

(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9月12日(12.09.2014)



(10) 国際公開番号

WO 2014/136348 A1

- (51) 国際特許分類:
C22C 38/00 (2006.01) C21D 9/30 (2006.01)
C21D 9/00 (2006.01) C22C 38/60 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/083439
- (22) 国際出願日: 2013年12月13日(13.12.2013)
- (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 2013-045234 2013年3月7日(07.03.2013) JP
- (71) 出願人: 新日鐵住金株式会社(NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 西谷 成史(NISHITANI, Shigefumi); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内 Tokyo (JP). 高須賀 幹(TAKASUGA, Motoki); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内 Tokyo (JP). 松本 斉(MATSUMOTO, Hitoshi); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内 Tokyo (JP). 長谷川 達也(HASEGAWA, Tatsuya); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内 Tokyo (JP). 祐谷 将人(YUYA, Masato); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 千原 清誠, 外(CHIHARA, Kiyosei et al.); 〒5300057 大阪府大阪市北区曽根崎2丁目5番10号 知財総合事務所プライタス Osaka (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, 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))

(54) Title: UNTEMPERED SOFT-NITRIDED COMPONENT

(54) 発明の名称: 非調質型軟窒化部品

(57) Abstract: An untempered soft-nitrided component in which the base steel material has a chemical composition containing, in terms of mass%, 0.25-0.40% C, 0.10-0.35% Si, 2.0-2.8%, excluding 2.0%, Mn, 0.0030-0.0250% N, 0-1.0% Cu, 0-0.3% Mo, 0-0.5% Ni, and 0-0.020% Ti, with the remainder comprising Fe and impurities, the contents of P, S, Al, and Cr of the impurities being 0.08% or less, 0.10% or less, 0.05% or less, and less than 0.20%, respectively. In the untempered soft-nitrided component, the Vickers hardness at a depth of 0.05 mm from the surface is 400-480, the Vickers hardness at a depth of 1.0 mm from the surface is 200 or higher, and the stress concentration part has a compound layer depth of 5 μm or less. This untempered soft-nitrided component has excellent straightenability and high fatigue strength.

(57) 要約: 生地鋼材の化学組成が、質量%で、C: 0.25~0.40%、Si: 0.10~0.35%、Mn: 2.0%を超えて2.8%以下、N: 0.0030~0.0250%、Cu: 0~1.0%、Mo: 0~0.3%、Ni: 0~0.5%、Ti: 0~0.020%、残部: Feおよび不純物であり、不純物中のP、S、AlおよびCrが、P: 0.08%以下、S: 0.10%以下、Al: 0.05%以下およびCr: 0.20%未満である非調質型軟窒化部品であって、表面から0.05mm位置のビッカース硬さが400~480であり、表面から1.0mm位置のビッカース硬さが200以上であり、かつ応力集中部の化合物層深さが5μm以下である非調質型軟窒化部品。この非調質型軟窒化部品は、優れた曲げ矯正性と高い疲労強度を有する。

WO 2014/136348 A1

明 細 書

発明の名称：非調質型軟窒化部品

技術分野

[0001] 本発明は、非調質型軟窒化部品に関する。より詳しくは、自動車、産業機械および建設機械などに用いられるクランクシャフト、コネクティングロッドなどのように、所要の形状に鍛造および機械加工した後で、焼入れ－焼戻しの調質処理を行うことなく、軟窒化処理を施して製造される、高い曲げ疲労強度と優れた曲げ矯正性を有する非調質型軟窒化部品に関する。さらに詳しくは、優れた曲げ矯正性と曲げ疲労試験において750MPa以上の高い曲げ疲労強度を有する非調質型軟窒化部品に関する。

[0002] なお、「非調質型軟窒化部品」とは、機械加工後に、いわゆる「調質処理」である「焼入れ－焼戻し処理」を受けることなく軟窒化処理が施された部品を指す。以下の説明においては、上記の「軟窒化処理が施された部品」を単に「軟窒化部品」と称する。

背景技術

[0003] 高い疲労強度、耐摩耗性などが要求される自動車部品の製造では、鍛造と機械加工の後に表面硬化処理である高周波焼入れ処理、軟窒化処理などの処理が行われることが多い。

[0004] 上記の「軟窒化処理」は、 A_1 変態点以下の温度で窒素と炭素を拡散浸透処理するものであり、熱処理温度が低く、「高周波焼入れ処理」に比べて熱処理歪が小さいことを大きな特徴としている。軟窒化処理を施した部品の表層には、ナイトールで腐食すると白く観察される「化合物層」(Fe_3N 等の窒化物が析出した層)が形成される。上記の化合物層と生地(母材)の間には「拡散層」が形成される。

[0005] 軟窒化処理は、その熱処理歪は、小さいものの、皆無とはならず、少なからず寸法精度に悪影響を及ぼす。特に、回転軸部品であるクランクシャフトなどにおいては、寸法精度の低下は軽微であっても問題となる。したがって

、軟窒化処理後に曲げ矯正を行って寸法精度を高める必要がある。

[0006] ところが、軟窒化部品に曲げ矯正を行なうと表層から亀裂が発生する場合がある。このため、クランクシャフトのような軟窒化部品には、曲げ疲労強度の高いことに加えて、曲げ矯正を行なった場合にも亀裂が生じないこと、すなわち、曲げ矯正性に優れることも要求される。

[0007] なお、以下の説明においては、上記の軟窒化部品を「クランクシャフト」で代表させて説明することがある。

[0008] 近年、環境に対する配慮が要求されるようになって、エンジンの主要部品であるクランクシャフトも例外なく軽量小型化が志向され、例えば、750 MPa以上という極めて高い曲げ疲労強度が要求されるようになっている。

[0009] さらに、低コスト化、省資源化などの理由からも、製造時に「焼入れ－焼戻し処理」（調質処理）を施さない非調質型クランクシャフトに対する要望も大きくなっている。

