

(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
2014年5月22日(22.05.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/077294 A1

- (51) 国際特許分類:
C22C 38/00 (2006.01) F16F 7/00 (2006.01)
B62D 25/20 (2006.01) F16F 7/12 (2006.01)
C22C 38/06 (2006.01) C21D 9/46 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/080734
- (22) 国際出願日: 2013年11月7日(07.11.2013)
- (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 2012-250287 2012年11月14日(14.11.2012) JP
特願 2012-250286 2012年11月14日(14.11.2012) JP
- (71) 出願人: J F E スチール株式会社 (JFE STEEL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 Tokyo (JP). 本田技研工業株式会社 (HONDA MOTOR CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1078556 東京都港区南青山二丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: ▲高▼木 周作 (TAKAGI, Shusaku); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo

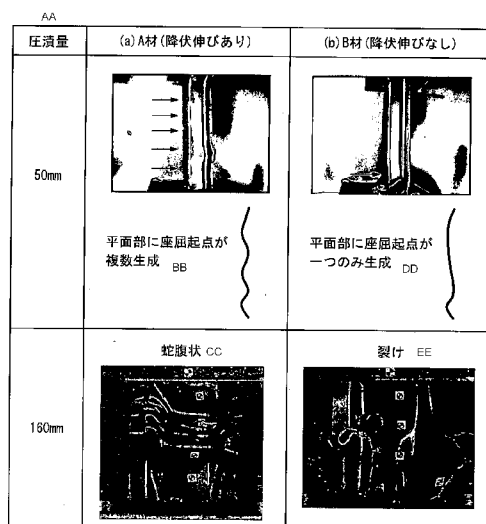
- (JP). 奥田 金晴 (OKUDA, Kaneharu); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 玉井良清 (TAMAI, Yoshiaki); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 藤田 毅 (FUJITA, Takeshi); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 興津 貴隆 (OKITSU, Yoshitaka); 〒3510193 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 杉浦 友章 (SUGIURA, Tomoaki); 〒3510193 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). ▲高▼木 直 (TAKAKI, Naoki); 〒3510193 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP).
- (74) 代理人: 杉村 憲司 (SUGIMURA, Kenji); 〒1000013 東京都千代田区霞が関三丁目2番1号 霞が関コモンゲート西館36階 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES,

[続葉有]

(54) Title: AUTOMOBILE COLLISION ENERGY ABSORBING MEMBER AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR

(54) 発明の名称: 自動車用衝突エネルギー吸収部材およびその製造方法

FIG. 1



(a) Member A (with yield elongation)
(b) Member B (with no yield elongation)
AA Crushing amount
BB Multiple buckling origins are generated in plane portion
CC Bellows shape
DD Only one buckling origin is generated in plane portion
EE Cracks

(57) Abstract: The present invention is an automobile collision energy absorbing member produced by forming a thin steel sheet, and is characterized in that the thin steel sheet and/or the automobile collision energy absorbing member has tensile characteristics of a tensile strength (TS) of 980 MPa or more and a yield elongation (Y-EL) of 2% or more.

(57) 要約: 本発明は、薄鋼板を成形加工してなる自動車用衝突エネルギー吸収部材であって、前記薄鋼板および前記自動車用衝突エネルギー吸収部材のうちの少なくとも一方が、引張強さ TS: 980MPa 以上、かつ、降伏伸び Y-El: 2% 以上の引張特性を有することを特徴とする。



FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, 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))

明 細 書

発明の名称：

自動車用衝突エネルギー吸収部材およびその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、自動車の衝突時に軸方向に圧潰して衝突エネルギーを吸収する自動車用衝突エネルギー吸収部材およびその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、地球環境の保全という観点から、自動車車体の軽量化が望まれている。最近では、自動車車体、とくに客室（キャビン）まわりの部品には、高強度鋼板が広く使われ、薄肉化による車体軽量化に寄与している。これに対し、エンジンルームやトランクのフレーム（フロントフレーム、リアフレーム）等では、高強度鋼板の使用による高強度化は780MPa級鋼板の使用に留まっている。というのは、フロントフレーム、リアフレームは、衝突時に大変形して、衝突エネルギーを吸収する役割を持つ衝突エネルギー吸収部材であるが、素材である鋼板を高強度化すると延性が低下し破断が顕著になったり、衝突時の変形形状が不安定となり安定座屈が困難なことから、局所的な折れが発生し易くなり、高強度化したわりには、衝撃エネルギー吸収量が高くないという問題があるためである。

[0003] このようなことから、フロントフレームやリアフレーム等の衝突エネルギー吸収部材の高強度化を進め、更なる自動車車体の軽量化を達成するために、高強度化され、かつ衝突時のエネルギーを効率よく吸収できる特性を有する衝突エネルギー吸収部材が要望されている。

[0004] このような要望に対し、例えば特許文献1には、オーステナイトが面積比で60%以上の組織からなる鋼板を用いて構成されてなる衝突エネルギー吸収部材が記載されている。そして、特許文献1には、オーステナイトが面積比で60%以上の組織からなる鋼板の例として、18~19%Cr-8~12%Niを含有するオーステナイト系ステンレス鋼板が記載され、このような鋼板を用いた衝

突エネルギー吸収部材では、衝突時の変形伝搬特性が向上し、所望の衝突エネルギーの吸収性能が確保できるとしている。

[0005] また、特許文献2には、高い動的変形抵抗を有する良加工性高強度鋼板が記載されている。特許文献2に記載された高強度鋼板は、フェライトおよび／またはベイナイトを含み、このいずれかを主相とし、体積分率で3～50%の残留オーステナイトを含む第三相との複合組織で、0%超10%以下の予変形後、 $5 \times 10^{-4} \sim 5 \times 10^{-3}$ (1/s)の歪速度で変形した準静的変形強度 σ_s と、 $5 \times 10^2 \sim 5 \times 10^3$ (1/s)の歪速度で変形した動的変形強度 σ_d との差： $(\sigma_d - \sigma_s)$ が60MPa以上を満足し、歪5～10%の加工硬化指数が0.130以上を満足する、高い動的変形抵抗を有する鋼板である。特許文献2に記載された技術によれば、 $(\sigma_d - \sigma_s)$ が60MPa以上である鋼板を用いて製造された部材では、素材鋼板強度から予測される値に比べて、衝撃時の部材吸収エネルギーが高くなるとしている。

[0006] また、特許文献3には、フェライト相と、組織全体に対する面積率で30～70%の硬質第二相を分散させた複合組織を有し、フェライト相中の結晶粒径1.2 μm 以下のフェライトの面積率が15～90%で、結晶粒径1.2 μm 以下のフェライトの平均粒径 d_s と結晶粒径1.2 μm 超えのフェライトの平均粒径 d_L との関係が、 $d_L / d_s \geq 3$ 、を満足する高強度鋼板が記載されている。特許文献3に記載された技術によれば、プレス成形時に重要となる強度－延性バランスが向上し、高速変形時のエネルギー吸収性に優れた高強度鋼板が得られ、このような高強度鋼板を、高い衝撃エネルギー吸収性能が要求される自動車車体に適用することができるとしている。

[0007] さらに、特許文献4および5には、凹部導入矩形筒型部材を用いて軸圧潰変形時に崩れや割れなく変形できる鋼板について検討した結果、フェライト、ベイナイト、オーステナイト、析出物の量およびサイズを制御することによって、衝突時の変形モードの崩れや割れをまねくことなく変形できるとしている。

[0008] また、非特許文献1には、衝撃圧潰時に、蛇腹状に安定圧潰するハット型

部材の例が示されている。この部材は、引張強さ1155MPaで、超微細結晶粒複相組織を有し、真歪5～10%でのn値が0.205である薄鋼板製である。非特許文献1に記載された薄鋼板は、C：0.15% C－1.4% Si－4.0% Mn－0.05Nb系の組成を有し、サブミクロンサイズのフェライトと第二相からなるミクロ組織を有し、第二相として12～35%の残留オーステナイトを含み、n値が高く大きな加工硬化能を有する鋼板であるとしている。

先行技術文献

特許文献

- [0009] 特許文献1：特開2001－130444号公報
特許文献2：特開平11－193439号公報
特許文献3：特開2007－321207号公報
特許文献4：特開2008－214645号公報
特許文献5：特開2008－231541号公報

非特許文献

- [0010] 非特許文献1：Y.Okitsu and N.Tsuji ; Proceedings of the 2nd International Symposium on Steel Science (ISSS 2009) , pp.253～256, Oct. 21－24 , 2009, Kyoto, Japan : The Iron and Steel Institute of Japan.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0011] 特許文献1に記載された技術では、オーステナイトを多量に含む鋼板を用いて衝突エネルギー吸収部材を構成している。オーステナイトは、結晶構造が面心立方（fcc）構造であるため、脆化しにくく破断しづらいという特性があり、衝突時の吸収エネルギー量のある程度高くすることができる。しかし、特許文献1に記載されたオーステナイトを多量に含む鋼板の引張強さは、780MPa程度と低く、さらには衝突時のような高い歪速度で変形した場合には、その強度は体心立方（bcc）構造の組織を有する鋼板と比較して低く、自動車の衝撃エネルギー吸収部材用としては強度が不十分となる。さらに加えて、

