を形成し、ホットスタンプ加熱時（特に、二回目熱処理時）のオーステナイトの粒成長を抑制する元素である。Ti含有量が0.010%未満では上記効果が得られず、旧オーステナイト粒が粗大化し、ホットスタンプ成形体の靱性が劣化する。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0.020%以上、0.025%以上である。一方、0.100%を超えてTiを含有させると、粗大なTiNが生成するため、ホットスタンプ成形体の靱性が劣化する。そのため、Ti含有量は0.100%以下とする。Ti含有量は、好ましくは0.080%以下、0.060%以下である。

[0034] 「Cr : 0.010%以上、0.80%以下」

Crは、炭化物形成元素であるとともに炭化物を微細化させて、ホットス

タンプ成形体の靱性を向上させる元素である。C r含有量が0.010%未満では上記効果が得られない。そのため、C r含有量は0.010%以上とする。C r含有量は、好ましくは0.10%以上、0.15%以上である。一方、0.80%超のC rを含有させても上記効果は飽和する。また、旧オーステナイト粒界のM n偏析サイトを埋めてしまい、一回目熱処理時のM nの旧オーステナイト粒界への偏析を阻害する。その結果、旧オーステナイト粒内のM n量が増加し、ホットスタンプ成形体の靱性が劣化する場合がある。そのため、C r含有量は0.80%以下とする。C r含有量は、好ましくは0.60%以下、0.50%以下、0.40%以下である。

[0035] 「B : 0.0005%以上、0.0100%以下」

Bは、粒界に偏析して鋼の焼き入れ性を高める元素である。B含有量が0.0005%未満では上記効果が得られず、フェライトが形成される場合がある。その結果、2000MPa以上の引張強さを得ることが困難となる場合およびホットスタンプ成形体の靱性が劣化する場合がある。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、0.0020%以上である。一方、Bは旧オーステナイト粒界に偏析しやすいため、0.0100%を超えて含有させると、一回目熱処理時に、旧オーステナイト粒界へのM nの偏析を阻害する。その結果、旧オーステナイト粒内のM nが増加し、ホットスタンプ成形体の靱性が劣化する場合がある。よって、B含有量は0.0100%以下とする。B含有量は、好ましくは0.0075%以下、0.0050%以下である。

[0036] 「P : 0.100%以下」

Pは、粒界に偏析し、粒界の強度を低下させる元素である。P含有量が0.100%を超えると、粒界の強度が著しく低下して、ホットスタンプ成形体の靱性が低下する。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、0.030%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。実操業上、P含有量は0.0001%以上としてもよい。

[0037] 「S : 0.0100%以下」

Sは、鋼中に介在物を形成する元素である。S含有量が0.0100%を超えると、鋼中に多量の介在物が生成し、ホットスタンプ成形体の靱性が低下する。そのため、S含有量は0.0100%以下とする。S含有量は、好ましくは0.0040%以下である。S含有量の下限は特に限定しないが、0.00015%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。実操業上、S含有量は0.00015%以上、0.0002%以上としてもよい。

[0038] 「N : 0.0100%以下」

Nは、不純物元素であり、鋼中に窒化物を形成してホットスタンプ成形体の靱性を劣化させる元素である。N含有量が0.0100%を超えると、鋼中に粗大な窒化物が生成されて、ホットスタンプ成形体の靱性が著しく低下する。そのため、N含有量は0.0100%以下とする。N含有量は、好ましくは0.0075%以下、0.0050%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。実操業上、N含有量は0.0001%以上としてもよい。

[0039] 本実施形態に係るホットスタンプ成形体の化学組成の残部は、Feおよび不純物である。不純物としては、鋼原料もしくはスクラップから不可避免的に混入した元素、製鋼過程で不可避免的に混入した元素、および／または、意図的に微量添加された元素であって、本実施形態に係るホットスタンプ成形体の特性を阻害しない範囲で許容される元素が例示される。

[0040] 本実施形態に係るホットスタンプ成形体では、Feの一部に代えて、下記任意元素を含有させてもよい。下記任意元素を含有させない場合の含有量の下限は0%である。以下、各任意元素について詳細に説明する。

[0041] 「Nb : 0%以上、0.100%以下」

Nb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とともに炭窒化物を形成することにより旧オーステナイト粒の細粒化に寄与する元素である。そのため、必要に応じてNbを含有させても良い。Nbを含有させる場合、上記効果を確実に発揮させるために、Nb含有量は0.010%以上とすることが好ましい。Nb含有量は、より好ましくは0.035%以上である。一方、0.100%を超えてNbを含有させると、炭窒化物が過剰に生成し、ホットスタンプ成形体の靱性が低下する場合がある。そのため、Nb含有量は0.100%以下とすることが好ましい。Nb含有量は、より好ましくは0.080%以下である。

[0042] 「Mo : 0%以上、1.00%以下」

Mo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とともに、鋼の焼き入れ性を高め、靱性を劣化させるフェライトの形成を抑制する元素である。そのため、必要に応じてMoを含有させても良い。Moを含有させる場合、上記効果を確実に発揮させるために、Mo含有量は0.01%以上とすることが好ましい。Mo含有量は、より好ましくは0.02%以上である。一方、1.00%を超えてMoを含有させても上記効果は飽和するばかりか、合金コストの上昇を引き起こす。そのため、Mo含有量は1.00%以下とすることが好ましい。Mo含有量は、より好ましくは0.80%以下である。

[0043] 「V : 0%以上、0.100%以下」

V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。この効果を確実に得るためには、V含有量は0.001%以上とすることが好ましい。より好ましくは、V含有量は0.050%以上である。一方、V含有量が0.100%を超えると、炭窒化物が過剰に生成し、ホットスタンプ成形体の靱性が低下する。そのため、V含有量は0.100%以下とすることが好ましい。V含有量は、より好ましくは0.090%以下である。

[0044] 「Ni : 0%以上、0.50%以下」

Niは、オーステナイトに固溶し、鋼の焼き入れ性を高める作用を有するとともに、ホットスタンプ成形体の靱性を向上させる元素である。上記効果を確実に得るためには、Ni含有量を0.001%以上とすることが好ましい。より好ましくは、0.01%以上である。一方、0.50%を超えてNiを含有させても上記効果は飽和するとともに合金コストの上昇を引き起こす。そのため、Ni含有量は0.50%以下とすることが好ましい。より好ましくは、0.40%以下である。

[0045] 「REM：0%以上、0.0100%以下」

REM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とともに、ホットスタンプ成形体の靱性を向上させる元素である。そのため、必要に応じてREMを含有させてもよい。上記効果を確実に得るためには、REM含有量は0.0010%以上とすることが好ましい。より好ましくは、0.0020%以上である。一方、0.0100%を超えてREMを含有させても上記効果が飽和して、コストの上昇を引き起こす。そのため、REM含有量は0.0100%以下とすることが好ましい。より好ましくは、0.0080%以下である。

なお、本実施形態においてREMとは、Sc、Y及びランタノイドからなる合計17元素を指す。本実施形態では、REMの含有量とはこれらの元素の合計含有量を指す。ランタノイドの場合、工業的にはミッシュメタルの形で添加される。

[0046] 「Mg：0%以上、0.0100%以下」

Mg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り、ホットスタンプ成形体の靱性を向上させる。そのため、必要に応じてMgを含有させてもよい。上記効果を確実に得るためには、Mg含有量は0.0010%以上とすることが好ましい。より好ましくは、0.0020%以上である。一方、0.0100%を超えてMgを含有させても、上記効果は飽和してコストの上昇を引き起こす。そのため、Mg含有量は0.0100%以下とすることが好ましい。より好ましくは、0.0080%以下である。

[0047] 「Ca : 0%以上、0.0100%以下」

Ca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り、ホットスタンプ成形体の靱性を向上させる。そのため、必要に応じてCaを含有させてもよい。上記効果を確実に得るためには、Ca含有量は0.0010%以上とすることが好ましい。より好ましくは、0.0020%以上である。一方、0.0100%を超えてCaを含有させても、上記効果は飽和してコストの上昇を引き起こす。そのため、Ca含有量は0.0100%以下とすることが好ましい。より好ましくは、0.0080%以下である。

[0048] 「Co : 0%以上、4.00%以下」

Coは、マルテンサイト開始温度（Ms点）を上昇させる作用を有する元素であり、ホットスタンプ成形体の靱性を向上させる。そのため必要に応じてCoを含有させてもよい。Coを含有させる場合、上記効果を確実に発揮させるためには、Co含有量は0.10%以上とすることが好ましい。より好ましくは0.20%以上である。一方、Co含有量が4.00%超を超えると鋼の焼き入れ性が低下し、2000MPa以上の引張強さを得ることが困難となる。そのため、Co含有量は4.00%以下とすることが好ましい。より好ましくは3.00%以下である。

[0049] 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、sol. Alは、試料を酸で加熱分解した後の濾液を用いてICP-AESによって測定すればよい。CおよびSは燃焼-赤外線吸収法を用い、Nは不活性ガス融解-熱伝導度法を用いて測定すればよい。

[0050] ＜ホットスタンプ成形体のミクロ組織＞

次に、本実施形態に係るホットスタンプ成形体のミクロ組織について説明する。本実施形態において、ホットスタンプ成形体のミクロ組織とは、表面から板厚 $t/4$ 位置（ t は板厚）を中心とした、表面から板厚 $t/8$ 深さ～

表面から板厚 3 t / 8 深さの領域におけるミクロ組織を意味する。

本実施形態に係るホットスタンプ成形体は、ミクロ組織中の旧オーステナイト粒の平均粒径が 5.0 μm 以下であり、前記旧オーステナイト粒の粒界の平均 Mn 濃度が 1.0 質量% 以下である。以下、各規定について説明する。

[0051] 「旧オーステナイト粒の平均粒径が 5.0 μm 以下であり、前記旧オーステナイト粒の粒界の平均 Mn 濃度が 1.0 質量% 以下」

ホットスタンプ成形体において優れた靱性を得るためには、ミクロ組織は微細であるほど好ましい。本発明者らは、引張強さが 2000 MPa を超える高強度のホットスタンプ成形体では、旧オーステナイト粒の平均粒径が 5.0 μm を超えると靱性が劣化することを知見した。従って、旧オーステナイト粒の平均粒径は 5.0 μm 以下とする。より好ましくは、4.5 μm 以下、4.0 μm 以下、3.5 μm 以下である。

旧オーステナイト粒の平均粒径は、1.0 μm 以上、または 2.0 μm 以上としてもよい。

[0052] また、本発明者らは、ホットスタンプ成形体において優れた靱性を得るためには、旧オーステナイト粒の粒界（旧オーステナイト粒界）の Mn 濃度を低下させることが重要であることも知見した。旧オーステナイト粒界に多量の Mn が偏在すると、延性破壊限界を著しく劣化させ、衝突時の破壊起点となる。その結果、ホットスタンプ成形体の靱性が劣化する。旧オーステナイト粒界の平均 Mn 濃度が 1.0 質量% を超えると、破壊感受性が高まり、ホットスタンプ成形体の靱性を著しく劣化させる。従って、旧オーステナイト粒界の平均 Mn 濃度は 1.0 質量% 以下とする。好ましくは、0.8 質量% 以下、0.6 質量% 以下、0.5 質量% 以下である。

旧オーステナイト粒界の平均 Mn 濃度は、0.1 質量% 以上、または 0.2 質量% 以上としてもよい。

[0053] （旧オーステナイト粒の平均粒径の測定方法）

旧オーステナイト粒の平均粒径は、次の方法により測定する。

まず、ホットスタンプ成形体を 540°C で 24 h r 熱処理する。これにより、旧オーステナイト粒界の腐食が促進される。熱処理は、炉加熱や通電加熱によって行えばよく、昇温速度は $0.1\sim 100^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 、冷却速度は $0.1\sim 150^{\circ}\text{C}/\text{s}$ とする。熱処理後のホットスタンプ成形体の中央部（端部を避けた部分）から板面に垂直な板厚断面を切り出す。この板厚断面を $\#600$ 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。この板厚断面を観察面とする。

[0054] 次に、 $3\sim 4\%$ 硫酸－アルコール（又は水）溶液（％は体積％である）に観察面を1分間浸漬し、旧オーステナイト粒界を現出させる。浸漬作業は、排気処理装置内で実施し、作業雰囲気温度は常温（ $10\sim 30^{\circ}\text{C}$ 、以下同じ。）とする。旧オーステナイト粒界を現出させた観察面をアセトンまたはエチルアルコールで洗浄し、乾燥した後、観察面を走査型電子顕微鏡で観察する。使用する走査型電子顕微鏡は、2次電子検出器を装備しているものとする。

[0055] $9.6\times 10^{-5}\text{ Pa}$ 以下の真空において、加速電圧 15 kV 、照射電流レベル13にて試料に電子線を照射し、ホットスタンプ成形体の表面から板厚 $t/8$ 深さ～表面から板厚 $3t/8$ 深さの領域の二次電子像を撮影する。撮影倍率は、横 386 mm ×縦 290 mm の画面を基準として4000倍とし、撮影視野数は10視野以上とする。

[0056] 撮影した二次電子像においては、旧オーステナイト粒界が明るいコントラストとして撮像される。撮影視野に含まれる旧オーステナイト粒について最も短い直径と最も長い直径とを測定し、これらの平均値を算出することで、観察された旧オーステナイト粒の粒径を得る。撮影視野の端部等、旧オーステナイト粒の全体が撮影視野に含まれていない場合、その旧オーステナイト粒については粒径を測定しない。全撮影視野における全ての旧オーステナイト粒について粒径を算出し、これらの平均値を算出することで、旧オーステナイト粒の平均粒径を得る。なお、旧オーステナイト粒の平均粒径は、算出

して得た旧オーステナイト粒の粒径の総和を、粒径を測定した旧オーステナイト粒の総数で除した値である。

[0057] (旧オーステナイト粒の粒界の平均Mn濃度の測定方法)