[0010] なお、非調質型のクランクシャフトに上記の750 MPa以上という曲げ疲労強度を確保させるためには、部品表面から0.05 mm位置の硬さ（以下、「表層硬さ」ということがある。）を軟窒化処理後に少なくともビッカース硬さ（以下、「HV硬さ」という。）で400以上とする必要がある。

[0011] しかしながら、クランクシャフトの表面から0.05 mm位置のHV硬さを400以上とした場合には、曲げ矯正を行なうと表層に亀裂が発生する。このようなクランクシャフトに曲げ疲労試験を実施すると、その亀裂を起点として疲労破壊が生じる。

[0012] しかも、上述のとおり、クランクシャフトにもさらなる軽量化への要求が大きくなっており、クランクシャフト形状の設計にもこれまで以上の自由度が求められている。そのため、クランクシャフト用鋼材には、軟窒化時に従来よりも大きな曲がりが生じやすい形状のクランクシャフトに対しても曲げ矯正することが可能であること、すなわち、高い曲げ矯正性が求められている。

[0013] このため、750 MPa以上という曲げ疲労強度に加えて十分な曲げ矯正

性を有するクランクシャフトに対する要望が極めて大きくなっている。

[0014] 前記した要望に応えるべく、例えば、特許文献1に、質量%で、C : 0.2~0.6%、Si : 0.05~1.0%、Mn : 0.25~1.0%、S : 0.03~0.2%、Cr : 0.2%以下、s-Al : 0.045%以下、Ti : 0.002~0.010%、N : 0.005~0.025%およびO : 0.001~0.005%を含有し、必要に応じてさらに、Pb : 0.01~0.40%、Ca : 0.0005~0.0050%およびBi : 0.005~0.40%のうちの1種または2種以上を含有し、かつ $0.12 \times Ti \% < O \% < 2.5 \times Ti \%$ および $0.04 \times N \% < O \% < 0.7 \times N \%$ の条件を満たし、残部がFeおよび不可避免的不純物からなり、熱間鍛造後の組織がフェライトとパーライトの混合組織であることを特徴とする「軟窒化用非調質鋼」が開示されている。

[0015] 特許文献2には、表面に窒化处理または軟窒化处理が施された鋼よりなる、ピン部およびジャーナル部を有するクランクシャフトであって、前記鋼が合金成分として、C : 0.07質量%以上0.12質量%以下、Si : 0.05質量%以上0.25質量%以下、Mn : 0.1質量%以上0.5質量%以下、Cu : 0.8質量%以上1.5質量%以下、Ni : 2.4質量%以上4.5質量%以下、Al : 0.8質量%以上1.5質量%以下、Ti : 0.5質量%以上1.5質量%以下を含有し、必要に応じてさらに、S : 0.01質量%以上0.10質量%、Ca : 0.0010質量%以上0.0050質量%のうちの1種または2種を含有し、残部がFeおよび不可避不純物からなり、かつ、窒化处理の影響を受けていない中心部から採片した鋼試料を1200℃にて1時間溶体化した後、900℃以上300℃以下までの温度範囲を0.3℃/秒以上1.5℃/秒以下に設定される適当な冷却速度にて冷却することにより、鋼組織に占めるベイナイトの比率を80%以上、HV硬さを200以上300以下とすることができ、前記窒化处理又は軟窒化处理が施された前記ピン部および前記ジャーナル部の内部硬さがHV硬さで350以上500以下であり、かつ表面から0.05mmの位置におけるHV

硬さが650以上950以下であることを特徴とする「クランクシャフト」が開示されている。

[0016] 本発明者らは、特許文献3において、生地鋼材が、質量%で、C：0.25～0.60%、Si：0.10～1.0%、Mn：0.60～2.0%、P：0.08%以下、S：0.10%以下、Al：0.05%以下、Cr：0.20～1.0%およびN：0.0030～0.0250%を含有し、残部はFeおよび不純物からなり、 $40 - C + 2Mn + 5.5Cr \geq 43.0$ を満たす非調質型窒化クランクシャフトであって、表面から深さ0.05mm位置のHV硬さが380～600であり、かつ、少なくともピンフィレット部、ジャーナルフィレット部およびピン部の化合物層深さが5μm以下であることを特徴とする「非調質型窒化クランクシャフト」を提案している。

[0017] なお、この非調質型窒化クランクシャフトは、さらにCu、Ni、Mo、V、TiおよびCaから選択される1種以上を含んでもよいが、その場合は、 $[40 - C + 2Mn + 5.5Cr + 26Mo \geq 43.0]$ を満たす必要がある。

[0018] 本発明者らは、さらに、特許文献4において、生地鋼材が、質量%で、C：0.25～0.40%、Si：0.10～0.35%、Mn：0.60～1.0%、P：0.08%以下、S：0.10%以下、Al：0.05%以下、Cr：0.30～1.10%およびN：0.0030～0.0250%を含有し、残部がFeおよび不純物からなる調質型軟窒化部品であって、表面から0.05mm位置のHV硬さが400～600であり、かつ応力集中部の化合物層深さが5μm以下であることを特徴とする「調質型軟窒化部品」を提案している。

[0019] なお、この調質型窒化部品は、さらにCu、Mo、V、NiおよびTiから選択される1種以上を含んでもよい。

先行技術文献

特許文献

[0020] 特許文献1：特開2002-226939号公報

特許文献2：特開2007-177309号公報

特許文献3：特開2012-26005号公報

特許文献4：特開2011-42846号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0021] 特許文献1の発明の成分では、十分な表層硬さが得られない。このため、特許文献1の実施例に示されているように、曲げ疲労強度が低く、750MPaに達していない。

[0022] 特許文献2の発明の成分では、その実施例に示されているように軟窒化処理後の表層硬さが高くなりすぎる。このため、曲げ矯正処理を実施した際に十分な曲げ矯正性を有しているとはいえない。

[0023] 特許文献3の発明の成分では、その実施例に示されるように高い疲労強度および曲げ矯正性が得られる。しかしながら、クランクシャフトも軽量小型化が志向され、より厳しい疲労強度および曲げ矯正性が要求されてきている。