オーステナイトを多量に含有する鋼板とするには、多量のNi, Crを含有する組成とする必要があり、製造コストが高くなる。この点からも、自動車車体用部材としては、不向きであるという問題がある。

[0012] また、特許文献2に記載された技術は、ハット型部材の評価を引張強さが780MPa程度までしか実施していない。引張強さ980MPa未満の鋼板を素材とする部材では、衝突変形時に、破断、折れを生じることなく容易に蛇腹状に変形するため、素材特性から部材の衝突変形時の吸収エネルギーを予想できる。これに対し、引張強さ980MPa以上の鋼板を素材とする部材では、衝突変形時に破断や折れが生じ部材の衝突変形時や吸収エネルギーは、素材特性から予想されるよりも低い値を示す場合が多い。特許文献2で記載された技術では、引張強さ980MPa以上の高強度鋼板製の部材の高速圧潰時の破断や折れを抑制して、高速圧潰時の吸収エネルギーを安定的に向上させることは困難である。

[0013] また、特許文献3に記載された技術によれば、ナノ結晶粒とミクロ結晶粒との混合組織とし、さらに硬質第二相の種類、組織分率の適正化により、高強度でありながら、高い延性を有する高強度鋼板が得られるとしている。しかし、特許文献3には、この鋼板を用いて衝突エネルギー吸収部材を構成することについての記載がなく、引張強さ980MPa以上の鋼板を用いて作製した部材の場合に問題となる、衝突時の部材破断や折れを抑制し、軸方向に蛇腹状に安定座屈して、衝突エネルギーを効率高く吸収できるまでの言及はなく、不明のままである。

[0014] さらに、特許文献4および5に記載の技術によれば、C、Si、Mn、ならびにTiおよびNbの1種または2種を適切な量で添加し、鋼板組織のフェライト、ベイナイトおよび残留オーステナイトの量とそれらの粒径や、残留オーステナイト中のC濃度、そして析出物のサイズおよび個数を適切に制御することにより、衝突エネルギー吸収性に優れた部材とすることができるとしている。しかし、特許文献4、5に記載された技術では、特に引張強さ980MPa以上の鋼板において、加工後の部材で、衝突時に崩れや割れのない軸圧潰変形

を安定して達成することが困難な場合があるという問題があった。

[0015] さらに、非特許文献1に記載された技術では、材料の加工硬化の指標である n 値を0.2以上に向上させた鋼板製の部材とすることにより、引張強さ980MPa以上の鋼板でも衝突時に軸方向に蛇腹状に圧潰する衝突エネルギー吸収部材とすることが可能であるとしている。しかし、 n 値を0.2以上の鋼板とするためには、CやMnを高く含有させることが必須であり溶接性が劣化するという問題や、また、熱処理時に精緻な温度制御が必要であるため、歩留まりが低下し、コスト高となるという問題があった。

[0016] 本発明は、上記した従来技術の問題に鑑みてなされたもので、引張強さTSが980MPa以上の高強度を有し、しかも衝突時の軸方向衝突エネルギー吸収能に優れた自動車用衝突エネルギー吸収部材およびその製造方法を提供することを目的とする。なお、ここでいう「衝突時の軸方向衝突エネルギー吸収能に優れた」とは、部材が自動車の衝突時に軸方向に安定座屈し蛇腹状に圧潰変形して、衝突エネルギーを効率よく吸収できる特性を有することを意味し、「軸圧潰安定性に優れた」ともいう。

課題を解決するための手段

[0017] 本発明者らは、上記した目的を達成するために、引張強さTSが980MPa以上の高強度薄鋼板を用いて、ハット型断面の部材を作製し、該部材を軸方向に衝突変形させた際の、部材の変形挙動について鋭意研究した。その結果、部材を軸方向に圧潰した際に生じる割れは、主に最初の座屈部で生じていることを見出した。そして、部材を安定座屈させ、蛇腹状に圧潰変形させるためには、この最初の座屈部で発生する割れを回避することが重要であることを見出した。そして、そのためには、最初の座屈部に破断限界を超える変形が集中する前に、次の座屈を発生させることが肝要となることに思い至った。

[0018] まず、本発明者らが行った本発明の基礎となった実験結果について説明する。引張強さTSが980MPa以上となる高強度薄鋼板（板厚：1.2mm）AおよびBの2種を素材として、各々曲げ加工により、ハット型の断面形状に成形した。また、成形したものと同一種類の鋼板を背板としてスポット溶接により接

合して、図2に示す断面形状の部材（軸方向高さH：230mm）とした。なお、ハット型に成形後、部材の背板と対向する位置にある平面部から引張方向が部材の軸方向となるように、JIS 5号引張試験片（GL：50mm）を採取し、JIS Z 2241の規定に準拠して引張試験を実施し、引張強さTS、降伏伸びY-Elを測定した。鋼板Aは、TS：1249MPa、Y-El：4.3%であり、鋼板Bは、TS：1215MPa、Y-El：0%であった。図3に、これら鋼板の応力-ひずみ曲線を示す。

[0019] これら部材に、軸方向に時速50km相当の速度で110kgfの錘を衝突させ、50mm圧潰した。圧潰後、部材の変形状況を目視で観察した。部材の変形状況を図1に示す。鋼板Aを用いたA部材の場合では、部材の平面部に座屈起点が複数箇所、生成しているのに対し、鋼板Bを用いたB部材の場合では、部材の平面部に座屈起点が1箇所のみ生成し、割れが発生していた。なお、図1には、160mm圧潰した際の部材の変形状況も示す。A部材では、蛇腹状に圧潰しているのに対し、B部材では裂け（割れ）が発生している。この結果から、部材に用いている薄鋼板を一定以上の降伏伸びを発現できる状態にしておけば、最初の座屈部に割れが発生するまえに、次の座屈を発生させることができ、TS：980MPa以上の部材でも蛇腹状に圧潰できることを知見した。

[0020] 降伏伸びが発現できる状態の薄鋼板を用いた部材が、複数の座屈起点を発生し蛇腹状に圧潰する理由は現在のところ明確ではないが、以下のように推察できる。すなわち、部材に錘が最初に衝突する際に、部材中を応力波が伝播し、部材中に一定周期の応力分布が発生する。薄鋼板が降伏伸びを発生する状態である場合には、応力の高い部分のみが降伏（つまり、塑性変形）することにより、座屈起点が複数発生すると考えられる。一方、薄鋼板が降伏伸びを発生しない状態である場合には、応力の高い部分も低い部分も塑性変形することができ、塑性変形量の不均一が発生しがたいため、座屈起点が生じにくいと考えられる。

[0021] また、薄鋼板の段階で降伏伸びが発現できなくとも、薄鋼板を成形加工して自動車用衝突エネルギー吸収部材とした段階で、該部材が降伏伸びを発現できれば、同様の作用効果を得ることができる。本発明者らは、引張強さTS

: 980MPa以上の薄鋼板を成形加工後、所定の条件の熱処理を行うことで、部材の引張強さTS: 980MPa以上を維持しつつ、降伏伸びを発現できる状態とすることができることを見出した。

[0022] これらの知見から、本発明の第1実施形態は、引張強さTS: 980MPa以上、かつ、降伏伸びY-El: 2%以上の引張特性を有する薄鋼板を成形加工してなる自動車用衝突エネルギー吸収部材である。この部材によれば、最初の座屈部に割れが発生するまえに、次の座屈を発生させることができ、蛇腹状に圧潰できる。

[0023] また、本発明の第2実施形態は、薄鋼板を成形加工してなり、引張強さTS: 980MPa以上、かつ、降伏伸びY-El: 2%以上の引張特性を有する自動車用衝突エネルギー吸収部材である。この部材によれば、最初の座屈部に割れが発生するまえに、次の座屈を発生させることができ、蛇腹状に圧潰できる。

[0024] 本発明は、かかる知見に基づき完成されたものである。すなわち、本発明の要旨はつぎのとおりである。

[0025] (1) 薄鋼板を成形加工してなる自動車用衝突エネルギー吸収部材であって、

前記薄鋼板および前記自動車用衝突エネルギー吸収部材のうちの少なくとも一方が、引張強さTS: 980MPa以上、かつ、降伏伸びY-El: 2%以上の引張特性を有することを特徴とする自動車用衝突エネルギー吸収部材。

[0026] (2) 前記薄鋼板が、

質量%で、C: 0.05~0.30%、Si: 0.01~1.6%、Mn: 1.0~3.5%、P: 0.0060%以下、S: 0.0050%以下、Al: 0.01~1.5%、N: 0.0060%以下を含有し、残部Feおよび不可避不純物からなる組成と、

組織全体に対する体積率で、0~95%のフェライト相と、合計で5~100%の焼戻マルテンサイト相、焼戻ベイナイト相、ベイナイト相のうちの1種または2種以上とを含有し、残部が合計で0~5%のマルテンサイト相、残留オーステナイト相、パーライト、セメンタイトのうちの1種または2種以上からなる組織と、