旧オーステナイト粒の粒界の平均Mn濃度の測定方法について説明する。

ホットスタンプ成形体の中央部（端部を避けた部分）から、図1に示す寸法の試験片を作製する。試験片は、板厚（図1中の紙面に垂直な方向の試験片長さ）が1.2mmとなるように、その表裏面を同量ずつ機械研削によって除去する。試験片の長さ方向（図1中の左右方向）の中央部には、切れ込みが設けられる。この切れ込みは、厚さ1mmのワイヤーカッターを挿入して形成する。試験片の幅方向（図1中の上下方向）において、切れ込み底と、切り込みが設けられていない側面との距離は、100～200μmに制御する。

[0058] 次に、試験片を20%チオシアン酸アンモニウム溶液（%は体積%である）に24～48hr浸漬させる。浸漬完了後0.5hr以内に試験片の表裏面に亜鉛めっきを施す。亜鉛めっき後は、1.5hr以内にオージェ電子発光分光分析に供する。オージェ電子発光分光分析を実施するための装置の種類は特に限定されない。試験片を分析装置内にセッティングし、 9.6×10^{-5} Pa以下の真空において、試験片の切れ込み部分から破壊して、旧オーステナイト粒界を露出させる。露出した旧オーステナイト粒界に、1～30kVの加速電圧で電子線を照射し、旧オーステナイト粒界におけるMn濃度（質量%）を測定する。測定は、3つ以上の旧オーステナイト粒について、各旧オーステナイトの粒界で10ヶ所以上の位置において実施する。旧オーステナイト粒界の汚染を防ぐため、破壊後30分以内に測定を完了する。得られたMn濃度（質量%）の平均値を算出することで、旧オーステナイト粒界の平均Mn濃度を得る。

[0059] ホットスタンプ成形体のミクロ組織は特に限定されないが、マルテンサイト（フレッシュマルテンサイトおよび焼戻しマルテンサイトを含む）、上部ベイナイト、下部ベイナイトおよび残留オーステナイト、並びに、鉄炭化物

および／または合金炭化物を含んでもよい。

好ましくは、ミクロ組織は、マルテンサイト（フレッシュマルテンサイトおよび焼戻しマルテンサイトを含む）が主相（面積率が90%以上）であり、残部組織（上部ベイナイト、下部ベイナイトおよび残留オーステナイト、並びに、鉄炭化物および／または合金炭化物）の面積率が10%以下である。マルテンサイトの面積率は、より好ましくは95%以上であり、更に好ましくは100%である。残部組織の面積率は、マルテンサイトの面積率との関係から、より好ましくは5%以下、更に好ましくは0%であることが好ましい。

[0060] （マルテンサイトの面積率の測定方法）

マルテンサイトの面積率の測定は以下の方法により行う。

ホットスタンプ成形体の端面から50mm以上離れた位置（または端部を避けた位置）から、板厚断面が観察できるようにサンプルを採取する。観察面を研磨した後、ナイトール腐食を行い、炭化物および結晶粒界のコントラストを明瞭にする。次に、2次電子検出器を装備した電解放射型走査型電子顕微鏡（FE-SEM）を用い、サンプルの板厚 t ／4位置を中心とした領域（表面から板厚の1／8深さ～表面から板厚の3／8深さの領域）について、5000倍の撮影倍率で2次電子像を撮影する。

[0061] 上記方法により得た撮影写真において、マルテンサイト以外の相（フェライト、パーライト、上部ベイナイト、下部ベイナイトおよび残留オーステナイトなど）とマルテンサイト（フレッシュマルテンサイトおよび焼戻しマルテンサイト）とを区別する。上部ベイナイト、下部ベイナイトおよび焼戻しマルテンサイトはラス状の結晶粒内の鉄炭化物の有無及び、鉄炭化物の伸長方向により区別することができる。フレッシュマルテンサイトはナイトールエッチングでは十分にエッチングされないため、エッチングされる他の組織とは区別が可能である。ただし、残留オーステナイトもマルテンサイト同様に十分にエッチングされないため、後述の方法で得られる残留オーステナイトの面積率との差分を求めることで、フレッシュマルテンサイトの面積率を

得る。

[0062] 上部ベイナイトはラス状結晶粒の集合からなる相であり、ラス間に炭化物の析出を伴う。

下部ベイナイトおよび焼戻しマルテンサイトもラス状結晶粒の集合からなる相であるが、ラス内部に炭化物を含む相である。下部ベイナイトと焼戻しマルテンサイトとは炭化物の伸長方向により区別する。下部ベイナイトの炭化物は単一のバリエーションを有し、一つの結晶粒内に存在する炭化物の角度差は 5° 以内であり、実質的に単一の方向を有する。一方、焼戻しマルテンサイトの炭化物は複数のバリエーションを有し、一つの結晶粒内に存在する炭化物は複数の方向に伸長している。これらの差異より、下部ベイナイトと焼戻しマルテンサイトを区別する。

[0063] 上記撮影写真を得た観察領域と同じ領域について、残留オーステナイトの面積率を測定する。観察面を $\#600$ から $\#1500$ の炭化珪素ペーパーを使用して研磨した後、粒度 $1\sim6\mu\text{m}$ 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、室温においてアルカリ性溶液を含まないコロイダルシリカを用いて8分間研磨し、観察面の表層に導入されたひずみを除去する。観察面について、 $0.1\mu\text{m}$ の測定間隔で電子後方散乱回折法により測定を行い、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（JEOL製JSM-7001F）とEBSD検出器（TSL製DVC5型検出器）とで構成された装置を用いる。この際、装置内の真空度は $9.6\times 10^{-5}\text{Pa}$ 以下、加速電圧は 15 kV 、照射電流レベルは13、電子線の照射レベルは62とする。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、fcc構造である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。

[0064] 上述した方法により組織の区別を行い、マルテンサイト（フレッシュマルテンサイトおよび焼戻しマルテンサイト）の面積率を求める。

残部組織の面積率は、100%からマルテンサイトの面積率を差し引くことで得る。

[0065] 「円相当直径が0.20 μm 以上である炭化物の個数密度が0.5個/ μm^2 以下」

ホットスタンプ成形体のミクロ組織において、粗大な炭化物が多く含まれると、ホットスタンプ成形体の靱性が劣化する場合がある。そのため、粗大な炭化物量は極力少ないことが望ましい。本実施形態では、円相当直径が0.20 μm 以上である炭化物の個数密度は、0.5個/ μm^2 以下とすることが好ましい。より好ましくは、0.3個/ μm^2 以下、0.2個/ μm^2 以下である。円相当直径が0.20 μm 以上である炭化物の個数密度は少ない程好ましいため、0個/ μm^2 としてもよい。

[0066] (炭化物の個数密度の測定方法)

ホットスタンプ成形体の板厚断面が観察面となるように試料を採取し、観察面を電界研磨によって仕上げる。その後、表面から板厚 $t/8$ 深さ～表面から板厚 $3t/8$ 深さの領域を、倍率20000倍で10視野以上観察する。画像解析により、観察された各炭化物の面積から、各炭化物の円相当直径を求める。円相当直径が0.20 μm 以上である炭化物の個数密度を算出することで、円相当直径が0.20 μm 以上である炭化物の個数密度を得る。

なお、本実施形態では、マルテンサイト中のラス内あるいはラス状に存在する長径5 nm以上の粒子を炭化物とみなす。

[0067] 「引張強さ」

本実施形態に係るホットスタンプ成形体は、引張（最大）強さが2000 MPa以上であってもよい。好ましくは、2200 MPa以上である。上限は特に限定しないが、2600 MPa以下、2500 MPa以下としてもよい。

[0068] 引張（最大）強さは、ホットスタンプ成形体の出来るだけ平坦な位置から、JIS Z 2241:2011に記載の5号試験片を作製して、JIS Z 2241:2011に記載の試験方法に従って求める。

[0069] 「靱性」

本実施形態に係るホットスタンプ成形体は、早期破断特性の指標である値が $0.60 \text{ MPa} / \text{Hv}$ 以上であり、且つ硬度ばらつき (ΔHv) が 50 Hv 以下であってもよい。早期破断特性の指標である値は、引張強さ (単位: MPa) を、後述の方法により得られる平均硬さ (単位: Hv) に 3.3 を乗じた値で除した値 (引張強さ / (平均硬さ $\times 3.3$)) である。この値は、好ましくは、 $0.75 \text{ MPa} / \text{Hv}$ 以上、 $0.80 \text{ MPa} / \text{Hv}$ 以上である。平均硬さに 3.3 を乗じた値は、硬さから推定される推定引張強さであり、引張強さの実測値が推定引張強さの $0.60 \text{ MPa} / \text{Hv}$ 倍以上であれば、早期破断特性に優れるため、靱性に優れると判断することができる。

[0070] 硬度ばらつき (ΔHv) が 50 Hv 以下であれば、 2000 MPa 以上の引張強さを有するホットスタンプ成形体において、外部から変形 (応力) が生じる場合に、応力集中が生じにくいため、靱性に優れると判断することができる。硬度ばらつき (ΔHv) は、好ましくは 40 Hv 以下、 30 Hv 以下、 20 Hv 以下である。

[0071] 早期破断特性の指標の算出に用いる平均硬さは以下の方法により測定する。

ホットスタンプ成形体の任意の位置 (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試験片を切り出す。試験片の長さは、測定装置にもよるが、 10 mm 程度で良い。試験片の板厚断面を $\#600$ 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。この板厚断面を測定面とする。マイクロビッカース硬さ試験機を用いて、測定面の板厚 $t / 4$ 位置 (表面から板厚 $t / 8$ 深さ～表面から板厚 $3t / 8$ 深さの領域) において、荷重 1 kgf で圧痕の 3 倍以上の間隔でビッカース硬さを測定する。合計で 20 点測定し、それらの平均値を算出することで、ビッカース硬さの平均値 (平均硬さ) を得る。

なお、硬度ばらつき (ΔHv) は、上述の方法で平均硬さを求めた際に得

られた、20点におけるビッカース硬さの最大値と最小値との差を算出することを得る。

[0072] 本実施形態に係るホットスタンプ成形体は、ホットスタンプ用鋼板に対し、一回目熱処理および二回目熱処理を行う製造方法により得ることができる。一回目熱処理を行うことで、旧オーステナイト粒内には多量の大傾角粒界が形成される。二回目熱処理時に、旧オーステナイト粒界から、旧オーステナイト粒内の大傾角粒界にMnが拡散する。その結果、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界のMn濃度を低減することができる。すなわち、本実施形態に係るホットスタンプ成形体に加工されるホットスタンプ用鋼板（一回目熱処理後且つ二回目熱処理前の鋼板）では、十分な量の大傾角粒界が形成されていることが好ましい。

[0073] 本実施形態に係るホットスタンプ成形体に加工されるホットスタンプ用鋼板は、板厚 t ／4位置（表面から板厚 t ／8深さ～表面から板厚 $3t$ ／8深さの領域）における大傾角粒界の割合が40％以上であることが好ましい。ただし、ホットスタンプ用鋼板の大傾角粒界の割合が40％未満であっても、一回目熱処理以降の製造条件によっては、本実施形態に係るホットスタンプ成形体を製造することができるので、ホットスタンプ用鋼板の大傾角粒界の割合は特に限定されない。

[0074] （大傾角粒界の割合の算出方法）

ホットスタンプ用鋼板の大傾角粒界の割合の算出方法について説明する。

ホットスタンプ用鋼板の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試験片を切り出す。試験片の長さは、測定装置にもよるが、10mm程度で良い。試験片の断面を#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 μ 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。この板厚断面を観察面とする。

[0075] 次に、室温においてアルカリ性溶液を含まないコロイダルシリカを用いて観察面を8分間研磨し、試験片の表層に導入されたひずみを除去する。観察

面の長手方向の任意の位置において、鋼板の板厚 $t/4$ 位置（表面から板厚 $t/8$ 深さ～表面から板厚 $3t/8$ 深さの領域）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（J E O L 製 J S M - 7 0 0 1 F）と E B S D 検出器（T S L 製 D V C 5 型検出器）とで構成された装置を用いる。この際、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 、電子線の照射時間は 0.01 秒／点とする。

[0076] 得られた結晶方位情報を E B S D 解析装置に付属のソフトウェア「O I M A n a l y s i s（登録商標）」に搭載された「I m a g e Q u a l i t y」機能を用いて、隣接する結晶格子間の回転角が 15° 以上である粒界の長さ、と、回転角が 15° 未満である粒界の長さの合計に対して、回転角が 15° 以上である粒界の長さの割合を算出する。この機能では、体心立方構造を持つ結晶粒の粒界について、任意の回転角を持つ粒界の合計の長さを算出することができる。測定領域に含まれる全ての結晶粒について、これらの粒界の合計の長さを算出し、回転角が 15° 以上である粒界の長さの割合を求める。この割合を、大傾角粒界の割合とする。

[0077] <ホットスタンプ成形体の製造方法>

次に、本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。まず、本実施形態に係るホットスタンプ成形体に適用されるホットスタンプ用鋼板の製造方法について説明する。

[0078]（ホットスタンプ用鋼板の製造方法）

「加熱工程」

熱間圧延に供する鋼片（鋼材）は、常法で製造した鋼片であればよく、例えば、連続鋳造スラブ、薄スラブキャスターなどの一般的な方法で製造した鋼片であればよい。前述の化学組成を有する鋼材を熱間圧延に供し、熱間圧延工程で 1100°C 以上の温度域に加熱し、この温度域で 20 分以上の保持を行うことが好ましい。加熱温度が 1100°C 未満となる場合または保持時間が 20 分未満となる場合には、T i 等の粗大介在物の再溶解が進まず、破

壊起点として残存するため、ホットスタンプ成形体の靱性が劣化する場合がある。より好ましくは、加熱温度は1200℃以上であり、保持時間は25分以上である。また、加熱温度は1400℃以下が好ましく、保持時間は120分以下が好ましい。

[0079] 「仕上げ圧延工程」

次に、仕上げ圧延の完了温度（仕上げ圧延温度）が A_{r3} 点以上の温度域となるように熱間圧延を行うことが好ましい。 A_{r3} 点未満の温度で仕上げ圧延を終了すると、二相域圧延となることから圧延での板形状が劣化する場合がある。このため、仕上げ圧延温度は A_{r3} 点以上とするのが好ましい。より好ましくは A_{r3} 点+10℃以上である。また、仕上げ圧延温度は、 A_{r3} 点+100℃以下とすることが好ましい。