[0024] 特許文献4で開示された調質型軟窒化部品は、軟窒化処理後の曲げ矯正性に優れ、しかも、曲げ疲労試験において800MPa以上の高い曲げ疲労強度を有する。このため、自動車、産業機械および建設機械などの部品、例えばクランクシャフトとして用いることができ、軽量小型化に対処することが可能である。しかしながら、特許文献4の発明は、機械加工した後、軟窒化処理の前に、焼入れ-焼戻しの調質処理を行う必要がある。

[0025] 本発明は、上記の問題を解決するためになされたもので、優れた曲げ矯正性を有し、かつ曲げ疲労試験において750MPa以上の高い曲げ疲労強度を有する非調質型軟窒化部品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

[0026] 本発明者らは、前記した課題を解決するために、種々の検討を行った。その結果、下記の1)～7)の事項が明らかになった。

- [0027] 1) 軟窒化処理した鋼材の表層から薄板試験片を採取して引張試験を行ったところ、化合物層を除去した試験片では化合物層を除去しない試験片に比べ、引張試験の伸びが大幅に向上する。
- [0028] 2) 上記引張試験後の薄板試験片の破面を観察した結果、化合物層を除去していない試験片の破面は化合物層が脆性破壊して割れの起点となっているのに対して、化合物層を除去した試験片の場合には延性破面となっている。
- [0029] 3) 軟窒化処理した鋼材の表層の化合物層を除去すれば、曲げ矯正時の破壊形態が化合物層を起点とした脆性破壊から延性破壊へと変化する。このため軟窒化部品の曲げ矯正性を改善することができる。
- [0030] 4) 一方、曲げ疲労強度に関しては、化合物層除去前後でほとんど変化がない。非調質型軟窒化部品の場合には、部品表面から0.05mm位置の硬さが、HV硬さで400以上であり、かつ部品表面から1.0mm位置の硬さ（以下、「内部硬さ」ということがある。）が、HV硬さで200以上であれば、750MPa以上の高い曲げ疲労強度を安定して得ることができる。
- [0031] 5) 非調質型部品は、調質型部品と比べて母材の耐久比（疲労強度／引張強度）が低い。そのため非調質型部品は、調質型部品と同等の内部硬さを有していても、母材の疲労強度は調質型部品に比べ低くなる。特に、非調質型軟窒化部品の内部硬さがHV硬さで200未満と低い場合には、HV硬さで400以上の高い表層硬さを有していても、疲労試験時に内部を起点とした破壊が起こり、750MPa以上という高い疲労強度を得ることが難しくなることがある。
- [0032] 6) 軟窒化処理後の表層硬さをHV硬さで400以上としても、軟窒化部品の表層の化合物層を除去すれば、実用上十分な曲げ矯正性を得ることができる。
- [0033] 7) 但し、高い曲げ矯正性が求められるクランクシャフトの場合には、軟窒化部品の表層硬さがHV硬さで480を超えると、たとえ化合物層を除去しても十分な曲げ矯正性を得ることができないことがある。

[0034] 本発明は、上記の知見に基づいて完成されたものであり、その要旨は、下記に示す非調質型軟窒化部品にある。

[0035] (1) 生地 of 鋼材の表層に化合物層を有する非調質型軟窒化部品であって、生地 of 鋼材の化学組成が、質量%で、C : 0.25 ~ 0.40%、Si : 0.10 ~ 0.35%、Mn : 2.0% を超えて 2.8% 以下、N : 0.0030 ~ 0.0250%、Cu : 0 ~ 1.0%、Mo : 0 ~ 0.3%、Ni : 0 ~ 0.5%、Ti : 0 ~ 0.020%、残部 : Fe および不純物であり、不純物中の P、S、Al および Cr が、P : 0.08% 以下、S : 0.10% 以下、Al : 0.05% 以下 および Cr : 0.20% 未満であり、表面から 0.05 mm 位置の HV 硬さが 400 ~ 480 であり、表面から 1.0 mm 位置の HV 硬さが 200 以上であり、かつ応力集中部の化合物層深さが 5 μ m 以下である、非調質型軟窒化部品。

[0036] (2) 生地 of 鋼材が、質量%で、Cu : 0.05 ~ 1.0% および Mo : 0.05 ~ 0.3% から選択される 1 種以上を含有する、上記 (1) に記載の非調質型軟窒化部品。

[0037] (3) 生地 of 鋼材が、質量%で、Ni : 0.05 ~ 0.5% および Ti : 0.005 ~ 0.020% から選択される 1 種以上を含有する、上記 (1) または (2) に記載の非調質型軟窒化部品。

[0038] 「不純物」とは、鉄鋼材料を工業的に製造する際に、原料としての鉱石、スクラップ、または製造環境などから混入するものを指す。

[0039] さらに、「応力集中部」とは、曲げによる疲労破壊および曲げ矯正を行った際に亀裂が発生する部位を指す。その具体的な例を挙げれば、「非調質型軟窒化部品」が図 1 に示す形状のクランクシャフトである場合、「応力集中部」とは「ピンフィレット部」または「ジャーナルフィレット部」を指す。

発明の効果

[0040] 本発明の非調質型軟窒化部品は、軟窒化処理後の曲げ矯正性に優れ、しかも、曲げ疲労試験において 750 MPa 以上の高い曲げ疲労強度を有するので、自動車、産業機械および建設機械などの部品、例えば、クランクシャフ

トとして用いることができ、これらの部品の軽量小型化を実現することが可能である。

図面の簡単な説明

[0041] [図1]非調質型軟窒化部品としてクランクシャフトの一部を例示し、その「応力集中部」となる「ピンフィレット部」および「ジャーナルフィレット部」を説明する図である。