引張強さTS：980MPa以上、かつ、降伏伸びY-El：2%以上の引張特性と、
を有する上記（1）に記載の自動車用衝突エネルギー吸収部材。

[0027] （3）前記自動車用衝突エネルギー吸収部材が、引張強さTS：980MPa以上、かつ、降伏伸びY-El：2%以上の引張特性を有する上記（1）に記載の自動車用衝突エネルギー吸収部材。

[0028] （4）前記自動車用衝突エネルギー吸収部材が、成形加工後200℃以上700℃未満の温度域で熱処理を施されたものである請求項3に記載の自動車用衝突エネルギー吸収部材。

[0029] （5）前記自動車用衝突エネルギー吸収部材が、
質量%で、C：0.05～0.30%、Si：0.01～1.6%、Mn：1.0～3.5%、P：0.060%以下、S：0.0050%以下、Al：0.01～1.5%、N：0.0060%以下を含有し、残部Feおよび不可避不純物からなる組成を有する上記（3）または（4）に記載の自動車用衝突エネルギー吸収部材。

[0030] （6）前記自動車用衝突エネルギー吸収部材が、組織全体に対する体積率で、0～80%のフェライト相と、合計で20～100%の焼戻マルテンサイト相、焼戻ベイナイト相およびベイナイト相のうちの1種または2種以上とを含有し、残部が合計で0～5%のマルテンサイト相、残留オーステナイト相、パーライト、セメンタイトのうちの1種または2種以上からなる組織を有する上記（3）～（5）のいずれか1項に記載の自動車用衝突エネルギー吸収部材。

[0031] （7）引張強さTS：980MPa以上の強度を有する薄鋼板を製造する工程と、
前記薄鋼板を成形加工して、自動車用衝突エネルギー吸収部材の形状とする工程と、

前記成形加工後に、前記自動車用衝突エネルギー吸収部材に対して、加熱温度：200℃以上700℃未満の温度域で50秒以上保持する熱処理を施して、前記自動車用衝突エネルギー吸収部材の引張特性を、引張強さTS：980MPa以上、かつ、降伏伸びY-El：2%以上とする工程と、
を有することを特徴とする自動車用衝突エネルギー吸収部材の製造方法。

[0032] (8) 前記薄鋼板が、

質量%で、C : 0.05~0.30%、Si : 0.01~1.6%、Mn : 1.0~3.5%、P : 0.060%以下、S : 0.0050%以下、Al : 0.01~1.5%、N : 0.0060%以下を含有し、残部Feおよび不可避不純物からなる組成を有する上記(7)に記載の自動車用衝突エネルギー吸収部材の製造方法。

発明の効果

[0033] 本発明の一実施形態による自動車用衝突エネルギー吸収部材は、引張強さTSが980MPa以上の高強度を有し、しかも衝突時の軸方向衝突エネルギー吸収能に優れる。また、本発明の一実施形態による自動車用衝突エネルギー吸収部材の製造方法によれば、引張強さTSが980MPa以上の高強度を有し、しかも衝突時の軸方向衝突エネルギー吸収能に優れた自動車用衝突エネルギー吸収部材を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0034] [図1]座屈後の部材外観状況を示す説明図である。A部材の出発鋼板Aでは、降伏伸びが4.3%、B部材の出発鋼板Bでは、降伏伸びが0%である。

[図2]実施例で使用した部材の断面形状を模式的に示す説明図である。

[図3]鋼板A (TS : 1249MPa、Y-El : 4.3%)、および鋼板B (TS : 1215MPa、Y-El : 0%) についての応力-ひずみ曲線である。

発明を実施するための形態

[0035] 以下、本発明をより詳細に説明する。本明細書において、自動車用衝突エネルギー吸収部材は単に「部材」と称することもある。

[0036] (第1実施形態)

以下に、本発明の第1実施形態による自動車用衝突エネルギー吸収部材を説明する。

[0037] まず、第1実施形態による自動車用衝突エネルギー吸収部材の構成について説明する。この部材は、薄鋼板を素材鋼板とし、該素材鋼板を所定形状に成形加工してなる部材である。ここでいう「所定形状」は、とくに限定する必要はないが、軸方向に衝突時のエネルギーを効率的に吸収することが可能

なような、円筒形状もしくは多角形断面形状とすることが好ましい。また、成形加工方法は、とくに限定する必要はなく、プレス成形、曲げ成形等、通常使用する加工方法がいずれも適用できる。

[0038] そして、素材鋼板となる薄鋼板としては、引張強さTS : 980MPa以上、かつ、降伏伸びY-El : 2 %以上の引張特性を有する薄鋼板を、選択して使用する。なお、本明細書において「薄鋼板」とは、板厚3.2mm以下の鋼板を言うものとする。

[0039] 素材鋼板の降伏伸びが2 %未満では、部材を軸方向に圧潰した際に、最初の座屈時に曲げ変形部（座屈部）に割れ（亀裂）が生じ、その後に蛇腹状に座屈が進展しないため、安定した軸圧潰とならず、所望の高衝突エネルギー吸収能を確保できない。降伏伸びY-Elが2 %以上である薄鋼板であれば、衝突エネルギー吸収部材に加工され、部材が軸圧潰された場合にも、座屈起点が複数形成され、安定して蛇腹状に軸圧潰するため、優れた衝突エネルギー吸収能を有する部材となる。なお、降伏伸びY-Elは、当該薄鋼板から採取した試験片（JIS 5号引張試験片：GL 50mm）を用いて、ひずみ速度：0.003～0.004/sで引張試験を実施して、JIS Z 2241の規定に準拠して求めるものとする。

[0040] なお、本実施形態において、薄鋼板は、特定の組成および組織を有し、引張強さTS : 980MPa以上、かつ、降伏伸びY-Elが2 %以上である引張特性を有する。素材鋼板の選択に際しては、当該薄鋼板から、JIS Z 2201の規定に準拠して試験片を採取し、JIS Z 2241の規定に準拠して引張試験を実施して、降伏伸びY-Elと、引張強さTSを測定するだけでよい。とくに、複雑な試験を行う必要はない。

[0041] つぎに、本実施形態の部材の製造方法について説明する。本実施形態では、薄鋼板を素材鋼板として用い、該素材鋼板にプレス成形、曲げ成形等の通常公知の成形加工を施して、所定の寸法形状の部材に加工し、自動車用衝突エネルギー吸収部材とする。

[0042] つぎに、本実施形態で用いる薄鋼板の組成について説明する。以下、組成

における質量％は、単に％で記す。

[0043] C : 0.05~0.30%

Cは、焼入れ性向上を介して硬質相分率を増加させ、鋼の強度を増加させる作用を有する元素である。所望の高強度を確保するためには、0.05%以上の含有を必要とする。一方、0.30%を超える含有は、スポット溶接性の著しい劣化や、曲げ特性の著しい低下を招く傾向となる。このため、Cは0.05~0.30%の範囲に限定した。なお、好ましくは0.22%以下である。

[0044] Si : 0.01~1.6%

Siは、固溶強化により強度向上に寄与するとともに、延性を向上させ、成形性を向上させる元素であり、部材成形がより容易となる。このような効果を得るためには0.01%以上の含有を必要とする。一方、1.6%を超えて含有すると、鋼板表面にSi酸化物が濃化し、化成処理不良や不めっきの原因ともなる。このため、Siは0.01~1.6%の範囲に限定した。なお、好ましくは0.1~1.0%である。

[0045] Mn : 1.0~3.5%

Mnは、強度向上に有効に寄与する。このような効果を得るためには、1.0%以上の含有を必要とする。一方、3.5%を超えて過度に含有すると、溶接性の低下が著しくなる。また、Mnは、鋼板表面に酸化物として濃化し、不めっきの原因ともなる。このようなことから、Mnは1.0~3.5%の範囲に限定した。なお、好ましくは1.5~2.8%である。

[0046] P : 0.060%以下

Pは、強度向上に寄与する一方で、溶接性を劣化させる。このような悪影響は、0.060%を超える含有で顕著となる。このため、Pは0.060%以下に限定した。なお、過度のP低減は、製鋼工程におけるコストの増加を伴うため、Pは0.001%以上とすることが好ましい。なお、好ましくは0.025%以下、より好ましくは0.015%以下である。

[0047] S : 0.0050%以下

Sは、赤熱脆性を引き起こす元素であり、多量に含有すると、製造工程上

不具合を生じる場合がある。また、SはMnSを形成し、冷間圧延後に板状の介在物として存在するため、特に材料の極限変形能を低下させ、成形性を低下させる。このようなSの悪影響は0.0050%を超える含有で顕著となる。このため、Sは0.0050%以下に限定した。なお、過度の低減は、製鋼工程における脱硫コストの増加を伴うため、Sは0.0001%以上とすることが好ましい。なお、好ましくは、0.0030%以下である。

[0048] Al : 0.01~1.5%

Alは、製鋼工程において脱酸剤として有効に作用し、また成形性を低下させる非金属介在物をスラグ中に分離する点からも有用な元素である。さらに、Alは、オーステナイト中にCを濃化させ、オーステナイトを安定化させる作用を有し、これにより、伸びおよびn値を向上させることにより成形性を向上させる。このような効果を得るには、0.01%以上の含有を必要とする。一方、1.5%を超える含有は、材料コストの増大を招くだけでなく、溶接性を著しく低下させる。このため、Alは0.01~1.5%の範囲に限定した。なお、好ましくは0.02~1.0%である。