[0080] A_{r3} 点は下記式（1）により表される。式（1）中の各元素記号は、各元素の含有量（質量％）を示す。当該元素を含有しない場合は0を代入する。

$$A_{r3}\text{点} = 850 + 10 \times (C + N) \times Mn + 350 \times Nb + 250 \times Ti + 40 \times B + 10 \times Cr + 100 \times Mo \quad \cdots \text{式 (1)}$$

[0081] 「巻取り工程」

仕上げ圧延後の鋼板を750℃以下の温度域でコイル状に巻き取る。巻取り温度が750℃を超えるとスケールが多量に生成し、次工程の酸洗工程でのスケール除去が困難となる。そのため、巻取り温度は750℃以下とすることが好ましい。より好ましくは600℃以下である。また、巻取り温度は、400℃以上とすることが好ましい。

以上の方法により熱延鋼板を得る。

[0082] 上記方法により得られた熱延鋼板については、必要に応じて軟質化を目的とした再加熱処理を実施してもよい。熱延鋼板に対して、冷間圧延を行うことにより冷延鋼板を得てもよく、めっきを付与することによりめっき鋼板を得てもよい。また、連続焼鈍を行ってもよい。

[0083] 冷間圧延は通常の累積圧下率、例えば30～90%で行う冷間圧延でよい。冷間圧延せずに熱延鋼板をホットスタンプ工程に供してもよい。

- [0084] 熱延鋼板または冷延鋼板は、表面にめっき層を備えていてもよい。ホットスタンプ工程におけるスケール生成の抑制、およびホットスタンプ成形体の耐食性向上等の目的に応じて、公知の各種の溶融金属めっきおよび電気めっきなどを施してもよい。
- [0085] 溶融金属めっきとしては、溶融亜鉛めっき、合金化溶融亜鉛めっき、溶融アルミニウムめっき、および溶融アルミニウム－亜鉛めっき等が挙げられる。溶融金属めっき層が硬質であると、ホットスタンプ成形時にクラックが生じてホットスタンプ成形体の耐食性が劣化する場合がある。このため、溶融金属めっきは、めっき層が軟質となる溶融亜鉛めっきまたは合金化溶融亜鉛めっきであることが好ましい。
- [0086] 溶融金属めっきが溶融亜鉛めっきまたは合金化溶融亜鉛めっきである場合、熱延鋼板または冷延鋼板の表面に施すめっきの付着量は、片面当たり $3 \sim 800 \text{ g/m}^2$ であることが好ましい。めっき付着量が片面あたり 3 g/m^2 未満であると、耐食性の向上効果を確実に得ることができない場合がある。一方、めっき付着量が片面当たり 800 g/m^2 を超えると、溶接時にブローホール等の欠陥が生じ易くなる場合がある。耐食性の向上およびコスト上昇の抑制の観点から、めっき付着量は $10 \sim 200 \text{ g/m}^2$ であることがより好ましい。
- [0087] ホットスタンプ成形前のめっき層の蒸発を抑制して、ホットスタンプ成形体の耐食性を向上させるためには、めっきが合金化溶融亜鉛めっきであることが好ましい。合金化溶融亜鉛めっきの合金化度としては、めっき層中の Fe 含有量が $3 \sim 25\%$ であることが好ましい。めっき層中の Fe 含有量が 3% 未満であると、ホットスタンプ成形時のめっき層の蒸発を十分に抑制できない場合がある。めっき層中の Fe 含有量が 25% 超であると、ホットスタンプ成形体のパウダリング性が劣化する場合がある。
- [0088] めっき層の蒸発抑制およびパウダリング性の確保の観点から、めっき層中の Fe 含有量は $7 \sim 18\%$ であることがより好ましい。なお、溶融亜鉛めっき層または合金化溶融亜鉛めっき層の表面にさらに、有機系あるいは無機系

の被膜を施してもよい。

[0089] (ホットスタンプ成形体の製造方法)

上記の方法で得られたホットスタンプ用鋼板を用いて、例えば、下記の製造方法により本実施形態に係るホットスタンプ成形体を製造する。上述の通り本実施形態では、ホットスタンプ成形体において所望のミクロ組織を得るため、二回の熱処理を行う。

[0090] (一回目熱処理) 加熱温度 T_1 : A_{c_3} 点以上、 $A_{c_3} + 200^\circ\text{C}$ 以下

本実施形態に係るホットスタンプ成形体は、上記ホットスタンプ用鋼板をホットスタンプ工程に供する前に、一回目熱処理を行う。一回目熱処理では、 A_{c_3} 点以上、 A_{c_3} 点 + 200°C 以下加熱温度 T_1 まで加熱し、この温度 T_1 で保持を行う。この一回目熱処理の加熱において、旧オーステナイト粒界に Mn を濃化させる。加熱温度 T_1 が A_{c_3} 点を下回る場合には、旧オーステナイト粒界への Mn 濃化が十分に進まず、続く二回目熱処理で Mn 濃度の低減を十分に行えない。このため、加熱温度 T_1 は A_{c_3} 点以上とする。好ましくは A_{c_3} 点 + 20°C 以上である。一方、加熱温度 T_1 が A_{c_3} 点 + 200°C 超となる場合、旧オーステナイト粒が粗大化し、旧オーステナイト粒の平均粒径を $5.0\ \mu\text{m}$ 以下とすることができない場合がある。このため、加熱温度 T_1 は、 $A_{c_3} + 200^\circ\text{C}$ 以下とする。加熱温度 T_1 までの平均加熱速度は、 $1 \sim 30^\circ\text{C}/\text{s}$ とすればよい。

A_{c_3} 点は以下の式 (2) より得られる。

$$[0091] \quad A_{c_3} \text{ 点 } (^\circ\text{C}) = 912 - 230.5 \times C + 31.6 \times Si - 20.4 \times Mn - 14.8 \times Cr + 16.8 \times Mo \quad \dots \text{式 (2)}$$

上記式 (2) 中の各元素記号は、各元素の含有量 (質量%) を示す。当該元素を含有しない場合は 0 を代入する。

[0092] 加熱温度 T_1 まで加熱されたホットスタンプ用鋼板は、その加熱温度 T_1 で保持される。保持時間には制約がないが、60 秒 ~ 20 分とすることが好ましい。保持時間が 60 秒未満の場合、炭化物の再溶解が進まず、粗大炭化物が溶け残り、炭化物の個数密度が高くなり過ぎて所望のミクロ組織を得る

ことができない場合がある。保持時間が20分超の場合、旧オーステナイト粒の過度な粗大化が進み、大傾角粒界の割合が少なくなり、所望のミクロ組織を得ることができない場合がある。

[0093] (一回目熱処理) 冷却停止温度までの平均冷却速度： $10^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上、 $500^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以下

上記の加熱温度 T_1 から、後述の冷却停止温度までの平均冷却速度が $10^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上、 $500^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以下となるように冷却する。この冷却により、ミクロ組織をマルテンサイト主相とすることで、旧オーステナイト粒内に多量の大傾角粒界が導入される。この大傾角粒界であるブロック界面には、微細なオーステナイトが存在しており、二回目熱処理時のオーステナイトの微細化、および旧オーステナイト粒界のMn濃度の低減に強い影響を及ぼす。すなわち、この大傾角粒界は、二回目熱処理での旧オーステナイト粒界のMnの拡散経路となることから、旧オーステナイト粒界のMn濃度を低下させるのに重要な役割を担う。

[0094] 加熱温度 T_1 から、後述の冷却停止温度までの平均冷却速度が $10^{\circ}\text{C}/\text{s}$ を下回る場合には、フェライトなどの軟質相が形成する場合があり、大傾角粒界の導入が不十分となる。その結果、二回目熱処理での旧オーステナイト粒界のMn濃度の低下が不十分となり、旧オーステナイト粒界の平均Mn濃度を1.0質量%以下に低減できない場合がある。従って、平均冷却速度は $10^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上とする。好ましくは $20^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上である。一方、冷却速度が $500^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 超となる場合、マルテンサイト変態に伴う内部応力が大きくなり、室温までの冷却過程で割れが生じる場合がある。従って、平均冷却速度は $500^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以下とする。好ましくは $300^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以下である。

[0095] (一回目熱処理) 冷却停止温度： 250°C 以上、 400°C 以下

一回目熱処理の冷却は、単に、マルテンサイトを形成するだけではなく、マルテンサイトのブロック界面にオーステナイトを残存させる必要がある。上述したように、この残存したオーステナイトは、二回目熱処理でのMnの拡散経路となるからである。このオーステナイトの安定化のためには、マル

テンサイトから未変態オーステナイトへのC拡散を促進させる必要がある。このために、250℃以上、400℃以下の温度域で冷却を停止する。冷却停止温度が250℃未満の場合、マルテンサイトから未変態オーステナイトへのC拡散が進まない。従って、冷却停止温度は250℃以上とする。好ましくは260℃以上である。冷却停止温度が400℃超となる場合、炭化物が生成し、ブロック間の残留オーステナイトの安定化が進まない。従って、冷却停止温度は400℃以下とする。

[0096] (一回目熱処理) 冷却停止温度以下の平均冷却速度：10℃/s 未満

二回目熱処理でのMnの拡散経路となるオーステナイトを残すため、上記冷却停止温度以下の冷却速度を制御し、マルテンサイトから未変態オーステナイトへの炭素拡散を促進させ、オーステナイトを安定化させる必要がある。この作用を発現させるために、冷却停止温度以下の平均冷却速度を10℃/s 未満に制御する。好ましくは8℃/s 以下である。冷却停止温度以下の冷却速度が10℃/s 以上となる場合、マルテンサイトから未変態オーステナイトへの炭素拡散が進まず、オーステナイトの安定度が低くなり、残留オーステナイトを残すことができないため、オーステナイト粒が二回目熱処理時の加熱過程で粗大化するとともに、旧オーステナイト粒界のMn濃度を低減できない場合がある。

[0097] (二回目熱処理) 平均加熱速度：10℃/s 以上、1000℃/s 以下

一回目熱処理を行ったホットスタンプ用鋼板について、旧オーステナイト粒の微細化、および旧オーステナイト粒界のMn濃度を低減するために、ホットスタンプ時の加熱(二回目熱処理)の平均加熱速度を制御する。二回目熱処理の平均加熱速度を10℃/s 以上とすることで、旧オーステナイト粒の粒成長を抑制できる。また、一回目熱処理で導入した大傾角粒界を拡散経路として、旧オーステナイト粒界から大傾角粒界へのMnの拡散を進めることができる。それらの結果、旧オーステナイト粒を微細化すること、および旧オーステナイト粒界のMn濃度を低減することができる。これにより、ホットスタンプ成形体の靱性を向上することができる。このため、平均加熱速

度を $10^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上とする。好ましくは、 $30^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上である。一方、平均加熱速度が $1000^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 超となる場合、ホットスタンプ成形体の加熱温度制御が困難となり、部位によって旧オーステナイト粒の平均粒径を $5.0\ \mu\text{m}$ 以下とすることができない場合がある。その結果、ホットスタンプ成形体の靱性が劣化する場合がある。このため、平均加熱速度は $1000^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以下とする。好ましくは、 $700^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以下である。

[0098] (二回目熱処理) 加熱温度 T_2 : A_{c_3}' 点以上、 A_{c_3}' 点 + 100°C 以下
一回目熱処理で形成した残留オーステナイトは、 Mn が濃化している。 Mn がオーステナイト安定化元素であるために、 A_{c_3} 点が一回目熱処理よりも低下する。この低下した A_{c_3} 点を、「 A_{c_3}' 点」と呼称し、二回目熱処理時の加熱温度を T_2 と呼称する。

[0099] 二回目熱処理時の加熱温度 T_2 を A_{c_3}' 点以上、 A_{c_3}' 点 + 100°C 以下とすることで、旧オーステナイト粒内の大傾角粒界を拡散経路として、一回目熱処理で旧オーステナイト粒界に濃化した Mn を拡散させる。これにより、旧オーステナイト粒界の Mn 濃度を低下させる。加熱温度 T_2 が A_{c_3}' 点未満である場合、旧オーステナイト粒界から Mn が十分に拡散せず、旧オーステナイト粒界の Mn 濃度が 1.0 質量%を超える場合がある。その結果、ホットスタンプ成形体の靱性が劣化する場合がある。このため、加熱温度 T_2 は A_{c_3}' 点以上とする。好ましくは $A_{c_3}' + 20^{\circ}\text{C}$ 以上である。一方、加熱温度 T_2 が A_{c_3}' 点 + 100°C 超となる場合、旧オーステナイト粒の粒成長が進み、旧オーステナイト粒の平均粒径が $5.0\ \mu\text{m}$ を超える場合がある。その結果、ホットスタンプ成形体の靱性が劣化する場合がある。このため、加熱温度 T_2 は A_{c_3}' 点 + 100°C 以下とする。好ましくは、 A_{c_3}' 点 + 80°C 以下である。

[0100] なお、 A_{c_3}' 点は、一回目熱処理後のホットスタンプ用鋼板を熱膨張測定に供し、加熱中の熱膨張量の変化から、ミクロ組織が完全にオーステナイト化する温度を求め、この温度を A_{c_3}' 点とする。熱膨張測定に用いる装置は、加熱中の熱膨張量を連続的に測定できる装置であればよく、例えば、富士

電波工機製の薄板フォーマスタ試験機を使用すればよい。

[0101] 加熱温度 T_2 での保持時間は、10秒超、60秒以下とする。保持時間が10秒以下であると旧オーステナイト粒界から大傾角粒界へのMn拡散が十分に進まないため、旧オーステナイト粒界のMn量を低減できない場合がある。保持時間が60秒超であると、旧オーステナイト粒の成長が進み、靱性が劣化する場合がある。旧オーステナイト粒の微細化とオーステナイト粒界から大傾角粒界へのMn拡散のバランスを考慮した好ましい保持時間は、20秒以上、30秒以下である。

