

(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
2016年10月6日(06.10.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/158408 A1

- (51) 国際特許分類:
C21D 9/02 (2006.01) C22C 38/00 (2006.01)
B60G 11/04 (2006.01) C22C 38/04 (2006.01)
B60G 11/14 (2006.01) C22C 38/60 (2006.01)
C21D 1/60 (2006.01) F16F 1/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/058284
- (22) 国際出願日: 2016年3月16日(16.03.2016)
- (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 2015-072229 2015年3月31日(31.03.2015) JP
- (71) 出願人: 日本発條株式会社(NHK SPRING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2360004 神奈川県横浜市金沢区福浦3丁目10番地 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 丹下 彰(TANGE Akira); 〒2360004 神奈川県横浜市金沢区福浦3丁目10番地 日本発條株式会社内 Kanagawa (JP). 栗本 清(KUR-

IMOTO Kiyoshi); 〒2360004 神奈川県横浜市金沢区福浦3丁目10番地 日本発條株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人磯野国際特許商標事務所 (ISONO INTERNATIONAL PATENT OFFICE, P.C.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目1番18号 ヒューリック虎ノ門ビル Tokyo (JP).

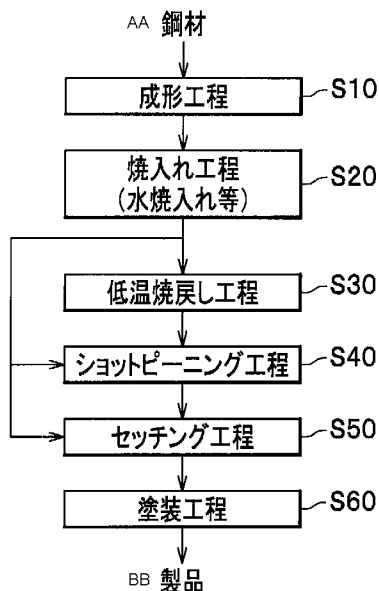
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, 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,

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR MANUFACTURING SPRING FOR SUSPENSION DEVICE, AND SPRING FOR SUSPENSION DEVICE

(54) 発明の名称: 懸架装置用ばねの製造方法及び懸架装置用ばね



- S10 Molding step
S20 Quenching step (e.g., water quenching)
S30 Low-temperature tempering step
S40 Shot-peening step
S50 Setting step
S60 Coating step
AA Steel member
BB Product

(57) Abstract: This method for manufacturing a spring for a suspension device is characterized by including a molding step S10 for molding a steel member that contains, in mass%, C: 0.10-0.39%, Mn: 1.00-1.50%, and B: 0.0005-0.003% in hot or cold molding to a spring shape, and a quenching step S20 for carrying out quenching of the molded steel member using a medium having a heat transfer coefficient about equal to that of water or close to that of water, without the steel member subjected to quenching being tempered at 400°C or above.

(57) 要約: 本発明の懸架装置用ばねの製造方法は、質量%で、C: 0.10%以上0.39%以下、Mn: 1.00%以上1.50%以下、B: 0.0005%以上0.003%以下を含む鋼材を熱間又は冷間においてばね形状に成形する成形工程S10と、成形された前記鋼材に水と同等以上又は水に近い熱伝達率を有する媒体による焼入れを施す焼入れ工程S20とを含み、焼入れが施された前記鋼材を400°C以上に焼戻すことなく懸架装置用ばねを製造することを特徴とする。



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))

明 細 書

発明の名称：懸架装置用ばねの製造方法及び懸架装置用ばね

技術分野

[0001] 本発明は、懸架装置用ばねの製造方法及び懸架装置用ばねに関する。

背景技術

[0002] 自動車等の車両においては、車軸を懸架する懸架装置にコイルばねや板ばね（重ね板ばね）等の懸架装置用ばねが備えられている。懸架装置用ばねは、車体側と車輪側とを連結して車重を支持し、車輪を伝って車体に及ぼされる衝撃を緩衝する役割等を担っている。懸架装置の分野においては、従来から、車重の軽量化の要求に対応した軽量の懸架装置用ばねが求められている。加えて、近年では、電動モータや二次電池の搭載に伴って車重が重量化する傾向も生じている。そのため、高応力に対応しており、軽量化を実現し得る懸架装置用ばねが望まれている。

[0003] 従来、懸架装置用ばねの材料としては、SUP 9、SUP 9 A、SUP 1 1 A（J I S規格）をはじめとするばね鋼等が用いられてきた。懸架装置用ばねは、所定形状寸法に加工した鋼線や鋼板を熱間又は冷間においてばね形状に成形し、熱処理を経て製造されている。熱処理としては、多くの場合、油焼入れと焼戻しとが実施されている。懸架装置用ばねは、このような熱処理の後、ショットピーニング、セッチング、塗装処理等を経て製品化されている。

[0004] このように調質を経て懸架装置用ばねを製造する技術としては、例えば、特許文献1に、重量％で（以下、同じ）、C：0.30～0.75％、Si：1.0～4.0％、Mn：0.5～1.5％、Cr：0.1～2.0％及びNi ≤ 2.0％を含み、残部がFe及び不可避免的不純物からなる鋼について、油焼入れを施し、油焼入れ後の残留オーステナイトの発生量を10％未満にしたうえで、焼きもどしを施する疲労強度、耐へたり性に優れた高強度ばね用鋼の製造方法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開平06－172847号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献1に開示されているように、高強度鋼で懸架装置用ばねを製造するにあたっては、焼割れを回避するために一般に油焼入れが実施されている。しかしながら、油焼入れを経る製造方法は、安全性や環境適合性の観点からは必ずしも最適な方法ではない。油焼入れにおいて使用される鉱油等の冷却剤は発火の危険性があり、取り扱い、保管、製造設備設計等について制約が生じるためである。また、使用後の廃油の環境負荷も低くないため、廃棄経費等が嵩む場合があり得る。すなわち、油焼入れを経る製造方法は、懸架装置用ばねの生産性を低下させる要因を少なからず抱えるものとなっている。

[0007] また、懸架装置用ばねは、機械的強度と共に良好な靱性を兼ね備え、疲労耐久性に優れることが望まれる。従来は、高応力設計に対応しつつ十分な疲労耐久性を与えるために、焼入れ後に高温焼戻しが実施されることが多かった。一方で、近年では、戦略的に生産拠点を新設・移設する車両メーカーの近くで懸架装置用ばねの製造を行う要求が高く、製造設備規模、工数、運転経費等が削減されたコンパクトな製造ラインが望まれている現状もある。高温焼戻しは、通常、400℃程度を超える高温への加熱処理を伴い、こうした加熱処理が複数回に及ぶこともあるため、既に焼入れが施された鋼材に対して、追加的に多大な熱量と時間とを費やすことを要している。それ故、高温焼戻しを経る懸架装置用ばねの製造方法は、昨今の製造ラインのコンパクト化の要求にそぐわないものとなっている。

[0008] そこで、本発明は、良好な機械的強度と靱性とを有する懸架装置用ばねを、コンパクトな生産ラインで生産性高く製造できる懸架装置用ばねの製造方

法及びその製造方法によって製造される懸架装置用ばね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

[0009] 前記課題を解決するために、本発明に係る懸架装置用ばねの製造方法は、質量％で、C：0.10％以上0.39％以下、Mn：1.00％以上1.50％以下、B：0.0005％以上0.003％以下を含む鋼材を熱間又は冷間においてばね形状に成形する成形工程と、成形された前記鋼材に水と同等以上又は水に近い熱伝達率を有する媒体による焼入れを施す焼入れ工程とを含み、焼入れが施された前記鋼材を400℃以上に焼戻すこと無く懸架装置用ばねを製造することを特徴とする。

[0010] また、本発明に係る懸架装置用ばねは、前記の懸架装置用ばねの製造方法によって製造されることを特徴とする。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、良好な機械的強度と靱性とを有する懸架装置用ばねを、コンパクトな生産ラインで生産性高く製造できる懸架装置用ばねの製造方法を提供することができる。その製造方法によって製造される懸架装置用ばねは、表層に深い分布の高い圧縮残留応力が付与されているため、遅れ破壊を生じ難く、疲労耐久性が良好である。

図面の簡単な説明

[0012] [図1A]本発明の一実施形態に係る懸架装置用ばねの製造方法によって製造される懸架装置用コイルばねが備えられた懸架装置を示す斜視図である。

[図1B]本発明の一実施形態に係る懸架装置用ばねの製造方法によって製造される懸架装置用コイルばねの縦断面図である。

[図2A]本発明の一実施形態に係る懸架装置用ばねの製造方法によって製造される懸架装置用板ばねが備えられた懸架装置を示す側面図である。

[図2B]本発明の一実施形態に係る懸架装置用ばねの製造方法によって製造される懸架装置用板ばねの正面図である。

[図3]本発明の一実施形態に係る懸架装置用ばねの製造方法の製造工程を示す

流れ図である。

[図4A]水焼入れを施して製造した懸架装置用ばねにおける表層の残留応力の分布を示す図である。

[図4B]油焼入れを施して製造した懸架装置用ばねにおける表層の残留応力の分布を示す図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、本発明の一実施形態に係る懸架装置用ばねの製造方法及びその製造方法によって製造される懸架装置用ばねについて説明する。なお、各図において共通する構成要素については、同一の符号を付し、重複した説明を省略する。