[0049] N : 0.0060%以下

Nは、固溶して鋼の強度を増加させる元素であるが、多量の含有は延性を低下させる。フェライトを清浄化して延性を向上させるという観点から、Nは、できるだけ少ないほうが望ましいが、0.0060%以下であれば本発明の効果を損なわないため、Nは0.0060%以下に限定した。なお、過度の低減は製鋼コストの高騰を招くため、0.0001%以上とすることが好ましい。

[0050] 上記した成分以外の残部は、Feおよび不可避的不純物からなる。

[0051] 次に、薄鋼板の組織について説明する。薄鋼板の組織としては、組織全体に対する体積率で0~95%のフェライト相と、合計で5~100%の焼戻マルテンサイト相、焼戻ベイナイト相およびベイナイト相のうちの1種または2種以上を含有し、残部が合計で0~5%のマルテンサイト相、残留オーステナイト相、パーライト、セメンタイトのうちの1種または2種以上からなる組織とする。

- [0052] TS : 980MPa以上、かつ、降伏伸びY-El : 2 %以上を確保できる薄鋼板の組織としては、硬質相である、焼戻マルテンサイト相、焼戻ベイナイト相、ベイナイト相のうちの1種または2種以上を合計で5 %以上含有することが好ましく、これらを主たる組織とするが、フェライト相を体積率で0 ~ 95 %含んでもよい。フェライト相を含む場合には、フェライト相と硬質相との複合組織となるため、伸びや張り出し性が高くなり、特に伸び成形や張り出し成形が必要な部品を製造する場合に好適である。
- [0053] フェライト相の分率が体積率で95 %を超えると、TS : 980MPa以上を確保することが困難となる。そのため、フェライト相分率は、0 %を含む、95 %以下とする。なお、フェライト相の粒径は特に限定しないが、所望の降伏伸びを確保するという観点からは、細かいほうが好ましく、10 μ m以下とすることが好ましい。
- [0054] なお、上記した焼戻マルテンサイト相、焼戻ベイナイト相、ベイナイト相およびフェライト相以外の残部は、マルテンサイト相、残留オーステナイト相、パーライト、セメンタイトのうちの1種または2種以上を合計で、体積率で0 ~ 5 %含んでもよい。焼戻されていないマルテンサイト相は生成時に可動転位を導入し、また残留オーステナイト相は、変形開始応力が低いため降伏点が発生しがたく、所望の降伏伸びの確保に対して悪影響を及ぼす。そのため、いずれも0 %を含み2 %以下と、できるだけ少なくすることが望ましい。また、パーライト、セメンタイトは、延性を低下させる。このようなことから、含有する場合にはマルテンサイト相、残留オーステナイト相、パーライト、セメンタイトのうちの1種または2種以上を合計で、5 %以下とする。
- [0055] また、焼戻マルテンサイト相、焼戻ベイナイト相およびベイナイト相の平均粒径は、とくに限定する必要はないが、それぞれ10 μ m以下とすることが、降伏伸びの確保という観点から好ましい。さらに、マルテンサイト相、残留オーステナイト相、パーライトの平均粒径もとくに限定する必要はないが、降伏伸びの確保という観点からそれぞれ10 μ m以下とすることが好ましい。こ

こで、各相の平均粒径は、SEMにより500～3000倍で撮影した写真を用いて各相に分類したのち、おのこの相について切断法により、求めることができる。

[0056] また、フェライト相を極力少なくした組織とすれば、TS：980MPa以上を確保することが容易となるが、フェライト相を5%以下程度存在させることにより、伸びフランジ性や曲げ性に優れるため、特に伸びフランジ成形や曲げ成形が必要な部品を製造する場合に適する。

[0057] つぎに、本実施形態で用いる薄鋼板の好ましい製造方法について説明する。

[0058] 上記組成の鋼素材に、熱間圧延工程を施して薄熱延鋼板とするか、あるいは熱間圧延工程、冷間圧延工程、焼鈍工程をこの順に施し、薄鋼板とすることが好ましい。なお、その後必要に応じてめっきを施すことができる。

[0059] 鋼素材の製造方法は、とくに限定する必要はなく、転炉等の常用の溶製法を用いて、上記組成の溶鋼を溶製し、連続鋳造法、造塊一分塊圧延等の常用の鋳造方法により、所望の肉厚のスラブ（鋼素材）とする。なお、得られたスラブ（鋼素材）を、冷却後、再加熱したのち、あるいは鋳造後再加熱処理を経ずにそのまま、熱間圧延工程を施すことが好ましい。

[0060] 熱間圧延工程における加熱温度は、1000～1300℃とすることが好ましい。加熱温度が1000℃未満では、均質化が不十分となる。一方、1300℃を超えて高温となると、酸化ロスが顕著となり、歩留り低下を招くうえ、降伏伸びを発現させるための条件を制限されやすい。

[0061] 熱間圧延工程では、粗圧延、仕上圧延を施して熱延板とし、コイル状に巻き取る。

[0062] 粗圧延の条件は、所望の寸法形状のシートバーとすることができればよく、とくに限定する必要はない。また、仕上圧延は、仕上圧延終了温度を850～950℃とする圧延とすることが好ましい。仕上圧延終了温度が、上記した範囲を外れると、熱延板組織の均一化ができなくなり、伸び、曲げ特性などの加工性が低下する。

- [0063] 仕上圧延終了後、750℃までの温度範囲の平均冷却速度を5～200℃/秒とする冷却を施すことが好ましい。これにより、フェライト相とパーライト相の2相からなるバンド状組織の生成が抑制できる。
- [0064] 巻取温度は、350～650℃の範囲の温度とすることが好ましい。巻取温度が350℃未満では、鋼板強度が高くなりすぎて、次工程への通板や冷間圧延が困難となる。一方、650℃を超えると、鋼板表面に内部酸化層が過度に生成し、成形性が顕著に低下する。
- [0065] ついで、熱延板に酸洗を施した後、冷間圧延を行い、冷延板とする冷間圧延工程を施す。冷間圧延における冷延圧下率は、組織の微細化のために、30%以上とすることが望ましい。なお、冷間圧延負荷が大きき場合には熱延板を焼鈍して軟質化してもよい。また、冷延圧下率は、大きすぎると圧延荷重が大きくなり冷間圧延が困難となりやすいため、70%以下とすることが好ましい。
- [0066] ついで、冷延板に、焼鈍を施し、冷延焼鈍板とする焼鈍工程を施す。焼鈍工程では、焼鈍時のフェライトおよびオーステナイト分率を制御したのち、冷却して、最終的に得られるフェライト分率を最適化させ、冷却を行うことで、組織分率および組織の種類を制御する。
- [0067] 本実施形態では、焼鈍温度は750～900℃までとすることが好ましい。焼鈍温度が750℃未満では、冷延時の歪が残留して成形性が低下する。一方、900℃を超える高温では組織変化は小さく、コストアップの原因となる。
- [0068] なお、上記した焼鈍温度域に、10～600秒保持することが好ましい。保持時間が10秒未満では、冷延時の歪が残留し、成形性が低下する。一方、600秒を超える長時間焼鈍しても組織の変化はほとんど認められないうえ、焼鈍工程における生産性が低下する。
- [0069] 上記した焼鈍温度に保持したのち、200℃以下の温度域までの平均冷却速度は、1～2000℃/秒とすることが好ましい。平均冷却速度が1℃/秒未満では、冷却に長時間を要しコスト上昇を招く。一方、2000℃/秒を超える急速冷却を実現するには、多大な設備が必要となり、コスト上昇の要因となる。

なお、焼鈍温度からの冷却を350～500℃の温度域まで行い、ついで、350～500℃の温度域で10秒以上、好ましくは120秒以上保持したのち、室温まで冷却する過時効処理を施しても良い。

[0070] 過時効処理を行わない場合は、焼鈍冷却後に引き続き焼戻処理を行う。焼戻処理は、100～600℃の範囲の温度で可能であるが、降伏伸びY-El：2％以上を実現するためには、400℃以上では360秒以上、200℃以上400℃未満ではさらに長時間の900秒以上、行うことが好ましい。

[0071] なお、焼鈍工程の冷却中に、薄鋼板を溶融亜鉛浴に浸漬し、ガスワイピング等により亜鉛めっき付着量を調整したのち、あるいはさらに所定温度に加熱し、めっき層の合金化を行う合金化処理を行ってもよい。また、焼鈍工程後に、鋼板に亜鉛やニッケル等、自動車用鋼板に通常使用される電気めっきやスキンプラス圧延を施してもなんら問題ない。

[0072] 上記した工程を経て、得られる冷延鋼板は、引張強さTS：980MPa以上の高強度を有し、降伏伸びY-El：2％以上の薄鋼板である。

[0073] (第2実施形態)