[0102] また、一回目熱処理時の冷却停止温度と、二回目熱処理時の加熱温度 T_2 との差 (T_2 - 冷却停止温度) は600℃未満とする。 T_2 - 冷却停止温度が600℃以上であると、二回目熱処理時の加熱段階でオーステナイトの粒成長が進み、旧オーステナイト粒の平均粒径が5.0 μm 超となる場合および／または旧オーステナイト粒界の平均Mn濃度が高くなる場合がある。より好ましくは、一回目熱処理時の冷却停止温度と、二回目熱処理時の加熱温度 T_2 との差 (T_2 - 冷却停止温度) は570℃以下である。

[0103] 図2は、実施例における、 T_2 - 冷却停止温度と旧オーステナイト粒の粒界の平均Mn濃度との関係を示す図である。図3は、実施例における、 T_2 - 冷却停止温度と旧オーステナイト粒の平均粒径との関係を示す図である。

図2に示す通り、 T_2 - 冷却停止温度を600℃未満とすることで、旧オーステナイト粒の粒界の平均Mn濃度が1.0質量%以下となることが分かる。また、図3に示す通り、 T_2 - 冷却停止温度を600℃未満とすることで、旧オーステナイト粒の平均粒径が5.0 μm 以下となることが分かる。

なお、図2および図3の発明例および比較例は、実施例における全発明例および全比較例のうち一部を抽出したものである。

[0104] 図4は、実施例における、加熱温度 T_2 での保持時間と旧オーステナイト粒の粒界の平均Mn濃度との関係を示す図である。図5は、実施例における、加熱温度 T_2 での保持時間と旧オーステナイト粒の平均粒径との関係を示す図である。

図4に示す通り、加熱温度 T_2 での保持時間を10秒超、60秒以下とすることで、旧オーステナイト粒の粒界の平均Mn濃度が1.0質量%以下となることが分かる。また、図5に示す通り、加熱温度 T_2 での保持時間を10秒超、60秒以下とすることで、旧オーステナイト粒の平均粒径が5.0 μm 以下となることが分かる。

なお、図4および図5の発明例および比較例は、実施例における全発明例および全比較例のうち一部を抽出したものである。

[0105] 加熱温度 T_2 に加熱され、保持されたホットスタンプ用鋼板は、ホットスタンプにより、ホットスタンプ成形体とされ、下記の冷却速度で冷却される。

[0106] (二回目熱処理) ホットスタンプ成形後から200℃までの温度域の平均冷却速度：10℃/s以上、500℃/s以下

ホットスタンプ成形後から200℃までの温度域の平均冷却速度を10℃/s以上、500℃/s以下に制御することにより、ホットスタンプ成形体のミクロ組織をマルテンサイト（フレッシュマルテンサイトおよび焼戻しマルテンサイトを含む）主相とする。平均冷却速度が10℃/s未満の場合、焼きが十分に入らず、ミクロ組織中にフェライト等の軟質相が形成され、ホットスタンプ成形体の靱性が劣化する。このため、平均冷却速度を10℃/s以上とする。好ましくは30℃/s以上である。一方、平均冷却速度が500℃/s超となる場合、マルテンサイトの自己焼戻しが十分に進まず、ミクロ組織中の内部応力が高くなり、ホットスタンプ成形体の靱性が劣化する場合がある。このため、平均冷却速度を500℃/s以下とする。好ましくは、300℃/s以下である。

[0107] ホットスタンプ成形後に強度調整を目的として、100℃～600℃の温度域に加熱し、当該温度域で保持する焼戻しを行ってもよい。また、ホットスタンプ成形体の変形能向上を目的として、ホットスタンプして冷却した後に、ホットスタンプ成形体の一部に軟化領域を形成してもよい。ここでいう軟化領域とは、ホットスタンプ成形体の一部（例えばフランジ部）だけにレ

ーザーを照射して焼戻して形成した領域を意味する。

実施例

[0108] 次に、本発明の実施例について説明するが、実施例での条件は、本発明の実施可能性及び効果を確認するために採用した一条件例であり、本発明は、この一条件例に限定されるものではない。本発明は、本発明の要旨を逸脱せず、本発明の目的を達成する限りにおいて、種々の条件を採用し得るものである。

[0109] 表 1～3 に示す化学組成を有する鋼を溶製し、連続鑄造によって鋼片を得た。当該鋼片を 1150℃ に加熱し、当該温度域で 30 分間保持した後、仕上げ圧延温度が 940℃ となるように熱間圧延を行うことで熱延鋼帯を得た。得られた熱延鋼帯を 580℃ でコイル状に巻き取った。この熱延鋼帯に対し、累積圧下率が 50% となる条件で冷間圧延を行い、厚さ 1.4 mm のホットスタンプ用鋼板（冷延鋼板）を得た。

[0110] 一部のホットスタンプ用鋼板には溶融亜鉛めっきを施して、ホットスタンプ用めっき鋼板を得た。めっきの付着量は、片面あたり 10～200 g/m² とした。溶融亜鉛めっきを施したホットスタンプ用鋼板については、表 4～8 中の「めっき」の欄に「有り」と記載した。

[0111] 各ホットスタンプ用鋼板およびホットスタンプ用めっき鋼板（以下、「ホットスタンプ用鋼板」と総称する。）について、表 4～8 に示す一回目熱処理（前熱処理）および二回目熱処理を実施し、ホットスタンプを実施して、ホットスタンプ成形体を得た。なお、表 4～8 中の「冷却 1」は加熱温度 T₁ から、「250℃ 以上、400℃ 以下の冷却停止温度」までの冷却を示し、「冷却 2」は冷却停止温度以下の温度域の冷却を示し、「冷却 3」は、ホットスタンプ成形後から 200℃ までの温度域の平均冷却速度を示す。

[0112] また、一部のホットスタンプ成形体には、強度調整を目的として、100～600℃ の温度域に加熱して保持する、焼戻しを施した。焼戻しを施したホットスタンプ成形体については、表 4～8 中の「焼鈍」の欄に「有り」と記載した。

更に、一部のホットスタンプ成形体には、ホットスタンプ成形体の一部にレーザーを照射することで200℃に加熱して、部分軟化領域を形成した。部分軟化領域を形成したホットスタンプ成形体については、表9～13中の「部分軟化領域」の欄に「有り」と記載した。

[0113] ホットスタンプ用鋼板およびホットスタンプ成形体について、上述の測定方法によりミクロ組織の測定を行った。また、ホットスタンプ成形体の機械特性を測定した。その結果を、表9～13に示す。ホットスタンプ成形体の機械特性は、以下の方法により測定し、評価した。

なお、表6および表11の試験No. 66は、一回目熱処理時の冷却速度が速すぎて割れが発生したため、ホットスタンプ成形体のミクロ組織等について観察を行わなかった。

[0114] 「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出来るだけ平坦な位置から、JIS Z 2241:2011に記載の5号試験片を作製し、JIS Z 2241:2011に記載の試験方法に従って求めた。引張強さが2000MPa以上であった場合、優れた強度を有するとして合格と判定した。一方、引張強さが2000MPa未満であった場合、優れた強度を有しないとして不合格と判定した。

[0115] 「硬さ」

ホットスタンプ成形体の任意の位置（端部を避けた位置）から表面に垂直な断面（板厚断面）が観察できるように試験片を切り出した。試験片の長さは、10mm程度とした。試験片の板厚断面を#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1～6μm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た。この板厚断面を測定面とした。マイクロビッカース硬さ試験機を用いて、測定面の板厚 $t/4$ 位置（表面から板厚 $t/8$ 深さ～表面から板厚 $3t/8$ 深さの領域）において、荷重1kgfで、圧痕の3倍以上の間隔でビッカース硬さを測定した。合計で20点測定し、それらの平均値を算出するこ

とで、ビッカース硬さの平均値（平均硬さ）を得た。この方法で得た平均硬さは、後述の靱性評価に使用した。

なお、平均硬さが650HV以上である場合に、十分な硬度を有していると判断できる。

[0116] 「靱性」

ホットスタンプ成形体の靱性は早期破断特性および硬度ばらつき（ ΔH_v ）により評価した。ホットスタンプ成形体の引張強さ（単位：MPa）を、平均硬さ（単位：HV）に3.3を乗じた値で除した値を、早期破断特性の指標である値とした。なお、引張強さおよび平均硬さは、上述の方法により得た値である。

平均硬さに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0.60MPa/HV倍以上であれば、早期破断特性に優れると判断できる。

[0117] 「硬度ばらつき（ ΔH_v ）」

2000MPa以上の引張強さを有するホットスタンプ成形体においては、外部から変形（応力）が生じる場合に、ホットスタンプ成形体内の硬度ばらつき（ ΔH_v ）が大きいと、応力集中が生じることで、靱性が劣化する場合がある。硬度ばらつき（ ΔH_v ）が50HV超となる場合に靱性が劣化する。

なお、硬度ばらつき（ ΔH_v ）は、上述の方法で平均硬さを求めた際に得られた、20点におけるビッカース硬さの最大値と最小値との差とした。

[0118] 早期破断特性の指標である値が0.60MPa/HV以上であり、且つ硬度ばらつき（ ΔH_v ）が50HV以下であった場合、靱性に優れるとして合格と判定した。いずれか一方でも満足しなかった場合、靱性に劣るとして不合格と判定した。

[0119]

[表1]

鋼 No.	ホットスタンピング用鋼板の化学組成(mass%)													残留Fe及び不純物					Ac ₃ (°C)	備考
	C	Si	Mn	SolAl	Ti	Cr	B	P	S	N	Nb	Mo	V	Ni	REM	Mg	Ca	Co		
1	0.62	0.08	1.36	0.054	0.060	0.15	0.0031	0.013	0.0030	0.0030									742	発明鋼
2	0.40	0.50	1.80	0.033	0.010	0.01	0.0010	0.010	0.0016	0.0032	0.020								799	発明鋼
3	0.59	0.22	2.30	0.061	0.040	0.01	0.0021	0.006	0.0016	0.0016	0.055	0.38							742	発明鋼
4	0.37	0.20	0.40	0.030	0.020	0.20	0.0015	0.010	0.0008	0.0030									822	比較鋼
5	0.40	0.14	1.30	0.040	0.020	0.20	0.0019	0.016	0.0007	0.0021									795	発明鋼
6	0.55	0.22	0.40	0.035	0.020	0.21	0.0020	0.008	0.0030	0.0020									781	発明鋼
7	0.70	0.50	0.40	0.350	0.020	0.30	0.0030	0.010	0.0003	0.0024									754	発明鋼
8	0.72	0.26	0.42	0.100	0.024	0.05	0.0014	0.018	0.0010	0.0030									745	比較鋼
9	0.45	0.005	0.50	0.030	0.021	0.25	0.0015	0.011	0.0008	0.0020									795	比較鋼
10	0.47	0.010	0.60	0.100	0.022	0.36	0.0013	0.016	0.0010	0.0018									786	発明鋼
11	0.44	0.70	0.50	0.040	0.030	0.30	0.0018	0.015	0.0020	0.0022									818	発明鋼
12	0.45	1.21	0.45	0.031	0.021	0.10	0.0020	0.010	0.0007	0.0030									836	発明鋼
13	0.50	1.40	1.20	0.100	0.024	0.20	0.0012	0.010	0.0009	0.0015									814	比較鋼
14	0.40	0.20	0.30	0.040	0.025	0.30	0.0016	0.010	0.0008	0.0020									816	比較鋼
15	0.44	0.22	0.40	0.073	0.024	0.40	0.0014	0.020	0.0006	0.0018									803	発明鋼
16	0.47	0.24	1.70	0.035	0.025	0.35	0.0024	0.010	0.0008	0.0019									771	発明鋼
17	0.45	0.30	3.00	0.100	0.028	0.05	0.0011	0.020	0.0006	0.0015									757	発明鋼
18	0.45	0.26	3.20	0.044	0.022	0.20	0.0011	0.018	0.0010	0.0021									749	比較鋼
19	0.45	0.10	0.45	0.045	0.020	0.45	0.0010	0.001	0.0006	0.0018									795	発明鋼
20	0.42	0.03	0.73	0.020	0.027	0.16	0.0017	0.010	0.0016	0.0024									799	発明鋼
21	0.46	0.18	0.40	0.030	0.020	0.02	0.0020	0.100	0.0005	0.0018									804	発明鋼
22	0.44	0.30	0.45	0.100	0.022	0.20	0.0012	0.110	0.0009	0.0015									808	比較鋼
23	0.44	0.30	0.50	0.045	0.024	0.24	0.0011	0.020	0.0001	0.0015									806	発明鋼
24	0.44	0.25	0.51	0.044	0.023	0.20	0.0015	0.010	0.0050	0.0020									805	発明鋼
25	0.44	0.10	0.46	0.100	0.020	0.50	0.0010	0.018	0.0100	0.0018									797	発明鋼
26	0.44	0.30	0.45	0.080	0.024	0.21	0.0012	0.010	0.0110	0.0015									808	比較鋼
27	0.45	0.30	0.50	0.100	0.005	0.40	0.0010	0.012	0.0010	0.0018									801	比較鋼
28	0.46	0.22	0.80	0.073	0.010	0.24	0.0012	0.010	0.0003	0.0024									792	発明鋼
29	0.47	0.30	0.45	0.047	0.050	0.20	0.0019	0.010	0.0005	0.0020									801	発明鋼
30	0.47	0.26	0.46	0.100	0.100	0.24	0.0015	0.012	0.0005	0.0021									799	発明鋼

下線は、本発明で規定される範囲を外れることを意味する。

[表2]