[0014] 本実施形態に係る懸架装置用ばねの製造方法は、車両に設けられる懸架装置に備えられるコイルばね（懸架装置用コイルばね）や、重ね板ばねを構成する板ばね（懸架装置用板ばね）等の懸架装置用ばねの製造方法に関する。この製造方法は、素材を熱間又は冷間においてばね形状に成形し、水と同等以上又は水に近い熱伝達率を有する媒体による焼入れを施し、焼入れが施された鋼材を焼入れ後に400℃以上に焼戻すこと無く懸架装置用ばねを製造する方法となっている。懸架装置用ばねの材料としては、特に低炭素含有量のマンガンボロン鋼が採用されたものである。

[0015] [懸架装置用コイルばね]

はじめに、本実施形態に係る懸架装置用ばねの製造方法によって製造される懸架装置用コイルばねについて説明する。

[0016] 図1は、本発明の一実施形態に係る懸架装置用ばねの製造方法によって製造される懸架装置用コイルばねを示す図である。図1Aは、懸架装置用コイルばねが備えられた懸架装置を示す斜視図、図1Bは、懸架装置用コイルばねの縦断面図である。

[0017] 図1Aに示すように、車両には、車輪Wが取り付けられる車軸を懸架する懸架装置8Aが備えられる。図1Aでは、懸架装置として、左右が独立したストラット式の懸架装置8A、8Aが示されている。図1Aに示すように、

左右一对の懸架装置 8 A、8 A には、本実施形態に係る懸架装置用ばねの製造方法によって製造される懸架装置用コイルばね（コイルばね）1 と、ばね座 2 a と、ばね座 2 b と、ショックアブソーバ 3 とがそれぞれ備えられている。

[0018] ショックアブソーバ 3 は、筒状のシリンダ、シリンダに挿入されたロッド、オリフィス等によって構成される減衰力発生機構等を有している。ロッドの一端にはピストンが備えられ、ロッドの伸縮によってシリンダの内部の作動流体が流動し、流動に伴う抵抗によって減衰力が発生するようになっている。ショックアブソーバ 3 の一端はブラケット 5 を介してナックル 6 に支持され、他端は不図示の車体側に連結される。図 1 A に示すように、ショックアブソーバ 3 のシリンダには、ばね座 2 a が固定されており、他端にはばね座 2 b が固定されている。そして、ばね座 2 a とばね座 2 b との間に、コイルばね 1 が介装されている。

[0019] 図 1 B に示すように、コイルばね 1 は、断面が円形の素線が螺旋形状に成形されてなる。コイルばね 1 は、懸架装置 8 A において車重を弾性的に支持すると共に、軸方向に受ける圧縮荷重や引張荷重に対して抵抗力を生じさせる。これによって、車輪を伝って車体に及ぼされる衝撃や走行中の振動を緩和する役割を担う。なお、本実施形態に係る懸架装置用ばねの製造方法においては、製造されるコイルばね 1 のコイル平均径、ピッチ、ばね定数、巻方向等は特に制限されない。また、図 1 B においては、円筒形コイルが示されているが、コイルばね 1 の形状は、たる形、鼓形等の適宜の形状であってよい。コイルばね 1 の素線の径は、製品の仕様に応じて適宜設定されるが、一例として凡そ 8 mm 以上 21 mm 以下の範囲である。なお、後記するとおり、図 1 B に示す N は、ねじりモーメント、 τ_1 及び τ_2 は、せん断応力を示している。

[0020] [懸架装置用板ばね]

続いて、本実施形態に係る懸架装置用ばねの製造方法によって製造される懸架装置用板ばねについて説明する。

[0021] 図2は、本発明の一実施形態に係る懸架装置用ばねの製造方法によって製造される懸架装置用板ばねを示す図である。図2Aは、懸架装置用板ばねが備えられた懸架装置を示す側面図、図2Bは、懸架装置用板ばねの正面図である。

[0022] 図2Aに示すように、トラック等の車両には、車輪Wが取り付けられる車軸を懸架する懸架装置8Bが備えられる。図2Aでは、車両の左右に備えられる一対のリーフ式懸架装置8Bの一方のみが示されている。図2Aに示すように、懸架装置8Bには、本実施形態に係る懸架装置用ばねの製造方法によって製造される懸架装置用重ね板ばね（重ね板ばね）10と、アクスル17と、Uボルト18と、ナット19と、ショックアブソーバ20とがそれぞれ備えられている。

[0023] 図2Bに示すように、重ね板ばね10は、複数の懸架装置用板ばね（板ばね）11が重ね合わされて構成されている。複数の板ばね11は、リーフ部11aの中央付近においては、センタボルト12によって互いに締結固定されている。また、リーフ部11aの端部寄りにおいては、クリップ13によってピン止めされて束ねられている。そして、最上段の板ばね11には、両端部に目玉部11b、11bが形成されている。これら目玉部11b、11bには、金属製の外筒及び内筒と、外筒と内筒との間を接合する弾性体とを有する不図示のブッシュが圧入される。

[0024] 図2Aに示すように、重ね板ばね10は、不図示のブッシュを介して車体フレーム14に支持される。すなわち、一端側の目玉部11bは、車体フレーム14に固定されたブラケット15aに枢着され、他端側の目玉部11bは、シャックル16を介して車体フレーム14に固定されたブラケット15bに支持される。一方、重ね板ばね10は、リーフ部11aにおいて、Uボルト18とナット19とによってアクスル（アクスルビーム）17に固定される。そして、アクスル17と車体フレーム14との間にはショックアブソーバ20が介装されている。

[0025] 板ばね11は、図2A及び図2Bに示すように、上面側に凹状の反りを持

った湾曲形状に成形されている。板ばね 11 は、懸架装置 8 B において車重を弾性的に支持すると共に、反りの方向の変位により受ける圧縮荷重や引張荷重に対して抵抗力を生じさせる。これによって、車輪を伝って車体に及ぼされる衝撃や走行中の振動を緩和する役割を担うと共に連結機構として機能する。なお、重ね板ばね 10 は、図 2 A 及び図 2 B においては、長さが異なる 3 枚の板ばね 11 が重ね合わされたマルチリーフスプリングとされているが、本実施形態に係る懸架装置用ばねの製造方法においては、製造される板ばね 11 の長さ、形状、枚数、両端部の連結形式は特に制限されない。また、板ばね 11 としては、主ばねに限られず、補助ばねを構成するものであってもよい。板ばね 11 の幅や厚さは、製品の仕様に応じて適宜設定されるが、一例として凡そ幅 60 mm 以上 100 mm 以下、厚さ 9 mm 以上 40 mm 以下の範囲である。

[0026] [懸架装置用ばねの製造方法]

次に、本実施形態に係る懸架装置用ばね（懸架装置用コイルばね、懸架装置用板ばね）の製造方法について説明する。なお、以下の説明では、懸架装置用コイルばねと懸架装置用板ばねとにおいて共通する工程については一括して説明し、個別の説明を省略する。

[0027] 本実施形態に係る懸架装置用ばねは、低炭素含有量のマンガンボロン鋼を材料として製造される。焼入れ性に優れた低炭素含有量のマンガンボロン鋼が採用されることで、油焼入れに代えて、水と同等以上又は水に近い熱伝達率を有する媒体による焼入れが採用され得るようになっている。すなわち、材料である鋼材に水焼入れに相当する速い冷却速度で焼入れを施しても焼割れや歪の発生が阻止されるため、生産性良く懸架装置用ばねの製造が可能となっている。加えて、焼入れ性に優れた低炭素含有量のマンガンボロン鋼によって、良好な強度（機械的強度）と共に良好な靱性を兼ね備えたマルテンサイト組織が、焼き入れままで形成されるようになっている。

[0028] 低炭素含有量のマンガンボロン鋼は、詳細には、質量%で、炭素（C）：0.10%以上0.39%以下、マンガン（Mn）：1.00%以上1.5

0%以下、ボロン（B）：0.0005%以上0.003%以下を含んでいる。懸架装置用ばねの素材は、このような所定の化学成分を含む鋼を熱間圧延して得た鋼材に、必要に応じて伸線加工、オイルテンパ処理、パテンチング処理等を施すことによって得ることができる。なお、本明細書においては、鋼材は、加工や熱処理が施された状態の鋼材（鋼線、鋼板など）や半製品を含む意味で用いるものとする。

[0029] 低炭素含有量のマンガンボロン鋼は、次の数式：

$$C_{eq} (I I W) = C + Mn / 6 + (Cr + Mo + V) / 5 + (Cu + Ni) / 15$$

：で表される炭素当量（ C_{eq} ）が0.27%以上0.64%以下を満たす化学成分組成とすることができる。但し、数式中、C、Mn、Cr、Mo、V、Cu及びNiは、それぞれ各元素が含まれる場合の各含有量（質量%）を表す。炭素当量（ C_{eq} ）が0.27%以上であれば、懸架装置用ばねに一般に求められる硬さを実現することができる。一方、炭素当量（ C_{eq} ）が0.64%以下であると、焼入れ硬さを確保しつつ、水焼入れに相当する速い冷却速度で焼入れが施されたとしても焼割れの発生を確実に阻止することができる。また、焼入れ後においても遅れ破壊の発生を顕著に低減させることができる。炭素当量（ C_{eq} ）は、より好ましくは0.36%以上0.41%以下である。