以下に、本発明の第2実施形態による自動車用衝突エネルギー吸収部材およびその製造方法を説明する。

[0074] まず、第2実施形態による自動車用衝突エネルギー吸収部材の構成について説明する。この部材は、薄鋼板を素材鋼板とし、該素材鋼板を所定形状に成形加工してなる部材である。「所定形状」および成形加工方法については、第1実施形態と同様である。

[0075] そして、本実施形態で用いる薄鋼板は、部材作製後に、引張強さTS：980MPa以上、かつ、降伏伸びY-El：2％以上が確保できるものあればよく、特に限定されない。例えば、部材成形後、降伏伸びを確保するために、熱処理を施す場合は、熱処理後に2％以上の降伏伸びを確保できるものであれば、成形前の薄鋼板としては、降伏伸びは2％未満であってもよく、0％であってもよい。

[0076] 衝突時に安定して蛇腹状に圧潰して衝突エネルギーを吸収し、軸方向の衝

突エネルギー吸収能に優れた部材とするため、薄鋼板は部材作製後に、2%以上の降伏伸びY-Elを有することが必要となる。一方、部材成形の観点からは、素材である薄鋼板の降伏伸びは、低い方が望ましい。このため、本実施形態では、薄鋼板の降伏伸びY-Elは2%未満とすることが好ましい。なお、薄鋼板の引張強さTSは、部材作製後に980MPa以上の強度が確保できるように、980MPa以上とすることが好ましい。

[0077] 部材の降伏伸びY-Elが2%未満では、部材を軸方向に圧潰するに際し、最初の座屈時に曲げ変形部に割れ（亀裂）を生じ、その後に座屈が蛇腹状に進展しないため、部材の安定座屈を確保できなくなる。そのため、自動車用衝突エネルギー吸収部材として、衝突エネルギーを効率高く吸収することができなくなる。

[0078] なお、降伏伸びは、当該部材から採取した引張試験片を用いて、ひずみ速度：0.003～0.004/sで引張試験を実施して、JIS Z 2241の規定に準拠して求めるものとする。なお、試験片採取方向は部材の長手方向が試験片長手方向と平行に近くなる方向が好ましい。試験片採取位置および試験片形状は指定しないが、極力平行部長さ10mm以上、平行部幅2mm以上の試験片とし、平坦な部分から採取することが望ましい。

[0079] また、本実施形態の部材は、その組成、組織等をとくに限定する必要はないが、部材として980MPa以上の引張強さTSを確保するためには、該部材が第1実施形態と同様の組成を有することが好ましい。

[0080] つぎに、本実施形態の部材の好適な組織について説明する。本実施形態の部材は、上記した組成を有し、部材より切り出した引張試験片を用いた引張試験により得られた応力-ひずみ曲線において引張強さTS：980MPa以上、かつ、降伏伸びY-El：2%以上の引張特性を示す。

[0081] このような特性を有する部材は、組織全体に対する体積率で、0～80%のフェライト相と、合計で20～100%の焼戻マルテンサイト相、焼戻ベイナイト相およびベイナイト相のうちの1種または2種以上を含有し、残部が0～5%のマルテンサイト相、残留オーステナイト相、パーライト、セメンタイト

のうちの1種または2種以上からなる組織を有する。

- [0082] フェライト相分率が、体積率で80%を超えると、部材としてTS : 980MPaを確保することが困難となる。このため、フェライト相分率は80%以下とすることが好ましい。フェライト相の粒径はとくに限定する必要はないが、降伏伸びを2%以上確保するためには、10 μ m以下とすることが好ましい。なお、本実施形態は、フェライト相を含まない場合(0%)も含むものとする。
- [0083] フェライト相以外には、焼戻マルテンサイト相、焼戻ベイナイト相およびベイナイト相のうちの1種または2種以上を含有することが好ましい。焼戻マルテンサイト相、焼戻ベイナイト相およびベイナイト相は、いずれも硬質相であり、所望の部材強度(引張強さTS : 980MPa以上)を確保するために、合計で、体積率で20%以上含むことが望ましい。なお、焼戻マルテンサイト相および焼戻ベイナイト相、ベイナイト相は、炭化物析出を伴っているラス状の組織として観察されるが、焼戻マルテンサイト相、焼戻ベイナイト相およびベイナイト相は、顕微鏡下での形態が非常に似通っており、それぞれを体積率で厳密に区別することは難しいため、それらの合計量で扱うものとした。一方、焼き戻しされていないマルテンサイト相および残留オーステナイト相はいずれも炭化物析出を伴っていない。
- [0084] 所望の引張強さと降伏伸びとを兼備するためには、なかでもフェライト相と焼戻マルテンサイト相からなる組織とすることが好ましい。所望の引張強さを確保するためには、マルテンサイト相などの低温変態相を活用することが好ましいが、マルテンサイト相は組織中への可動転位や残留応力の導入により降伏伸びを低減させるため、降伏伸びY-Elを2%以上確保することは難しくなる。マルテンサイト相を焼戻した焼戻マルテンサイト相は、焼戻し時にマルテンサイト相中の固溶炭素が転位上に固着もしくは析出して可動転位が減少し、さらに残留応力も緩和されるため、所望の降伏伸びY-Elを確保しやすくなる。
- [0085] フェライト相、焼戻マルテンサイト相、焼戻ベイナイト相およびベイナイト相以外の残部は、マルテンサイト相、残留オーステナイト相、パーライト

、セメンタイトの1種または2種以上からなる。なおこれらは、合計で0～5%とすることが好ましい。しかし、2%以上の降伏伸びを確保するためには、マルテンサイト相、残留オーステナイト相はいずれもできるだけ少なくすることが望ましく、おのこの体積率で、2%以下とすることがより好ましい。また、パーライト、セメンタイトは、延性を低下させるため、成形性向上の観点からはできるだけ少なく、おのこの2%以下に制限することがより好ましい。

[0086] また、焼戻マルテンサイト相、焼戻ベイナイト相およびベイナイト相の平均粒径は、とくに限定する必要はないが、10 μ m以下とすることが、降伏伸びの確保の観点から好ましい。さらに、マルテンサイト相、残留オーステナイト相等の平均粒径もとくに限定する必要はないが、降伏伸びの確保の観点からそれぞれ10 μ m以下とすることが好ましい。ここで、各相の粒径とは、目視でそれぞれの相の領域を判断し、粒界もしくは異相境界を目視で判定して求めることができる粒径を意味する。

[0087] 本実施形態の部材は、好ましくは上記した組成と上記した組織を有し、部材より切り出した引張試験片を用いた引張試験により得られた応力-ひずみ曲線において引張強さTS：980MPa以上、かつ、降伏伸びY-El：2%以上の引張特性を示し、軸方向の衝突エネルギー吸収能に優れた部材である。

[0088] 次に、本実施形態の部材の好ましい製造方法について説明する。本実施形態の部材は、素材鋼板に成形加工してなる部材である。素材鋼板が、好ましくは上記した組成を有し、引張強さTS：980MPa以上である薄鋼板である場合には、素材鋼板に成形加工を施して所定形状の部材とし、該成形加工後に、該部材に対して、加熱温度：200℃以上700℃未満の温度域に加熱し、該温度域で50秒以上保持する熱処理を施すことが好ましい。より好ましくは100秒以上である。なお、熱処理の際には、部材の変形を防止するために、金型等で固定しておいてもよい。

[0089] 上記熱処理により、TS：980MPa以上の高強度を保持しつつ、部材中のCを成形加工時に導入された転位に固着させ、降伏伸びを発現させることができ

、部材のいずれの部分でも降伏伸びが発現するようになる。これにより、部材の圧潰時に、多数の座屈起点が発生しやすくなり、部材を安定して蛇腹状に圧潰しやすくなる。

[0090] 熱処理の加熱温度が、700℃以上の高温となると、部材の強度が低下しやすく、TS：980MPa以上の高強度を保持できなくなる。この点から、熱処理の加熱温度は低温とすることが好ましいが、200℃未満では、部材中Cの拡散速度（移動速度）が遅く、成形加工時に導入した転位を十分に固着するまで長時間を要する。このため、熱処理の加熱温度は200℃以上700℃未満に限定した。なお、好ましくは250℃以上600℃以下である。なお、亜鉛めっきを施した鋼板では、めっき性状の観点から、500℃以下の低温とすることが好ましい。

[0091] また、上記熱処理の加熱温度における保持時間は50秒以上とすることが好ましい。保持時間が50秒未満では、成形加工時に導入した転位を十分に固着することができない。より好ましくは100秒以上、さらに好ましくは300秒以上、1800秒以下である。