鋼 No.	ホットスタンピング用鋼板の化学組成(mass%)												残部Fe及び不純物					備考	
	C	Si	Mn	So,Al	Ti	Cr	B	P	S	N	Nb	Mo	V	Ni	REM	Mg	Ca		Co
31	0.46	0.31	0.60	0.040	0.130	0.10	0.0021	0.011	0.0008	0.0040									802 比較鋼
32	0.47	0.25	0.45	0.030	0.030	0.005	0.0017	0.010	0.0007	0.0025									802 比較鋼
33	0.47	0.30	0.45	0.031	0.021	0.010	0.0021	0.010	0.0005	0.0032									804 発明鋼
34	0.46	0.33	0.45	0.030	0.022	0.42	0.0020	0.011	0.0008	0.0026									801 発明鋼
35	0.47	0.30	0.45	0.030	0.020	0.79	0.0020	0.011	0.0003	0.0037									792 発明鋼
36	0.45	0.30	1.30	0.100	0.020	0.85	0.0015	0.012	0.0006	0.0030									778 比較鋼
37	0.40	0.10	0.48	0.058	0.028	0.36	0.0001	0.018	0.0006	0.0015									808 比較鋼
38	0.47	0.18	0.46	0.030	0.020	0.36	0.0005	0.020	0.0006	0.0015									795 発明鋼
39	0.45	0.20	0.40	0.080	0.040	0.50	0.0053	0.010	0.0009	0.0011									799 発明鋼
40	0.46	0.80	1.40	0.059	0.028	0.20	0.0100	0.020	0.0005	0.0009									800 発明鋼
41	0.45	0.22	1.20	0.060	0.030	0.30	0.0150	0.010	0.0020	0.0025									786 比較鋼
42	0.45	0.31	0.80	0.0005	0.023	0.20	0.0020	0.014	0.0009	0.0030									799 比較鋼
43	0.46	0.30	0.60	0.002	0.024	0.28	0.0013	0.010	0.0009	0.0015									798 発明鋼
44	0.45	0.20	1.10	0.250	0.025	0.20	0.0020	0.015	0.0010	0.0027									789 発明鋼
45	0.45	0.55	2.00	0.500	0.024	0.32	0.0014	0.020	0.0006	0.0024									780 発明鋼
46	0.46	0.18	0.46	0.550	0.030	0.24	0.0011	0.018	0.0007	0.0021									798 比較鋼
47	0.46	0.20	0.48	0.030	0.020	0.20	0.0014	0.012	0.0005	0.0002									800 発明鋼
48	0.47	0.30	1.00	0.040	0.030	0.30	0.0024	0.012	0.0007	0.0050									788 発明鋼
49	0.46	0.26	0.42	0.100	0.080	0.28	0.0011	0.020	0.0003	0.0100									800 発明鋼
50	0.44	0.30	0.44	0.030	0.028	0.32	0.0012	0.014	0.0006	0.0150									806 比較鋼
51	0.46	0.24	0.41	0.031	0.030	0.29	0.0025	0.014	0.0007	0.0023				0.01					801 発明鋼
52	0.47	0.20	0.43	0.037	0.022	0.30	0.0022	0.015	0.0008	0.0026				0.48					797 発明鋼
53	0.46	0.19	0.44	0.046	0.020	0.22	0.0021	0.008	0.0006	0.0027		0.45							807 発明鋼
54	0.45	0.17	0.48	0.031	0.027	0.25	0.0017	0.011	0.0011	0.0023		0.90							815 発明鋼
55	0.45	0.19	0.41	0.046	0.026	0.27	0.0023	0.007	0.0014	0.0016			0.050						802 発明鋼
56	0.46	0.17	0.42	0.040	0.023	0.27	0.0018	0.009	0.0011	0.0024			0.090						799 発明鋼
57	0.46	0.21	0.41	0.045	0.026	0.22	0.0023	0.011	0.0009	0.0029	0.050								801 発明鋼
58	0.47	0.23	0.45	0.045	0.021	0.25	0.0022	0.013	0.0007	0.0023	0.100								798 発明鋼
59	0.46	0.19	0.47	0.045	0.025	0.26	0.0022	0.010	0.0011	0.0026							0.0050		799 発明鋼
60	0.46	0.21	0.47	0.049	0.023	0.29	0.0024	0.014	0.0014	0.0021						0.0040			799 発明鋼

下線は、本発明で規定される範囲を外れることを意味する。

[表3]

鋼 No.	ホットスタンピング鋼板の化学組成(mass%)													残留Fe及び不純物					備考
	C	Si	Mn	SolAl	Ti	Cr	B	P	S	N	Nb	Mo	V	Ni	REM	Mg	Ca	Co	
61	0.46	0.21	0.48	0.038	0.023	0.29	0.0022	0.010	0.0012	0.0026					0.0080				799 発明鋼
62	0.45	0.15	0.49	0.045	0.030	0.26	0.0030	0.005	0.0014	0.0022								4.00	799 発明鋼
63	0.70	1.00	0.45	0.100	0.021	0.35	0.0015	0.010	0.0002	0.0015									768 発明鋼
64	0.31	0.20	1.30	0.030	0.030	0.20	0.0020	0.011	0.0007	0.0026									817 比較鋼
65	0.46	0.43	0.41	0.030	0.028	0.27	0.0021	0.007	0.0003	0.0030	0.020	0.19							810 発明鋼
66	0.46	0.21	0.42	0.043	0.025	0.21	0.0020	0.010	0.0007	0.0027	0.049	0.20							804 発明鋼
67	0.47	0.35	0.60	0.020	0.024	0.31	0.0020	0.010	0.0007	0.0020	0.020	0.25							802 発明鋼
68	0.46	0.36	0.80	0.035	0.019	0.24	0.0015	0.010	0.0004	0.0025	0.020	0.20							800 発明鋼
69	0.46	0.36	1.00	0.030	0.028	0.30	0.0021	0.011	0.0006	0.0043	0.021	0.30							798 発明鋼
70	0.46	0.40	1.40	0.030	0.021	0.20	0.0015	0.018	0.0003	0.0013	0.020	0.10							789 発明鋼
71	0.46	1.25	0.69	0.016	0.010	0.42	0.0006	0.016	0.0330	0.0024	0.055	0.49							833 比較鋼

下線は、本発明で規定される範囲を外れることを意味する。

[表4]

試験 No.	鋼 No.	めっき	一回目熱処理						二回目熱処理					焼鈍	備考
			平均 加熱 速度 (°C/s)	Ac ₃ (°C)	加熱 温度 T ₁ (°C)	保持 時間 (s)	冷却1		平均 加熱 速度 (°C/s)	Ac ₃ (°C)	加熱 温度 T ₂ (°C)	保持 時間 (s)	T ₂ - 冷却 停止 温度 (°C)		
							平均 冷却 速度 (°C/s)	冷却 停止 温度 (°C)	平均 冷却 速度 (°C/s)					冷却3 平均 冷却 速度 (°C/s)	
1	1	無	5	742	730	120	15	250	5	715	850	30	600	45	無 比較例
2	2	無	4	799	970	300	30	180	7	795	840	35	660	50	無 比較例
3	3	無	5	742	900	240	40	450	5	740	820	30	370	40	無 比較例
4	4	無	4	820	950	118	78	290	5	784	800	30	510	60	無 比較例
5	5	無	12	795	940	137	30	270	6	770	790	30	520	50	無 発明例
6	6	無	6	781	940	169	38	260	7	763	800	30	540	50	無 発明例
7	7	無	4	754	940	300	32	250	6	745	820	30	570	50	無 発明例
8	8	無	9	745	900	139	60	250	5	738	800	40	550	50	無 比較例
9	9	無	6	795	900	223	74	300	6	789	850	30	550	60	無 比較例
10	10	有り	4	786	950	149	30	280	7	777	820	30	540	50	無 発明例
11	11	無	5	818	950	151	39	280	7	800	830	30	550	60	無 発明例
12	12	無	8	836	950	102	40	290	8	820	850	20	560	60	無 発明例
13	13	無	15	814	950	155	34	250	8	815	840	30	590	50	無 比較例
14	14	無	7	816	900	198	36	280	5	805	830	40	550	100	無 比較例
15	15	無	4	803	950	126	67	360	6	785	810	30	450	450	無 発明例
16	16	無	8	771	950	300	60	250	4	760	790	30	540	50	有り 発明例
17	17	無	10	757	950	600	15	250	3	750	810	30	560	50	無 発明例
18	18	無	10	749	940	250	42	250	5	740	800	30	550	50	有り 比較例
19	19	無	5	795	950	197	50	270	5	779	810	30	540	60	無 発明例
20	20	有り	4	799	950	241	43	280	6	782	820	30	540	60	無 発明例
21	21	無	14	804	950	150	70	280	6	786	820	30	540	60	無 発明例
22	22	無	7	808	950	212	34	280	6	790	820	30	540	60	無 比較例
23	23	無	14	806	960	160	70	290	5	782	820	30	530	60	無 発明例
24	24	無	4	805	950	160	70	290	6	785	820	30	530	60	無 発明例
25	25	無	14	797	950	192	50	310	6	779	820	30	510	60	無 発明例

下線は、本発明で規定される範囲または本発明で推奨される製造条件を外れることを意味する。

[表5]

試験 No.	鋼 No.	めっき	一回目熱処理						二回目熱処理					ホットスタンプ		焼鈍	備考	
			平均 加熱 速度 (°C/s)	Ac ₃ (°C)	加熱 温度 T ₁ (°C)	保持 時間 (s)	冷却1		冷却2	平均 加熱 速度 (°C/s)	Ac ₃ (°C)	加熱 温度 T ₂ (°C)	保持 時間 (s)	T ₂ - 冷却 停止 温度 (°C)	冷却3			
							平均 冷却 速度 (°C/s)	冷却 停止 温度 (°C)							平均 冷却 速度 (°C/s)			冷却 停止 温度 (°C)
26	26	無	12	808	950	169	75	290	6	70	786	820	30	530	60	無	比較例	
27	27	無	5	801	950	135	80	290	5	50	794	870	30	580	60	無	比較例	
28	28	無	11	792	950	279	50	290	7	41	775	810	30	520	50	無	発明例	
29	29	無	6	801	950	231	53	280	6	31	790	820	30	540	60	無	発明例	
30	30	無	4	799	950	295	50	300	5	60	782	820	30	520	60	無	発明例	
31	31	無	7	802	960	164	65	290	6	49	785	820	30	530	80	無	比較例	
32	32	無	11	802	950	283	50	280	6	32	788	820	30	540	80	無	比較例	
33	33	無	8	804	950	250	50	290	5	43	780	820	30	530	80	無	発明例	
34	34	無	10	801	950	177	80	290	5	60	774	820	30	530	80	無	発明例	
35	35	無	12	792	950	297	72	280	7	56	783	820	30	540	60	無	発明例	
36	36	無	8	778	950	200	34	290	8	36	770	820	30	530	50	無	比較例	
37	37	無	12	808	950	205	76	290	5	200	803	840	30	550	20	無	比較例	
38	38	無	8	795	950	165	70	290	8	60	786	820	30	530	60	無	発明例	
39	39	無	8	799	950	240	60	290	6	51	780	820	30	530	80	無	発明例	
40	40	無	4	800	950	235	44	270	8	100	773	810	30	540	50	無	発明例	
41	41	無	13	786	950	232	50	280	8	50	772	820	30	540	50	無	比較例	
42	42	無	9	799	950	241	29	300	7	45	787	810	30	510	60	無	比較例	
43	43	無	11	798	940	185	26	290	6	42	790	820	30	530	60	有り	発明例	
44	44	無	5	789	950	157	64	300	7	43	771	820	30	520	60	無	発明例	
45	45	無	13	780	970	400	50	270	5	300	765	800	30	530	15	無	発明例	
46	46	無	11	798	950	180	50	290	7	65	780	810	30	520	70	無	比較例	
47	47	無	10	800	950	205	60	290	7	60	788	820	30	530	70	無	発明例	
48	48	無	5	788	960	250	65	300	6	50	770	810	30	510	70	無	発明例	
49	49	無	10	800	950	270	76	300	4	70	781	810	30	510	70	無	発明例	
50	50	無	13	806	950	200	60	280	5	50	793	820	30	540	70	無	比較例	

下線は、本発明で規定される範囲または本発明で推奨される製造条件を外れることを意味する。

[0124]

[表6]

試験 No.	鋼 No.	めっき	一回目熱処理						二回目熱処理					ホットスタンブ		焼鈍	備考
			平均 加熱 速度 (°C/s)	Ac ₃ (°C)	加熱 温度 T ₁ (°C)	保持 時間 (s)	冷却1 平均 冷却 速度 (°C/s)	冷却1 冷却 停止 温度 (°C)	冷却2 平均 冷却 速度 (°C/s)	平均 加熱 速度 (°C/s)	Ac ₃ (°C)	加熱 温度 T ₂ (°C)	保持 時間 (s)	T ₂ - 冷却 停止 温度 (°C)	冷却3 平均 冷却 速度 (°C/s)		
51	51	無	4	801	950	250	70	290	6	32	788	820	30	530	60	無	発明例
52	52	無	6	797	950	150	30	300	7	50	780	820	30	520	70	無	発明例
53	53	無	8	807	960	182	70	260	7	50	800	830	30	570	70	無	発明例
54	54	無	4	815	950	250	60	320	5	70	797	820	30	500	60	無	発明例
55	55	有り	12	802	960	243	60	300	5	56	785	820	30	520	60	有り	発明例
56	56	無	8	799	950	200	70	290	6	42	787	820	30	530	60	無	発明例
57	57	無	14	801	930	191	70	300	5	100	780	810	30	510	70	無	発明例
58	58	無	5	798	940	240	50	290	6	12	783	820	30	530	70	無	発明例
59	59	無	6	799	970	200	50	300	4	975	778	810	20	510	100	無	発明例
60	60	無	5	799	990	185	72	300	7	200	788	840	30	540	60	無	発明例
61	61	無	14	799	950	200	480	290	8	20	790	820	30	530	60	無	発明例
62	62	無	10	799	805	300	250	370	4	54	774	830	30	460	480	無	発明例
63	16	無	5	771	760	240	70	260	5	100	766	820	40	560	50	無	比較例
64	16	無	5	771	1000	240	70	260	5	20	764	840	30	580	50	無	比較例
65	16	無	5	771	900	120	5	260	5	100	765	830	30	570	50	無	比較例
66	16	無	5	771	900	120	1000	250	5	—							比較例
67	16	無	5	771	900	120	70	200	5	100	769	810	30	610	50	無	比較例
68	16	無	5	771	900	140	60	500	5	100	770	820	30	320	60	無	比較例
69	16	無	5	771	920	200	60	260	15	20	769	830	30	570	60	無	比較例
70	16	無	5	771	950	200	60	270	4	5	765	820	30	550	60	無	比較例
71	16	無	5	771	920	240	60	270	5	1100	767	830	30	560	60	無	比較例
72	16	無	5	771	920	240	60	280	4	50	763	740	20	460	60	無	比較例
73	16	無	5	771	920	240	60	260	5	50	765	950	40	690	60	無	比較例
74	63	無	5	768	930	290	55	250	3	50	760	930	30	680	60	無	比較例
75	64	無	5	817	930	240	80	300	5	45	780	850	30	550	60	無	比較例