[0030] 低炭素含有量のマンガンボロン鋼は、質量%で、C：0.10%以上0.39%以下、Si：0.05%以上0.40%以下、Mn：1.00%以上1.50%以下、B：0.0005%以上0.003%以下を必須元素として含有し、残部がFeと、任意添加元素や不可避免の不純物とで組成される化学成分組成とすることもできる。任意添加元素としては、Cr、Mo、V、Cu、Ni、Ti、Nb、Al、N、Ca及びPbからなる群より選択される少なくとも一種以上の元素を含有することができる。不可避免の不純物としては、P、S等の元素を0.005質量%以下の範囲で含有することが許容される。

[0031] 低炭素含有量のマンガンボロン鋼は、より具体的には、C、Si、Mn及びBからなる必須元素群を含有し、残部がFeと不可避免の不純物とからなる化学組成を有するものとしてもよいし、C、Si、Mn及びBからなる必須元素群を含有し、残部がFeと任意添加元素と不可避免の不純物とからなる化学組成を有するものとしてもよい。低炭素含有量のマンガンボロン鋼を任意添加元素を含有しない化学組成とすると、懸架装置用ばねの材料費を低廉にすることができる。一方、任意添加元素を含有する化学組成とすると、元素種類に応じて諸特性を改質することが可能になる。

[0032] 低炭素含有量のマンガンボロン鋼は、任意添加元素を含む化学組成においては、各任意添加元素のそれぞれを少なくとも1.20%以下の範囲となるように含むものとする。低炭素含有量のマンガンボロン鋼は、好ましい形態ではStandard American Engineering 規格の15B23相当鋼ないし15B26相当鋼である。なお、各任意添加元素は、炭素当量(Ceq)が前記の数値範囲を満たす含有量で含まれることが好ましいが、前記の数値範囲を満たさない含有量で含まれることも妨げられない。以下、低炭素含有量のマンガンボロン鋼の各成分元素について説明する。

[0033] 炭素(C)は、強度や硬さの向上等に寄与する成分である。Cを0.10質量%以上とすることで、懸架装置用ばねに求められる良好な強度や硬さを確保することができる。一方で、Cを0.39質量%以下とすると、変態応力等に起因する焼割れや歪の発生、遅れ破壊を阻止することができる。また、炭化物の析出による耐食性の低下を抑制することができる。Cの含有量は、より好ましくは0.20質量%以上0.26質量%以下である。

[0034] ケイ素(Si)は、強度や硬さの向上等に寄与する成分である。また、鋼材の製鋼時に脱酸の目的で添加される成分でもある。Siを0.05質量%以上とすることで、良好な強度や硬さ、耐食性、耐へたり性を確保することができる。一方で、Siを0.40質量%以下とすると、靱性や加工性が損なわれるのを避けることができる。Siの含有量は、好ましくは0.15質量%以上0.30質量%以下である。

- [0035] マンガン (Mn) は、焼入れ性や強度の向上等に寄与する成分である。また、鋼材の製鋼時に脱酸の目的で添加される成分でもある。Mnを1.00質量%以上とすることで、良好な強度と焼入れ性を確保することができる。一方で、Mnを1.50質量%以下とすると、偏析によって靱性や加工性が損なわれたり、耐食性が低下するのを避けることができる。
- [0036] ホウ素 (B; Boron) は、焼入れ性や強度の向上等に寄与する成分である。Bを0.0005質量%以上0.003質量%以下とすることで、良好な焼入れ性を確保することができる。また、粒界強化によって靱性や耐食性を向上させることができる。一方で、Bを0.003質量%を超える含有量としても、焼入れ性の向上の効果は飽和し、機械的性質は悪化してしまうため、含有量の上限を制限する。
- [0037] リン (P) は、鋼材の製鋼時から残留する不可避免の不純物である。Pを0.040質量%以下とすることで、偏析によって靱性や耐食性が損なわれるのを避けることができる。Pの含有量は、より好ましくは0.030質量%以下である。
- [0038] 硫黄 (S) は、鋼材の製鋼時から残留する不可避免の不純物である。Sを0.040質量%以下とすることで、偏析やMnS系介在物の析出によって靱性や耐食性が損なわれるのを避けることができる。Sの含有量は、より好ましくは0.030質量%以下である。
- [0039] クロム (Cr) は、強度や耐食性や焼入れ性の向上等に寄与する成分である。Crを添加することで、強度や耐食性や焼入れ性を向上させることができる。一方で、Crを過剰に含有させると、炭化物の偏析によって靱性や耐食性が損なわれたり、加工性が低下したり、材料コストが過大になったりするため、含有量の上限を制限する。Crの含有量は、1.20質量%以下とすることが好ましく、0.60質量%以下としてもよく、或いは、意図的に添加しない組成とすることも好ましい。
- [0040] モリブデン (Mo) は、焼入れ性や靱性や耐食性の向上等に寄与する成分である。Moを添加することで、焼入れ性や靱性や耐食性を向上させること

ができる。一方で、Moを過剰に含有させると、材料コストが過大になってしまうため、含有量の上限を制限する。Moの含有量は、0.08質量%以下とすることが好ましく、0.02質量%以下とすることがより好ましく、或いは、意図的に添加しない組成とすることも好ましい。

[0041] バナジウム（V）は、靱性や硬さの向上等に寄与する成分である。また、窒素（N）と結合してNによるホウ素（B）の固定を防止する作用を有している。Vを添加することで、靱性や硬さを向上させたり、ホウ素（B）による効果を有効に発現させたりすることができる。一方で、Vを過剰に含有させると、炭窒化物の析出によって靱性や耐食性が損なわれたり、材料コストが過大になったりするため、含有量の上限を制限する。Vの含有量は、0.30質量%以下とすることが好ましく、或いは、意図的に添加しない組成とすることも好ましい。

[0042] 銅（Cu）は、焼入れ性や耐食性の向上等に寄与する成分である。Cuを添加することで、焼入れ性や耐食性を向上させることができる。但し、Cuを過剰に含有させると、熱間での表面脆化が生じる場合があるため、含有量の上限を制限する。Cuの含有量は、0.30質量%以下とすることが好ましく、或いは、意図的に添加しない組成とすることも好ましい。

[0043] ニッケル（Ni）は、耐食性や焼入れ性の向上等に寄与する成分である。Niを添加することで、良好な耐食性や焼入れ性を確保することができ、腐食劣化や焼割れの低減を図ることが可能である。一方で、Niを過剰に含有させても、焼入れ性の向上の効果は飽和し、材料コストも増大してしまうため、含有量の上限を制限する。Niの含有量は、0.30質量%以下とすることが好ましく、或いは、意図的に添加しない組成とすることも好ましい。

[0044] チタン（Ti）は、強度や耐食性の向上等に寄与する成分である。また、窒素（N）と結合してNによるホウ素（B）の固定を防止する作用を有している。Tiを添加することで、強度や耐食性を向上させたり、ホウ素（B）による効果を有効に発現させたりすることができる。一方で、Tiを過剰に含有させると、炭窒化物の析出によって靱性や耐食性が損なわれるため、含

有量の上限を制限する。Tiの含有量は、0.05質量%以下とすることが好ましく、或いは、意図的に添加しない組成とすることも好ましい。

[0045] ニオブ (Nb) は、強度や靱性の向上等に寄与する成分である。また、窒素 (N) と結合してNによるホウ素 (B) の固定を防止する作用を有している。Nbを添加することで、結晶粒の微小化によって強度や靱性を向上させたり、ホウ素 (B) による効果を有効に発現させたりすることができる。一方で、Nbを過剰に含有させると、炭窒化物の析出によって靱性や耐食性が損なわれるため、含有量の上限を制限する。Nbの含有量は、0.06質量%以下とすることが好ましく、或いは、意図的に添加しない組成とすることも好ましい。

[0046] アルミニウム (Al) は、靱性の向上等に寄与する成分である。また、窒素 (N) と結合してNによるホウ素 (B) の固定を防止する作用を有している。また、鋼材の製鋼時に脱酸の目的で添加される成分でもある。Alを添加することで、結晶粒の微小化によって強度や靱性を向上させたり、ホウ素 (B) による効果を有効に発現させたりすることができる。一方で、Alを過剰に含有させると、窒化物や酸化物の析出によって靱性や耐食性が損なわれるため、含有量の上限を制限する。Alの含有量は、0.30質量%以下とすることが好ましく、或いは、意図的に添加しない組成とすることも好ましい。なお、任意添加元素としてのAlは、Soluble Alに相当するものとする。

[0047] 窒素 (N) は、鋼材の製鋼時から残留する不可避免の不純物である。但し、強度の向上等に寄与する成分であるため、意図的に添加することもできる。Nを所定含有量の範囲で含有させることで、窒化物の析出によって靱性や耐食性が損なわれるのを避けつつ強度を向上させることが可能である。Nの含有量は、0.02質量%以下とすることが好ましい。