[図2]実施例で用いた溝付き小野式回転曲げ疲労試験片の形状を示す図である。図における寸法の単位は「mm」である。

[図3]実施例で用いた4点曲げ試験片の形状を示す図である。図における寸法の単位は「mm」である。

発明を実施するための形態

[0042] 以下、本発明の各要件について詳しく説明する。なお、各元素の含有量の「％」は「質量％」を意味する。

[0043] (A) 生地 of 鋼材の化学組成について：

C : 0.25 ~ 0.40 %

Cは、内部硬さおよび表層硬さを高めて、曲げ疲労強度を高める作用を有する。所望の曲げ疲労強度を得るためには、0.25 %以上のCを含有する必要がある。しかしながら、Cの含有量が多くなりすぎると、表層硬さがあまりにも大きくなって、応力集中部の化合物層深さが5 μ m以下であっても十分な曲げ矯正性を得ることができない。このため、Cの含有量を0.25 ~ 0.40 %とした。なお、Cの含有量は、0.28 %以上とすることが好ましく、また、0.38 %以下とすることが好ましい。

[0044] Si : 0.10 ~ 0.35 %

Siは、溶製時の脱酸用として必要な元素であり、かかる効果を得るためには少なくとも0.10 %の含有量とする必要がある。しかしながら、Siの含有量が多くなりすぎると、応力集中部の化合物層深さが5 μ m以下であっても曲げ矯正性の過度な低下を招く。このため、Siの含有量を0.10 ~ 0.35 %とした。なお、Siの含有量は、0.15 %以上とすることが

好ましく、また、0.30%以下とすることが好ましい。

[0045] Mn : 2.0%を超えて2.8%以下

Mnは、Siと同様に脱酸作用を有する元素である。Mnには、内部硬さを高め、さらに軟窒化時に表層の固溶窒素量を増加させて表層硬さを向上させることにより、曲げ疲労強度を高める作用もある。このような効果を発揮させるためには、2.0%を超える量のMnを含有させる必要がある。一方、Mnの含有量が2.8%を超えると、表層硬さが過剰に高くなって、応力集中部の化合物層深さが5 μ m以下であっても曲げ矯正性が過度に低下する。したがって、Mnの含有量は2.0%を超えて2.8%以下とした。なお、Mnの含有量は、2.2%以上とすることが好ましく、また、2.7%以下とすることが好ましい。

[0046] N : 0.0030~0.0250%

Nは、曲げ疲労強度および曲げ矯正性を向上させる元素である。このような効果を得るためには、0.0030%以上の量のNを含有させる必要がある。一方、0.0250%を超えるNを含有させてもその効果は飽和する。したがって、Nの含有量は0.0030~0.0250%とした。なお、Nの含有量は、0.0080%以上とすることが好ましく、また、0.0220%以下とすることが好ましい。

[0047] 本発明の非調質型軟窒化部品の生地鋼材の一つは、上述のCからNまでの元素と、残部がFeおよび不純物とからなり、不純物中のP、S、AlおよびCrが、P : 0.08%以下、S : 0.10%以下、Al : 0.05%以下およびCr : 0.20%未満であるものである。

[0048] P : 0.08%以下

Pは、鋼に含有される不純物であり、曲げ疲労強度を低下させてしまう。特に、その含有量が0.08%を超えると、曲げ疲労強度の低下が著しくなる。したがって、Pの含有量を0.08%以下とした。なお、Pの含有量は、0.04%以下とすることが好ましい。

[0049] S : 0.10%以下

Sは、鋼に含有される不純物である。また、Sを積極的に含有させれば、被削性を向上させる効果を有する。しかしながら、Sの含有量が0.10%を超えると、曲げ疲労強度と曲げ矯正性の著しい低下をきたす。したがって、Sの含有量を0.10%以下とした。Sの含有量は0.08%以下とすることが好ましい。なお、被削性の向上効果を得る場合には、Sの含有量は、0.04%以上とすることが好ましい。

[0050] Al : 0.05%以下

Alは、鋼に含有される不純物である。Alの含有量が多くなると、曲げ矯正性の低下をきたす。特に、その含有量が0.05%を超えると、応力集中部の化合物層深さが5 μ m以下であっても曲げ矯正性の低下が著しくなる。したがって、Alの含有量を0.05%以下とした。なお、Alの含有量は、0.03%以下とすることが好ましい。

[0051] Cr : 0.20%未満

Crは、鋼に含有される不純物である。Crを、含有すると表層硬さが過度に高くなり、曲げ矯正性を低下させるため、Crの含有量はできるだけ低くすることが望ましい。したがって、Crの含有量を0.20%未満とした。Crの含有量は、0.10%以下とすることが好ましい。

[0052] 本発明の非調質型軟窒化部品の生地鋼材の別の一つは、Feの一部に代えて、Cu、Mo、NiおよびTiから選択される1種以上の元素を含有するものである。

[0053] 以下、任意元素である上記Cu、Mo、NiおよびTiの作用効果と、含有量の限定理由について説明する。

[0054] CuおよびMoは、曲げ疲労強度を高める目的で含有させてもよい。以下、このことについて詳しく説明する。

[0055] Cu : 0~1.0%

Cuは、内部硬さを高めて、曲げ疲労強度を向上させる元素である。したがって、Cuを含有させてもよい。しかしながら、Cuの含有量が1.0%を超えると、熱間加工性の低下をきたす。したがって、含有させる場合のC

uの量を1.0%以下とした。なお、Cuの量は、0.4%以下とすることが好ましく、0.3%以下とすれば一層好ましい。

[0056] 一方、前記の効果を安定して得るためには、Cuの量は、0.05%以上とすることが好ましく、0.1%以上とすれば一層好ましい。

[0057] Mo : 0~0.3%

Moは、フェライトを強化し、内部硬さを高めて、曲げ疲労強度を向上させる作用を有する。したがって、Moを含有させてもよい。しかしながら、0.3%を超える量のMoを含有させても上記の効果が飽和して、経済性が損なわれるばかりである。したがって、含有させる場合のMoの量を0.3%以下とした。なお、Moの量は、0.2%以下とすることが好ましい。

[0058] 一方、前記の効果を安定して得るためには、Moの量は、0.05%以上とすることが好ましく、0.1%以上とすれば一層好ましい。

[0059] なお、上記のCuおよびMoは、そのうちのいずれか1種のみ、または2種の複合で含有させることができる。なお、これらの元素の合計含有量は、1.30%であっても構わないが、0.30%以下とすることが好ましい。