下線は、本発明で規定される範囲または本発明で推奨される製造条件を外れることを意味する。

[表7]

試験 No.	鋼 No.	めっき	一回目熱処理						二回目熱処理					ホットスタンブ		焼鈍	備考	
			平均 加熱 速度 (°C/s)	Ac ₃ (°C)	加熱 温度 T ₁ (°C)	保持 時間 (s)	冷却1		冷却2 平均 冷却 速度 (°C/s)	平均 加熱 速度 (°C/s)	Ac ₃ (°C)	加熱 温度 T ₂ (°C)	保持 時間 (s)	T ₂ - 冷却 停止 温度 (°C)	冷却3			
							平均 冷却 速度 (°C/s)	冷却 停止 温度 (°C)							平均 冷却 速度 (°C/s)			冷却 速度 (°C/s)
76	65	無	10	811	930	210	50	310	5	75	782	820	30	510	60	無	発明例	
77	66	無	15	805	930	200	50	300	5	80	784	820	30	520	70	無	発明例	
78	67	無	10	802	940	200	40	310	5	50	793	820	30	510	60	無	発明例	
79	68	無	11	800	950	280	60	300	6	40	773	820	30	520	60	無	発明例	
80	69	無	10	798	950	250	40	305	5	50	779	820	30	515	50	無	発明例	
81	70	無	10	789	950	240	40	280	6	90	769	810	30	530	50	無	発明例	
82	70	無	10	789	950	240	50	230	6	80	775	820	30	590	60	無	比較例	
83	45	無	15	780	970	400	50	236	5	300	771	810	30	574	15	無	比較例	
84	40	無	5	800	950	235	45	210	8	100	786	830	30	620	60	無	比較例	
85	70	無	10	789	950	240	50	407	5	80	770	820	40	413	50	無	比較例	
86	45	無	15	780	950	400	50	410	5	50	769	820	40	410	15	無	比較例	
87	65	無	10	811	930	210	50	326	5	75	779	820	30	494	60	無	発明例	
88	65	無	10	811	930	210	50	345	5	75	776	820	30	475	60	無	発明例	
89	21	無	15	804	950	150	70	350	6	50	783	820	30	470	60	無	発明例	
90	5	無	12	795	940	140	30	265	6	45	772	871	30	606	50	無	比較例	
91	16	無	8	771	950	300	60	250	5	100	759	855	30	605	50	無	比較例	
92	44	無	5	789	950	160	60	265	7	45	776	875	30	610	60	無	比較例	
93	44	無	5	789	950	160	60	260	6	50	777	875	30	615	60	無	比較例	
94	44	無	5	789	950	160	60	270	7	45	771	830	8	560	60	無	比較例	
95	40	無	4	800	950	240	45	270	8	100	775	810	5	540	50	無	比較例	
96	2	無	4	799	970	300	40	290	5	45	786	820	1	530	50	無	比較例	
97	5	無	12	795	940	140	40	270	7	45	770	790	9	520	50	無	比較例	
98	7	無	4	754	940	300	35	270	6	30	745	840	65	570	50	無	比較例	
99	24	無	4	805	950	160	70	290	7	48	787	840	70	550	60	無	比較例	
100	47	無	10	800	950	205	60	280	6	60	789	830	100	550	50	無	比較例	

下線は、本発明で規定される範囲または本発明で推奨される製造条件を外れることを意味する。

[表8]

試験 No.	鋼 No.	めっき	一回目熱処理						二回目熱処理					ホットスタンプ		焼鈍	備考	
			平均 加熱 速度 (°C/s)	Ac ₃ (°C)	加熱 温度 T ₁ (°C)	保持 時間 (s)	冷却1		冷却2 平均 冷却 速度 (°C/s)	平均 加熱 速度 (°C/s)	Ac ₃ (°C)	加熱 温度 T ₂ (°C)	保持 時間 (s)	T ₂ - 冷却 停止 温度 (°C)	冷却3			
							平均 冷却 速度 (°C/s)	冷却 停止 温度 (°C)							平均 冷却 速度 (°C/s)			平均 冷却 速度 (°C/s)
101	5	無	12	795	940	140	40	270	6	45	770	860	300	590	50	無	比較例	
102	66	無	15	805	930	200	50	300	5	80	753	820	20	520	70	無	発明例	
103	44	無	5	789	950	160	65	300	6	45	771	820	25	520	60	無	発明例	
104	16	無	8	771	950	300	60	270	4	105	760	790	20	520	50	有り	発明例	
105	53	無	8	807	960	190	70	300	7	50	800	830	20	530	70	無	発明例	
106	10	有り	4	786	950	150	30	280	7	59	778	820	45	540	50	無	発明例	
107	21	無	15	804	950	150	70	280	6	52	786	820	55	540	60	無	発明例	
108	68	無	11	800	950	280	60	300	6	40	772	820	50	520	60	無	発明例	
109	44	無	5	789	950	160	65	300	7	43	771	820	12	520	60	無	発明例	
110	69	無	10	798	950	250	40	305	5	50	779	820	15	515	50	無	発明例	
111	44	無	5	789	950	160	64	275	7	43	771	860	30	585	60	無	発明例	
112	71	無	10	833	950	120	40	300	7	50	805	850	30	550	60	無	比較例	
113	71	無	30	833	900	10	50	250	9	1000	810	850	0.1	600	100	無	比較例	
114	71	無	30	833	900	10	50	250	8	1000	810	870	30	620	60	無	比較例	
115	71	無	30	833	900	10	50	260	8	1000	809	850	10	590	60	無	比較例	
116	71	無	30	833	900	10	50	260	8	1000	809	850	65	590	60	無	比較例	

下線は、本発明で規定される範囲または本発明で推奨される製造条件を外れることを意味する。

[0127]

[表9]

試験 No.	銅 No.	ホットスタンピング用銅板				ホットスタンピング成形体					機械的特性				備考		
		めっき	大傾角 粒界の 割合 (%)	ミクロ組織		円相当直径 0.20 μm 以上の 炭化物の密度 (個/ μm^2)	ミクロ組織		旧 γ の 平均 粒径 (μm)	旧 γ 粒界の 平均 濃度 Mn濃度 (質量%)	円相当直径 0.20 μm 以上の 炭化物の密度 (個/ μm^2)	部分 軟化 領域	引張 強度 (MPa)	平均 硬さ (Hv)		早期 破断 評価	硬度 ばらつき ΔHv (Hv)
				残留 オーステ ナイト (面積%)	その他 (面積%)		マルテン サイト (面積%)	その他 (面積%)									
1	1	無	30	5	6	0.2	98	2	100	1.3	0.2	無	900	880	0.31	60	比較例
2	2	無	50	0	1	0.4	100	0	100	1.5	0.3	無	1,304	670	0.59	51	比較例
3	3	無	47	0	1	1.0	100	0	100	2.0	0.3	無	677	855	0.24	63	比較例
4	4	無	33	3	5	0.3	100	0	100	0.5	0.1	無	1,888	596	0.96	15	比較例
5	5	無	40	4	0	0.4	100	0	100	0.9	0.2	無	2,008	676	0.90	23	発明例
6	6	無	53	3	0	0.2	100	0	100	0.3	0.1	無	2,219	810	0.83	47	発明例
7	7	無	60	4	1	0.3	100	0	100	0.2	0	無	2,371	971	0.74	48	発明例
8	8	無	59	2	1	1.2	100	0	100	0.3	1.0	無	1,637	992	0.50	49	比較例
9	9	無	42	1	0	0.9	100	0	100	0.5	0.8	無	1,396	717	0.59	25	比較例
10	10	有り	46	3	1	0.4	100	0	100	0.6	0.2	無	2,335	737	0.96	26	発明例
11	11	無	44	5	0	0.2	100	0	100	0.4	0	無	2,321	725	0.97	22	発明例
12	12	無	45	8	0	0.1	100	0	100	0.4	0	無	2,337	730	0.97	21	発明例
13	13	無	49	0	2	0.2	100	0	100	1.2	0.1	無	1,236	780	0.48	57	比較例
14	14	無	35	1	4	0.4	98	2	100	0.3	0.2	無	1,158	605	0.58	13	比較例
15	15	無	45	3	1	0.2	100	0	100	0.4	0.1	無	2,237	706	0.96	19	発明例
16	16	無	50	4	0	0.2	100	0	100	0.8	0.1	有り	2,286	745	0.93	30	発明例
17	17	無	47	4	0	0.1	100	0	100	0.9	0.1	無	2,162	720	0.91	23	発明例
18	18	無	47	3	1	0.2	100	0	100	1.0	0.1	有り	860	724	0.36	48	比較例
19	19	無	43	2	2	0.2	100	0	100	0.3	0.1	無	2,323	711	0.99	20	発明例
20	20	有り	41	1	1	0.2	100	0	100	0.6	0.1	無	2,128	686	0.94	17	発明例
21	21	無	44	3	0	0.3	100	0	100	0.4	0.2	無	2,287	722	0.96	22	発明例
22	22	無	42	2	1	0.3	100	0	100	0.4	0.2	無	1,332	708	0.57	27	比較例
23	23	無	43	3	0	0.2	100	0	100	0.4	0.1	無	2,257	705	0.97	21	発明例
24	24	無	43	2	2	0.3	100	0	100	0.5	0.2	無	2,154	702	0.93	23	発明例
25	25	無	42	3	0	0.2	100	0	100	0.4	0.2	無	2,207	704	0.95	25	発明例

下線は、本発明で規定される範囲を外れること、または、目標性能を満たさないことを意味する。

[表10]

試験 No.	銅 No.	ホットスタンピング用銅板				ホットスタンピング成形体						機械的特性				備考	
		大傾角 粒界の 割合 (%)	ミクロ組織		円相当直径 0.20 μm 以上の 炭化物の密度 (個/ μm^2)	ミクロ組織			旧 γ の 平均 粒径 (μm)	旧 γ 粒界の 平均 Mn濃度 (質量%)	円相当直径 0.20 μm 以上の 炭化物の密度 (個/ μm^2)	部分 軟化 領域	引張 強度 (MPa)	平均 硬さ (Hv)	早期 破断 評価		硬度 ばらつき ΔHv (Hv)
			残留 オーステ ナイト (面積%)	その他 (面積%)		マルテン サイト (面積%)	その他 (面積%)	合計 (面積%)									
26	26	無	41	2	1	100	0	100	4.5	0.4	0.2	無	1,178	700	0.51	18	比較例
27	27	無	43	3	0	100	0	100	12.3	0.5	0.1	無	1,275	690	0.56	20	比較例
28	28	無	45	4	0	100	0	100	3.9	0.6	0.1	無	2,292	731	0.95	27	発明例
29	29	無	44	3	1	100	0	100	4.3	0.4	0.1	無	2,362	738	0.97	22	発明例
30	30	無	45	4	0	100	0	100	3.8	0.3	0.1	無	2,403	743	0.98	21	発明例
31	31	無	46	3	1	100	0	100	4.1	0.5	0.2	無	1,328	745	0.54	23	比較例
32	32	無	44	2	0	100	0	100	4.4	0.4	0.6	無	1,430	747	0.58	24	比較例
33	33	無	44	3	0	100	0	100	3.8	0.3	0.2	無	2,372	741	0.97	20	発明例
34	34	無	43	3	0	100	0	100	3.5	0.3	0.1	無	2,419	748	0.98	16	発明例
35	35	無	46	5	0	100	0	100	3.7	0.4	0	無	2,213	745	0.90	19	発明例
36	36	無	44	6	0	100	0	100	4.0	1.2	0	無	1,121	755	0.45	53	比較例
37	37	無	37	2	8	84	16	100	4.8	0.5	0.4	無	1,104	587	0.57	18	比較例
38	38	無	47	4	0	100	0	100	3.7	0.4	0.2	無	2,271	740	0.93	22	発明例
39	39	無	42	3	0	100	0	100	3.5	0.3	0.1	無	2,289	715	0.97	17	発明例
40	40	無	46	5	0	100	0	100	2.6	0.5	0	無	2,053	732	0.85	29	発明例
41	41	無	42	4	1	100	0	100	3.7	1.1	0.1	無	1,409	736	0.58	55	比較例
42	42	無	44	3	0	100	0	100	4.2	0.6	0.2	無	859	723	0.36	30	比較例
43	43	無	43	2	1	100	0	100	4.6	0.5	0.1	有り	2,268	731	0.94	23	発明例
44	44	無	42	3	0	100	0	100	3.5	0.8	0.2	無	2,161	744	0.88	36	発明例
45	45	無	46	6	0	100	0	100	2.6	1.0	0	無	2,028	723	0.85	34	発明例
46	46	無	44	4	1	100	0	100	4.4	0.4	0.2	無	1,205	745	0.49	20	比較例
47	47	無	42	2	0	100	0	100	4.6	0.4	0.2	無	2,344	740	0.96	18	発明例
48	48	無	43	2	0	100	0	100	3.3	0.7	0.2	無	2,002	749	0.81	32	発明例
49	49	無	42	3	0	100	0	100	4.1	0.3	0.1	無	2,388	746	0.97	19	発明例
50	50	無	41	2	1	100	0	100	4.9	0.4	0.2	無	1,161	718	0.49	21	比較例

下線は、本発明で規定される範囲を外れること、または、目標性能を満たさないことを意味する。

[表11]