[0048] カルシウム (Ca) は、被削性の向上等に寄与する成分である。Caを添加することで、鋼材の被削性をより向上させることができる。Alの含有量は、0.40質量%以下とすることが好ましく、或いは、意図的に添加しな

い組成とすることも好ましい。

[0049] 鉛 (Pb) は、被削性の向上等に寄与する成分である。Pbを添加することで、鋼材の被削性をより向上させることができる。Pbの含有量は、0.40質量%以下とすることが好ましく、或いは、意図的に添加しない組成とすることも好ましい。

[0050] 図3は、本発明の一実施形態に係る懸架装置用ばねの製造方法の製造工程を示す流れ図である。

[0051] 図3に示すように、懸架装置用ばねの製造方法は、成形工程S10と、焼入れ工程S20と、低温焼戻し工程S30と、ショットピーニング工程S40と、セッチング工程S50と、塗装工程S60とをこの順に含んでなる方法とすることができる。なお、この製造方法において、低温焼戻し工程S30と、ショットピーニング工程S40とは、必須の工程ではなく、後記するように実施を省略することも可能である。

[0052] 成形工程S10は、鋼材を熱間又は冷間においてばね形状に成形する工程である。成形に供する鋼材としては、懸架装置用ばねの仕様に応じて所定形状寸法に断裁された前記の低炭素含有量のマンガンボロン鋼の鋼材（鋼線、鋼板など）を用いる。具体的には、懸架装置用コイルばね1にあっては、鋼材（鋼線）を螺旋形状に成形し、末端にばね座2a, 2bに支持される座巻部を形成する。また、懸架装置用板ばね11にあっては、鋼材（鋼板）を湾曲形状に成形し、必要に応じて末端に目玉部11b, 11bを形成する。熱間成形における加熱温度は、オーステナイト域であれば特に制限されるものではないが、好ましくは850℃以上1100℃以下の範囲である。

[0053] 焼入れ工程S20は、鋼材を加熱処理してオーステナイト化した後に下部臨界冷却速度以上で冷却処理して焼入れを施す熱処理の工程である。詳細には、本実施形態に係る懸架装置用ばねの製造方法においては、ばね形状に成形された鋼材に水と同等以上又は水に近い熱伝達率を有する媒体による焼入れを施すものとしている。焼入れ媒体（冷却剤）の熱伝達率は、鋼材に対する静止した水ないし流れを有する水の熱伝達率値に対して±10%以内の範

囲であることが好ましい。

[0054] 焼入れ工程 S 2 0 における加熱処理は、加熱温度を 8 5 0 °C 以上 1 1 0 0 °C 以下とすることが好ましい。加熱温度を 1 1 0 0 °C 以下に抑えることによって、オーステナイト結晶粒の粗大化を低減させることができる。その結果、良好な靱性を付与することができ、焼割れや歪の発生も阻止することができる。加熱方法としては、例えば、高周波誘導加熱を用いることができる。成形工程 S 1 0 において熱間成形を行う場合には、オーステナイト化させた鋼材を成形後に直ちに冷却処理に供して焼入れを施してもよい。

[0055] 焼入れ工程 S 2 0 における冷却処理は、水と同等以上又は水に近い熱伝達率を有する媒体により行う。具体的には、水焼入れ、水溶液焼入れ又は塩水焼入れを施すことが好ましい。水焼入れは、冷却剤として、水を用いる処理である。水温は、0 °C 以上 1 0 0 °C 以下程度、好ましくは 5 °C 以上 4 0 °C 以下の温度範囲とすればよい。水溶液焼入れ（ポリマー焼入れ）は、冷却剤として、高分子を添加した水溶液を用いる処理である。高分子としては、例えば、ポリアルキレングリコール、ポリビニルピロリドン等の各種の高分子を用いることができる。塩水焼入れは、冷却剤として、塩化ナトリウム等の塩類を添加した水溶液を用いる処理である。焼入れ工程 S 2 0 における冷却処理は、媒体を適宜の速度で攪拌して行えばよい。

[0056] 焼入れ工程 S 2 0 における冷却処理は、拘束焼入れ、噴霧焼入れ、噴射焼入れ等の形態で行ってもよい。具体的には、懸架装置用コイルばね 1 にあっては、所定の自由高さの螺旋形状に拘束し、冷却剤により急冷してマルテンサイト化させる。また、懸架装置用板ばね 1 1 にあっては、両端の目玉部 1 1 b, 1 1 b を固定し、冷却剤により急冷してマルテンサイト化させる。低炭素含有量のマンガンボロン鋼がマルテンサイト化した金属組織は、析出物が少なく、焼入れままで良好な靱性を有している。そこで、本実施形態に係る懸架装置用ばねの製造方法においては、図 3 に示すように、焼入れが施された鋼材を 4 0 0 °C 以上に焼戻すこと無く後工程、すなわち、低温焼戻し工程 S 3 0、ショットピーニング工程 S 4 0 又はセッチング工程 S 5 0 に供す

るものとする。

[0057] 低温焼戻し工程 S 3 0 は、焼入れが施された鋼材を 2 0 0℃以上 3 5 0℃以下に均熱して焼戻しを施す熱処理の工程である。焼戻しにおける加熱温度が 2 0 0℃以上であると、ひずみ時効により有意に降伏点が向上し、より良好な強度を付与することができる。また、脱水素を図ることができるため、水素脆化が低減し、遅れ破壊の発生がより確実に阻止される。一方、焼戻しにおける加熱温度が 3 5 0℃以下であれば、硬さが損なわれ難く、ホウ素による粒界強化と相俟って低温焼戻し脆化の影響を受け難くなる。焼戻し温度は、好ましくは 2 0 0℃以上 3 0 0℃以下である。焼戻し時間は、3 0 0℃において 6 0 分以下とすることが好ましい。但し、低温焼戻し工程 S 3 0 は、実施を省略化することも可能である。

[0058] ショットピーニング工程 S 4 0 は、熱処理が施された鋼材の表面にショットピーニングを施す工程である。ショットピーニングは、温間及び冷間のいずれの形態で行ってもよいし、ストレスピーニングの形態で行ってもよい。また、粒子径や投射速度等の条件を変えて複数回繰り返し行ってもよい。ショットピーニングを施すことによって、鋼材の表面に圧縮残留応力を付加することができる、置割れや応力腐食割れ等の発生の阻止や、疲労強度や耐摩耗性の向上を図ることができる。但し、ショットピーニング工程 S 4 0 は、実施を省略化することも可能である。

[0059] セッチング工程 S 5 0 は、熱処理が施された鋼材に弾性限以上の過荷重を負荷する工程である。セッチングは、温間及び冷間のいずれの形態で行ってもよい。温間における温度条件としては、2 0 0℃以上 3 0 0℃以下が好ましい。温度が 3 0 0℃以下であれば、鋼材の表層に形成された圧縮残留応力が除去され難いためである。ばね形状に成形された鋼材のばねの作用方向にセッチングを施すことによって、降伏点が高められ、永久変形が抑制されることにより弾性限や耐へたり性の向上が図られる。なお、このセッチング工程 S 5 0 に加えて、低温焼戻し工程 S 3 0 の後、且つ、ショットピーニング工程 S 4 0 の前に温間でセッチング（ホットセッチング）を施すこともでき

る。

[0060] 塗装工程 S 6 0 は、熱処理が施された鋼材の表面を塗装する工程である。塗装にあたっては、鋼材の表面にあらかじめ洗浄処理や下地処理を施すことができる。洗浄処理では、表面の油脂分や異物等を除去する。また、下地処理では、例えば、リン酸亜鉛、リン酸鉄等の被膜を形成する。塗装には、エポキシ樹脂製の粉体塗料を用いることが好ましい。塗装に供する鋼材は、必要に応じて予加熱した後に表面に塗料を塗着させてよい。そして、塗着させた塗料を炉加熱や赤外線加熱により焼き付けることで塗装を行う。予加熱や焼き付けにおける加熱温度は、通常の塗料の塗着が可能な 180℃以上 200℃以下の範囲とすることが好ましい。

[0061] 以上の製造工程や製品検査等を経て、懸架装置用ばねが製造される。懸架装置用ばねは、低炭素含有量のマンガンボロン鋼を材料としているため、良好な強度と良好な靱性とを兼ね備えている。具体的には、懸架装置用ばねの金属組織は、主相がマルテンサイト組織又は ϵ 炭化物が析出した焼戻しマルテンサイト組織となり、トルースタイトやソルバイトの組織を実質的に有さないものとなる。横断面の中心部分の 90%以上がマルテンサイト組織を有する懸架装置用ばねの製造も可能である。焼入れままのマルテンサイト組織は、低炭素含有量のマンガンボロン鋼の焼入れ性により、懸架装置用コイルばね 1 や懸架装置用板ばね 11 の中心部に及ぶ単相を形成し得る。そのため、析出した炭化物等との間で局部電池が形成され難く、耐食性に優れた懸架装置用ばねとなる点で有利である。

[0062] 製造される懸架装置用ばねは、旧オーステナイト結晶粒界の結晶粒度について粒度番号 G が 8 を超えるようにすることが好ましく、9 以上にすることがより好ましい。旧オーステナイト結晶粒界の結晶粒度をこのように微細化することにより、靱性を損なわず強度をより向上させることができる。結晶粒度の微細化は、例えば、焼入れ温度を低下させたり、Mn や任意添加元素の含有量を高めたりすることによって実現することが可能である。なお、旧オーステナイト結晶粒界の結晶粒度は、JIS G 0551 の規定に準じ