[0092] つぎに、本実施形態で用いる、好ましくは引張強さ：980MPa以上を有する薄鋼板の好ましい製造方法について説明する。

[0093] 好ましくは上記した組成の鋼素材に、熱間圧延工程、冷間圧延工程、焼鈍工程をこの順に施して、引張強さTSが980MPa以上の高強度薄鋼板とする。

[0094] 鋼素材の製造方法は、とくに限定する必要はない

[0095] 熱間圧延工程における加熱温度は、特に限定しないが、好ましい範囲は第1実施形態と同様である。

[0096] 熱間圧延工程では、粗圧延、仕上圧延を施して熱延板とし、コイル状に巻き取る。条件は特に限定しないが、好ましい範囲は第1実施形態と同様である。

[0097] ついで、熱延板に酸洗を施した後、冷間圧延を行い、冷延板とする冷間圧延工程を施す。条件は特に限定しないが、好ましい範囲は第1実施形態と同様である。

[0098] ついで、冷延板に、焼鈍を施し、冷延焼鈍板とする焼鈍工程を施す。焼鈍

工程では、焼鈍時のフェライトおよびオーステナイト分率を制御したのち、冷却する。焼鈍温度、保持時間、平均冷却速度、および過時効処理の条件は、特に限定しないが、好ましい範囲は第1実施形態と同様である。

[0099] また、焼鈍冷却後に焼戻し処理を行ってもよい。焼戻し処理は100～600℃の温度域の温度で、5～1800秒保持する処理とすることが好ましい。さらに好ましくは、400℃以上、60秒以上である。

[0100] めっき層の合金化処理等の追加の処理をしてもよいことについては、第1実施形態と同様である。

実施例

[0101] (第1の実施例)

以下に、本発明の第1実施形態に関する実施例を示す。

[0102] 表1に示す組成、表3に示す引張特性を有する薄鋼板を用意した。なお、これら薄鋼板は、つぎのような工程を経て製造されたものである。表1に示す組成の溶鋼を溶製し、鑄造して肉厚：300mmのスラブ（鋼素材）とした。ついで、これらスラブを、表2に示す加熱温度に加熱したのち、表2に示す条件で仕上圧延を含む熱間圧延を施したのち、表2に示す条件で冷却し、表2に示す巻取温度で巻き取り、熱延板（板厚：2.4mm）とした。ついで、得られた熱延板に、表2に示す冷延圧下率で冷間圧延を施し冷延板（板厚：1.2mm）とした。ついで、これら冷延板に表2に示す条件で焼鈍処理を施した。

[0103] 得られた薄鋼板（冷延焼鈍板）について、組織観察、引張試験を実施した。試験方法は次のとおりとした。

[0104] (1) 組織観察

得られた薄鋼板から、組織観察用試験片を採取し、圧延方向に平行な板厚方向断面を研磨し、3vol%ナイトール液で腐食し、走査型電子顕微鏡（倍率：500～5000倍）を用いて、板厚1/4位置の組織を観察し、撮像した。得られた組織写真を用いて、組織の同定および体積率、平均結晶粒径を求めた。

[0105] フェライト相の平均粒径は、撮像した組織写真を用いて切断法で測定した。また、フェライト相の体積率は、撮像した組織写真を用い市販の画像処理

ソフト（Paint Shop Pro Ver.9、コーレルコーポレーション社製）により、フェライト相と第二相を二値化し、フェライト相分率を測定し、これをフェライト相の体積率とした。

[0106] 第二相である焼戻マルテンサイト相、焼戻ベイナイト相およびベイナイト相、パーライト、セメンタイトは、撮像した組織写真について目視により分類し、前記画像処理ソフトにより体積率を求めた。なお、ベイナイト相、焼戻マルテンサイト相、焼戻ベイナイト相は、それぞれの体積率を正確に測定することが困難なため、合計量で求めた。

[0107] また、残留オーステナイト相の体積率は、X線回折法を用いて測定した。鋼板を板厚1/4位置まで研削した後、化学研磨によりさらに0.1mm研磨した面について、X線回折装置でMoの $K\alpha$ 線を用いて、fcc鉄の(200)、(220)、(311)面とbcc鉄の(200)、(211)、(220)面の積分強度を測定し、これらから、残留オーステナイトの体積率を求めた。全体（100%）から、上記した組織を差し引いた残りの体積率を、マルテンサイトの体積率とした。

[0108] （2）引張試験

得られた薄鋼板から、JIS Z 2201に準拠して、圧延方向と90° の方向を長手方向（引張方向）とするJIS 5号試験片を採取し、引張速度10mm/min. で引張試験を実施し、JIS Z 2241に準拠して、引張特性（引張強さおよび降伏伸び）を測定した。得られた結果を表3に示す。

[0109] [表1]

表1

鋼No.	化 学 成 分 （質量%）						
	C	Si	Mn	P	S	Al	N
A	0.13	1.40	1.95	0.02	0.0013	0.025	0.0021
B	0.12	0.94	2.12	0.02	0.0013	0.025	0.0021
C	0.18	0.58	2.37	0.01	0.0029	0.034	0.0014
D	0.08	0.20	2.58	0.03	0.0022	0.019	0.0025
E	0.25	0.02	1.61	0.02	0.0030	0.024	0.0025

[0110] [表2]

表2

鋼板 No.	鋼 No.	板厚 (mm)	熱間圧延工程				冷延	焼鈍工程						
			加熱温度 (°C)	仕上圧延 終了温度 (°C)	仕上圧延 終了後の 平均冷却 速度 (°C/秒)	巻取り 温度 (°C)		焼鈍			過時効		焼戻	
								温度 (°C)	保持時間 (秒)	冷却速度 (°C/秒)	温度 (°C)	保持時間 (秒)	温度 (°C)	時間 (秒)
1	A	1.2	1200	900	50	600	45	830	90	1000	—	—	400	600
2	B	1.2	1150	880	30	570	40	800	180	30	—	—	400	400
3	C	1.2	1250	950	70	500	35	850	60	15	400	150	—	—
4	C	1.2	1250	950	70	500	35	850	60	15	400	450	—	—
5	C	1.2	1250	950	70	500	35	880	60	100	—	—	350	1000
6	D	1.2	1100	920	20	620	50	870	120	1000	—	—	250	1800
7	E	1.2	1200	950	50	600	35	830	240	1000	—	—	300	1200
8	A	1.2	1200	900	50	600	45	830	90	1000	—	—	—	—

[0111] [表3]

表3

鋼板 No.	鋼 No.	組 織							引張特性		備 考
		種類*	フェライト相		T相		その他相		引張強さ TS (MPa)	降伏伸び Y-EI (%)	
			分率 (体積%)	平均粒径 (μm)	分率 (体積%)	平均粒径 (μm)	分率 (体積%)	平均粒径 (μm)			
1	A	F+T	46	7.2	54	4.3	—	—	985	2	適合例
2	B	F+T	43	5.6	57	5.2	—	—	1028	2.9	適合例
3	C	F+T+γ+M	62	1.5	2	1.3	γ:13 M:23	γ:0.5 M:1.9	1052	1.0	比較例
4	C	F+T+γ+M	3	2.6	95	5.6	γ:0.8 M:1	γ:0.8 M:1.3	1006	2.7	適合例
5	C	F+T+γ	2	2.6	97	5.6	γ:1	γ:0.8	1043	2.2	適合例
6	D	T	—	—	100	8.9	—	—	1035	4.2	適合例
7	E	T	—	—	100	5.6	—	—	999	5.6	適合例
8	A	F+M	46	7.2	—	—	M:54	M:4.3	1215	0	比較例

*)F:フェライト、T:焼戻マルテンサイト、焼戻ベイナイト、ベイナイトの合計、 γ :残留オーステナイト、M:マルテンサイト

[0112] これらの薄鋼板を素材鋼板として、曲げ成形により、図2に示す断面形状の部材を作製し、軸圧潰試験を実施した。試験方法はつぎのとおりである。

[0113] (3) 軸圧潰試験

各部材に、軸方向に時速50km相当の速度で、110kgfの錘を衝突させ、160mmまで圧潰した。圧潰後、部材の変形状態を目視で確認するとともに、所定の圧潰量までの吸収エネルギーを算出した。なお、本発明例は、素材鋼板として、引張強さTS:980MPa以上で、降伏伸びY-EI:2%以上である薄鋼板を使用した。一方、比較例は、引張強さTS:980MPa以上で、降伏伸びY-EI:2%未満の薄鋼板を使用した。得られた結果を表4に示す。

[0114]

[表4]

表4

部材 No.	鋼板 No.	軸圧潰試験		備 考
		圧潰後の 変形状態	吸収 エネルギー (kJ)	
1	1	蛇腹状	9.1	本発明例
2	2	蛇腹状	8.9	本発明例
3	3	裂け	6.4	比較例
4	4	蛇腹状	8.3	本発明例
5	5	蛇腹状	9.0	本発明例
6	6	蛇腹状	8.6	本発明例
7	7	蛇腹状	8.2	本発明例
8	8	裂け	6.2	比較例

[0115] 本発明例はいずれも、軸方向に安定座屈し、蛇腹状に圧潰変形しており、しかも、衝突時の吸収エネルギーも7.5kJ以上と高くなっており、衝突エネルギー吸収能が優れた部材となっている。一方、本発明の範囲を外れる比較例は、部材の軸方向の圧潰に際し、折れが生じ、蛇腹状に圧潰変形しておらず、衝突時の吸収エネルギーも7.5kJ未満で、衝突エネルギー吸収能が低い部材となっている。

[0116] (第2の実施例)