試験 No.	銅 No.	ホットスタンピング用鋼板					ホットスタンピング成形体					機械的特性					備考		
		めっき	大傾角 粒界の 割合 (%)	ミクロ組織		円相当直径 0.20 μm 以上の 炭化物の密度 (個/ μm^2)	ミクロ組織			旧 γ の 平均 粒径 (μm)	旧 γ の 粒界の 平均 Mn濃度 (質量%)	円相当直径 0.20 μm 以上の 炭化物の密度 (個/ μm^2)	部分 軟化 領域	引張 強度 (MPa)	平均 硬さ (Hv)	早期 破断 評価		硬度 ばらつき ΔHv (Hv)	
				残留 オーステ ナイト (面積%)	その他 (面積%)		マルテン サイト (面積%)	その他 (面積%)	合計 (面積%)										
51	51	無	41	3	0	0	0.1	100	0	100	4.5	0.3	0.1	無	2,359	737	0.97	20	発明例
52	52	無	43	5	0	0	0.1	100	0	100	4.4	0.3	0.1	無	2,320	740	0.95	24	発明例
53	53	無	44	4	0	0	0.1	100	0	100	4.7	0.4	0.1	無	2,332	736	0.96	27	発明例
54	54	無	45	5	0	0	0.2	100	0	100	3.9	0.3	0.1	無	2,372	741	0.97	22	発明例
55	55	有り	44	4	0	0	0.1	100	0	100	4.1	0.3	0.1	有り	2,326	742	0.95	16	発明例
56	56	無	46	4	0	0	0	100	0	100	3.8	0.3	0	無	2,332	744	0.95	15	発明例
57	57	無	48	4	0	0	0.1	100	0	100	2.5	0.3	0	無	2,323	749	0.94	18	発明例
58	58	無	49	5	0	0	0.2	100	0	100	3.4	0.3	0.1	無	2,421	741	0.99	15	発明例
59	59	無	41	3	1	0	0.2	100	0	100	2.5	0.4	0.2	無	2,314	738	0.95	24	発明例
60	60	無	42	3	1	0	0.2	100	0	100	3.3	0.3	0.1	無	2,388	746	0.97	26	発明例
61	61	無	44	3	0	0	0	100	0	100	4.6	0.4	0	無	2,383	737	0.98	25	発明例
62	62	無	39	2	4	0	0.1	100	0	100	3.5	0.4	0.1	無	2,292	739	0.94	19	発明例
63	16	無	25	1	10	89	0.5	89	11	100	4.3	1.6	0.4	無	1,290	674	0.58	51	比較例
64	16	無	40	2	0	100	0.1	100	0	100	9.0	1.2	0.1	無	618	720	0.26	52	比較例
65	16	無	23	1	12	100	0.4	100	0	100	7.3	1.5	0.3	無	700	731	0.29	53	比較例
66	16	無	57	3	0	0	0	—	—	—	—	—	—	無	—	—	—	—	比較例
67	16	無	53	0	0	0	0.1	100	0	100	5.0	1.6	0.1	無	1,244	711	0.53	51	比較例
68	16	無	46	0	2	95	1.0	95	5	100	10.4	1.7	0.8	無	582	705	0.25	52	比較例
69	16	無	52	0	0	100	0.1	100	0	100	9.5	1.6	0.1	無	639	717	0.27	54	比較例
70	16	無	49	5	0	100	0.2	100	0	100	8.7	1.0	0.1	無	689	720	0.29	48	比較例
71	16	無	49	4	0	100	0.2	100	0	100	6.1	1.0	0.2	無	1,329	732	0.55	46	比較例
72	16	無	49	5	0	100	0.1	100	0	100	3.1	1.3	0.2	無	1,436	750	0.58	55	比較例
73	16	無	50	4	0	100	0.1	100	0	100	12.7	1.0	0.1	無	714	698	0.31	42	比較例
74	63	無	65	6	1	100	0.4	100	0	100	13.0	0.3	0	無	2,044	1050	0.59	50	比較例
75	64	無	58	5	1	100	0.3	100	0	100	4.7	0.8	0.1	無	1,863	576	0.98	36	比較例

下線は、本発明で規定される範囲を外れること、または、目標性能を満たさないことを意味する。

[表12]

試験 No.	銅 No.	ホットスタンピング用銅板					ホットスタンピング成形体					機械的特性				備考		
		めっき	大傾角 粒界の 割合 (%)	ミクロ組織		円相当直径 0.20 μ m以上の 炭化物の密度 (個/ μ m ²)	ミクロ組織			旧 γ の 平均 粒径 (μ m)	旧 γ の 粒界の 平均 Mn濃度 (質量%)	円相当直径 0.20 μ m以上の 炭化物の密度 (個/ μ m ²)	部分 軟化 領域	引張 強度 (MPa)	平均 硬さ (Hv)		早期 破断 評価	硬度 ばらつき Δ Hv (Hv)
				残留 オーステ ナイト (面積%)	その他 (面積%)		マルテン サイト (面積%)	その他 (面積%)	合計 (面積%)									
76	65	無	49	4	0	0.1	100	0	100	2.3	0.3	0.1	無	2,426	750	0.98	19	発明例
77	66	無	50	4	0	0.1	100	0	100	2.1	0.3	0.1	無	2,422	749	0.98	20	発明例
78	67	無	46	5	0	0.1	100	0	100	3.0	0.4	0.1	無	2,347	741	0.96	24	発明例
79	68	無	48	6	0	0.2	100	0	100	3.0	0.5	0.1	無	2,353	735	0.97	25	発明例
80	69	無	49	4	0	0.2	100	0	100	2.9	0.6	0.1	無	2,386	753	0.96	27	発明例
81	70	無	47	6	0	0.2	100	0	100	2.2	0.4	0.1	無	2,367	755	0.95	23	発明例
82	70	無	50	0	0	0.1	100	0	100	3.1	1.1	0.1	無	1,482	761	0.59	54	比較例
83	45	無	52	0	0	0.1	100	0	100	3.3	1.3	0	無	1,186	719	0.50	52	比較例
84	40	無	53	0	0	0.1	100	0	100	3.5	1.2	0	無	1,220	711	0.52	51	比較例
85	70	無	41	5	1	0.3	100	0	100	3.4	1.1	0.1	無	1,428	746	0.58	53	比較例
86	45	無	42	3	2	0.1	100	0	100	3.6	1.4	0	無	1,065	717	0.45	51	比較例
87	65	無	47	6	0	0.1	100	0	100	2.2	0.3	0	無	2,457	752	0.99	17	発明例
88	65	無	45	7	0	0.1	100	0	100	2.1	0.2	0.1	無	2,485	753	1.00	14	発明例
89	21	無	42	4	0	0.1	100	0	100	3.9	0.1	0.2	無	2,375	727	0.99	12	発明例
90	5	無	41	3	0	0.4	100	0	100	4.5	1.2	0.2	無	1,179	674	0.53	51	比較例
91	16	無	48	4	0	0.2	100	0	100	4.9	1.3	0.1	有り	1,195	739	0.49	53	比較例
92	44	無	46	1	0	0.1	100	0	100	5.5	1.1	0.2	無	1,343	740	0.55	52	比較例
93	44	無	45	1	0	0.1	100	0	100	5.7	1.1	0.2	無	1,364	738	0.56	52	比較例
94	44	無	46	1	0	0.1	100	0	100	3.2	1.1	0.1	無	1,430	747	0.58	51	比較例
95	40	無	46	3	0	0.1	100	0	100	2.5	1.2	0.3	無	1,234	733	0.51	52	比較例
96	2	無	48	5	0	0	100	0	100	4.6	1.5	0.4	無	1,004	676	0.45	54	比較例
97	5	無	41	3	0	0.3	100	0	100	3.4	1.1	0.1	無	1,277	679	0.57	51	比較例
98	7	無	55	5	1	0.4	100	0	100	5.5	0.3	0.2	無	1,552	960	0.49	48	比較例
99	24	無	44	1	1	0.2	100	0	100	5.6	0.5	0.2	無	1,315	699	0.57	21	比較例
100	47	無	44	1	0	0.2	100	0	100	5.3	0.4	0.1	無	1,437	738	0.59	24	比較例

下線は、本発明で規定される範囲を外れること、または、目標性能を満たさないことを意味する。

[表13]

試験 No.	銅 No.	ホットスタンブ用銅板					ホットスタンブ成形体					機械的特性				備考			
		めっき	大傾角 粒界の 割合 (%)	ミクロ組織		円相当直径 0.20 μ m以上の 炭化物の密度 (個/ μ m ²)	ミクロ組織		旧 γ の 平均 粒径 (μ m)	旧 γ 粒界の 平均 Mn濃度 (質量%)	円相当直径 0.20 μ m以上の 炭化物の密度 (個/ μ m ²)	部分 軟化 領域	引張 強度 (MPa)	平均 硬さ (Hv)	早期 破断 評価		硬度 ばらつき Δ Hv (Hv)		
				残留 オーステ ナイト (面積%)	その他 (面積%)		マルテン サイト (面積%)	その他 (面積%)										合計 (面積%)	
101	5	無	40	3	0	0	0.2	100	0	100	7.8	0.9	0.1	無	1,308	672	0.59	40	比較例
102	66	無	50	4	0	0	0.1	100	0	100	1.9	0.2	0.1	無	2,478	751	1.00	15	発明例
103	44	無	41	4	0	0	0.1	100	0	100	3.1	0.7	0.2	無	2,363	746	0.96	30	発明例
104	16	無	48	5	0	0	0.2	100	0	100	3.0	0.6	0.1	有り	2,391	747	0.97	28	発明例
105	53	無	42	6	0	0	0.1	100	0	100	4.0	0.3	0.1	無	2,439	739	1.00	18	発明例
106	10	有り	46	3	1	0	0.3	100	0	100	4.5	0.5	0.2	無	2,377	735	0.98	23	発明例
107	21	無	44	3	0	0	0.2	100	0	100	4.7	0.3	0.2	無	2,328	720	0.98	20	発明例
108	68	無	48	5	0	0	0.1	100	0	100	3.9	0.4	0.1	無	2,395	733	0.99	24	発明例
109	44	無	42	1	0	0	0.2	100	0	100	3.1	0.9	0.2	無	2,142	746	0.87	41	発明例
110	69	無	49	4	0	0	0.2	100	0	100	2.6	0.7	0.1	無	2,358	752	0.95	36	発明例
111	44	無	42	1	0	0	0.2	100	0	100	4.9	0.9	0.1	無	2,122	739	0.87	39	発明例
112	71	無	49	9	0	0	0.1	100	0	100	2.2	0.2	0.1	無	2,475	750	1.00	13	比較例
113	71	無	60	0	1	0	0.6	100	0	100	4.5	1.1	0.3	無	2,591	785	1.00	60	比較例
114	71	無	59	0	1	0	0.1	100	0	100	5.3	1.2	0.4	無	2,496	764	0.99	57	比較例
115	71	無	58	1	1	0	0.1	100	0	100	5.0	1.1	0.4	無	2,493	771	0.98	62	比較例
116	71	無	58	1	1	0	0.1	100	0	100	5.6	1.2	0.4	無	2,433	760	0.97	55	比較例

下線は、本発明で規定される範囲を外れること、または、目標性能を満たさないことを意味する。

[0132] 表1～13に示すように、本発明で規定される化学組成およびミクロ組織

を満足する発明例は、機械的特性に優れていた。本発明で規定される化学組成およびマイクロ組織を満足しない比較例は、機械的特性に劣っていた。

産業上の利用可能性

[0133] 本発明に係る上記態様によれば、優れた強度および靱性を有するホットスタンプ成形体を提供することができる。

請求の範囲

[請求項1]

質量%で、

C : 0.40%以上、0.70%以下、

Si : 0.010%以上、1.30%以下、

Mn : 0.40%以上、3.00%以下、

sol. Al : 0.0010%以上、0.500%以下、

Ti : 0.010%以上、0.100%以下、

Cr : 0.010%以上、0.80%以下、

B : 0.0005%以上、0.0100%以下、

P : 0.100%以下、

S : 0.0100%以下、

N : 0.0100%以下、

Nb : 0%以上、0.100%以下、

Mo : 0%以上、1.00%以下、

V : 0%以上、0.100%以下、

Ni : 0%以上、0.50%以下、

REM : 0%以上、0.0100%以下、

Mg : 0%以上、0.0100%以下、

Ca : 0%以上、0.0100%以下、

Co : 0%以上、4.00%以下、並びに

残部がFe及び不純物である化学組成を有し、

ミクロ組織中の旧オーステナイト粒の平均粒径が $5.0\mu\text{m}$ 以下であり、

前記旧オーステナイト粒の粒界の平均Mn濃度が1.0質量%以下である、

ホットスタンプ成形体。

[請求項2]

前記化学組成が、質量%で、

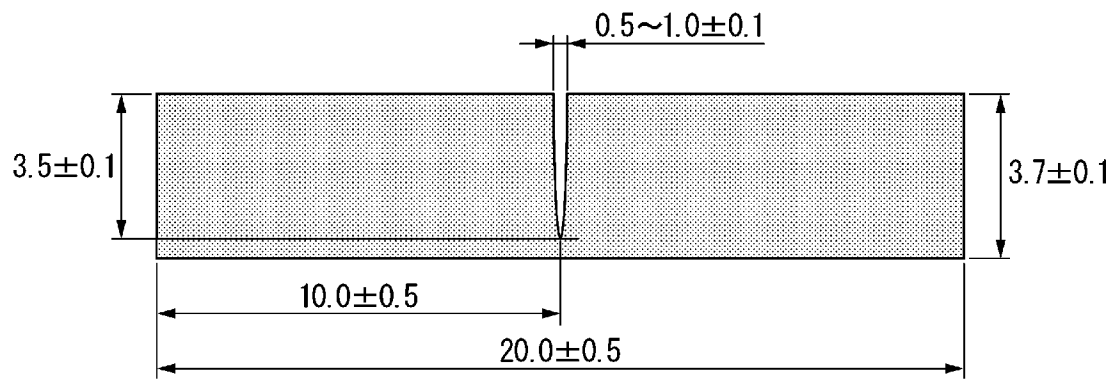
Nb : 0.010%以上、0.100%以下、

Mo : 0.01%以上、1.00%以下、
V : 0.001%以上、0.100%以下、
Ni : 0.001%以上、0.50%以下、
REM : 0.0010%以上、0.0100%以下、
Mg : 0.0010%以上、0.0100%以下、
Ca : 0.0010%以上、0.0100%以下、および
Co : 0.10%以上、4.00%以下
から選択される1種または2種以上の元素を含有する、
請求項1に記載のホットスタンプ成形体。