て測定することができる。粒度番号Gは、焼き入れままの金属組織の顕微鏡観察像に基いて判定することができ、望ましくは5～10視野の粒度番号の平均値として求められる。

[0063] 以上の本実施形態に係る懸架装置用ばねの製造方法によると、焼入れ性に優れた低炭素含有量のマンガンボロン鋼が採用されることによって、焼入れが施された鋼材を400℃以上に焼戻すこと無く、焼入れままで良好な強度と良好な靱性とを兼ね備えた懸架装置用ばねを製造することが可能である。そのため、高熱量を費やして400℃を超える高温に加熱する高温焼戻しを実施する必要が無いという利点がある。したがって、製造工程中の熱処理に関わる工数や運転経費を削減することができ、懸架装置用ばねの製造設備の規模をコンパクト化するのに適した製造方法となる。

[0064] また、本実施形態に係る懸架装置用ばねの製造方法においては、焼入れままで良好な強度と良好な靱性とを兼ね備えた懸架装置用ばねを製造することができるため、低温焼戻し工程S30を省略することも可能である。この場合、懸架装置用ばねの製造ライン上に、長大な焼戻し炉を設置することを要しない点で有利である。また、焼戻しが不要となるため、製造工程中の熱処理に関わる工数や運転経費が削減され、懸架装置用ばねの製造設備の規模がさらにコンパクト化に適したものとなる。

[0065] また、本実施形態に係る懸架装置用ばねの製造方法では、従来の油焼入れに代えて、水と同等以上又は水に近い熱伝達率を有する媒体による焼入れが採用されている。そのため、鉱油等の油性冷却剤の使用に伴う管理保安や廃棄経費が不要となって、懸架装置用ばねの効率的な生産が可能になっている。そして、製造される懸架装置用ばねは、油焼入れと比較して冷却速度が速い焼入れが施されることによって、次のとおり、表層に深い分布の圧縮残留応力が付与されることになる。

[0066] 図4は、懸架装置用ばねの表層の残留応力の分布を示す図である。図4Aは、水焼入れを施して製造した懸架装置用ばねにおける残留応力の分布を示す図であり、図4Bは、油焼入れを施して製造した懸架装置用ばねにおける残

留応力の分布を示す図である。

[0067] 図4において、縦軸は、懸架装置用ばねに付与される残留応力(MPa)を示す。(－)側が圧縮応力、(＋)側が引張応力である。実線は、ショットピーニング工程S40を経て製造された懸架装置用ばねにおける残留応力値(SP有)、破線は、ショットピーニング工程S40を経ること無く製造された懸架装置用ばねにおける残留応力値(SP無)を示す。焼入れにおいて冷却処理された鋼材には、図4A及び図4Bに模式的に示すように、熱応力に起因する残留応力と変態応力に起因する残留応力とが重畳して残留応力分布が顕れる。

[0068] 焼入れにおいては、鋼材の冷却による熱収縮が表面側から進む。すなわち、表面側は、速やかに冷却され、内部側よりも大きく熱収縮して、内部側を引きずりながら塑性変形する。その後、表面側の変形は終息するのに対して、熱伝導が遅れる内部側では依然として熱収縮が進行し、既に凝固した表面側を引きずりながら塑性変形が終息する。そのため、このような熱収縮の過程で生じる熱応力は、鋼材の表面側で圧縮残留応力が優位になり、内部側で引張残留応力が優位になる傾向を生じさせる。

[0069] 一方、焼入れにおいては、鋼材のマルテンサイト変態による変態膨張も表面側から進む。すなわち、表面側は、速やかに冷却され、内部側よりも先にマルテンサイト変態終了温度(Mf)を下回り、金属組織の体積変化が終息する。その後、表面側の変態は終息するのに対して、熱伝導が遅れる内部側では依然として変態膨張が進行し、既に変態を終えた表面側を引きずりながら塑性変形が終息する。そのため、このような変態の過程で生じる変態応力は、熱応力とは反対に、鋼材の表面側で引張残留応力が優位になり、内部側で圧縮残留応力が優位になる傾向を生じさせる。

[0070] 従来、懸架装置用ばねの熱処理として実施されている油焼入れでは鋼材の冷却速度が比較的遅いため、このような変態応力に対して熱応力の寄与は低くなっている。そのため、油焼入れを施して製造した従来の懸架装置用ばねでは、図4Bに破線で示すように、表層に引張残留応力が形成される。そし

て、図4 Bに実線で示すように、ショットピーニングを施したとしても、例えば、深さ0.80 mmにおける残留応力(S)は、通常、引張応力になってしまう。

[0071] これに対して、本実施形態に係る懸架装置用ばねの製造方法では、水焼入れに相当する速い冷却速度が採用されているため、変態応力に対して熱応力の寄与が高くなっている。そのため、図4 Aに破線で示すように、表層に深い分布の圧縮残留応力が形成される。すなわち、圧縮残留応力が引張残留応力に変わるクロッシングポイントが、表面から少なくとも0.80 mm以上の深さとなり、通常0.40 mm程度の深さにまで成長する腐食ピットの深さを超えるものとなる。そして、表面から深さ0.80 mmまでには、150 MPa以上の高い圧縮の残留応力(S)が付与される。さらには、ショットピーニングを施す場合には、図4 Aに実線で示すように、表面側に一層高い圧縮残留応力を付加することも可能になっている。

[0072] 図1 Bに示すように、本実施形態に係る懸架装置用ばねの製造方法によって製造される懸架装置用コイルばね1は、所望のピッチ角(θ)を採るように設計される。ピッチ角(θ)は、コイルばね1の中心線(X)に直角な平面と、素線の中心線(Y)とがなす角である。一般に、ピッチ角(θ)が十分に小さい場合には、使用時にコイルの軸方向(X線方向)に発生するせん断応力は、ねじりモーメント(N)の重畳により、コイルの外側(τ_1)よりも内側(τ_2)で大きくなる。また、冷間成形によって製造される小径のコイルばねでは、コイリングにおける塑性変形に起因して、コイルの内側に素線の軸方向に引張残留応力を残す傾向がある。このような特性から、コイルばね1に生じる疲労破壊を適切に阻止する観点からは、コイルの内側に十分な圧縮残留応力を付与することが望まれる。

[0073] この点で本実施形態に係る懸架装置用ばねの製造方法によれば、水焼入れに相当する速い冷却速度による焼入れを経て、コイルばね1の表層の全域にわたって深い分布の圧縮残留応力を容易に形成させることが可能である。そのため、コイルばね1の疲労耐久性を向上させることができ、置割れ等の遅

れ破壊の発生を阻止することができる。特に、コイルの内側を起点とする疲労破壊を良好に防止することができる点で有利である。そして、深い分布の高圧縮残留応力の付与により、ショットピーニング工程 S 4 0 の省略化が許容され得るようになっている。

[0074] 加えて、コイルばね 1 のコイルの内側は、コイルの外側と比較して、ショットピーニングの投射材を到達させ難い領域である。これに対して、本実施形態に係る懸架装置用コイルばね 1 では、水焼入れに相当する速い冷却速度による焼入れにより、ショットピーニングに抛らずして、コイルばね 1 のコイルの内側を、コイルの外側と同等の硬さとすることが可能である。なお、コイルの内側、外側は、コイルの軸方向に平行であり素線を中心を通る平面の内側の領域、外側の領域をそれぞれ意味する。

[0075] 本発明の一実施形態に係る懸架装置用コイルばね 1 は、このような製造方法により、ショットピーニングを未実施の状態で、コイルの内側と外側とが同等の硬さ（ $\pm 5\% \text{HV}$ ）であり、コイルの内側及び外側の両方において表面から深さ 0.80 mm までに 150 MPa 以上の圧縮残留応力を有するものとすることもできる。また、室温におけるシャルピー衝撃値については、一般に求められる硬さにおいて $30 \text{ J} / \text{cm}^2$ 以上にすることが可能である。クロッシングポイントは表面から少なくとも 0.80 mm 以上の深さとなるため、ばね座との摺動や衝突に伴って塗装等が剥げ易い座巻き部においても、腐食ピットに起因したき裂を良好に防止することができる点で有利である。

[0076] 一方、図 2 A 及び図 2 B に示すように、本実施形態に係る懸架装置用ばねの製造方法によって製造される懸架装置用板ばね 11 は、両端に形成される目玉部 11 b、11 b を介して車体フレーム 14 に支持される。車体側からの荷重が集中し易い目玉部 11 b の内周面 11 0 は、遅れ破壊や疲労破壊の起点となり易いことが知られている。このような特性から、板ばね 11 に生じる疲労破壊を適切に阻止する観点からは、目玉部 11 b の内周面 11 0 に十分な圧縮残留応力を付与することが望まれる。