[0060] NiおよびTiは、曲げ矯正性を向上させる目的で含有させてもよい。以下、このことについて詳しく説明する。

[0061] Ni : 0~0.5%

Niは、靱性を向上させ、曲げ矯正性を向上させる元素である。したがって、Niを含有させてもよい。しかしながら、0.5%を超える量のNiを含有させても上記の効果が飽和して、経済性が損なわれるばかりである。したがって、含有させる場合のNiの量を0.5%以下とした。なお、Niの量は、0.3%以下とすることが好ましく、0.2%以下とすれば一層好ましい。

[0062] 一方、前記の効果を安定して得るためには、Niの量は、0.05%以上とすることが好ましく、0.08%以上とすれば一層好ましい。

[0063] なお、Cuを含有させる場合には、「Cuチェックング」と称される熱間割れが生じやすいので、これを防止するために、 $Ni/Cu \geq 0.5$ を満足

するようにNiを複合して含有させることが好ましい。

[0064] Ti : 0 ~ 0.020%

Tiは、窒化物を形成し、結晶粒を微細化して曲げ矯正時にクラックを進展させにくくすることで曲げ矯正性を向上させる元素である。したがって、Tiを含有させてもよい。しかしながら、Tiの含有量が0.020%を超えると、窒化物が粗大になり、逆に、応力集中部の化合物層深さが5 μ m以下であっても曲げ矯正性が著しく低下する。したがって、含有させる場合のTiの量を0.020%以下とした。なお、Tiの量は、0.015%以下とすることが好ましい。

[0065] 一方、前記の効果を安定して得るためには、Tiの量は、0.005%以上とすることが好ましい。

[0066] なお、上記のNiおよびTiは、そのうちのいずれか1種のみ、または2種の複合で含有させることができる。なお、これらの元素の合計含有量は、0.520%であっても構わないが、0.30%以下とすることが好ましい。

[0067] (B) 表面から0.05 mm位置の硬さ（表層硬さ）について：

本発明に係る非調質型軟窒化部品は、表面から0.05 mm位置のHV硬さが400 ~ 480でなければならない。

[0068] 上記非調質型軟窒化部品の表面から0.05 mm位置、すなわち表層のHV硬さが400以上で、該部品の表面から1.0 mm位置、すなわち内部のHV硬さが200以上で、応力集中部の化合物層深さが5 μ m以下であれば、750 MPa以上の高い曲げ疲労強度を確保することができる。しかしながら、表層のHV硬さが480を超える場合には、軟窒化時に従来よりも大きな曲がりが生じやすいクランクシャフト形状に対しては、たとえ応力集中部の化合物層深さが5 μ m以下であっても、実用上十分な曲げ矯正性を得ることができないことがある。

[0069] したがって、本発明に係る非調質型軟窒化部品は、表面から0.05 mm位置のHV硬さが400 ~ 480であることとした。なお、表面から0.05 mm位置のHV硬さは、410以上であることが好ましく、また、470

以下であることが好ましい。

[0070] (C) 表面から 1.0 mm 位置の硬さ (内部硬さ) について :

本発明に係る非調質型軟窒化部品は、該部品の表面から 1.0 mm 位置の H V 硬さが 200 以上でなければならない。

[0071] 非調質型軟窒化部品の場合、調質型軟窒化部品と比べて母材の耐久比が低いので、調質型軟窒化部品と同等の内部硬さを有していても、母材の疲労強度は調質型軟窒化部品に比べ低くなる。このため、非調質型軟窒化部品では、内部の H V 硬さが 200 を下回る場合には、たとえ内部硬さが調質型部品と同等で、しかも、H V 硬さで 400 以上の高い表層硬さを有していても、内部を起点とした疲労破壊が起こり、750 MPa 以上という高い疲労強度を得ることが難しくなることがある。

[0072] したがって、本発明に係る非調質型軟窒化部品は、表面から 1.0 mm 位置の H V 硬さが 200 以上であることとした。上記の表面から 1.0 mm 位置の H V 硬さは、210 以上であることが好ましく、また、被削性の点から 320 以下であることが好ましい。

[0073] (D) 応力集中部の化合物層深さについて :

本発明に係る非調質型軟窒化部品は、さらに、その応力集中部の化合物層深さが 5 μ m 以下でなければならない。

[0074] 応力集中部における化合物層を薄くすることで、曲げ疲労強度を低下させることなく、曲げ矯正性を改善することができるが、深さ 5 μ m を超える化合物層が残っておれば曲げ矯正性の大きな改善が期待できない。

[0075] したがって、本発明に係る非調質型軟窒化部品は、応力集中部の化合物層深さが 5 μ m 以下であることとした。なお、応力集中部の化合物層深さは、3 μ m 以下であることが好ましく、化合物層が全く無いこと、つまり、化合物層深さが 0 μ m であることが最も好ましい。

[0076] なお、上記 (B) ~ (D) を満足する部品は、例えば、本発明で規定される化学組成を満たす熱間鍛造品に機械加工を行った後、RX ガスとアンモニアガスを 1 : 1 に混合した温度が 600 °C の雰囲気中で 2 時間保持して軟窒

化処理し、90℃の油中に冷却し、その後、応力集中部をラッピング等の機械加工によって研磨することで得られる。

[0077] なお、上記の「RXガス」は変性ガスの1種で、ガスの商標名である。

[0078] より具体的に、非調質型軟窒化部品の一例として「クランクシャフト」を挙げれば、例えば、本発明で規定される化学組成条件を満たす素材を熱間鍛造して作製されたクランクシャフトに機械加工を実施した後、RXガスとアンモニアガスを1:1に混合した温度が600℃の雰囲気中で2時間保持して軟窒化処理し、90℃の油中に冷却し、その後、ピンフィレット部およびジャーナルフィレット部をラッピング等の機械加工によって研磨することで得られる。