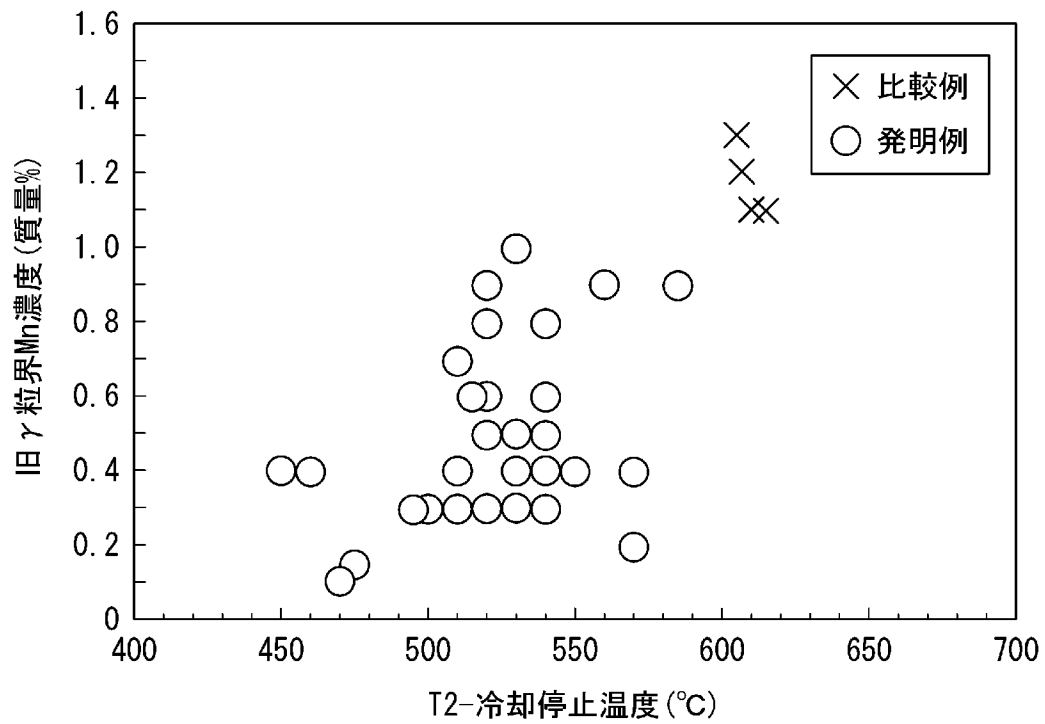
[請求項3] 表面にめっき層を備える、請求項1または2に記載のホットスタンプ成形体。

[請求項4] ホットスタンプ成形体の一部に軟化領域を有する、請求項1～3のいずれか1項に記載のホットスタンプ成形体。

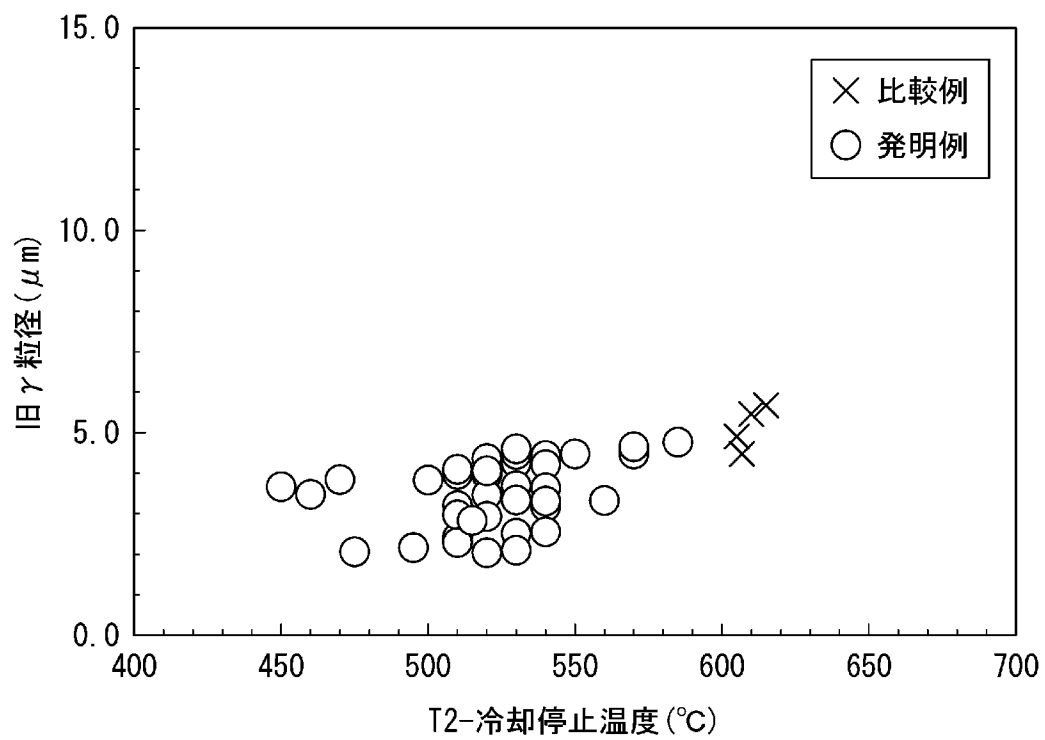
[図1]



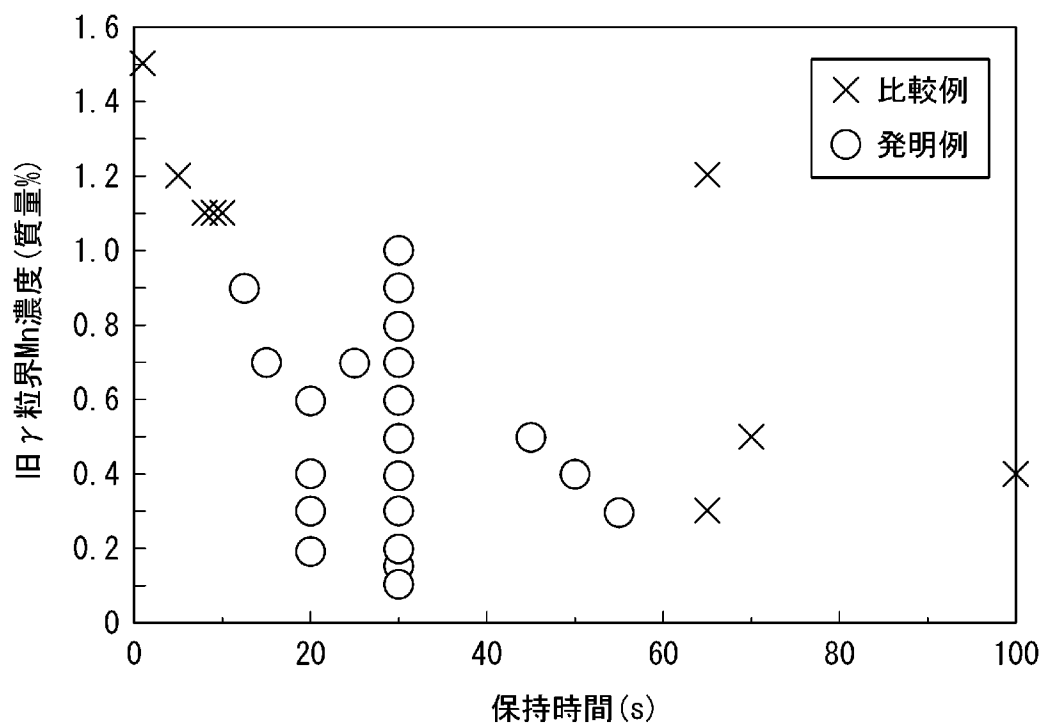
[図2]



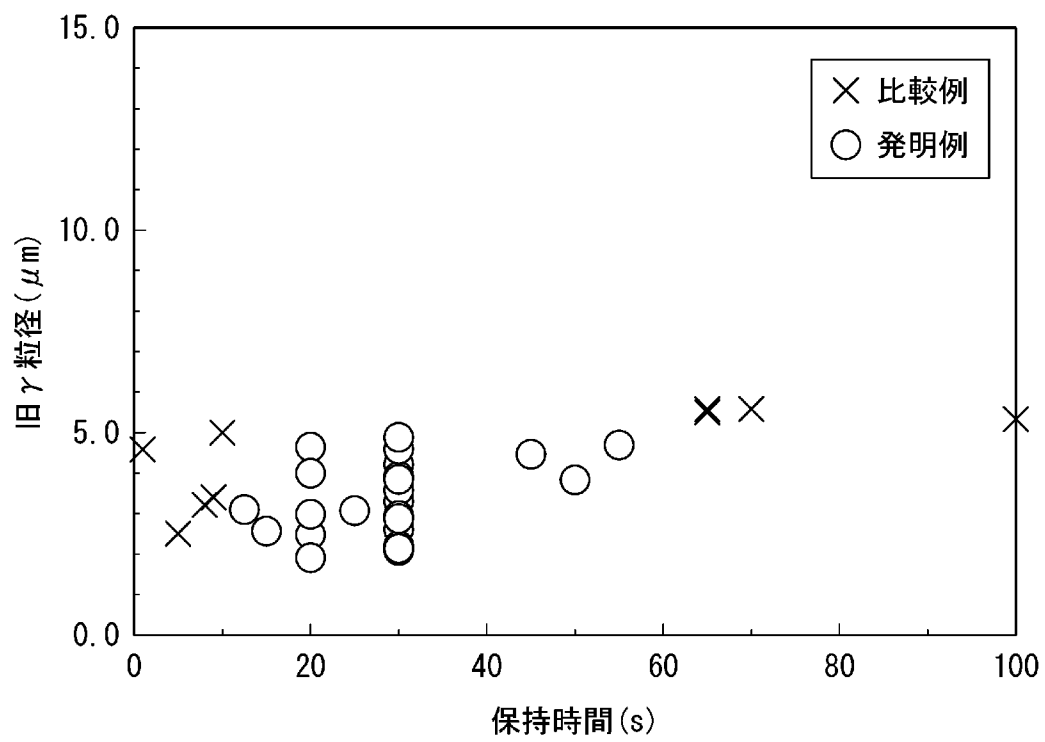
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/012395

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C21D 9/00(2006.01)i; C21D 9/46(2006.01)i; C22C 38/00(2006.01)i; C22C 38/58(2006.01)i; C21D 1/18(2006.01)i

FI: C22C38/00 301Z; C22C38/58; C21D9/46 J; C21D9/46 U; C21D9/00 A; C21D1/18 C

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C21D9/00; C21D9/46; C22C38/00; C22C38/58; C21D1/18

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	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2018/134874 A1 (NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION) 26.07.2018 (2018-07-26) claim 7, paragraphs [0010]-[0014], [0025]-[0028], [0090], [0096], tables 1, 4	1-4
A	JP 2017-43825 A (NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION) 02.03.2017 (2017-03-02) claim 1, paragraphs [0011], [0054], [0065]-[0075], tables 1, 3	1-4
P, A	WO 2019/186928 A1 (NIPPON STEEL CORPORATION) 03.10.2019 (2019-10-03) claim 1, paragraphs [0017]-[0023], [0042], [0088]-[0090], tables 1-1 to 1-3, 3-1 to 3-3	1-4

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ 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
01 June 2020 (01.06.2020)

Date of mailing of the international search report
16 June 2020 (16.06.2020)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application no.

PCT/JP2020/012395

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 2018/134874 A1	26 Jul. 2018	US 2019/0330711 A1 claim 7, paragraphs [0014]-[0018], [0052]-[0057], [0137], [0140], tables 1, 4 EP 3572536 A1 CA 3050217 A1 CN 110168116 A KR 10-2019-0093613 A (Family: none)	
JP 2017-43825 A	02 Mar. 2017	(Family: none)	
WO 2019/186928 A1	03 Oct. 2019	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） C21D 9/00(2006.01)i; C21D 9/46(2006.01)i; C22C 38/00(2006.01)i; C22C 38/58(2006.01)i; C21D 1/18(2006.01)i FI: C22C38/00 301Z; C22C38/58; C21D9/46 J; C21D9/46 U; C21D9/00 A; C21D1/18 C		
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）） C21D9/00; C21D9/46; C22C38/00; C22C38/58; C21D1/18 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 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020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 2018/134874 A1（新日鐵住金株式会社）26.07.2018（2018-07-26） 請求項7, [0010]～[0014], [0025]～[0028], [0090], [0096], 表1, 表4	1-4
A	JP 2017-43825 A（新日鐵住金株式会社）02.03.2017（2017-03-02） 請求項1, [0011], [0054], [0065]～[0075], 表1, 表3	1-4
P, A	WO 2019/186928 A1（日本製鐵株式会社）03.10.2019（2019-10-03） 請求項1, [0017]～[0023], [0042], [0088]～[0090], 表1-1～表1-3, 表3-1～表3-3	1-4
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ 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 01.06.2020		国際調査報告の発送日 16.06.2020
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） 守安 太郎 4K 9347 電話番号 03-3581-1101 内線 3477

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/JP2020/012395

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2018/134874	A1	26.07.2018	US 2019/0330711 A1 Claim 7, [0014] to [0018], [0052] to [0057], [0137], [0140], TABLE 1, TABLE 4 EP 3572536 A1 CA 3050217 A1 CN 110168116 A KR 10-2019-0093613 A	
JP	2017-43825	A	02.03.2017	(ファミリーなし)	
WO	2019/186928	A1	03.10.2019	(ファミリーなし)	