[0077] この点で本実施形態に係る懸架装置用ばねの製造方法によれば、水焼入れに相当する速い冷却速度による焼入れを経て、板ばね 11 の目玉部 11b の内周面 110 に深い分布の圧縮残留応力を容易に形成させることが可能である。そのため、板ばね 1 の疲労耐久性を向上させることができ、置割れ等の遅れ破壊の発生を阻止することができる。特に、目玉部 11b の内周面 110 を起点とする疲労破壊を良好に防止することができる点で有利である。そして、深い分布の高圧縮残留応力の付与により、ショットピーニング工程 S40 の省略化が許容され得るようになっている。

[0078] 加えて、板ばね 11 の目玉部 11b の内周面 110 は、リーフ部 11a と比較して、ショットピーニングの投射材を到達させるのに工数を要する領域である。しかも、板ばね 11 は、横断面形状が概略矩形であり、角部をはじめとして均一なショットピーニングが比較的難しい形状を有している。これに対して、本実施形態に係る懸架装置用板ばね 11 では、水焼入れに相当する速い冷却速度による焼入れにより、板ばね 11 の目玉部 11b の内周面 110 を、リーフ部 11a と同等の硬さとすることが可能であり、横断面視における角部にも確実に圧縮残留応力を付与できる点で有利である。

[0079] 本発明の一実施形態に係る懸架装置用板ばね 11 は、このような製造方法により、ショットピーニングを未実施の状態、リーフ部 11a の反り側の表面と目玉部 11b の内周面 110 とが同等の硬さ（ $\pm 5\% \text{HV}$ ）であり、リーフ部 11a の反り側の表面及び目玉部 11b の内周面 110 の両方において表面から深さ 0.80 mm までに 150 MPa 以上の圧縮残留応力を有するものとすることもできる。また、室温におけるシャルピー衝撃値については、一般に求められる硬さにおいて 30 J/cm^2 以上にすることが可能である。クロッシングポイントは表面から少なくとも 0.80 mm 以上の深さとなるため、重ねられた板ばね 11 同士やセンタボルト 12 の摺動や衝突に伴う欠陥に対しても耐性が備えられる点で有利である。

[0080] <<その他の実施形態>>

1. 前記実施形態では、水と同等以上又は水に近い熱伝達率を有する水性の

冷却剤を用いる場合を例示して説明したが、焼入れ対象を急冷でき、説明した強度、強靱性等の所定の性能が得られれば、媒体の種類は特に制限されない。例えば、氷、有機溶剤、熱伝達率が大きい液体や固体などを含む水や油であってよい。なお、媒体とは液体、固体を含む液体などその相は特に限定されない。

[0081] 2. 前記実施形態では、様々な構成を説明したが、各構成を選択したり、各構成を適宜選択して組み合わせて構成してもよい。

[0082] 3. 前記実施形態は、本発明の一例を説明したものであり、本発明は、特許請求の範囲内または実施形態で説明した範囲において、様々な具体的な変形形態が可能である。

符号の説明

- [0083] 1 懸架装置用コイルばね
2 a, 2 b ばね座
3 ショックアブソーバ
5 ブラケット
6 ナックル
8 A, 8 B 懸架装置
1 0 懸架装置用重ね板ばね
1 1 懸架装置用板ばね
1 1 a リーフ部
1 1 b 目玉部
1 2 センタボルト
1 3 クリップ
1 4 車体フレーム
1 5 a, 1 5 b ブラケット
1 6 シャックル
1 7 アクスル
1 8 Uボルト 1 8

- 1 9 ナット
- 2 0 ショックアブソーバ
- S 1 0 成形工程
- S 2 0 焼入れ工程
- S 3 0 低温焼戻し工程
- S 4 0 ショットピーニング工程
- S 5 0 セッチング工程
- S 6 0 塗装工程

請求の範囲

[請求項1] 質量%で、C：0.10%以上0.39%以下、Mn：1.00%以上1.50%以下、B：0.0005%以上0.003%以下を含む鋼材を熱間又は冷間においてばね形状に成形する成形工程と、

成形された前記鋼材に水と同等以上又は水に近い熱伝達率を有する媒体による焼入れを施す焼入れ工程とを含み、

焼入れが施された前記鋼材を400℃以上に焼戻すこと無く懸架装置用ばねを製造することを特徴とする懸架装置用ばねの製造方法。

[請求項2] 次の数式、

$$Ceq(IIW) = C + Mn / 6 + (Cr + Mo + V) / 5 + (Cu + Ni) / 15$$

で表される炭素当量(Ceq)が0.27%以上0.64%以下であるマンガンボロン鋼の鋼材を熱間又は冷間においてばね形状に成形する成形工程と、

成形された前記鋼材に水と同等以上又は水に近い熱伝達率を有する媒体による焼入れを施す焼入れ工程とを含み、

焼入れが施された前記鋼材を400℃以上に焼戻すこと無く懸架装置用ばねを製造することを特徴とする懸架装置用ばねの製造方法。

[請求項3] 前記鋼材は、質量%で、C：0.10%以上0.39%以下、Si：0.05%以上0.40%以下、Mn：1.00%以上1.50%以下、B：0.0005%以上0.003%以下を必須元素として含有し、P：0.040%以下、S：0.040%以下であり、任意添加元素として、Cr、Mo、V、Cu、Ni、Ti、Nb、Al、N、Ca及びPbからなる群より選択される少なくとも一種以上の元素をそれぞれ1.20%以下の範囲で含有し得ると共に、残部が、Feと不可避免的不純物からなることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の懸架装置用ばねの製造方法。

[請求項4] 前記焼入れが、水焼入れ、水溶液焼入れ又は塩水焼入れであること

を特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の懸架装置用ばねの製造方法。

[請求項5] 前記焼入れが、水焼入れであることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の懸架装置用ばねの製造方法。

[請求項6] 焼入れが施された前記鋼材を 200℃以上に焼戻すこと無く懸架装置用ばねを製造することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の懸架装置用ばねの製造方法。

[請求項7] 焼入れが施された前記鋼材を 200℃以上 350℃以下に均熱して焼戻しを施す焼戻し工程をさらに含むことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の懸架装置用ばねの製造方法。

[請求項8] 熱処理が施された前記鋼材にショットピーニングを施すショットピーニング工程と、

ショットピーニングが施された前記鋼材にセッチングを施すセッチング工程と、

セッチングが施された前記鋼材に塗装処理を施す塗装工程とをさらに含むことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の懸架装置用ばねの製造方法。

[請求項9] 熱処理が施された前記鋼材にセッチングを施すセッチング工程と、セッチングが施された前記鋼材に塗装処理を施す塗装工程とをさらに含み、

熱処理が施された前記鋼材にショットピーニングを施すこと無く懸架装置用ばねを製造することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の懸架装置用ばねの製造方法。

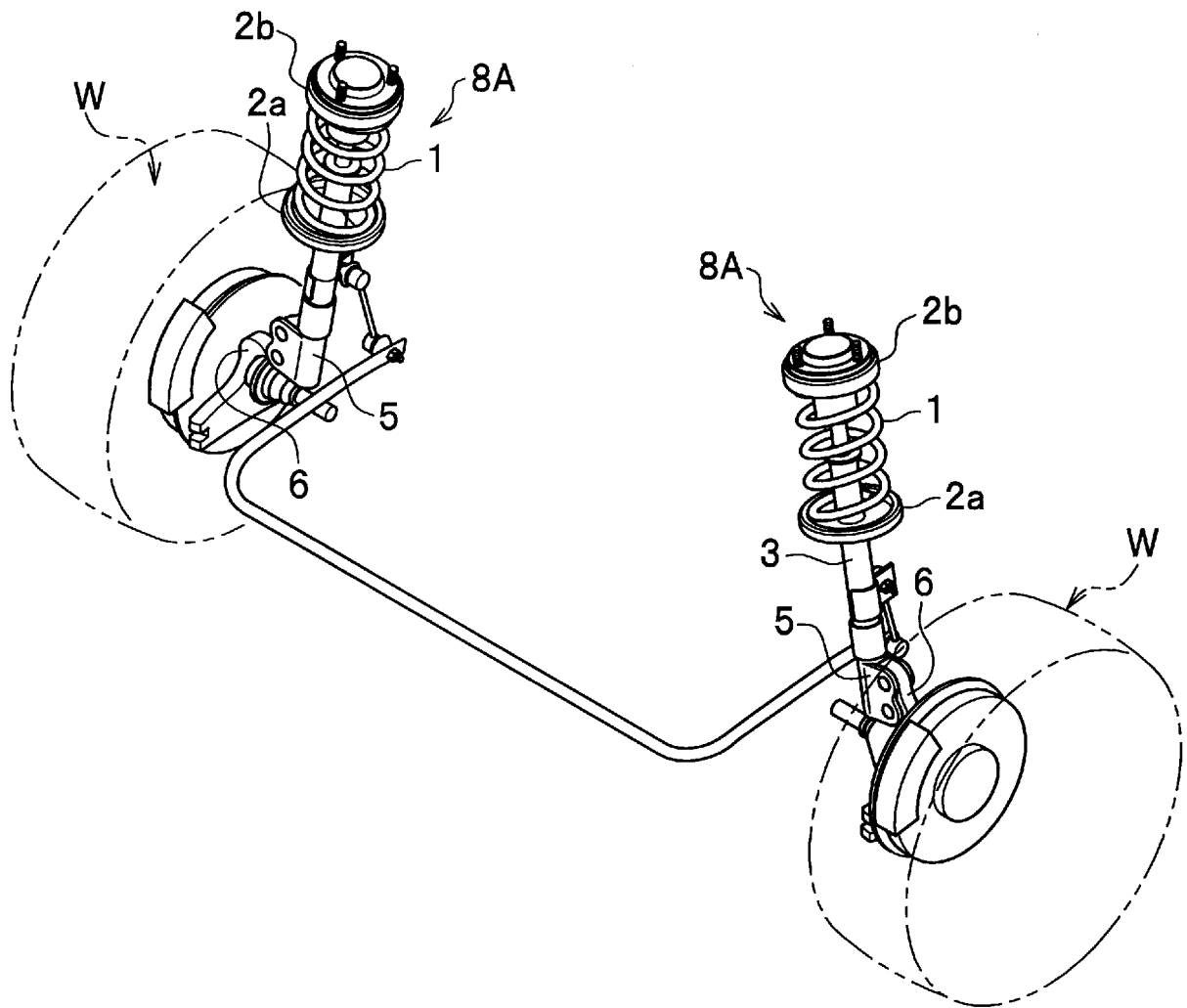
[請求項10] 請求項 1 又は請求項 2 に記載の懸架装置用ばねの製造方法によって製造されることを特徴とする懸架装置用ばね。