[0079] 以下、実施例により本発明をさらに詳しく説明する。

実施例

[0080] 表1に示す化学組成を有する鋼A～Kを70トン転炉で溶製し、連続鋳造を行い、さらに断面の寸法が180mm×180mmの鋼片に分塊圧延した。

[0081] 次に、各鋼片を加熱温度1200℃、仕上温度1000～1050℃の条件で熱間鍛造して直径90mmの棒鋼に加工した。熱間鍛造後の棒鋼は大気中で放冷して室温まで冷却した。

[0082] なお、表1中の鋼A～Gは、化学組成が本発明で規定される範囲内の例であり、鋼H～Kは、化学組成が本発明で規定される範囲外の例である。

[0083]

[表1]

表 1

鋼	化 学 組 成 (質量%) 残部： F e お よ び 不 純 物											
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	Al	Ti	N
A	0.27	0.20	2.70	0.015	0.084	—	—	0.06	—	0.012	—	0.0055
B	0.36	0.14	2.25	0.020	0.042	—	—	0.14	—	0.024	—	0.0063
C	0.30	0.25	2.50	0.014	0.060	—	—	0.07	—	0.019	0.010	0.0150
D	0.32	0.18	2.42	0.011	0.055	0.20	—	0.18	—	0.008	—	0.0095
E	0.29	0.15	2.10	0.010	0.077	—	0.10	0.14	—	0.011	—	0.0063
F	0.32	0.14	2.48	0.012	0.061	0.18	0.08	0.18	—	0.010	—	0.0085
G	0.31	0.21	2.10	0.011	0.062	—	—	0.12	0.10	0.008	—	0.0145
H	*0.10	0.12	2.20	0.022	0.045	—	—	0.10	—	0.009	—	0.0101
I	0.37	0.11	*1.25	0.010	0.044	—	—	0.11	—	0.005	—	0.0122
J	0.32	0.20	*3.20	0.019	0.055	—	—	0.14	—	0.012	—	0.0063
K	0.33	0.18	2.52	0.014	0.060	—	—	*0.34	—	0.022	—	0.0050
*印は本発明で規定する化学組成条件から外れていることを示す。												

[0084] このようにして得た直径90mmの棒鋼を、1200℃に加熱し、1000～1050℃の仕上温度で熱間鍛造して、直径50mmの棒鋼を作製した

。仕上げ後の棒鋼はいずれも大気中で放冷して室温まで冷却した。

[0085] なお、鋼Aの上記直径50mmの棒鋼の一部については、さらに、加熱温度：880℃、保持時間：60分の条件でオーステナイト化後、大気中で放冷して、焼きならし処理を行った。

[0086] 鋼A～Kについて熱間鍛造したままの直径50mmの棒鋼のR/2部（「R」は棒鋼の半径を表す。）から、鍛錬軸に平行に図2に示す形状の溝付き小野式回転曲げ疲労試験片および図3に示す形状の4点曲げ試験片を切り出した。

[0087] また、同様に、鋼Aについて焼ならしも行った直径50mmの棒鋼のR/2部からも、鍛錬軸に平行に図2に示す形状の溝付き小野式回転曲げ疲労試験片および図3に示す形状の4点曲げ試験片を切り出した。

[0088] 図2の試験片においてはR3の溝底が応力集中部となる。同様に、図3の試験片においてはR3のノッチ底が応力集中部となる。

[0089] 上記のようにして得た溝付き小野式回転曲げ疲労試験片および4点曲げ試験片をRXガスとアンモニアガスを1：1に混合した温度が600℃の雰囲気中で2時間保持して軟窒化処理し、その後90℃の油中に冷却した。

[0090] 試験番号1～12については、上記の軟窒化処理後さらに、溝付き小野式回転曲げ疲労試験片の溝底および4点曲げ試験片のノッチ底について、目標研磨深さを0.03mmとして、下記の条件で電解研磨した。

[0091] ・電解液：過塩素酸（ HClO_4 ）：酢酸（ CH_3COOH ）＝1：9、
・電流値：0.14A、
・研磨面積：小野式回転曲げ疲労試験片の場合：160mm²、
4点曲げ試験片の場合：96mm²、
・研磨時間：小野式回転曲げ疲労試験片の場合：970秒、
4点曲げ試験片の場合：590秒。

[0092] 試験番号14～16については、上記の軟窒化処理後さらに、溝付き小野式回転曲げ疲労試験片の溝底および4点曲げ試験片のノッチ底について、目標研磨深さを0.015mmとして、下記の条件で電解研磨した。

- [0093] ・電解液：過塩素酸（ HClO_4 ）：酢酸（ CH_3COOH ）＝１：９、
・電流値：０．１４Ａ、
・研磨面積：小野式回転曲げ疲労試験片の場合：１６０ｍｍ^２、
４点曲げ試験片の場合：９６ｍｍ^２、
・研磨時間：小野式回転曲げ疲労試験片の場合：４９０秒、
４点曲げ試験片の場合：３００秒。

[0094] 上記のようにして得た軟窒化処理ままの試験片（試験番号１３）および軟窒化処理後さらに電解研磨した試験片（試験番号１～１２および試験番号１４～１６）を用いて、小野式回転曲げ疲労試験による曲げ疲労強度の調査および４点曲げ試験による曲げ矯正性の調査を行った。

[0095] また、軟窒化処理まま（試験番号１３）あるいは軟窒化処理後さらに電解研磨した小野式回転曲げ疲労試験片および４点曲げ試験片（試験番号１～１２および試験番号１４～１６）を用いて、表層硬さ（つまり、試験片の表面から０．０５ｍｍ位置の硬さ）および内部硬さ（つまり、試験片の表面から１．０ｍｍ位置の硬さ）ならびにノッチ底の化合物層深さを調査した。