以下に、本発明の第2実施形態に関する実施例を示す。

[0117] 表5に示す組成の溶鋼を溶製し、鑄造して肉厚：300mmのスラブ（鋼素材）とした。これらスラブを用いて、熱間圧延、冷間圧延、焼鈍の各工程を経て、薄鋼板（冷延焼鈍板）とした。得られた薄鋼板の引張特性を表5に併記して示す。

[0118] これらの薄鋼板を素材鋼板として、曲げ成形により、図2に示す断面形状の部材を作製した。なお、部材の作製においては、薄鋼板の圧延方向が部材の軸方向になるようにした。

[0119] 次に、得られた部材に、表6に示す条件で熱処理を施した。

[0120] ついで、熱処理を施された部材について、軸圧潰試験を実施した。また、得られた部材の平面部より、軸方向が引張方向となるようにJIS 5号引張試験片を採取し、JIS Z 2241の規定に準拠して引張試験を実施した。また、部材の組織観察を行った。試験方法はつぎのとおりとした。

[0121] (1) 軸圧潰試験

各部材に、軸方向に時速50km相当の速度で、110kgfの錘を衝突させ、160mmまで圧潰した。圧潰後、部材の変形状態を目視で確認するとともに、所定の圧潰量までの吸収エネルギーを算出した。

[0122] (2) 引張試験

得られた部材の平面部から、JIS Z 2201の規定に準拠して、引張方向が軸方向となるようにJIS 5号試験片を採取し、引張速度：10mm/min.で引張試験を実施し、JIS Z 2241の規定に準拠して、引張特性（引張強さおよび降伏伸び）を測定した。

[0123] (3) 組織観察

得られた部材の平面部から、組織観察用試験片を採取し、第1の実施例に記載した方法と同じ方法で、組織の同定および体積率、平均結晶粒径を求めた。

[0124] 得られた結果を表7に示す。

[0125] [表5]

表5

鋼No.	化 学 成 分 （質量%）							引 張 特 性	
	C	Si	Mn	P	S	Al	N	引張強さ TS (MPa)	降伏伸び Y-El (%)
A	0.13	1.37	2.02	0.02	0.0013	0.025	0.0021	1215	0
B	0.11	0.90	1.52	0.01	0.0034	0.032	0.0021	1324	0
C	0.08	0.32	3.41	0.02	0.0015	0.021	0.0031	1092	0
D	0.09	0.20	1.71	0.03	0.0022	0.019	0.0025	1124	0
E	0.19	1.14	2.25	0.02	0.0024	0.031	0.0011	1296	0
F	0.26	0.03	2.03	0.01	0.0009	0.024	0.0022	1165	1.0

[0126]

[表6]

表6

部材 No.	鋼板 No.	板厚 (mm)	熱 処 理 条 件			備 考
			加熱温度 (°C)	保持時間 (秒)	冷却速度 (°C/秒)	
1	A	1.2	450	600	5	本発明例
2	B	1.2	400	150	30	本発明例
3	C	1.2	250	60	15	本発明例
4	D	1.2	300	60	1000	本発明例
5	E	1.2	400	300	30	本発明例
6	E	1.2	550	120	50	本発明例
7	E	1.2	<u>720</u>	<u>30</u>	1000	比較例
8	E	1.2	<u>900</u>	180	1000	比較例
9	A	1.2	<u>170</u>	1200	30	比較例
10	F	1.2	350	100	1000	本発明例

[0127]

[表7]

表7

部材 No.	鋼板 No.	組 織						引張特性		軸圧潰性		備 考	
		種類*	フェライト相		T相		その他相		引張強さ TS (MPa)	降伏伸び Y-El (%)	吸収 エネルギー ギ一 (kJ)		圧潰後の 変形状態
			分率 (体積%)	平均粒径 (μm)	分率 (体積%)	平均粒径 (μm)	分率 (体積%)	平均粒径 (μm)					
1	A	F+T	51	6.9	49	4.1	—	—	1007	3.7	8.3	蛇腹状	本発明例
2	B	F+T	15	5.2	85	5	—	—	1084	3.1	8.7	蛇腹状	本発明例
3	C	F+T+γ+M	6	3.5	90	9.7	γ:2 M:2	γ:0.6 M:6.9	1101	2.1	9.3	蛇腹状	本発明例
4	D	T	—	—	100	6.8	—	—	992	3.1	8.6	蛇腹状	本発明例
5	E	F+T+γ+M	46	3.9	51	3.2	γ:1 M:2	γ:1.0 M:2.8	1064	2.2	8.6	蛇腹状	本発明例
6	E	F+T+γ	46	3.7	52	3	γ:2	γ:1.0	1001	3.2	8.3	蛇腹状	本発明例
7	E	F+T	50	—	50	6.7	—	—	861	5.3	6.8	蛇腹状	比較例
8	E	T+M	—	—	4	10.6	M:95 γ:1	γ:1.5	1523	0	5.2	裂け	比較例
9	A	F+T	50	7.3	50	4.4	—	—	1186	1.1	6.2	裂け	比較例
10	F	T	—	—	100	4.8	—	—	998	3.4	8.5	蛇腹状	本発明例

*) F: フェライト、T: 焼戻マルテンサイト、焼戻ベイナイト、ベイナイトの合計、 γ : 残留オーステナイト、M: マルテンサイト

[0128] 本発明例はいずれも、引張強さTS 980MPa以上の高強度と降伏伸びが2%以上を有し、軸方向に安定座屈し、蛇腹状に圧潰変形し、しかも、衝突時の吸

収エネルギーも7.5kJ以上と高く、優れた衝突エネルギー吸収能を有する部材となっている。一方、本発明の範囲を外れる比較例は、軸方向の圧潰に際し、折れが生じ、しかも衝突時の吸収エネルギーも7.5kJ未満と、衝突エネルギー吸収能が低い部材となっている。

産業上の利用可能性

[0129] 本発明では、引張強さTS：980MPa以上であっても、衝突時に安定して蛇腹状に圧潰して衝突エネルギーを吸収し、軸方向の衝突エネルギー吸収能に優れた自動車用衝突エネルギー吸収部材を得ることができ、産業上格段の効果を奏する。また、本発明の自動車用衝突エネルギー吸収部材をフロントフレームやリアフレーム等として用いることで、自動車車体の軽量化に寄与することができる。

請求の範囲

[請求項1] 薄鋼板を成形加工してなる自動車用衝突エネルギー吸収部材であって、

前記薄鋼板および前記自動車用衝突エネルギー吸収部材のうちの少なくとも一方が、引張強さTS：980MPa以上、かつ、降伏伸びY-El：2％以上の引張特性を有することを特徴とする自動車用衝突エネルギー吸収部材。

[請求項2] 前記薄鋼板が、

質量％で、

C：0.05～0.30％、

Si：0.01～1.6％、

Mn：1.0～3.5％、

P：0.060％以下、

S：0.0050％以下、

Al：0.01～1.5％、

N：0.0060％以下

を含有し、残部Feおよび不可避不純物からなる組成と、

組織全体に対する体積率で、0～95％のフェライト相と、合計で5～100％の焼戻マルテンサイト相、焼戻ベイナイト相、ベイナイト相のうちの1種または2種以上とを含有し、残部が合計で0～5％のマルテンサイト相、残留オーステナイト相、パーライト、セメンタイトのうちの1種または2種以上からなる組織と、

引張強さTS：980MPa以上、かつ、降伏伸びY-El：2％以上の引張特性と、

を有する請求項1に記載の自動車用衝突エネルギー吸収部材。

[請求項3] 前記自動車用衝突エネルギー吸収部材が、引張強さTS：980MPa以上、かつ、降伏伸びY-El：2％以上の引張特性を有する請求項1に記載の自動車用衝突エネルギー吸収部材。

[請求項4] 前記自動車用衝突エネルギー吸収部材が、成形加工後200℃以上700℃未満の温度域で熱処理を施されたものである請求項3に記載の自動車用衝突エネルギー吸収部材。

[請求項5] 前記自動車用衝突エネルギー吸収部材が、
質量%で、

C : 0.05~0.30%、

Si : 0.01~1.6%、

Mn : 1.0~3.5%、

P : 0.060%以下、

S : 0.0050%以下、

Al : 0.01~1.5%、

N : 0.0060%以下

を含有し、残部Feおよび不可避不純物からなる組成を有する請求項3または4に記載の自動車用衝突エネルギー吸収部材。

[請求項6] 前記自動車用衝突エネルギー吸収部材が、組織全体に対する体積率で、0~80%のフェライト相と、合計で20~100%の焼戻マルテンサイト相、焼戻ベイナイト相およびベイナイト相のうちの1種または2種以上とを含有し、残部が合計で0~5%のマルテンサイト相、残留オーステナイト相、パーライト、セメンタイトのうちの1種または2種以上からなる組織を有する請求項3~5のいずれか1項に記載の自動車用衝突エネルギー吸収部材。

[請求項7] 引張強さTS : 980MPa以上の強度を有する薄鋼板を製造する工程と、
前記薄鋼板を成形加工して、自動車用衝突エネルギー吸収部材の形状とする工程と、

前記成形加工後に、前記自動車用衝突エネルギー吸収部材に対して、加熱温度 : 200℃以上700℃未満の温度域で50秒以上保持する熱処理を施して、前記自動車用衝突エネルギー吸収部材の引張特性を、引張強さTS : 980MPa以上、かつ、降伏伸びY-El : 2%以上とする工程と、