[請求項11] 前記鋼材の表面から 0.8 mm の深さまでにわたって 150 MPa 以上の圧縮残留応力が分布していることを特徴とする請求項 10 に記載の懸架装置用ばね。

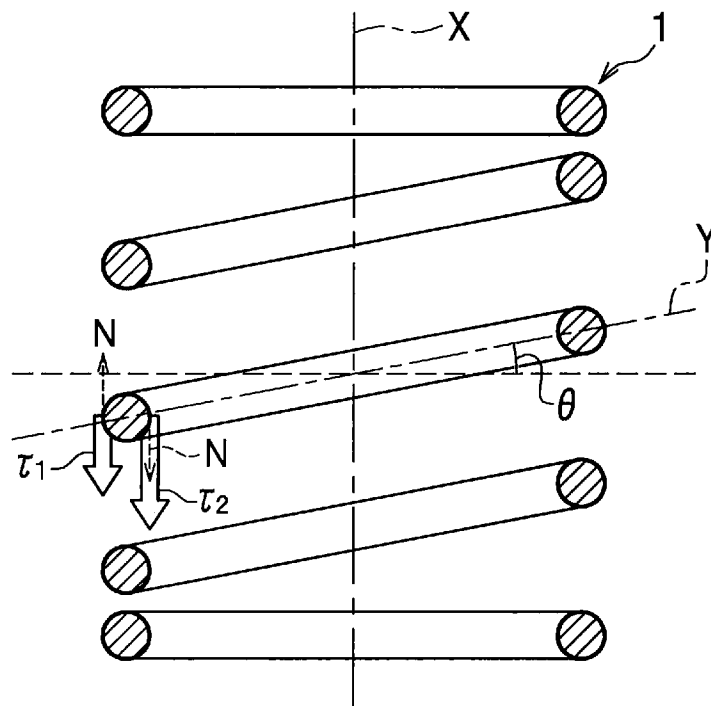
[請求項12] 懸架装置用コイルばねであることを特徴とする請求項10に記載の懸架装置用ばね。

[請求項13] 懸架装置用板ばねであることを特徴とする請求項10に記載の懸架装置用ばね。

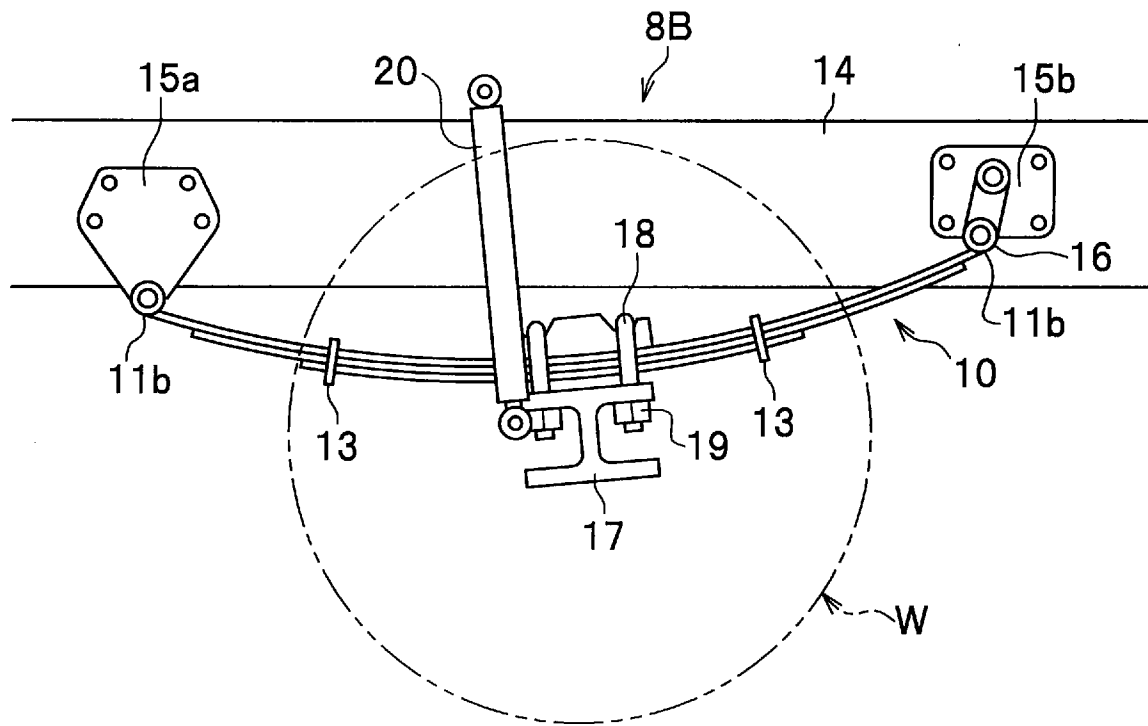
[図1A]



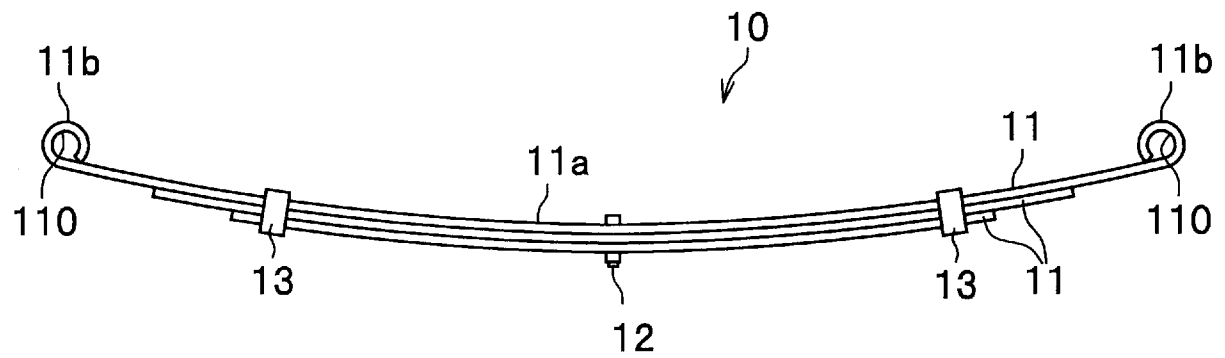
[図1B]



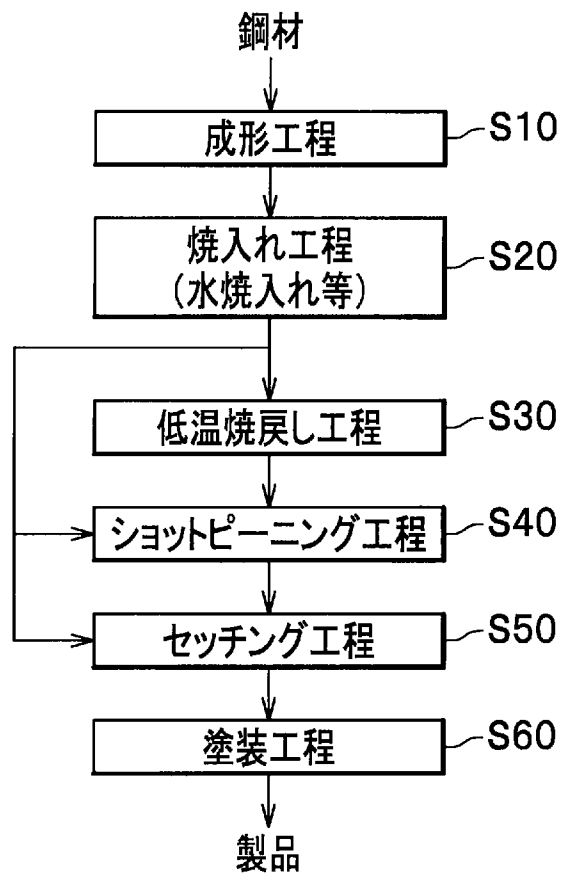
[図2A]