[0096] 以下、上記各調査の内容について説明する。

[0097] 〈１〉曲げ疲労強度の調査：

小野式回転曲げ疲労試験を、室温、大気中、回転数３０００ｒｐｍの両振りの条件で行い、曲げ疲労強度（以下、「 σ_w 」という。）を調査した。

[0098] なお、 σ_w の目標は、７５０ＭＰａ以上であることとした。

[0099] 〈２〉曲げ矯正性の調査：

４点曲げ試験片のノッチ底に２ｍｍの歪ゲージを接着し、ゲージが断線するまで曲げ矯正歪を付与した。ゲージが断線した時点でのゲージの読みを曲げ矯正性として評価した。

[0100] なお、曲げ矯正性の目標は、ゲージの読みが２２０００ μ （曲げ矯正歪２．２％に相当）以上であることとした。

[0101] 〈３〉表層硬さおよび内部硬さ：

小野式回転曲げ疲労試験片のＲ３の溝底縦断部位および４点曲げ試験片の

R 3 のノッチ底縦断部位が被検面になるようにして樹脂に埋め込んだ後、前記の面が鏡面仕上げになるように研磨し、ビッカース硬度計を使用して表面硬さおよび内部硬さを調査した。

[0102] 具体的には、J I S Z 2 2 4 4 に記載の「ビッカース硬さ試験－試験方法」に準拠して、3 R の溝底および3 R のノッチ底から0. 0 5 m m の位置および1. 0 m m の位置におけるそれぞれ任意の6 点でのH V 硬さを、試験力を2. 9 4 N としてビッカース硬度計で測定し、その値を算術平均して表層硬さおよび内部硬さを評価した。

[0103] < 4 > 化合物層深さ：

前記< 3 > で用いた樹脂埋めした試験片を使用して、化合物層深さの調査を行った。

[0104] 具体的には、上記の樹脂埋めした試験片を再度研磨し、ナイトールで腐食し、4 0 0 倍の倍率で光学顕微鏡によってR 3 の溝底およびR 3 のノッチ底をそれぞれ任意に5 視野観察して、白く観察される部分を「化合物層」とし、それらの深さを測定し、算術平均して化合物層深さとした。

[0105] 表 2 に、上記の各調査結果をまとめて示す。

[0106]

- [0107] 表2に示すように、生地鋼材の化学組成、表層硬さ、内部硬さおよび応力集中部の化合物層深さが本発明で規定する条件を満たす試験番号1～8の場合、 σ_w および曲げ矯正性の目標を満足しており、曲げ疲労特性および曲げ矯正性に優れていることが明らかである。
- [0108] 一方、試験番号9～12の場合は、鋼H～Kの化学組成が本発明で規定する条件から外れているので、曲げ疲労特性あるいは曲げ矯正性に劣っている。
- [0109] すなわち、試験番号9の場合は、生地鋼材である鋼HのC含有量が本発明で規定する範囲を下回っている。このため、小野式回転曲げ疲労試験片の内部硬さがHV硬さで187と低く、 σ_w が750MPa以上という目標に達しておらず、曲げ疲労特性に劣っている。
- [0110] 試験番号10の場合は、生地鋼材である鋼IのMn含有量が本発明で規定する範囲を下回っている。このため、小野式回転曲げ疲労試験片の表層硬さがHV硬さで332と低く、 σ_w が750MPa以上という目標に達しておらず、曲げ疲労特性に劣っている。
- [0111] 試験番号11の場合は、生地鋼材である鋼JのMn含有量が本発明で規定する範囲を上回っている。このため、化合物層深さは1 μ mと小さいにも拘わらず、4点曲げ試験片の表層硬さがHV硬さで520と高く、曲げ矯正性がゲージの読みで22000 μ 以上という目標に達しておらず、曲げ矯正性に劣っている。
- [0112] 試験番号12の場合は、生地鋼材である鋼KのCr含有量が本発明で規定する範囲を上回っている。このため、化合物層深さは2 μ mと小さいにも拘わらず、4点曲げ試験片の表層硬さがHV硬さで518と高く、曲げ矯正性がゲージの読みで22000 μ 以上という目標に達しておらず、曲げ矯正性に劣っている。
- [0113] また、試験番号13～16の場合は、4点曲げ試験片の化合物層深さが本発明で規定する条件から外れているので、曲げ矯正性に劣っている。
- [0114] 試験番号13の場合は、生地鋼材である鋼Bの化学組成は本発明で規定

する範囲内であるが、4点曲げ試験片の化合物層の深さが $20\mu\text{m}$ と高く、曲げ矯正性がゲージの読みで 22000μ 以上という目標に達しておらず、曲げ矯正性に劣っている。

[0115] 試験番号14の場合は、生地鋼材である鋼Cの化学組成は本発明で規定する範囲内であるが、4点曲げ試験片の化合物層の深さが $11\mu\text{m}$ と高く、曲げ矯正性がゲージの読みで 22000μ 以上という目標に達しておらず、曲げ矯正性に劣っている。

[0116] 試験番号15の場合は、生地鋼材である鋼Fの化学組成は本発明で規定する範囲内であるが、4点曲げ試験片の化合物層の深さが $8\mu\text{m}$ と高く、曲げ矯正性がゲージの読みで 22000μ 以上という目標に達しておらず、曲げ矯正性に劣っている。

[0117] 試験番号16の場合は、生地鋼材である鋼Gの化学組成は本発明で規定する範囲内であるが、4点曲げ試験片の化合物層の深さが $8\mu\text{m}$ と高く、曲げ矯正性がゲージの読みで 22000μ 以上という目標に達しておらず、曲げ矯正性に劣っている。