を有することを特徴とする自動車用衝突エネルギー吸収部材の製造方法。

[請求項8]

前記薄鋼板が、
質量%で、
C : 0.05~0.30%、
Si : 0.01~1.6%、
Mn : 1.0~3.5%、
P : 0.060%以下、
S : 0.0050%以下、
Al : 0.01~1.5%、
N : 0.0060%以下

を含有し、残部Feおよび不可避不純物からなる組成を有する請求項7
に記載の自動車用衝突エネルギー吸収部材の製造方法。

[図1]

FIG. 1

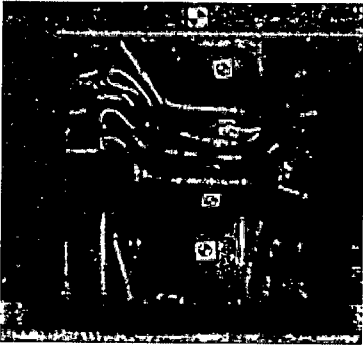
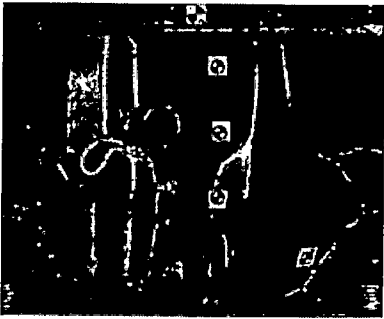
圧潰量	(a) A材 (降伏伸びあり)	(b) B材 (降伏伸びなし)
50mm	 平面部に座屈起点が 複数生成	 平面部に座屈起点が 一つのみ生成
160mm	蛇腹状 	裂け 

FIG. 2

[図2]

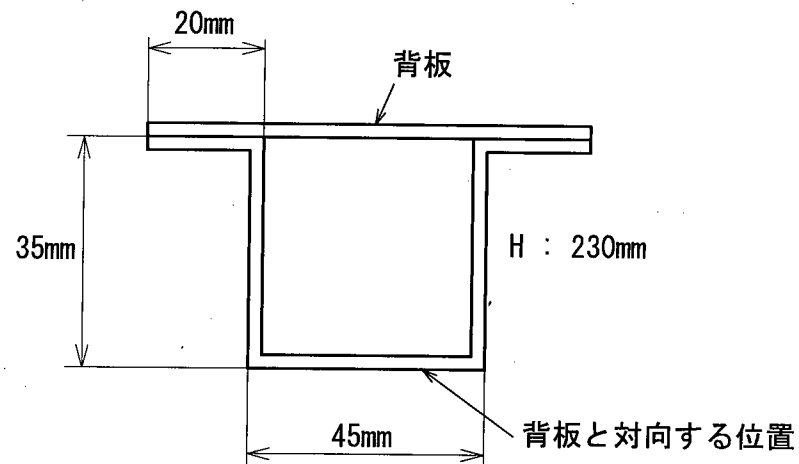
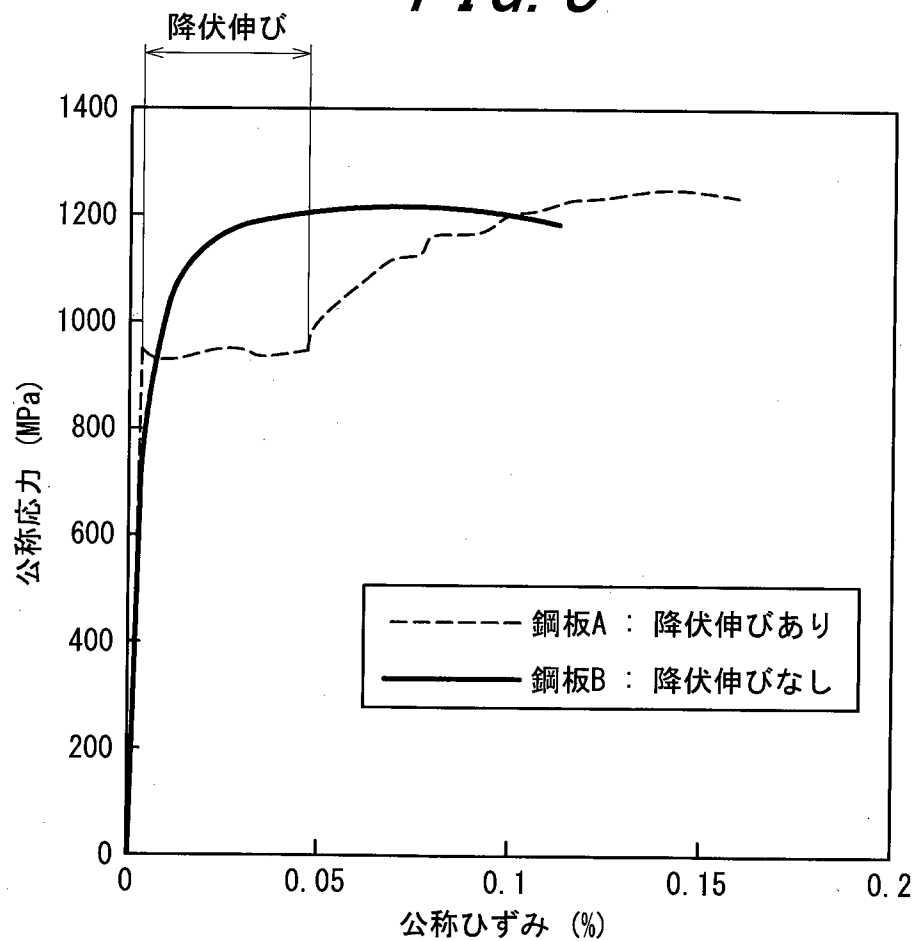


FIG. 3

[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/080734

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C22C38/00(2006.01)i, B62D25/20(2006.01)i, C22C38/06(2006.01)i, F16F7/00(2006.01)i, F16F7/12(2006.01)i, C21D9/46(2006.01)n

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)

C22C1/00-49/14, B62D25/20, F16F7/00, F16F7/12, C21D9/46

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2014 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2014

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.
X A	JP 61-157625 A (Nippon Steel Corp.), 17 July 1986 (17.07.1986), claims; Prior Art; examples; tables 1, 3 (Family: none)	1, 3 2, 4-8
A	JP 2012-167328 A (JFE Steel Corp.), 06 September 2012 (06.09.2012), (Family: none)	1-8
A	JP 2010-106323 A (Kobe Steel, Ltd.), 13 May 2010 (13.05.2010), & US 2010/0108200 A1 & EP 2182080 A1 & KR 10-2010-0048916 A & CN 101724776 A	1-8
A	JP 2008-261046 A (Kobe Steel, Ltd.), 30 October 2008 (30.10.2008), & KR 10-2008-0085739 A & CN 101270437 A	1-8

☒ 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
06 February, 2014 (06.02.14)

Date of mailing of the international search report
18 February, 2014 (18.02.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/080734

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2004-277789 A (JFE Steel Corp.), 07 October 2004 (07.10.2004), (Family: none)	1-8
A	JP 2000-212680 A (Kawasaki Steel Corp.), 02 August 2000 (02.08.2000), (Family: none)	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. C22C38/00(2006.01)i, B62D25/20(2006.01)i, C22C38/06(2006.01)i, F16F7/00(2006.01)i, F16F7/12(2006.01)i, C21D9/46(2006.01)n			
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（I P C）） Int.Cl. C22C1/00-49/14, B62D25/20, F16F7/00, F16F7/12, 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 日本国公開実用新案公報 日本国実用新案登録公報 日本国登録実用新案公報 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 1 9 7 1 - 2 0 1 4 年 1 9 9 6 - 2 0 1 4 年 1 9 9 4 - 2 0 1 4 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	
X A	JP 61-157625 A（新日本製鐵株式会社）1986.07.17, 特許請求の範囲、従来技術、実施例、第1表、第3表 （ファミリーなし）	1, 3 2, 4 - 8	
A	JP 2012-167328 A（J F E スチール株式会社）2012.09.06, （ファミリーなし）	1 - 8	
A	JP 2010-106323 A（株式会社神戸製鋼所）2010.05.13, & US 2010/0108200 A1 & EP 2182080 A1 & KR 10-2010-0048916 A	1 - 8	
☒ 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矛盾するものではなく、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 0 6 . 0 2 . 2 0 1 4		国際調査報告の発送日 1 8 . 0 2 . 2 0 1 4	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / J P） 郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官（権限のある職員） 河野 一夫 電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 3 5	4 K 9 8 3 3

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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
	& CN 101724776 A	
A	JP 2008-261046 A (株式会社神戸製鋼所) 2008.10.30, & KR 10-2008-0085739 A & CN 101270437 A	1 - 8
A	JP 2004-277789 A (JFEスチール株式会社) 2004.10.07, (ファミリーなし)	1 - 8
A	JP 2000-212680 A (川崎製鉄株式会社) 2000.08.02, (ファミリーなし)	1 - 8