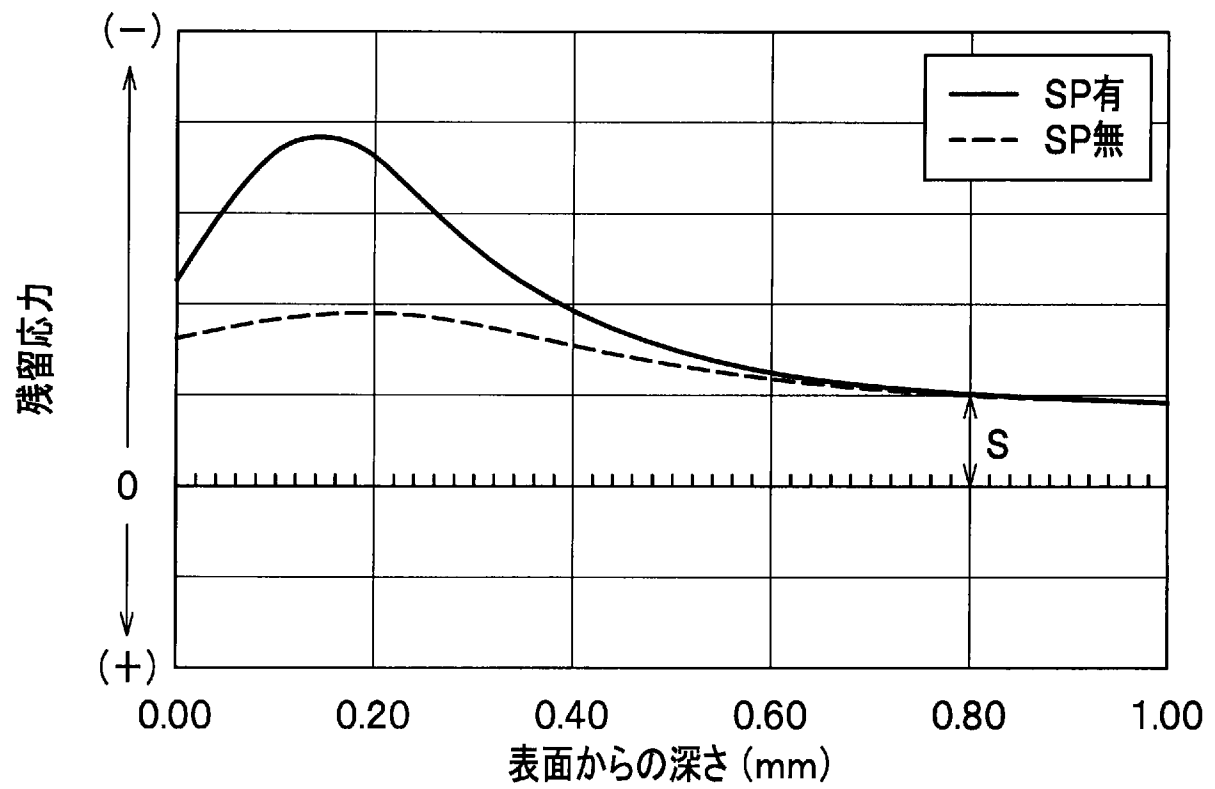
[図2B]



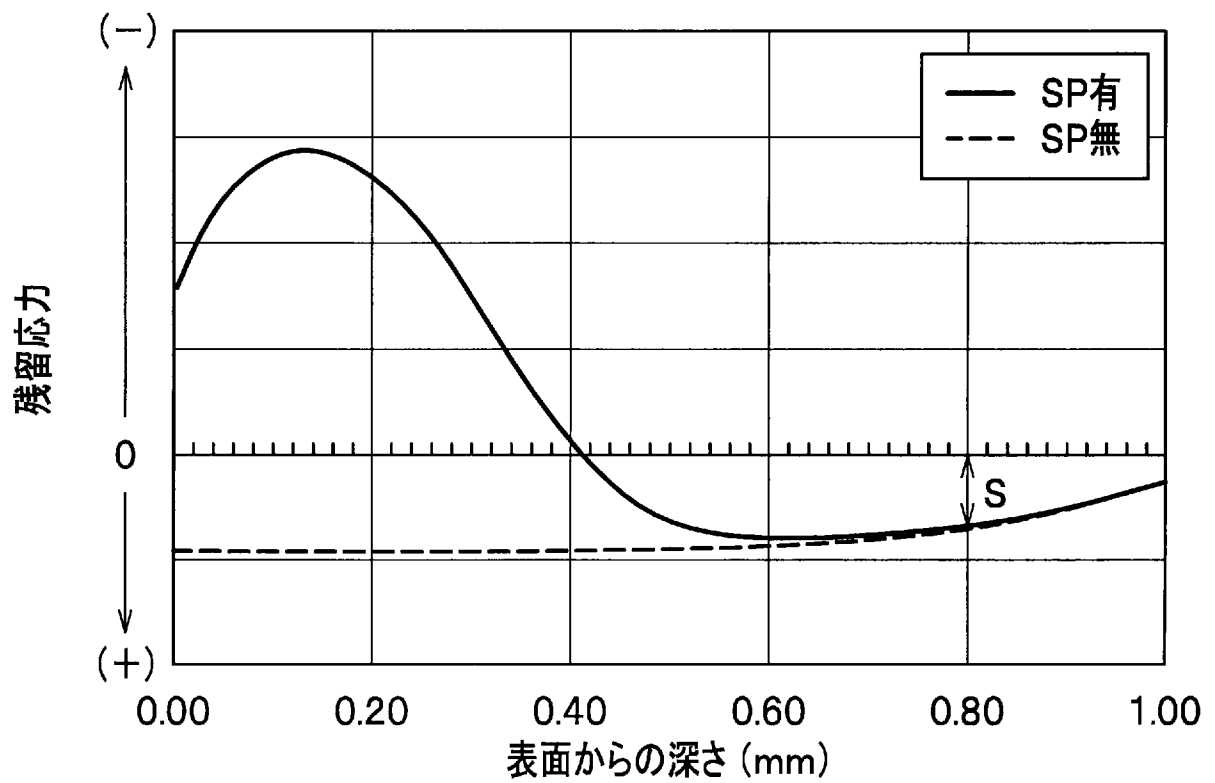
[図3]



[図4A]



[図4B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/058284

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C21D9/02(2006.01)i, B60G11/04(2006.01)i, B60G11/14(2006.01)i, C21D1/60(2006.01)i, C22C38/00(2006.01)i, C22C38/04(2006.01)i, C22C38/60(2006.01)i, F16F1/02(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)

C21D9/02, B60G11/04, B60G11/14, C21D1/60, C22C38/00-38/60, F16F1/02

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 Y	JP 1-16889 B2 (NHK Spring Co., Ltd.), 28 March 1989 (28.03.1989), entire text (Family: none)	1-7, 10-13 8-9
Y	JP 2008-202124 A (Nippon Steel Corp.), 04 September 2008 (04.09.2008), paragraphs [0043] to [0047] & WO 2008/102573 A1 & US 2009/0020195 A1 paragraphs [0063] to [0067] & EP 2058414 A1 & BR PI0802242 A2 & CN 101541995 A & KR 10-2009-0010155 A	8-9

☒ 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
30 May 2016 (30.05.16)

Date of mailing of the international search report
14 June 2016 (14.06.16)

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

International application No.

PCT/JP2016/058284

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2011/129179 A1 (NHK Spring Co., Ltd.), 20 October 2011 (20.10.2011), claims & US 2013/0008566 A1 & EP 2559781 A1 claims & CN 102834540 A & KR 10-2013-0092968 A	1-13
A	JP 2009-256771 A (JFE Steel Corp.), 05 November 2009 (05.11.2009), example 1 (Family: none)	1-13

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C21D9/02(2006.01)i, B60G11/04(2006.01)i, B60G11/14(2006.01)i, C21D1/60(2006.01)i, C22C38/00(2006.01)i, C22C38/04(2006.01)i, C22C38/60(2006.01)i, F16F1/02(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. C21D9/02, B60G11/04, B60G11/14, C21D1/60, C22C38/00-38/60, F16F1/02

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 6 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 6 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 6 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 Y	JP 1-16889 B2（日本発条株式会社）1989.03.28, 全文（ファミリーなし）	1-7, 10-13 8-9
Y	JP 2008-202124 A（新日本製鐵株式会社）2008.09.04, 【0043】～【0047】 & WO 2008/102573 A1 & US 2009/0020195 A1, [0063]-[0067] & EP 2058414 A1 & BR PI0802242 A2 & CN 101541995 A & KR 10-2009-0010155 A	8-9

☑ 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

3 0 . 0 5 . 2 0 1 6

国際調査報告の発送日

1 4 . 0 6 . 2 0 1 6

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）

佐藤 陽一

4 K

9 7 3 1

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

C (続き) . 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 2011/129179 A1 (日本発條株式会社) 2011. 10. 20, 請求の範囲 & US 2013/0008566 A1 & EP 2559781 A1, Claims & CN 102834540 A & KR 10-2013-0092968 A	1-13
A	JP 2009-256771 A (J F E スチール株式会社) 2009. 11. 05, 実施例 1 (ファミリーなし)	1-13