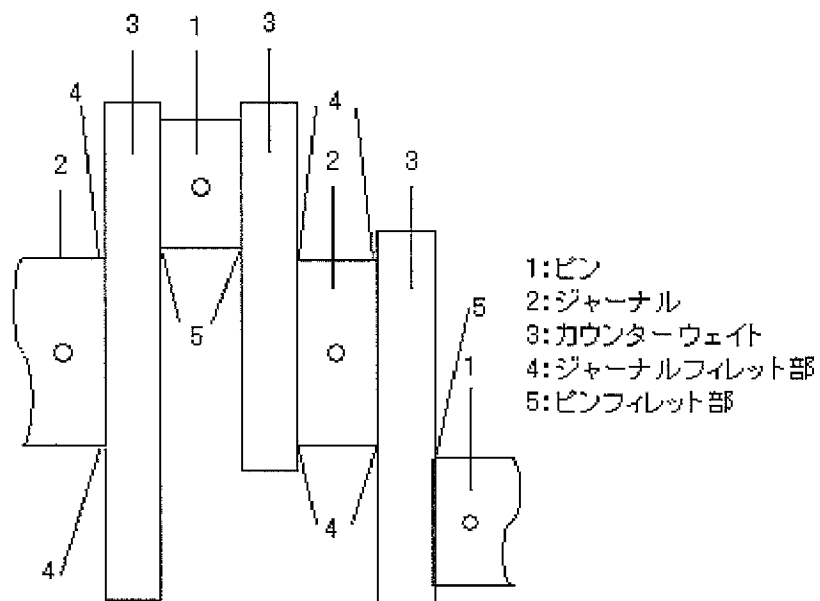
産業上の利用可能性

[0118] 本発明の非調質型軟窒化部品は、軟窒化処理後の曲げ矯正性に優れ、しかも、曲げ疲労試験において 750MPa 以上の高い曲げ疲労強度を有するので、自動車、産業機械および建設機械などの部品、例えば、クランクシャフトとして用いることができ、軽量小型化に対処することが可能である。

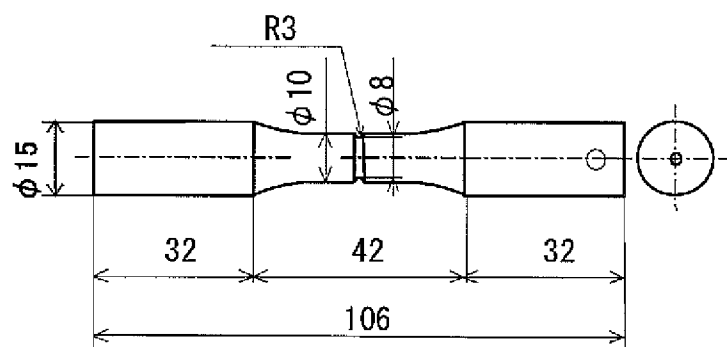
請求の範囲

- [請求項1] 生地 of 鋼材 of 表層に化合物層を有する非調質型軟窒化部品であって、
- 生地 of 鋼材 of 化学組成が、質量%で、
- C : 0.25 ~ 0.40 %、
- Si : 0.10 ~ 0.35 %、
- Mn : 2.0 % を超えて 2.8 % 以下、
- N : 0.0030 ~ 0.0250 %、
- Cu : 0 ~ 1.0 %、
- Mo : 0 ~ 0.3 %、
- Ni : 0 ~ 0.5 %、
- Ti : 0 ~ 0.020 %、
- 残部 : Fe および不純物であり、
- 不純物中の P、S、Al および Cr が、
- P : 0.08 % 以下、
- S : 0.10 % 以下、
- Al : 0.05 % 以下および
- Cr : 0.20 % 未満であり、
- 表面から 0.05 mm 位置のHV硬さが400 ~ 480であり、
- 表面から 1.0 mm 位置のHV硬さが200以上であり、かつ
- 応力集中部の化合物層深さが5 μ m以下である、
- 非調質型軟窒化部品。
- [請求項2] 生地 of 鋼材が、質量%で、Cu : 0.05 ~ 1.0 % および Mo : 0.05 ~ 0.3 % から選択される1種以上を含有する、請求項1に記載の非調質型軟窒化部品。
- [請求項3] 生地 of 鋼材が、質量%で、Ni : 0.05 ~ 0.5 % および Ti : 0.005 ~ 0.020 % から選択される1種以上を含有する、請求項1または2に記載の非調質型軟窒化部品。

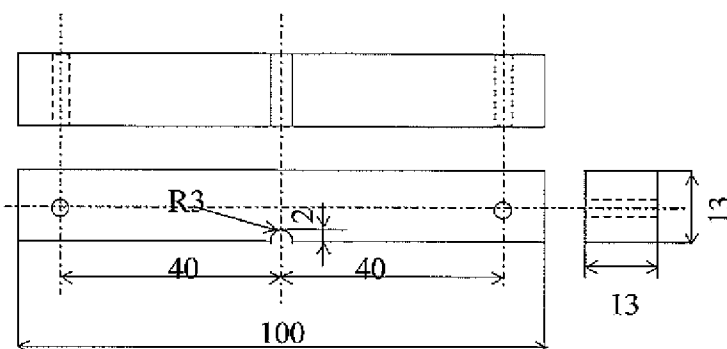
[図1]



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/083439

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C22C38/00(2006.01)i, C21D9/00(2006.01)i, C21D9/30(2006.01)i, C22C38/60(2006.01)i

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, C21D9/00, C21D9/30

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.
A	JP 2002-180194 A (Sanyo Special Steel Co., Ltd.), 26 June 2002 (26.06.2002), (Family: none)	1-3
A	JP 2000-160287 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 13 June 2000 (13.06.2000), (Family: none)	1-3
A	JP 2010-242170 A (Nippon Steel Corp.), 28 October 2010 (28.10.2010), (Family: none)	1-3

☒ 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
27 February, 2014 (27.02.14)

Date of mailing of the international search report
11 March, 2014 (11.03.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/083439

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 2012-26005 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 09 February 2012 (09.02.2012), (Family: none)	1-3

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, C21D9/00(2006.01)i, C21D9/30(2006.01)i, C22C38/60(2006.01)i

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, C21D9/00, C21D9/30

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	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
A	JP 2002-180194 A（山陽特殊製鋼株式会社）2002. 06. 26, （ファミリーなし）	1 - 3
A	JP 2000-160287 A（住友金属工業株式会社）2000. 06. 13, （ファミリーなし）	1 - 3
A	JP 2010-242170 A（新日本製鐵株式会社）2010. 10. 28, （ファミリーなし）	1 - 3
A	JP 2012-26005 A（住友金属工業株式会社）2012. 02. 09, （ファミリーなし）	1 - 3

☐ 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

2 7 . 0 2 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

1 1 . 0 3 . 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

4 K

9 8 3 3

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 3 5